

SXTEP (2023) -EIA001

青兰国家高速公路长治至延安联络线
(G2211) 山西境黎城至霍州段
太岳山隧道工程

环境影响报告书

(公示稿)

建设单位：山西黎霍高速公路有限公司

编制单位：山西省交通环境保护中心站(有限公司)

2023年4月

概 述

（1）本项目建设背景及项目特点

① 项目建设背景及意义

2013年5月，国家发展和改革委员会会同交通运输部编制的《国家公路网规划（2013~2030年）》获得国务院的批准。该规划国家高速公路网由7条首都放射线、11条北南纵线、18条东西横线，以及地区环线、并行线、联络线等组成，约11.8万公里。青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）为规划的联络线之一。随着《国家公路网规划（2013年-2030年）》的实施以及山西省转型跨越发展战略的实施，原山西省高速公路网规划作为国家主干公路网的补充，承载能力不够强、局部地区通道资源特别是省际通道不足的问题逐步显现出来。为此，2013年7月，山西省交通运输厅组织有关单位编制完成了《山西省高速公路网规划调整方案（2009年-2020年）》，2013年9月，山西省发展和改革委员会以晋发改规划发〔2013〕1930号文印发了《山西省发展和改革委员会关于印发〈山西省高速公路网规划调整方案（2009年-2020年）〉的通知》。规划方案包括三纵十二横十二环十五条连接线，第九横为“黎城下浣~永和永和关”，该路段即为青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西段。因此，根据国家公路网规划和山西省高速公路网规划的要求，我省提出实施青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（以下简称“黎霍高速公路”）。

《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》已于2019年12月取得山西省生态环境厅的批复（见附件2），2019年12月，黎霍高速公路开工建设。《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》的批复中明确，“本次评价范围不包括AK133+380~AK144+540路段共计11.16km隧道”，该环评未包括路段为黎霍高速公路太岳山隧道路段，主要原因是太岳山隧道部分路段涉及山西省霍山自然保护区的核心区、缓冲区和实验区，根据《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条“在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。”因此，黎霍高速公路位于自然保护区核心区、缓冲区路段在调整山西省霍山自然保护区功能区之前不具备开工条件。

然而，太岳山隧道为特长隧道，全长达11.165km，是控制黎霍高速公路工期的关键控制性工程，隧道通则黎霍通。为了加快推进黎霍高速公路建设，实现按期通车，2020年12月28日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公

路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设（附件3）。2021年11月，《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》取得山西省生态环境厅的批复（见附件4），补充报告评价对象为K133+655~K144+870路段山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区以外路段，包括穿越山西霍山省级自然保护区实验区路段以及自然保护区范围以外路段。2021年12月，黎霍高速公路补充报告批复路段开工建设。

为了解决黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区的法律制约问题，建设单位委托开展了山西霍山省级自然保护区功能区调整的相关工作，2022年8月，山西省人民政府以《关于调整山西霍山省级自然保护区功能区的批复》（晋政函〔2022〕78号）（见附件5），同意调整山西霍山省级自然保护区功能区，调整后原黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越自然保护区核心区和缓冲区路段均变更为实验区。2022年10月，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号）（见附件6），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。目前黎霍高速公路太岳山隧道工程未评价路段为功能区调整前位于霍山省级自然保护区核心区、缓冲区路段，但是由于黎霍高速公路K133+655~K144+820路段为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，本次评价对黎霍高速公路太岳山隧道工程，即K133+655~K144+820路段，整体开展环境影响评价。

太岳山隧道工程是黎霍高速公路的控制性工程，黎霍高速公路是《国家公路网规划》中“东西横线中主线G22 青岛—兰州的联络线G2211 长治—延安”的重要组成部分，是《山西省省道网规划（2021~2035年）》中第十横“黎城下浣~永和永和关（329km）”的重要组成部分，也是交通运输部“十三五”规划重点实施项目，已列入山西省2019年~2022年重点工程项目。本项目的实施将确保黎霍高速公路按期完工，实现东西联通京津冀鲁陕川，南北联通蒙豫，直接连通青岛~兰州国家高速公路、二连浩特~广州国家高速公路和普通国家公路G309、G208，同时连通省道S102、S222、S323，在国家和山西省路网中居重要地位。黎霍高速公路建成后将与上述高速公路共同构成一个纵贯南北、承东启西、覆盖全省、通达四邻的高速公路网，为山西省实现“三个跨越”发挥积极的推动和促进作用。对于完善国家

高速公路网、形成山西省开放性高速公路网络、建立完善的综合运输体系、改善省际交通联系、保障交通安全、改善城市交通出行环境、促进区域资源开发和经济发展等方面具有重要意义。

受山西省交通运输厅委托，山西路翔交通科技咨询有限公司于 2010 年 10 月编制完成《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程可行性研究报告》，并于 2013 年 7 月取得工可批复。然而在项目推进过程中，由于受到国家公路网规划调整、《公路工程技术标准》修订以及太焦高铁项目占用本项目部分走廊等原因，项目工可编制单位于 2019 年 9 月对本项目可行性研究报告进行了重新修编，随后山西省发展和改革委员会对修编后的可行性研究报告进行了批复（附件 7）。2020 年 1 月，山西省交通规划勘察设计院有限公司编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段两阶段初步设计》，并于 2020 年 2 月取得交通运输部批复（附件 8）；2020 年 8 月，山西省交通规划勘察设计院有限公司编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段两阶段施工图设计》，并于 2020 年 9 月取得山西省交通运输厅的批复（附件 9）。

《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中工程可行性研究阶段，针对太岳山隧道隧址比选设置 A1、A2 共 2 个局部比选方案，针对完全避让山西省霍山自然保护区设置 A3、A4 共 2 个局部比选方案，并对上述局部比选方案进行了详细论证。由于受工程规划、地质条件、线形指标、自然保护区等环境敏感区分布、煤炭采空区域以及路线起终点位置确定等因素影响，路线方案综合比选确定的推荐方案穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区和实验区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区。山西省人民政府于 2019 年 8 月组织山西省发展改革委员会、山西省生态环境厅、山西省自然资源厅、山西省林业与草原管理局等部门召开专题会议，研究形成了《山西省人民政府办公厅关于加快推进国高网黎城至霍州高速公路前期工作专题会议纪要》（见附件 10），原则同意本项目工可路线方案以隧道形式穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区，要求省林草局统筹兼顾项目建设、保护区调整等因素，先行出具同意项目路线走向的意见。

2019 年 8 月 31 日，山西省林业和草原局出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》（见附件 5），原则同意该项目路线走向；同时，原则同意本项目以隧道形式穿越山西省太岳山国家森林公园，并要求项目实施前按规定办理森林公园相关手续。

2019 年 9 月 19 日，山西省自然资源厅出具了《青兰国家高速公路长治至延安

联络线（G2211）山西境黎城至霍州段项目规划选址的意见》，同意了该项目规划选址方案。

2019年9月27日，山西省发展和改革委员会出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程可行性研究报告的批复》（晋发改审批发〔2019〕427号），对修编后的工可进行了批复。

2020年12月28日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。

2022年8月29日，山西省人民政府以《关于调整山西霍山省级自然保护区功能区的批复》（晋政函〔2022〕78号），同意调整山西霍山省级自然保护区功能区，调整后原黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越自然保护区核心区和缓冲区路段均变更为实验区。

2022年10月13日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。

本次黎霍高速公路太岳山隧道工程评价的工程内容以施工图阶段的设计资料为依据。目前黎霍高速公路太岳山隧道工程未评价路段为功能区调整前位于霍山省级自然保护区核心区、缓冲区路段，但是由于黎霍高速公路K133+655~K144+820路段为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，本次评价对黎霍高速公路太岳山隧道工程，即K133+655~K144+820路段，整体开展环境影响评价。由于黎霍高速公路太岳山隧道位于功能区调整前霍山省级自然保护区实验区路段和自然保护区以外路段环评已经批复，因此该路段2021年12月已开工建设。

本次评价工程内容以施工图阶段的设计资料为依据，本次评价的对象为黎霍高速公路K133+655~K144+820路段，即黎霍高速公路太岳山隧道路段，其中K136+190~K144+820路段位于山西省霍山自然保护区内，路线全长11.165km，主要包括隧道主体工程、隧道辅助工程和隧道临时工程。本项目起点位于古县北平镇二道河村西南侧270m处，设置太岳山隧道穿越太岳山，终点位于霍州市李曹镇杨家庄村南侧550m处。穿越山西省霍山自然保护区路段全长8.63km，均位于实验区。采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度80km/h，隧道工程

采用分离式隧道，隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m。主要工程量为挖方 253.30 万 m³，填方 0 万 m³，路面工程 28.60 万 m²，排水及防护 11.58 万 m³。

工程总投资估算为 23.07 亿元，2021 年 12 月开工，2024 年 12 月底竣工，建设工期 3 年。

② 项目特点

本项目为高速公路，项目性质为新建，根据工程建设内容，结合沿线环境特征，工程建设具有以下特点：

a. 工程规模较大、建设周期长

本项目全长 11.165km，主要为隧道工程。采用双向四车道高速公路标准建设，隧道工程采用分离式隧道，隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m；永久占地 4.13hm²，主要工程量为挖方 253.30 万 m³，填方 0 万 m³，路面工程 28.60 万 m²，排水及防护 11.58 万 m³，全部为隧道工程，投资总额约为 23.07 亿元，建设工期为 3 年。因此，本项目土石方量较大，桥隧比例高，具有工程投资规模大，建设工期长等特点。

b. 沿线环境敏感

本项目沿线环境敏感性较高，沿线地形地貌复杂，主要分为侵蚀剥蚀中起伏中山区、喀斯特侵蚀大起伏中山区等，沿线植被较好，以油松、侧柏、华北落叶松、山杨、辽东栎、白桦林等针阔叶林为主。生态保护目标主要有山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区等生态敏感区。本项目本身不涉及地表水环境保护目标，隧道进口和出口临近热留河、李曹河等 2 条河流，隧道下穿杨家庄水库上游的水峪沟。地下水环境保护目标有霍泉泉域，不涉及该泉域的重点保护区。

（2）环境影响评价的工作过程

为做好本项目的环境保护工作，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律、法规的规定与要求，建设单位于 2022 年 12 月委托山西省交通环境保护中心站（有限公司）开展本项目的环境影响评价工作（见附件 1）。

本次环境影响评价工作共分三个阶段，即调查分析和工作方案阶段，现场踏勘、分析论证和预测评价阶段，环境影响评价文件编制阶段。

接受项目委托后，环评单位成立了项目组，并制定了详细的工作计划。项目组在认真研读工程可行性研究成果及相关设计资料的基础上，于 2022 年 12 月走访了本项目沿线各环保、水利、自然资源、规划、林业等主管部门，进行了详细调研和实地踏勘，搜集了本项目沿线区域的自然、生态等相关资料。在总结现场

踏勘并开展环评环境质量现状监测成果的基础上，项目组对本项目沿线生态、水环境、声环境和大气环境质量现状进行了评价，并采用资料分析、类比调查和模型预测等方法，对本项目施工及运营期的环境影响进行了预测和分析，在此基础上提出了针对性的环境保护措施，给出了建设项目的环境影响可行性结论。在此基础上，于2022年12月编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线(G2211)山西境黎城至霍州段太岳山隧道工程环境影响报告书》（送审稿），2023年3月，山西省生态环境规划和技术研究院组织开展了专家评审，同月按照专家意见进行修改完善，最终编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段太岳山隧道工程环境影响报告书》（报批稿）。

（3）分析判定情况

本项目属于新建高速公路项目，新建涉及环境敏感区的二级及以上等级公路，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）规定应编制“环境影响报告书”。

根据相关环境影响评价技术导则，本项目 K136+190~K144+820 路段长约 8.63km 位于山西省霍山自然保护区实验区内，K140+840~K144+820 长约 3.98km 路段穿越山西省太岳山国家森林公园，涉及生态敏感区，属于 HJ19-2022 中 6.1.2 a) 类情况，评价等级不低于一级；生态敏感区路段有永久、临时占地，评价等级不下调；剩余路段属于 HJ19-2022 中 6.1.2 g) 类情况，生态评价工作等级为三级；本项目全部为隧道工程，沿线无声环境保护目标，建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB (A) 以下，声环境评价工作等级为三级；施工期生活污水处理后达标回用，不外排，本项目工程内容中无场站工程，营运期无污水产生，地表水环境评价工作等级为三级 B；本项目工程内容中无场站工程，营运期无集中式排放源，大气环境评价工作等级为三级。

本项目工程内容中无场站工程，无加油站，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》，属于 IV 类建设项目，不开展地下水环境影响评价；根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目运营期不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存，评价工作等级为简单分析；根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》，本项目属于 IV 类建设项目，可不开展土壤环境影响评价。

（4）主要环境制约因素协调过程

由于黎霍高速公路沿线环境敏感，环评单位在工可编制阶段前期介入，与其沟通了环保相关法律法规要求及沿线区域环境敏感目标分布情况等，并提出了环保选线意见。工可编制单位在工可选线阶段尽量远离各类环境敏感区；然而因受公路网规划、公路线形、工程地质、安全隐患、路线起终点接线位置、自然保护区等环境敏感区等条件限制，本项目无法避让山西省霍山自然保护区、山西省太

岳山国家森林公园等生态敏感区，上述环境制约因素协调过程情况如下：

① 山西省霍山自然保护区

该自然保护区于 2002 年 6 月批准建立，原规划面积 17851.7hm²，其中核心区面积为 6474.5 hm²、缓冲区面积为 3870.1hm²、实验区面积为 7507.1hm²。原山西省林业厅于 2015 年 9 月组织专家对自然保护区范围及功能区进行了调整，山西省人民政府于 2016 年 11 月进行了批复，调整后规划面积 17960.2hm²，其中核心区面积 6921.5hm²、缓冲区面积 2774.3hm²、实验区 8264.4hm²；2021 年 11 月，省林草局再次对自然保护区功能区进行调整，山西省人民政府于 2022 年 8 月进行了批复，调整后规划面积 17960.2hm²，其中核心区面积 6941.99hm²、缓冲区面积 2788.7hm²、实验区 8229.51hm²。本次评价路线约 8.63km 全部为隧道形式穿越该自然保护区实验区。

2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15 号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。

② 山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区

本项目 K140+840~K144+820 长约 3.98km 路段以隧道形式穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区，对该森林公园核心景观区的生态不会产生明显的影响。只要在公路施工过程中加强管理，控制好施工的工艺和施工时序，在森林公园路段内隧道施工对沿线生态和森林公园整体景观环境影响较小。2019 年 8 月，山西省林业和草原局出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》，原则同意本项目以隧道形式穿越山西省太岳山国家森林公园，并要求项目实施前按规定办理森林公园相关手续。根据相关规定，本评价要求本项目在开工建设前办理相关行政许可手续。

（5）关注的主要环境问题及环境影响

① 山西省霍山自然保护区

本项目 K136+190~K144+820 段，共计 8.63km 路段以隧道形式穿越该自然保护区实验区。本项目全部为隧道工程，在自然保护区实验区内的工程内容包括隧道主体工程、隧道辅助工程和隧道临时工程。隧道主体工程，长度为 8630m，除隧道进口和出口外，全部为地下工程，占地仅为隧道进出口；隧道辅助工程包括 1#、2#、3#斜井的井道，总长为 4.2km，1#、2#、3#斜井与隧道连接处设置 3 处地下风机房，全部为地下工程，不涉及占地，斜井占地仅为斜井出口占地；隧道临时工程包括弃渣场 3 处、施工生产生活区 8 处和施工便道。

根据本报告中山西省霍山自然保护区影响评价内容，本项目隧道工程对自然保护区的生态不会产生明显的影响，能够实现无害化穿越，隧道出口、1#斜井出口、2#斜井出口、3#斜井出口以及施工作业场地、施工便道对自然保护区实验区的生态影响较小，通过落实本报告提出的各项环保措施后，可有效降低本项目施工期和运营期对该自然保护区的影响。因此，本项目建设不会改变自然保护区生态系统结构，不会导致生物资源及物种多样性发生明显改变，对自然保护区功能及主要保护区对象的影响在可接受范围内。2022年10月13日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。

③山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区

本项目 K140+840~K144+820 长约 3.98km 路段全部以隧道形式穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区，对该森林公园核心景观区的生态不会产生明显的影响。只要在公路施工过程中加强管理，控制好施工的工艺和施工时序，在森林公园路段内工程施工对沿线生态和森林公园整体景观环境影响较小。同时根据相关规定，本评价要求本项目在开工建设前办理相关行政许可手续。在采取本次评价要求的各项生态保护措施后，本项目对山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区的影响可接受。

③ 其他环境问题及环境影响

本项目沿线涉及霍泉泉域范围，K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K133+655~K137+080 长约 3.425km 路段位于霍泉泉域岩溶裸露区，与重点保护区边界最近距离约为 26.8km。在采取相关严格保护措施后，本项目对上述泉域岩溶水环境及其水质影响小。2020年12月16日，山西省水利厅出具了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告审批准予行政许可决定书》（晋水审批决〔2020〕463号）（附件13），原则同意泉域水环境影响评价报告有关评价结论，太岳山隧道工程施工不会触及到岩溶含水层，基本不会对泉域岩溶地下水产生明显影响。

（6）环境影响评价主要结论

黎霍高速公路太岳山隧道工程的实施对于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的按期通车具有决定性作用，黎霍高速公路对构建国家和山西省高速公路网、改善区域交通运输条件、发展社会经济等方面具有十分重要的意义。目前黎霍高速公路太岳山隧道工程未评价路段为功能区调

整前位于霍山省级自然保护区核心区、缓冲区路段，但是由于黎霍高速公路 K133+655~K144+820 路段为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，本次评价对黎霍高速公路太岳山隧道工程，即 K133+655~K144+820 路段，整体开展环境影响评价。经评价，在采取报告书提出的生态保护和污染控制措施后，对自然保护区的影响在可接受范围。山西省人民政府和山西省林业和草原局原则同意黎霍高速公路路线方案，山西省林业和草原局以晋林保许准〔2022〕15 号文同意黎霍高速公路在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。黎霍高速公路 K133+655~K144+820 路段（即太岳山隧道路段）建设将会对沿线地区的生态、水环境、声环境和大气环境产生一定的不利影响，但只要认真落实本报告所提出的减缓措施，真正落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度，所产生的负面影响是可以得到有效控制，污染物可以做到达标排放，对沿线群众公众参与无反馈意见，环境风险在可控范围，其建设从环境保护角度是可行的。

在工作过程中，评价单位得到了临汾市各级政府及其环保、自然资源、规划、水利、交通等部门，黎霍高速公路工可编制单位、初设编制单位、施工图编制单位等有关单位和个人的大力支持，在此深表谢意。

目 录

1 总 则	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 评价目的.....	7
1.3 编制依据.....	8
1.4 评价工作等级和评价范围.....	13
1.5 评价内容与工作重点.....	14
1.6 环境保护目标.....	14
1.7 环境功能区划与评价执行标准.....	22
1.8 评价时段.....	25
1.9 评价方法及技术路线.....	25
1.10 与相关规划的符合性分析.....	27
2 建设项目概况与工程分析	65
2.1 路线方案、技术指标及建设规模.....	65
2.2 预测交通量.....	67
2.3 主要工程概况.....	68
2.4 工程征占地情况.....	77
2.5 工程土石方.....	77
2.6 临时工程.....	78
2.7 筑路材料及运输条件.....	91
2.8 投资估算.....	93
2.9 建设工期及主要工程单元施工工艺.....	93
2.10 工程环境影响分析.....	97
2.11 黎霍高速公路太岳山隧道工程环评已批复路段建设情况.....	107
3 环境现状调查与评价	127
3.1 自然环境概况.....	127
3.2 生态现状调查与评价.....	132
3.3 地表水环境现状调查与评价.....	211
3.4 地下水环境现状调查与评价.....	213
3.5 声环境现状调查与评价.....	214
3.6 大气环境现状调查与评价.....	216
3.7 景观环境现状调查与评价.....	220
4 环境影响预测与评价	226
4.1 生态影响预测与评价.....	226
4.2 地表水环境影响预测与评价.....	295
4.3 地下水环境影响分析.....	304

4.4	声环境影响预测与评价.....	321
4.5	大气环境影响预测与评价.....	338
4.6	景观环境影响分析.....	345
5	环境风险分析.....	347
5.1	隧道工程环境风险分析.....	347
5.2	弃渣场环境风险分析.....	351
5.3	环境风险评价结论.....	366
6	方案比选.....	369
7	环境保护措施及其可行性论证.....	370
7.1	设计阶段环境保护措施.....	370
7.2	施工期环境保护措施.....	373
7.3	营运期环境保护措施.....	392
7.4	自然保护区和森林公园保护措施.....	397
8	环境管理与监测计划.....	403
8.1	环境管理计划.....	403
8.2	环境监测计划.....	406
8.3	工程环境监理计划.....	408
9	环境影响经济损益分析.....	415
9.1	国民经济效益分析.....	415
9.2	环境经济损益分析.....	415
9.3	环保投资估算及其效益简析.....	416
10	环境影响评价结论.....	421
10.1	建设项目工程概况.....	421
10.2	环境现状调查与评价结论.....	421
10.3	环境影响预测与评价结论.....	424
10.4	生态敏感区影响评价结论.....	428
10.5	环境风险评价.....	430
10.6	环境影响经济损益分析.....	431
10.7	方案比选.....	431
10.8	公众意见调查.....	431
10.9	综合评价结论.....	431

1 总 则

1.1 项目背景

1.1.1 项目前期工作过程

（1）项目工程审批过程

黎霍高速公路是《国家公路网规划》中“东西横线中主线 G22 青岛—兰州的联络线 G2211 长治—延安”的重要组成部分，是《山西省省道网规划（2021~2035 年）》中第十横“黎城下浣~永和永和关（329km）”重要组成部分，也是交通运输部“十三五”规划重点实施项目，列入山西省 2019-2022 年重点工程项目。黎霍高速公路东西联通京津冀鲁陕川，南北联通蒙豫，直接连通青岛~兰州国家高速公路、二连浩特~广州国家高速公路和普通国家公路 G309、G208，同时连通省道 S102、S222、S323，还能连通长邯铁路、太焦铁路、京昆高铁（山西境大同至西安）、太焦高铁（在建），在国家和山西省路网中居重要地位。黎霍高速公路建成后将与上述高速公路共同构成一个纵贯南北、承东启西、覆盖全省、通达四邻的高速公路网，为山西省实现“三个跨越”发挥积极的推动和促进作用。对于完善国家高速公路网、形成山西省开放性高速公路网络、建立完善的综合运输体系、改善省际交通联系、保障交通安全、改善城市交通出行环境、促进区域资源开发和经济发展等方面具有重要意义。

受山西省交通运输厅委托，山西路翔交通科技咨询有限公司于 2010 年 10 月编制完成《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程可行性研究报告》，并于 2013 年 7 月取得工可批复。然而在项目推进过程中，由于受到国家公路网规划调整、《公路工程技术标准》修订以及太焦高铁项目占用本项目部分走廊等原因，项目工可编制单位于 2019 年 9 月对本项目可行性研究报告进行了重新修编，随后山西省发展和改革委员会对修编后的可行性研究报告进行了批复。2020 年 1 月，山西省交通规划勘察设计院有限公司编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段两阶段初步设计》，并于 2020 年 2 月取得交通运输部批复；2020 年 8 月，山西省交通规划勘察设计院有限公司编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段两阶段施工图设计》，并于 2020 年 9 月取得山西省交通运输厅的批复。

2019 年 11 月，山西省人民政府以《山西省人民政府关于青兰国家高速公路长治至延安联络线山西境黎城至霍州段 PPP 项目实施方案的批复》（晋政函[2019]108 号）批准青兰国家高速公路长治至延安联络线山西境黎城至霍州段 PPP 项目实施方案，采用政府和社会资本合作（PPP）模式建设运营，经山西省人民政府授权，

由山西省交通运输厅进行公开招标，2019年12月，山西省交通开发投资集团有限公司中标，并于2020年1月，成立山西黎霍高速公路有限公司。

2019年12月，青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程开工建设。

（2）项目环保审批过程

为做好青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的环境保护工作，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律、法规的规定与要求，原建设单位山西省交通运输厅于2019年9月就青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的环境影响报告编制工作进行了公开招标，山西省交通环境保护中心站（有限公司）参加投标并于2019年9月29日中标本项目的环评评价工作。于2019年11月编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》（送审稿）。2019年11月18日~19日，山西省环境保护技术评估中心受山西省生态环境厅委托在霍州市主持召开了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》技术评估会，会后，项目组根据审查意见进行了认真修改，形成《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》（报批稿），由建设单位山西省交通运输厅提交山西省生态环境厅审批。山西省生态环境厅于2019年12月对《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》进行了批复。环评批复明确“本次评价范围不包括AK133+380~AK144+540路段共计11.16km隧道”，该路段为黎霍高速公路太岳山隧道路段，主要原因是太岳山隧道部分路段涉及山西省霍山自然保护区的核心区、缓冲区和实验区，根据《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条“在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。”

黎霍高速公路太岳山隧道为特长隧道，全长达11.165km，为控制黎霍高速公路工期的关键控制性工程，隧道通则黎霍通。为了加快推进黎霍高速公路建设，实现按期通车，2020年12月28日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2021年11月，《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》取得山西省生

态环境厅的批复，补充报告评价对象为 K133+655~K144+870 路段山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区以外路段，包括穿越山西霍山省级自然保护区实验区路段以及自然保护区范围以外路段。2021 年 12 月，黎霍高速公路补充报告评价路段开工建设。

1.1.2 本项目的提出过程

为了解决黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区的法律制约问题，建设单位委托开展了山西霍山省级自然保护区功能区调整的相关工作，2022 年 8 月，山西省人民政府以《关于调整山西霍山省级自然保护区功能区的批复》（晋政函〔2022〕78 号），同意调整山西霍山省级自然保护区功能区，调整后原黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越自然保护区核心区和缓冲区路段均变更为实验区。2022 年 10 月，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15 号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。目前黎霍高速公路太岳山隧道工程未评价路段为功能区调整前位于霍山省级自然保护区核心区、缓冲区路段，但是由于黎霍高速公路 K133+655~K144+820 路段为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，本次评价对黎霍高速公路太岳山隧道工程，即 K133+655~K144+820 路段，整体开展环境影响评价。

1.1.3 黎霍高速公路概况及本次评价工程内容衔接关系

（1）黎霍高速公路概况

黎霍高速公路路线方案由主线和 6 条连接线组成，其中主线起于长治市黎城西（幸福庄）互通，由东向西经长治市黎城县、潞城区、襄垣县、沁县、沁源县以及临汾市古县、霍州市，终至霍州市观堆村西与霍永线辛庄枢纽相接，路线全长 153.16km（含断链 260m），采用双向四车道高速公路，设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m；另设连接线 6 条，长度共计 22.70km，采用双向两车道二级公路技术标准，设计速度 60km/h，路基宽度 12~16m。主要工程量为挖方 4378.30 万 m³，填方 2205.36 万 m³，路面工程 178.84 万 m²，排水及防护 234.49 万 m³。黎霍高速公路主线共设桥梁 30841m/73 座，隧道 42980m/22 座，涵洞 182 道，互通式立交 9 处，分离式立交 16 处，服务区 3 处，养护工区 2 处（与服务区合建），停车区 1 处，高速公路管理处 1 处（与襄垣北（赵家烟）收费站合建）、匝道收费站 8 处，隧道管理站 9 处；连接线共设中桥 198m/3 座，小桥 63m/3 座，涵洞 59 道。工程总投资估算为 233.38 亿元，计划 2019 年 12 月开工，预计 2024 年底竣工，建设工

期 5 年。

黎霍高速公路临时工程包括取土场、弃渣场、施工生产生活区及施工便道。取土场设置 10 处，共计临时占地约 52.30hm²；弃渣场设置 56 处，临时占地共计 288.03hm²；施工生产生活区设置 34 处，主要包括施工营地、基层拌合站、沥青拌合站、桥梁预制场、料场和施工机械停放点，临时占地面积共约 98.50hm²；施工便道设置 350km，其中完全利用现有道路 72.96km，在现有道路上扩建 112.58km，新建 164.46km，其中通往主体工程施工便道长 91.76km，通往取土、弃渣场和施工生产生活区的施工便道长 72.70km。施工便道均为砂石路面，宽度 5m，施工便道临时占地面积约为 92.25hm²。

(2) 本次评价工程内容与黎霍高速公路的衔接关系

①2019 年批复环评

2019 年 12 月，《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》取得山西省生态环境厅的批复，批复中明确，“本次评价范围不包括 AK133+380~AK144+540 路段共计 11.16km 隧道”，该环评未包括路段为黎霍高速公路太岳山隧道路段，主要原因是太岳山隧道部分路段涉及山西省霍山自然保护区的核心区、缓冲区和实验区。

首次环评于 2019 年 12 月取得批复，该环评在充分比选黎霍高速公路各方案路线走向的基础上，论证了项目主要以隧道形式穿越霍山自然保护区的核心区、缓冲区和实验区的环保可行性，由于当时霍山自然保护区不具备功能区调整的条件，将涉及霍山自然保护区核心区、缓冲区的太岳山隧道路段作为一个整体另行评价，解决了项目无法取得环评批复，导致项目无法按期开工的问题。

②2021 年批复环评

2021 年 11 月，《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》取得山西省生态环境厅的批复，补充报告评价对象为 K133+655~K144+870 路段山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区以外路段，包括穿越山西霍山省级自然保护区实验区路段以及自然保护区范围以外路段。

第二次环评于 2021 年 11 月取得批复，该环评的评价对象为黎霍高速公路 K133+655~K144+870 路段中穿越山西霍山省级自然保护区实验区以及自然保护区范围以外路段，但是由于黎霍高速公路 K133+655~K144+870 路段主要为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，该环评各环境要素环境影响评价中考虑整个黎霍高速公路太岳山隧道路段进行整体评价。该次评价主体工程方面优化了斜井、竖井的设计方案，将“2 斜井 1

竖井”方案优化为“3斜井”方案，通过优化将位于自然保护区核心区内的竖井优化为出口位于自然保护区实验区内的斜井；临时工程的施工生产生活区设置方面，将原本太岳山隧道进口、出口、1#、2#、3#斜井出口及杨家庄水库南侧加固区设置的6处施工生产生活区中的2#、3#斜井出口施工生产生活区优化为1处，自然保护区内施工生产生活区减少1处，设置施工生产生活区总数减少1处；临时工程的弃渣场设置方面，虽然弃渣场数量没有变化，但是优化了弃渣场选址，将原本位于植被较好的区域设置的弃渣场优化到位于植被较为稀疏，植被相对来说较差的区域设置弃渣场。通过该次环评，优化了黎霍高速公路太岳山隧道路段的主体工程 and 临时工程设置方案，减缓了项目建设对环境的影响。

③2022年霍山自然保护区功能区调整

2022年8月29日，山西省人民政府以《关于调整山西霍山省级自然保护区功能区的批复》（晋政函〔2022〕78号），同意调整山西霍山省级自然保护区功能区，调整后原黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越自然保护区核心区和缓冲区路段均变更为实验区。

2022年10月13日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。

④本次评价工程内容

目前黎霍高速公路太岳山隧道工程未评价路段为功能区调整前位于霍山省级自然保护区核心区、缓冲区路段，但是由于黎霍高速公路K133+655~K144+820路段为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，本次评价对黎霍高速公路太岳山隧道工程，即K133+655~K144+820路段，整体开展环境影响评价。

本次评价太岳山隧道主体工程无变化，但是临时工程发生变化，临时工程增加部分工程内容，此外由于生态导则和声环境导则发布了新版，因此，在2021年环评成果的基础上，对已开工部分进行了回顾性评价，对新增工程内容进行了补充评价，根据新版生态导则和声环境导则的要求，对相应内容进行了补充完善，最终编制完成报告。

表 1.1 本次评价工程内容与黎霍高速公路的衔接关系表

历次评价	评价对象	已批复工程内容	该次评价后未批复工程内容
2019 年环评	黎霍高速公路除太岳山隧道以外路段	黎霍高速公路除太岳山隧道以外路段	太岳山隧道工程路段
2021 年环评	黎霍高速公路太岳山隧道路段整体作为评价对象	黎霍高速公路太岳山隧道调整功能区之前位于自然保护区实验区路段和自然保护区以外路段	黎霍高速公路太岳山隧道调整功能区之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段
本次评价对象	黎霍高速公路太岳山隧道路段整体作为评价对象	\	\

1.1.4 本评价工程内容及工程特性

1.1.4.1 地理位置

本项目位于山西省临汾市古县和霍州市境内，总体呈东西走向。

本项目起点位于古县北平镇二道河村西南侧 270m 处，设置太岳山隧道穿越太岳山，终点位于霍州市李曹镇杨家庄村南侧 550m 处，即 K133+655~K144+820 路段（其中 K136+190~K144+820 路段位于山西省霍山自然保护区实验区内），路线全长 11.165km。采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，隧道工程采用分离式隧道，隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m。本次评价黎霍高速公路太岳山隧道工程起点坐标为东经 111° 59' 52.98"，北纬 36° 30' 2.72"，终点坐标为东经 111.898036° 53' 52.93"，北纬 36.559072° 33' 32.66"。

具体位置见地理位置图。

1.1.4.2 主要工程特性

本项目主要工程特性见表 1.2。

表 1.2 本项目主要工程特性表

项目	单位	指标	
公路等级	-	四车道高速公路	
设计车速	km/h	80	
路基宽度	m	25.5	
路线长度	km	11.165	
永久征地	hm ²	4.13	
路基工程	挖方	万 m ³	253.30
	填方	万 m ³	0
	排水及防护	万 m ³	11.58
	路面	万 m ²	28.60
隧道工程	隧道	m/座	11165/1

表 1.2 本项目主要工程特性表（续）

项目		单位	指标
工程 投资	总投资	亿元	23.07
	每公里投资	万元	20570.66
工期		年	3

1.1.4.3 项目建设意义

本项目的实施将促进青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的按期通车，黎霍高速公路的通车将有助于构建纵贯省内南北、承东启西、覆盖全省、通达四邻的高速公路网，改善省际交通联系，缓解区域交通压力，改善路网整体效益的发挥，提高高速公路的服务水平，并保障交通安全。其重要意义如下：

- （1）是实施国家高速公路网规划和省高速公路网规划，发挥整体路网效益的需要；
- （2）是完善东西向公路运输通道，充分发挥我省资源大省和中部通道区位优势的需要；
- （3）是促进区域经济、社会协调发展，帮助革命老区脱贫的需要；
- （4）是改善行车条件，调高运输效率适应现代化交通运输业发展的需要；
- （5）是促进片区旅游资源整合，加快旅游业发展的需要；
- （6）是加强国防建设和抗灾防险的需要。

1.2 评价目的

本项目建设规模较大，其建设与运营将会对沿线区域的生态、声环境、水环境以及大气环境质量等方面产生一定的负面影响。本项目属于高速公路建设项目，涉及环境敏感区，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）规定，“五十二、交通运输业、管道运输业，130 等级公路（不含维护；不含生命救援、应急保通工程以及国防交通保障项目；不含改扩建四级公路），新建 30 公里（不含）以上的二级及以上等级公路；新建涉及环境敏感区的二级及以上等级公路”环评类别为报告书，本项目应编制“环境影响报告书”。

通过对该项目环境影响评价以期达到如下目的：

- （1）从环境保护角度论证本项目建设的可行性，并对现有的局部工程替代方案从环境保护角度进行综合比选，为工程方案的选择提供必要的科学依据；
- （2）通过对公路沿线评价范围内的自然环境的调查研究，针对本项目的设计、施工和营运各阶段，预测对环境的影响，提出相应的优化建议和切实可行的环境保护措施及对策；
- （3）将环境保护措施、建议和评价结论反馈于工程设计与施工，为优化工程

设计提供科学依据，以减少或减缓本项目建设对周围环境造成的负面影响；

(4) 为该项目的施工期、营运期的环境管理以及沿线的经济发展、城镇建设及环境规划提供辅助信息和科学依据。

1.3 编制依据

1.3.1 法律、行政法规、部门规章及其他规范性文件

1.3.1.1 法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014.4.24 第一次修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 第二次修订）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 第二次修订）；
- (4) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022.6.5 施行）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 第二次修订）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27 第三次修订）；
- (7) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018.10.26 第三次修订）；
- (8) 《中华人民共和国文物保护法》（2017.11.4 修正）；
- (9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018.8.31 通过）；
- (10) 《中华人民共和国水法》（2016.7.2 第一次修订）；
- (11) 《中华人民共和国公路法》（2017.11.4 第五次修正）；
- (12) 《中华人民共和国城乡规划法》（2019.4.23 第二次修正）；
- (13) 《中华人民共和国土地管理法》（2019.8.26 第三次修正）；
- (14) 《中华人民共和国道路交通安全法》（2011.4.22 第二次修正）；
- (15) 《中华人民共和国森林法》（2019.12.28 修订）；
- (16) 《中华人民共和国水土保持法》（2010.12.25 修订）。

1.3.1.2 行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》（2017.7.16 修订）；
- (2) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017.10.7 修订）；
- (3) 《中华人民共和国森林法实施条例》（2018.3.19 修订）；
- (4) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016.2.6 第二次修订）；
- (5) 《国家级公益林管理办法》（2017.4.28 发布）；
- (6) 《中华人民共和国河道管理条例》（2017.10.7 第三次修正）；
- (7) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011.1.8 第一次修订）；
- (8) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017.10.7 第二次修正）；
- (9) 《基本农田保护条例》（2011.1.8 修订）；
- (10) 《土地复垦条例》（2011.3.5 施行）；
- (11) 《危险化学品安全管理条例》（2013.12.7 第一次修正）；

- (12) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014.7.29 第二次修正）；
- (13) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2017.3.1 第三次修订）；
- (14) 《森林公园管理办法》（2016.9.22 第二次修改）。

1.3.1.3 部门规章及其他规范性文件

- (1) 《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中共中央、国务院，2018.6.16）；
- (2) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，厅字〔2017〕2号，2017.2.7）；
- (3) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国务院，国发〔2013〕37号，2013.9.10）；
- (4) 《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国务院，国发〔2018〕22号，2018.7.3）；
- (5) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国务院，国发〔2015〕17号，2015.4.2）；
- (6) 《土壤污染防治行动计划》（国务院，国发〔2016〕31号，2016.5.28）；
- (7) 《国务院关于实施<国家突发公共事件总体应急预案>的决定》（国务院，国发〔2005〕11号，2005.4.17）；
- (8) 《国务院办公厅关于印发国家突发环境事件应急预案的通知》（国务院办公厅，国办函〔2014〕119号，2014.12.29）；
- (9) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中共中央、国务院，2015.4.25）；
- (10) 《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》（国家环境保护总局，环发〔2003〕94号，2003.5.24）；
- (11) 《关于开展交通工程环境监理工作的通知》（交通运输部，交环发〔2004〕314号，2004.6.15）；
- (12) 《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》（原国家环境保护总局、国家发展和改革委员会、交通部，环发〔2007〕184号，2007.12.1）；
- (13) 《关于发布<地面交通噪声污染防治技术政策>的通知》（环境保护部，环发〔2010〕7号，2010.1.11）；
- (14) 《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环境保护部，环发〔2010〕113号，2010.9.28）；
- (15) 《关于加强环境噪声污染防治工作改善城乡声环境质量的指导意见》（环境保护部，环发〔2010〕144号，2010.12.15）；
- (16) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（环境保护部令第16号修正，

2010.12.22)；

(17) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环境保护部，环发〔2012〕77号，2012.7.3）；

(18) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环境保护部，环发〔2012〕98号，2012.8.7）；

(19) 《关于落实大气污染防治行动计划，严格环境影响评价准入的通知》（环境保护部办公厅，环办〔2014〕30号，2014.3.25）；

(20) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部，2018.4.28 修正）；

(21) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部，部令第16号，2020.11.30）；

(22) 《关于印发〈“十三五”环境影响评价改革实施方案〉的通知》（环境保护部，环环评〔2016〕95号，2016.7.15）；

(23) 《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（生态环境部，环规财〔2018〕86号，2018.8.30）；

(24) 《关于实施绿色公路建设的指导意见》（交通运输部，交办公路〔2016〕93号，2016.7.20）；

(25) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部，部令第4号，2018.7.16）；

(26) 《关于印发〈生态保护红线划定指南〉的通知》（环境保护部办公厅 国家发展和改革委员会办公厅，环办生态〔2017〕48号，2017.7.20）；

(27) 《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（原环境保护部，环环评〔2018〕11号，2018.1.25）。

1.3.2 地方性法规、地方政府规章及其他规范性文件

1.3.2.1 地方性法规

(1) 《山西省环境保护条例》（2016.12.8 修订）；

(2) 《山西省大气污染防治条例》（2018.11.30 修订）；

(3) 《山西省水污染防治条例》（2019.7.31 通过）；

(4) 《山西省土壤污染防治条例》（2019.11.29 通过）；

(5) 《山西省永久性生态公益林保护条例》（2016.12.8 通过）；

(6) 《山西省减少污染物排放条例》（2011.1.1 实施）；

(7) 《山西省泉域水资源保护条例》（2022.9.28 修订）。

1.3.2.2 地方政府规章及其他规范性文件

(1) 《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（山西省环境保护厅，晋环发〔2011〕37号，2011.3.2）；

（2）《山西省人民政府关于加强环境保护促进生态文明建设的决定》（山西省人民政府，晋政发〔2012〕12号，2012.4.20）；

（3）《山西省环境保护厅关于转发<环境保护部关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知>的通知》（山西省环境保护厅，晋环发〔2012〕321号，2012.8.31）；

（4）《山西省人民政府办公厅关于印发推进城乡采暖“煤改电”试点工作实施方案的通知》（山西省人民政府办公厅，晋政办发〔2016〕51号，2016.4.26）；

（5）《山西省人民政府关于印发山西省“十三五”环境保护规划的通知》（山西省人民政府，晋政发〔2016〕66号，2016.12.16）；

（6）《山西省人民政府办公厅关于印发山西省空气质量巩固提升2021年行动计划的通知》（晋政办发电〔2021〕16号）；

（7）《山西省人民政府办公厅关于印发山西省水环境质量巩固提升2021年行动计划的通知》（晋政办发〔2021〕64号）；

（8）《关于印发<山西省土壤污染防治2021年行动计划>的通知》（晋环土壤〔2021〕24号）；

（9）《山西省交通运输厅关于进一步控制燃煤污染改善公路沿线空气质量的通知》（山西省交通运输厅，晋交科技函〔2017〕316号，2017.5.16）；

（10）《山西省林业和草原局办公室关于规范建设项目使用国家级公益林地和省级公益林地等有关问题的通知》（山西省林业和草原局，晋林办资〔2019〕57号，2019.4）；

（11）《关于印发<山西省环境保护厅建设项目主要污染物排放总量核定办法>的通知》（山西省环境保护厅，晋环发〔2015〕25号，2015.2.28）；

（12）《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（山西省人民政府，晋政发〔2020〕26号，2020年12月31日）；

（13）《山西省人民政府关于坚决打赢汾河流域治理攻坚战的决定》（山西省人民政府令第262号，2019.4.12）；

（14）《山西省生态环境保护委员会关于印发<山西省深入推进扬尘污染防治工作方案>的通知》（山西省生态环境保护委员会，晋环委办函〔2022〕4号，2022.06.16）；

（15）《临汾市人民政府办公室关于印发临汾市2022年地表水污染防治攻坚方案的通知》（临汾市人民政府办公室，临政办发〔2022〕25号，2022.06.28）；

（16）《临汾市人民政府办公室关于印发重点县市区工业企业秋冬防强化管控工作办法（暂行）的通知》（临汾市人民政府办公室，临政办发〔2022〕28号，2022.07.08）；

1 总 则

(17) 《临汾市‘三线一单’生态环境分区管控实施方案》（临汾市人民政府，临政发〔2021〕10号，2021.6.29）。

1.3.3 技术标准

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (9) 《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）；
- (10) 《公路建设项目环境影响评价规范（试行）》（JTJ 005-96）；
- (11) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范公路》（HJ 552-2010）；
- (12) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- (13) 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；
- (14) 《公路桥涵施工技术规范》（JTG T F50-2011）；
- (15) 《公路环境保护设计规范》（JTG B04-2010）；
- (16) 《公路工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕124号发布）。

1.3.4 相关规划、环境功能区划

- (1) 《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019，2019.1.1实施）；
- (2) 《山西省主体功能区划》（山西省人民政府，2014.3.17发布）；
- (3) 《山西省生态功能区划》（山西省人民政府，2006.9.28发布）；
- (4) 《山西省各市县级以上城镇集中式饮用水水源地清单》（山西省人民政府，2009.12.8）；
- (5) 《山西省泉域边界范围及重点保护区》（山西省水资源管理委员会办公室，1998.12）；
- (6) 《山西省岩溶泉域水资源保护》（中国水利水电出版社，2008.1）；
- (7) 《山西省永久性生态公益林规划》（山西省林业厅，2016.8）；
- (8) 《山西省县级林地保护利用规划汇编》（山西省林业调查规划院，2014.1）；
- (9) 《古县县城总体规划（2009-2020）》（山西省城乡规划设计研究院，2009.8）；
- (10) 《古县生态功能区划》（古县环境保护局，2010.10）；
- (11) 《古县县城饮用水水源地保护规划》（古县环境保护局，2007.11）；
- (12) 《古县乡镇集中式饮用水水源地保护及环境评估技术报告》（临汾市

环境保护技术研究所，2009.12）；

（13）《霍州市城市总体规划》（山西省城乡规划设计研究院，2005.11）；

（14）《霍州市生态功能区划》（霍州市人民政府，2009.10）；

（15）《霍州市城市集中式饮用水源地保护区划分与调整技术报告》（霍州市人民政府，2018.8）；

（16）《霍州市乡镇饮用水水源保护及环境评估技术报告》（霍州市环境保护局，2009.12）。

1.4 评价工作等级和评价范围

1.4.1 评价工作等级

依据本项目工程特点和沿线地区环境特征，按照《环境影响评价技术导则》（HJ2.1-2016、HJ 2.3-2018、HJ2.2-2018、HJ2.4-2021、HJ610-2016、HJ19-2022）有关规定，确定各专题的评价等级见表 1.3。

表 1.3 本项目环境影响评价等级划分及依据

环境要素	评价等级	划分依据
生态	生态敏感区路段 一级	本项目 K136+190~K144+820 路段长约 8.63km 位于山西省霍山自然保护区实验区内，K140+840~K144+820 长约 3.98km 路段穿越山西省太岳山国家森林公园，涉及生态敏感区，属于 HJ19-2022 中 6.1.2 a) 类情况，评价等级不低于一级；生态敏感区路段有永久、临时占地，评价等级不下调
	非生态敏感区路段 三级	属于 HJ19-2022 中 6.1.2 g) 类情况
声环境	三级	本项目主体工程均为隧道工程，地面工程仅为隧道进出口，无声环境保护目标，建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB (A) 以下，声环境影响评价工作等级为三级
地表水环境	三级 B	本项目施工期产生污水为施工废水和生活污水，均收集后统一处置，不外排；运营期不设置站区，无污水产生
地下水环境	-	本项目无场站工程，无加油站工程，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》，本项目属于 IV 类建设项目，仅对路线涉及的霍泉泉域进行影响分析，并提出相应保护措施
大气环境	三级	本项目无场站工程，无集中式排放源，按照《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）评价等级判定规定，确定本次大气评价等级为三级
土壤环境	-	本项目无场站工程，无加油站工程，根据《环境影响评价技术导则土壤环境》，本项目属于 IV 类建设项目，可不开展土壤环境影响评价
环境风险	简单分析	本项目无场站工程，无加油站工程，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目运营期不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存，评价工作等级为简单分析

1.4.2 评价范围

根据本项目施工期和运营期对环境的影响特点和各路段的自然环境特点，确定环境影响评价范围见表 1.4。

表 1.4 本项目环境影响评价范围

评价内容	评价范围
生态	生态敏感区路段评价范围为线路（含施工便道）穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km；非生态敏感区路段为公路中心线向两侧外延 300m；沿线新建施工便道评价范围为临时用地界外 1km 内区域。非生态敏感区路段弃渣场、施工生产生活区、施工便道等临时工程评价范围为临时用地界外 100m 内区域。评价范围见图 1.1
地表水环境	公路中心线两侧各 200m 以内范围的主要河流和水库，由于本项目为隧道工程，因此除隧道口外无地面工程，隧道口 200m 范围内主要地表水体为热流河，此外距离隧道出口较近的河流有李曹河。
声环境	公路中心线两侧各 200m 以内区域
大气环境	按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围

1.5 评价内容与工作重点

1.5.1 评价内容

根据对环境影响因子识别与筛选，结合本项目沿线环境特点，本报告主要内容包包括：生态、水环境、声环境、大气环境等各环境要素现状调查、影响预测与评价。此外，对环境风险、环保措施及其可行性、环境管理与监测计划及环境影响经济损益分析等内容也将在报告书中予以论述。

1.5.2 评价工作重点

根据本项目工程建设内容、环境影响及环境保护目标特点，本项目环境影响评价工作的重点为生态、水环境以及声环境影响评价。其中：

（1）生态影响评价的重点为工程建设对沿线自然植被、野生动物的影响，尤其是对山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区的影响评价。

（2）水环境为公路建设对热留河、李曹河等 2 条河流以及杨家庄水库的影响评价。此外，对霍泉泉域开展地下水影响分析。

（3）声环境影响评价的重点为营运期交通噪声对沿线声环境的影响评价，并提出相应的噪声影响减缓措施。

1.6 环境保护目标

1.6.1 生态保护目标

主要包括评价范围内受影响的重要物种（国家和山西省重点保护野生动植物、特有种、“三危”物种）、生态敏感区（山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园、生态保护红线）以及其他需要保护的物种、种群、生物群落和生态空间等（生态公益林、水土流失重点治理区）。本项目生态保护目标详见表 1.5。

表 1.5 本项目沿线主要生态保护目标

保护目标类型	保护目标名称	保护目标特征	相关关系	主要保护措施	主要生态环境影响及时段
重要物种	重点保护野生动物	评价范围内涉及国家和山西省重点保护野生动物 45 种，包括国家 II 级重点保护野生动物的有 12 种，其中鸟类 9 种：勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鸢、普通鸢、红角鸮、红隼、红脚隼，哺乳类 3 种：赤狐、黄喉貂、豹猫；山西省重点保护野生动物 33 种，包括北刺猬、亚洲狗獾、黄鼬、狍、猪獾、中介蝮、虎斑颈槽蛇、中国林蛙、黑斑侧褶蛙、山斑鸠、大杜鹃、戴胜、普通翠鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、长尾山椒鸟、红尾伯劳、星鸦、煤山雀、沼泽山雀、褐头山雀、大山雀、银喉长尾山雀、鹁鹑、褐河乌、北红尾鸲、红尾水鸲、白额燕尾、灰鹊鸂、白鹊鸂、黄鹊鸂、黄喉鹀、棕眉山岩鹨	占用生境	做好施工组织工作，加强施工管理、施工人员培训；严格控制施工作业范围，严禁越界施工；设置标志牌；合理安排施工时序，避开重点保护野生动物繁殖时期；生态监测	动物阻隔、公路占地直接破坏动物生境、灯光、噪声等环境污染对动物生境的影响；影响时段主要为施工期、运营期
	重点保护野生植物	评价范围内涉及国家和山西省重点保护野生植物 7 种，包括国家重点保护野生植物 1 种，为水曲柳；山西省重点保护野生植物 6 种，为脱皮榆、漆树、文冠果、刺楸、党参、桔梗	不占用	做好施工组织工作，加强施工管理、施工人员培训；严格控制施工作业范围，严禁越界施工；设置标志牌；生态监测	占地范围不涉及、不直接破坏植物；影响时段主要为施工期、运营期
	“三危”物种	评价范围内涉及易危物种 6 种，包括水曲柳、核桃楸、脱皮榆、赤峰锦蛇、大鸢、豹猫	不占用	做好施工组织工作，加强施工管理、施工人员培训；严格控制施工作业范围，严禁越界施工；设置标志牌；生态监测	占地范围不涉及、不直接破坏易危植物；公路占地破坏易危动物生境、灯光、噪声等环境污染对动物生境的影响；影响时段主要为施工期、运营期

表 1.5 本项目沿线主要生态保护目标（续）

保护目标类型	保护目标名称	保护目标特征	相关关系	主要保护措施	主要生态环境影响及时段
生态敏感区	山西省霍山自然保护区	该保护区为省级自然保护区，2002年6月批准建立，位于临汾市霍州市、古县和洪洞县境内，属于自然生态系统类别中的野生动物和森林生态系统类型的自然保护区，是以保护国家重点保护野生动植物金钱豹、褐马鸡、原麝、黑鹳、金雕、核桃楸、水曲柳及森林生态系统，是集生态保护、科学研究、宣传教育和持续利用等多种功能于一体的综合性自然保护区；根据《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》（2022年），该保护区面积为17960.2hm ² ，核心区面积6941.99hm ² ，缓冲区面积2788.7hm ² ，实验区8229.51hm ²	本项目 K136+190~K144+820 路段长约8.63km 穿越自然保护区实验区，包括隧道主体工程、隧道辅助工程和临时工程	严格控制施工作业范围，除林业部门批复的施工便道、施工生产区外，禁止在自然保护内设置取弃土场、其他施工生产生活区及其他临时便道	拟建公路主体工程全部以隧道方式穿越自然保护区，新增拓宽施工便道12.379km，利用既有道路作为施工便道2.311km；公路施工对临时便道占地范围内植被，以及隧道洞顶植被造成一定影响；影响时段为施工期和运营期
	山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区	该森林公园于1992年10月批复成立，位于晋中市的介休市和灵石县、临汾市的霍州市、洪洞县和古县、长治市的沁源县等6个县市境内，是集度假养生、休闲娱乐、历史民俗、科普教育、宗教文化等多功能于一体的特大型综合性国家级森林公园；根据《山西省太岳山国家森林公园总体规划（2011-2020年）》，该森林公园规划总面积6万hm ² ，包括十大景区，本项目涉及的悬泉山景区总面积6656.7hm ² ，划分为核心景观区、一般游憩区、管理服务区和生态保育区四个功能区	本项目 K140+840~K144+820 长约3.98km 路段以隧道形式穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区	严格控制施工作业范围，除林业部门批复的施工便道、施工生产区外，禁止在森林公园内设置取弃土场、其他施工生产生活区及其他临时便道	拟建公路主体工程全部以隧道方式穿越自然保护区，新增拓宽施工便道12.379km，利用既有道路作为施工便道2.311km；公路施工对临时便道占地范围内植被，以及隧道洞顶植被造成一定影响；影响时段为施工期和运营期
	生态保护红线	目前使用的生态保护红线评估调整数据和自然保护区整合优化数据为截至2021年4月的阶段性成果，全省生态保护红线面积为3.35万km ² ，占全省国土面积的21.38%	本项目 K136+190~K144+820 路段，共计8.63km 路段以隧道形式穿越太岳山-中条山水源涵养生态保护红线	严格控制施工作业范围，除林业部门批复的施工便道、施工生产区外，禁止越界进入生态保护红线内施工、设置取弃土场、施工生产生活区	以隧道形式下穿，在做好公路施工管理和运营管理的条件下，公路建设对该生态保护红线的环境影响较小

表 1.5 本项目沿线主要生态保护目标（续）

保护目标类型	保护目标名称	保护目标特征	相关关系	主要保护措施	主要生态环境影响及时段
其他生态保护目标	生态公益林	本次评价永久占地涉及林地面积 4.13hm ² ，其中国家二级生态公益林 2.55hm ² ，省级生态公益林 1.58hm ²	占用	对永久占用的生态公益林按照“占一补一”的原则实现占补平衡	公路占用造成生态公益林损失、防风固沙、水土流失功能下降等；影响时段主要为施工期
	水土流失重点治理区	根据《山西省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（晋政发〔1998〕42号），临汾市古县和霍州市属于山西省水土流失重点治理区	占用	严格控制施工作业范围，做好施工期水土流失防治措施、生态恢复措施	公路施工造成水土流失加剧；影响时段为施工期

1.6.2 水环境保护目标

(1) 地表水

本项目区属黄河流域汾河水系，与路线最近的较大河流有热留河、李曹河等，此外临近杨家庄水库，本项目沿线河流水系图见图 1.2。



图 1.2 本项目沿线河流水系图

本项目地表水环境保护目标有热留河、李曹河等 2 条河流，以及杨家庄水库。本项目评价范围内的河流、水库现状见图 1.3 和表 1.6。

根据《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019），热留河、李曹河均未列入该水环境功能区划，热留河位于隧道入口附近，下游汇入洪安涧河（源头~热流村段），汇入洪安涧河河段水环境功能为地表水饮用水源补给区域保护，水质标准为III类；李曹河位于隧道出口北侧，下游汇入南涧河（源头~杨枣村河段），汇入南涧河河段水环境功能为一般源头水保护，水质标准为III类。根据《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019），对该标准未明确的水环境功能区划的河流段，应按照汇入的上一级河流段区划的水质要求保护，因此热流河、李曹河水质按照III类水质要求进行保护。

(2) 地下水

① 泉域

本项目沿线涉及霍泉泉域范围，K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K133+655~K137+080 长约 3.425km 路段位于霍泉泉域岩溶裸露区，与重点保护区边界最近距离约为 26.8km，详见表 1.6。

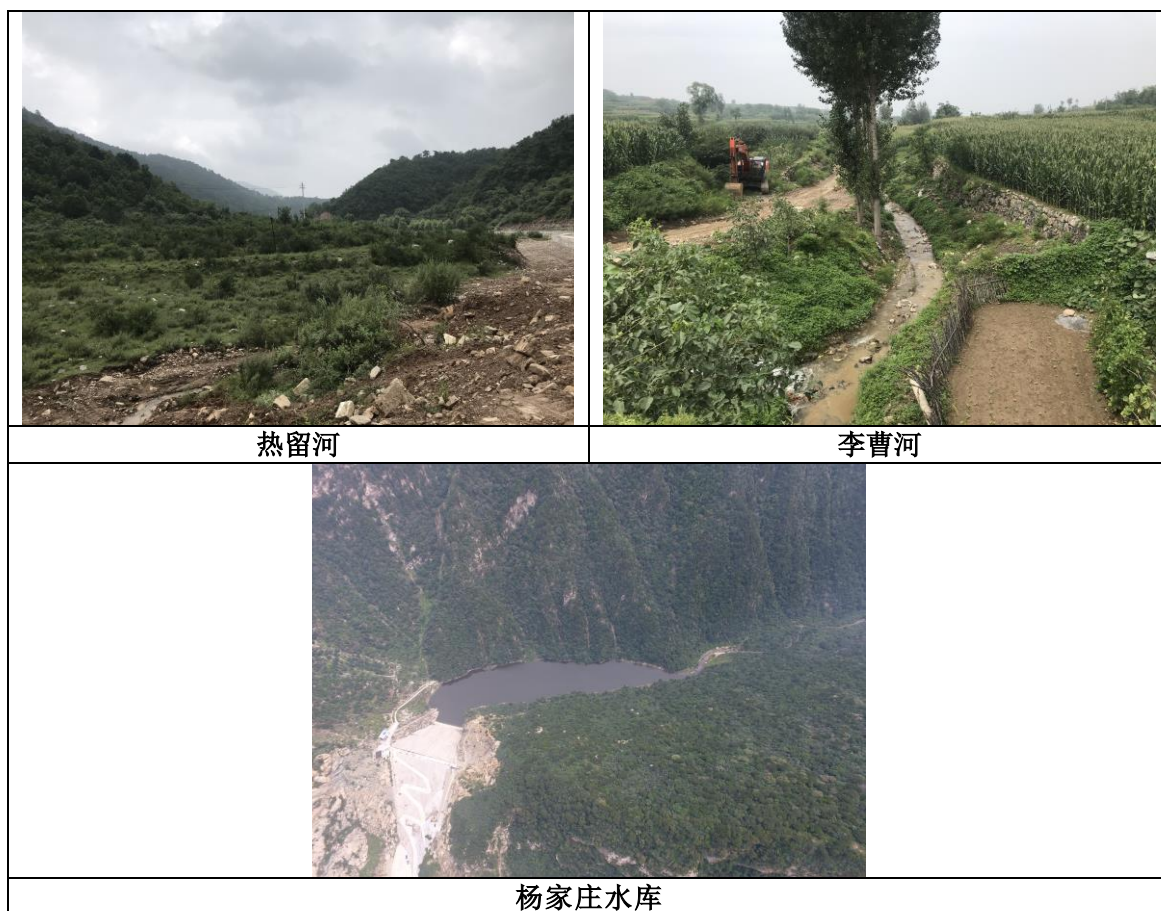


图 1.3 本项目临近河流、水库现状

（3）居民饮用水源情况

本项目隧道上方无村庄分布，距离隧道入口路段最近村庄为二道河村、交里村、三草凹村，距离分别为 0.3km、0.6km、0.5km，饮用水源来自尖阳村西北约 160m 的泉水，距离本隧道（K138+950）西北约 1.2km。

1.6.3 声环境及大气环境保护目标

本项目评价范围内无村庄等敏感建筑物，涉及山西省霍山自然保护区，主要保护的点保护野生动物为金钱豹、褐马鸡、原麝、黑鹳、金雕等 5 种，本次评价主要关注噪声、废气对自然保护区重点保护野生动物的影响。

表 1.6 本项目沿线水环境保护目标一览表

序号	保护目标		保护目标特征			位置关系
1	地表水	古县“三合一”供水工程”供水水源地	水源总共设有六个水源，均为地表水，分别为大沟水源、葫芦巴水源、桑林水源、小南坪水源、流不满水源、水于河水源，水源地共划分为一级保护区和二级保护区			水源地位于本项目隧道南部，隧道（K137+450）距离该水源地二级保护区约 1.45km。
2		古县北平镇水源地	位于平村北约 500m，水源为地表水，水源地划分一级保护区和二级保护区			水源地位于本项目隧道北部，隧道距离该水源地二级保护区约 5.0km。
3		热留河	水域范围	水体功能	水质目标	本项目起点太岳山隧道入口距离热留河约 50m，现场调查期间临近处河道干涸，无流水，河床宽 15m
			汇入洪安涧河（源头~热流村段）	未列入功能区划，按照汇入的洪安涧河（源头~热流村段）区划的水质要求保护	Ⅲ类	
4		李曹河	水域范围	水体功能	水质目标	本项目终点距离李曹河约 450m，现场调查期间临近处河道有流水，水面宽 2m，河床宽 8m
	汇入南涧河（源头~杨枣村河段）		未列入功能区划，按照汇入的南涧河（源头~杨枣村河段）区划的水质要求保护	Ⅲ类		
5	杨家庄水库	位于霍州市李曹镇东部的杨家庄峪内，是汾河的一级支流南涧河的支流。水库坝址以上控制流域面积 20km ² ，干流长 8.5km，坝址以上流域内皆为密闭森林变质岩石山区，坝址以下 4km 汇入南涧河。杨家庄水库原设计总库容 146 万 m ³ ，设计灌溉面积 1 万亩，规模为小（1）型，等级为Ⅳ等Ⅳ级，防洪标准为 50 年一遇洪水设计，300 年一遇校核，是一座以灌溉为主兼有防洪、养鱼等综合利用的小（1）型水库。杨家庄水库于 1980 年开始蓄水运行。2007 年除险加固，定向爆破结合人工砌筑石坝，坝顶高程 1101.50m，死水位 1067.16m，汛限水位 1097m，兴利水位 1100m，设计洪水位 1103m，校核洪水位 1105m。			本项目隧道 K143+650~K143+800 段从杨家庄水库南部通过，穿过水库上游的水峪沟，枯水期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 546.2m，汛期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 445.0m，隧道右洞洞体穿越水峪沟段底板设计标高为 1048.27m，枯水期水位与洞体顶板高差约 15.3m，汛期水位与洞体顶板高差约 29.6m。	

注：洪安涧河、南涧河参考《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019）。

表 1.6 本项目沿线水环境保护目标一览表（续）

序号	保护目标		保护目标特征	位置关系
6		含水层	强~中风化裂隙带含水层与断层构造破碎带含水体富水性较好，属于中~强富水性含水层。根据钻探揭示资料，风化裂隙带含水层厚度一般在 30~60m，分布较为广泛，面积较大，是隧址区体积最大的含水层，断层构造破碎带含水体倾向延伸较深，含水层厚度较大，走向长度较长，裂隙发育，断层富水性也较好	风化裂隙带含水层主要分布于隧址区地势较高的分水岭附近，在隧道洞体范围内无分布，故对隧道洞体而言，属于影响最小的含水层；断层构造破碎带含水体对洞体影响最大，属于影响最大的含水层
			中风化~微风化变质岩裂隙岩体含水层厚度较大，裂隙发育一般，尤其与强~中风化裂隙带岩体的裂隙率相比，相差 101~103 数量级，加上岩体埋深相对较深，岩体在上覆后岩体的巨大压力下，裂隙闭合较好，裂隙内空隙较小，富水性也较弱	变质岩区的地下水潜水位线与总趋势与隧道地表分水岭起伏变化大体相似。显示分水岭以东向东径流排泄，分水岭以西则向出口方向径流排泄
7	地下水	分散饮用水源	隧道周边的二道河村、三草凹村、交里村等村庄饮用水源位于来自尖阳沟村西北约 160m 的泉水，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准	距离本隧道（K138+950）西北约 1.2km
8		霍泉泉域水质	位于山西省临汾市洪洞县城东北 15km。泉域面积 1273km ² ，岩溶裸露面积 641.51km ² ，泉域出露于霍山大背斜的南端。霍泉补给主要靠岩溶水盆地范围内大气降水的直接入渗补给，地下水的流向在平面上具有二维特点，即由西向东，由北向南。	本项目沿线涉及霍泉泉域范围，K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K133+655~K137+080 长约 3.425km 路段位于霍泉泉域岩溶裸露区，与重点保护区边界最近距离约为 26.8km

1.7 环境功能区划与评价执行标准

1.7.1 环境功能区划

本项目沿线环境功能区属性情况见表 1.7。

表 1.7 本项目沿线区域环境功能区属性

环境要素	环境功能区划
生态	根据《山西省主体功能区规划》，本项目 K133+655~K139+680 段位于省级重点生态功能区；139+680~K144+820 段位于国家级农产品主产区
	根据《山西省生态功能区划》，本项目全线位于“II 东部太行山山地丘陵暖温带落叶阔叶林灌草丛生态区”中“II B 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区”
	根据《古县生态功能区划》，本项目 K133+655~K139+680 路段及 1#斜井位于“IA 北古岳西山地生物多样性保护生态功能小区”；根据《霍州市生态功能区划》，本项目 139+680~K144+820 路段及 2#、3#斜井位于“III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区”
地表水环境	热留河、李曹河均未列入《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019），热留河位于隧道入口附近，下游汇入洪安涧河（源头~热流村段），汇入洪安涧河河段水环境功能为地表水饮用水源补给区域保护，水质标准为Ⅲ类；李曹河位于隧道出口北侧，下游汇入南涧河（源头~杨枣村河段），汇入南涧河河段水环境功能为一般源头水保护，水质标准为Ⅲ类。根据《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019），对该标准未明确的水环境功能区划的河流段，应按照汇入的上一级河流段区划的水质要求保护，因此热流河、李曹河水质按照Ⅲ类进行保护
声环境	本项目沿线为乡村区域，未进行声环境功能区划分
大气环境	本项目沿线属于农村地区，未进行环境空气功能区划；根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定，本项目沿线穿越山西省霍山自然保护区路段执行一级标准，其余路段所经地区执行二级标准

1.7.2 评价执行标准

根据本项目沿线环境功能区划，本项目环境影响评价执行标准如下：

（1）地表水环境评价标准

① 环境现状评价标准

本项目地表水环境保护目标有热留河、李曹河等 2 条河流，以及杨家庄水库。

根据《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019）和《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002），热留河、李曹河均未列入《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019），热留河位于隧道入口附近，下游汇入洪安涧河（源头~热流村段），汇入洪安涧河河段水环境功能为地表水饮用水源补给区域保护，水质标准为Ⅲ类；李曹河位于隧道出口北侧，下游汇入南涧河（源头~杨枣村河段），汇入南涧河河段水环境功能为一般源头水保护，水质标准为Ⅲ类。根据《山西省地表水水环境功能区划》（DB14/67-2019），对该标准未明确的水环境功能区划的河流段，应按照汇入的上一级河流段区划的水质要求保护，因此热流河、李曹河水质按照Ⅲ类进行保护。

本次评价采用的《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类标准值见

表 1.8 所示。

表 1.8 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）（摘录） 单位：mg/L（pH 除外）

项目	pH	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	石油类
III类	6~9	≤20	≤4.0	≤1.0	≤0.05

② 排放标准

本项目施工期生活污水经化粪池处理后，用于周边耕地肥田，不外排；施工废水沉淀后回用，用于洒水抑尘或作为建筑杂用水回用。回用水水质参照《城市杂用水水质标准》（GB/T 18920-2020）执行。营运期无场站工程，无污水产生。其标准限值详见表 1.9。

表 1.9 《城市杂用水水质标准》（GB/T 18920-2020）（摘录） 单位：mg/L（pH 除外）

序号	项目	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0
2	色/度	≤30
3	嗅	无不快感
4	浊度/NUT	≤10
5	五日生化需氧量（BOD ₅ ）	≤10
6	氨氮	≤8
7	阴离子表面活性剂	≤0.5
8	总氯	≥1.0（出厂），≥0.2（管网末端）
9	大肠埃希氏菌/ （MPN/100mL 或 CFU/100mL）	无

（2）地下水环境评价标准

执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，其标准限值见表 1.10。

表 1.10 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）（摘录）一览表（mg/L，pH 无量纲）

项目	标准	项目	标准
pH	6.5~8.5	铅（Pb）	≤0.01
氨氮（NH ₃ ）	≤0.50	氟化物	≤1.0
硝酸盐（以 N 计）	≤20	镉（Cd）	≤0.005
亚硝酸盐（以 N 计）	≤1.00	铁（Fe）	≤0.3
挥发性酚类（以苯酚计）	≤0.002	锰（Mn）	≤0.1
氰化物	≤0.05	溶解性总固体	≤1000
砷（As）	≤0.01	硫酸盐	≤250
汞（Hg）	≤0.001	氯化物	≤250
铬（六价）（Cr ⁶⁺ ）	≤0.05	总大肠菌群（CUF/100mL）	≤3.0
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	≤450	菌落总数（CUF/100mL）	≤100
耗氧量（COD _{Mn} ，以 O ₂ 计）	≤3	/	/

（3）声环境评价标准

根据《声环境质量标准》（GB 3096-2008）和《声环境功能区划分技术规范》

1 总 则

(GB/T 15190-2014)，本项目评价范围内声环境标准执行情况如下：

① 环境现状评价标准

本项目评价范围内为乡村区域，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。

② 预测评价标准

本项目 K133+655~K144+820 路段为隧道工程，项目运营不会对路域外声环境产生影响。隧道进口区域位于自然保护区外，营运期执行 4a 类和 2 类标准，隧道出口位于自然保护区内，营运期执行 1 类标准。

本项目评价范围内各声环境功能区环境噪声限值见表 1.11。

表 1.11 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）（摘录） 单位：dB（A）

声环境功能区类别	时段（dB（A））	
	昼间	夜间
1类区	55	45
2类区	60	50
4a类区	70	55

施工期施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），见表 1.12。

表 1.12 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011） 单位：dB（A）

时段	昼间	夜间
排放限值	70	55
夜间噪声最大声级超过限值不得高于 15dB		

(3) 大气环境评价标准

① 环境现状评价标准

本项目沿线位于山西省霍山自然保护区路段属于一类区域，执行《大气环境质量标准》（GB3095-2012）一级标准，其余区域为二类区域，执行《大气环境质量标准》（GB3095-2012）二级标准。标准限值见表 1.13。

表 1.13 《大气环境质量标准》（GB 3095-2012）（摘录）（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

污染物		TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃
一级标准	年平均	80	40	15	20	—	40	—
	日平均	120	50	35	50	4000	80	—
	小时平均	—	—	—	150	10000	200	160
二级标准	年平均	200	70	35	60	—	40	—
	日平均	300	150	75	150	4000	80	—
	小时平均	—	—	—	500	10000	200	200

② 环境影响预测评价标准

本项目施工期间施工扬尘及路面摊铺沥青烟均属无组织排放源，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中二级标准，详见表 1.14。本项目不设置沥青搅拌站，本项目路面工程所需沥青材料，全部依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中的沥青拌合站，分别位于 S29 和 S32。

本项目无站场工程，无集中式排放源。

表 1.14 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）（摘录）

污染物	生产工艺	最高允许排放浓度	无组织排放监控浓度限值
颗粒物	施工扬尘（无组织排放）	120	1.0
沥青烟	熔炼、浸涂	40	不得有明显的 无组织排放存在
	建筑搅拌	75	

（4）固体废物标准

固体废物处置标准参照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）以及环境保护部 2013 年第 36 号公告执行。

危险废物处置执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）。

1.8 评价时段

评价时段综合考虑设计期、施工期和营运期，并根据工程可行性研究报告关于交通量预测年限，选择 2025 年、2031 年和 2039 年别代表营运近期、中期和远期；施工期评价年限为施工期间（2021 年 12 月~2024 年 12 月），共 3 年，实际开工日期根据前期工作进展情况确定。

1.9 评价方法及技术路线

本项目为大型线型开发建设项目，具有敏感点多和影响面广等特点。经沿线实地调研及踏勘结果，本项目自然保护区路段环境敏感程度较高，其余路段沿线环境状况基本相似。因此，本评价按照“以点和代表性区段为主、点段结合、反馈全线”的原则进行评价。评价中生活质量的评述主要采用调查分析对比方法，营运期危险化学品运输事故环境风险分析采用简要分析的方法，营运期交通噪声影响评价采用模式分析计算法，大气环境影响评价主要类比分析的方法，生态评价主要采用调查、类比和分析相结合的方法进行，对水环境则采用类比分析与模式计算相结合的方法进行。

本评价工作技术路线参见图 1.4。

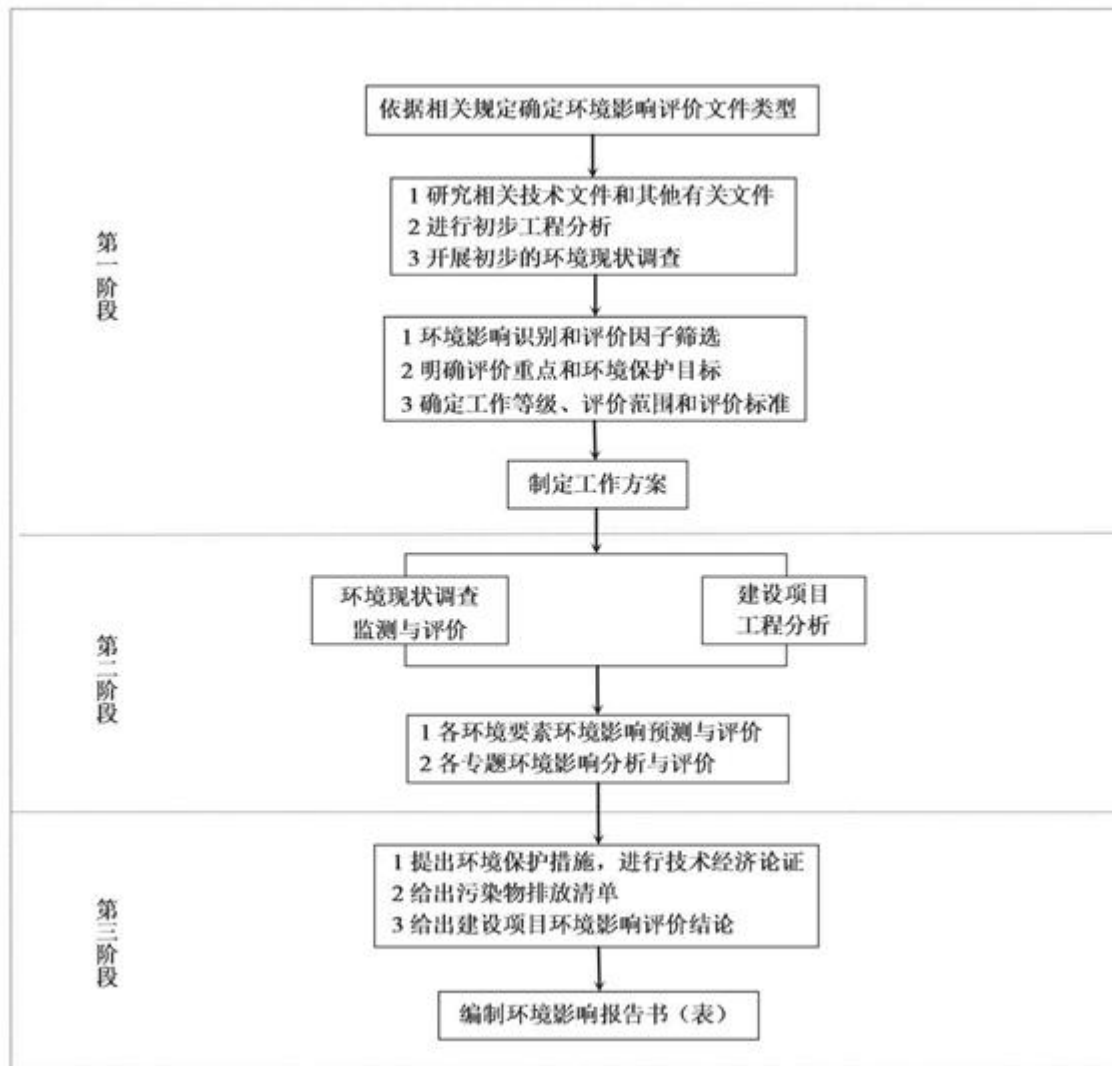


图 1.4 项目环境影响评价工作程序示意图

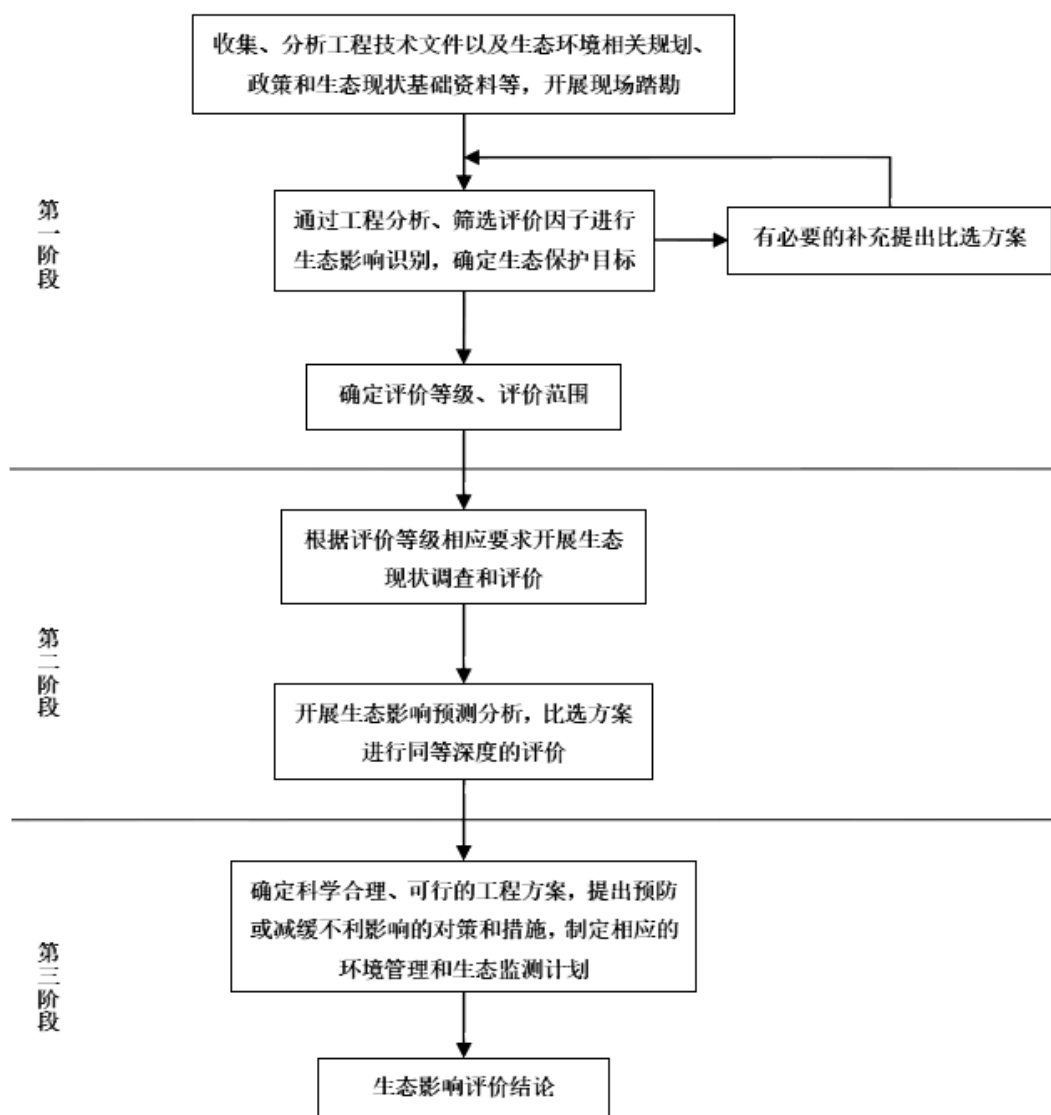


图 1.5 生态影响评价工作程序

1.10 与相关规划的符合性分析

1.10.1 与国家产业政策的符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中鼓励类“第二十四、公路及道路运输（含城市客运）”中“1、国家高速公路网项目建设”，因此，本项目的建设符合国家产业政策。

1.10.2 与国家公路网规划（发改基础〔2022〕1033号）、环评及其审查意见符合性分析

1.10.2.1 与《国家公路网规划（发改基础〔2022〕1033号）》的规划符合性分析

（1）《国家公路网规划（发改基础〔2022〕1033号）》概况

① 规划目标

到 2035 年，基本建成覆盖广泛、功能完备、集约高效、绿色智能、安全可靠的现代化高质量国家公路网，形成多中心网络化路网格局，实现国际省际互联互通、城市群间多路连通、城市群城际便捷畅通、地级城市高速畅达、县级节点全面覆盖、沿边沿海公路连续贯通。

覆盖广泛。国家高速公路全面连接地级行政中心、城区人口 10 万以上市县和重要陆路边境口岸，普通国道全面连接县级及以上行政区、国家重要旅游景区、陆路边境口岸。

功能完备。国家公路实现首都辐射省会，省际间和城市群间多通道联系，全面对接亚洲公路网和国际经济合作走廊。国家高速公路通行能力明显提升，普通国道技术等级结构显著改善，有力支撑国家综合立体交通网建设。

集约高效。便捷连接所有综合交通枢纽城市、重要交通枢纽，与其他运输方式衔接更加顺畅，城市过境交通更为高效。跨海跨江跨河等关键通道布设更加集约。

绿色智能。国家公路网有效避让生态保护区域、环境敏感区域，对国土空间利用效率明显提高，基本实现建设全过程、全周期绿色化。与运输服务网、信息网、能源网等融合更加紧密，数字化转型迈出坚实步伐，基本实现运行管理智能化和出行场景数字化。

安全可靠。国家公路网韧性显著增强，自然灾害多发、地理自然阻隔、边境等重点区域网络可靠性明显改善，设施安全性明显提升，具备应对各类重大安全风险能力。

到本世纪中叶，高水平建成与现代化高质量国家综合立体交通网相匹配、与先进信息网络相融合、与生态文明相协调、与总体国家安全观相统一、与人民美好生活需要相适应的国家公路网，有力支撑全面建成现代化经济体系和社会主义现代化强国。

② 规划方案

国家公路网规划总规模约 46.1 万公里，由国家高速公路网和普通国道网组成，其中国家高速公路约 16.2 万公里（含远景展望线约 0.8 万公里），普通国道约 29.9 万公里。

（一）国家高速公路网。

按照“保持总体稳定、实现有效连接、强化通道能力、提升路网效率”的思路，补充完善国家高速公路网。保持国家高速公路网络布局和框架总体稳定，优化部分路线走向，避让生态保护区域和环境敏感区域；补充连接城区人口 10 万以上市县、重要陆路边境口岸；以国家综合立体交通网“6 轴 7 廊 8 通道”主骨架为重点，强化城市群及重点城市间的通道能力；补强城市群内部城际通道、临边

快速通道，增设都市圈环线，增加提高路网效率和韧性的部分路线。

国家高速公路网由 7 条首都放射线、11 条北南纵线、18 条东西横线，以及 6 条地区环线、12 条都市圈环线、30 条城市绕城环线、31 条并行线、163 条联络线组成。

1.首都放射线。

北京—哈尔滨、北京—上海、北京—台北、北京—港澳、北京—昆明、北京—拉萨、北京—乌鲁木齐。

2.北南纵线。

鹤岗—大连、沈阳—海口、长春—深圳、济南—广州、大庆—广州、二连浩特—广州、呼和浩特—北海、包头—茂名、银川—百色、兰州—海口、银川—昆明。

3.东西横线。

绥芬河—满洲里、珲春—乌兰浩特、丹东—锡林浩特、荣成—乌海、青岛—银川、**青岛—兰州**、连云港—霍尔果斯、南京—洛阳、上海—西安、上海—成都、上海—重庆、杭州—瑞丽、上海—昆明、福州—银川、泉州—南宁、厦门—成都、汕头—昆明、广州—昆明。

4.地区环线。

辽中地区环线、杭州湾地区环线、成渝地区环线、珠江三角洲地区环线、首都地区环线、海南地区环线。

5.都市圈环线。

哈尔滨、长春、杭州、南京、郑州、武汉、长株潭、西安、重庆、成都、济南、合肥。

（2）符合性分析

本项目是黎霍高速公路的太岳山隧道工程，是黎霍高速公路的重要组成部分，黎霍高速公路是《国家公路网规划》中“东西横线中主线 G22 青岛—兰州的联络线 G2211 长治—延安”的重要组成部分，详见图 1.6。黎霍高速公路以国家公路网规划为依托，将有效提高路网运输效率，在适应、配合国家高速公路建设需要的同时，实现了山西省地方交通投资效益和路网布局的优化，因此，本项目符合国家高速公路网规划。



图 1.6 本项目与国家公路网规划位置关系图

1.10.2.2 国家公路网规划环评及其审查意见要求及落实情况

（1）国家公路网规划环评及其审查意见

《国家公路网规划环境影响报告书》于 2012 年完成，并通过了环境保护部组织的审查，该报告书及《关于〈国家公路网规划环境影响报告书〉的审查意见》（环审〔2013〕3 号）针对《国家公路网规划（2013 年-2030 年）》的实施，对包括本项目在内的公路建设项目提出了以下环境保护要求：①《规划》实施应注意与沿线相关区域发展规划、土地利用规划、城市总体规划、城市综合交通规划等规划的协调衔接。②坚持“保护优先、避让为主”的原则，加强对规划公路网沿线自然保护区、饮用水源保护区、风景名胜区、世界文化与自然遗产地、森林公园、地质公园、重点生态功能区等重要生态保护区域和环境敏感区域的保护。通过采用低路堤和提高桥隧比等方式，尽量避免和减缓公路建设可能对上述区域产生的不良影响，推进公路建设绿色发展、集约发展、低碳发展。③《规划》选址、选线应尽量避免基本农田保护区，不占或少占耕地。坚持节约集约利用土地资源，路网布局应尽量利用既有交通走廊。④对于三江源自然保护区、藏北高原腹地等重要生态敏感区和生态脆弱区，应落实“尊重自然、顺应自然、保护自然”的生态文明理念，坚持“生态保护优先”的方针，审慎规划路网方案。合理控制中西部区域的高速公路规模，在满足经济和社会发展的前提下，采取“低规格、高标准”的道路设计原则，优先考虑建设不封闭公路和等级较低的公路。对于车流量较少的路段，建议适当降低道路等级；通过特定旅游区的高速公路，应在考虑旅游容量的控制要求和保护旅游区资源可持续利用的前提下，尽量降低道路等级。⑤按照《报告书》意见，做好 G16、XZ01、XGY7 等 46 条重点线路的优化调整，对新建公路以及通过环境敏感区的线路，应加强沿线生态治理和修复。⑥对于下一层次的线位规划、各省（区、市）公路网规划和具体建设项目，在开展环境影响评价时，应关注路网规划布局对区域景观格局和生态安全格局的影响，开展深入的规划协调性分析；关注项目施工期环境影响分析，加强饮用水水源保护，重视项目环境保护措施与生态补偿措施的研究与落实；对具体选线可能遇到的生态环境敏感区域进行专题分析，对噪声、水以及大气等环境影响开展具体分析；开展多层次公众调查，重视耕地保护问题。

（2）落实情况

① 本项目为黎霍高速公路太岳山隧道工程，是黎霍高速公路的重要组成部分，其实施将有效促进黎霍高速公路的建成通车。黎霍高速公路建成后将东西联通京津冀鲁陕川，南北联通蒙豫，直接连通青岛~兰州国家高速公路、二连浩特~广州国家高速公路和普通国家公路 G309、G208，同时连通省道 S102、S222、S323，还能连成长邯铁路、太焦铁路、京昆高铁（山西境大同至西安）、太焦高铁（在

建），在国家和山西省路网中居重要地位，有利于沿线区域的交通出行和各类规划的实施。

② 由于受工程规划地质条件、线形指标、煤炭采空区域等因素影响，路线方案经多次优化调整仍无法避让山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园，上述路段采取严格的生态保护措施，降低了工程建设对环境敏感区的生态影响，避免了项目建设对沿线野生动植物的破坏，只要加强建设中的植被、景观保护与恢复，这种影响可以得到缓解和控制。

③ 针对项目穿越山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园，本评价进行了针对性的专题评价，提出了相应的生态保护、恢复及补偿措施，降低了公路建设对上述生态敏感区生态系统和生物多样性的影响。

④ 本次评价根据项目的特点从水、气、声、生态等各环境要素对工程施工期环境影响进行了分析，估算了施工期污水、施工噪声及大气污染源强，提出了具体可行的保护措施和植被恢复、绿化等生态补偿措施。受原有路线走向的限制，本项目涉及霍泉泉域，本报告针对霍泉泉域路段进行了专题评价，提出了严格的施工期和运营期的环保措施，减少项目建设和运营对对泉域水环境的影响。

⑤ 本次评价过程中，建设单位开展了多层次的公众参与，在山西交通开发投资集团有限公司网站对本项目进行了公示，同时在现场和当地报纸进行了公告，征求了沿线群众和政府单位的广泛意见，并将其意见反馈于本报告的环保措施中，切实按要求做好环保工作。

综上所述，本项目的建设符合《国家公路网规划（2013年-2030年）》，并且对《国家公路网规划环境影响报告书》及审查意见提出的环保要求，在本项目设计及环境影响评价中均得到了较好的落实。

1.10.3 与山西省省道网规划、环评及其审查意见符合性分析

1.10.3.1 与山西省省道网规划方案的符合性分析

(1) 《山西省省道网规划（2021~2035年）》概况

为了服务国家战略实施和支撑山西转型发展，2021年4月25日，山西省人民政府印发了《关于印发〈山西省省道网规划（2021~2035年）〉的通知》。规划布局方案中高速公路方面“构建国家高速公路和省级高速公路“4纵15横33联”高速公路网布局，规划总里程8418km。其中，国家高速公路4522km，省级高速公路3896km。”规划总里程8418km中，已建成5745km，规划新建2723km、扩容改造1029km。安排黄河流域项目11个699km、汾渭平原项目6个720km、对接京津冀及周边“2+26”城市项目7个516km，安排高速出省口项目16个963km（其中，河南方向3个、河北方向3个）、“一主三副六市域中心”高速贯通项目5个673km、路网加密扩容项目4个181km。

拟建公路在山西省省道网规划（2021~2035年）中的位置关系图见图 1.7 所示。

根据规划，到2035年，高速公路总里程将达到8418km，路网密度达到1.7km/百km²，44个高速出省通道全部建成，规划目标全部实现。支撑国家综合立体交通网主骨架建设的高速公路基本达到六车道及以上技术标准，以一、二级公路为主的普通国省道网全面建成，智慧公路建设取得重大进展，绿色公路成为普遍形态，安全保障能力显著增强，有力支撑我省全面转型，进入全国交通强省行列。

山西省省道网规划（2021~2035年）高速公路网（2021年-2035年）布局方案表见表1.15。

表 1.15 高速公路网（2021年-2035年）布局方案表

序号	层次		路线起终点	里程 (km)	
1	四 纵	第一纵	天镇平远堡—陵川夺火	721	2836
2		第二纵	新荣得胜口—泽州道宝河	658	
3		第三纵	右玉杀虎口—垣曲古城	716	
4		第四纵	偏关水泉—芮城刘堡	741	
5	十五横	第一横	阳高孙启庄—右玉杀虎口	190	4642
6		第二横	广灵加斗—平鲁二道梁	253	
7		第三横	灵丘驿马岭—河曲	324	
8		第四横	五台长城岭—保德	316	
9		第五横	孟县梁家寨—兴县黑峪口	278	
10		第六横	平定杨树庄—临县克虎寨	386	
11		第七横	平定旧关—临县碛口	371	
12		第八横	昔阳天晴埡—柳林军渡	354	
13		第九横	和顺康家楼—石楼转角	333	
14		第十横	黎城下浣—永和永和关	329	
15		第十一横	平顺河坪辿—大宁马头关	347	
16		第十二横	陵川营盘—吉县七郎窝	339	
17		第十三横	陵川营盘—河津禹门口	295	
18		第十四横	泽州韩家寨—临猗孙吉	308	
19		第十五横	垣曲蒲掌—临猗吴王渡	219	
20	三十三联	1	天镇新平堡—韩家营	9	1628
21		2	平城区田村—西河河	2	
22		3	阳高王官屯—云州区陈庄	89	
23		4	左云宁鲁—浑源南榆林	115	
24		5	平鲁—河曲禹庙	110	
25		6	浑源—灵丘花塔	88	
26		7	山阴元营—朔城区	32	

表 1.15 高速公路网（2021 年-2035 年）布局方案表（续）

序号	层次	路线起终点	里程 (km)
27	三十三联	8 朔城区西影寺—张蔡庄	28
28		9 神池龙元—东湖	15
29		10 静乐丰润—方山马坊	53
30		11 定襄杨芳—忻府区豆罗	32
31		12 阳曲大孟—青龙镇	27
32		13 尖草坪西塍—阳曲西凌井	22
33		14 寿阳南燕竹—迎泽区赵北峰	34
34		15 万柏林东社—古交冷泉	36
35		16 晋源区罗城—文水	54
36		17 阳曲凌井店—青龙镇	33
37		18 榆次龙白—小店武宿	16
38		19 孟县—阳泉旧街	24
39		20 离石区信义—田家会	7
40		21 壶关逢善—上党区官道	33
41		22 北义城—大箕—北义城	77
42		23 洪洞明姜—曲亭	17
43		24 洪洞曲亭—尧都区陈埝	14
44		25 黎城幸福庄—潞州区西贾	17
45		26 盐湖区燕家卓—解州—燕家卓	79
46		27 平遥段村—阳城蟒河	253
47		28 阳城润城—西河	14
48		29 夏县泗交—盐湖区东郭	30
49		30 盐湖区寺北—永济	58
50		31 临猗临晋镇—风陵渡黄河大桥	60
51		32 永济开张镇—芮城太安	41
52		33 闻喜东镇—三门峡黄河大桥	111

1628

(2) 本项目与该规划的符合性分析

由表 1.15 可以看出，本项目是黎霍高速公路的重要组成部分，黎霍高速公路是《山西省省道网规划(2021~2035 年)》中第十横“黎城下浣~永和永和关(329km)”的重要组成部分，属于山西省省道网规划的横线项目。本项目与《山西省省道网规划(2021~2035 年)》位置关系见图 1.7。

本项目是黎霍高速公路太岳山隧道工程，是黎霍高速公路的重要组成部分，黎霍高速公路是《山西省省道网规划(2021~2035 年)》中第十横“黎城下浣~永和永和关(329km)”的重要一段，是山西省重点工程，其东接青兰高速公路长邯段，

可直达河北省邯郸市，西连霍州~永和关高速公路，可到达陕西省延川等地，黎霍高速公路作为山西省南部地区横向连接的干线公路之一，在路网中起到了承东启西的作用，不仅是山西省通往河北、山东等的重要公路通道，也是向西通往陕西省的主要通道之一；同时该公路也是沁水煤田、霍州煤炭外运的重要通道。黎霍高速公路的建设，不仅将长邯、霍永两条高速公路连接起来，为山西省东西向的煤炭运输又增加了一条运输通道，同时结束了长治市沁源县、沁县没有高速的历史，对带动沿线地方经济的发展起到积极的作用。对完善国家高速公路网、我省高速公路网、促进区域旅游业及区域经济发展等具有重要意义，本项目建设与《山西省省道网规划（2021~2035年）》相符合。

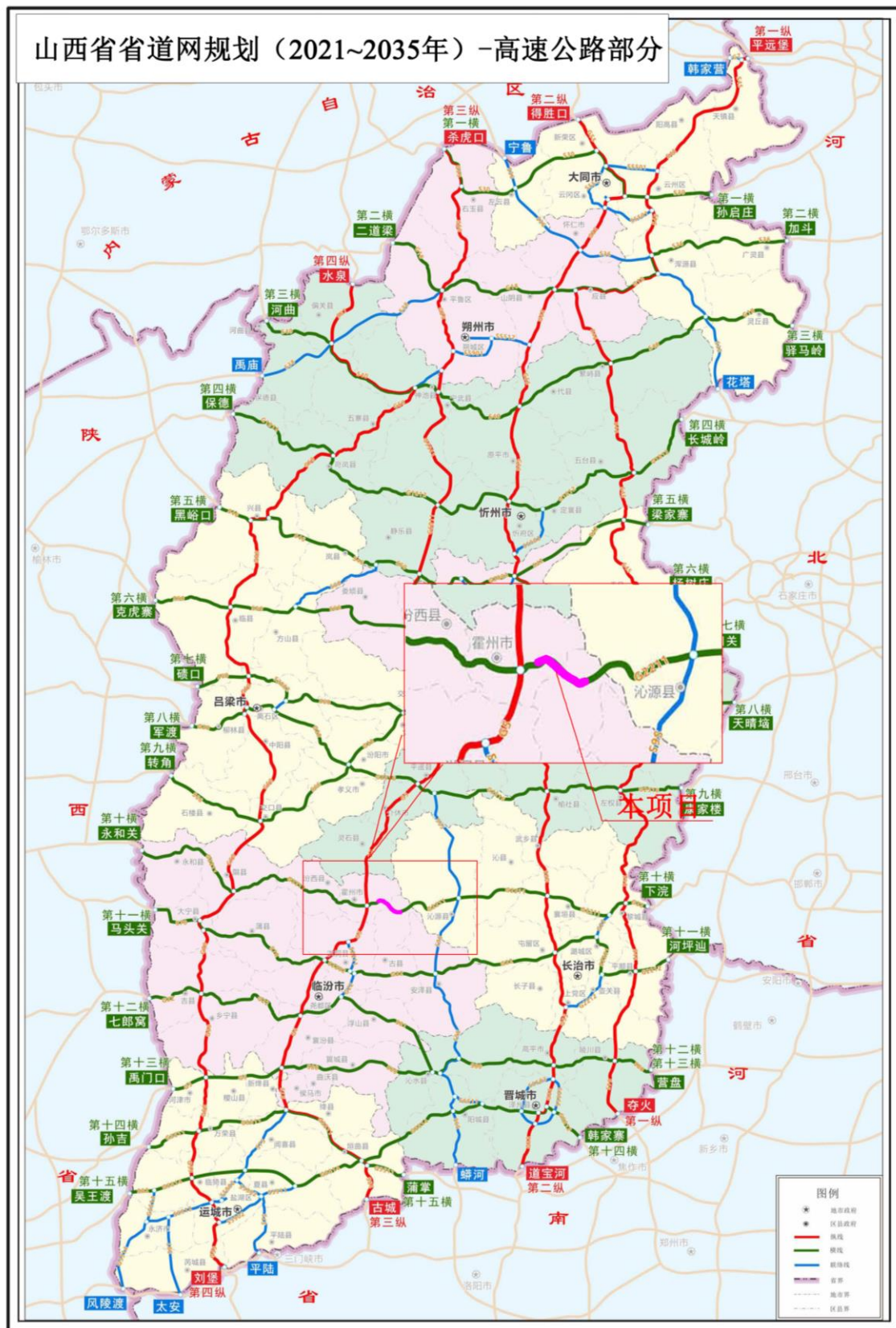


图 1.7 本项目与山西省省道网规划（2021~2035 年）位置关系图

1.10.3.2 《山西省省道网规划（2021年-2035年）环境影响报告书》要求及符合性分析

山西省交通运输厅于2019年3月委托山西省交通环境保护中心站(有限公司)承担“山西省省道网规划(2021年-2035年)环境影响报告书”的环境影响评价工作,结合审查意见,该规划环境影响评价结论如下:

①生态影响分析

a.区域生态系统影响

本次规划的实施可能对森林生态系统和草地生态系统造成分割,使原本成片的森林和草地破碎化,使森林生态系统和草地生态系统的结构、功能发生改变,甚至使部分森林生态系统和草地生态系统退化;公路建设使原本不高的植被覆盖率继续降低,影响动植物物种分布和生存环境,破坏地区生态平衡;公路若采用路堤等工程形式穿越湿地,将破坏其现有的水力联系,最终导致湿地区域干旱,使湿地生态系统退化;通过在区域内其他土地补充耕地的方式,可以有效补充人工生态系统的破坏部分,规划实施对人工生态系统影响较小。

b.区域生物多样性影响

规划中公路项目的建设均需进行填挖方作业,尤其是高等级公路建设,土石方挖填量都较大。大量的挖填方,不仅造成地表植被的破坏。规划公路建设过程中,由于施工机械的噪音,对栖息的鸟类造成一定的惊吓,鸟类逃离施工区,从而减少了鸟类栖息生存空间。由于公路为线性工程,占地范围有限,其对于整个区域的生态系统多样性的影响有限。

c.重要生态功能区影响

本次规划对各个重要生态功能区均有涉及,由于公路项目为线性工程,容易对生态功能区造成分割,影响部分区域的生态完整性,对路域范围内的生态系统造成一定的影响,甚至导致路域两侧的生态系统不同程度的退化,但是由于公路宽度有限,相对于重要生态功能区来说,对其水源涵养、生物多样性和防风固沙的生态功能影响较小,不会造成区域生态功能的整体退化。

d.山西省生态功能区影响

本次规划对山西省各个生态功能区均有涉及,公路项目的建设占用土地资源,造成路域范围内的植被全部损失,对野生动物的迁徙、饮水、觅食造成阻隔影响。基于现有的公路建设环保措施,对水土保持、防风固沙区的现有生态问题不会有恶化趋势。水源涵养区主要分布在山地区域,规划在山区的路网密度较低,对水源涵养区的植被影响有限;公路对植被的破坏和野生动物的阻隔仅局限于路域范围内,对生物多样性维护功能区内的生物多样性的影响较小。

e.山西省主体功能区影响分析

本次规划的高速公路和普通国省道布设在限制开发区的省级重点生态功能区的占比相对较大。根据限制开发区中重点生态功能区的发展方向，本次省道网规划为公路线性工程，不属于控制发展产业。另外，公路的建设将进一步促进重点开发区域的开发，与大规模高强度的工业化城镇化开发相比，总体上对生态及农业的影响较小，且公路在建设过程中十分重视对生态及农业的保护，如对临时占地及时进行植被恢复或复垦，对占用的林地或耕地进行补偿，对边坡及公路沿线两侧一定区域内进行绿化等。总体来说，本次规划方案不违背《山西省主体功能区规划》。

f.生态承载力影响分析

本次规划服务于山西省的经济社会发展战略，促进城市现代化和经济布局合理化，促进现代综合运输体系的建立和完善，强化运输通道，构筑快速运输系统，提供多样化的运输服务。坚持交通运输发展与集约利用资源、保护生态环境并重，降低对生态环境的不利影响。

本次规划中部分公路项目位于山区，不可避免的穿越沿线的森林公园，对其森林资源产生一定的影响，要求本次规划实施中公路项目路线避让森林公园的生态保育区和核心景观区，避免对现有森林公园内森林生态系统的破坏，对于穿越森林公园其他功能区的公路建设项目，采取合理措施，避免公路建设对森林公园景观的影响，并对森林资源损失量按照占一补一的原则进行补偿，在采取以上措施后，本次规划的实施总体上对森林资源的影响较小。

规划中有部分路段位于生态敏感区集中分布的区域，但是该区域人口较少，现有开发强度较低，对于此类区域的规划公路建设项目，在实施前，从经济社会发展角度论证其建设的必要性，对于目前公路交通运输能力能够满足的区域，其规划公路建设项目可暂缓建设，以保护其区域的生态敏感区不受影响。

g.主要生态敏感区影响

➤自然保护区

本次规划高速公路共计 11 条高速可能涉及自然保护区的范围；普通国省道公路共计 52 个国省干线公路项目可能涉及自然保护区范围。对于穿越自然保护区的公路项目，新建公路需要新开廊道，将造成占地范围内植被损失、野生动物生境破坏，对自然保护区的环境造成一定的影响。

➤ 风景名胜区

本次规划左云宁鲁至浑源南榆林等 6 条高速公路可能涉及风景名胜区的范围；G239 寨头至泰安岭升级改造等共计 21 条国省道公路可能涉及风景名胜区的范围。对于穿越风景名胜区的公路项目，可能造成风景名胜区旅游景观的破坏，使得区域景观在空间上不再连续，出现破碎和分割。另一方面，本次规划的建设将促进风景名胜区旅游业的发展。本次规划实施过程中，应重视项目的选址选线，

应避让风景名胜区的核心景区，在保障景区质量的基础上，合理布设项目线路，促进当地旅游业的发展。

➤ 森林公园

本次规划寿阳草山坪至太原南内环东延高速等 5 条高速公路可能涉及森林公园的范围；G336 线灵丘县城至下北泉段改线工程等 25 条国省干线公路可能涉及森林公园的范围。对于穿越森林公园的公路项目，森林公园范围内植被茂密，生态系统类型丰富，野生动物种类较多，森林景观成片分布，规划中项目的实施可能造成原有的森林景观被分割为多个斑块，影响生态系统完整性，阻隔生物物种内种群之间的交流，对于路基工程形式可能影响动物的迁徙、饮水和觅食。

➤ 湿地公园

本次规划左云宁鲁（晋蒙界）-浑源南榆林等 11 条高速公路可能涉及湿地公园的范围；G336 朔州市境内应县罗庄至朔城区东榆林改扩建工程等 22 条国省干线公路可能涉及森林公园的范围。对于穿越湿地公园的公路项目，施工时将破坏位于占地范围内的湿地植被，野生动物特别是鸟类的栖息可能受到影响，线路穿越湿地的工程形式对湿地影响较大，路基形式穿越湿地将可能破坏湿地的水力联系，造成水量补给困难，导致湿地干涸，湿地生态环境退化，桥梁的施工亦可能造成湿地水质的污染。

➤ 地质公园

本次规划宁武至静乐赤泥洼等共计 5 条高速公路可能涉及地质公园的范围；国道 338 线原平市过境等共计 12 条国省道公路可能涉及地质公园的范围。对于穿越地质公园的公路项目，其建设可能造成地质公园景观的破坏，形成大量的裸露边坡，与地质公园原有景观形成反差，形成区域景观在空间上的非连续性。对于临近地质公园的项目，项目建设对地质公园景区的影响较小。

➤ 沙漠公园

本次规划左云宁鲁至浑源南榆林高速公路可能涉及左云鹊儿山国家沙漠公园的范围；国道 109 线大同市过境改线工程可能涉及大同沙窝国家沙漠公园的范围；省道宁应线摩天岭至铺龙湾一级公路改建工程可能涉及左云鹊儿山国家沙漠公园的范围。对于穿越沙漠公园的公路项目，其建设可能造成沙漠公园中植被和景观的破坏，尤其是沙漠公园中的植被较为脆弱，遭到破坏后难以恢复。因此，本次规划实施过程中，应避让沙漠公园的生态保育区，并尽量绕避沙漠公园的其它区域，防止对沙漠公园的生态环境及其保护设施产生破坏，减小规划项目实施对沙漠公园的影响。

➤ 水产种质资源保护区

本次规划中平遥至安泽可能涉及沁河特有鱼类国家级水产种质资源保护区核心区和实验区的范围，临猗临晋镇-吴王渡（晋陕界）可能涉及黄河中游禹门口至

三门峡段国家级水产种质资源保护区实验区的范围。G241 线安泽唐城至安泽县城段项目、G309 安泽县城过境公路改线可能涉及沁河特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区的范围。对于穿越水产种质资源保护区的公路项目，生产废水、路桥面径流和生活污水排放进入水产种质资源保护区将造成其水体水质下降，进而污染水产种质资源的生境，造成其生存困难，甚至种群数量的减少。因此，本次规划对于临近的水产种质资源保护区的项目施工和运营时应避免生产废水、路桥面径流和生活污水的排放，避免对水产种质资源保护区的水质造成污染。规划路线对水产种质保护区造成影响的，在具体项目阶段应落实水生生物增殖及补偿措施。

②水环境影响分析

a.地表水环境

本次省道网规划涵盖山西省全域，涉及范围广，涉及的地表水体较多，基本涵盖全省黄河流域、海河流域两大流域中的全部水系。涉及的 II 类地表水体主要有滹沱河、青羊河、恢河、马坊河、东碾河、白沙河、沁河、绛河、乌马河、毫清河、南川河（陈家湾水库）、松溪河、木瓜河等，涉及的 I 类地表水体主要为马坊河。根据 DB14/67-2019《山西省地表水环境功能区划》，结合本次省道网规划规划的布局，本次规划涉及地表水环境功能区 I 类区河段 2 个，II 类区河段 21 个。

本次省道网规划主要是对现有国省道进行改扩建，依托原路线线位进行改建，提高公路等级，对局部弯道路段、穿越建城区的路段及避让水源地一级保护区等路段进行改线新建；对现有普通国省道部分路段穿越城乡集中供水水源地等限建区进行避让改线或采取架桥的方式进行，可最大程度的弥补现有道路对水环境的影响。部分道路无排水设施，本次规划的实施，可增加路（桥）面径流收集系统，增加下水管道、收集池等环保设施，同时在桥梁两端设置沉淀池并作防渗处理，可大大减少对水环境的影响。

规划项目施工时桥梁桩基施工、施工废水未经处理外排、施工物料露天堆放造成的流失均可能造成地表水体的污染；营运期路桥面径流和沿线设施生活污水排放可能造成地表水体的污染，危化品运输车辆存在发生事故造成危化品泄漏的风险。

b.集中式饮用水水源保护区影响分析

本次省道网规划新增公路中可能涉及集中式饮用水水源地的有 50 条路线，涉及全省县级集中式饮用水源地 61 处。

本次规划实施中应按照法律法规的要求避让地下水源地一级保护区，尽量避让水源地二级保护区。当穿越水源地二级保护区时，施工时保护区范围内施工管

理不善可能导致施工废水外排，造成水源地水质下降；营运期路桥面排水设施设置不合理、沿线设施污水排放不当可能导致污水通过包气带渗入地下水，造成地下水水源地水质的下降，危化品车辆运输事故可能对水源地水质构成威胁。

c.地下水影响分析

规划项目施工时对地下水环境的影响主要表现在：隧道施工过程中导致的地下水水位下降带来的环境问题，隧道施工后续排水问题，施工时含油污水、建筑材料堆放期间的淋漓水等对地下水环境的影响。隧道施工时将可能破坏区域内的地下水系，改变地下水流赋存状况，并成为地下水排出的天然通道，造成地下水的大量流失。隧道施工过程中，可能会由于水文地质的难以预料或调查不够清楚，打穿地下含水层，造成掘进过程中的涌水现象，从而对工程区环境造成一定的影响。其影响主要体现在隧道涌水对下游的水利行洪和农业生产造成的影响；对山体上方植被生长的影响；对地下水水位、水质的影响及对饮用水源水量的影响。桥梁施工对地下水的影响主要为桥墩钻孔灌注桩基础时用于护壁的泥浆等污染物进入地下环境污染地下水。桥梁施工过程中若桥梁钻渣处置不当可能污染地下水。

规划项目营运时对地下水环境的影响主要表现在：路面径流对地下水水质的影响，沿线设施排放的污水对地下水水质的影响。路面、桥面径流对地下水水质的影响主要是路面、桥面径流中的污染物如 SS、石油类等。根据相关研究，由于土壤层的吸附作用，污染物在土壤中的运移过程中一般被吸附净化，石油类污染物主要积聚在土壤表层 80cm 以内，对表层土壤影响较大，对地下水含水层影响较小。交通设施污水排放量较小，污染物成分简单，且均要求安装污水处理设备，同时达标处理，对地下水基本无不良影响，危化品车辆运输事故可能对水源地水质构成威胁。

③环境空气影响分析

本次规划项目施工时主要的大气污染物是颗粒物，沥青烟气和施工机械废气污染物，排放量总体较小，影响范围一般在施工现场周边 300m 范围内。通过采取合理布设施工场地、设置围挡、避开大风时分和洒水降尘等措施，并加强施工管理，建设期对空气的影响较小。

规划项目运营时主要大气污染物是汽车尾气及沿线服务设施大气污染物排放对环境空气的影响。类比分析表明，公路运营阶段大气污染对环境空气的影响很小。服务区等服务设施的污染源主要有生活污水、生活垃圾及油烟废气。通过落实相关环保措施，规划实施对环境空气的影响较小。

④声环境影响分析

a.规划项目施工阶段

本次规划规模及工程量较大，规划项目施工时将使用多种大中型设备进行机

械化施工作业。施工机械噪声具有噪声值高、无规则的特点，往往会对施工场地附近的居民点、村镇、学校、医院等声环境敏感点产生较大的影响。

b.规划项目营运阶段

本次规划项目运营时主要是通行车辆的交通噪声对周边环境的影响，对声环境的影响主要是改变了路域范围内的声环境功能区划，降低了沿线的声环境质量。

⑤土地利用影响分析

山西省省道网规划项目选线阶段及建设过程加大对耕地资源的保护，尽量占用未利用地，避免占用耕地，如确实无法避开，确需占用的，按照“先补后占”的原则，先行建设同等数量和质量的高标准农田数量不减少，质量不降低。交通工程中损毁农田水利基础设施，需按设计规范恢复到固定资产原使用状态。

因此，本次规划实施过程中，要求严格保护耕地，特别是基本农田，禁止超占耕地。充分利用既有公路占地及通道资源，提高交通基础设施用地效率。公路建设项目路线尽量避绕基本农田集中分布区，尽量减少基本农田的占用。因此，在规划实施中严格执行占补平衡的措施，减少对区域耕地资源的影响。

⑥社会环境影响分析

a.社会经济

山西省省道网规划实施后，全省建成“能力充分、开放互联、覆盖广泛、便捷高效”的国省道规划网络，为山西经济社会高质量发展和现代化建设提供强有力的交通支撑。国省道公路整体发展质量和服务效率得到显著提升，减少瓶颈路段和断头路段，有效支撑山西综改示范区建设；省际互联互通水平进一步提升，与周边省区特别是对接京津冀、东部发达地区的联系更加紧密，有效促进山西对外开放新高地建设。

b.土地利用

本次规划覆盖山西省全境，实施过程中将占用各种利用类型的土地，工程占地范围内土地利用类型将全部变更为交通建设用地，对沿线的土地利用格局将产生一定的影响。但是由于项目建设过程中，对于占用的耕地和林地，要求采取占补平衡的措施，对于临时占用的未利用地，采取自然恢复等措施，因此，总体上，规划实施对区域的土地利用格局不会产生显著影响。

c.矿产资源

本次规划的实施，一方面可以促进矿产资源的开发，矿产资源是尚需人类不断发掘的固有资源，便捷的交通运输是对其进行开发的必备辅助设施之一，可以改善矿区的运输条件，促进矿产资源的外运。另一方面，公路的建设可能会占压重要矿产，不利其开发利用。

d.文物古迹

规划中的个别项目可能会涉及到全国重点文物保护单位。由于规划项目位置及线路走向的不确定性，以及文物古迹的未知性，在实际建设中，可能会有文物古迹受到影响。

⑦环境风险影响分析

国省道公路的环境风险主要来自交通事故，而公路的交通事故存在突发性和不可预见性的特点，运输危险品的车辆一旦发生交通事故，对环境危害就比较大。

符合性分析：根据《山西省省道网规划（2021-2035年）环境影响报告书》，本项目沿线分布有山西霍山省级自然保护区、太岳山国家森林公园等2处环境敏感目标。①在本项目工可路线选线阶段，环评单位与工可单位充分沟通，在对路线沿线走廊带内的环境敏感目标调查核实的基础上，从环保角度向工可单位提出了路线选线的优化调整建议。对于无法避让的山西霍山省级自然保护区、太岳山国家森林公园，本项目采取隧道形式跨越，减缓了对沿线生态敏感区的影响，落实了规划环评及其审查意见的要求。②本项目未设置沿线服务管理设施，运营期无空气污染产生；运营期无生活污水产生；运营期无声环境敏感点。本项目运营期对沿线环境空气、水环境和声环境质量的影响较小。

总之，本项目与《山西省省道网规划（2021-2035年）》规划路线一致，项目选线等满足《山西省省道网规划（2021-2035年）环境影响报告书》及其审查意见相关要求，与规划环境影响评价相符合。

1.10.3.3 与山西省省道网规划（2021-2035年）规划环评审查意见的符合性分析

（1）《山西省省道网规划（2021-2035年）环境影响报告书》的审查意见

2021年3月，山西省生态环境厅以晋环函〔2021〕121号文出具了《关于〈山西省省道网规划（2021-2035年）环境影响报告书〉的审查意见》，审查意见主要内容如下：

①坚持生态优先，促进绿色发展。坚定不移地践行绿水青山就是金山银山的发展理念，统筹推进生态环境高标准保护与交通运输高质量发展。认真贯彻落实国家有关加快建设交通强国要求，充分适应以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局，加强规划引导，坚持绿色、协调发展理念，有力支撑山西省跨入全国交通强省行列和经济社会全面转型发展。

②优化规划空间布局，严格保护生态空间。规划项目应与全省国土空间规划相协调，落实我省“三线一单”生态环境分区管控要求，依法实施生态空间的强制性保护。对于自然保护区、饮用水水源地和文物保护单位等法律法规明令禁止建设的区域应予以避让，对于涉及其他环境敏感区域的规划项目应科学论证选择生态影响较小的建设方案，采取有效措施预防和减轻对生态环境可能造成的不良影响。

③落实生态保护措施，筑牢生态安全屏障。《规划》涉及全省域，规模大、

目标多、影响广，要遵循“山水林田湖草是生命共同体”的系统思想，做好生态环境整体性保护和系统性修复工作，落实各项生态恢复和补偿措施。加强野生植物保护，公路穿越植被集中分布区应避免高填深挖，提高桥隧比例，合理收缩路基边坡，减少植被破坏；做好动物通道建设和湿地连通修复，构建重点保护野生动物集中分布区的生态廊道，因地制宜采取植被恢复、生境营造等措施，保护生物多样性。项目施工期应充分利用既有公路及通道资源，提高交通基础设施用地效率；施工结束后及时进行绿化或复耕。对于涉及水源涵养、水土保持、生物多样性保护和沙化土地等重点生态功能区的项目，应做好植被保护、生态修复和补偿，以及防沙治沙工作；涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区的项目，应推进区域生态改善和景观升级，提升生态功能和景观品质。

④强化水环境保护，防范环境风险事故。严格落实饮用水水源地和泉域重点保护区的相关规定，加强道路运输对周边水体的风险防控，落实 II 类及以上水体等敏感路段桥（路）面径流水的收集与处理措施，制定环境风险应急预案，防范水环境风险。沿线服务区等场站生活污水应建设污水集中收集和处理设施，污水处理达标后优先回用于绿化浇灌、冲厕、洒水降尘等，确需外排的污水应达标排放。

⑤落实声环境保护措施，防治交通噪声污染。规划实施过程中应采取噪声的主动控制措施，通过合理选址选线、采取低噪声路面、设置声屏障等，优先从噪声源和传播途径上落实降噪措施。对于主动控制无法达到降噪效果的，应对噪声敏感建筑物实施安装隔声窗、进行功能置换等防护措施，确保敏感目标达到声环境质量标准要求。

⑥加强大气污染防治，改善环境空气质量。遵循节能减排、绿色低碳的理念，公路施工应加强洒水、密闭、遮盖等防尘措施，物料采取集中式拌合方式，散体材料采取封闭运输措施。沿线服务区等场站应采用电锅炉等清洁能源，禁止使用燃煤锅炉，食堂餐厅应加装油烟净化装置。加强公路管理和路面养护，保持公路的良好运营状态。

⑦强化能力建设，提高环境管理水平。加强公路建设和运行过程的环境监管，建立声环境、水环境等环境要素和自然保护区等环境保护目标的长期跟踪监测机制，提高环境管理和环境风险防控水平，确保区域环境质量持续改善。严格遵守《报告书》提出的禁建区、限建区管理要求，落实施工期、运营期的环境影响减轻措施，从源头控制生态破坏与环境污染。

⑧健全规划环评实施机制，落实跟踪评价制度。规划实施过程应重视规划环评成果的运用，落实《报告书》及审查意见提出的优化调整意见建议和减轻不良生态环境影响的各项措施，适时开展规划环境影响跟踪评价，规划修编时应重新

编制环境影响报告书。

（2）本项目与《山西省省道网规划（2021-2035 年）环境影响报告书》的审查意见的符合性分析

本项目避让了沿线的饮用水水源地和文物保护单位等法律法规明令禁止建设的区域，涉及山西霍山省级自然保护区、太岳山国家森林公园，采取隧道的方式穿越自然保护区、森林公园区域，选择了生态影响较小的建设方案，采取了有效措施预防和减轻对生态环境可能造成的不良影响。本项目沿线涉及霍泉泉域，要求营运期加强道路运输对泉域水环境的风险防控，防范水环境风险。

综上所述，本项目符合《山西省省道网规划（2021-2035 年）环境影响报告书》的审查意见的要求。

1.10.4 与山西省主体功能区规划的符合性分析

（1）山西省主体功能区规划概述

根据《山西省主体功能区规划》，山西省主体功能区划分为国家级和省级两个层级，分别包括重点开发区域、限制开发的农产品主产区、限制开发的重点生态功能区和禁止开发区域四类区域。

国家级主体功能区是全省范围内能够达到国家战略高度，对全国整体空间结构具有重大影响的功能区域，是国家级主体功能区名录确定的范围，分为国家级重点开发区域、国家级限制开发的农产品主产区、国家级限制开发的重点生态功能区、国家级禁止开发区域四种类型。前三种以县级行政区为基本单元；后者以自然或法定边界为基本单元，分布在其他类型主体功能区域之中。

省级主体功能区是在综合评价全省国土空间的基础上，对未纳入国家级主体功能区的区域进行划分，实现省域国土空间的全覆盖，分为省级重点开发区域、省级限制开发的农产品主产区、省级限制开发的重点生态功能区、省级禁止开发区域四种类型。前三种以县级行政单位为基本单元；后者以自然或法定边界为基本单元，分布在其他类型主体功能区域之中。山西省主体功能区面积统计见表 1.16。

表 1.16 山西省主体功能区面积统计表

序号	主体功能区		级别	面积(万 km ²)	占省域面积比例 (%)	
1	重点开发区		国家级	1.59	10.14	20.15
			省级	1.57	10.01	
2	限制开发区	农产品主产区	国家级	2.57	16.40	28.65
			省级	1.92	12.25	
	重点生态功能区	国家级	2.92	26.66	51.20	
		省级	5.10	24.54		
3	禁止开发区		/	2.22	14.20	

（2）本项目与山西省主体功能区的关系

根据《山西省主体功能区规划》，本项目 K133+655~K139+680 段位于省级重点生态功能区；139+680~K144+820 段位于国家级农产品主产区，涉及霍山省级自然保护区和太岳山国家森林公园等禁止开发区。本项目与山西省主体功能区划位置关系见图 1.8。

（3）与山西省主体功能区划的相符性分析

山西省主体功能区规划的重点开发、限制开发、禁止开发中的“开发”，特指大规模高强度的工业化城镇化开发。限制或禁止开发，特指在这类区域限制或禁止进行大规模高强度的工业化城镇化开发，并不是限制或禁止所有的开发行为。将一些区域划为限制开发区域，并不是限制发展，而是为了更好地保护这类区域的农业生产力和生态产品生产力，实现可持续发展。

根据图 1.8 可知，本项目位于省级重点生态功能区和国家级农产品主产区，涉及霍山省级自然保护区和太岳山国家森林公园等禁止开发区。与大规模高强度的工业化城镇化开发相比，本项目的建设为线性工程，总体上对生态及农业的影响较小，且公路在建设过程中十分重视对生态及农业的保护，例如对占用的临时占地及时进行植被恢复或复垦，对占用的林地或耕地进行补偿，对隧道进出口、斜井出口进行绿化等。本项目部分路段涉及禁止开发区范围，根据禁止开发区“交通、通信、电网等基础设施要慎重建设，能避则避，必须穿越的，要符合自然保护区规划，并通过环境影响评价。新建公路、铁路和其他基础设施，不得穿越自然保护区的核心区和缓冲区，尽量避免穿越实验区”的要求，本次评价工程内容涉及自然保护区的实验区，已取得有关部门行政许可，在采取严格的保护措施的基础上，本项目的建设对禁止开发区的影响较小。

因此，本项目的建设与《山西省主体功能区规划》是基本相符的。

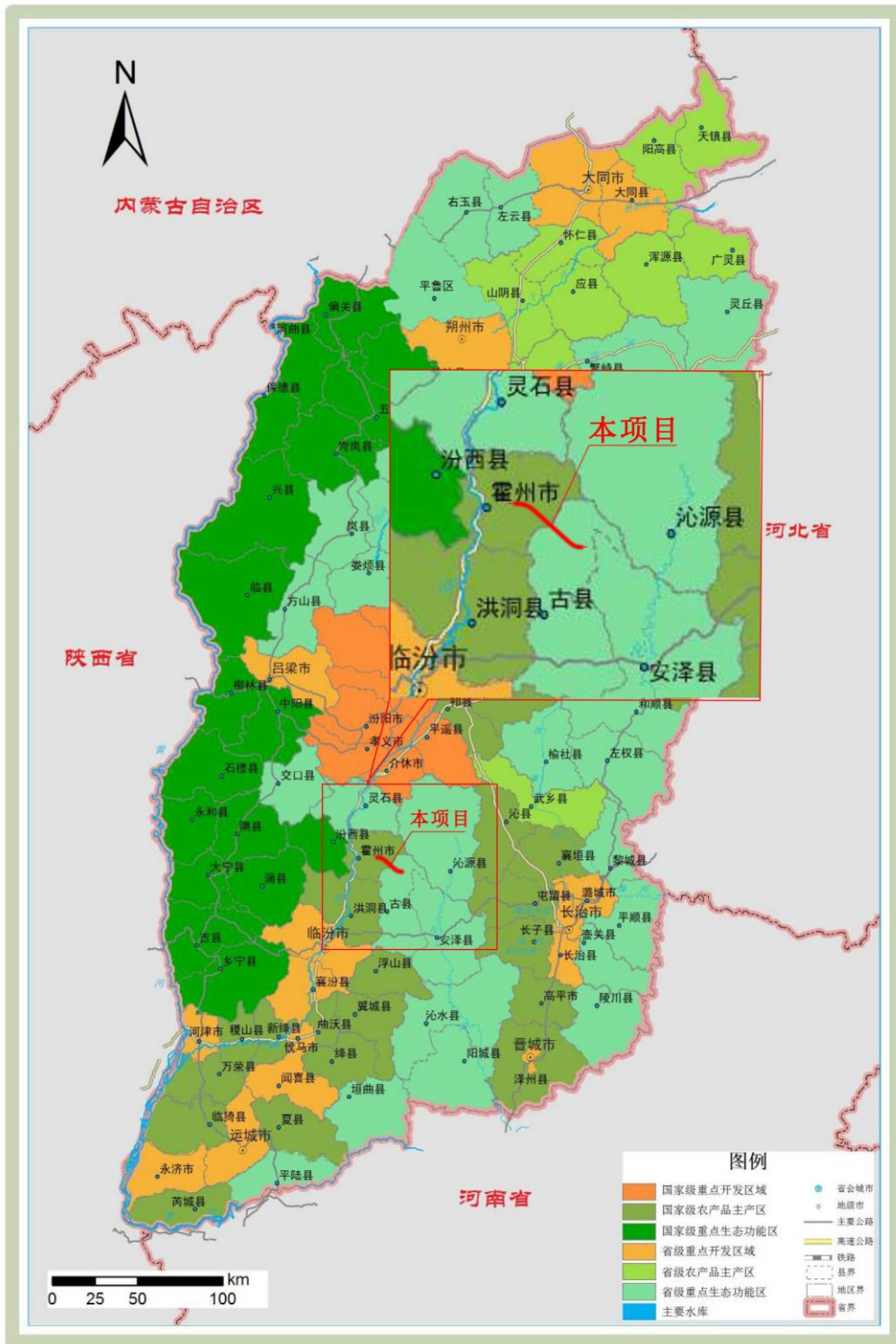


图 1.8 本项目与山西省主体功能区划位置关系图

1.10.5 与沿线城镇规划的符合性分析

本项目途经临汾市古县、霍州市 2 个县，设计单位在选线时广泛征求了当地规划主管部门的意见，尽量避绕了村庄及城镇，做到“近而不进，远而不疏，既照顾近期使用，又与远期规划相协调；考虑城市对外衔接顺畅，以利城市车流上、下高速公路；注意减少对城市环境的污染，更好地为沿线城市的经济发展和人民生活服务”。根据收集的沿线县城总体规划资料及现场调查情况，本项目涉及沁县城镇规划，不涉及其他县域城镇规划，具体分析如下：

1.10.5.1 与古县县城总体规划符合性分析

本项目路线沿古县境北边缘经过，距离古县县城约 27km，不会对城镇规划造成不利影响，公路建设对古县经济发展具有很大的带动作用，能够促进县域经济的快速发展，也有利于其县城规划的进一步实施。

1.10.5.2 与霍州市城市总体规划符合性分析

本项目路线终点在霍州市李曹镇杨家庄村南侧 550m 处，与霍州市距离 12km，对城镇规划干扰较小，其建设有利于霍州市经济发展，有利于总体规划的实施。

综上所述，本项目与沿线城镇规划有较好的结合，符合交通规划要求。同时，本项目结合城市规划及周边路网现状，有利于发挥公路的最佳营运效益、促进沿线各地的经济发展和城镇规划的实施。

1.10.6 “三线一单”的符合性分析

(1) 与《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26 号）符合性分析

2020 年 12 月 31 日，山西省人民政府发布《山西省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（晋政发〔2020〕26 号），要求“实施生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单（以下简称‘三线一单’）生态环境分区管控”。

首先划分了生态环境管控单元。生态环境管控单元主要包括优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。优先保护单元主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区、泉域重点保护区，以及生态功能重要和生态环境敏感脆弱的区域等。主要分布在太行山、吕梁山等生态屏障带，以及沿黄水土流失生态脆弱区域。重点管控单元主要包括城市建成区、省级以上经济技术开发区和产业园区、大气环境布局敏感区和弱扩散区，以及开发强度高、污染物排放量大、环境问题相对集中的区域等。主要分布在“一主三副六市域中心”等城镇化以及工业化区域。一般管控单元指优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。

其次，制定了生态环境准入清单。围绕全省“两山七河一流域”生态格局，根据优先保护、重点管控、一般管控三类生态环境管控单元特征，从空间布局约束、

污染物排放管控、环境风险防控和资源利用效率等方面，明确生态环境管控要求，建立全省三级生态环境准入清单体系。省级清单体现全省生态环境管控的基础性、底线性要求；设区市清单体现所在市生态环境管控的地域性、适用性要求；生态环境管控单元清单体现差异性、落地性管控要求。

优先保护单元准入清单：依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇开发建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。加强太行山、吕梁山和沿黄水土流失生态脆弱区域生态保护红线和重要生态空间的保护，依法禁止或限制大规模开发，严格矿山开采等产业准入，加强矿区的生态治理与修复，提高水源涵养能力，保护森林生态系统，有效减少泥沙入河。在汾河、桑干河、大清河、滹沱河、漳河、沁河和涑水河等河流谷地，晋阳湖、漳泽湖、云竹湖、盐湖、伍姓湖等“五湖”生态保护与修复区域，“黄河、长城、太行”旅游产业布局区以及人居环境敏感区，严控重污染行业产能规模，推进产业布局与生态空间协调发展。

重点管控单元准入清单：进一步优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，不断提升资源能源利用效率，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题，实现减污降碳协同效应。京津冀及周边地区和汾渭平原等国家大气污染联防联控重点区域，要加快调整优化产业结构、能源结构，严禁新增钢铁、焦化、铸造、水泥、平板玻璃等产能，要加快实施城市规划区“两高”企业搬迁，完善能源消费双控制度。实施企业绩效分级分类管控，强化联防联控，持续推进清洁取暖散煤治理，严防“散乱污”企业反弹，积极应对重污染天气。太原及周边“1+30”汾河谷地区域在执行京津冀及周边地区和汾渭平原区域管控要求基础上，以资源环境承载力为约束，全面推进现有焦化、化工、钢铁、有色等重污染行业企业逐步退出城市规划区和县城建成区，推动焦化产能向资源禀赋好、环境承载力强、大气扩散条件优、铁路运输便利的区域转移。鼓励焦化、化工等传统产业实施“飞地经济”。汾河流域加强流域上下游左右岸污染统筹治理，严格入河排污口设置，实施汾河入河排污总量控制，积极推行流域城镇生活污水处理“厂-网-河(湖)”一体化运营模式，大力推进工业废水近零排放和资源化利用，实施城镇生活再生水资源化分质利用。

一般管控单元准入清单：主要落实生态环境保护基本要求，执行国家及我省相关产业准入、总量控制、排放标准等管理规定，推动区域生态环境质量持续改善。

符合性分析：

本项目为国高网项目，全线位于优先保护单元，本项目与山西省生态环境管控单元图位置关系见图 1.9。根据优先保护单元要求，“依法禁止或限制大规模、

1 总 则

高强度的工业和城镇开发建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。加强太行山、吕梁山和沿黄水土流失生态脆弱区域生态保护红线和重要生态空间的保护，依法禁止或限制大规模开发，严格矿山开采等产业准入，加强矿区的生态治理与修复，提高水源涵养能力，保护森林生态系统，有效减少泥沙入河。在汾河、桑干河、大清河、滹沱河、漳河、沁河和涑水河等河流谷地，晋阳湖、漳泽湖、云竹湖、盐湖、伍姓湖等“五湖”生态保护与修复区域，“黄河、长城、太行”旅游产业布局区以及人居环境敏感区，严控重污染行业产能规模，推进产业布局与生态空间协调发展。”本项目为国家高速公路工程，不属于禁止或限制开展的大规模、高强度的工业和城镇开发建设，以隧道形式穿越。施工期主要污染物为公路施工产生的扬尘污染，营运期主要环境风险为营运期危化品车辆事故造成的危化品泄漏环境风险，主要占用的资源为土地资源，根据对照国家产业政策，本项目符合国家产业政策等相关产业准入规定，在施工期和营运期只要落实生态环境保护基本要求，污染物采取治理措施，可以做到达标排放，采取水环境风险防范措施，降低环境风险，不会造成生态系统服务功能恶化。因此，本项目建设满足优先保护单元准入清单相关要求。

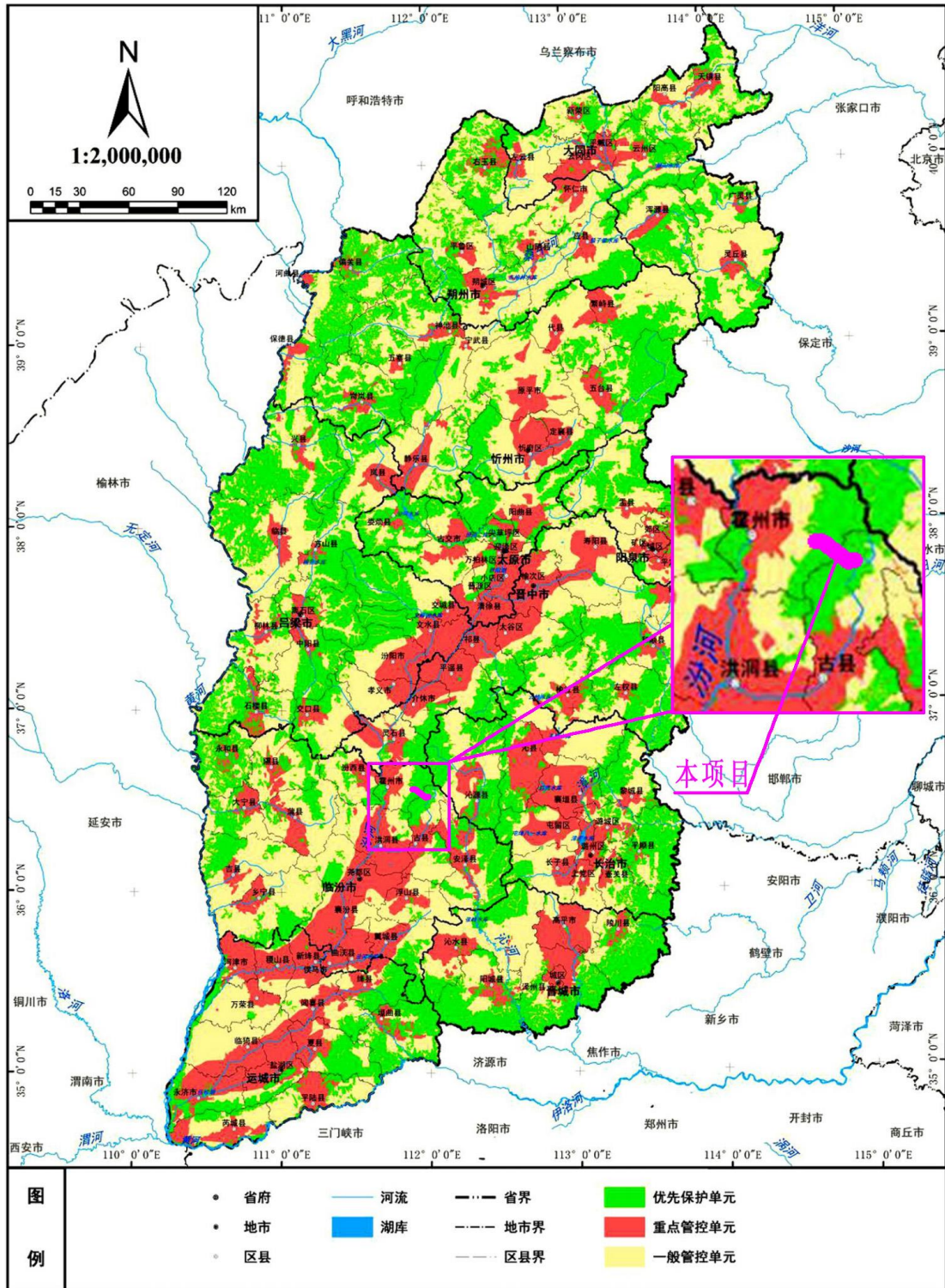


图 1.9 本项目与山西省生态环境管控单元图位置关系图

(2) 与《临汾市‘三线一单’生态环境分区管控实施方案》（临政发〔2021〕10号）符合性分析

①生态环境管控单元

全市共划定生态环境管控单元 243 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。

优先保护单元，指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线及一般生态空间、水环境优先保护区、大气环境优先保护区等区域。全市共划分优先保护单元 108 个，占全市国土面积的 25.09%。

重点管控单元，指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域。全市共划分重点管控单元 120 个，占全市国土面积的 31.85%。

一般管控单元，指优先保护单元和重点管控单元以外的其他区域。全市共划分一般管控单元 15 个，占全市国土面积的 43.06%。

对照临汾市生态环境管控单元图，项目位于优先保护单元。

②生态环境准入清单

严格落实现行法律法规标准，国家、省和重点区域(流域)环境管理政策，以及生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线等资源环境管控要求，分别从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率等四个方面，明确市域总体准入要求和环境管控单元准入要求。

优先保护单元：以生态环境保护为主，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇开发建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

重点管控单元：进一步优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，不断提升资源能源利用效率，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题，实现减污降碳协同效应。

一般管控单元：主要落实生态环境保护基本要求，执行国家和省相关产业准入、总量控制、排放标准等管理规定，推动区域生态环境质量持续改善。

③生态环境准入管控要求

本项目与临汾市生态环境管控单元图位置关系见图 1.10。本项目位于汾河流域范围内，不涉及沁河流域，项目与“临汾市生态环境总体准入管控要求符合性分析及“临汾市汾河流域管控要求”分别见表 1.17、表 1.18。

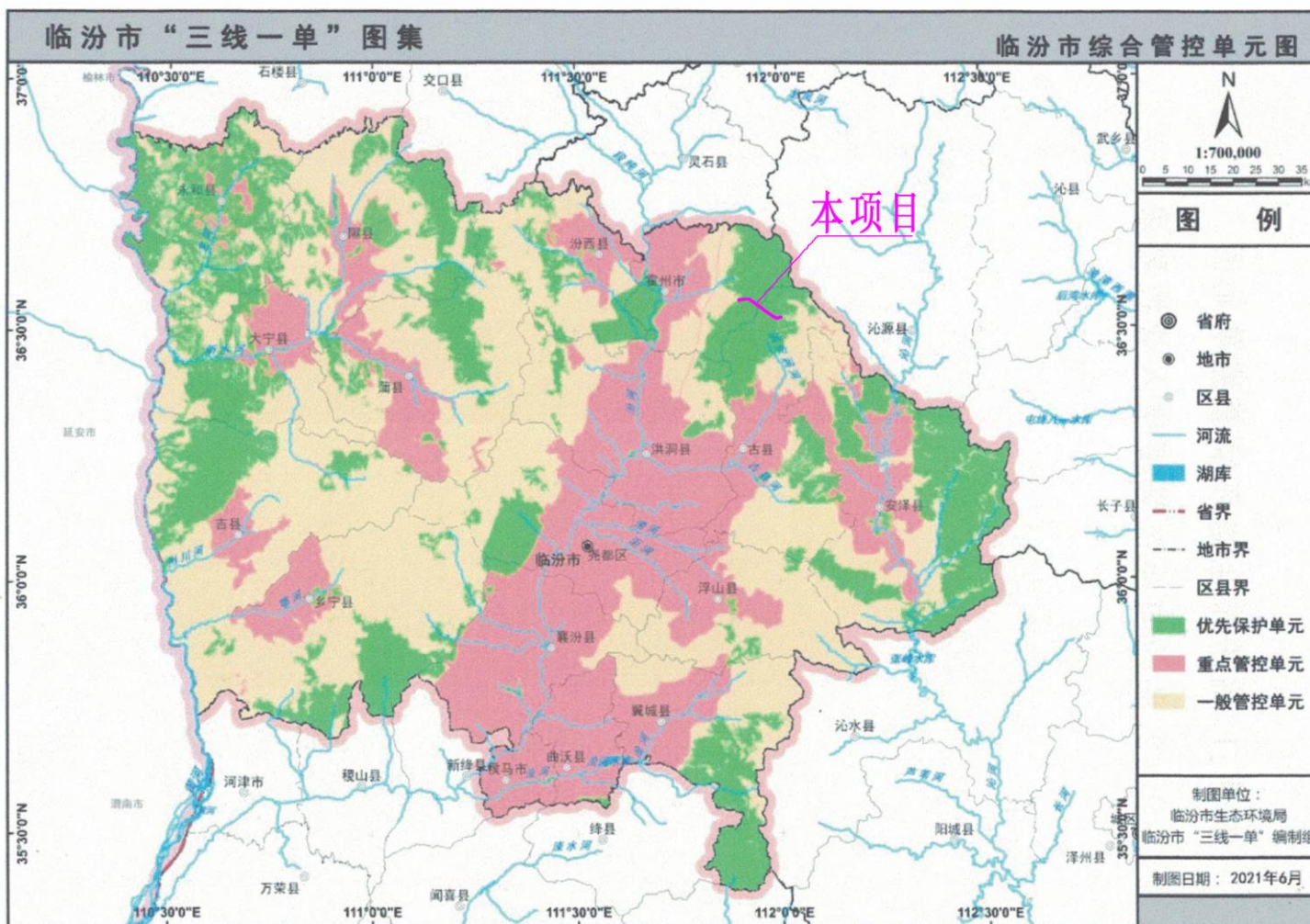


图 1.10 本项目与临汾市生态环境管控单元图位置关系图

表 1.17 与“临汾市总体准入管控要求”符合性分析

管控类别	管控要求	符合性分析	
空间布局约束	遏制“两高”项目盲目扩张。新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。	项目属于基础设施项目，不属于“两高”项目	符合
	新建“两高”项目应按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量		
	新建、扩建“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达国际清洁生产先进水平，依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。		
	优化焦化钢铁企业布局。汾河谷地平川区域焦化企业按照“退城入园、退川入谷”的原则，钢铁企业按照“入园入区，集聚发展”的要求，实施关小上大、转型升级、布局调整。	项目不属于“上述所列”需严格控制的焦化、钢铁、洗选煤企业	
	市区城市规划区 155 平方公里区域范围内禁止建设洗选煤企业；高铁、高速沿线两侧 1 公里范围内不得新建洗选煤企业。	不属于“上述所列”需严格控制的焦化、钢铁、洗选煤企业。	符合
对洗选煤企业项目建设审批手续不全的、违规占用基本农田、在自然保护区、风景名胜区、集中式饮用水水源保护区、泉域重点保护区、湿地公园、森林公园、山西省永久性生态公益林等依法划定需特别保护的环境敏感区范围内的项目予以取缔关闭。			
污染物排放管控	定期通报降尘量监测结果，降尘量最高值高于 9 吨/月.平方公里的市县要开展降尘专项整治。	项目不属于需超低排放改造项目；施工期各类拌合站、运输车辆、临时工程采取严格的防尘措施降低对周围环境的影响。	符合
	2021 年 10 月底前，全面完成钢铁企业在产设备超低排放改造。		
	焦化行业超低排放改造于 2023 年底前全部完成。		
	年货运量 150 万吨以上工业企业公路运输的车辆要全部达到国五及以上标准，其中位于市区规划区的钢铁等企业，进出厂大宗物料 2021 年 10 月 1 日前要全部采用铁路或管道、管状带式输送机等清洁方式运输，公路运输采用国六排放标准及以下的汽车或新能源车辆。		
环境风险管控	项目防护距离应符合相关国家标准或规范要求。装置外部安全防护距离要符合《危险化学品生产、储存装置个人可接受风险标准和社会可接受风险标准》要求。	项目制定运营期环境风险应急预案并向当地环保部门报备，加强沿线公路管理措施，降低对沿线河流环境风险	符合
	在环境风险防控重点区域如居民集中区、医院和学校附近、重要水源涵养生态功能区等，以及因环境污染导致环境质量不能稳定达标的区域内，禁止新建或扩建可能引发环境风险的项目。		
	加强汾河、沁河等流域及饮用水源地水环境风险防控工作，确定重点水环境风险源清单，建立应急物资储备库及保障机制。		

表 1.17 与“临汾市总体准入管控要求”符合性分析（续）

管控类别	管控要求		符合性分析	
资源利用效率	水资源利用	水资源利用上线严格落实“十四五”相关目标指标。实施最严格水资源管控，加强岩溶泉域水资源的保护和管理。	项目在涉及泉域路段隧道工程采取了严格的保护泉域水资源环境的措施	符合
	能源利用	1.到 2022 年，实现未达标处置存量矸石回填矿井、新建矿井不可利用矸石全部返井。2.煤矿企业主要污染物达标排放率达到 100%，煤矸石利用率达到 75% 以上。3.保持煤炭消费总量负增长，积极推进碳达峰碳中和目标愿景。	不涉及	
	土地资源利用	1.土地资源利用上线严格落实国土空间规划和“十四五”相关目标指标。2.严守耕地红线，坚决遏制耕地“非农化”，防止“非粮化”。3.以黄河干流沿岸县(市、区)为重点，全面实行在塬面修建软埝田、塬面缓坡地建果园、陡坡耕地全面退耕造林并实行封禁、沟底打坝造地建设高标准基本农田的水土保持治理模式，促进黄河流域生态保护和高质量发展。4.开展黄河流域历史遗留矿山生态修复项目，推动矿山生态恢复治理示范工程建设。	项目合理选址选线、尽量少占耕地，林地，严格落实国土空间规划和十四五相关指标	
综上，项目符合临汾市生态环境总体准入管控要求				

表 1.18 项目与“临汾市汾河流域管控要求”符合性分析表

管控类别	管控要求	项目情况	符合性
空间布局约束	1.在地下水禁采区和限采区，不得开凿新井。已建成的水井依法限期封闭。 2.禁止在河道内私挖滥采，确保河道防洪安全。禁止在引调水工程沿线保护范围内从事采石、采砂、取土、爆破等活动。 3.禁止占用或者征收、征用汾河流域内一级保护林地和天然草甸；禁止随意变更水源涵养林地和天然草甸用途。	1.根据《山西省人民政府办公厅关于加强地下水管理与保护工作的通知》（晋政办发〔2015〕123 号），项目所在区域未列入临汾市地下水超采区和禁采区范围。 2.项目以隧道形式下穿芦义沟，项目不设取土场，不在河道及沿线区域从事采石、采砂、取土、爆破等活动。 3.项目占地不占用一级保护林地和天然草甸，不会变更水源涵养林地和天然草甸用途。	符合
污染物排放管控	1.持续开展重点河流河道疏浚和清淤，清理河道河岸垃圾，提高河流自净能力。 2.持续开展入河排污口排查整治，确保动态“清零”。 3.加强沿河农村生活污水处理，强化农灌退水管理和资源化利用。	1.项目以隧道形式下穿芦义沟，对河流水文情势等无影响。 2.项目不设排污口。 3.项目无场站工程，营运期无污水产生。	符合
环境风险防控	1.加快水资源管理系统和检测系统建设，实现汾河干流监测监控系统全覆盖。	1.项目不涉及跨越汾河干流水体，不向汾河支流排污。	符合

表 1.18 项目与“临汾市汾河流域管控要求”符合性分析表（续）

管控类别	管控要求	项目情况	符合性
资源利用效率	1.统筹调配区域水资源，对汾河水资源进行统-调配，加快实施引沁入汾工程。 2.实施以水定产、以水定城，统筹生活生产生态用水需求，全面落实水资源保护“三条红线”和国家节水行动，明确汾河临汾段流域水量分配指标。	项目无场站工程，不取水、不排污，满足水资源保护等相关要求。	符合

（3）生态保护红线

生态保护红线划定主要根据我省自然保护地整合优化预案，将整合优化后的自然保护地（包括自然保护区、森林自然公园、湿地自然公园、地质自然公园、沙漠自然公园和草原自然公园）全部叠加划入生态保护红线，真正做到应划尽划。生态保护红线的管控要求分为法定保护地管控要求和其他生态保护红线管控要求两个方面。

①法定保护地管控要求

对于纳入生态保护红线内的省级以上自然保护区、森林自然公园、地质自然公园、湿地自然公园、沙漠自然公园、草原自然公园、饮用水水源地保护区、水产种质资源保护区等有既有管理条例、管理规定及管理办法的各类法定保护地，其空间布局的约束要求按照现行法律法规执行。

②其他生态保护红线管控要求

生态保护红线原则上按照禁止开发区进行管理。严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：

a.零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；

b.因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；

c.自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；

d.经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；

e.经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；

f.不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；

g.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和

供水设施建设与运行维护；

h.重要生态修复工程。

本项目为高速公路工程，涉及法定保护地——山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区，因此，涉及山西省生态保护红线，根据生态保护红线管控要求，本项目经论证属于“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护”情形。

为了推进本项目开展，山西省人民政府办公厅于 2019 年 8 月组织山西省发展改革委、山西省生态环境厅、山西省自然资源厅、山西省林业与草原管理局等部门召开专题会议，形成会议纪要中原则同意本项目工可路线方案以隧道形式穿越山西省霍山自然保护区；随后根据该专题会议纪要的要求，山西省林业和草原局出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》，原则同意该项目路线走向；同时，原则同意本项目以隧道形式穿越山西省太岳山国家森林公园，并要求项目实施前按规定办理森林公园相关手续。2020 年 12 月 28 日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439 号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。黎霍高速公路原涉及霍山省级自然保护区的核心区和缓冲区，2022 年 8 月 29 日，山西省人民政府以《关于调整山西霍山省级自然保护区功能区的批复》（晋政函〔2022〕78 号），同意调整山西霍山省级自然保护区功能区，调整后原黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越自然保护区核心区和缓冲区路段均变更为实验区。2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15 号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。此外，黎霍高速公路已开展穿越生态保护红线不可避免性和生态功能影响分析的论证。

本项目依法依规向林草部门履行了在自然保护区实验区施工建设的行政许可手续，施工图阶段进一步优化路线占地范围、与环境敏感区的位置关系和工程建设及施工方案，尽量减少占用环境敏感区的范围，并在施工期和运营期采取严格的措施，严守生态保护红线，做好环境保护工作。本项目建设符合生态保护红线有关管控要求。

（2）与环境质量底线的符合性分析

环境质量底线包括大气环境、水环境、土壤环境质量底线，分别根据其质量

底线确定了管控分区及管控要求。

①大气环境质量底线及管控分区

以更新的 2019 年大气污染源排放清单为基础，依据设定的迭代削减原则，同时考虑周边省份同步削减，使用 WRF-CMAQ 模拟模型对全省各区县 PM_{2.5} 浓度进行模拟测算，直至模拟情景下的 2025 年和 2035 年各地区 PM_{2.5} 年均浓度分别可基本满足提出的 2025 年空气质量目标值和空气质量标准（GB3095-2012）中的二级标准限值 35μg/m³ 的要求，所得大气污染物允许排放量即为各地区大气环境容量。

大气环境管控分区可分为优先保护区、重点管控区和一般管控区，其中重点管控区又包括受体敏感区、高排放区、布局敏感区和弱扩散区。优先保护区指自然保护区、风景名胜区等环境空气质量一类功能区；受体敏感区可参照现状城市建设用地布局和城市总体规划用地布局等确定，将城镇中心及居住、医疗、教育等集中布局区域或整个中心城区划为受体敏感区。高排放区可结合现状确定的全口径排放源数据和城镇及产业规划等确定，将排放强度和排放量高于一定阈值（或相对比值）的区域划为高排放区。布局敏感区可采用模型模拟或根据气象条件确定，将对国控/省控/市控等目标点的主要污染物浓度贡献超过一定阈值的区域，划定为布局敏感区。弱扩散区可采用空气质量模型模拟确定，假定每个网格排放量一致，模拟主要污染物浓度空间分布，适当选取阈值，确定弱扩散区范围；也可综合气象条件和地形因素等确定，适当选取阈值，确定弱扩散区范围。

优先保护区管控要求如下：

- a.对优先保护区内各自然保护区和风景名胜区的保护按相关法律法规执行。
- b.不得建设排放大气污染物的生产设施。
- c.不得新建锅炉等燃煤设施，现有的燃煤设施应逐步以电能等清洁能源替代。
- d.涉及工业大气污染物排放的设施逐步退出。

②水环境管控分区

按照各流域、区域目标“只能变好、不能变差”，各断面规划目标原则上不低于现状的基本原则，衔接美丽中国建设评估指标体系，落实黄河流域生态环境保护及高质量发展要求和省委、省政府决策部署，结合我省地表水环境质量变化趋势、超标因子及超标倍数、污染减排潜力等情况，根据流域区域改善必要性与可行性，2020 年、2025 年全省地表水全面消除劣 V 类，2035 年全省地表水全面消除中度污染（V 类）；2020 年，全省地表水国考断面达到或优于 III 类比例力争达到 55.2%，2025 达到 62.8%，2035 年 75.5%。

水环境管控分区分为优先保护区、重点管控区和一般管控区。衔接山西省水功能区划、陆域生态保护红线、饮用水源规划、湿地保护区规划等成果，将山西省县级以上饮用水水源地保护区、国家级湿地公园、水产种质资源保护区、重要

江河源头、泉域重点保护区等高功能水体单元作为水环境优先保护区；将省级以上产业园区、开发区、工业聚集区等所属控制单元划定为工业污染重点管控区，将以生活源污染为主的超标控制单元划分为水环境城镇生活污染重点管控区，除优先保护区、水环境重点管控区外单元为一般管控区。

优先保护区主要对饮用水水源一级、二级保护区，湿地公园、泉域重点保护区、以及水源涵养、水土保持、生物多样性维护等功能区加强管理，管控要求如下：

a.水源保护区加强排污管控，水源一级保护区内不应新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目要尽快拆除或关闭。水源一级保护区内不应从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。水源二级保护区内不应新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项要尽快拆除或者关闭。

b.湿地加强空间保护和恢复，不允许开（围）垦、填埋或者排干湿地，不允许永久性截断湿地水源，不准挖沙、采矿，不准倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾，不准破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物，不准引进外来物种，不准擅自放牧、捕捞、取土、取水、排污、放生，及其他破坏湿地及其生态功能的的活动。应采取封育保护等措施，逐渐恢复湿地面积。

c.泉域重点保护区加强地下水保护，不能在泉域重点保护区擅自打井、挖泉、截流、引水；不能将已污染含水层与未污染含水层的地下水混合开采；不能在泉水出露带进行采煤、开矿、开山采石和兴建地下工程；不能新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；不准倾倒、排放工业废渣和城市生活垃圾、污水及其他废弃物。

d.加强水源涵养生态功能区保护，重点包括森林生态系统、内陆湿地生态系统等生态系统，河流源头水源涵养区，以及珍稀野生动植物栖息地与生境集中分布区等。水源涵养功能区内禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。禁止布局高水资源消耗产业。禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业项目。推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。加强河流源头及主要支流的小流域治理和植树造林，减少面源污染。对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林。

e.强化水土保持生态功能区保护，重点包括森林、灌丛生态系统，河流源头水源涵养区，珍稀野生动植物栖息地与生境集中分布区等。禁止陡坡垦殖、过度放牧、毁林开荒、烧山开荒等。禁止在崩塌、滑坡危险区从事取土、挖砂、采石、

开采零星矿产资源等可能造成水土流失的活动。限制土地资源高消耗产业发展。加强小流域综合治理，实行封山禁牧，恢复退化植被。加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治修复力度，最大限度地减少人为因素造成新的水土流失。对水土保持林只能进行抚育和更新性质的采伐；对采伐区和集材道应当采取防止水土流失的措施，并在采伐后及时更新造林。

f.强化生物多样性维护功能区保护，重点包括珍稀野生动植物栖息地与生境集中分布区，河流源头水源涵养区，以华北落叶松、云杉次生林为代表的森林生态系统、亚高山草甸生态系统等。禁止发展高耗能、高排放、高污染产业，禁止有损自然生态系统的侵占水面、湿地、林地的农业开发活动。保护自然生态系统与重要物种栖息地，禁止各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦等。禁止对野生动植物进行滥捕滥采。在不损害生态系统功能的前提下，因地制宜地适度发展旅游、观光休闲农业等产业。

③土壤环境质量底线及风险管控分区

整合建设用地土壤环境调查数据，明确山西省建设用地土壤污染区域，以污染地块安全利用指标为重点，确定建设用地土壤环境风险管控 2020 年和 2030 年阶段目标，识别建设用地污染风险重点管控区，实现建设用地土壤环境分区管控，遏制建设用地土壤污染加重，保持建设用地土壤环境质量稳定，土壤环境风险得到基本管控。

建设用地风险管控底线为按照《生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单编制技术指南》《“三线一单”编制技术要求（试行）》，衔接《山西省土壤污染防治工作方案》等要求，以污染地块安全利用为重点，确定风险管控目标。到 2020 年，全省建设用地土壤环境安全得到基本保障，污染地块安全利用率达到 90% 以上，土壤环境风险得到基本管控。到 2030 年，全省土壤环境质量稳中向好，建设用地土壤环境安全得到有效保障，污染地块安全利用率达到 95% 以上，土壤环境风险得到全面管控。

按照风险管控区具体情况，充分衔接国家和山西省土壤污染防治相关要求，以全省建设用地土壤环境污染特征问题为导向，针对建设用地准入管理，构建建设用地土壤环境分区分类分管控体系，提出“以预防为主”的土壤环境风险重点管控分区分类防控要求，具体包括建设用地土壤环境空间布局约束和环境风险防控两方面。

a.空间布局约束

建设用地是属于生产空间，承担重要的工业产品生产功能。土壤环境管控的空间布局约束，应依据建设用地不同的土壤环境质量提出相应的生产活动与土地利用条件。建设用地重点管控区则经调查或修复效果评估，地块土壤环境质量满

足规划用途后，可开展相应建设活动。建设用地土壤环境的空间布局约束重点在两方面提出要求：1）产业准入（或禁止生产活动）类型与条件；2）地块再开发或进入土地流转前的土壤管控要求。

b.环境风险防控

预防为主，防止新增土壤污染。落实《中华人民共和国土壤污染防治法》、《山西省土壤污染防治条例》、《山西省土壤污染防治行动计划》、《污染地块土壤管理办法》《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》等现行土壤环境保护政策，从源头控制、土壤环境监测、土壤修复治理要点三方面在落实对建设用地的环境风险防控，防止产生新的土壤污染。

本项目为高速公路项目，为非污染类项目，营运期工程内容中未设置场站，无采暖设备，无集中式排放源，无生活污水产生。本项目涉及大气环境质量管控分区的优先保护区，水环境质量管控分区的优先保护区中的水源涵养生态功能区保护、水土保持生态功能区保护和生物多样性维护功能区保护，不涉及土壤环境质量风险管控。根据大气环境质量管控分区的优先保护区管控要求，“对优先保护区内各自然保护区和风景名胜区的保护按相关法律法规执行；不得建设排放大气污染物的生产设施；不得新建锅炉等燃煤设施，现有的燃煤设施应逐步以电能等清洁能源替代；涉及工业大气污染物排放的设施逐步退出”，本项目涉及自然保护区范围，已按照相关法律法规要求取得在自然保护区实验区内建设的林草主管部门的行政许可，此外本项目无场站工程，营运期无供暖设备，无大气污染物排放，因此不违背大气环境质量管控分区优先保护区的管控要求。根据水环境质量管控分区的优先保护区中的水源涵养生态功能区保护、水土保持生态功能区保护和生物多样性维护功能区保护的管控要求，“1）水源涵养功能区内禁止无序采矿、过度放牧、毁林开荒、开垦草原、毁林采石、采砂、采土以及其他等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。禁止布局高水资源消耗产业。禁止新建化工、医药、金属冶炼等水污染型工业项目。推进天然林草保护、退耕还林和围栏封育，维护或重建湿地、森林、草原等生态系统。巩固退耕还林、退牧还草成果。加强河流源头及主要支流的小流域治理和植树造林，减少面源污染。对水源涵养林只能进行抚育和更新性质的采伐，并在采伐后及时更新造林；2）水土保持生态功能区内禁止陡坡垦殖、过度放牧、毁林开荒、烧山开荒等。禁止在崩塌、滑坡危险区从事取土、挖砂、采石、开采零星矿产资源等可能造成水土流失的活动。限制土地资源高消耗产业发展。加强小流域综合治理，实行封山禁牧，恢复退化植被。加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治修复力度，最大限度地减少人为因素造成新的水土流失。对水土保持林只能进行抚育和更新性质的采伐；对采伐区和集材道应当采取防止水土流失的措施，并在采伐后及时更

新造林；3）生物多样性维护功能区内禁止发展高耗能、高排放、高污染产业，禁止有损自然生态系统的侵占水面、湿地、林地的农业开发活动。保护自然生态系统与重要物种栖息地，禁止各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦等。禁止对野生动植物进行滥捕滥采。在不损害生态系统功能的前提下，因地制宜地适度发展旅游、观光休闲农业等产业。”本项目为非污染类的高速公路项目，主要为太岳山隧道工程，根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告》，太岳山隧道工程施工不会触及到岩溶含水层，基本不会对泉域岩溶地下水产生明显影响。因此本项目建设不会对沿线水环境造成污染，隧道施工过程中在采取相应的水环境保护措施的情况先，不会对区域水源涵养、水土保持、生物多样性造成影响，不违背水环境质量管控优先保护区的管控要求。

（3）与资源利用上线的符合性分析

资源利用上线主要包括能源利用上线、水资源利用上线和土地资源利用上线。

①能源利用上线

以大气环境质量底线为约束的煤炭消费量预测，虽然山西省能源消费总量预测结果整体呈上升趋势，但煤炭作为山西省能源消费重要组成部分（2018年山西省煤炭消费占一次能源消费比重达到84%），为实现大气环境质量达标，重点要控制煤炭消费总量。

为达到环境空气质量改善要求，以二氧化硫、氮氧化物和颗粒物2020、2025、2035年大气环境质量底线为约束，对山西省煤炭消费量进行预测。2020、2025、2035年山西省煤炭消费量分别为35652万吨、30343万吨、27815万吨，为控制未来煤炭消费总量提供参考。

②水资源利用上线

根据《山西省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（晋政发〔2014〕13号）的要求，到2020年，山西省用水总量控制在93亿立方米以内；万元工业增加值用水量降低到65立方米以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.524以上。确立水资源开发利用控制红线，到2030年全省用水总量控制在99亿立方米以内；确立用水效率控制红线，到2030年用水效率达到或接近世界先进水平，万元工业增加值用水量（以2000年不变价计，下同）降低到40立方米以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上，预测2030年将达到0.6，其中汾河流域2020年0.5504，2030年0.62；桑干河流域2020年0.5465，2030年0.60；滹沱河流域2020年0.5507，2030年0.595；涑水河流域2020年0.6121，2030年0.62；漳河流域2020年0.5215，2030年0.589；沁河流域2020年0.6113，2030年0.63；大清河流域2020年0.475，2030年0.58。结合《山西省人民政府关于印发

山西省水资源全域化水资源优化配置方案的通知》（晋政发[2017]38号），确定2020年和2030年山西省各市地表水、地下水、黄河水等不同水源，以及工业、生活、农业、生态等不同行业水资源配置上线。后期将进一步衔接山西省水利厅关于黄河流域干支流耗水指标细化及水资源全域化配置修订工作成果，对山西省水资源利用上线指标进行更新调整。

③土地资源利用上线

为保障山西省经济社会发展，加强耕地和永久农田保护，提高土地节约集约利用水平，根据《全国土地利用总体规划纲要(2006-2020年)调整方案》下达的土地利用规划主要指标，《山西省土地利用总体规划(2006-2020年)调整方案》，衔接自然资源部门正在开展的国土空间规划，确定山西省及各市（区）各规划目标年耕地保有量、基本农田保护面积、建设用地总规模总量上线。山西省耕地保有量2025年达到5585万亩，2035年达到5585万亩；永久基本农田规模2025年达到4889万亩，2035年达到4889万亩；城乡建设用地规模，2025年达到0.95万平方公里，2035年达到1.00万平方公里。

本项目为高速公路建设项目，不涉及能源、水资源利用上线，主要涉及土地资源利用上线。本项目占地44.19hm²，其中永久用地4.13hm²，施工期临时占地40.06hm²。本项目主体工程全部为隧道工程，永久占地仅为隧道进出口，极大地减少了占用土地资源，其工程的各项占地均符合相应的占地指标。从总体上看，对沿线土地资源利用和保护影响小，不会突破土地资源利用上限。

（4）与环境负面准入清单的符合性分析

围绕全省“两山七河一流域”生态格局，根据优先保护、重点管控、一般管控三类生态环境管控单元特征，从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控和资源利用效率等方面，明确生态环境管控要求，建立全省三级生态环境准入清单体系。省级清单体现全省生态环境管控的基础性、底线性要求；设区市清单体现所在市生态环境管控的地域性、适用性要求；生态环境管控单元清单体现差异性、落地性管控要求。本项目涉及优先保护单元，根据其准入清单要求，“依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇开发建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。加强太行山、吕梁山和沿黄水土流失生态脆弱区域生态保护红线和重要生态空间的保护，依法禁止或限制大规模开发，严格矿山开采等产业准入，加强矿区的生态治理与修复，提高水源涵养能力，保护森林生态系统，有效减少泥沙入河。在汾河、桑干河、大清河、滹沱河、漳河、沁河和涑水河等河流谷地，晋阳湖、漳泽湖、云竹湖、盐湖、伍姓湖等“五湖”生态保护与修复区域，“黄河、长城、太行”旅游产业布局区以及人居环境敏感区，严控重污染行业产能规模，推进产业布局与生态空间协调发展。”本项目为高

1 总 则

速公路建设项目，属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类项目，符合国家产业政策，不属于国家法律法规和政策规定的淘汰类和限制类项目，此外，本项目建设不属于大规模、高强度的工业和城镇开发建设，主要为隧道工程，因此根据其管控要求，不属于清单内禁止或限制的建设内容。

2 建设项目概况与工程分析

2.1 路线方案、技术指标及建设规模

2.1.1 路线方案比选情况说明

2019 年编制《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》过程中，对黎霍高速公路工程可行性研究阶段，针对太岳山隧道隧址设置的比选方案进行了充分的比选论证，最终比选确定推荐方案穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区和实验区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区。2019 年 12 月，取得山西省生态环境厅的批复。

2021 年编制的《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》在 2019 年已经确定黎霍高速公路太岳山隧道路线走向的基础上，针对太岳山隧道设置的斜井、竖井方案和弃渣场方案开展方案比选，最终确定“三斜井”方案，并优化了弃渣场选址。

本次评价评价对象为黎霍高速公路太岳山隧道工程，由于隧道主体工程路线走向在 2019 年环评已开展论证，隧道辅助工程斜井方案在 2021 年环评已开展比选，上述主体工程和辅助工程内容未发生变更，因此，本次评价不再进行方案比选。

2.1.2 路线方案走向及主要控制点

（1）路线方案走向

本项目起点位于古县北平镇二道河村西南侧 270m 处，终点位于霍州市李曹镇杨家庄村南侧 550m 处，设置太岳山隧道穿越太岳山。主要包括 K133+655~K144+820 路段（其中 K136+190~K144+820 路段位于山西省霍山自然保护区实验区内），路线全长 11.165km。

本项目方案的路线走向图见附图 1。

（2）主要控制点

二道河村、杨家庄村。

本次评价工程内容与黎霍高速公路的衔接关系见 1.1.3 章节内容。

2.1.3 路线方案主要技术指标

本项目采用双向四车道高速公路标准，设计速度采用 80km/h，分离式隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m。

本项目路线方案主要技术指标见表 2.1。

2 建设项目概况与工程分析

表 2.1 本项目主要技术指标一览表

项 目	主线指标
公路等级	四车道高速公路
路线长度(km)	11.165
设计速度(km/h)	80
行车道宽度(m)	2-2×3.75
路基宽度(m)	25.5
右侧硬路肩宽度(m)	3.0
左侧硬路肩宽度(m, 分离式)	0.75
土路肩宽度(m)	2×0.75
不设超高圆曲线最小半径(m)	2500
圆曲线最小半径(m, 最大超高 4%)	600
停车视距(m)	-
最大纵坡(%)	4.5
汽车荷载等级	公路- I 级
地震动峰值加速度	0.05g~0.2g
隧道净空(m)	2-10.25×5
使用年限(年)	路面 15 年、隧道 100 年

2.1.4 路线方案工程规模

本次评价工程内容路线全长 11.165km，全部为隧道工程以及 1#斜井、2#斜井和 3#斜井，见附图 1。采用双向四车道高速公路，设计速度 80km/h。隧道工程采用分离式隧道，隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m。主要工程量为挖方 253.30 万 m³，填方 0 万 m³，路面工程 28.60 万 m²，排水及防护 11.58 万 m³。本项目共设隧道 11165m/1 座（K133+655~K144+820 路段）。主要工程数量详见表 2.2。

表 2.2 建设规模及主要工程数量一览表

类别	主要建设内容		工程数量			
	项目名称	单位	古县	霍州市	合计	
主体工程	路线长度		km	6.025	5.140	11.165
	永久征地		hm ²	2.83	1.74	4.13
	路基工程	挖方	万 m ³	253.30		
		填方	万 m ³	0		
		排水及防护	万 m ³	11.58		
	路面工程		万 m ²	28.60		
	隧道工程	特长隧道	m/座	11165/1		
	工程投资	总投资		亿元	23.07	
每公里投资		万元	20570.66			

表 2.2 建设规模及主要工程数量一览表（续）

类别	主要建设内容			工程数量				
	项目名称	单位	古县	霍州市	合计			
辅助工程	弃渣场		处	2	1	3		
	施工生产生活区		处	3	5	8		
	施工便道		hm ²	27.723 (其中 2021 年已批复施工便道 14.694km, 本次新增施工便道 13.029km, 自然保护区内新增拓宽道路 12.379km)				
	1#斜井		km	1.7				
	2#斜井		km	1.8				
	3#斜井		km	0.7				
	依托工程	沥青拌合站		处	2 (黎霍高速公路施工生产生活区 S29 和 S32)			
环保工程	主体景观绿化工程	路基边坡、路侧		-	边坡栽植紫穗槐进行绿化, 路侧栽植国槐、油松、新疆杨行道树			
		隧道进出口		-	进行景观绿化, 树种选择与周围环境相适应的小灌木			
	生态保护	临时工程生态恢复	弃渣场	复垦	hm ² /处	0	0	0
				绿化	hm ² /处	11.22/2	4.15/1	15.37/3
		施工生产生活区	复垦	hm ² /处	1.01/1	1.50/3	2.51/3	
			绿化	hm ² /处	2.83/3	9.85/5	12.68/8	
		施工便道	复垦	hm ²	0			
			绿化	hm ²	8.70			
	山西省霍山自然保护区和山西省太岳山国家森林公园		-	设置警示标志牌与野生动植物宣传牌 2 处; 限速、禁鸣和远光灯限制标志 2 处				
	环境风险防范措施	隧道工程	隧道口事故水收集池	个	2	2	4	
			防渗排水沟	m	12050	10380	22430	
警示牌			块	1	1	2		

注：太岳山隧道管理站和太岳山隧道救援管理站已包含在《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中，本次不再评价。

2.2 预测交通量

本项目工期为 2021 年 12 月~2024 年 12 月，因此，本次预测交通量近、中、远期代表年分别取 2025 年、2031 年、2039 年。根据本项目的工程可行性研究报告，本项目相对交通量预测结果见表 2.3，车型比（绝对数）见表 2.4，本项目各

2 建设项目概况与工程分析

特征年绝对交通量见表 2.5。

表 2.3 本项目相对交通量预测结果（单位：pcu/d）

路 段	2025 年	2031 年	2039 年
本项目	15561	19794	28145

表 2.4 本项目预测年交通特性参数一览表

车型分类	小型车	中型车	大型车
2025 年车型比	50.93%	5.31%	43.76%
2031 年车型比	51.14%	5.26%	43.60%
2039 年车型比	51.96%	5.06%	42.98%
昼间系数	0.81		

表 2.5 本项目绝对交通量预测结果（单位：辆/日）

路段	特征年		
	2025 年	2031 年	2039 年
本项目	8182	10427	14932

2.3 主要工程概况

2.3.1 路基工程

（1）路基标准横断面

① 路基宽度

本项目采用四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，结合地形、地貌，全线设置分离式路基断面形式。

分离式路基：行车道宽 2×3.75m、左侧硬路肩宽 0.75m、右侧硬路肩宽 3.0m，土路肩宽 2×0.75m。

本项目填方路基标准横断面见图 2.1。

② 路拱横坡

行车道、硬路肩、土路肩路拱横坡均采用 2%。

分离式（半幅）路基横断面图（填方）

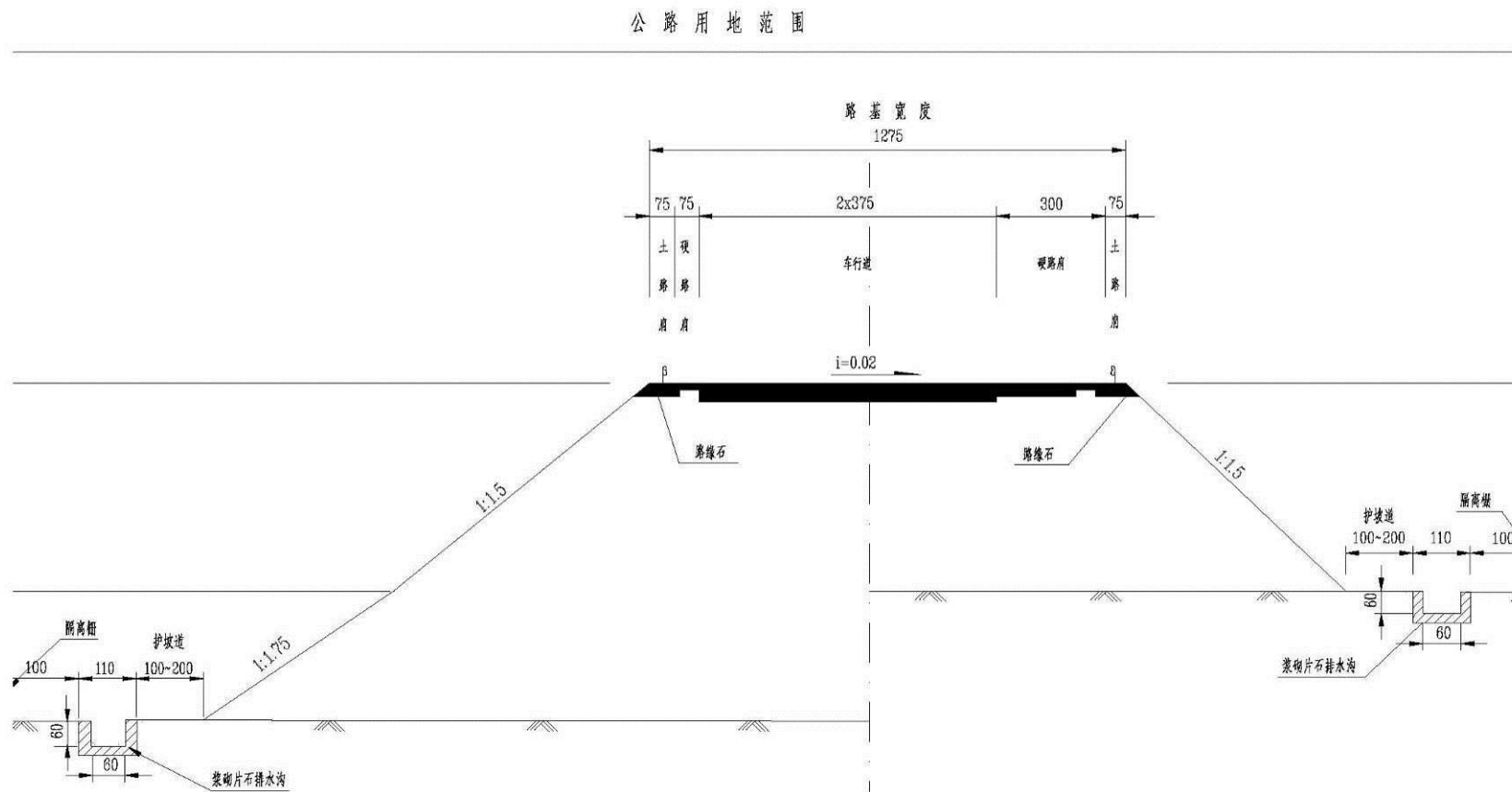


图 2.1 本项目填方路基标准横断面图（分离式路基）

(2) 路基边坡

根据地质条件和路基填料，合理选择边坡坡率。

填方路基边坡：在一般情况填方路基边坡，当填方高度 $\leq 8\text{m}$ 时，边坡采用 1: 1.5，当填高 $> 8\text{m}$ 时，上部 8m 范围内采用 1: 1.5，下部采用 1: 1.75；填高大于 20m 时，每 12m 放缓边坡坡度一级或二级（每级为 0.25）。

① 路基排水

沿线采用的路基排水主要有边沟、排水沟、截水沟和急流槽等。填方路段设 60cm、深 60cm 矩形排水沟。

路拱横坡：土路肩全部硬化，行车道及硬路肩横坡采用 2%。

② 路基防护

路基防护工程是公路的重要组成部分。边坡防护对于边坡稳定、安全、美化路容及环境保护、水土保持，确保运营经济效益、社会影响等也将起到举足轻重的作用。本项目沿线采用的边坡防护工程有混凝土防护、护面墙、挡土墙及拱型骨架、铺草皮、植树护坡、锚杆挂网喷浆等。

(3) 用地范围

路线用地界限：对于填方路段，设排水沟时，用地界为排水沟外侧 1.0m，无排水沟时，用地界为坡脚线以外 1.0m。

2.3.2 路面工程

(1) 隧道洞内路面

隧道洞内路面根据运营车辆的载重特点分为重交通（黎城~霍州方向）和特重交通（霍州~黎城方向）2 种类型，隧道在洞口段 300m 采用复合式路面，洞内采用露石混凝土路面结构，车行横通道、人行横通道采用水泥混凝土路面。

① 隧道路面

a. 重交通（黎城~霍州方向）

洞内：6cm 厚露石混凝土面层+26cm 厚水泥混凝土面层+15cm 素混凝土基层+15cm 素混凝土整平层（仅是衬砌无仰拱时有）。

洞口段：4cm 厚 ARAC-13 细粒式胶粉复合改性沥青混凝土（掺 5% 阻燃剂）+6cm 厚中粒式改性沥青混凝土（0.4% 抗车辙）+26cm 厚水泥混凝土面层+15cm 素混凝土基层+15cm 素混凝土整平层（仅是衬砌无仰拱时有）。

b. 特重交通（霍州~黎城方向）

洞内：6cm 厚露石混凝土面层+28cm 厚水泥混凝土面层+15cm 素混凝土基层+15cm 素混凝土整平层（仅是衬砌无仰拱时有）。

洞口段：4cm 厚 ARAC-13 细粒式胶粉复合改性沥青混凝土（掺 5% 阻燃剂）+6cm 厚中粒式改性沥青混凝土（0.4% 抗车辙）+28cm 厚水泥混凝土面层+15cm 素

混凝土基层+15cm 素混凝土整平层（仅是衬砌无仰拱时有）。

②横通道路面

车行横洞采用水泥混凝土路面，路面结构形式为：18cm 厚水泥混凝土路面+10cm 厚素混凝土基层。

人行横洞采用水泥混凝土路面，路面结构形式为：18cm 厚水泥混凝土路面。

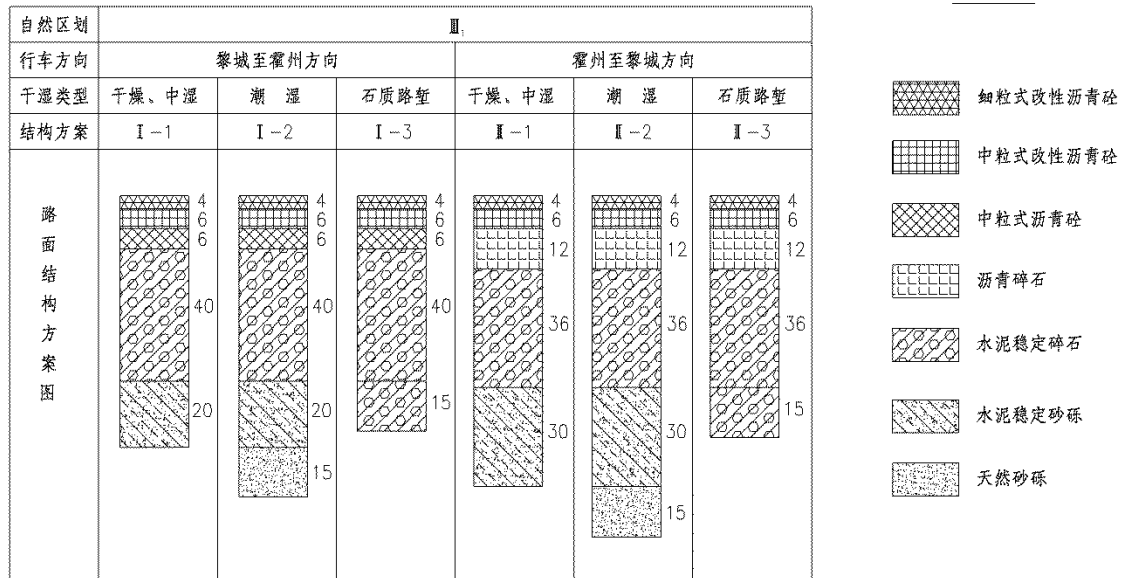
(2) 路基路段路面

本项目路基路段路面按照特重、重交通车道设计，采用柔性基层沥青路面，路面结构组合及厚度见表 2.6。路面结构图见图 2.2。

表 2.6 路面结构方案表

结构层	重交通（古县至霍州方向）		特重交通（霍州至古县方向）	
	材料	厚度(cm)	材料	厚度(cm)
面层	SMA-13 沥青玛蹄脂	4	SMA-13 沥青玛蹄脂	4
	中粒式改性沥青混凝土	6	-	
	中粒式沥青混凝土	6	中粒式改性沥青混凝土	6
基层	水泥稳定碎石	40	沥青碎石	12
			水泥稳定碎石	36
底基层	水泥稳定碎石	20	水泥稳定碎石	30
垫层	天然砂砾	15	天然砂砾	15
总厚度(cm)	-	91	-	103

图 例



说明：本图无比例，图中尺寸均以厘米计。

图 2.2 路面结构示意图

2.3.3 隧道工程

(1) 隧道设置情况

本项目全线共设置隧道 11165m/1 座（K133+655~K144+820 路段），即太岳山特长隧道。

本次评价工程内容包括 3 处斜井，其中 1#斜井全长 1750m，地下工程位于自然保护区实验区内，1#斜井出口部分区域位于自然保护区实验区内；2#斜井，全长 1800m，2#斜井出口位于自然保护区实验区内，2#斜井地下工程位于自然保护区实验区内；3#斜井，全长 700m，地下工程位于自然保护区实验区内，3#斜井出口位于该自然保护区实验区内。3 处斜井主要功能为施工期隧道出渣、运营期的隧道通风。

(2) 隧道横断面设计

本项目设置的隧道为分离式隧道。隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，短隧道净宽 12.5m，净高 5.0m。

隧道主洞：净宽 10.25m（ $0.75+0.5+2\times 3.75+0.75+0.75$ ），净高 5m；

本项目隧道工程设置情况见表 2.7，隧道横断面见图 2.3 所示。

表 2.7 本项目隧道设置一览表

序号	隧道名称	起讫桩号	隧道长度(m)	净空(高×宽) m	工程地质概况	通风方式
1	太岳山隧道	K133+655~K144+820	11165	2-10.25×5	喀斯特大起伏中山区，隧址区出露地层为奥陶系中统下马家沟组下段 (O ₂ x ¹) 泥灰岩夹灰岩、下统亮甲山组 (O ₁ l) 白云岩及白云质灰岩；寒武系上统凤山组 (C ₃ f) 白云岩夹泥质白云岩，寒武系上统凤山组 (C ₃ f) 白云岩夹泥质白云岩，上统固山组 (C ₃ g) 泥质条带灰岩，中元古界长城系霍山组 (Pt ₂ ch) 砂岩；中下太古界霍县群黄梁组 (Ar ₁₋₂ h) 条纹状混合岩夹薄层状黑云片岩等，节理裂隙较发育，层间结合较好，呈厚层状结构，围岩级别为III~V级；局部受断层影响，节理裂隙发育，岩体较破碎，层间结合较差，岩体稳定性较差，地下水有可能顺断裂带渗入洞体，围岩稳定性较差，断裂带附近围岩级别为IV级，该路段大部工程地质条件简单，局部工程地质条件复杂，III级 39%，IV级 40%，V级 21%	斜井分段式纵向通风

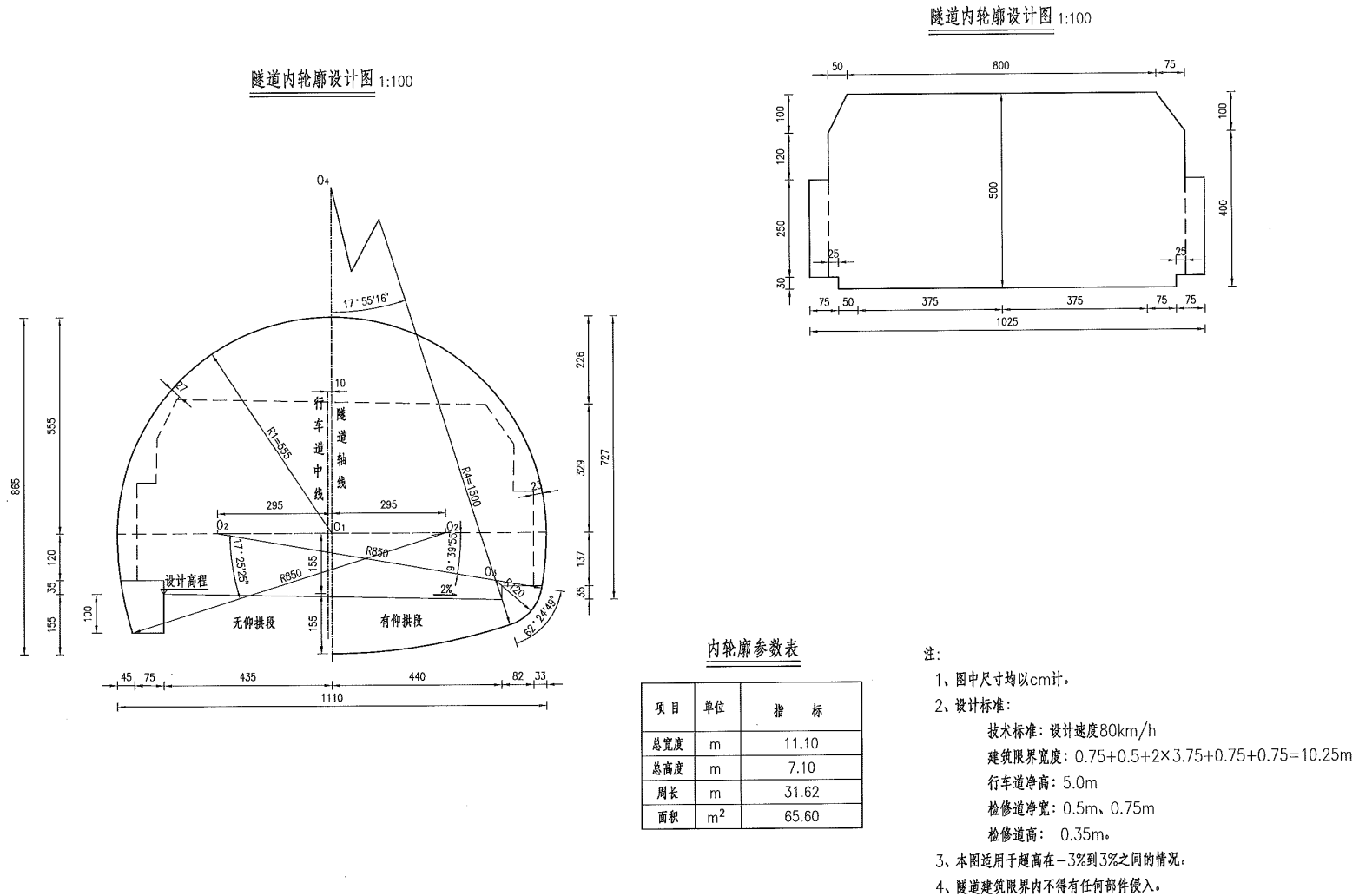
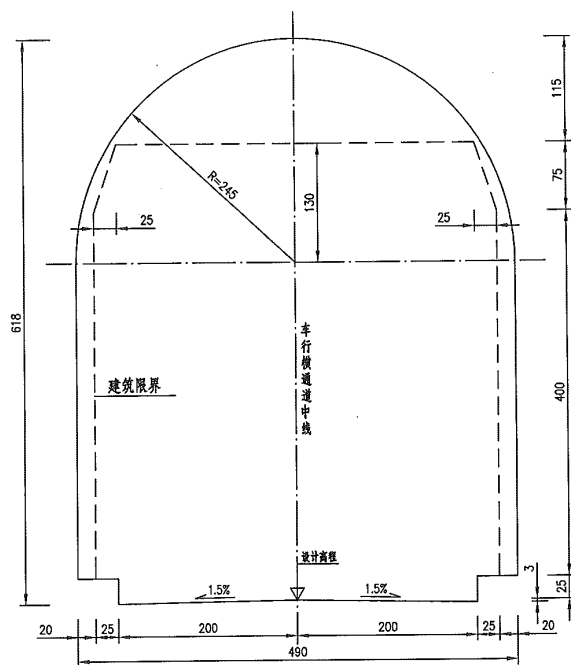


图 2.3 隧道断面图 (1)

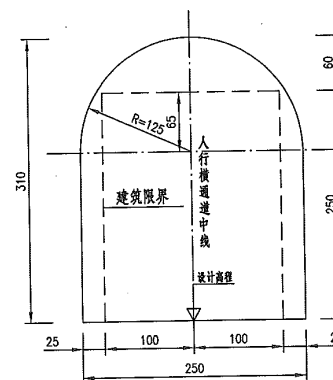


车行横通道内轮廓图

1:50

车行横通道内轮廓主要参数表

序号	项目	单位	数量
1	总高度	cm	618
2	总宽度	cm	490
3	内轮廓周长	m	14.60
4	内轮廓面积	m ²	27.40



人行横通道内轮廓图

1:50

人行横通道内轮廓主要参数表

序号	项目	单位	数量
1	总高度	cm	310
2	总宽度	cm	250
3	内轮廓周长	m	7.63
4	内轮廓面积	m ²	7.08

附注：1、本图尺寸均以cm计。

2、建筑限界内不得有任何部件侵入。

图 2.3 隧道断面图（2）

2.3.4 交通工程及沿线设施

(1) 交通工程

本项目交通工程及沿线设施为 B 级标准，为保证行车安全和充分发挥公路的作用，应设置必要的安全设施，主要有：

- ① 中央分隔带及高路基、陡坡地段的路侧设置组合式防撞护栏；
- ② 中央分隔带采用设防眩板来遮掩夜间行车时对面车辆的灯光；
- ③ 全线设置必要的警示、提示路标；
- ④ 设置齐全的交通标线；
- ⑤ 在本项目两侧用地界桩设置隔离栅。

(2) 沿线服务、管理设施

本次评价工程内容无站区工程，太岳山隧道设置隧道管理站 1 处，隧道救援管理站 1 处，共计 2 处站区已纳入《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》。隧道管理站和隧道救援管理站主要由办公楼、餐厅等工作人员活动场所组成。各服务设施工作人员数量参照相关定员标准，并类比山西省已建成高速公路服务设施。

本项目沿线设施情况详见表 2.8。

表 2.8 沿线设施情况一览表

序号	桩号	设施名称	工作人员(人)	旅客(人/d)	占地面积(hm ²)	备注
1	AK133+400	太岳山隧道管理站	20	-	0.53	-
2	AK144+500	太岳山隧道救援管理站	20	-	0.53	-
合计			40	-	1.06	-

① 营运期大气污染治理措施

根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，2 处站区要求采暖采用清洁能源，无集中式排放源。厨房油烟设置油烟净化系统处置后，经排烟竖井至屋顶高空排放，可达到《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）中油烟最高允许排放浓度要求（2.0mg/m³）。采取如上措施后，隧道管理站和隧道救援管理站餐饮油烟可实现达标排放，对周围大气环境质量影响较小。

② 营运期水污染治理措施

根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，营运期 2 处站区各设置 3t/d 一体化生物转盘（RBC）污水处理设施 1 套+1 处蓄水池。餐厅废水经油水分离器与其余生活废水进入一体化生物转盘（RBC）污水处理技术等污水处理设施处理后，储存于蓄水池内，用于场站内扫洒、绿化等，不外排。

③ 营运期固废污染治理措施

根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，2处站区设置垃圾箱集中收集后，送当地环卫部门统一处置。

2.4 工程征占地情况

本项目占地 57.93hm²，其中永久占地 4.13hm²，施工期临时占地 53.80hm²，本项目征占用土地类型及数量详见表 2.9。

表 2.9 本项目永久占地类型及数量情况一览表

占地性质	所属县	占地类型及数量 (hm ²)								合计	备注
		耕地	林地		草地	水利及水利设施用地	其他土地		交通运输用地		
		旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地	内陆滩涂	田坎	裸土地	农村道路		
永久占地	临汾市古县	0	0.39	1.19	0	0	0	0	0	1.58	-
	临汾市霍州市	0	1.11	1.44	0	0	0	0	0	2.55	-
	永久占地合计	0	1.5	2.63	0	0	0	0	0	4.13	-
临时占地	弃渣场	0	3.83	9.29	2.25	0	0	0	0	15.37	3处
	施工生产生活区	2.51	2.18	6.83	3.67	2.36	0.15	1.13	0.08	18.91	8处
	施工便道	0	3.2	3.28	2.22	0	0	0	10.82	19.52	
	临时占地合计	2.51	9.21	19.4	8.14	2.36	0.15	1.13	10.9	53.80	-
合计	永久占地+临时占地	2.51	10.71	22.03	8.14	2.36	0.15	1.13	10.9	57.93	-

注：①土地利用分类参照《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；②“耕地”均为旱地，农作物以玉米、谷子等为主；③“林地”主要指以油松、辽东栎、山杨、华北落叶松等为主的乔木林地及灌木林地；④“草地”中其他草地是指地表植被为灌草丛的地块，树木郁闭度小于0.1，表层为土质。

2.5 工程土石方

本项目全线穿越太岳山，全部为隧道工程，全线以挖方为主，经对全线土石方进行挖填平衡后，产生弃方 253.3 万 m³，其中古县段运往弃渣场，霍州段综合利用。本项目工程土石方平衡见表 2.10。

本项目隧道进口段总弃渣量为 132.04 万 m³，隧道出口段总弃渣量为 121.26 万 m³，结合目前隧道进口已掘进 1.7km，隧道出口已掘进 2.3km，弃渣量分析

2 建设项目概况与工程分析

见下文，弃渣量产生情况汇总见下表 2.11。

隧道进口段总弃渣量为 132.04 万 m³，隧道掘进 1.7km 和 1#斜井掘进已产生弃渣量为 46.14 万 m³，目前该弃渣全部弃入隧道进口 1#弃渣场，弃渣量剩余 85.90 万 m³，根据隧道进口 1#弃渣场容量 81.51 万 m³，剩余容量为 35.37 万 m³，总剩余弃渣量为 85.90 万 m³，剩余 50.53 万 m³ 弃入 2#弃渣场。

隧道出口段总弃渣量为 121.26 万 m³，隧道掘进 2.3km 已产生弃渣量为 46.00 万 m³，目前该弃渣全部经碎石加工场加工为石料后回用于项目建设，未产生弃渣。弃渣量剩余 75.26 万 m³，根据隧道出口设置碎石加工场的实际情况，从本项目目前工程进度估算，仍需使用石料换算成弃渣量约为 25 万 m³，本项目拟利用目前路基段已形成弃渣场库容 121 万 m³，已弃渣约 65 万 m³，剩余可弃渣容量 56 万 m³，根据综合利用后剩余弃渣量，即 50.26 万 m³，弃入路基段已形成弃渣场，容量可满足要求。

表 2.11 本项目弃渣量产生情况汇总表

序号	路段	弃渣总量 (万 m ³)	已产生弃渣 (万 m ³)	弃渣去向	剩余弃渣 (万 m ³)	剩余弃渣去向		
						综合利用 (万 m ³)	弃渣场 (万 m ³)	
1	隧道进口段	132.04	46.14	1#弃渣场	85.90	0	<u>1#弃渣场</u>	<u>2#弃渣场</u>
							35.37	50.53
2	隧道出口段	121.26	46.00	全部综合利用	75.26	25	<u>路基段已形成弃渣场</u>	
							50.26	
合计		253.30	92.14	/	161.16	25	136.16	

2.6 临时工程

本项目临时工程包括弃渣场、施工生产生活区及施工便道，其平面位置示意图见附图 2。

2.6.1 弃渣场

本项目弃渣场尽量布设在公路就近的低地或沟道内，选址避开沿线自然保护区、森林公园、饮用水水源地一级、二级保护区等环境敏感区，弃渣场下游无居民点；弃渣场所处位置汇流量较小，且平均弃渣高度不高，弃渣场所在地形均有利于工程防护措施的实施；弃渣场容量大，工程地质情况良好，运距合理。

根据本项目工程土石方平衡结果，项目产生弃方 253.3 万 m³，经综合利用后，实际弃渣量为 204.27 万 m³。结合本工程的特点和沿线环境特征，在现场踏勘的基础上，经与主体工程设计单位共同协商，共设 3 处弃渣场，临时占地共计 15.37hm²，

其布设情况见表 2.12，弃渣场防护措施典型设计图见附图 3。

2.6.2 施工生产生活区

本项目施工生产生活区尽量布设在公路线位附近，选址避开沿线自然保护区核心区、缓冲区、饮用水水源地一级、二级保护区等环境敏感区。

结合本工程的特点和公路沿线环境特征，在现场踏勘的基础上，经与主体工程设计单位共同协商，共设置施工生产生活区 8 处，主要包括施工营地、混凝土拌合站、物料堆场和施工机械停放点等，占地面积共约 18.91hm²，其布设情况见表 2.13。本项目施工生产生活区防护措施典型设计图见附图 4。

本项目 S5 为隧道下穿杨家庄水库上游水峪沟路段地表注浆加固处治工程施工场地。隧道下穿杨家庄水库上游水峪沟路段地表注浆加固处治工程主要内容见下文，地表注浆加固处治工程平面布置图见图 2.4。

本项目太岳山隧道下穿杨家庄水库上游水峪沟路段由于隧道洞体浅埋、围岩破碎，施工过程中上覆含水层内的地下水、地表水等可能持续大量渗入洞体，且极可能发生严重塌方，而库区内地表水、洞顶上方含水层均会快速涌入隧道洞体内，将造成库区补给源在隧道穿越段流量骤减，甚至导致地表水完全断流，从而大量减少或切断了库区的补给，最终使库区蓄水因正常的蒸发和渗失，很快干枯。因此，本项目需对隧道下穿杨家庄水库上游水峪沟路段开展地表注浆加固处治工程。

地表注浆加固处治范围为隧道右线开挖线外侧约 10m，隧道左线开挖线外侧约 45~75m，总宽度约 96m，总长度约 135m，总面积共计约 8904m²。对应隧道里程为 K143+560~K143+650 段，左线 ZK143+525~ZK143+650 段。

注浆方案为 φ89mm 钢花管，注水泥浆，注浆孔直径为 120mm，间距为 1.2m 和 1.0m，呈梅花形布置。注浆压力应为实测水压加 2MPa，确定注浆终孔压力为实测水压加 4MPa，孔口段以渗透注浆为主，注浆压力 1~2MPa。全部施工完成后，检查注浆孔并填充密实。

注浆孔利用潜孔钻车采用干钻法进行钻孔，钻至规定深度后用高压风机将孔内所有浮土、石屑清理干净。钻孔过程中会产生少量钻渣。

本次注浆加固工程分为三个加固区，加固区一主要目的为阻挡地表水下渗路径，加固深度为洞顶以上 6~16m 范围，加固区二主要目的是阻挡 F51 及 F53-1 断层水渗流路径，加固深度为洞顶以上 16m 至设计高程以下 10m，加固区三主要目的是阻挡水库水沿 F53-1 断层回流路径，加固深度为洞顶以上 16m 至设计高程以下 20m。此外在洞顶修筑排水沟，对地表水进行引流，排水沟长度为 200m。

本次环评要求注浆孔钻孔产生的少量废渣全部就近弃入 Q3 弃渣场，严禁在施工场地内随意堆放；钻孔时吹出的灰尘应采用喷雾器喷洒水雾抑制；注浆时，于

2 建设项目概况与工程分析

地面设槽围护，避免浆液随意流淌，注浆液拌合站严禁设置于自然保护区实验区内，应在隧道出口设置的 S6 施工生产生活区内设置注浆液拌合站。

本项目在 S7 内设置碎石加工场 1 处，其具体设置情况如下：

碎石加工场内设置年加工 120 万 t 隧道矿渣生产线 1 条，配套建设环保设施、原料堆存区和成品堆存区等。

碎石加工场厂房采用轻钢结构，上部为全封闭拱顶钢结构，面积约 1980m²，高为 16m，厂房全封闭。隧道矿渣生产线包括振动给料机、颚式破碎机、圆锥式破碎机、冲击式破碎机、振动筛、皮带输送机等设备。厂房内包括成品堆存区占地 900m²，生产区占地 1080m²。原料堆存区占地 792m²，位于生产区侧。生产线目前在物料运输环节设置洒水车 1 辆，在装卸扬尘环节设置 2 台 80 型雾炮机，在输送环节设置有喷淋系统，在给料、破碎工序设置 1 套布袋除尘器+15m 高排气筒，同时设置粉尘收集管道，在筛分工序设置 1 套布袋除尘器+15m 高排气筒，同时设置粉尘收集管道，在落料工序设置喷淋系统，具体环保措施照片见下图 2.5。





图 2.5 碎石加工场环保设置现状图

2 建设项目概况与工程分析

表 2.10 本项目土石方平衡一览表

行政区划	桩号	项目	挖方 (m ³)			填方(m ³)	调入(m ³)		调出(m ³)		借方(m ³)		弃方(m ³)		
			总体积	土方	石方	土方	土方	土方	土方	土方	取土来源	总体积	土方	石方	弃方去向
临汾市古县	K133+655~K139+680	隧道工程	1199000	0	1199000	0	0	0	0	0	0	1199000	0	1199000	Q1~Q2
临汾市霍州	K137+540	1#斜井工程	121400	0	121400	0	0	0	0	0	0	121400	0	121400	Q1~Q2
	K139+680~K144+820	隧道工程	1034000	0	1034000	0	0	0	0	0	0	1034000	0	1034000	Q3
	K140+800	2#斜井工程	128500	0	128500	0	0	0	0	0	0	128500	0	128500	Q3
	K142+680	3#斜井工程	50100	0	50100	0	0	0	0	0	0	50100	0	50100	Q3
合计			2533000	0	2533000	0	0	0	0	0	0	2533000	0	2533000	-

表 2.12 本项目全线弃渣场设置一览表

行政区划	序号	桩号、方位及距离	弃渣量(万 m ³)	可弃方量(万 m ³)	最大弃渣高度(m)	占地类型及面积 (hm ²)				弃渣供应路段桩号	环境概况	
						耕地	林地		草地			小计
						旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地			
临汾市古县	Q1	K133+920 左 290	81.51	90.56	45	0	0	6.45	0	6.45	K133+655~ K139+680	沟道及两侧底部现状植被为灌草丛，沟道两侧中上部主要为乔木林及灌木林
	Q2	K135+510 右 3150	72.5	82.5	50	0	1.84	0.68	2.25	4.77		坡面植被较好，两侧坡面主要为灌木林，底部主要为灌草丛
临汾市霍州市	Q3	K144+840 左 1360	50.26	56.5	50	0	1.99	2.16	0	4.15	K139+680~ K144+820	沟道弃渣，沟壑两侧坡面及沟底主要为灌木林和乔木林
合计			204.27	229.56	/	0	3.83	9.29	2.25	15.37	/	/

2 建设项目概况与工程分析

表 2.13 本项目全线施工生产生活区设置一览表

序号	行政区划	临时设施名称	桩号、方位及距离	施工场地建设内容	占地类型及面积 (hm ²)								周边环境概况	
					耕地	林地		草地	水利及水利设施用地	其他土地		交通用地		小计
					旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地	内陆滩涂	田坎	裸土地	农村道路		
S1	临汾市古县	1#施工生产生活区	K133+300 右侧 1070m	施工营地、物料堆场、混凝土拌合站、机械车辆停放场、钢筋加工场	1.01	0	0	0	2.36	0	0	0	3.37	场地现状主要为栽培植被、灌丛、草丛
S2		2#施工生产生活区	K133+300 右侧 100m	施工营地、物料堆场、机械车辆停放场	0	0	1.23	0	0	0	0	0	1.23	场地现状主要为栽培植被、草丛
S3		3#施工生产生活区	K136+600 右侧 1600m	施工营地、物料堆场、机械车辆停放场	0	0	1.2	0.4	0	0	0	0	1.6	场地现状主要为灌丛、草丛
S4	临汾市霍州市	4#施工生产生活区	K142+500 右侧 720m	物料堆场、机械车辆停放场	0	1.08	0.89	0	0	0	0	0	1.97	场地现状主要为乔木、灌丛
S5		5#施工生产生活区	K143+800 右侧 350m	物料堆场、机械车辆停放场	0	1.1	0.87	0	0	0	0	0	1.97	场地现状主要为乔木、灌丛
S6		6#施工生产生活区	K144+900 左侧 0m	物料堆场、机械车辆停放场	0.47	0	2.64	0.61	0	0	0	0	3.72	场地现状主要为灌丛、栽培植被

表 2.13 本项目全线施工生产生活区设置一览表（续）

序号	行政区划	临时设施名称	桩号、方位及距离	施工场地建设内容	占地类型及面积 (hm ²)								周边环境概况	
					耕地	林地		草地	水利及水利设施用地	其他土地		交通用地		小计
					旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地	内陆滩涂	田坎	裸土地	农村道路		
S7	临汾市霍州市	7#施工生产生活区	K145+700 左侧 40m	施工营地、物料堆场、混凝土拌合站、碎石加工场、机械车辆停放场	0.80	0	0	2.66	0	0.13	0	0.02	3.61	场地现状主要为灌丛、栽培植被
S8		8#施工生产生活区	K148+500 右侧 1110m	施工营地、物料堆场、混凝土拌合站、机械车辆停放场	0.23	0	0	0	0	0.02	1.13	0.06	1.44	场地现状主要为灌丛、栽培植被
合计					2.51	2.18	6.83	3.67	2.36	0.15	1.13	0.08	18.91	/

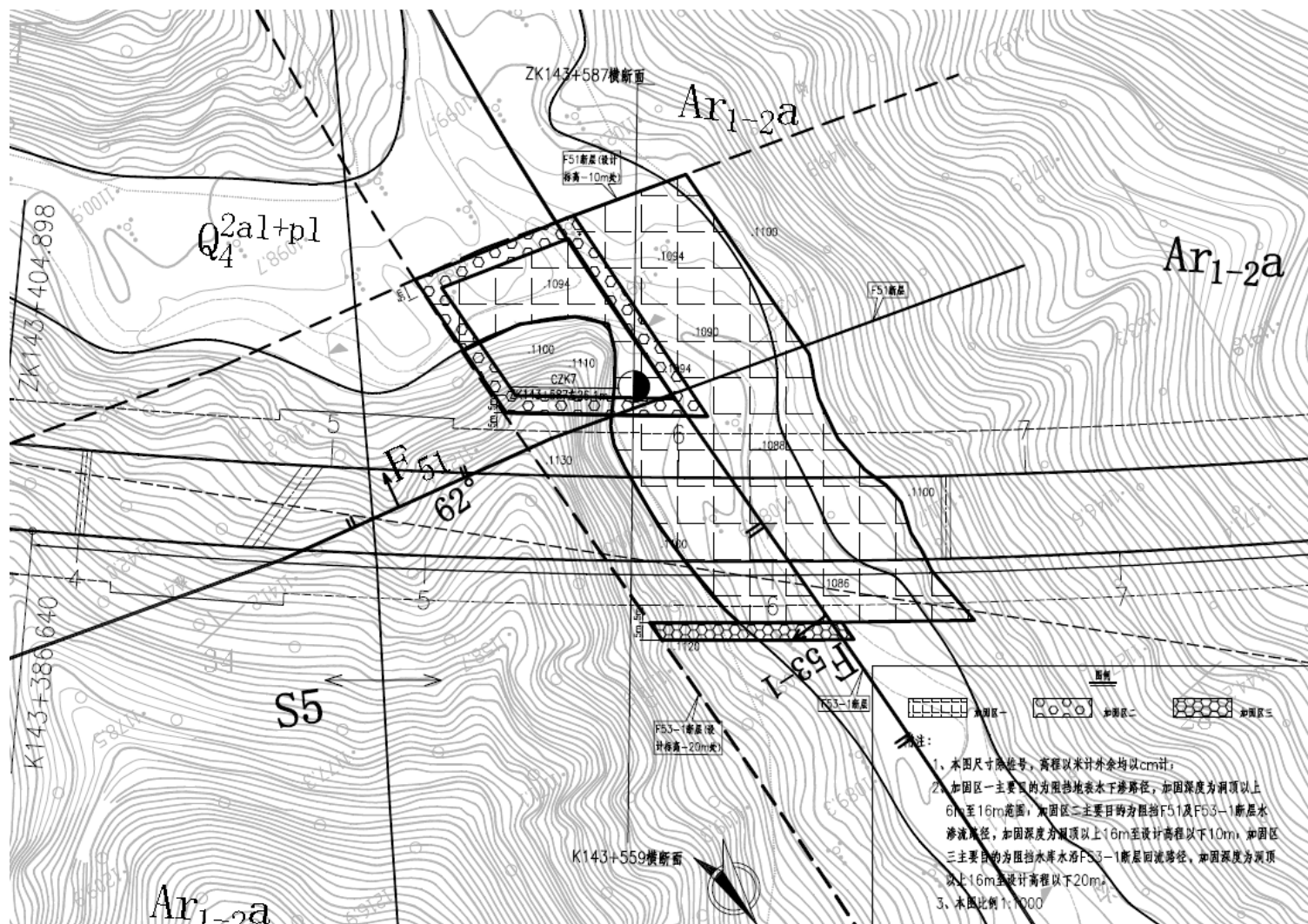


图 2.4 地表注浆加固处治工程平面布置图

2.6.3 施工便道

本项目施工便道包括主体工程施工便道，以及通往弃渣场、施工生产生活区的施工便道。本项目在设置施工便道充分考虑利用现有国省干线公路及县乡道路，但仅靠现有道路很难满足施工需要，因此必须在适当的路段修筑一些新的进场便道。

2021年开展的《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》中设置施工便道共计15.69km，其中利用现有道路13.24km，新增便道2.45km。施工便道总占地面积11.77hm²，其中新增占地5.81hm²。新增便道包括通往主体工程施工便道1.8km，通往弃渣场和施工生产生活区的施工便道0.65km；新建施工便道均为砂石路面，宽度7.5m，新增占地面积约1.84hm²。现有道路13.24km，路基宽度3~5m，拓宽至7.5m，总占地面积9.93hm²，其中新增占地面积3.97hm²。已批复施工便道设置表见下表2.14，施工便道设置位置见下图2.6。

表 2.14 本项目已批复施工便道新增占地情况一览表

序号	项目	位置	长度 (km)	占地面积 (hm ²)				小计
				耕地	林地		草地	
				旱地	乔木 林地	灌木 林地	其他 草地	
1	主体工程便道	隧道口、 斜井口至 上路处	1.8	0	0.45	0.9	0	1.35
2	弃渣场及施工生产 生活区便道	沿线一侧	0.65	0	0.09	0.04	0.36	0.49
3	旧路拓宽	沿线一侧	13.24	0	0.95	1.54	1.48	3.97
合计			15.69	0	1.49	2.48	1.84	5.81

注：①“耕地”均为旱地，农作物以玉米、谷子等为主；②“林地”主要指以荆条、酸枣等为主的灌木林地；③“草地”中其他草地是指地表植被为灌草的地块，树木郁闭度小于0.1，表层为土质。

在2021年开展补充报告环评的过程中，由于从小涧村进入2#和3#斜井出口共用的施工生产生活区的施工便道穿越了山西霍山省级自然保护区的核心区、缓冲区，因此从选址合理性角度，未设置该施工便道，设置了从杨家庄水库上游进入2#和3#斜井出口共用的施工生产生活区的施工便道，在项目实施过程中，从杨家庄水库上游进入2#和3#斜井出口共用的施工生产生活区的施工便道由于严重影响杨家庄水库的水质，因此未在该位置设置施工便道。2022年8月，自然保护区功能区进行了调整，同时将该施工便道穿越区域调整为实验区，2022年10月，省林草局批复了在自然保护区内设置该施工便道。因此，本次评价新增施工便道1条，即从小涧村进入2#和3#斜井出口共用的施工生产生活区的施工便道。

2 建设项目概况与工程分析

4#施工生产生活区施工便道长共计 13.029km，其中自然保护区内长度为 12.379km，自然保护区外长度为 0.65km。自然保护区内施工便道长度 12.379km，其中位于调整功能区前自然保护区核心区和缓冲区内路段长度为 9579.22m，位于功能区调整前自然保护区实验区内长度为 2799.78m。根据 2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15 号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区，批复隧道临时工程包括施工便道 1 条，长度 9579.22m，在原有道路基础上扩宽，原有道路平均宽度 3m，扩宽后道路平均宽度为 6.5m，临时占用保护区面积 6.23hm²。由于省林草局本次批复临时工程的施工便道为功能区调整之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段，因此批复长度为 9579.22m，本次评价对象为整个太岳山隧道工程，因此施工便道长度 12.379km，包括功能区调整之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段 9579.22m，功能区调整前位于自然保护区实验区内路段 2799.78m，以及自然保护区以外路段 0.65km。4#施工生产生活区施工便道的设置宽度为 6.5m，总占地为 8.05hm²，该施工便道为对既有道路扩宽改造，既有道路宽 3.0m，占地为 3.72hm²，新增占地 4.33hm²，位于调整功能区前自然保护区核心区和缓冲区内路段长度为 9579.22m，道路宽度为 6.5m，占地面积 6.23hm²，与晋林保许准〔2022〕15 号批复一致。

本项目施工便道防护措施典型设计图见附图 5。

表 2.15 本次评价自然保护区内增设施工便道占地情况一览表

序号	项目	位置	长度 (km)	占地面积 (hm ²)				小计
				林地		草地	交通运输用地 公路用地	
				乔木 林地	灌木 林地	其他草地		
1	旧路拓宽	沿线一侧	12.379	2.15	1.6	0.58	3.72	8.05

2021 年已批复环评共设置施工便道 15.69km，其中利用现有道路 13.24km，新增便道 2.45km。施工便道总占地面积 11.77hm²，其中新增占地 5.81hm²。新增便道包括通往主体工程施工便道 1.8km，通往弃渣场和施工生产生活区的施工便道 0.65km；新建施工便道均为砂石路面，宽度 7.5m，新增占地面积约 1.84hm²。现有道路 13.24km，路基宽度 3~5m，拓宽至 7.5m，总占地面积 9.93hm²，其中新增占地面积 3.97hm²。

新增便道 2.45km，其中主体工程新建施工便道包括隧道进口施工便道 276m，隧道出口施工便道 528m，通往 2#和 3#斜井施工便道 996m，主体工程共计新建施工便道 1.8km；临时工程新建施工便道包括 1#施工生产生活区施工便道 23m，1#

弃渣场施工便道 137m，2#弃渣场 161m，3#弃渣场 329m，临时工程共计新建施工便道 650m。

利用现有道路作为施工便道共计 13.24km，包括 1#斜井既有便道 2.335km，隧道出口既有便道 0.7km，1#弃渣场既有便道 0.509km，2#弃渣场既有便道 4.947km，3#弃渣场既有便道 2.438km，杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地 2.311km。

在隧道工程施工过程中，新建施工便道方面，通往 2#和 3#斜井施工便道重新设置，原先设置的 996m 施工便道取消。

综上所述，2021 年已批复环评的施工便道中，已开工项目实际使用的施工便道情况如下：

①新建施工便道使用情况

新增便道 1.454km，其中主体工程新建施工便道包括隧道进口施工便道 276m，隧道出口施工便道 528m，主体工程共计新建施工便道 0.804km；临时工程新建施工便道包括 1#施工生产生活区施工便道 23m，1#弃渣场施工便道 137m，2#弃渣场 161m，3#弃渣场 329m，临时工程共计新建施工便道 0.65km。

②利用既有施工便道使用情况

利用现有道路作为施工便道共计 13.24km，包括 1#斜井既有便道 2.335km，隧道出口既有便道 0.7km，1#弃渣场既有便道 0.509km，2#弃渣场既有便道 4.947km，3#弃渣场既有便道 2.438km，杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地 2.311km。

本次评价新增施工便道 1 条，为 2#和 3#斜井出口及其共用施工生产生活区的施工便道，长度为 13.029km，其中自然保护区内长度为 12.379km，自然保护区外长度为 0.65km。自然保护区内施工便道长度 12.379km，其中位于调整功能区前自然保护区核心区和缓冲区内路段长度为 9579.22m，位于功能区调整前自然保护区实验区内长度为 2799.78m。根据 2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15 号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区，批复隧道临时工程包括施工便道 1 条，长度 9579.22m，在原有道路基础上扩宽，原有道路平均宽度 3m，扩宽后道路平均宽度为 6.5m，临时占用保护区面积 6.23hm²。由于省林草局本次批复临时工程的施工便道为功能区调整之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段，因此批复长度为 9579.22m，本次评价对象为整个太岳山隧道工程，因此施工便道长度 13.029km，包括功能区调整之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段 9579.22m，功能区调整前位于自然保护区实验区内路段 2799.78m，以及自然保护区以外路段 0.65km。自然保护区内该施工便道的设置宽度为 6.5m，总占地为 8.05hm²，该施工便道为对既有道路扩宽改造，既有道路宽

2 建设项目概况与工程分析

3.0m，占地为 3.72hm²，新增占地 4.33hm²，位于调整功能区前自然保护区核心区和缓冲区内路段长度为 9579.22m，道路宽度为 6.5m，占地面积 6.23hm²，与晋林保许准〔2022〕15 号批复一致。

综上所述，本次评价以太岳山隧道整体作为评价对象，共设置施工便道 27.723km，2021 年环评已批复施工便道 14.694km，本次评价新增便道 13.029km，上述便道中位于自然保护区内施工便道 14.69km，包括拓宽改造施工便道 12.379km，利用既有道路作为施工便道 2.311km。

表 2.16 本项目设置施工便道占地情况一览表

序号	项目	位置	长度 (km)	占地面积 (hm ²)				小计	备注
				林地		草地	交通 运输 用地		
				乔木 林地	灌木 林地	其他 草地	公路 用地		
1	主体工程便道	隧道口、斜井口至上路处	0.804	0.23	0.40	0	0	0.63	2021 年已批复环评施工便道中实际使用部分
2	弃渣场及施工生产生活区便道	弃渣场及施工生产生活区上路处	0.650	0.04	0.02	0.43	0	0.49	
3	旧路拓宽	沿线一侧	13.24	0.78	1.26	1.21	6.68	9.93	
小计			14.694	1.05	1.68	1.64	6.68	11.05	
4	旧路拓宽	沿线一侧	13.029	2.15	1.6	0.58	4.14	8.47	本次新增施工便道
合计			27.723	3.2	3.28	2.22	10.82	19.52	

2.6.4 依托临时工程情况

本次评价依托的临时工程包括沥青拌合站 2 处，根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，上述依托临时工程均已开展环评。

（1）沥青拌合站

本项目路面工程所需沥青材料，全部依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中的沥青拌合站，分别位于 S29 和 S32，本项目临时工程不设置沥青拌合站。依托情况见表 2.17。

表 2.17 本项目依托沥青拌合站、基层拌合站情况一览表

序号	行政区划	临时设施名称	桩号、方位及距离	施工场地建设内容	占地类型及面积 (hm ²)					周边环境概况	
					耕地	林地		草地	水利及水利设施用地		小计
						旱地	灌木林地				
S29	古县	29#施工生产生活区	AK133+200 左侧 150m	施工营地、基层拌合站、沥青拌合站、桥梁预制场及堆料场	0	2.00	0	1.00	0.50	3.50	场地现状主要为灌草丛和部分滩涂
S32	霍州市	32#施工生产生活区	AK144+900 右侧 150m	施工营地、基层拌合站、沥青拌合站、桥梁预制场及堆料场	3.50	0	0	0	0	3.50	场地现状主要为栽培植被

本次评价依托的施工生产生活区 S29 位于线路起点附近，与起点最近距离为 135m，S32 位于线路终点附近，与终点最近距离为 320m，不涉及自然保护区、森林公园等环境敏感区，选址符合环保要求，2 处施工生产生活区目前尚未动工，按照黎霍高速公路环评提出的生态措施，施工结束后采取复垦和绿化的措施。

根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，沥青拌合站采用电加热，不得使用燃煤、重油，采用密封性的沥青拌合设备，在上料、提升、振动筛、拌合器设置“旋风除尘+布袋除尘”二级除尘工艺处理后经 15m 排气筒排放，净化效率在 99.8% 以上，粉尘排放浓度可满足《大气污染综合排放标准》（GB16297-1996）排放限值要求。沥青储罐配套高效光氧一体机+活性炭吸附后经 15m 排气筒排放；拟建公路设置的沥青混凝土拌合站选址已充分考虑到了对环境的影响。施工期结束后应及时拆除临时拌合设施。

2.7 筑路材料及运输条件

本项目所需的筑路材料主要用到石料、砂、砂砾、沥青、水泥、石灰、路基

2 建设项目概况与工程分析

填料、水、电等。本项目沿线这些筑路材料储量丰富，材质能满足工程要求。沿线有众多县乡道路，运输条件便利。本项目筑路材料均为外购，要求施工单位采用具有合法手续和符合环保要求的单位供应筑路材料。建设单位在与施工单位签订施工合同时明确要求其使用具有合法手续和符合环保要求的单位供应的筑路材料，禁止在河道内非法取砂。

(1) 筑路材料

① 石料

本项目沿线有变质岩、灰岩出露，埋深较浅、储量充足、资源丰富。

② 砂、砂砾

沿线砂砾储量丰富，质量规格较好，可满足工程需求。

③ 路基填料和路面用土

路基填土尽量采用路堑挖方移挖作填，无此条件时可另设取土场取土使用。

本项目所需土方借方拟依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中设置的取土场 T10，本项目不再设置取土场。

④ 石灰

石灰可就近取运，运输条件便利，能满足工程要求。

⑤ 水泥、沥青

项目区内有大型水泥厂生产水泥，运输条件便利，能满足工程要求。沥青采用国产或进口优质沥青，本项目所需沥青拟依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中施工生产生活区设置的沥青拌合站，分别位于 S29 和 S32，本项目临时工程不设置沥青拌合站。

⑥ 水、电

沿线水资源较为丰富，可供工程所用。电力资源依托沿线电网，接线方便。工程用电除施工单位自备发电设备外，一般由建设单位与电力部门协商在相应的施工现场设置变电站来满足施工用电。但是鉴于全线工点多而分散以及电网供电可能出现不正常现象，各个施工单位必须配备发电设备。

⑦ 其他

钢材、木材可从当地建材市场采购，若不满足施工需要，可从跨越区域的建材市场采购，质量能够达到工程需要。

(2) 运输条件

项目区内公路网较为便利，分布多条高速公路、国省道及县乡道路，其中高速公路有长临高速公路、大运高速公路，国省道有 G108、S323。筑路材料可通过众多县乡道运输，项目还设置适当数量的施工便道，可满足工程建设的需要。筑

路材料以汽车运输为主，距离较近的当地材料可使用拖拉机运输，对于大宗外购材料一般可采用火车转汽车运输。

2.8 投资估算

本项目主线全长 11.165km，工程总投资为 23.07 亿元，平均每公里造价为 20570.66 万元。

2.9 建设工期及主要工程单元施工工艺

（1）建设工期

本项目计划于 2021 年 12 月开工，2024 年 12 月底竣工，建设工期 36 个月。项目具体开工时间及建设工期根据项目前期工作进展确定。

（2）主要工程单元施工工艺

① 路基工程

a. 填方路基施工

填方路基采用逐层填筑，分层压实的方法施工。施工工序为铲除表层（挖除树根、排除地表水）→清除淤泥、杂草→平地机、推土机整平→压路机压实→路基填筑。填土时适当加大宽度和高度，分层填土、压实，多余部分利用平地机或其他方法铲除修整。

b. 路堑开挖

路堑开挖施工除需考虑当地的地形条件、采用的机具等因素外，还需考虑土层分布及利用。在路堑开挖前，做好现场伐树除根等清理工作和排水工作。如果移挖作填时，将表层土单独掘弃，或按不同的土层分层挖掘，以满足路堤填筑的要求。施工程序为清表→截、排水沟放样→开挖截、排水沟→路基边坡开挖→路基防护。

填方路基施工工艺流程示意图见图 2.7，路堑开挖施工工艺流程示意图见图 2.8。

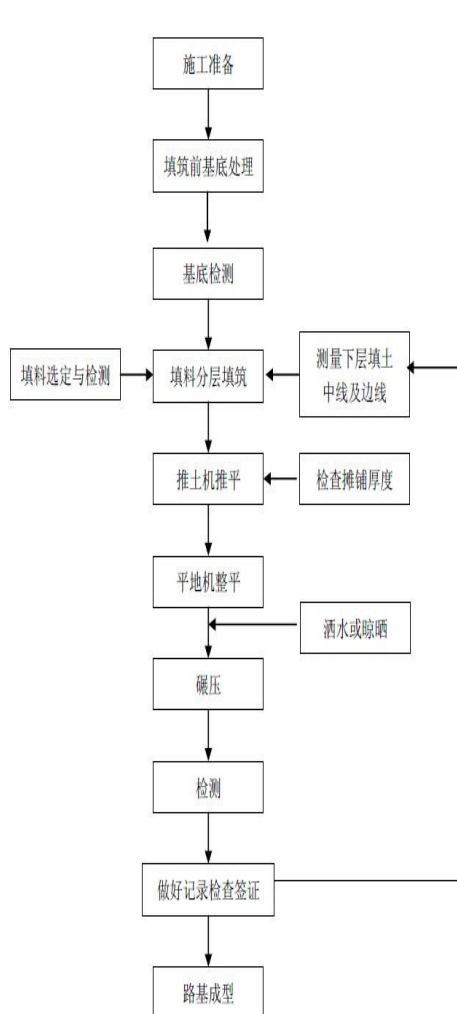


图 2.7 填方路基施工工艺流程示意图

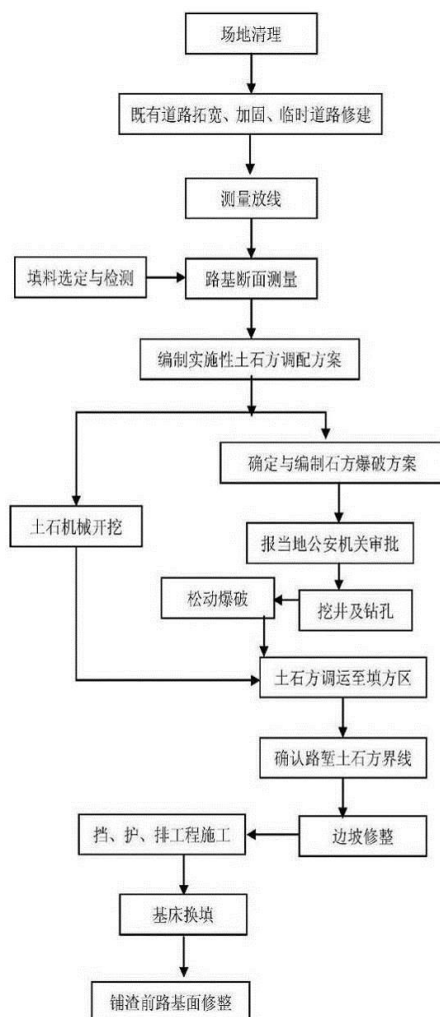


图 2.8 路堑开挖施工工艺流程示意图

② 路面工程

a. 露石混凝土路面

本项目隧道洞内路段采用露石混凝土路面，施工工艺为：铺筑下层混凝土→上层混凝土铺筑→喷洒露石剂→覆盖塑料膜养生→刷洗形成露石表面→第二次养生。下层和上层混凝土的摊铺采用“湿接湿”铺筑，即在摊铺的下层混凝土还未凝结硬化时，即铺筑表层混凝土。以保证两层间完全粘接。

主要施工设备为混凝土搅拌设备、摊铺设备、露石剂喷洒设备以及露石表面刷洗设备。

混凝土搅拌设备采用间歇式搅拌站或连续式搅拌站。路面摊铺机设备采用滑模摊铺机。露石剂喷洒养生设备紧跟在摊铺机后面，以便在摊铺后立即进行喷洒，对混凝土路面进行养生。露石表面刷洗设备主要是当混凝土路面达到一定强度后，使用表面刷洗设备除掉表面砂浆，形成露石路面。这种设备具有足够的动力保证刷头的旋转速度，从而去掉路面砂浆，同时还具有除尘和灰尘收集功能。二次养

生设备是在形成露石混凝土表面后一小时内，必须对整个路表面和侧面均匀喷洒养生剂进行二次养生。

b. 沥青混凝土路面

本项目路基路段采用沥青混凝土路面。本项目施工期基层拌和站、沥青混凝土拌和站依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中设置的基层拌合站、沥青拌合站，分别位于 S29 和 S32，本次评价临时工程不设置基层拌合站、沥青拌合站。基层和底基层混合料经集中拌和后运输至工地，采用机械铺筑。

③ 隧道工程

遵循新奥法施工原理，以超前预测、探测为手段，超前探明地质、涌水情况。施工中管超前、短开挖、弱爆破、强支护、勤检查、勤量测、适时衬砌，稳妥前进，不留隐患，确保安全、确保质量，实现工期。贯彻“光面爆破是基础，喷锚支护保安全，围岩量测明情况，施工通风出效率，仰拱先行快封闭，衬砌质量树形象”的工作思路。

施工时严格按“喷锚构筑法”组织施工，采用无轨运输，充分发挥机械配套的能力。隧道地质差的地段，采取仰拱及时封闭，隧道初期支护采用先拱后墙的顺序，二次衬砌采用拆装式整体式衬砌台车，全断面衬砌，人工配合机械化作业。

a. 施工顺序

施工准备→施工测量→明洞施工（洞口施工）→洞身开挖→装碴运输→初期支护→监控测量→仰拱填充层或铺底→防水卷材、盲管铺设→拱墙模筑砼、施工缝防水→水沟、电缆槽施作→洞内路面→洞内装饰→运营设施安装。

b. 明洞施工

隧道明洞段采用明挖法施工，应做好开挖临时边仰坡的防护工作，清除上方坡体的危岩，确保洞口人员安全，并加固成洞面，明洞基坑较长时，应分片、分块、分层、分步开挖，严禁大开大挖；进行明洞回填时，应两侧对称分层夯实，待模注钢筋混凝土强度达到规范要求，且人工夯填至拱顶 1.0m 以上，方可使用机械施作。

c. 暗洞施工

隧道均为复合式衬砌设计，按喷锚构筑法施工，施工过程中采用超前预报系统进行地质超前勘探。主体工程采用“两头掘进，中间斜井齐下，分部开挖作业，衬砌完善配套”的施工方案。总体实施掘进（钻爆、无轨运渣）、支护（管棚、拌、运、锚、喷）、衬砌（拌、运、灌、振捣）三条机械化作业线。及时进行围岩量测，并根据量测反馈的围岩变形信息，调整支护参数，确定二次模筑混凝土时间。通风采用大功率通风机、大口径软管、压入式隧道供风技术。

V级围岩采用YT28风动凿岩机打眼，IV、III级围岩采用353E电脑控制三臂液压钻孔台车打眼，非电毫秒雷管微震控制光面爆破。

超前支护采用液压钻孔台车及ZTGZ-60/120注浆机施作超前导管，初期支护采用YSP45锚杆钻机打注浆锚杆，喷射混凝土采用湿式喷射法，由PBT20泵送、湿喷两用机与PRJ-Z型喷射机械手联合作业。人工架立钢支撑，出渣运输采用CAT控机及ZL50C装载机装渣，重型自卸汽车完成无轨运输施工。

二次衬砌采用泵送混凝土和模板台车的机械化配套施工方案，衬砌混凝土设置拌和站，混凝土搅拌运输车，混凝土输送泵，大模板整体液压衬砌台车完成全断面衬砌一次成型，确保二次衬砌混凝土达到内实外光，做好施工缝、变形缝的处理，并根据规范要求合理确定二次衬砌拆模（强度达2.5Mpa）时间。

路面混凝土施工采用集中时间，机械化流水作业，一次施工。

d.分离式隧道施工

V级围岩段采用上下分部台阶法开挖；IV级围岩段采用正台阶法开挖；III、II级围岩段采用光面爆破全断面开挖法；车行、人行横通道采用全断面法开挖；

对V级围岩小净距段和V级围岩浅埋段开挖施工时应特别注意加强超前强支护措施，及时施作初期支护；

对地势严重倾斜且岩层产状、节理发育不利隧道开挖段开挖施工时应特别注意稳定山体内侧岩体、加强超前强支护措施，初期支护及时成环；

施工过程中应加强现场监控量测，并根据监控量测结果及时调整施工方案和设计支护参数。

隧道进行凿岩、爆破和装渣运输的同时，伴有大量粉尘产生，尤其是凿岩作业，它占洞内空气中含尘量的85%，其次是爆破产生的，约占10%，装渣运输只占5%。因此推行“湿式凿岩”是防尘工作的最主要措施。当水源缺乏或岩石性质不适于湿式凿岩时，也可采用“干式凿岩孔口捕尘”法。此外，还应采取综合措施，作到防尘“四化”即：湿式凿岩标准化、机械通风经常化、喷雾洒水正规化、人人防护普遍化。

洞内施工排水不良会造成支撑基底下沉，开挖断面不易稳定，作业效率低下，隧道环境恶劣，道路泥泞，影响路面施工质量。因此，无论是顺坡排水还是反坡排水都要求开挖面不积水，隧底无水漫流。洞内顺坡排水一般在隧道两侧或中心设置排水沟，排除施工废水；反坡排水可根据距离、坡度、水量和设备等情况选用排水管路，采取分段接力将水排出洞外。

④ 弃渣作业

弃渣场首先施工排水设施和挡渣墙。弃渣前剥离表土30cm，并将表土集中堆置处理，对其临时堆料场地采取必要防护措施。弃渣时应从低处向高处分层堆弃，

经压实后再堆弃上一层，弃渣结束后回填表土并恢复植被。

2.10 工程环境影响分析

2.10.1 不同阶段主要环境影响

公路建设对沿线环境影响的程度和范围与工程建设各个阶段的实际进展密切相关，不同的工程行为对环境各要素的影响也不尽相同。根据工程特点，可按照勘察设计期、施工期和运营期三个阶段进行分析。

（1）勘察设计期

本阶段的主要工作是路线走向与总体布局方案的选择，其本身不会产生环境污染与生态破坏，但直接决定了施工期和运营期对环境的影响。本阶段潜在的主要环境影响如下：

① 路线方案可能影响到沿线人群的生活质量等。

② 本项目穿越山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园，线位的布设可能会对上述环境敏感区域内及沿线动植物资源、耕地和林地资源、区域景观环境、土地利用等产生一定的影响。

③ 本项目涉及霍泉泉域，不涉及其重点保护区，线位布设可能会对泉域地表原貌和地下水资源产生一定的影响。

④ 路线走向与工程设计方案选择将对沿线动植物资源、耕地和林地资源、区域景观环境、河流水文、农田灌溉水利设施、防洪及土地利用等产生一定的影响。

⑤ 工程总体布局直接决定了施工扰动原地表、损坏土地及水土保持设施的面积，将对区域水土保持工作产生影响。

⑥ 线位布设直接关系到公路建设及运营期间对沿线声环境敏感区域的影响程度和数量。

（2）施工期

① 施工准备期

本项目永久占地共计 4.13hm^2 ，从而影响到当地自然植被。

② 全面施工阶段

公路建设在施工期对环境产生的影响主要来自施工场地清理、路基填筑、隧道施工、弃渣作业、施工机械运作、爆破作业、沥青铺摊、施工人员生活污水排放及施工人员生活垃圾排放等。施工期的环境影响有非污染生态影响和污染影响两方面，主要表现为前者。

a. 施工场地清理

施工场地清理将清除原有地被物，扰动地表，使荒草地植被、动物栖息地等减少，从而对生态产生影响。

b. 路基填筑

受地形条件限制，本项目建设中将进行较大规模的土石方填、挖作业。工程填、挖作业将对沿线自然植被及野生动物的生境造成破坏。另外，路基的开挖与填筑将破坏地表原有植被，形成的裸露、松散的地表和边坡，在雨水的作用下易形成水土流失，从而影响生态；在天气干旱时，又容易引起扬尘，对附近区域大气环境质量产生影响。

c. 路面施工

路面底基层施工过程中，石灰稳定土拌合与摊铺容易产生粉尘污染，沥青摊铺产生的沥青烟将对大气环境质量产生影响。拌合站、各种构件预制场及运输散体建材或废渣以及施工营地管理不当，会对环境产生负面影响。

d. 隧道施工

洞口开挖将破坏原有植被，在风雨的作用下极易形成水土流失；施工过程中产生的施工废水中 SS、石油类含量较高，直接排放可能会对下游地表水体水质产生一定影响；隧道如穿越地下含水层，将可能造成施工涌水，甚至可能造成含水层的疏干，如果被疏干的是隧道上方植被赖以生存的含水层，则将可能直接影响隧道上方植被的生长；隧道施工中产生的弃渣堆置将破坏地表植被，造成水土流失，对生态环境、水环境产生影响。隧道进行凿岩、爆破和装渣运输的同时，伴有大量粉尘产生，尤其是凿岩作业，它占洞内空气中含尘量的 85%，其次是爆破产生的粉尘，约占 10%，装渣运输粉尘占 5%。隧道爆破施工、施工机械和运输车辆运行的噪声可能对隧道口周边及运输道路沿线的村庄声环境产生影响。

e. 施工期临时工程设施

弃渣场及施工场地将占用一定数量的土地。受沿线地形地貌限制，施工期临时工程不可避免将占用部分耕地。因此，施工期临时用地也将对当地耕地资源和农业生产产生短期影响。

f. 施工机械运转

施工机械运转将产生噪声和废气污染，从而对周围环境敏感保护目标的声环境质量和大气环境质量产生影响。工程施工会影响正常的公路交通，对沿线居民正常生产和生活产生一定的影响。

(3) 营运期

公路营运期对环境的影响有促进经济社会发展的正面影响，同时也存在交通运输造成的污染环境的负面影响。公路营运期对环境产生影响的主要是车辆行驶过程中产生的噪声、车辆排放的尾气、固体废弃物以及非正常情况下车辆运载的有毒有害物质泄漏、公路养护等。营运期的环境影响主要表现为污染影响，包括：

① 随着交通量的增加，交通噪声将对本项目路基段两侧自然保护区的声环境产生一定影响；汽车尾气中所含的多种污染物如 SO_2 、 NO_x 等会对本项目路基段

两侧自然保护区的大气环境产生一定影响；

② 突发性交通事故会影响公路正常营运，对沿线居民造成一定的安全隐患；

③ 由于局部工程防护稳定和植被恢复均需一定的时间，在工程营运近期仍然存在一定程度的水土流失；

④ 各类环境工程和土地复耕工程的实施将恢复植被、改善被破坏的生态环境，减少水土流失，减轻汽车尾气、交通噪声等对周围环境的污染以及对居民生活质量的负面影响；

⑤ 本项目建成后，将大大改善公路通行环境，减少交通事故概率，能更好地为沿线群众出行和区域经济发展服务。

2.10.2 环境影响因素的识别、分类与筛选

(1) 环境影响因素识别

根据工程环境影响分析的结果，本项目建设影响的环境要素包括生态、水环境、声环境、大气环境以及景观环境。

根据实地踏勘与相关资料分析，结合项目沿线的环境现状，对本项目的环境影响因素采用矩阵筛选法识别，结果详见表 2.18。

表 2.18 环境影响要素的矩阵筛选识别

施工行为		前期	施工期					营运期				
		占地	弃渣	路基	路面	隧道	材料运输	机械作业	运输行驶	绿化	复垦	养护
自然环境	土质		●		■					□		
	地面水		●	●	●				■	□	□	●
	地下水		●			●				□	□	
	水土保持		●	●						□	□	●
生态环境	物种	■	●			●	●	●	■	□	□	□
	生境	■	●						■	□	□	□
	生物群落	■	●			●			■	□	□	□
	生态系统	■	●			●	●	●	■	□	□	□
	生物多样性	■	●			●	●	●	■	□	□	□
	生态敏感区	■				●	●	●	■	□	□	□
生活环境	自然景观	■	●			●	●			□	□	□
	声环境					●				□	□	●
	大气环境		●		●	●				□	□	
	居住环境					●				□	□	
美学景观		●	■	●	■					□	□	

注：□/■：长期有利/不利影响；○/●：短期有利/不利影响；空白：无相互作用。

从表 2.18 中可以看出公路建设对沿线环境的影响主要表现在施工期以及营运期，其中以施工期对环境的影响最大。

(2) 评价因子筛选

经识别、筛选后，环境影响要素及影响因子见表 2.19。

表 2.19 环境影响要素及影响因子

环境要素	影响因子	施工期	营运期
生态	隧道、斜井等永久工程以及临时工程	★	○
	公路及服务设施运行		☆
	噪声、振动、灯光	☆	☆
水环境	地面水质：pH、COD _{cr} 、BOD ₅ 、石油类、氨氮；水文；霍泉泉域	○	○
声环境	交通噪声、环境噪声	☆	★
大气环境	(施工期)扬尘、TSP、沥青烟	★	○
	汽车尾气有害物 NO ₂ 、SO ₂ 、烟尘	○	☆

注：★显著影响 ☆一般影响 ○轻微影响。

(3) 评价因子

根据本项目工程特点、环境影响分析的结果及《公路建设项目环境影响评价规范》的有关规定，本项目主要评价因子选择如下：

表 2.20 环境影响评价因子

环境要素	施工期	营运期
生态	物种分布范围、种群数量、种群结构、行为等	物种分布范围、种群数量、种群结构、行为等
	生境面积、质量、连通性等	生境面积、质量、连通性等
	生物群落物种组成、群落结构等	生物群落物种组成、群落结构等
	生态系统植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	生态系统植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等
	生物多样性物种丰富度、均匀度、优势度等	生物多样性物种丰富度、均匀度、优势度等
	生态敏感区主要保护对象、生态功能等，包括山西霍山省级自然保护区、山西太岳山国家森林公园等生态敏感区的主要保护对象金钱豹、褐马鸡、原麝、黑鹳、金雕、核桃楸、水曲柳、野大豆、文冠果、刺楸、流苏树、络石、锦带花、桔梗、党参、山胡椒等国家和山西省重点保护野生动植物	生态敏感区主要保护对象、生态功能等，包括山西霍山省级自然保护区、山西太岳山国家森林公园等生态敏感区的主要保护对象金钱豹、褐马鸡、原麝、黑鹳、金雕、核桃楸、水曲柳、野大豆、文冠果、刺楸、流苏树、络石、锦带花、桔梗、党参、山胡椒等国家和山西省重点保护野生动植物
	自然景观景观多样性、完整性等	自然景观景观多样性、完整性等
水环境	隧道施工、其他施工现场及营地的生产废水和生活污水：泉域；pH、氨氮、石油类、COD、BOD ₅	-
声环境	施工噪声：等效 A 声级 L _{eq} 、突发噪声	交通噪声：等效 A 声级 L _{eq}
大气环境	沥青烟、TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO	汽车尾气：NO ₂ 、CO
事故污染风险	—	交通事故及危险化学品泄漏

表 2.21 拟建公路生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	影响时期	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、不可逆影响	中
		营运期	公路及辅助设施运行，直接生态影响	长期、不可逆影响	中
生境	生境面积、质量、连通性等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、不可逆影响	弱
		营运期	公路及辅助设施运行，直接生态影响	长期、不可逆影响	中
生物群落	物种组成、群落结构等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、不可逆影响	弱
		营运期	公路及辅助设施运行，直接生态影响	长期、不可逆影响	中
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、不可逆影响	弱
		营运期	-	-	-
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、不可逆影响	弱
		营运期	公路及辅助设施运行，直接生态影响	长期、不可逆影响	中
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、可逆影响	中
		营运期	公路及辅助设施运行，直接生态影响	长期、可逆影响	中
自然景观	景观多样性、完整性等	施工期	隧道、斜井等永久工程以及施工便道等临时工程，直接生态影响	短期、不可逆影响	中
		营运期	公路及辅助设施运行，直接生态影响	长期、可逆影响	中

2.10.3 污染源强分析

2.10.3.1 水污染源强分析

(1) 施工人员生活污水

施工营地生活用水参照《民用建筑节能设计标准》(GB50555-2010) III类、IV类宿舍用水定额,取 80L/人 d,排放系数取 0.8,则按下述公式计算可得每个施工人员每天产生的生活污水量。

生活污水量:

$$Q_s = (k \cdot q_1) / 1000$$

式中: Q_s —每人每天生活污水排放量 (t/人 d);

k —生活污水排放系数 (0.6~0.9), 取 0.8;

q_1 —每人每天生活用水量定额 (L/人 d)。

经类比山西省建设实际,隧道施工一般为 50~100 人,其他路段路基工区则平均为 40 人左右,路面施工 20 人左右,则各施工营地生活污水产生量见表 2.22。

表 2.22 施工人员生活污水产生预估表

工区类型	施工人数	污水源强	污水产生量 (t/d)
隧道等大型工区	50~100 人/标段	0.064t	3.2~6.4
其他路基施工	40 人/标段		2.56
路面施工	20 人/标段		1.28

施工营地生活污水主要是施工人员就餐、洗涤废水及粪便污水,主要污染物浓度见表 2.23。

表 2.23 施工生产生活区生活污水成分及浓度一览表

主要污染物	SS	BOD ₅	COD	TOC	TN	TP
浓度 (mg/L)	55	110	250	80	20	4

每处施工生产生活区设旱厕,定期进行人工清掏,用于周围村庄农田堆肥,不外排。

(2) 施工期拌合站等生产废水

拌合站等施工生产废水主要是施工机械的冲洗废水。根据国省干线道路施工统计资料,每处场地的生产废水量均低于 1t/d,其主要污染物为 SS。本项目拟在每处场地设置沉淀池 1 座,生产废水集中收集处理后,用于场地洒水抑尘等,无外排。

(3) 隧道施工废水

一般情况下,隧道施工中外排废水的流量变化较大,这主要是由于不良地质、施工进度要求等诸多因素造成的。根据监测调查资料,隧道施工废水中主要污染

物为石油类、TN 和 SS。其主要污染物浓度范围见表 2.24。

表 2.24 隧道施工生产废水成分及浓度一览表

主要污染物	pH	COD _{Cr}	SS	氨氮	石油类
浓度(mg/L)	9~10	50~60	300~500	2.5~3.5	9~10

（4）路面径流污染物及源强分析

公路路面径流污染物主要为悬浮物、石油类和有机物，其浓度受限于多种因素，如车流量、车辆类型、降雨强度、灰尘沉降量和前期干旱时间等等，因此具有一定程度的不确定性。国内一些公路的监测实验结果也相差较远，长安大学曾用人工降雨的方法在西安~三原公路上形成桥面径流，在车流量和降雨量已知的情况下，降雨历时 1h，降雨强度为 81.6mm，在 1h 内按不同时间采集水样，测定结果见表 2.25。

表 2.25 路面径流中污染物浓度测定值

项 目	5~20min	20~40min	40~60min	平均值
pH	7.0~7.8	7.0~7.8	7.0~7.8	7.4
SS (mg/L)	231.42~158.22	158.52~90.36	90.36~18.71	100
BOD ₅ (mg/L)	7.34~7.30	7.30~4.15	4.15~1.26	5.08
石油类 (mg/L)	22.30~19.74	19.74~3.12	3.12~0.21	11.25

从表 2.25 中可以看出，降雨对公路环境造成的影响主要是降雨初期 1h 内形成的路面径流。降雨初期到形成桥面径流的 30min 内，雨水中的 SS 和石油类物质的浓度比较高，30min 后其浓度随降雨历时的延长下降较快，雨水中 BOD₅ 随降雨历时的延长下降速度稍慢，pH 值相对较稳定，降雨历时 40min 后，路面基本被冲洗干净。所以，降雨对公路附近河沟造成影响的主要是降雨初期 1h 内形成的路面径流。

2.10.3.2 主要噪声污染源强

（1）施工机械噪声源强

施工过程中需要使用许多施工机械和运输车辆，这些设备会辐射出强烈的噪声，对附近居民的正常生活产生影响。其中施工机械主要有打桩机、挖掘机、推土机、装载机、压路机等，运输车辆包括各种卡车、自卸车。这些设备的运行噪声见表 2.26。

表 2.26 主要施工机械和车辆的噪声级

机械设备	测距 (m)	声级 (dB)	备 注
挖掘机	5	84	液压式
推土机	5	86	/
装载机	5	90	轮式
搅拌机	2	90	/

表 2.26 主要施工机械和车辆的噪声级 (续)

机械设备	测距 (m)	声级 (dB)	备注
摊铺机	5	87	/
铲土机	5	93	/
平地机	5	90	/
压路机	5	86	振动式
卡车	7.5	89	卡车的载重量越大噪声越高
振捣机	15	81	/
夯土机	15	90	/
自卸车	5	82	/
移动式吊车	7.5	89	/

(2) 交通噪声单车排放源强

本项目设计车速为 80km/h, 各类型单车车速预测采用如下公式:

$$v_i = [k_1 \cdot u_i + k_2 + \frac{1}{k_3 \cdot u_i + k_4}] \times \frac{V}{120}$$

$$u_i = N_{\text{单车道小时}} \cdot [\eta_i + m \cdot (1 - \eta_i)]$$

式中: v_i —— i 型车预测车速;

k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 ——回归系数, 按表 2.27 取值;

u_i ——该车型当量车数; η_i ——该车型的车型比;

$N_{\text{单车道小时}}$ ——单车道小时车流量, 由表 2.5 换算得到;

m ——其他车型的加权系数; V ——该型车设计车速。

表 2.27 预测车速常用系数取值表

车型	k_1	k_2	k_3	k_4	m
小型车	-0.061748	149.65	-0.000023696	-0.02099	1.2102
中型车	-0.057537	149.38	-0.000016390	-0.01245	0.8044
大型车	-0.051900	149.39	-0.000014202	-0.01254	0.70957

第 i 种车型车辆在参照点 (7.5m 处) 的平均辐射噪声级 (dB) L_{0i} 按下式计算:

$$\text{小型车} \quad L_{0s} = 12.6 + 34.73 \lg V_s$$

$$\text{中型车} \quad L_{0M} = 8.8 + 40.48 \lg V_M$$

$$\text{大型车} \quad L_{0L} = 22.0 + 36.32 \lg V_L$$

式中: 右下角注 S、M、L——分别表示小、中、大型车;

V_i ——该车型车辆的平均行驶速度, km/h。

根据上面的公式, 计算得到本项目营运各期小、中、大型车单车平均辐射声级预测结果见表 2.28。

表 2.28 营运各期各车型单车噪声排放源强（单位：dB（A））

路段	时段	小型车		中型车		大型车	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
本项目	近期	76.00	76.16	76.91	76.55	83.12	82.85
	中期	75.91	76.12	77.06	76.65	83.23	82.93
	远期	75.67	76.05	77.27	76.83	83.4	83.06

2.10.3.3 大气排放源强

本次评价工程内容无场站工程，根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，太岳山隧道设置有隧道管理站、隧道救援管理站等附属设施，要求采暖采用清洁能源，无集中式排放源，大气污染源主要为通行车辆的汽车尾气排放。汽车尾气污染源可模拟为一条连续排放的线性污染源。污染物排放量的大小与交通量大小密切相关，同时又取决于车辆类型和运行车辆车况。本报告书评价以车辆交通尾气为主。

（1）预测交通量及特性

详见本章 2.2 节交通量特性分析内容。

（2）预测车速参数

根据工程可行性研究报告，本项目设计车速为 80km/h。

③ 排放因子 E_{ij} 推荐值

营运期公路汽车尾气的排放量与车流量、车速、不同车型有一定的关系，不同车型的等速工况单车污染物排放因子 E_{ij} 推荐值如表 2.29 所示。

表 2.29 机动车污染物排放因子 k_{ij} 取值表（g/(km·辆)）

平均车速(km/h)		50	60	70	80	90	100
小型车	NO _x	1.77	2.37	2.96	3.71	3.85	3.99
中型车	NO _x	5.40	6.30	7.20	8.30	8.80	9.30
大型车	NO _x	10.44	10.48	11.10	14.71	15.64	18.38

④ 污染物排放源强公式如下：

汽车尾气污染物排放源强按下式计算：

$$Q_j = \sum_{i=1}^3 A_i \cdot E_{ij} \cdot 3600^{-1}$$

式中： Q_j —— j 类气态污染物排放强度，mg/s m； A_i —— i 型车预测年的小时交通量，辆/h； E_{ij} ——汽车专用公路运行工况下， i 型车 j 类排放物在预测年的单车排放因子，mg 辆/m。

通过上述源强公式可计算出本项目污染物排放源强。本评价所选取的预测评价因子为 NO₂， Q_{NO_2}/Q_{NO_x} 取值 0.9。考虑到汽车制造业科技进步和环保型高标号无

2 建设项目概况与工程分析

铅汽油推广应用等因素，营运期的公路污染物源强修正参数取 0.8。本项目大气污染物排放源源强值见表 2.30。

表 2.30 本项目各路段机动车污染物排放源强一览表 (mg/(s·m))

路段	营运近期	营运中期	营运远期
本项目	0.55675	0.71195	1.01734

2.10.3.4 固体废物排放源强

本项目固体废物主要是施工期产生的固体废物即拆迁产生的建筑垃圾和运营期货运车辆洒落的各种材料，主要为煤块、碎石、砂砾等，以及过往司乘人员丢弃的生活垃圾。

2.11 黎霍高速公路太岳山隧道工程环评已批复路段建设情况

2.11.1 工程概况

（1）环评已批复路段的工程内容

黎霍高速公路太岳山隧道位于山西省临汾市古县和霍州市境内，总体呈东西走向。太岳山隧道起点位于古县北平镇二道河村西南侧 270m 处，设置太岳山隧道穿越太岳山，终点位于霍州市李曹镇杨家庄村南侧 550m 处，即 K133+655~K144+870 路段，路线全长 11.215km，主要包括太岳山隧道工程（11165m）及部分路基工程（50m）。采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，隧道工程采用分离式隧道，隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m；路基工程采用分离式路基，路基宽度 12.75m。

2021 年 11 月，《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》取得山西省生态环境厅的批复（晋环审批函〔2021〕467 号），补充报告评价对象为 K133+655~K144+870 路段山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区以外路段，包括穿越山西霍山省级自然保护区实验区路段以及自然保护区范围以外路段。根据批复，拟建公路 K136+190~K144+870 路段约 8.68km 位于山西霍山省级自然保护区内，该次评价范围为自然保护区实验区（3.76km）和自然保护区范围以外的路段，核心区（4.18km）和缓冲区（0.74km）路段不包含在内。

太岳山隧道工程已批复环评路段主要工程内容见下表 2.31。

表 2.31 太岳山隧道工程已批复环评路段主要工程内容

序号	类别	桩号	工程形式	功能分区	里程（km）/ 面积（hm ² ）		备注
					长度	面积	
1	主体工程	K133+655~K136+190	太岳山隧道	自然保护区以外区域	2.54	/	隧道进口位于自然保护区范围以外
2		K136+190~K137+376、 K137+506~K137+622、 K142+412~K144+820		功能区调整之前的实验区内	3.71	/	隧道出口（双洞）位于自然保护区实验区内
3		K144+820~K144+870	路基	功能区调整之前的实验区内	0.05	/	/

表 2.31 太岳山隧道工程已批复环评路段主要工程内容 (续)

序号	路段	桩号	工程形式	功能分区	里程 (km) /面积 (hm ²)		备注
					长度	面积	
4	辅助工程	接主线 K137+540	1#斜井	功能区调整之前的实验区内	1.7	/	斜井出口占地面积共 0.71hm ² , 其中 0.28hm ² 位于功能区调整之前的实验区内
5		接主线 K140+800	2#斜井	功能区调整之前的实验区内	0.03 (全长 1.8)	/	斜井出口作业面 0.62hm ² 位于功能区调整之前的实验区内
6		接主线 K142+680	3#斜井	功能区调整之前的实验区内	0.7	/	斜井出口作业面 0.62hm ² 位于调整之前的实验区内
7	临时工程	K133+920 左 290m	弃渣场 Q1	自然保护区以外区域	/	4.27	古县
8		K135+510 右 3150m	弃渣场 Q2	自然保护区以外区域	/	4.77	古县
9		K144+840 左 1360m	弃渣场 Q3	自然保护区以外区域	/	7.81	霍州市
10		K133+300 右侧 100m	1#施工生产生活区	自然保护区以外区域	/	2.5	古县 (隧道进口施工场地)
11		K136+600 右侧 1600m	2#施工生产生活区	自然保护区以外区域	/	1.6	古县 (1#斜井施工场地)
12		K142+500 右侧 720m	3#施工生产生活区	功能区调整之前的实验区内	/	1.97	霍州市 (2#、3#斜井施工场地)
13		K143+800 右侧 350m	4#施工生产生活区	功能区调整之前的实验区内	/	1.97	霍州市 (隧道上方地表注浆加固处置工程施工场地)
14		K144+900	5#施工生产生活区	自然保护区以外区域	/	0	霍州市 (隧道出口施工场地)
15		-	施工便道	自然保护区以外区域	11.66	/	利用旧路 10.44km, 新增便道 1.22km
16	-	功能区调整之前的实验区内		4.03	/	利用旧路 2.8km, 新增便道 1.23km	

表 2.31 太岳山隧道工程已批复环评路段主要工程内容（续）

序号	路段	桩号	工程形式	功能分区	里程（km）/面积（hm ² ）		备注
					长度	面积	
17	依托工程	AK146+200 右侧 2200m	取土场	自然保护区 以外区域	/	4.72	取土供应路段桩号 AK144+630 ~AK152+90 0
18		AK133+200 左侧 150m	29#施工 生产生活区	自然保护区 以外区域	/	3.50	基层拌合 站、沥青拌 合站等
19		AK144+900 右侧 150m	32#施工 生产生活区	自然保护区 以外区域	/	3.50	基层拌合 站、沥青拌 合站等

(2) 已批复路段提出的施工期主要环保措施

①生态

表 2.32 太岳山隧道工程已批复环评路段施工期生态措施

行政区	工程内容		环保设施内容
古县	主体景观绿化工程	隧道进口	隧道进口进行景观绿化，绿化面积 0.62hm ²
		1#斜井出口	斜井进口进行景观绿化，绿化面积 0.51hm ²
	临时工程生态恢复	弃渣场 Q1、Q2	弃渣前将 30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草进行绿化，面积 9.04hm ²
		施工生产生活区 S1、S2	施工结束后，覆 30cm 表层种植土，进行复耕或绿化，复垦面积 2.5hm ² ，绿化面积 1.6hm ²
		施工便道	施工结束后，铲除新建便道硬壳予以绿化，绿化面积 0.86hm ²
霍州市	主体景观绿化工程	路基边坡、路侧	路基边坡、路侧栽植不同的树种进行绿化，绿化面积 0.18hm ²
		隧道出口	隧道进口进行景观绿化，绿化面积 0.69hm ²
		2#、3#斜井出口	斜井进口进行景观绿化，绿化面积 0.82hm ²
	临时工程生态恢复	弃渣场 Q3	弃渣前将 30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草进行绿化，面积 7.81hm ²
		施工生产生活区 S3、S4、S5	S5 占地为黎霍高速保护区外路基永久占地，隧道路基施工结束后拆除，占地范围内进行后续的路面铺装；S3、S4 施工结束后，覆 30cm 表层种植土，进行绿化，绿化面积 3.94hm ²
施工便道		施工结束后，铲除新建便道硬壳予以绿化，绿化面积 4.95hm ²	

②水环境

2 建设项目概况与工程分析

表 2.33 太岳山隧道工程已批复环评路段施工期水环境措施

行政区	工程内容	环保设施内容
古县	隧道施工废水	设沉淀、隔油处理后，予以回用，不直接外排
	隧道涌水	对于隧道涌水，应在洞内设置截水管，收集后排入洞外并加以利用，剩余部分经沉淀处理后达标排放
	施工生产生活区 S1、S2	各设置沉淀池 1 处，旱厕 1 处
霍州市	隧道施工废水	设沉淀、隔油处理后，予以回用，不直接外排
	隧道涌水	对于隧道涌水，应在洞内设置截水管，收集后排入洞外并加以利用，剩余部分经沉淀处理后达标排放
	施工生产生活区 S5	设置沉淀池 1 处，旱厕 1 处

③声环境

表 2.34 太岳山隧道工程已批复环评路段施工期声环境措施

行政区	工程内容	环保设施内容
古县	施工期声环境治理措施	选用低噪声施工机械、设备和工艺，加强施工管理，合理安排施工作业时段
霍州市	施工期声环境治理措施	选用低噪声施工机械、设备和工艺，加强施工管理，合理安排施工作业时段

④环境空气

表 2.35 太岳山隧道工程已批复环评路段施工期环境空气措施

行政区	工程内容	环保设施内容
古县	施工期扬尘治理措施	洒水降尘措施
霍州市	施工期扬尘治理措施	洒水降尘措施



2.11.2 既有工程回顾性评价

2.11.2.1 主体工程环境影响回顾性调查

本次评价工程内容为太岳山隧道工程，经与建设单位核实和现场调查，本次评价工程内容的隧道主体工程与 2021 年环评评价对象的隧道主体工程的内容一致，隧道工程和斜井设置方案内容无变化。

黎霍高速公路太岳山隧道主体工程环境影响回顾性调查情况见下表。

表 2.36 隧道主体工程环境影响回顾性调查情况一览表


序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
1	隧道进口	1、隧道进口周边区域修筑了截水沟，防止水流冲刷造成隧道洞口的水土流失的加剧，隧道洞口上方采取了植草的植被恢复方式； 2、隧道出口设置了隧道涌水沉淀池，隧道内设置了中央排水沟用于隧道涌水的排出。		1、隧道洞口开挖面较大，造成了较多的植被破坏，尤其是隧道上方修筑梯级平台基本将原生植被破坏殆尽； 2、植被恢复仅采用播撒草籽的方式，植被较单一，植被覆盖度较低； 3、隧道洞口未开展景观优化，洞口墙面采用水泥混凝土涂抹，隧道洞口与周边景观不协调。	1、隧道洞口上方梯级平台，应采用乡土物种，采取乔灌木结合方式恢复植被，增加植被覆盖度，减轻水土流失现象； 2、隧道洞口开展景观优化设计，使得隧道洞口与周边景观相协调。
2	隧道出口	1、隧道出口在施工过程中严格控制了施工范围，隧道洞口占地范围以外区域原生植被保存良好，隧道洞口上方的原生植被未遭到破坏，生长良好； 2、隧道出口设置了隧道涌水沉淀池，隧道内设置了中央排水沟用于隧道涌水的排出； 3、隧道洞口进行了一定的景观设计。 4、隧道洞口路基段设置了防护网，防止野生动物进入施工场地。		无	无

2 建设项目概况与工程分析

表 2.36 隧道主体工程环境影响回顾性调查情况一览表（续）

序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
3	1#斜井出口	1、1#斜井出口周围已修筑了截水沟，斜井出口上方已开展了植草生恢复措施； 2、斜井出口修筑了 2 处涌水沉淀池。		1、斜井出口位于自然保护区实验区内，植被恢复应征求自然保护区主管部门的意见，采取当地乡土植被，目前采取的植草恢复措施，植被单一； 2、斜井出口未开展景观优化，与自然保护区内的景观不协调。	1、斜井出口位于自然保护区实验区内，植被恢复在征求自然保护区主管部门的意见前提下，采取当地乡土植被，采取乔灌草结合的方式，增加植被覆盖度； 2、斜井出口开展景观优化，尽量与自然保护区内的景观协调。
4	2#斜井出口	2#斜井出口尚未建设，目前场地正在清理		/	/

表 2.36 隧道主体工程环境影响回顾性调查情况一览表（续）

序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
5	3#斜井出口	3#斜井出口尚未建设		/	/

2.11.2.2 已批复临时工程环境影响回顾性评价

2021年批复的环评补充报告，共设置弃渣场3处，分别位于隧道进口段2处、隧道出口段1处；施工生产生活区5处，具体位置位于隧道进口、1#斜井出口、2#和3#斜井出口共用施工场地、杨家庄水库上游隧道顶加固工程施工场地、隧道出口；施工便道共计15.69km，其中利用现有道路13.24km，新增便道2.45km。新增便道包括通往主体工程施工便道1.8km，通往弃渣场和施工生产生活区的施工便道0.65km。

(1) 弃渣场利用情况

太岳山隧道开始施工后，隧道进口附近的1#弃渣场已启用，2#弃渣场未启用，由于1#弃渣场距离隧道进口较近，运距较短，施工方便，因此隧道进口段弃渣全部堆存于1#弃渣场内，根据现场调查，1#弃渣场选址虽然在原位，但是弃渣场范围有所扩大，但是已取得省林草局的临时占用林地的批复，比环评批复面积大，目前占地范围与省林草局批复范围一致。2#弃渣场目前仅修筑入场便道，尚未开始弃渣。为了降低弃渣对生态环境的影响，隧道出口段在2#混凝土拌合站内设置碎石加工场，出口段弃渣量大幅下降，目前已掘进路段弃渣全部综合利用，尚未产生弃渣，碎石加工后石料主要堆存于路基永久占地范围内，根据后期施工进展，后续太岳山隧道出口段施工仍需弃渣50.26万 m^3 ，3#弃渣场目前尚未启用，由于弃渣量减少，弃渣场占地范围减小，缩减为4.15 hm^2 。

(2) 施工生产生活区利用情况

本次评价期间，通过现场调查得知，上述5处施工生产生活区选址之外，将隧道进口和隧道出口的喷射混凝土拌合站单独选址设置，隧道进口单独设置混凝土拌合站1处，隧道出口单独设置混凝土拌合站2处，其中出口1#混凝土拌合站增设碎石加工场。

(3) 施工便道利用情况

2021年已批复环评共设置施工便道15.69km，其中利用现有道路13.24km，新增便道2.45km。施工便道总占地面积11.77 hm^2 ，其中新增占地5.81 hm^2 。新增便道包括通往主体工程施工便道1.8km，通往弃渣场和施工生产生活区的施工便道0.65km；新建施工便道均为砂石路面，宽度7.5m，新增占地面积约1.84 hm^2 。现有道路13.24km，路基宽度3~5m，拓宽至7.5m，总占地面积9.93 hm^2 ，其中新增占地面积3.97 hm^2 。

新增便道2.45km，其中主体工程新建施工便道包括隧道进口施工便道276m，隧道出口施工便道528m，通往2#和3#斜井施工便道996m，主体工程共计新建施工便道1.8km；临时工程新建施工便道包括1#施工生产生活区施工便道23m，1#

弃渣场施工便道 137m，2#弃渣场 161m，3#弃渣场 329m，临时工程共计新建施工便道 650m。

利用现有道路作为施工便道共计 13.24km，包括 1#斜井既有便道 2.335km，隧道出口既有便道 0.7km，1#弃渣场既有便道 0.509m，2#弃渣场既有便道 4.947km，3#弃渣场既有便道 2.438km，杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地 2.311km。

在隧道工程施工过程中，新建施工便道方面，通往 2#和 3#斜井施工便道重新设置，原先设置的 996m 施工便道取消，3#弃渣场未进行弃渣，原先设置的 329m 施工便道取消；利用既有施工便道方面，3#弃渣场取消，原先利用的 2.438km 施工便道取消。

综上所述，2021 年已批复环评的施工便道中，已开工项目实际使用的施工便道情况如下：

①新建施工便道使用情况

新增便道 1.454km，其中主体工程新建施工便道包括隧道进口施工便道 276m，隧道出口施工便道 528m，主体工程共计新建施工便道 0.804km；临时工程新建施工便道包括 1#施工生产生活区施工便道 23m，1#弃渣场施工便道 137m，2#弃渣场 161m，3#弃渣场 329m，临时工程共计新建施工便道 0.65km。

②利用既有施工便道使用情况

利用现有道路作为施工便道共计 13.24km，包括 1#斜井既有便道 2.335km，隧道出口既有便道 0.7km，1#弃渣场既有便道 0.509km，2#弃渣场既有便道 4.947km，3#弃渣场既有便道 2.438km，杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地 2.311km。

黎霍高速公路太岳山隧道 2021 年环评已批复临时工程环境影响回顾性调查情况见下表。

2 建设项目概况与工程分析

表 2.37 黎霍高速公路太岳山隧道 2021 年环评已批复临时工程环境影响回顾性调查情况一览表




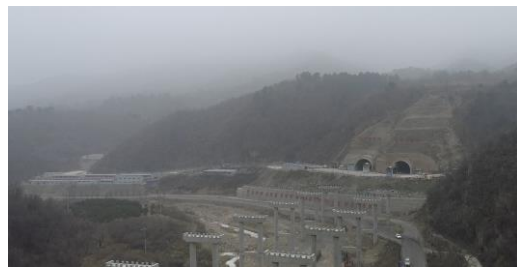
序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
1	弃渣场 Q1	<p>1、目前已弃渣，尚未进行生态恢复；</p> <p>2、调查期间未见表土剥离堆放区；</p> <p>3、弃渣场未修筑截排水设施和挡渣墙；</p> <p>4、弃渣场实际弃渣面积大于 2021 年环评批复范围。</p> <p>1#弃渣场占地范围内均为一般灌木林地，目前省林草局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段 K116+400~K153+142.888 工程临时占用林地的行政许可决定》（晋林资许准〔2022〕250 号）对 1#弃渣场临时占用林地进行了行政许可，许可占用范围与实际占地范围一致。</p>		<p>1、未进行表土剥离，弃渣场后期恢复覆土需要从其他路段调运；</p> <p>2、未修筑截排水设施，在雨季容易造成水土流失，未修筑挡渣墙，容易发生碎石滑落；</p> <p>3、弃渣场弃渣面积扩大，造成新的植被破坏。</p>	<p>1、修筑挡渣墙和截排水设施；</p> <p>2、新弃渣作业面将表土剥离，用于后期弃渣场植被恢复使用；</p> <p>3、在弃渣场弃渣完毕后做好植被恢复措施。</p>
2	弃渣场 Q2	<p>1、已修筑进场施工便道；</p> <p>2、尚未弃渣。</p>		/	<p>1、要求在弃渣前进行表土剥离；</p> <p>2、先挡后弃，在修筑挡渣墙和截排水设施后再弃渣；</p> <p>3、在弃渣场弃渣完毕后做好植被恢复措施。</p>

表 2.37 黎霍高速公路太岳山隧道 2021 年环评已批复临时工程环境影响回顾性调查情况一览表（续）

序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
3	弃渣场 Q3	1、尚未弃渣。 2、根据现场调查，隧道出口处 2#拌合站新增碎石加工场，弃渣量大幅降低，目前已掘进 2.3km 弃渣全部综合利用，未进行弃渣，由于弃渣量相比原 2021 年批复环评时减少，3#弃渣场所需占地面积减小，降低了对生态环境的影响。		/	/
4	施工生产生活区 S1	1、已批复的 2021 年环评中设置“施工营地、物料堆场、喷射混凝土拌合站、机械车辆停放场”，实际未设置喷射混凝土拌合站； 2、场区已进行硬化，主要设置了施工营地，施工营地设置旱厕，经化粪池处理后，定期清掏肥田，不外排。		/	1、在施工结束后将水泥地面清除，恢复植被。

2 建设项目概况与工程分析

表 2.37 黎霍高速公路太岳山隧道 2021 年环评已批复临时工程环境影响回顾性调查情况一览表（续）




序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
5	施工生产生活区 S2	1、已批复的 2021 年环评中设置“施工营地、物料堆场、机械车辆停放场”，实际建设与批复内容一致； 2、场地已进行硬化，施工营地设置旱厕，经化粪池处理后，定期清掏肥田，不外排。		/	1、在施工结束后将水泥地面清除，恢复植被。 2、由于该施工生产生活区部分区域位于自然保护区内，因此植被恢复前应与自然保护区管理部门沟通，在协商的基础上，采取区域乡土物种，乔灌草结合的方式恢复植被。
6	施工生产生活区 S3	1、目前尚未开工，进行了场地清理。		/	1、在施工结束后将水泥地面清除，恢复植被。 2、由于该施工生产生活区位于自然保护区内，因此植被恢复前应与自然保护区管理部门沟通，在协商的基础上，采取区域乡土物种，乔灌草结合的方式恢复植被。 3、在施工期采取低噪声设备，合理安排施工时间，防止施工造成保护动物的惊扰。 4、施工期弃渣严禁在自然保护区内随意堆放，应运出自然保护区弃至指定弃渣场。

表 2.37 黎霍高速公路太岳山隧道 2021 年环评已批复临时工程环境影响回顾性调查情况一览表（续）

序号	工程内容	生态影响对象和生态保护措施的落实情况	现场照片	存在的环境问题	需要采取的生态保护和恢复措施
7	施工生产生活区 S4	1、目前杨家庄水库上游隧道顶加固工程已经实施； 2、施工场地未开展生态恢复，造成一定的水土流失； 3、施工过程中未建设施工便道。		1、施工场地未开展生态恢复，造成一定的水土流失。	1、由于该施工生产生活区位于自然保护区内，因此植被恢复前应与自然保护管理部门沟通，在协商的基础上，采取区域乡土物种，乔灌草结合的方式恢复植被。
8	施工生产生活区 S5	1、已批复的 2021 年环评中设置“施工营地、物料堆场、喷射混凝土拌合站、机械车辆停放场”，实际未设置喷射混凝土拌合站； 2、场区已进行硬化，主要设置了施工营地和钢筋加工场，施工营地设置旱厕，经化粪池处理后，定期清掏肥田，不外排。		1、已批复的 2021 年环评中要求该施工生产生活区设置于公路永久占地内，不新增临时占地，但是实际建设过程中位于路侧，新增临时占地 3.72hm ² ，造成了新的植被破坏。	1、在施工结束后将水泥地面清除，恢复植被。

2.11.2.3 临时工程变动造成的环境影响回顾性评价

(1) 弃渣场变化情况

2021 年环评过程中，为太岳山隧道选定弃渣场 3 处，其中隧道进口在古县选取弃渣场 2 处，隧道出口在霍州选取弃渣场 1 处。

隧道出口段在 2#混凝土拌合站内设置碎石加工场，出口段弃渣量大幅下降，目前已掘进路段弃渣全部综合利用，尚未产生弃渣，碎石加工后石料主要堆存于路基永久占地范围内，根据后期施工进展，后续太岳山隧道出口段施工仍需弃渣 50.26 万 m^3 ，3#弃渣场目前尚未启用，由于弃渣量减少，弃渣场占地范围减小，缩减为 4.15 hm^2 。

太岳山隧道开始施工后，隧道进口附近的 1#弃渣场已启用，2#弃渣场未启用，由于 1#弃渣场距离隧道进口较近，运距较短，施工方便，因此隧道进口段弃渣全部堆存于 1#弃渣场内，根据现场调查，1#弃渣场选址虽然在原位，但是弃渣场范围有所扩大，由 2021 年环评时的 4.27 hm^2 增加到目前的 5.31 hm^2 ，面积增加 1.04 hm^2 。1#弃渣场实际弃渣面积大于 2021 年环评批复范围。1#弃渣场占地范围内均为一般灌木林地，目前省林草局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段 K116+400~K153+142.888 工程临时占用林地的行政许可决定》（晋林资许准〔2022〕250 号）对 1#弃渣场临时占用林地进行了行政许可，许可占用范围与实际占地范围一致。2#弃渣场目前仅修筑入场便道，尚未开始弃渣。太岳山隧道出口段，增设碎石加工场 1 处，因此隧道掘进产生的废石目前全部利用，未产生弃渣，因此 3#弃渣场尚未启用，根据后期施工进展，后续太岳山隧道出口段施工仍需弃渣 50.26 万 m^3 ，由于弃渣量减少，弃渣场占地范围减小，由原先的 7.81 hm^2 缩减为 4.15 hm^2 ，3#弃渣场占地范围减少 3.66 hm^2 。

(2) 施工生产生活区变化情况

2021 年环评设置施工生产生活区 5 处，分别位于隧道进口、出口、1#斜井出口、2#和 3#斜井出口共用场地、杨家庄水库南侧加固区，其中隧道进口和出口施工生产生活区各设置喷射混凝土拌合站 1 处。

本次评价期间，通过现场调查得知，上述 5 处施工生产生活区选址之外，将隧道进口和隧道出口的喷射混凝土拌合站单独选址设置，隧道进口单独设置混凝土拌合站 1 处，隧道出口单独设置混凝土拌合站 2 处，其中出口 1#混凝土拌合站增设碎石加工场，因此，目前共有施工生产生活区 8 处。隧道出口原先设置于永久占地范围内的施工场地设置于路侧，导致产生新增临时占地 3.72 hm^2 ，单独设置 3 处拌合站新增临时占地 5.35 hm^2 ，施工生产生活区临时占地由 8.04 hm^2 ，变更为 17.18 hm^2 ，新增临时占地 9.14 hm^2 。

(3) 施工便道变化情况

2021 年已批复环评共设置施工便道 15.69km，其中利用现有道路 13.24km，新

增便道 2.45km。施工便道总占地面积 11.77hm²，其中新增占地 5.81hm²。新增便道包括通往主体工程施工便道 1.8km，通往弃渣场和施工生产生活区的施工便道 0.65km；新建施工便道均为砂石路面，宽度 7.5m，新增占地面积约 1.84hm²。现有道路 13.24km，路基宽度 3~5m，拓宽至 7.5m，总占地面积 9.93hm²，其中新增占地面积 3.97hm²。

新增便道 2.45km，其中主体工程新建施工便道包括隧道进口施工便道 276m，隧道出口施工便道 528m，通往 2#和 3#斜井施工便道 996m，主体工程共计新建施工便道 1.8km；临时工程新建施工便道包括 1#施工生产生活区施工便道 23m，1#弃渣场施工便道 137m，2#弃渣场 161m，3#弃渣场 329m，临时工程共计新建施工便道 650m。

利用现有道路作为施工便道共计 13.24km，包括 1#斜井既有便道 2.335km，隧道出口既有便道 0.7km，1#弃渣场既有便道 0.509m，2#弃渣场既有便道 4.947km，3#弃渣场既有便道 2.438km，杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地 2.311km。

在隧道工程施工过程中，新建施工便道方面，通往 2#和 3#斜井施工便道重新设置，原先设置的 996m 施工便道取消，3#弃渣场未进行弃渣，原先设置的 329m 施工便道取消；利用既有施工便道方面，3#弃渣场取消，原先利用的 2.438km 施工便道取消。

综上所述，2021 年已批复环评的施工便道中，已开工项目实际使用的施工便道情况如下：

①新建施工便道使用情况

新增便道 1.454km，其中主体工程新建施工便道包括隧道进口施工便道 276m，隧道出口施工便道 528m，主体工程共计新建施工便道 0.804km；临时工程新建施工便道包括 1#施工生产生活区施工便道 23m，1#弃渣场施工便道 137m，2#弃渣场 161m，3#弃渣场 329m，临时工程共计新建施工便道 0.65km。

②利用既有施工便道使用情况

利用现有道路作为施工便道共计 13.24km，包括 1#斜井既有便道 2.335km，隧道出口既有便道 0.7km，1#弃渣场既有便道 0.509km，2#弃渣场既有便道 4.947km，3#弃渣场既有便道 2.438km，杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地 2.311km。

本次评价新增施工便道 1 条，为 2#和 3#斜井出口及其共用施工生产生活区的施工便道，长度为 13.029km，其中自然保护区内长度为 12.379km，自然保护区外长度为 0.65km。自然保护区内施工便道长度 12.379km，其中位于调整功能区前自然保护区核心区和缓冲区内路段长度为 9579.22m，位于功能区调整前自然保护区实验区内长度为 2799.78m。根据 2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳

山隧道)在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》(晋林保许准(2022)15号),同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区,批复隧道临时工程包括施工便道1条,长度9579.22m,在原有道路基础上扩宽,原有道路平均宽度3m,扩宽后道路平均宽度为6.5m,临时占用保护区面积6.23hm²。由于省林草局本次批复临时工程的施工便道为功能区调整之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段,因此批复长度为9579.22m,本次评价对象为整个太岳山隧道工程,因此施工便道长度13.029km,包括功能区调整之前位于自然保护区核心区、缓冲区内路段9579.22m,功能区调整前位于自然保护区实验区内路段2799.78m,以及自然保护区以外路段0.65km。自然保护区内该施工便道的设置宽度为6.5m,总占地为8.05hm²,该施工便道为对既有道路扩宽改造,既有道路宽3.0m,占地为3.72hm²,新增占地4.33hm²,位于调整功能区前自然保护区核心区和缓冲区内路段长度为9579.22m,道路宽度为6.5m,占地面积6.23hm²,与晋林保许准(2022)15号批复一致。


黎霍高速公路太岳山隧道临时工程变化造成的环境影响回顾性调查情况见下表。

表 2.38 黎霍高速公路太岳山隧道临时工程变化造成的环境影响回顾性调查情况一览表

序号	工程内容	选址变更造成的生态影响变化分析	现场照片	规模	选址合理性分析	已采取的环保措施	需要完善的环保措施
1	隧道进口单独设置的混凝土拌合站	2021 年环评已批复的 1#施工生产生活区设置喷射混凝土拌合站、施工营地等设施，原先的隧道进口施工生产生活区距离自然保护区最近距离为 1.0km，隧道进口重新选址建设的混凝土拌合站距离自然保护区最近距离为 1.5km，从与自然保护区的距离关系来看，生态影响类似，已批复隧道进口施工生产生活区距离最近的村庄为二道河村，最近距离 270m，重新选址场址距离最近的村庄为交里村，最近距离为 200m，与周边村庄的位置关系类似，因此其生态影响类似。 古县自然资源局以《关于中铁隧道股份有限公司黎霍高速太岳山隧道项目部临时占地的批复》（古自然资发〔2022〕2 号）对该临时占地进行了批复。		设置 120m ³ /h 拌合设备 2 套，日实际出产量为 70~80m ³ /d	距离最近的村庄为交里村，最近距离为 230m，位于场站的西南侧，与自然保护区最近距离为 1.5km。	料仓采取全封闭措施，混凝土拌合设备集成有除尘装置，场站地面硬化，设置罐车洗罐废水沉淀池，设置洗车平台	1、在运营过程中加强管理，罐车洗罐废水沉淀池定期清理沉淀物，出场车辆全部经洗车平台清洗后方可出场
2	隧道出口单独设置的 1#混凝土拌合站	2021 年已批复隧道出口施工生产生活区内设置喷射混凝土拌合站、施工营地等设施，该施工生产生活区距离自然保护区最近距离为 70m，隧道出口重新选址设置的 1#混凝土拌合站，与自然保护区最近距离为 140m，从与自然保护区的位置关系来看，对自然保护区的影响较小。1#混凝土拌合站还增设碎石加工场 1 处，通过对弃渣综合利用，减少弃渣量，减少了已批复 3#弃渣场的使用，对生态的影响有所降低，选址变更造成的总体生态影响较小。 霍州市自然资源局以《关于对青兰国家高速公路长治至延安联络线 G2211 山西境黎城至霍州段控制性工程（霍州段）项目施工（一期）临时用地的批复》（霍自然资发〔2021〕61 号）对该临时占地进行了批复。		设置 150m ³ /h 和 90m ³ /h 拌合设备各 1 套，日实际出产量为 200m ³ /d。 碎石加工场规模为年加工 120 万 t 隧道矿渣	距离最近的村庄为刘家山村，最近距离为 450m，位于场站的西南侧，与自然保护区最近距离为 140m。	料仓采取全封闭措施，混凝土拌合设备集成有除尘装置，场站地面硬化，设置洗车平台； 碎石加工场设置全封闭厂房，堆料场周边设置防尘网，采取苫盖措施。碎石加工场目前在物料运输环节设置洒水车 1 辆，在装卸扬尘环节设置 2 台 80 型雾炮机，在输送环节设置有喷淋系统，在送料、破碎工序设置 1 套布袋除尘器+15m 高排气筒，同时设置粉尘收集管道，在筛分工序设置 1 套布袋除尘器+15m 高排气筒，同时设置粉尘收集管道，在落料工序设置喷淋系统。	1、补充设置洗罐废水沉淀池，并定期清渣； 2、碎石加工场应加强厂房的封闭效果，防止厂房内粉尘逸散，同时在成品储料时，对于粉状石料应采取全封闭储料仓，严禁露天堆放造成扬尘污染。块状石料应进行苫盖，加强场区的洒水降尘。

2 建设项目概况与工程分析

表 2.38 黎霍高速公路太岳山隧道临时工程变化造成的环境影响回顾性调查情况一览表（续）

序号	工程内容	选址变更造成的生态影响变化分析	现场照片	规模	选址合理性分析	已采取的环保措施	需要完善的环保措施
3	隧道出口单独设置的 2#混凝土拌合站	<p>2021 年已批复隧道出口施工生产生活区内设置喷射混凝土拌合站、施工营地等设施，仅批复设置 1 处喷射混凝土拌合站，因此隧道出口设置的 2#混凝土拌合站为新增拌合站，其建设新增临时占地，对植被造成新的破坏，其选址对生态的影响更大。</p> <p>霍州市自然资源局以《关于对青兰国家高速公路长治至延安联络线 G2211 山西境黎城至霍州段控制性工程（霍州段）项目施工（一期）临时用地的批复》（霍自然资发〔2021〕61 号）对该临时占地进行了批复。</p>		<p>设置 120m³/h 拌合设备 1 套，混凝土产品为基层混凝土</p>	<p>距离最近的村庄为张家楼村，最近距离为 410m，位于场站的东南侧，与自然保护区最近距离为 1.4km。</p>	<p>料仓采取全封闭措施，混凝土拌合设备集成有除尘装置，场站地面硬化，设置罐车洗罐废水沉淀池，设置洗车平台</p>	<p>1、在运营过程中加强管理，罐车洗罐废水沉淀池定期清理沉淀物，出场车辆全部经洗车平台清洗后方可出场</p>

2.11.2.4 弃渣（土）场变化的合理性说明

根据项目土石方平衡表，霍州段产生的弃渣共计 121.26 万 m^3 ，其中隧道主线弃渣量为 103.40 万 m^3 ，2#斜井工程弃渣量为 12.85 万 m^3 ，3#斜井工程弃渣量为 5.01 万 m^3 ，目前隧道出口段已掘进 2.3km，产生弃渣量为 46.29 万 m^3 ，隧道出口 2#混凝土拌合站设置碎石加工场，出口段已掘进隧道产生弃渣全部综合利用未进行弃渣。

根据项目进度，目前剩余主线未掘进路段和 2#、3#斜井共有弃渣量为 75.26 万 m^3 ，根据隧道出口设置碎石加工场的实际情况，从本项目目前工程进展估算，仍需使用石料换算成弃渣量约为 25 万 m^3 ，综合利用后剩余弃渣量为 50.26 万 m^3 ，弃入 3#弃渣场，由于弃渣量减少，3#弃渣场占地范围减小，由原先的 7.81 hm^2 缩减为 4.15 hm^2 ，3#弃渣场占地范围减少 3.66 hm^2 ，即可满足弃渣要求。

本项目隧道出口弃渣由于综合利用导致弃渣量大幅下降，2021 年已批复的 3#弃渣场，容量为 130.2 万 m^3 ，隧道出口拟弃渣量为 50.26 万 m^3 ，占比约 39%，若继续按原占地范围使用 3#弃渣场，利用率较低，因此按照实际所需占地面积缩减为 4.15 hm^2 ，有效减少了弃渣场占地对生态的影响。本项目使用弃渣场后，将进行植被恢复，将有效补偿由于弃渣造成的植被损失，因此，从总体上看，减小了弃渣对生态的影响。

综上所述，弃渣场变化从环保角度是合理的。

2.11.2.5 部分工程内容调整是否属于重大变动说明

2015 年 6 月，原环境保护部办公室以环办〔2015〕52 号印发了《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》，其中包括《高速公路建设项目重大变动清单（试行）》，具体内容如下：

“规模：

- 1.车道数或设计车速增加。
- 2.线路长度增加 30% 及以上。

地点：

- 3.线路横向位移超出 200 米的长度累计达到原线路长度的 30% 及以上。
- 4.工程线路、服务区等附属设施或特大桥、特长隧道等发生变化，导致评价范围内出现新的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态敏感区，或导致出现新的城市规划区和建成区。

5.项目变动导致新增声环境敏感点数量累计达到原敏感点数量的 30%及以上。

生产工艺：

6.项目在自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态敏感区内的线位走向和长度、服务区等主要工程内容，以及施工方案等发生变化。

环境保护措施：

7.取消具有野生动物迁徙通道功能和水源涵养功能的桥梁,噪声污染防治措施等主要环境保护措施弱化或降低。”

通过前述内容可知，本项目主体工程包括隧道工程和 3 处斜井工程内容均未发生变化，在自然保护区内太岳山隧道的线位走向和长度未发生变化；临时工程包括弃渣场、施工生产生活区、施工便道发生变化，在自然保护区内仅有施工便道的设置方案发生变化，该变化不会改变隧道工程在自然保护区内的生产工艺，因此本项目临时工程发生变化不构成重大变动。

3 环境现状调查与评价

3.1 自然环境概况

本项目位于山西省南部，东西向展布，横贯太岳山脉。行政区划隶属临汾市古县和霍州市。推荐方案起点位于古县北平镇二道河村西南侧 270m 处，终点位于霍州市李曹镇杨家庄村南侧 550m 处，设置太岳山隧道穿越太岳山。主要包括 K133+655~K144+820 路段（其中 K136+190~K144+820 路段位于山西省霍山自然保护区实验区内），路线全长 11.165km。路线自然地理属太岳山脉。

3.1.1 地形

太岳山隧道自南东向北西横穿太岳山主脊，所凿穿的山体峰峦叠嶂，山势陡峻险要，地形起伏极大，侵蚀冲沟十分发育，地形非常破碎，地貌形态复杂多变。以太岳山主脊为界的东南部山势相对略显和缓，主脊西北部山势险峻挺拔。拟建隧道洞体穿越段地势洞身中部高，两端洞口低，左线地表最低海拔高程 1018.68m，最高海拔高程 1834.54m，最大高差 815.86m；右线地表最低海拔高程 1012.93m，最高海拔高程 1823.64m，最大高差 810.71m。太岳山隧道洞体穿越喀斯特侵蚀中起伏中山区和构造剥蚀中起伏中山区两大地貌单元。本项目沿线卫星影像见图 3.1。

（1）喀斯特侵蚀大起伏中山区

K133+655~K137+050 段属喀斯特侵蚀中起伏中山区，其间的构造格局受燕山期构造控制，由于长期的地质构造运动及外动力的剥蚀、溶蚀、侵蚀作用，使得山势陡峻，山顶多为尖顶状，脊线多呈锯齿型，地形坡度一般在 30°~45°之间，多悬崖峭壁，沟谷狭窄多曲，地形切割严重，高差悬殊。山形水系多呈南东向展布，沟谷切割深约数十米至数百米，横断面呈“V”形，沟底狭窄难行，水系密度 6~8 条/km，沟谷短者百余米左右，长者数公里有余。微地貌主要为基岩山脊、斜坡、陡崖、深谷等。植被发育，种类以松木、乔木、灌木为主。

（2）侵蚀剥蚀中起伏中山区

K137+050~K144+820 段属造剥蚀中起伏中山区，其间的构造格局受燕山期构造控制，由于长期的地质构造运动及外动力的剥蚀、侵蚀作用，使得区内山峦叠嶂，地势较陡峻，山顶多为馒头状，脊线多呈锯齿型，地形坡度一般在 25°~45°之间，悬崖峭壁发育，沟谷狭窄多曲，地形切割严重，高差悬殊。山形水系 K139+510 前多呈南东向展布，K139+510 后多呈南东向展布，沟谷切割深约数十米至数百米，横断面多呈“V”形，沟底狭窄难行，水系密度 7~9 条/km，沟谷短者百余米左右，长者数公里有余，微地貌为基岩山脊、斜坡、陡崖、深谷等。植被发育，种类以松木、乔木为主。

3.1.2 区域地质、地层

3.1.2.1 地质构造

隧址区位于吕梁~太行断块沁水块坳西北缘的太岳山坳缘翘起带内，该构造单元以东与沁水块坳郭道~安泽近南北向褶皱带相邻，以西与洪洞~临汾新裂陷构造单元相接。与本隧道关系密切的区域地质构造主要包括太岳山坳缘翘起带及霍山大断裂，其中太岳山坳缘翘起带属于本隧道所处的主体构造。

霍山大断裂位于太岳山西麓山前，为沁水块坳太岳山坳缘翘起带与洪洞~临汾新裂陷间的分界断裂。该断裂为区域性深大断裂（基底断裂），断裂主体南起洪洞县广胜寺一带，向北沿霍山西侧至灵石县峪口、军寨一带，总体走向近南北向，长约60千米。断裂北端分叉成两条断裂，其中北东向者为绵山山前断裂（为洪水—王公断裂的组成部分），北西西向为义棠-三泉（隐伏）断裂。

3.1.2.2 地层

（1）太古界

项目区太古界地层为中下太古界霍县群（Ar₁₋₂hs），出露于太岳山西麓，可分为大南坪组（Ar₁₋₂dn）、安子坪组（Ar₁₋₂a）、黄梁组（Ar₁₋₂h）。以各种片麻岩、变粒岩为主体，夹少量石英岩、浅粒岩、长石石英岩、斜长角闪岩和片岩。地层都经混合岩化作用改造，强烈地段发育为混合花岗岩，变质深达麻粒岩相。

（2）元古界

项目区元古界属上元古界长城系霍山组（Pt₂ch），岩性为白色、淡红色石英岩状砂岩和石英砂岩（即“霍山砂岩”），局部夹薄层含钾页岩，底部为砂砾岩。

（3）古生界

项目区古生界地层包括了寒武系、奥陶系、石炭系。

寒武系（C）：该地层不整合覆盖于太古界变质岩、元古界之上，分布在霍州市东部，有中、上统出露，包括徐庄组（C₂x）、张夏组（C₂z）、崮山组（C₃g）、长山组（C₃c）、凤山组（C₃f），岩性为石灰岩及少量白云质灰岩，由于构造运动，岩石产状变化很大，节理较发育，中等到弱风化，地貌特征上多呈高差很大的陡崖。

奥陶系（O）：该地层广泛出露，分布在霍州市东部。系由白云岩、泥灰岩、灰岩及白云质灰岩组成的浅海相沉积，中等风化，产状较为平缓，厚度较薄。泥灰岩中富含石膏矿层，地质条件较差。奥陶系与下伏寒武系地层呈整合接触，分布广泛，厚度较大，可分为冶里组（O₁y）、亮甲山组（O₁l）、马家沟组（O₂m）及峰峰组（O₂f），该段岩石质硬，构成区内高山地貌。主要岩性有泥质条带灰岩夹竹叶状灰岩、层状白云岩、含燧石白云岩、白云质灰岩、豹皮状灰岩等。

石炭系（C）：包括中统本溪组（C₂b）、石炭系上统太原组（C₃t）、山西组

(C_{3s}) 本溪组由山西式铁矿、铝质岩、粘土质泥岩、砂质泥岩、薄层石灰岩及煤线组成，厚 10~25m；太原组、山西组由石英砂岩、砂质泥岩、硅质岩、石灰岩、粘土质泥岩和煤层构成，二组总厚 100~150m，石炭系地层软硬相间，岩性较为复杂，同时又有采煤形成的采空区，因此其工程地质条件较复杂，在古县北平一带有较大范围出露。

(4) 新生界

项目区新生界地层发育完整，包括上第三系（N₂）和第四系（Q）。

区域地质见图 3.2、地质构造见图 3.3。

3.1.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GBJ8306—2001）的有关规定，结合《山西省地震动峰值加速度区划图》及《山西省地震动反应谱特征周期区划图》，隧址区地震动峰值加速度为 0.20g，相对应地震基本烈度为Ⅷ度，地震动反应谱特征周期 0.35S。

3.1.4 气候

隧址区属北暖温带五台~晋东南半湿润气候区，大陆性季风气候显著，四季分明，降水少，气温低，昼夜温差大，冬季寒冷干燥，秋季凉爽宜人，夏季炎热多雨，春季风沙肆虐，春旱频繁。当年十月中旬上冻，翌年三月下旬解冻，冻土深度 0.5~0.6m。

3.1.5 水文

3.1.5.1 区域地表水

本项目位于临汾市古县和霍州市境内，所涉及的主要河流为洪安涧河支流热留河和南涧河支流李曹河。

①洪安涧河

洪安涧河属汾河一级支流。因发源于安泽（原县建制），流经洪洞，故名洪安涧河。洪安涧河五马以上为上游，分南北二涧。北涧（又称热留河）发源于古县境内，北起热留乡大南坪，东起老牛沟，流经党家坡、古阳、古县至五马与南涧汇合。南涧（又称旧县河）发源于安泽境内，东起安泽县的草峪岭，南起古县的千树沟、阴家山沟，北起虎沟任坡里，汇合 357 条小沟。古县五马以下为下游。在洪洞县苏堡镇南铁沟进入洪洞县境。流经洪洞县苏堡、曲亭、大槐树 3 个镇 8 个村庄，在北营村流入汾河。主流全长 59.7km，流域面积 1149.7km²，流域平均宽 18.8km。河型为单式河谷，河床稳定，基本为砂砾卵石冲积而成。东庄以上为基岩河床，洪洞境内为砂砾卵石河床。平均坡降为 8‰。河道糙率 0.05~0.07。本项目太岳山隧道进口洞口位于热留河西岸斜坡上，距离热留河约 50m，调查期间该段河流无水。热留河该段高程约为 1192.66m，而隧道左右洞口底板设计标高分别

3 环境现状调查与评价

为 1214.23m、1215.10m，较河流河道高程分别高出 21.57m、22.44m，该河流高程与隧道高程高差较大。

②南涧河

南涧河发源于霍州市东部霍山七里峪，途经峪里、范村、源头、贾村、李谗庄、赵家庄等由东向西在霍州城南汇入汾河，全长 32km，流域面积 304km²。年均径流量为 1500 万 m³，年均输沙量为 60.8 万 t，实测 20 年一遇洪水流量为 390m³/s，河水长年不断，是霍州境内最大的河流。但是由于近几年水资源匮乏，源头水量减少，加之天气干旱等原因，河水一出山口就成为沿途各村的主要灌溉水源。而且由于水流量小，从杨枣村到入汾口处已无防洪堤坝，沿途各村的农田挤占了河道，多次修路也抬高了河床，贾村、李谗庄、赵家庄一段最为严重，南涧河下游已很难见到清泉流水。李曹河为南涧河上游汇水区域内的一道山谷汇流而成，李曹河距离隧道出口洞口最近距离为 450m。

本项目所在区域水系分布图见图 3.4。

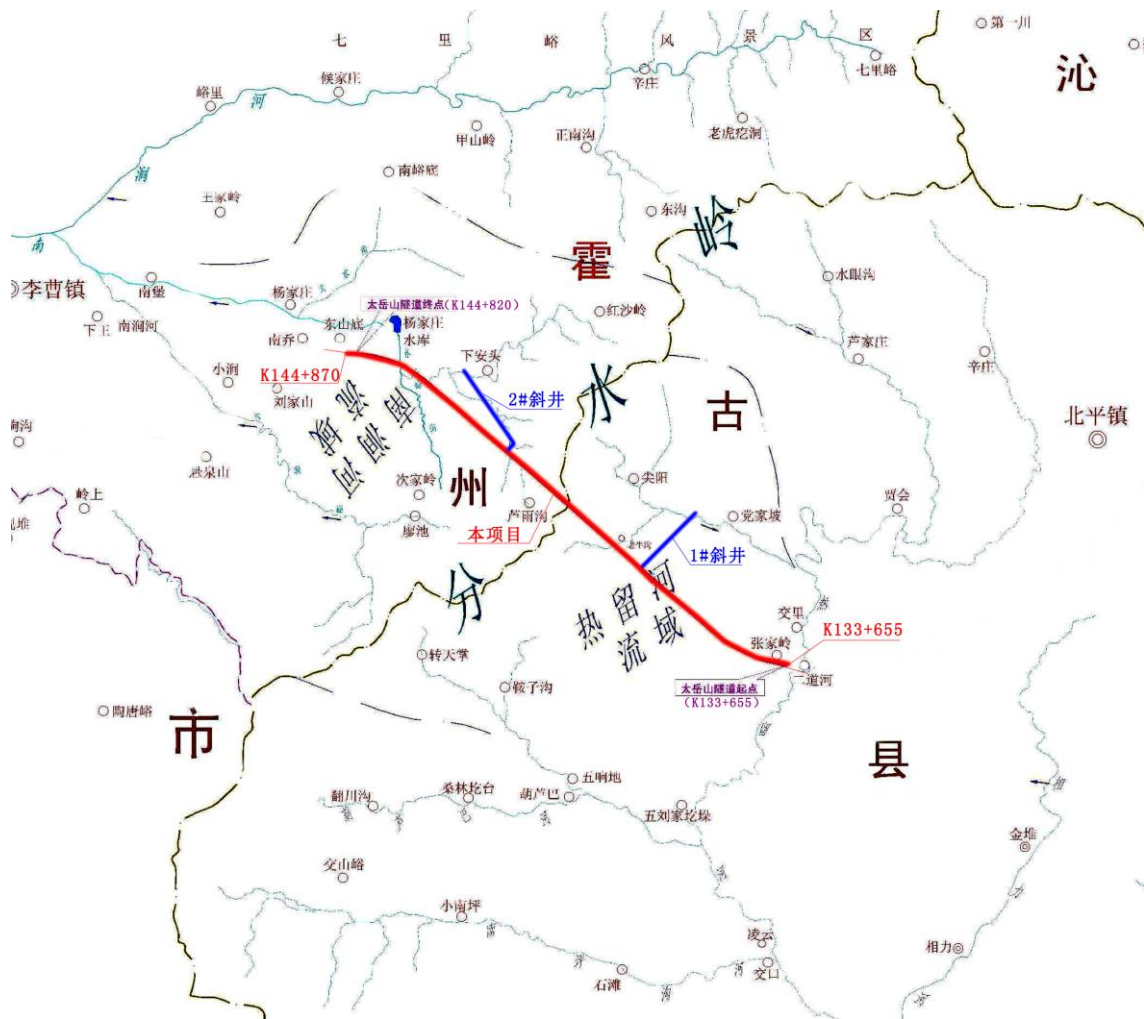


图 3.4 本项目区域水系分布图

3.1.5.2 区域地下水

本项目横穿太岳山主脊-霍山，根据搜集资料及调查，区域水文地质单元划分为以下四种类型：

（1）松散岩类孔隙水

分布于临汾新裂陷、隧址及隧址区东部的山间河谷内，主要含水层岩性为第四系中下更新统、上第三系砂土、砂、砂砾卵石，局部黄土内所夹的钙质结核层也有少量的上层滞水赋存。地下水埋深受下伏隔水层的影响而深浅不一，变化较大，普遍埋深约 50~100m，富水性较强，局部存在承压，主要受大气降水和地表径流共同补给，人工抽采排泄为主。

（2）碳酸盐岩类岩溶裂隙水

分布于隧址及隧址区东部、东北~西南部北北东向带状碳酸盐岩基岩山区。含水层为寒武、奥陶系碳酸盐岩，岩性为纯灰岩、灰岩或白云质灰岩与泥灰岩，白云岩或灰质白云岩互层及夹层组成，含水系统底部为紫红色页岩，砂质页岩，总厚达 800~850m 左右。

区域的碳酸盐岩岩溶裂隙水的径流主要受区域地质构造控制，区内碳酸盐岩走向大致为北北东~南南西向，向东径流，大气降水入渗及周边变质岩区和砂页岩区地表径流的入渗补给是岩溶水系统两个补给来源。由于寒武、奥陶含水岩系中含水层（灰岩、白云质灰岩）与相对隔水层（泥页岩夹层、泥灰岩）呈交互层状的组合产出，对地下水的径流过程有明显影响，即降水入渗进入含水系统后到达区域饱水带之前，要经过多层弱含水层和相对隔水层的滞留，仅在断裂或巨裂隙附近向下渗透。与下伏的地层水力联系微弱，因此该套地层成为隧址区域东部岩溶水系统巨厚的隔水顶板，沿倾向（南东东向）埋深逐渐增大，使岩溶水无排泄通道或排泄点，岩溶水到达底部边界水力受阻后径流方向改沿碳酸盐岩的走向向下游霍泉方向径流。从霍泉北边界补给区到排泄点空间距离约 50km 不等，岩溶水径流沿走向径流过程中，受南端苏堡断裂、西南端霍山断裂带及山前第四系的共同阻挡，在广胜寺附近的低洼点溢流而出，成为区域范围内岩溶裂隙水的集中排泄出口。

（3）变质岩类裂隙水

主要分布于太岳山霍山段分水岭东坡坡腰至霍山大断裂之间的北北东至南南西向带状区域，属于构造剥蚀与侵蚀基岩高中山区，区域范围主要受太岳山翘起带形成的霍山大背斜控制。本类地下水含水介质历经多期构造运动，裂隙总体较为发育，其中区域变质作用前期产生的裂隙在区域变质及混合岩化作用过程中绝大多数被后期长英质脉体贯入，使岩体弥合成为完整的大块体或巨块体，后期构造作用、风化作用使变质岩岩体产生新的裂隙系统（构造、片麻理、节理裂隙

及风化次生裂隙），以上裂隙系统成为本类型地下水的赋存空间和径流通道。由于本套变质岩在太岳山构造翘起的过程中抬升较高，上覆岩层剥蚀早，基岩裸露时间长，风化作用持续时间极久，山体顶部强风化裂隙厚度达 50 米以上，风化带孔隙裂隙率高，因此成为本类地下水最主要的蓄水空间。补给主要来自大气降水，并沿裸岩表层风化带裂隙带入渗，径流受构造、节理、片麻理发育方向控制，主要以泉水的方式排泄，出露地势普遍较高，山高水高现象极为普遍，此为本类地下水的径流和排泄最大的特征。

（4）构造裂隙水

隧址区域及其周边为太岳山翘起带内，断层构造较为发育，尤以张性或张扭性断裂最多，断裂构造不仅较为密集，而且破碎带规模较大，为本区域地下水最重要的赋存空间和最主要的地下水类型。（区域范围压扭性推覆构造也较为发育，断层带由碎裂岩及糜棱岩等组成，富水性弱，破碎带常常切断了上下盘间的水力联系，破碎带内部透水性弱，属阻水构造），含水介质主要包括断层角砾岩，断层碎裂岩，由大气降水、地表水、基岩裂隙水等共同补给。由于断层破碎带较上下两盘裂隙发育，成为地下水的最通畅的径流通道，并在沟谷边缘等适当的位置以泉的形式溢流排泄。

区域水文地质见图 3.5。

3.1.6 土壤

项目区主要土类有灰褐土、棕壤和草甸土。灰褐土是区内地带性土壤，遍及区内阶地、丘陵、山地；棕壤分布于海拔 1800m 以上，阳坡处出现部位略高，沟谷和阴坡处部位较低；草甸土是一种隐域性土壤，它受气候影响较少，主要在地下水交替作用下形成，其剖面下部有潜育层，分布于河流两岸的河漫滩和一级阶地，是优良的农业土壤。

3.2 生态现状调查与评价

3.2.1 生态现状调查与评价方法

本次评价生态现状调查方法主要包括资料收集法、现场勘查法、专家和公众咨询法、遥感调查法等。

3.2.1.1 生态现状调查方法

（1）资料收集法

收集整理调查范围内现有动植物资源资料，主要通过咨询拟建公路沿线各县（市）林业局、自然资源局、生态环境局、水利局等管理部门以及查阅各类专业书籍、专著、数据平台、论文、地方史志、农林业调查报告、森林公园总体规划等资料，收集项目区沿线动植物类型、现状分布、地形图、植物区系、生态功能区划、土地利用、水土流失、生态问题等生态资料，以及气候、土壤、地形地貌、

水文地质等非生物因子资料，了解评价范围内野生动物的种类、数量、分布和变动情况。

（2）现场调查法

结合调查范围、调查对象、地形地貌和实际情况开展样方调查，记录拟建公路沿线环境特征、动植物类型以及植物种类数量，重点调查是否存在国家及山西省重点保护野生动植物、古树名木等重要物种。

（3）专家和公众咨询法

通过咨询有关专家、评价范围内的公众、社会团体和相关管理部门对拟建公路影响的意见，发现现场调查中遗漏的生态问题、动植物物种及分布情况等。

（4）遥感调查法

主要包括卫星遥感法、航空遥感方法等，在现场勘察的基础上，本次评价借助遥感技术手段，采用 GPS+GIS 的地理信息技术，并结合无人机（大疆精灵 4）航拍资料，调查评价范围内植被、土地类型及覆盖情况、地形地貌、河流水库等生态因子，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图、土地利用类型图。本次调查选用项目区 2021 年 7 月美国陆地资源卫星（Landsat-8）图片（最大分辨率为 15m），对监督分类产生的植被初图，结合无人机航拍资料、路线实地调查记录和等高线、坡度、坡向等信息，进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被类型图；在植被类型图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图；在生态敏感区路段，基于遥感数据，利用 ArcGIS 并采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度（FVC）空间分布，绘制植被覆盖度空间分布图。

3.2.2.2.2 生态现状评价方法

本次评价生态现状评价和影响预测评价采用图形叠置法、指数法、类比分析法、生态系统评价方法等。

（1）图形叠置法

本次评价利用 ArcGIS 软件空间数据的叠置功能，将两幅或多幅生态要素图件重叠在一起，并生成复合图，用以表示生态变化的方向和程度，进行生态现状评价和影响预测评价。

（2）指数法

利用植被指数进行拟建公路沿线评价区域植被覆盖度现状、项目建成后植被覆盖度的变化率等情况。

（3）类比分析法

调查在建或已建成线型项目对生态的影响，类比分析拟建公路建设可能产生的生态影响。

（4）生态系统评价方法

基于遥感技术，采用归一化植被指数（NDVI）方法，对评价区的植被覆盖度进行估算。

3.2.2 生态功能区划

3.2.2.1 本项目与山西省生态功能区划的关系

根据《山西省生态功能区划》，本项目全线位于“Ⅱ 东部太行山山地丘陵暖温带落叶阔叶林灌草丛生态区”中“ⅡB 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区”，具体见表 3.1 和图 3.6。

表 3.1 本项目与山西省生态功能区划一览表

起讫桩号	分区区划		
	生态区	生态亚区	生态功能区
K133+655~ K144+820	Ⅱ 东部太行山山地丘陵暖温带落叶阔叶林灌草丛生态区	ⅡB 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区	ⅡB-1 太岳山水源涵养与生物多样性保护生态功能区

本项目所涉及的生态功能区概况如下：

(1) ⅡB 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区

② ⅡB-1 太岳山水源涵养与生物多样性保护生态功能区

本项目全线位于该生态功能区，该区以太岳山山脉为界，包括榆次区、太谷县、祁县、平遥县和介休市的东南部山区，灵石县、霍州市的东部山区，洪洞县和古县的北部山区以及沁源县全部地区。该区生态区地域广、面积大，总面积达 7734km²。该区地貌主要是南北低中间高，海拔 1300~1700m，主要是三叠系地层。土壤垂直分布有褐性土、淋溶褐土、棕壤性土、棕壤、山地草甸土。植被垂直分布明显，1400m 以下为白羊草、荆条灌丛，偶有侧柏及农垦区；1400~1800m 为油松、栎类、山杨等杂木林，1800~2000m 为白桦林，1900m 以上出现亚高山草甸。

该区生物多样性丰富，是山西生物多样性中心之一，自然景观多，为发展旅游提供了良好条件。山西省在该区建立了多个自然保护区和森林公园，包括山西省霍山自然保护区、山西灵空山国家级自然保护区、山西省绵山自然保护区、山西四县崞省级自然保护区、山西超山省级自然保护区、山西八缚岭省级自然保护区等；同时，在沁源县将建立沁河源头省级生态功能保护区。

该区的主要生态环境问题是：东北部地区低山丘陵植被覆盖率低，水土流失轻度侵蚀，生物多样性极敏感。

该区的主要保护措施如下：①加强封山育林，提高森林水源涵养能力，保育良好的生态功能系统；②加强自然保护区建设，保护生物多样性和区域生态系统的稳定性。

该区的主要产业发展方向如下：①以保护生态系统服务功能为中心，适度开展生物资源的综合开发利用；②科学规划，保护自然景现，开展生态旅游；③以林牧为

主，发展生态农业。

3.2.2.2 本项目与沿线各县市生态功能区划的关系

本项目途经临汾市古县、霍州市境内，与沿线各县市生态功能区划的关系见表 3.2 和图 3.7~图 3.8。

表 3.2 本项目与沿线各县市生态功能区划的关系一览表

行政区划	起讫桩号	生态功能小区
古县	K133+655~K139+680	I A 北古岳西山地生物多样性保护生态功能小区
霍州市	K139+680~K144+820	III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区

（1）古县生态功能区划

根据《古县生态功能区划》，本项目 K133+655~K139+680 路段及 1#斜井位于“I A 北古岳西山地生物多样性保护生态功能小区”。

① I A 北古岳西山地生物多样性保护生态功能小区

该生态功能小区位于北平镇、古阳镇和岳阳镇西部山地区域，总面积约为 224.98km²。

该区域主要保护措施与发展方向如下：a.封山禁牧，禁止人为开垦，乱砍滥伐，保护植被与生态环境，提高植被覆盖率，营造良好的生态系统；b.加强重要物质资源的保护，依法禁止捕、杀、采、伐国家级和省级保护重要物种。

（2）霍州市生态功能区划

根据《霍州市生态功能区划》，本项目 139+680~K144+820 路段及 2#、3#斜井位于“III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区”。

① III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区

该生态功能小区包括李曹镇、陶唐峪乡的东部地区，主要是霍山自然保护区，总面积约为 62.21km²。

该区域主要保护措施与发展方向如下：a.保护好现有生物多样性和天然阔叶林资源，封山育林，加强管护现有生态公益林和自然保护区；b.涵养水源。

3.2.3 生态敏感区路段（K136+190~K144+820）生态现状调查与评价

3.2.3.1 生态现状调查范围

现状调查范围为生态敏感区路段公路两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 以内区域，施工便道中心线两侧外延 1km 以内区域。

3.2.3.2 生态敏感区路段陆生植物资源现状调查与评价

3.2.3.2.1 植被样方调查内容及方法

（1）植被调查方法

① 资料收集法

收集整理调查范围内现有植被及植物资源资料，主要参考《中国植物志》[M]（中科院“中国植物志”编辑委员会主编，2004年）、《中国植被及其地理格局》[M]（张新时主编，2007年）、《山西植被》[M]（马子清主编，2001年）、《山西森林》[M]（王国祥主编，1984年）、《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告（2022年）》、《山西霍山省级自然保护区拟调整区域综合科学考察报告（2022年）》等专著、规划文本、科考报告，以及近期发表的相关论文、地方史志、年鉴以及农林部门提供的资料。主要收集项目区沿线植被类型现状分布图、地形图、气候资料、植物区系等。

② 现场调查法

在资料收集的基础上，对公路沿线进行现场踏勘。生态敏感区路段应结合调查范围、调查对象、地形地貌和实际情况开展样方调查，记录拟建公路沿线环境特征、植被类型以及植物种类，重点调查是否存在国家及山西省重点野生保护植物、古树名木、极小种群等重要物种，并在1:50000地形图上现场勾绘评价范围内植被类型，并拍照记录。

（2）植被样方调查内容

① 样方布点原则

样方布设要考虑线路布点的均匀性；所选择的样地植被为评价区域内具有代表性的类型；尽量避免取样误差，要求两人以上进行观察记录，消除主观因素；样方布设应涵盖评价范围内不同的植被类型及生境类型，山地区域应结合海拔、坡位、坡向进行布设，选择有代表性的典型林地、灌丛、草地、山地等不同环境特征进行采样；根据植物群系设置调查样地，每种群落类型设置的样方数量不少于5个，调查时间宜选择植物生长旺盛季节。

② 样方调查方法

对每个样方用GPS精确定位，记录样方所处位置、坡形、坡向、坡度、坡位、植被类型等信息，其中对于调查样方，记录群落总盖度、高度，群落乔木层、灌木层和草本层植物物种的种名、高度、盖度、株数等，以及群落周边人为干扰情况等要素，多方位拍摄样方影像资料。

调查方法：乔木层样方面积为 $10\times 10\text{m}^2$ 区域，记录乔木层盖度、乔木种名、 $\text{DBH}\geq 3\text{cm}$ 的植株胸径、高度等指标；灌木层样方面积为 $4\times 4\text{m}^2$ 区域，调查包括树高 $< 3\text{m}$ 的乔木树种、灌木植物，记录灌木层每种植物的种名、数量、高度、冠幅及盖度等指标；草本层样方面积为 $1\times 1\text{m}^2$ 区域，记录每种草本植物的种名、数量、高度及盖度等指标。

③ 样方布设情况

现场调查时间：以2022年10月28日~2022年10月31日生态野外调查为主，

以 2020 年 10 月 9 日~2020 年 10 月 10 日、2021 年 8 月 17 日~2021 年 8 月 18 日补充生态野外调查为辅。

根据项目评价区域植被群系的实际情况，野外调查组对该区域每种主要植被群系类型选择至少 5 个样方进行调查。该路段调查范围内自然植被群系类型 12 种，包括针叶林 3 种，阔叶林 3 种，针阔混交林 1 种、灌丛 3 种，草丛 2 种；共设置代表性的样地 65 个，详见表 3.3。样方调查内容见附件 7，植被现场调查照片见图 3.9，植被现状见图 3.10，不同植被类型、高程、坡向、坡度样方点位布设见图 3.11~图 3.14。

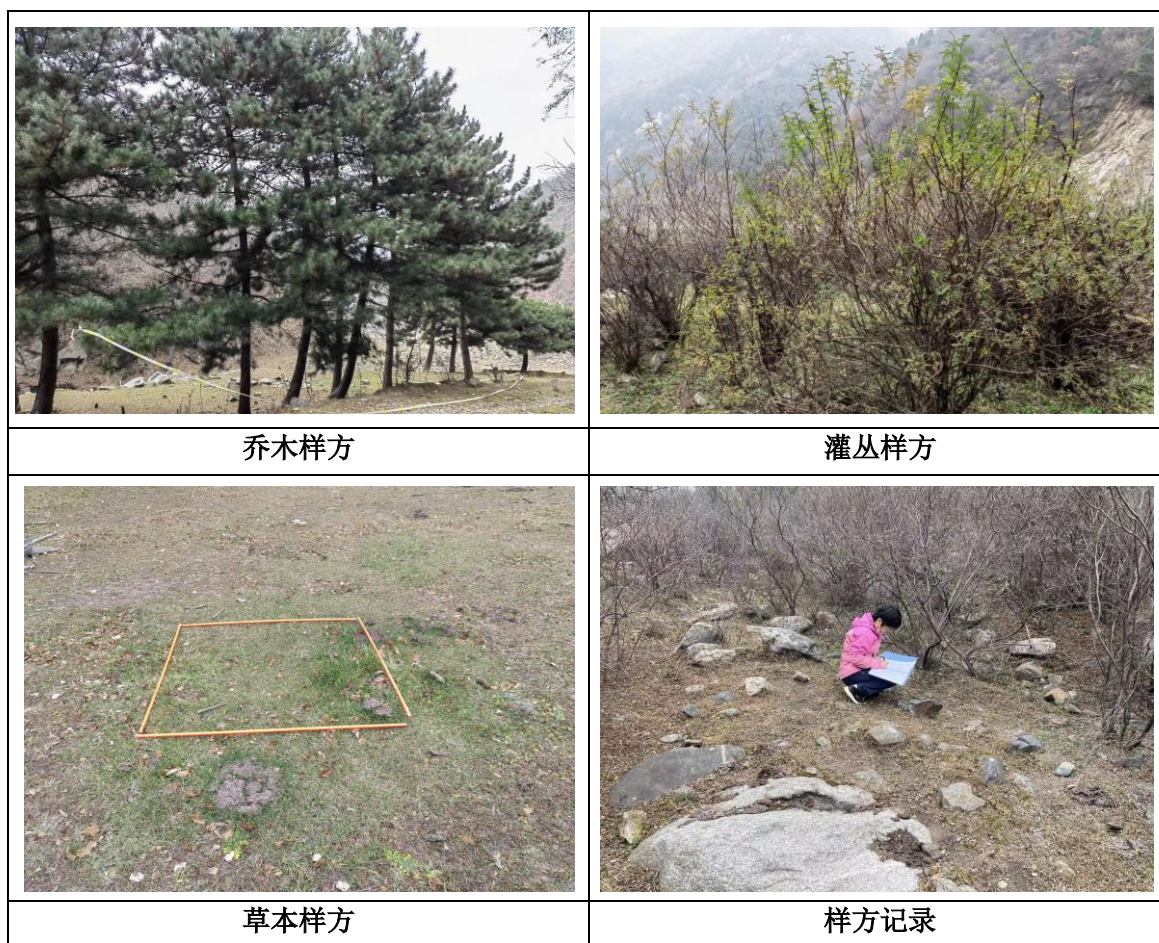








图 3.9 植被样方现场调查照片

	
油松林	辽东栎林
	
华北落叶松林	山杨林
	
侧柏林	油松-辽东栎混交林

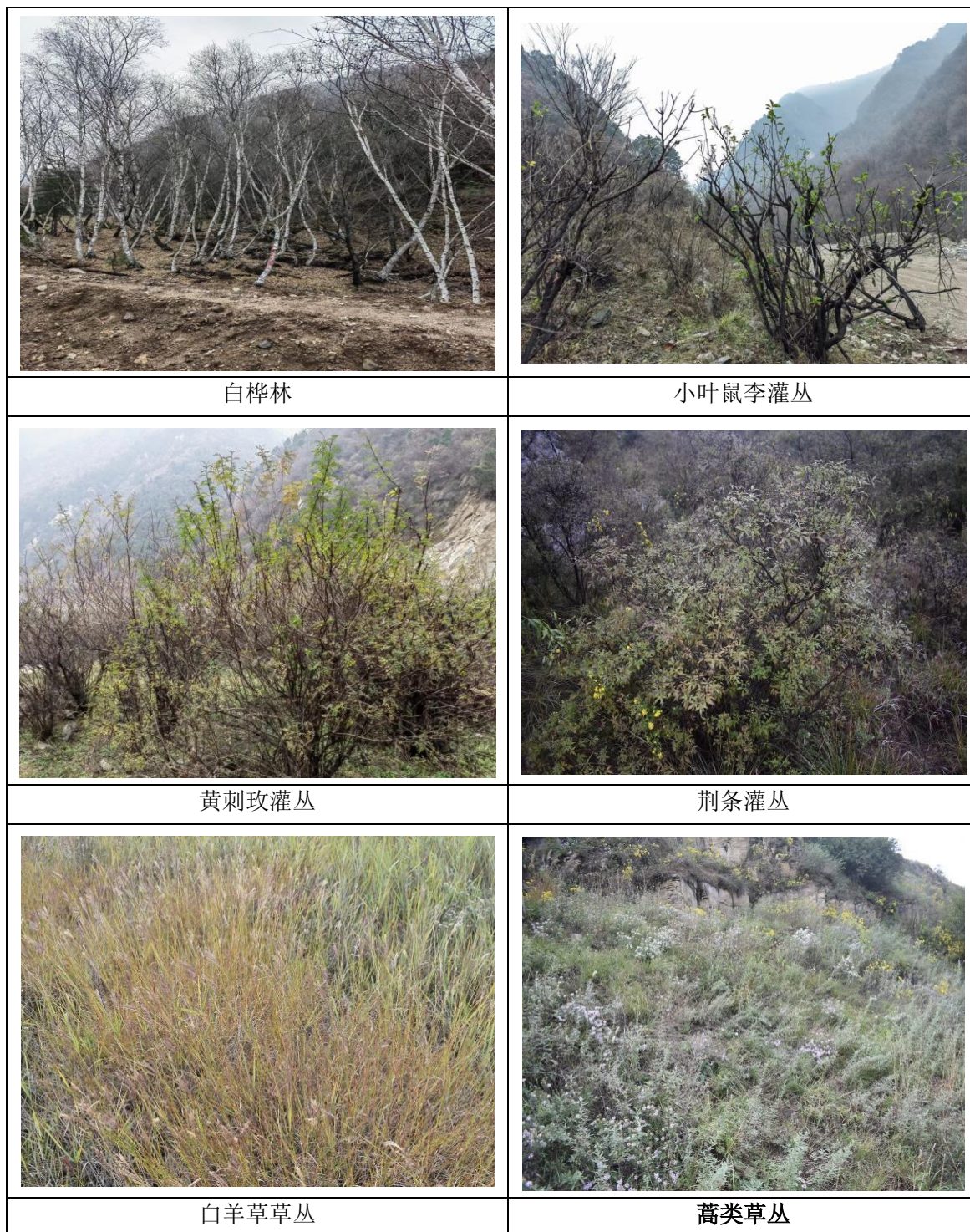


图 3.10 评价范围内各类型植被群落现状照片

表 3.3 植物群落样方调查及环境特征表

序号	里程桩号	群系类型	地理位置			调查日期	备注
			E	N	海拔高度 (m)		
1	K144+780	黄刺玫灌丛	111.879956	36.546439	994	2022.8.17	
2	K144+019	油松林	111.886771	36.533209	1213	2022.10.28	
3	K144+015	荆条灌丛	111.887254	36.534064	1251	2022.10.28	
4	K143+770	小叶鼠李灌丛	111.885051	36.534543	1185	2022.8.17	
5	K143+950	侧柏林	111.884165	36.539914	1134	2022.8.17	
6	K143+880	黄刺玫灌丛	111.888434	36.533540	1236	2022.10.28	
7	K144+540	辽东栎林	111.883557	36.543191	1052	2022.8.18	
8	K143+680	白羊草草丛	111.888610	36.532752	1218	2022.10.28	
9	K143+660	黄刺玫灌丛	111.888521	36.532114	1219	2022.10.28	
10	K143+340	油松-辽东栎林	111.890034	36.531476	1237	2022.10.28	
11	K143+160	侧柏林	111.892866	36.531086	1278	2022.10.28	
12	K142+980	小叶鼠李灌丛	111.893649	36.530049	1264	2022.10.28	
13	K142+970	华北落叶松林	111.894851	36.529838	1279	2022.10.28	
14	K142+950	油松林	111.896696	36.528825	1371	2022.10.28	
15	K142+860	白羊草草丛	111.898219	36.528782	1361	2022.10.28	
16	K142+810	荆条灌丛	111.898991	36.529402	1369	2022.10.28	
17	K142+680	油松-辽东栎林	111.900078	36.527831	1368	2022.10.29	
18	K142+640	侧柏林	111.900982	36.528187	1381	2022.10.29	
19	K142+530	侧柏林	111.903115	36.527590	1402	2022.10.29	

表 3.3 植物群落样方调查及环境特征表（续）

序号	里程桩号	群系类型	地理位置			调查日期	备注
			E	N	海拔高度（m）		
20	K142+580	华北落叶松林	111.903090	36.527030	1381	2022.10.29	
21	K142+490	辽东栎林	111.904576	36.526868	1392	2022.10.29	
22	K142+480	白羊草草丛	111.905498	36.528622	1438	2022.10.29	
23	K142+290	荆条灌丛	111.906716	36.527402	1414	2022.10.29	
24	K141+880	华北落叶松林	111.911951	36.528851	1447	2022.10.29	
25	K141+810	油松林	111.912891	36.529079	1473	2022.10.29	
26	K141+780	白桦林	111.912905	36.528679	1467	2022.10.29	
27	K141+220	白羊草草丛	111.917703	36.527243	1507	2022.10.29	
28	K140+740	华北落叶松林	111.920802	36.522958	1575	2022.10.29	
29	K140+180	荆条灌丛	111.926152	36.523186	1574	2022.10.29	
30	K140+290	油松-辽东栎林	111.931199	36.527679	1650	2022.10.29	
31	K139+600	山杨林	111.939962	36.527521	1621	2022.10.29	
32	K139+840	白桦林	111.939160	36.530575	1559	2022.10.29	
33	K140+180	白桦林	111.939277	36.534747	1523	2022.10.29	
34	K140+430	油松林	111.938047	36.537064	1482	2022.10.30	
35	K140+530	油松-辽东栎林	111.937161	36.537540	1484	2022.10.30	
36	K140+760	辽东栎林	111.935013	36.538851	1471	2022.10.30	
37	K142+150	白桦林	111.927070	36.550305	1306	2022.10.30	
38	K142+670	油松-辽东栎林	111.922361	36.553965	1296	2022.10.30	

表 3.3 植物群落样方调查及环境特征表 (续)

序号	里程桩号	群系类型	地理位置			调查日期	备注
			E	N	海拔高度 (m)		
39	K142+560	白桦林	111.925905	36.553715	1316	2022.10.30	
40	K142+620	华北落叶松林	111.925882	36.553988	1302	2022.10.30	
41	K142+260	小叶鼠李灌丛	111.928785	36.554581	1295	2022.10.30	
42	K143+065	侧柏林	111.919637	36.555911	1263	2022.10.30	
43	K137+905	小叶鼠李灌丛	111.966670	36.528436	1423	2022.10.30	
44	K137+910	荆条灌丛	111.965897	36.528324	1433	2022.10.30	
45	K137+940	辽东栎林	111.965206	36.527950	1453	2022.10.30	
46	K137+750	山杨林	111.965596	36.526988	1447	2022.10.30	
47	K137+830	白羊草草丛	111.964729	36.526876	1449	2022.10.30	
48	K137+880	山杨林	111.963017	36.525988	1478	2022.10.30	
49	K137+980	辽东栎林	111.960553	36.524199	1510	2022.10.30	
50	K138+050	辽东栎林	111.957753	36.522743	1523	2022.10.31	
51	K138+090	山杨林	111.957701	36.523095	1521	2022.10.31	
52	K138+260	黄刺玫灌丛	111.955435	36.523001	1537	2022.10.31	
53	K138+560	山杨林	111.951959	36.523295	1563	2022.10.31	
54	K138+710	油松林	111.948545	36.522999	1599	2022.10.31	
55	K138+740	小叶鼠李灌丛	111.947810	36.522844	1604	2022.10.31	
56	K138+780	黄刺玫灌丛	111.947314	36.522850	1608	2022.10.31	
57	K144+800	辽东栎林	111.898506	36.558940	1025	2022.8.17	
58	K144+760	侧柏林	111.899087	36.558940	1053	2022.8.17	

表 3.3 植物群落样方调查及环境特征表（续）

序号	里程桩号	群系类型	地理位置			调查日期	备注
			E	N	海拔高度（m）		
59	K137+410	华北落叶松	111.978426	36.527359	1378	2022.8.18	
60	K137+390	油松林	111.978805	36.527197	1372	2022.8.18	
61	K144+610	蒿类草丛	111.901924	36.563462	994	2022.8.18	
62	K145+040	蒿类草丛	111.896607	36.565942	972	2022.8.18	
63	K146+580	蒿类草丛	111.882527	36.551741	1006	2022.8.18	
64	K147+090	蒿类草丛	111.874970	36.551247	939	2022.10.31	
65	K147+260	蒿类草丛	111.877396	36.547005	955	2022.8.18	

3.2.3.2.2 生态敏感区路段主要植被、植物区系概况

(1) 评价区植被区系

根据《中国植被及其地理格局》和《山西植被》，本项目全线位于“III 暖温带落叶阔叶林区域-IIIi 暖温带北部落叶栎林地带-IIIi-9 晋南油松林辽东栎林区-III i-9d 太岳山地油松、辽东栎林及次生灌丛小区”，详见表 3.4。

表 3.4 本项目沿线植被分布区系一览表

桩号	植被区系划分情况			
K133+655~K144+820	III 暖温带落叶阔叶林区域	IIIi 暖温带北部落叶栎林地带	IIIi-9 晋南油松林辽东栎林区	IIIi-9d 太岳山地油松、辽东栎林及次生灌丛小区

① IIIi-9d 太岳山地油松、辽东栎林及次生灌丛小区

该小区主要涉及太岳山山脉附近区域，太岳山位于山西省中南部，主峰霍山高 2347m，地形复杂，多为断层峡谷。石质山地较多，主要有片麻岩和花岗岩，较低山地的基岩构成较为复杂，丘陵区为黄土沉积物构成。该小区水平地带性土类为褐土，随着海拔高度的上升，依次出现山地淋溶褐土、山地棕壤及山地草甸土。该小区自然植被中油松林、辽东栎林是落叶林地带的重要标志类型，其中油松林面积居山西省之最，素有“油松之家”的美称。其次森林植被类型还有侧柏林、白皮松林、蒙古栎林、山杨林、桦树林和槭、椴、千金榆等组成的杂树林。除上述之外在海拔 1800~2350m 山地有少量华北落叶松林和青仟林生长。在低山、中山和丘陵地段海拔 700~1500m 之间，由于人为干扰严重，植被群落以次生灌丛为主，有荆条灌丛、沙棘灌丛、黄刺玫灌丛等。

(2) 评价区植物区系成分及分布特点

① 种子植物科的分布区类型

根据预设线路，在野外进行实地调查，并结合霍山自然保护区调查资料，项目评价区内共记录野生种子植物 61 科 160 属 217 种，其中，裸子植物 2 科 3 属 4 种，被子植物 60 科 157 属 213 种。

根据吴征镒先生（1991）对中国种子植物属的分布区类型划分观点，将评价区野生种子植物的科、属分布区分为 15 个类型（表 3.5~3.6）。

从以上统计可知，影响评价区世界分布性质的科有 33 科，北温带分布的科有 16 科。热带性质（2-7）的科为 13 科。世界分布性质的属有 29 属 45 种，温带性质（8-11）的属为 89 属 128 种，西亚、中亚、东亚性质（12-14）的属为 15 属 16 种，中国特有性质（15）的属为 3 属 3 种；说明评价区表现出明显的温带性质，但也具有一定的热带性质，与热带植物区系具有一定的相互关系；分布型中的一部分东亚成分反映了该植物区系的古老性；评价区内中国特有成分占比较少，表

明该植物区系中国特有成分性质不明显。

表 3.5 拟建项目评价区域种子植物科分布区类型

分布区类型	科数	占评价区总科数的比/%
1.世界分布	33	53.23
2.泛热带分布	10	16.13
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	2	3.23
4.旧世界热带分布	0	0
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	0	0
6.热带亚洲至热带非洲分布	1	1.61
7.热带亚洲分布	0	0
8.北温带分布	16	25.81
9.东亚至北美间断分布	0	0
10.旧世界温带分布	0	0
11.温带亚洲分布	0	0
12.地中海区、西亚至中亚分布	0	0
13.中亚分布	0	0
14.东亚分布	0	0
15.中国特有分布	0	0
合计	62	100

表 3.6 拟建项目评价区域种子植物科属种分布区类型

分布区类型	属数	占调整区总属数的比/%	种数	占调整区总种数的比/%
1.世界分布	29	18.24	45	20.83
2.泛热带分布	17	10.69	18	8.33
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	0	0	0	0
4.旧世界热带分布	1	0.63	1	0.46
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	1	0.63	1	0.46
6.热带亚洲至热带非洲分布	2	1.26	2	0.93
7.热带亚洲分布	2	1.26	2	0.93
8.北温带分布	61	38.36	94	43.52
9.东亚至北美间断分布	7	4.4	11	5.09
10.旧世界温带分布	17	10.69	19	8.8
11.温带亚洲分布	4	2.52	4	1.85
12.地中海区、西亚至中亚分布	2	1.26	2	0.93
13.中亚分布	1	0.63	1	0.46

表 3.6 拟建项目评价区域种子植物科属种分布区类型 (续)

分布区类型	属数	占调整区总属数的比/%	种数	占调整区总种数的比/%
14.东亚分布	12	7.55	13	6.02
15.中国特有分布	3	1.89	3	1.39
合计	159	100	216	100

(3) 植被类型、群系及其分布特点

根据《中国植被及其地理格局》、《山西植被》、霍山省级自然保护区科学考察报告,结合实地踏勘及样方调查结果,评价区内植被类型可以划分为 5 个植被型组,7 个植被型,13 个群系。详见表 3.7。

表 3.7 拟建公路评价范围内植物群落调查结果统计表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占地情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
I 针叶林	(1) 温性针叶林	/	① 油松林 (<i>Form.Pinus tabulaeformis</i>)	评价区广泛分布, 主要分布于横岭山立地条件好的阴坡和半阴坡, 海拔范围 1300m~1700m	0.24	0.02
		/	② 侧柏林 (<i>Form.Platycladus orientalis</i>)	主要分布于小涧峪附近海拔 1000~1300m 的阳坡, 土层瘠薄的石质山坡,	0	0
	(2) 寒温性针叶林	/	③ 华北落叶松林 (<i>Form.Larix principis-rupprechtii</i>)	评价区广泛分布, 主要分布于廖池、芦雨沟, 海拔 1500m 以上	0.53	0.11
II 针阔叶混交林	(3) 温性针阔叶混交林		④ 油松+辽东栎林 (<i>Form.Pinus tabulaeformis+ Quercus wutaishanica</i>)	是评价区内主要的植被类型, 主要分布于评价区内海拔 1300m~2000m 之间的山地阳坡、半阳坡	0	0
III 落叶阔叶林	(4) 山地栎林	/	⑤ 辽东栎林 (<i>Form.Pinus tabulaeformis</i>)	评价区内主要的植被类型之一, 广泛分布于海拔 1200m~2000m 的阳坡、半阳坡, 多成纯林, 或与白桦、山杨、油松等混交	0.41	0.04
	(5) 山地杨、桦林	/	⑥ 山杨林 (<i>Form.Populus davidiana</i>)	评价区山杨林分布于芦雨沟、下安头等 地, 海拔 1400m~2000m 山地土壤湿润的 阴坡, 或阳坡光照充足的地方。评价区内 有小片纯林, 多形成与其它树种混生的群 丛	0	0
		/	⑦ 白桦林 (<i>Form. Betula platyphylla</i>)	分布于评价区的芦雨沟、次家岭, 海拔 1400~2000m 的阴坡、半阴坡, 为天然次 生落叶阔叶林, 常与山杨、油松混交	0.14	0.72

表 3.7 拟建公路评价范围内植物群落调查结果统计表 (续)

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占地情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
IV 落叶阔叶灌丛	(6) 温性落叶灌丛	/	⑧荆条灌丛 (Form. <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>)	在评价区内主要生长在海拔 800~1400m 之间	0.3	1.32
		/	⑨黄刺玫灌丛 (Form. <i>Rosa xanthina</i>)	主要分布于海拔 1400m~1700m 的山地、丘陵以及河谷地带	1.14	2.88
		/	⑩小叶鼠李灌丛 (Form. <i>Rhamnus parvifolia</i>)	多生于海拔 1600m 以下的山坡、林下或灌丛中	0.07	0.28
V 草丛	(7) 温带草丛	/	⑪白羊草草丛 (Form. <i>Bothriochloa ischaemum</i>)	主要分布于影响评价区内海拔 600m~1400m 低山丘陵的阳坡和半阳坡	0	0
		/	⑫蒿类草丛 (Form. <i>Artemisia</i>)	主要生长在海拔 800~1400m 之间的阳坡或半阳坡	0	0
VI 栽培植被	(8) 两年三熟或一年两熟旱作和落叶果树园	/	⑬冬小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯；花生；苹果、梨、山楂、柿、核桃、板栗、大枣、葡萄 (埋土越冬) (<i>Spring wheat, corn, Chinese sorghum, millet, sweet potatoes; peanut; apple, pear, hawthorn, persimmon, walnut, chestnut, date, grape</i>)	分布在评价区小涧村、刘家山等村庄沿线一带	0	0

评价范围主要植被类型包括针叶林、阔叶林、针阔叶混交林、灌丛、草丛，详述如下：

① 针叶林

评价范围内的针叶林由寒温性针叶林、温性针叶林和温性针阔混交林组成，寒温性针叶林主要是上世纪 70 年代种植的华北落叶松人工林，温性针叶林有天然次生林也有人工营造林，主要是油松林和侧柏林。温性针阔混交林主要是油松 + 辽东栎林。

a. 油松林 (Form. *Pinus tabulaeformis*)

油松属温性针叶树种，为我国特有，是华北地区温性针叶林的主要建群种，在我省广泛分布，油松林群落稳定，而且耐干旱、耐贫瘠，根系发达，适应性强，也是重要的水土保持造林树种。

影响评价区的油松林为天然次生林，主要分布于横岭山立地条件好的阴坡和半阴坡，海拔范围 1200m~1700m，土壤类型为山地褐土淋溶褐土和棕色森林土。现有的油松天然林树龄约 50 年，生长良好，树高在 8m~15m，胸径 10cm~25cm，群落总盖度 70%~80%，乔木层盖度 50%~70%。林下的灌木主要有连翘 (*Forsythia suspensa*)、黄刺玫 (*Rosa xanthina*)、三裂绣线菊 (*Spiraea trilobata*) 等，盖度 5~40%。林下草本层常见的植物有细叶苔草 (*Carex rigescens*)、早熟禾 (*Poa sphondylodes*) 等，盖度 10%~15% 之间。

该植被调查结果见 Y2、Y14、Y25、Y34、Y54 和 Y60 样方。

b. 侧柏林 (Form. *Platycladus orientalis*)

侧柏林是黄土高原和荒山造林的重要树种，为喜阳树种，耐干旱瘠薄，在岩石缝隙中也能生长，生活力强，在低、中山石灰岩山地营造侧柏林，对荒山绿化，水土保持，涵养水源。影响评价区的侧柏林主要分布于小涧峪附近海拔 1000~1400m 的阳坡，土层瘠薄的石质山坡，多为山地粗骨性褐土，现存侧柏林群落结构和种类组成都比较简单，乔木层盖度多为 20%~50%，乔木层中多伴生有油松、辽东栎等。生长低矮，高 3m~5m，多呈萌生状。林下灌木常见有荆条 (*Vitex negundo var. heterophylla*)、黄刺玫、三裂绣线菊等，平均盖度为 45%，草本层植被主要有细叶苔草、白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*)、紫菀 (*Aster trinervius subsp. ageratoides*)、委陵菜 (*Potentilla chinensis*) 等，平均盖度为 35%。

该植被调查结果见 Y5、Y11、Y18、Y19、Y42 和 Y58 样方。

c. 华北落叶松林 (Form. *Larix principis-rupprechtii*)

影响评价区内的华北落叶松林是上世纪 70 年代栽植的人工林，主要分布于廖池、芦雨沟，海拔 1200m 以上，树龄约 45 年，树高 10m~15m，胸径 20cm，群落总盖度约 85%。林下灌木少，有三裂绣线菊，草本有黄花蒿 (*Artemisia annua*)、

野菊 (*Chrysanthemum indicum*) 等, 平均盖度为 20%。

该植被调查结果见 Y13、Y20、Y24、Y28、Y40 和 Y59 样方。

d. 油松 + 辽东栎林 (*Form. Pinus tabulaeformis* + *Quercus wutaishanica*)

油松 + 辽东栎林是评价区内主要的植被类型, 主要分布于评价区内海拔 1300m~2000m 之间的山地阳坡、半阳坡, 土层瘠薄干旱, 土壤主要为山地褐色土。乔木层覆盖度平均为 50~85%, 除共建种为油松、辽东栎外还混生有山杨、白桦等, 但均为零星分布。林下灌木层盖度为 30~50%, 发育较好, 主要灌木为黄刺玫、荆条、连翘等。草本层覆盖度 10~20%, 优势种为细叶苔草, 伴生种为小红菊 (*Chrysanthemum chanetii*)、蒲公英 (*Taraxacum mongolicum*)、白羊草等。

该植被调查结果见 Y10、Y17、Y30、Y35 和 Y38 样方。

② 阔叶林

阔叶林是以阔叶树种为建群种所组成的各种植物群落的总称。评价区内阔叶林均属于落叶阔叶林, 构成群落的乔木层为冬季落叶的温性、暖温性落叶树种, 林下灌木层也是冬季落叶种类, 草本植物在冬季枯死或以种子越冬。落叶阔叶林季相变化特别明显, 冬季植物群落处于休眠状态, 次年春季, 随着气候变暖, 植物萌发、返青, 群落季相逐渐全新, 夏季是群落生长的旺盛时期, 呈现葱绿景观, 秋季气候转冷时群落外貌变黄, 乔灌树种进入落叶期, 草本植物枯萎越冬, 如此循环往复。落叶阔叶林是山西省的地带性植被类型, 在我省的分布面积仅次于油松针叶林。根据《中国植被》的自然植被分类系统, 评价区内阔叶林包含落叶阔叶林中的典型落叶阔叶林和山地杨桦林两个植被亚型, 其中包含辽东栎林、山杨林、白桦林三个群系, 在沿线护路林带及低山丘陵区呈片状分布。

a. 辽东栎林 (*Form. Quercus wutaishanica*)

辽东栎林是暖温带落叶阔叶林区域典型地带性植被类型之一。在山西分布很广, 是山西具有代表性的地带性植被类型。辽东栎林是山西森林的主要组成部分, 占山西森林面积的 21%, 仅次于油松林, 而居第二位。辽东栎林数量之多, 分布之广, 充分显示了松栎林这一地带性植被的特点。辽东栎为深根性、阳性至中性阔叶树种, 寿命长, 耐干旱瘠薄, 在石质阳坡和干旱山脊都能生长, 具有抗风、固沙、保持水土的良好性能, 是暖温带落叶阔叶林地带顶极群的建群树种。

辽东栎林是评价区内主要的植被类型之一, 广泛分布于海拔 1000m~2000m 的阳坡、半阳坡, 多成纯林, 或与白桦、山杨、油松等混交。灌木层有黄刺玫、胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、水栒子 (*Cotoneaster multiflorus*)、小叶鼠李 (*Rhamnus parvifolia*) 等, 盖度 5~20%。林下草本层中以细叶苔草、白羊草、车前 (*Plantago asiatica*)、蒿类等居多, 盖度 10~20%。

该植被调查结果见 Y7、Y21、Y36、Y45、Y49、Y50 和 Y57 样方。

b. 山杨林 (Form. *Populus davidiana*)

评价区山杨林分布于芦雨沟、下安头等地, 海拔 1400m~2000m 山地土壤湿润的阴坡, 或阳坡光照充足的地方。评价区内有小片纯林, 多形成与其它树种混生的群丛, 群落总盖度为 80%左右。乔木层覆盖度 60%左右, 树木高度为 5m~10m (胸径 13cm), 其中主要伴生种为油松、白桦。灌木层覆盖度 5~20%, 有黄刺玫、胡枝子、三裂绣线菊等。草本层覆盖度为 15%~30%, 主要种类有蒿类等。

该植被调查结果见 Y31、Y46、Y48、Y51 和 Y53 样方。

b. 白桦林 (Form. *Betula platyphylla*)

白桦林多系落叶阔叶林和针叶林破坏后形成的次生群落, 是山西省重要用材林之一。白桦林分布于评价区的芦雨沟、下安头, 海拔 1300~2000m 的阴坡、半阴坡, 为天然次生落叶阔叶林, 常与山杨、油松混交。群落总盖度 70~80%, 树高 8m~10m, 胸径约 10cm。灌木有绣线菊、南蛇藤 (*Celastrus orbiculatus*) 等。草本植物有白羊草、蒿类、车前、小红菊等。

该植被调查结果见 Y26、Y32、Y33、Y37 和 Y39 样方。

③ 落叶阔叶灌丛

评价范围内的温性落叶阔叶灌丛分布广泛, 主要群系为荆条灌丛、黄刺玫灌丛、小叶鼠李灌丛。

a. 荆条灌丛 (Form. *Vitex negundo* var. *heterophylla*)

荆条灌丛在评价区内主要生长在海拔 800~1400m 之间。建群种荆条生长较为旺盛, 株高为 1.0m~2.5m, 盖度为 50~80%左右; 伴生灌木常见有黄刺玫、沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、三裂绣线菊等; 草本层植物发育较好, 主要有白羊草、早熟禾、委陵菜、车前及蒿类等。

该植被调查结果见 Y3、Y16、Y23、Y29 和 Y44 样方。

b. 黄刺玫灌丛 (Form. *Rosa xanthina*)

黄刺玫灌丛主要分布于海拔 1400m~1700m 的山地、丘陵以及河谷地带。群落总盖度为 70~80%, 黄刺玫一般高 1m~2.5m, 灌木层总盖度平均为 50%, 草本层覆盖度 10~30%, 主要有蒿类、委陵菜、苔草等。

该植被调查结果见 Y1、Y6、Y9、Y52 和 Y56 样方。

c. 小叶鼠李灌丛 (Form. *Rhamnus parvifolia*)

小叶鼠李灌丛耐荫, 耐干旱。多生于海拔 1700m 以下的山坡、林下或灌丛中, 高 2~3m, 盖度为 40~65%; 伴生灌木有三裂绣线菊、黄刺玫、胡枝子、金银忍冬 (*Lonicera maackii*) 等; 草本层主要有细叶苔草、委陵菜、蒿类等植物。

该植被调查结果见 Y4、Y12、Y41、Y43 和 Y55 样方。

④ 草丛

拟建公路评价范围内的温带草丛最常见和分布最广，主要群落为白羊草草丛、蒿类草丛，在评价范围沟谷沿线均有分布。

a. 白羊草草丛 (Form. *Bothriochloa ischaemum*)

白羊草草丛适宜生长于光热条件好，生境干旱区域，主要分布于影响评价区内海拔 600m~1400m 低山丘陵的阳坡和半阳坡，群落总盖度为 30%~60%。建群种白羊草，高 10cm~50cm，伴生种有蒿类、早熟禾、羊胡子草 (*Eriophorum scheuchzeri*)、委陵菜、小红菊等。

该植被调查结果见 Y8、Y15、Y22、Y27 和 Y47 样方。

b. 蒿类草丛 (Form. *Artemisia*)

蒿类草丛在拟建工程评价范围内分布广泛，主要生长在海拔 800~1400m 之间的阳坡或半阳坡。土壤多为棕壤或褐土，持水力差，土质干旱，生境不良，因此建群种常见有铁杆蒿、黄花蒿、华北米蒿、艾蒿、角蒿等，生长较为茂盛，高度在 0.4~1.0m，覆盖度为 50~80% 左右；主要的伴生种有灰绿篱 (*Chenopodium glaucum*)、刺儿菜 (*Cirsium arvense var. integrifolium*)、披碱草 (*Elymus dahuricus*)、老鹳草 (*Geranium wilfordii*)、野苜蓿 (*Medicago falcata*) 等。

该植被样方调查结果详见 Y61、Y65、Y63、Y64 和 Y65 样方。

⑤ 栽培植被

人工林以杨树为主，杨、柳、榆、槐等乔木树种分布于村旁、路边、田畔等处，农作物以玉米、谷子等杂粮为主，其次有马铃薯、大豆、莜麦等秋杂作物，一般种植冬小麦能安全越冬。栽培果树有苹果、梨、枣等。

3.2.3.2.3 评价范围内植被分布特点及现状情况

根据卫星解译及现场踏勘结果，生态敏感路段评价范围内植被类型主要有针叶林、针阔叶混交林、落叶阔叶林、落叶阔叶灌丛、草丛。

(1) 植被面积

利用 ArcGIS 软件对区域遥感卫星影像进行监督分类处理，并利用其数据分析功能，对拟建公路评价范围内的各植物群系分布面积进行统计与分析，结果见表 3.8。植被类型图见图 3.15。

表 3.8 生态敏感路段评价范围内各类植被及面积统计表

序号	植被型组	群系	面积 (hm ²)	占比 (%)
1	针叶林	侧柏林	234.29	5.91
2		油松林	1402.46	35.35
3		华北落叶松林	482.75	12.17
小计			2119.50	53.43

表 3.8 生态敏感路段评价范围内各类植被及面积统计表（续）

序号	植被型组	群系	面积 (hm ²)	占比 (%)
4	针阔叶混交林	油松-辽东栎混交林	410.53	10.35
			410.53	10.35
5	落叶阔叶林	辽东栎	933.68	23.54
6		白桦林	19.47	0.49
7		山杨林	147.59	3.72
	小计		1100.74	27.75
8	落叶阔叶灌丛	小叶鼠李灌丛	25.18	0.63
9		荆条灌丛	22.76	0.57
10		黄刺玫灌丛	39.60	1.00
	小计		87.54	2.21
11	草丛	白羊草草丛	23.09	0.58
12		蒿类草丛	15.88	0.40
	小计		38.97	0.98
13	栽培植被	冬小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯；花生；苹果、梨、山楂、柿、核桃、板栗、大枣、葡萄（埋土越冬）	209.66	5.29
	小计		209.66	5.29
	合计		3966.95	100.00

(2) 植被类型及其分布特点

从表 3.8 中可以看出，拟建公路评价范围内植被主要为针叶林，其次为阔叶林，针阔叶混交林位列第三，栽培植被、灌丛、草丛植被面积相对较小；根据项目组多次野外调查，并结合卫片解译数据和植被类型图，对沿线植被分布进行分析，具体情况如下：

① 评价范围内的针叶林有油松林、侧柏林和华北落叶松林，且以油松林为主，总面积 2119.50hm²，占比 53.43%，主要分布中低山区，评价范围内广泛分布。高海拔区域为纯林，生长发育良好，群落外貌整体；低海拔区域与阔叶林混杂，阔叶林主要为山杨、辽东栎、白桦林等，在沿线均有分布。林分密度明显，多呈团、片、带状分布。

② 评价范围内的阔叶林主要有辽东栎、山杨林和白桦林，总面积 1100.74hm²，占比 27.75%；在评价区中低山区山体中部区域，呈块状分布，常与油松林等混生。

③ 评价范围内的针阔叶混交林林主要有油松-辽东栎混交林，总面积 410.53hm²，占比 10.35%；在评价区中低山区山体中部区域，呈块状分布。

④ 评价范围内灌丛面积为 87.54hm²，占植被总面积的 2.21%，在沿线沟谷两侧有零星分布。灌丛以黄刺玫、荆条、小叶鼠李、三裂绣线菊、金银忍冬等为主。

⑤ 评价范围内草丛面积为 38.97hm²，占植被总面积的 0.98%，沿线山间沟谷、黄土覆盖基岩中山区均有分布，草本植物主要为白羊草、早熟禾、蒿类、苔草等。

⑥ 评价范围内栽培植被面积为 209.66hm²，占植被总面积的 5.29%，主要分布在沿线小涧村、刘家山村一带。拟建公路沿线的耕地以旱田为主，属于稳定的一年一熟并有两年三熟栽培植被区，粮食作物以春（冬）小麦、玉米、谷子、马铃薯等；经济作物主要有苹果、梨、桃、杏等。

综上所述，拟建公路生态敏感区路段评价范围自然植被覆盖较高，农业开发强度较小，评价范围内植被主要为针叶林，其次为阔叶林，针阔叶混交林位列第三，栽培植被、灌丛、草丛植被面积相对较小；树种以中幼龄树为主，有油松、侧柏、华北落叶松、山杨、辽东栎、白桦林等，集中分布在评价范围内中低山区山体中上部区域，呈团状、片状或带状分布；灌丛有黄刺玫、荆条、小叶鼠李等；草丛主要有白羊草、铁杆蒿、黄花蒿等蒿类草丛、早熟禾、苔草等。

(3) 植被覆盖度 (FVC)

① 计算方法

本次评价基于遥感技术采用 HJ19-2022 推荐的归一化植被指数 (NDVI) 方法，对评价区的植被覆盖度进行估算。遥感数据采用评价区 2021 年 7 月的 Landsat 8 OLI_TIRS 卫星数字产品，最高分辨率 15m。植被覆盖度计算公式为：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s) \quad (1)$$

FVC：所计算像元的植被覆盖度；

NDVI：所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_s：完全无植被覆盖像元的 NDVI 值；

NDVI_v：纯植物像元的 NDVI 值。

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (2)$$

NIR：近红外波段 (0.7-1.1μm)，Landsat8 近红外波段为 5 波段；

R：红波段 (0.4-0.7μm)，Landsat8 红波段为 4 波段。

$$NDVI_s = (FVC_{max} \times NDVI_{min} - FVC_{min} \times NDVI_{min}) / (FVC_{max} - FVC_{min}) \quad (3)$$

$$NDVI_v = [(1 - FVC_{min}) \times NDVI_{max} - (1 - FVC_{max}) \times NDVI_{min}] / (FVC_{max} - FVC_{min}) \quad (4)$$

假设 FVC_{max}=100%，FVC_{min}=0%，则公式 (1) 可变为：

$$FVC = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (5)$$

NDVI_{min}、NDVI_{max} 分别为最小、最大归一化植被指数值，取给定置信度区间的最大值与最小值，在 NDVI 频率累积表上取频率为 5% 的 NDVI 为 NDVI_{min}，

取频率为 95% 的 NDVI 为 NDVImax。

② 植被覆盖度（FVC）评价

采用归一化植被指数（NDVI）方法，利用 ArcGIS 软件提取 Landsat8 的 5 波段和 4 波段并计算评价范围内的 NDVI 值，再将计算结果中的 NDVImax、NDVImin 值代入公式（5）计算，得出拟建公路生态敏感区路段评价区的植被覆盖度情况，植被覆盖度 FVC 值区间分布见表 3.9，植被覆盖度空间分布见图 3.16。

表 3.9 生态敏感路段评价范围内植被覆盖度区间分布及面积统计表

序号	植被覆盖度（FVC 值）区间范围	面积（hm ² ）	占比（%）
1	0~0.15	229.95	5.74
2	0.15~0.25	843.48	21.05
3	0.25~0.35	2050.92	51.18
4	0.35~0.45	0.00	0.00
5	0.45~0.58	882.54	22.03
合计		4006.89	100

由表 3.9 和图 3.16 可知，拟建公路评价区植被覆盖度中等偏低，基本在 0.15~0.58 间，其中覆盖度 0.25~0.35 的区域面积最大，为 2050.92hm²，占比 51.18%，沿保护区现有道路两侧分布；其次为 0.45~0.58 的区域，面积 882.54hm²，占比 22.03%，主要在中低山区受人类活动干扰少的区域分布；第三为 0.15~0.25 的区域，面积 843.48hm²，占比 21.05%，主要分布在中低山区区域；覆盖度 0~0.15 的区域面积较小，面积为 229.95hm²，占比为 5.74%，在中低山区底部、道路两侧受人类活动干扰的区域分布。

3.2.3.3 生态敏感区路段陆生动物资源现状调查与评价

3.2.3.3.1 动物现状调查范围及方法

（1）调查范围

现状调查范围为公路两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 以内区域。

（2）调查方法

以现场调查为主，辅以资料检索和社区居民访谈，同时访问有关护林员和保护区技术员。资料检索包括《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告（2022 年）》、《山西霍山省级自然保护区拟调整区域综合科学考察报告（2022 年）》和相关研究论文等，并进行综合分析。

① 资料收集法

项目组先后向拟建公路沿线各县（市）林业局专业技术人员及所涉及的乡镇政府工作人员详细咨询了解拟建公路评价范围内野生动物的种类和变动情况，在现场勘察期间对拟建公路周边群众进行走访，以了解野生动物种类和变动情况。

主要参考《中国脊椎动物大全》（刘玉明等，2000年）、《中国动物地理区划与中国昆虫地理区划》（竺可桢等，1959年）、《山西鸟类》（樊龙锁主编，2008年）等专著，以及近期发表的相关论文、地方史志、年鉴以及土地、农林业、水产、山西霍山省级自然保护区总体规划等。

② 现场调查法

a. 调查方法

野外调查根据评价区域的地理和生境特征，采取样带调查+定点观测的方法进行，即2人一组，沿确定的项目调查评价区域以每小时行进2km的速度，观察记录调查范围内发现的动物种类、数量、痕迹、鸣声等信息，并根据生境复杂情况选定多处观察点停留10~20分钟，安静观察周边50m范围内动物出没活动的种类、数量等信息，一并计入调查表格进行定性分析。

b. 样线布设及调查内容情况

根据评价区域的地形地貌特点、生境类型和动物分布的实际情况进行样线布设，根据评价范围内中低山区地形地貌特点、生境类型和动物分布情况，共布设调查样线21条，样线单侧宽度为25m，样线总长度12.51km，包括森林生境6条，灌丛生境5条，草丛生境5条，农田、村庄生境5条。

调查内容包括评价区内的野生动物种类、数量、分布特点、生境等，重点调查分布于评价范围内的国家和省级重点保护野生动物、特有种等重要物种。

动物样线布设见表3.10、生境现状见图3.17，不同生境类型、高程、地形下动物样线调查见图3.18~图3.19，项目线路野外野生动物调查样线记录表详见附表2。

表 3.10 动物样线调查及环境特征表

序号	编号	地理位置				样线长度 (km)	生境类型	调查 日期	备注	
		起点		终点						海拔区间 (m)
		E	N	E	N					
1	样线 1	111.8861	36.5333	111.8894	36.5317	1186~1228	0.38	灌丛	2022.8.17	
2	样线 2	111.8923	36.5310	111.8964	36.5290	1263~1364	0.49	灌丛	2022.10.28	
3	样线 3	111.9007	36.5278	111.9053	36.5273	1365~1394	0.50	森林	2022.8.17	
4	样线 4	111.9056	36.5279	111.9067	36.5324	1410~1531	0.60	草丛	2022.10.28	
5	样线 5	111.9189	36.5266	111.9217	36.5193	1509~1609	0.87	草丛	2022.10.29	
6	样线 6	111.9241	36.5246	111.9308	36.5237	1583~1639	0.71	灌丛	2022.10.29	
7	样线 7	111.9211	36.5267	111.9271	36.5257	1527~1592	0.63	灌丛	2022.8.18	
8	样线 8	111.9382	36.5333	111.9409	36.5302	1523~1579	0.48	草丛	2022.10.29	
9	样线 9	111.9380	36.5369	111.9383	36.5343	1480~1511	0.30	草丛	2022.10.29	
10	样线 10	111.9376	36.5379	111.9355	36.5424	1449~1486	0.67	森林	2022.8.18	
11	样线 11	111.9270	36.5544	111.9321	36.5532	1307~1336	0.53	灌丛	2022.10.29	
12	样线 12	111.9256	36.5544	111.9156	36.5552	1230~1282	1.13	森林	2022.10.30	
13	样线 13	111.9663	36.5280	111.9627	36.5242	1426~1487	0.58	森林	2022.10.30	
14	样线 14	111.9597	36.5235	111.9540	36.5233	1509~1555	0.57	森林	2022.10.30	
15	样线 15	111.9504	36.5239	111.9482	36.5228	1574~1651	0.26	森林	2022.10.30	
16	样线 16	111.9508	36.5240	111.9516	36.5281	1577~1600	0.51	草丛	2022.10.30	
17	样线 17	111.8775	36.5466	111.8731	36.5475	930~955	0.43	农田、村庄	2022.8.18	
18	样线 18	111.8748	36.5495	111.8698	36.5517	899~938	0.52	农田、村庄	2022.10.31	
19	样线 19	111.8848	36.5522	111.8781	36.5563	931~1028	0.78	农田、村庄	2022.10.31	

表 3.10 动物样线调查及环境特征表（续）

序号	编号	地理位置				海拔区间 (m)	样线长度 (km)	生境类型	调查日期	备注
		起点		终点						
		E	N	E	N					
20	样线 20	111.8890	36.5633	111.8963	36.5633	961~1038	0.72	农田、村庄	2022.10.31	
21	样线 21	111.8899	36.5551	111.8877	36.5595	913~947	0.61	农田、村庄	2022.10.31	
合计							12.51			



图 3.17 动物样线调查生境现状照片

3.2.3.3.2 陆生野生动物资源现状

(1) 评价区陆生野生动物概况

根据现场调查和收集的资料综合分析，拟建公路调查范围内有陆栖脊椎动物 17 目 41 科 73 种，包括两栖类 1 目 2 科 3 种，爬行类 1 目 3 科 5 种，鸟类 10 目 28 科 53 种，哺乳类 5 目 9 科 12 种，其中国家 II 级重点保护野生动物的有 12 种，包括鸟类 9 种：勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鸮、普通鸮、红角鸮、红隼、红脚隼，哺乳类 3 种：赤狐、黄喉貂、豹猫。山西省重点保护野生动物中国林蛙、中介蝮、虎斑颈槽蛇、大杜鹃、灰头绿啄木鸟、红尾伯劳、北红尾鸲、白鹡鸰、沼泽山雀、黄喉鹀、东北刺猬、黄鼬、狍、猪獾等 33 种。

根据《中国动物地理》（张荣祖，2011）的动物区系划分，将评价区 73 种陆栖脊椎动物划分为 11 个动物地理型，其中，古北型物种最多，共计 26 种，占该评价区陆生脊椎动物种数的 35.62%；其次为东洋型，8 种，占比为 10.96%；喜马

拉雅-横断山区型物种最少，为鸟类物种，只有 1 种，占比 1.37%。依据生境类型及植被类型，可划分为森林、灌丛、草丛、农田 4 种生境类型。

(2) 评价区陆生野生动物分布情况

① 哺乳纲（兽类）

a. 调查范围内哺乳动物种类及分布情况

经初步调查并结合当地相关资料，拟建公路调查范围内分布的哺乳纲有 12 种，隶属于 5 目 9 科，包括黄鼬（*Mustela sibirica*）、黄喉貂、蒙古兔、东北刺猬、猪獾（*Arctonyx collaris*）、岩松鼠（*Sciurotamias davidianus*）等，其中国家 II 级重点保护野生动物 3 种，包括赤狐、黄喉貂、豹猫，山西省重点保护动物 4 种，包括东北刺猬、亚洲狗獾、黄鼬（*Mustela sibirica*）、狍、猪獾。

根据《中国动物地理》中有关动物分布型的内容，上述 12 种哺乳动物中以古北型占比最多，为 33.33%，其次为东洋型，占比为 25%。其中古北型（U）4 种：黄鼬、亚洲狗獾、野猪、狍；东洋型（W）3 种：黄喉貂、猪獾、豹猫；不易归类型（O）2 种：东北刺猬、蒙古兔；全北型（C）1 种：赤狐；季风型（E）1 种：岩松鼠；东北-华北型（X）1 种：大林姬鼠。

b. 调查范围内哺乳动物分布特点

根据哺乳动物的体型可以为二类，分别是中小型和小型。

调查范围内的哺乳动物中，以小型哺乳动物为主，共 7 种，栖息生境十分广泛，其中岩松鼠等多生活于低山丘陵的林地、灌草丛及林缘处；而褐家鼠等，多与人伴居，栖息于村庄、农田、仓库、荒野等地，与人类关系密切。

中小型哺乳动物有食肉目 5 种，包括黄鼬、猪獾、亚洲狗獾、野猪、狍，活动区域较广，主要分布在评价区沿线森林植被较好的地区。

c. 哺乳动物生态类型

根据哺乳动物的生态习性，将调查范围内的哺乳动物分为以下二种生态型：

半地下生活型：主要在地面活动觅食，而在地下洞穴中栖息、避敌，有的也在地下寻找食物，该类型的兽类主要有蒙古兔、黄鼬等，其在调查范围内主要分布在村庄周边和荒野中。猪獾为杂食性动物，喜欢穴居，在夜间活动，有冬眠习性，栖息于高、中低山区阔叶林、针阔混交林、灌草丛、平原、丘陵等环境中，一般选择天然岩石裂缝、树洞作为栖息位点。

树栖型：主要在树上栖息、觅食的兽类，该类型的兽类为岩松鼠，其在调查范围内主要在林地、灌丛等活动。

② 鸟纲

a. 调查范围内鸟纲动物种类

经初步调查并结合当地相关资料，拟建公路调查范围内分布的鸟类有 53 种，

隶属于 6 目 18 科, 其中国家 II 级重点保护野生动物 9 种: 勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鵟、普通鵟、红角鸮、红隼、红脚隼, 山西省重点保护动物 24 种, 包括山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、大杜鹃 (*Cuculus canorus*)、戴胜 (*Upupa epops*)、普通翠鸟 (*Alcedo atthis*)、大斑啄木鸟 (*Dendrocopos major*)、灰头绿啄木鸟 (*Picus canus*)、长尾山椒鸟 (*Pericrocotus ethologus*)、红尾伯劳 (*Lanius cristatus*)、星鸦 (*Nucifraga caryocatactes*)、煤山雀 (*Periparus ater*)、沼泽山雀 (*Poecile palustris*)、褐头山雀 (*Poecile montanus*)、大山雀 (*Parus major*)、银喉长尾山雀 (*Aegithalos glaucogularis*)、鹪鹩 (*Troglodytes troglodytes*)、褐河乌 (*Cinclus pallasii*)、北红尾鸲 (*Phoenicurus aureus*)、红尾水鸲 (*Rhyacornis fuliginosus*)、白额燕尾 (*Hodgsonius leschenaulti*)、灰鹊鸲 (*Motacilla cinerea*)、白鹊鸲 (*Motacilla alba*)、黄鹊鸲 (*Motacilla tschutschensis*)、黄喉鹀 (*Emberiza elegans*)、棕眉山岩鹀 (*Prunella montanella*)。

b. 地理分布类型

根据《中国动物地理》中有关动物分布型的内容, 上述 53 种鸟类属于 11 个地理分布型。其中古北型占明显优势, 有 22 种 (占比为 40.74%); 其次为东北型, 有 6 种, 占比为 11.32%; 东洋型 (W) 和不易归类型 (O) 次之, 各 5 种, 占比为 9.43%。地理区划情况如下:

古北型 (U): 22 种, 包括大杜鹃 (*Cuculus canorus*)、雀鹰、普通鵟、普通翠鸟、大斑啄木鸟 (*Dendrocopos major*)、灰头绿啄木鸟 (*Picus canus*)、红隼、红脚隼、灰喜鹊、星鸦 (*Nucifraga caryocatactes*)、煤山雀、沼泽山雀 (*Poecile palustris*)、黄眉柳莺 (*Phylloscopus inornatus*)、银喉长尾山雀 (*Aegithalos glaucogularis*)、普通鹞 (*Sitta europaea*)、麻雀 (*Passer montanus*)、灰鹊鸲 (*Motacilla cinerea*)、白鹊鸲 (*Motacilla alba*)、黄鹊鸲 (*Motacilla tschutschensis*)、燕雀 (*Fringilla montifringilla*)、小鹀 (*Emberiza pusilla*)、田鹀 (*Emberiza rustica*);

东洋型 (W): 5 种, 包括凤头蜂鹰、红嘴蓝鹊 (*Urocissa erythrorhyncha*)、褐河乌 (*Cinclus pallasii*)、红尾水鸲 (*Rhyacornis fuliginosus*)、白额燕尾 (*Hodgsonius leschenaulti*);

东北型 (我国东北地区或再包括附近地区, M): 6 种, 包括红尾斑鸲、北红尾鸲 (*Phoenicurus aureus*)、金翅雀 (*Carduelis sinica*)、三道眉草鹀 (*Emberiza cioides*)、棕眉山岩鹀 (*Prunella montanella*)、黄喉鹀 (*Emberiza elegans*);

全北型 (C): 4 种, 包括苍鹰、喜鹊 (*Pica pica*)、褐头山雀 (*Poecile montanus*)、鹪鹩 (*Troglodytes troglodytes*);

南中国型 (S): 4 种, 包括勺鸡、黄腹山雀 (*Periparus venustulus*)、棕头鸦雀 (*Sinosuthora webbiana*)、山麻雀 (*Passer cinnamomeus*);

不易归类型 (O) : 5 种, 包括环颈雉、红角鸮、大山雀 (*Parus major*)、灰眉岩鹀 (*Emberiza godlewskii*)、戴胜等;

华北型 (B) : 1 种, 包括山噪鹛 (*Garrulax davidi*) ;

季风型 (E) : 2 种, 包括山斑鸠、大嘴乌鸦 (*Corvus macrorhynchos*) ;

东北-华北型 (X) : 2 种, 包括红尾伯劳、灰椋鸟 (*Spodiopsar cineraceus*) ;

中亚型 (D) : 1 种, 包括大鸮;

喜马拉雅-横断山区型 (H) : 1 种, 包括长尾山椒鸟 (*Pericrocotus ethologus*) 。

c. 鸟类的居留类型

拟建公路生态敏感区路段调查范围内有留鸟 31 种, 多于其他鸟类, 占该区鸟类总数的 58%, 其中常见的有灰喜鹊、喜鹊、大嘴乌鸦、大山雀、麻雀、煤山雀等, 在拟建公路沿线有不同程度的分布, 主要生境为森林、灌丛。

夏候鸟有 14 种, 占该区鸟类总数的 26%, 一般在 5~10 月份在评价区内出现。大杜鹃、红尾伯劳等夏候鸟, 主要生活于项目路沿线山地、丘陵的树林地带。

冬候鸟和旅鸟总计 8 种, 占该区鸟类总数的 15%, 它们大部分是从欧亚北部或寒带地区 (如西伯利亚) 迁徙到这里越冬或停歇。红尾斑鸠等在苏联西伯利亚东部等地繁殖, 春秋季节迁徙时几乎遍布于我国各地, 通常在森林、灌丛、草原环境活动, 巢置于不太高的树杈上, 主要以嫩枝编成碗状巢。旅鸟迁徙会途经评价区, 但不在评价区繁殖或越冬。一般出现在春季、夏季或秋季, 停留时间较短。

d. 鸟纲动物生态类型

鸟类栖息和取食等各种活动都与自然环境有着十分密切的关系, 它们的种群也随着自然环境的不同构成了多种多样的鸟类生态类型。该地区有以下三种主要的鸟类生态类型:

针阔叶林鸟类型: 该鸟类型主要分布于植被密度较高的区域, 多为森林鸟类, 其代表种类有红尾伯劳、星鸦、大杜鹃、黄喉鹀等。

灌木混交林鸟类型: 该鸟类型主要分布于山地丘陵疏林灌丛间, 或栖息于山谷草甸及林缘处, 分布于该地带的鸟类主要代表有三道眉草鹀等。

农田草丛鸟类型: 该鸟类型主要分布于项目沿线稀疏草地, 其代表种类有灰喜鹊、喜鹊、大嘴乌鸦、山麻雀、树麻雀等。

e. 鸟类迁徙路线

目前世界上有 8 条候鸟迁徙路线, 其中经过我国主要有 3 条路线, 第一条是西太平洋, 主要是从阿拉斯加等到西太平洋群岛, 经过我国东部沿海省份; 第二条路线是东亚澳洲的迁徙路线, 主要是从西伯利亚经过新西兰, 经过我国中部省份; 第三条路线是中亚、印度的迁徙路线, 主要是从中亚各国到印度半岛北部, 实际是从南亚、中亚各国到印度半岛北部, 经过西藏, 翻越喜马拉雅山, 经过青

藏高原等西部地区。

中国候鸟迁徙途径大致可以划分为 3 个区域，一是西部候鸟迁徙区，包括在内蒙古西部干旱草原，甘肃、青海、宁夏等地的干旱或荒漠、半荒漠草原地带和高原草甸草原等环境中繁殖的夏候鸟，如斑头雁、渔鸥；二是中部候鸟迁徙区，包括在内蒙古东部、中部草原，华北西部地区以及陕西地区繁殖的候鸟，冬季可沿着太行山、吕梁山越过秦岭和大巴山区进入四川盆地，或经大巴山东部向华中以及更南地区越冬；三是东部候鸟迁徙区，包括在东北地区、华北东部繁殖的候鸟，如鸳鸯、中华秋沙鸭等，它们可能沿着海岸向南迁飞到华中或者华南甚至东南亚各国，或由海岸直接到日本、马来西亚、菲律宾以及澳大利亚等国越冬。

黄河流域是从西伯利亚迁徙到澳大利亚的候鸟的重要迁徙中转站，山西省是候鸟迁徙的重要通道，每年的 2 月下旬到 4 月，下半年的 10 月中旬到 11 月，迁徙候鸟按相对固定的时间和线路，途经山西停歇、取食或越冬。鸟类迁徙有固定的“鸟道”，山西境内“鸟道”呈“火”字形分布，有“沿黄河河道、湿地一线”“桑干河、汾河一线”“滹沱河、清漳河、浊漳河、沁河”等重要“鸟道”。候鸟迁徙路线见图 3.20。

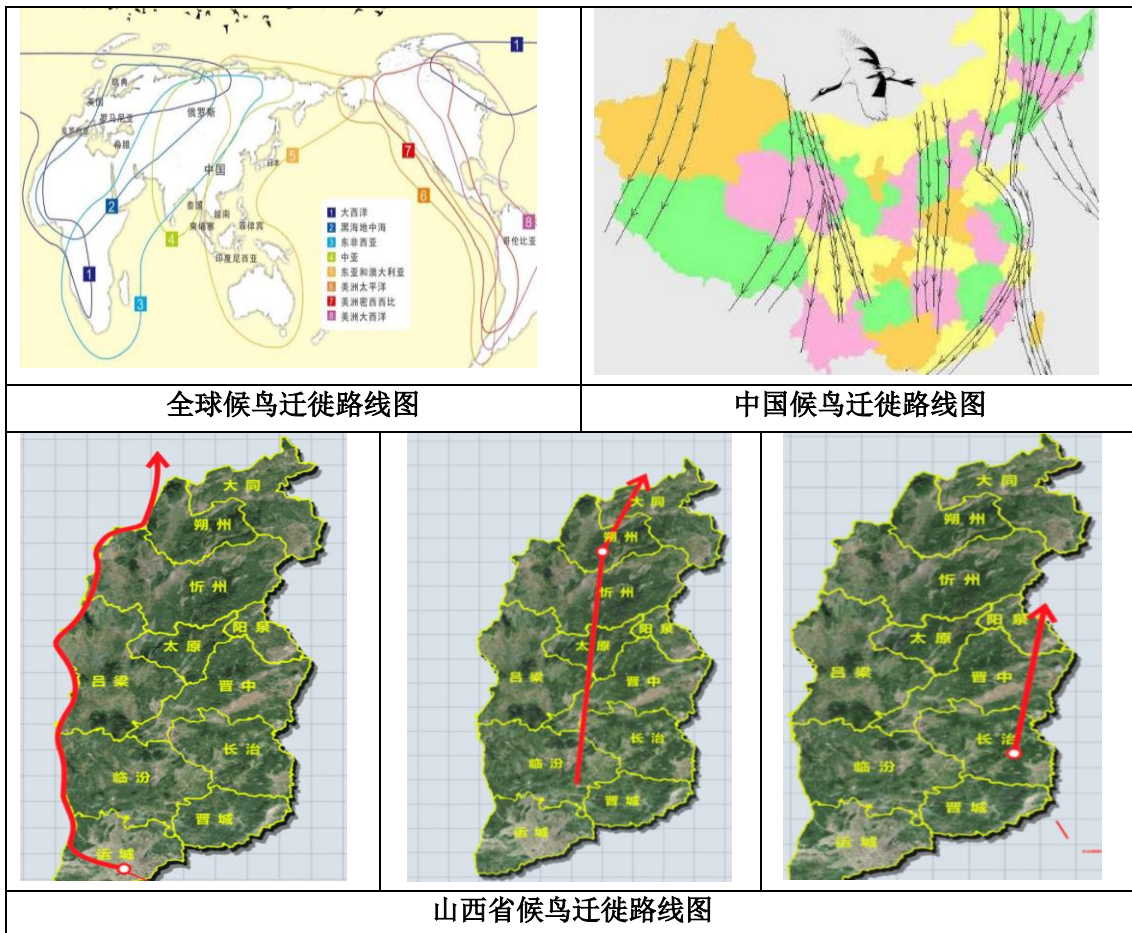


图 3.20 候鸟迁徙路线图

③ 爬行纲

a. 调查范围内爬行纲动物种类及分布情况

经初步调查并结合当地相关资料，拟建公路生态敏感区路段生态调查范围内分布的爬行类主要有 5 种，隶属于 1 目 3 科，其中山西省重点保护野生动物 2 种，包括中介蝮、虎斑颈槽蛇。根据《中国动物地理》中动物地理区划情况，上述爬行类动物属于华北型 (B) 的有 1 种，为赤峰锦蛇；属于东北—华北型 (X) 有 2 种，为山地麻蜥、丽斑麻蜥；属于季风型 (E) 的有 1 种，为虎斑颈槽蛇；属于中亚型 (D) 的有 1 种，为中介蝮。

b. 爬行类动物生态类型及生境条件

从生态类群来看，该区域爬行类动物的生态类型可分为以下两种类型：

灌丛石缝型：一般在灌草丛下觅食、活动，该类型的爬行类主要有丽斑麻蜥等，其在调查范围内主要在山林灌丛中活动，与人类活动关系较密切。

树栖型：主要在树上栖息、觅食的爬行类，该类型主要有虎斑颈槽蛇等，其在调查范围内主要在林地、灌丛等活动。

④ 两栖类

评价区内分布有 3 种两栖动物，其中山西省重点保护野生动物 2 种，包括中国林蛙、黑斑侧褶蛙。根据《中国动物地理》中动物地理区划情况，属于季风型 (E) 有 2 种，分别为中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙；属于东北—华北型 (X) 有 1 种，为中国林蛙。

3.2.3.4 生态敏感区路段水生生物资源现状调查与评价

3.2.3.4.1 水生生物资源现状调查范围

项目区属黄河流域汾河水系，与路线有关的较大河流有热留河、李曹河以及杨家庄水库，热留河、李曹河为季节性河流。

本项目起点太岳山隧道入口距离热留河约 50m，现场调查期间临近处河道干涸，无流水，河床宽 15m。本项目终点距离李曹河约 450m，现场调查期间临近处河道有流水，水面宽 2m，河床宽 8m。本项目隧道 K143+650~K143+800 段从杨家庄水库南部通过，穿过水库上游的水峪沟，枯水期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 546.2m，汛期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 445.0m，隧道右洞洞体穿越水峪沟段底板设计标高为 1048.27m，枯水期水位与洞体顶板高差约 15.3m，汛期水位与洞体顶板高差约 29.6m。

3.2.3.4.1 水生生物资源现状调查方法

通过收集杨家庄水库，热留河、李曹河等河流近期有关科研文献、报告，走访当地渔政部门技术人员及沿岸渔民，调查河段内鱼类种类组成、“三场”分布情况等。

主要参考《中国脊椎动物大全》（刘玉明等，2000年）、《中国动物地理区划鱼中国昆虫地理区划》（竺可桢等，1959年）、《中国动物地理》（张荣祖等，2011年）等专著，以及近期发表的相关论文、地方史志、年鉴以及土地、农林业、水产、湿地规划等。

3.2.3.4.2 水生生物资源现状调查

上述2条河流评价范围河段水质目标均为Ⅲ类，水体功能为地表水饮用水源补给区域保护、一般源头水保护，属于河流水生生态系统。根据资料收集和现场调查结果，上述河流水生生态系统受人为干扰较为严重，鱼类等水生动物较少，仅有少量浮游动植物、底栖动物以及芦苇、小香蒲、水蓼、浮萍等水生植物，均为常见物种，无国家及山西省重点保护野生鱼类，也无鱼类的产卵场、繁殖场、索饵场和洄游通道。

（1）水生动物

① 鱼类

经初步调查并结合文献资料，评价路段所涉及河段调查范围内鱼类共有2目3科10种，其中鲤科7种，鳅科2种，鲇科1种。据现场调查，拟建公路水生生物调查范围内未发现国家及山西省重点保护野生鱼类，也无大型产卵、索饵和越冬场分布。

② 浮游动物

根据文献资料，拟建公路所涉及河段调查范围内浮游动物中，原生动物5属（种）、轮虫9属（种）。各类浮游动物占优势的种类主要有：原生动物主要种类为缘毛目的钟虫、旋毛目的急游虫；轮虫主要种类有无柄轮虫、多肢轮虫、异尾轮虫。浮游动物总量在0.001~0.005 mg/L 之间变动，总体上调查河段的浮游动物量较低。

③ 底栖动物

根据文献资料，拟建公路所涉及河段调查范围内底栖动物4门6纲15种。其中扁形动物门涡虫纲1种，节肢动物门昆虫纲6种、甲壳纲3种，环节动物门寡毛纲2种、蛭纲1种，软体动物门腹足纲2种。

（2）水生植物

根据文献资料，拟建公路所涉及的河段内浮游植物7门类，24（种）属，其中硅藻门最多，有11种属；绿藻门5种属；其余蓝藻门、金藻门、裸藻门各2属（种）；甲藻门、隐藻门各1属（种）。

各门在生物量或数量上占优势的主要种类有蓝藻门的蓝纤维藻；绿藻门的小球藻、衣藻、栅藻；硅藻门的小环藻、舟形藻、等片藻；隐藻门的蓝隐藻；金藻门的金藻；裸藻门的裸藻和甲藻门的光甲藻。

前述河段水生大型植物共有4种，为芦苇、小香蒲、水蓼、浮萍。

(3) 调查范围内水生生物调查与评价结果

拟建公路调查范围内2条河流均执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类标准。杨家庄水库是以灌溉为主兼有防洪、养鱼等综合利用的小(1)型水库。2条河流由于沿线冬季较长，生物生长期短，水温低，水生生物资源贫乏，种类单一，数量少，主要为少量浮游生物和很少的常见野生鱼类。据现场调查，拟建公路评价路段调查范围内未发现国家及山西省重点保护野生鱼类，也未发现鱼类的产卵场、繁殖场、索饵场和洄游通道。

3.2.3.5 重要物种

根据《山西霍山省级自然保护区拟调整区域综合科学考察报告(报批稿)》(2022年5月版)、《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告(报批稿)》(2022年5月版)、《青兰国家高速公路长治至延安(G2211)山西境黎城至霍州段工程(太岳山隧道)对山西霍山省级自然保护区生物多样性影响评价报告》(2022年10月版)，咨询沿线林业部门，并结合本次评价生态现状野外调查结果，对照《国家重点保护野生植物名录》(2021年)、《山西省重点保护野生植物名录(第一批)》(2019年)、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》、《全国极小种群野生植物保护实施方案》(2010年)、《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划(2011-2015年)》(林规发(2012)52号)等相关名录、资料，拟建公路评价范围内的野生植物中属于重要物种的有9种，涉及“三危”物种2种，国家重点保护野生植物1种，山西省重点保护野生植物6种，无极小种群、古树名木分布。此外，对照《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》，评价范围内的特有种华北落叶松、黄刺玫、油松、虎榛子、水栒子、连翘、杠柳、硬质早熟禾等，均为区域内广泛分布的物种，不具有地方特有性，本次评价不列入特有种。

参考上述规划、科研资料，咨询沿线林业部门，并结合本次评价生态现状野外调查结果，对照《国家重点保护野生动物名录》(2021年)、《山西省重点保护野生动物名录》(2020年)、《中国生物多样性红色名录—脊椎动物》等相关名录、资料，拟建公路评价范围内的野生动物中属于重要物种的有48种，其中国家II级重点保护野生动物的有12种，山西省重点保护野生动物33种，“三危”物种3种，不涉及国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种。

(1) 重点保护野生植物

对照《国家重点保护野生植物名录》(2021年)，拟建公路评价范围内的野生植物中涉及国家重点保护野生植物1种，为水曲柳。对照《山西省重点保护野生植物名录(第一批)》(2019年)，评价范围内涉及山西省重点保护野生植物6种，包括脱皮榆、漆树、文冠果、刺楸、党参、桔梗。

根据《山西霍山省级自然保护区拟调整区域科学考察报告》（2022年5月报批稿）、《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》（2022年5月报批稿）、《青兰国家高速公路长治至延安（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）对山西霍山省级自然保护区生物多样性影响评价报告》（2022年10月报批稿）等相关资料，保护区内水曲柳主要分布在小涧峪沿线一带；脱皮榆、桔梗、文冠果主要分布在芦雨沟沿线一带，距离拟建公路约0.39km（K139+910左）；漆树、刺楸主要分布在寥池沿线一带，距离拟建公路约2.13km（K141+480左）；党参主要分布在米黄沟沿线一带，距离拟建公路约3.63km。

根据2022年10月28日~2022年10月31日、2020年10月9日~2020年10月10日、2021年7月9日~2021年7月10日多次生态野外调查结果，评价范围发现水曲柳2株（K141+970右0.55km），距离施工便道边界最近约14m，不在工程占地范围内；此外，未发现其他重点保护植物。

（2）重点保护野生动物

对照《国家重点保护野生动物名录》（2021年），根据收集的相关资料，评价范围内涉及国家Ⅱ级重点保护野生动物的有12种，包括鸟类9种：勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鵟、普通鵟、红角鸮、红隼、红脚隼，哺乳类3种：赤狐、黄喉貂、豹猫。对照《山西省重点保护野生动物名录》（2020年），评价范围内涉及山西省重点保护野生动物33种，包括东北刺猬、亚洲狗獾、黄鼬、狍、猪獾、中介蝮、虎斑颈槽蛇、中国林蛙、黑斑侧褶蛙、山斑鸠、大杜鹃、戴胜、普通翠鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、长尾山椒鸟、红尾伯劳、星鸦、煤山雀、沼泽山雀、褐头山雀、大山雀、银喉长尾山雀、鹪鹩、褐河乌、北红尾鸲、红尾水鸲、白额燕尾、灰鹊鸽、白鹊鸽、黄鹊鸽、黄喉鹀、棕眉山岩鹀。项目调查范围内重点保护动物及生活习性见表3.11，上述重点保护野生动物生态习性、生境条件、分布、种群现状情况数据主要参照《中国兽类彩色图谱》（杨奇森，岩崑.2007.北京:科学出版社）、《中国动物图谱兽类》（夏武平等.1988.北京:科学出版社）、中国自然标本馆、中国哺乳动物数据库、国家基础学科公共科学数据中心、国家标本平台等。

根据2022年10月28日~2022年10月31日、2020年10月9日~2020年10月10日、2021年7月9日~2021年7月10日多次生态野外调查结果，评价范围发现重点保护野生动物银喉长尾山雀、北红尾鸲、狍、凤头蜂鹰、普通鵟、大斑啄木鸟、煤山雀、黄鹊鸽、戴胜活体或粪便、足迹、鸣叫等。

（3）“三危”物种

对照《中国生物多样性红色名录—脊椎动物》等资料，评价范围内涉及易危物种6种，包括水曲柳、核桃楸、脱皮榆、赤峰锦蛇、大鵟、豹猫。

根据《山西霍山省级自然保护区拟调整区域科学考察报告》（2022年5月报批稿）、《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》（2022年5月报批稿）、《青兰国家高速公路长治至延安（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）对山西霍山省级自然保护区生物多样性影响评价报告》（2022年10月报批稿）等相关资料，保护区内水曲柳主要分布在小涧峪沿线一带；核桃楸主要分布在大南坡沿线一带。脱皮榆主要分布在芦雨沟沿线一带，距离拟建公路约0.39km（K139+910左）。

根据2022年10月28日~2022年10月31日、2020年10月9日~2020年10月10日、2021年7月9日~2021年7月10日多次生态野外调查结果，评价范围发现水曲柳2株（K141+970右0.55km），距离施工便道边界最近约14m，不在工程占地范围内；核桃楸10株（K137+870右0.24km发现6株，K141+505左2.87km发现4株），距离施工便道边界最近约30m，不在工程占地范围内；此外，未发现其他易危物种。

重要物种调查结果见表3.12~3.13。

3.2.3.6 评价区土地利用现状及分析

采用遥感卫星影像解译制作的拟建公路评价范围内的土地利用现状见图3.21，土地利用类型统计情况见表3.14。

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表



序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
1	中国林蛙 (<i>Rana chensinensis</i>)	林蛙对栖息的森林类型有一定选择,喜栖在林内郁蔽度大、枯枝落叶多、空气湿润的植被环境,如阔叶林或针阔混交林,林内有高大的乔木,中层灌木和底层蒿草的三层植被遮阴。林蛙不喜息在针叶林内,特别是落叶枯林下,对山林的方向也有一定选择,春季气温低,林蛙喜欢在温度较高的南坡活动;盛夏时节林蛙喜欢在山林的北坡活动	可分为水中生活和陆地生活两个明显不同的阶段,水中生活阶段是在较深的水域中进入冬眠状态,以渡过寒冷的冬季,9月下旬到翌年4月中旬群集于水下穴洞之中,9月中旬开始即陆续进入水中,又从陆地生活转入水中生活。陆地阶段是春季回暖时,在温暖的浅水池沼、田水中抱对和产卵,排精,在水体外受精,形成受精卵。蛤士蟆完成生殖活动后,即进入陆地山林的草丛或灌丛中,营陆地生活	分布于中国、朝鲜、老挝、俄罗斯联邦。分布范围广,不接近物种生存的脆弱濒危临界值标准(分布区域或波动范围小于20000平方公里,栖息地质量,种群规模,分布区域碎片化),种群数量趋势稳定	
2	黑斑侧褶蛙 (<i>Pelophylax nigromaculatus</i>)	生活在沿海平原至海拔2000米左右的丘陵、山区,常见于水田、池塘、湖泽、水沟等静水或流水缓慢的河流附近,白天隐匿在农作物、水生植物或草丛中	早春时节,当气温回升到10℃以上时,冬眠的成蛙开始出蛰,一般在11月上旬其活动能力开始降低,气温下降至13℃左右,陆续进入冬眠,冬眠场所多在向阳的山坡、春花田、旱地及水渠、河、塘岸边的土穴或杂草堆里,潜伏深度10-15厘米;在中国北方者潜伏较深,东北地区者伏于冻土层以下,其深度约1米。在中国南方将黑斑侧褶蛙放置在带有泥土的缸内,上面覆盖一层苔藓,保持湿润,在室内即能安全过冬	广泛分布于中国东部各省(市),分布区虽然很宽,但因过度捕捉和栖息地的生态环境质量下降,其种群数量急剧减少	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
3	中介蝮 (<i>Gloydius intermedius</i>)	生活于海拔 620~2400 米的平原、丘陵和地形起伏较大的山地, 尤以山麓、麦田、路旁、碎石堆、坟地、岩缝、牧草茂盛、灌木丛生等处多见, 亦见于荒漠、半荒漠地带	夏秋时节为其活动旺季, 炎热时则早晚活动活跃, 中午隐息。耐寒, 10 月末始渐入冬眠, 翌年 4 月出蛰。性凶猛, 但行动缓慢。食性广, 已知食鼠类、沙蜥、麻蜥、蛙类、山溪鲵、鱼, 亦食其他蛇类、小鸟及其卵、昆虫	分布于山西、陕西(秦岭以北)、内蒙古(大兴安岭以西)、宁夏、甘肃(武威、敦煌)、新疆(天山南北坡, 以北坡及托里、裕民、木垒等地较多见)。国外分布于蒙古西南, 原苏联远东地区	
4	虎斑颈槽蛇 (<i>Rhabdophis tigrinus</i>)	生活于山地、丘陵、平原地区的河流、湖泊、水库、水渠、稻田附近	以蛙、蟾蜍、蝌蚪和小鱼为食, 也吃昆虫、鸟类、鼠类	广泛分布全国各地, 天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、浙江、安徽、福建、台湾、江西、山东、河南、湖南、湖北、广西、四川、贵州、云南、重庆、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏等地均有分布。北京各区县均有分布	
5	勺鸡(<i>Pucrasia macrolopha</i>)	栖息于针阔混交林, 密生灌丛的多岩坡地, 山脚灌丛, 开阔的多岩林地, 松林及杜鹃林。	以植物根、果实及种子为主食, 叫声易与其他雉类分	勺鸡的分布分东西两段, 西段包括阿富汗、巴基斯坦、克什米尔、印度北部和尼泊尔; 东段在中国境内, 两段之间不连续, 而且在各段中也呈现不连续分布。分布于华北以南的广大地区, 喜马拉雅山脉至中国中部及东部	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）



序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
6	大杜鹃 (<i>Cuculus canorus</i>)	息于山地、丘陵和平原地带的森林中，有时也出现于农田和居民点附近高的乔木树上	性孤独，常单独活动。飞行快速而有力，常循直线前进，主要以松毛虫、舞毒蛾、松针枯叶蛾，以及其它鳞翅目幼虫为食。也吃蝗虫、步行甲、叩头虫、蜂等其它昆虫	分布于中国西部到印度、尼泊尔、缅甸、泰国和中国南部	
7	凤头蜂鹰 (<i>Pernis ptilorhynchus</i>)	栖息于不同海拔高度的阔叶林、针叶林和混交林中，尤以疏林和林缘地带较为常见，有时也到林外村庄、农田和果园等小林内活动	主要以黄蜂、胡蜂、蜜蜂和其他蜂类为食，也吃其他昆虫和昆虫幼虫，偶尔也吃小的蛇类、蜥蜴、蛙、小型哺乳动物、鼠类、鸟、鸟卵和幼鸟等动物性食物。通常在飞行中捕食，能追捕雀类等小鸟	世界分布于孟加拉国、不丹、文莱、柬埔寨、中国、印度、印度尼西亚、伊朗、伊斯兰共和国、日本、哈萨克斯坦、韩国、朝鲜、科威特、老挝、马来西亚、马尔代夫、缅甸、尼泊尔、巴基斯坦、菲律宾、俄罗斯联邦、新加坡、斯里兰卡、塔吉克斯坦、泰国、东帝汶、阿拉伯联合酋长国、越南。中国东北小兴安岭、丹东、朝阳等地繁殖；为四川南充、峨眉，云南腾冲、丽江及西双版纳夏候鸟或旅鸟；迁徙时见于新疆喀什、河北、山东烟台、青岛、江苏、福建、青海西宁、云南、贵州金沙、广西、广东等地；为台湾、海南罕见冬候鸟	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)





序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
8	雀鹰(<i>Accipiter nisus</i>)	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带	日出性。常单独生活。以小鸟、昆虫和鼠类为食，亦捕食野兔和蛇	分布于欧亚大陆，往南到非洲西北部，往东到伊朗、印度和中国及日本。越冬在地中海、阿拉伯、印度、缅甸、泰国及东南亚国家种群数量稳定	
9	苍鹰(<i>Accipiter gentilis</i>)	栖息于不同海拔高度的针叶林、混交林和阔叶林等森林地带，也见于山施平原和丘陵地带的疏林和小块林内	食肉性，主要以森林鼠类、野兔、雉类、榛鸡、鸠鸽类和其他小型鸟类为食，视觉敏锐，善于飞翔。白天活动。性甚机警，亦善隐藏。通常单独活动，叫声尖锐洪亮	全国分布广泛，于整个北半球温带森林及寒带森林该物种分布范围广，种群数量稳定	
10	大鵟(<i>Buteo hemilasius</i>)	栖息于山地、山脚平原和草原等地区，也出现在高山林缘和开阔的山地草原与荒漠地带，垂直分布高度可以达到 4000 米以上的高原和山区。喜停息在高树上或高凸物上	主要以啮齿动物，蛙、蜥蜴、野兔、蛇、黄鼠、鼠兔、旱獭、雉鸡、石鸡、昆虫等动物性食物为食	分布于不丹、中国、印度、哈萨克斯坦、朝鲜、韩国、吉尔吉斯斯坦、蒙古、尼泊尔、俄罗斯和塔吉克斯坦	
11	普通鵟(<i>Buteo japonicus</i>)	主要栖息于山地森林和林缘地带，从海拔 400 米的山脚阔叶林到 2000 米的混交林和针叶林地带均有分布，常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔	以森林鼠类为食，食量甚大。除啮齿类外，也吃蛙、蜥蜴、蛇、野兔、小鸟和大型昆虫等动物性食物，有时亦到村庄捕食鸡等家禽	分布于孟加拉国、不丹、柬埔寨、中国、印度、日本、朝鲜、韩国、老挝、蒙古、缅甸、尼泊尔、巴基斯坦、俄罗斯东亚区、斯里兰卡、泰国和越南	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
12	红角鸮(<i>Otus sunia</i>)	栖息于开放和半开放的林地、公园、稀树草原和树木繁茂的河滨地带。生活的海拔高度为海平面至 1500 米。这种猫头鹰喜欢在森林边缘或开阔的地方捕猎	主要以昆虫和蜘蛛为食，也会捕食小型脊椎动物。狩猎是在栖息和飞行中完成的	分布于巴基斯坦北部、印度和尼泊尔东至孟加拉国和阿萨姆邦、斯里兰卡，东亚至日本、东西伯利亚、满洲、台湾和中国东部至马来半岛；也居住在安达曼和尼科巴群岛。游荡到中国香港和阿留申群岛	
13	灰头绿啄木鸟 (<i>Picus canus</i>)	主要栖息于低山阔叶林和混交林，也出现于次生林和林缘地带，很少到原始针叶林中。秋冬季常出现于路旁、农田地边疏林，也常到村庄附近小林内活动	主要以蚂蚁、小蠹虫、天牛幼虫、鳞翅目、鞘翅目、膜翅目等昆虫为食，常单独或成对活动，很少成群。飞行迅速，成波浪式前进	分布于欧亚大陆，东到萨哈林岛和乌苏里，南到喜马拉雅山、中南半岛、马来西亚和印度尼西亚种群数量趋势稳定	
14	红隼 (<i>Falco tinnunculus</i>)	栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区	以猎食时有翱翔习性而著名。吃大型昆虫、鸟和小哺乳动物	分布范围很广，非洲、古北界、印度及中国；越冬于菲律宾及东南亚。除干旱沙漠外遍及各地欧洲的红隼约占全球范围的 19%，据估计，红隼规模在 15.9 年内减少了不到 10%	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
15	红脚隼 (<i>Falco amurensis</i>)	主要栖息于低山疏林、林缘、山脚平原、丘陵地区的沼泽、草地、河流、山谷和农田耕地等开阔地区, 尤其喜欢具有稀疏树木的平原、低山和丘陵地区	白天单独活动, 飞翔时两翅快速煽动, 间或进行一阵滑翔, 也能通过两翅的快速煽动在空中作短暂的停留。主要以蝗虫、蚱蜢、蝼蛄、螽斯、金龟子、蟋蟀、叩头虫等昆虫为食, 有时也捕食小型鸟类、蜥蜴、石龙子、蛙、鼠类等小型脊椎动物, 其中害虫占其食物的 90% 以上, 在消灭害虫方面功绩卓著	在中国几乎遍及全国各地, 其中在黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山东、山西、内蒙古、甘肃、宁夏、陕西、四川等地为夏候鸟, 上海、浙江、贵州为旅鸟, 云南为冬候鸟该物种分布范围非常大, 种群数量趋势稳定	
16	长尾山椒鸟 (<i>Pericrocotus Ethologus</i>)	常栖息于多种植被类型的生境中、如阔叶林、杂木林、混交林、针叶林以及也见于开垦地附近的林间	主要以昆虫为食, 群体活动, 在开阔的高大树木及常绿林的树冠上空盘旋降落,	分布于阿富汗, 向东经尼泊尔、锡金、不丹、抵印度、孟加拉、中南半岛以及中国大陆的西藏、云南、河北、河南、山西、陕西、甘肃、青海、四川、东北等地	
17	戴胜 (<i>Upupa epops</i>)	栖息于山地、平原、森林、林缘、路边、河谷、农田、草地、村屯和果园等开阔地方, 尤其以林缘耕地生境较为常见。以虫类为食, 在树上的洞内做窝	性活泼, 喜开阔潮湿地面, 长长的嘴在地面翻动寻找食物	主要分布在欧洲、亚洲和北非地区, 在中国有广泛分布该物种分布范围很广, 种群数量稳定	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
18	普通翠鸟 (<i>Alcedo atthis</i>)	栖息于有灌丛或疏林、水清澈而缓流的小河、溪涧、湖泊以及灌溉渠等水域。单独或成对活动	性孤独，平时常独栖在近水边的树枝上或岩石上，伺机猎食，食物以小鱼为主，兼吃甲壳类和多种水生昆虫及其幼虫，也啄食小型蛙类和少量水生植物	分布于北非、欧亚大陆、日本、印度、马来半岛、新几内亚和所罗门群岛。普通翠鸟的全球物种数量少于 60 万只（2001 年）	
19	大斑啄木鸟 (<i>Dendrocopos major</i>)	栖息于山地和平原针叶林、针阔叶混交林和阔叶林中，尤以混交林和阔叶林较多，也出现于林缘次生林和农田地边疏林及灌丛地带	主要以甲虫、小蠹虫、蝗虫、吉丁虫、天牛幼虫、蚁科、蚊科、胡蜂科、鳞翅目、鞘翅目等各种昆虫、昆虫幼虫为食，也吃蜗牛、蜘蛛等其他小型无脊椎动物，偶尔也吃橡实、松子、稠李和草子等植物性食物常单独或成对活动，繁殖后期则成松散的家族群活动。多在树干和粗枝上觅食	中国分布于新疆、内蒙古东北部、黑龙江、吉林、辽宁、河北、河南、山东、江苏、安徽、山西、陕西、甘肃、青海、四川、贵州、云南、湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、香港和海南岛数量较常见，种群数量趋势稳定	
20	红尾伯劳 (<i>Lanius cristatus</i>)	主要栖息于低山丘陵和山脚平原地带的灌丛、疏林和林缘地带，尤其在有稀矮树木和灌丛生长的开阔旷野、河谷、湖畔、路旁和田边地头灌丛中较常见，也栖息于草甸灌丛、山地阔叶林和针阔叶混交林林缘灌丛及其附近的小块次生杨桦林内	所吃食物主要有直翅目蝗科、螽斯科、鞘翅目步甲科、叩头虫科、金龟子科、瓢虫科、半翅目蝽科和鳞翅目昆虫。偶尔吃少量草子	分布于西西伯利亚，从额尔齐斯河和阿尔泰往东到太平洋边阿纳德尔盆地和堪察加半岛、朝鲜、蒙古、日本，冬季也见于印度、中南半岛、马来西亚、菲律宾和印度尼西亚在 1970 年代至 1990 年代日本物种数量减少 80% 之后，据估计该物种数量正在下降	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
21	星 鸦 (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	栖息于山地针叶林和针阔混交林中	是一种典型的针叶林鸦类，单独或成对活动，偶成小群。栖于松林，以松子为食，也埋藏其他坚果以备冬季食用。飞行起伏而有节律	分布于古北界北部、日本及中国台湾；喜马拉雅山脉至中国西南及中部该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
22	煤 山 雀 (<i>Periparus ater</i>)	主要栖息于海拔 3000 米以下的低山和山麓地带的次生阔叶林、阔叶林和针阔叶混交林中，也出没于竹林、人工林和针叶林，性活跃，常在枝头跳跃，在树皮上剥啄昆虫，或在树间作短距离飞行	非繁殖期喜集群。以鳞翅目、双翅目、鞘翅目、半翅目、直翅目、同翅目、膜翅目等昆虫和昆虫幼虫为食，此外也吃少量蜘蛛、蜗牛、草子、花等其他小型无脊椎动物和植物性食物	广泛分布于亚洲、欧洲和北非，该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
23	沼 泽 山 雀 (<i>Poecile palustris</i>)	主要栖息森林地带，常活动于针叶林、针、阔叶混交林的树冠，或攀附于树枝上取食昆虫，也常到灌丛间啄食。一般在近水源或潮湿的林区比较常见，在果园、庭院等亦能见到。攀附于树枝上取食昆虫，也常到灌丛间啄食	主要以鞘翅目、鳞翅目、直翅目、膜翅目等昆虫和昆虫的幼虫为食，主要包括松毛虫、落叶松鞘蛾、象甲、金龟子、梨星毛虫、巢蛾、尺蠖、夜蛾、螟蛉、卷叶蛾、叶蜂、蝻象、步行虫、天牛幼虫、小蠹虫、蝇、蚊、虻等，其他食物有蜘蛛等其他无脊椎动物和植物果实、种子及植物嫩芽	分布于欧亚大部地区，自英国、巴尔干半岛向东经俄罗斯至蒙古、朝鲜和日本，南达缅甸、印度等地该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
24	褐头山雀 (<i>Poecile montanus</i>)	栖息于海拔 800-4000 米的湿润的山地针叶林中。留鸟。除繁殖期间和冬季单独活动或成对活动外，其他季节多成群活动，有时也与其余山雀混群，大群可多至 100 余只。常活动在树冠层中下部，群较松散。性活泼，行动敏捷，在枝桠间穿梭寻觅食物	主要以昆虫和昆虫幼虫为食，也吃少量植物性食物，动物性食物约占 84.2%，植物性食物占 15.8%	分布于欧洲自英国、法国、意大利、罗马尼亚、保加利亚向东至俄罗斯、蒙古，以至日本、朝鲜该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
25	大山雀(<i>Parus major</i>)	栖息于低山和山麓地带的次生阔叶林、阔叶林和针阔叶混交林中，也出入于人工林和针叶林。性较活泼而大胆，不甚畏人。行动敏捷，常在树枝间穿梭跳跃，或从一棵树飞到另一棵树上，边飞边叫，略呈波浪状飞行，波峰不高	主要以金花虫、金龟子、毒蛾幼虫、蚂蚁、蜂、松毛虫、蠹斯等昆虫为食，大山雀也喜欢吃油质的种子，如瓜子，花生仁，核桃仁等等，人造的糕点它们也非常喜爱，在北方的冬季，种仁是它们的主要食物	分布于中国、非洲西北部、摩洛哥、突尼斯、阿尔及利亚、欧洲、中亚、西伯利亚、远东、朝鲜、日本、阿富汗、巴基斯坦、印度、中南半岛和印度尼西亚该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
26	银喉长尾山雀 (<i>Aegithalos glaucogularis</i>)	多栖息于山地针叶林或针阔叶混交林；在中国辽宁东部山区的落叶松林中较为常见	成小家族游荡，至冬季可汇成多达 100 只的较大群体，以昆虫及植物种子等为食	分布于自北欧和东北欧，东经西伯利亚至堪察加半岛、萨哈林岛（库页岛），北美和澳大利亚该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
27	山斑鸠 (<i>Streptopelia orientalis</i>)	栖息于低山丘陵、平原和山地阔叶林、混交林、次生林、果园和农田耕地以及宅旁竹林和树上	常成对或成小群活动，有时成对栖息于树上，或成对一起飞行和觅食。飞翔时两翅鼓动频繁，直而迅速，有时亦滑翔。主要吃各种植物的果实、种子、草子、嫩叶、幼芽，也吃农作物，如稻谷、玉米、高粱、小米、黄豆、绿豆、油菜子、幼小螺蛳等，有时也吃鳞翅目幼虫、甲虫等昆虫	分布北自黑龙江、南至海南岛、香港和台湾、西至新疆、西藏、遍及全国各地	
28	鹪鹩 (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	常于夏时生活在中、高山的潮湿密林和灌木丛中、冬时迁至低山区和平原地带以及多在海拔 700 米以上的山地阴暗潮湿的密林中做巢	一般独自或成双或以家庭集小群进行活动。在灌木丛中迅速移动，常从低枝逐渐跃向高枝，尾巴翘得很高。歌声嘹亮。取食蜘蛛、毒蛾、螟蛾、天牛、小蠹、象甲、蜚象等昆虫	分布于南美、北美、欧亚大陆及北非	
29	褐河乌 (<i>Cinclus pallasii</i>)	栖息于山涧河谷溪流露出的岩石上，飞行时常沿溪流，贴近水面飞行	以动物性食物为食，也吃一些植物叶子和种子主要在水中取食，以水生昆虫及其他水生小形无脊椎动物为食，一般常单个或成对活动，幼鸟离巢后的 2 周内，成“小家族”集群活动	分布于欧亚大陆及非洲北部，中南半岛和中国的东南地区。该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
30	北红尾鸲 (<i>Phoenicurus auroreus</i>)	主要栖息于山地、森林、河谷、林缘和居民点附近的灌丛与低矮树丛中	主要以昆虫为食，多以鞘翅目、鳞翅目、直翅目、半翅目、双翅目、膜翅目等昆虫成虫和幼虫为食，种数达 50 多种，其中约 80% 为农作物和树木害虫	分布于俄罗斯东西伯利亚南部，从贝加尔湖西面的克拉斯诺亚尔斯克往东到远东和萨哈林岛，往南到中国和蒙古和朝鲜。越冬于印度阿萨姆、缅甸、泰国北部、老挝、越南和日本。该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
31	红尾水鸲 (<i>Rhyacornis fuliginosus</i>)	活动于山泉溪涧中或山区溪流、河谷、平原河川岸边的岩石间、溪流附近的建筑物四周或池塘堤岸间	常单独或成对活动，主要以昆虫为食，如鞘翅目、鳞翅目、膜翅目、双翅目、半翅目、直翅目、蜻蜓目等昆虫和昆虫幼虫。此外也吃少量植物果实和种子，如草莓、悬钩子、茛苳，胡颓子、马桑和草子等	分布于中国、阿富汗、巴基斯坦、克什米尔、尼泊尔、锡金、不丹、印度、孟加拉国、缅甸、越南、泰国等地。该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
32	白额燕尾 (<i>Hodgsonius leschenaulti</i>)	栖息于山涧溪流与河谷沿岸，尤以水流湍急、河中多石头的林间溪流较喜欢，冬季也见于水流平缓的山脚平原河谷和村庄附近缺少树木隐蔽的溪流岸边	主要以水生昆虫和昆虫幼虫为食。据郑作新等（1995）报道，所吃食物主要有鞘翅目、鳞翅目、膜翅目昆虫和幼虫，以及蝗虫、蚱蜢、蚂蚁、蝇蛆、蜘蛛等	在中国主要分布于长江流域和长江流域以南的广大地区。北至河南南部、陕西南部、甘肃东南部和南部，西至四川、贵州和云南，南至广东、香港和海南岛。全球种群规模尚未量化，该物种在其分布范围为常见种群	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)



序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
33	灰鹡鸰 (<i>Motacilla cinerea</i>)	主要栖息于溪流、河谷、湖泊、水塘、沼泽等水域岸边或水域附近的草地、农田、住宅和林区居民点, 尤其喜欢在山区河流岸边和道路上活动, 也出现在林中溪流和城市公园中。海拔高度从 2000 米的平原草地到 2000 米以上的高山荒原湿地均有栖息	常单独或成对活动, 有时也集成小群或与白鹡鸰混群。主要以昆虫为食。其中雏鸟主要以石蛾、石蝇等水生昆虫为食, 也吃少量鞘翅目昆虫	分布于欧亚大陆和非洲, 从英国、挪威南部、瑞典南部, 往南到地中海沿岸以及大西洋中的亚速尔群岛、马德拉群岛、加那利群岛和北非摩洛哥、阿尔及利亚、突尼斯, 往东经巴尔干半岛、小亚细亚、高加索、伊朗、阿富汗、巴基斯坦、喜马拉雅山、中亚、西伯利亚南部、蒙古, 一直到太平洋沿岸堪察加半岛、俄罗斯远东、萨林岛、千岛群岛、朝鲜和日本等地; 越冬于非洲、南亚和东南亚。	
34	白鹡鸰 (<i>Motacilla alba</i>)	栖息于村落、河流、小溪、水塘等附近, 在离水较近的耕地、草场等均可见到	经常成对活动或结小群活动。以昆虫为食。觅食时地上行走, 或在空中捕食昆虫。飞行时呈波浪式前进, 停息时尾部不停上下摆动。繁殖期在 3-7 月, 筑巢于屋顶、洞穴、石缝等处, 巢由草茎、细根、树皮和枯叶构成, 巢呈杯状	主要分布在欧亚大陆的大部分地区和非洲北部的阿拉伯地区, 在中国有广泛分布。该物种分布范围非常大, 种群数量趋势稳定	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）





序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
35	黄鹡鸰 (<i>Motacilla tschutschensis</i>)	栖息于低山丘陵、平原以及海拔4000米以上的高原和山地。常在林缘、林中溪流、平原河谷、村野、湖畔和居民点附近活动	多成对或成3~5只的小群，迁徙期亦见数十只的大群活动，常结成甚大群，在牲口及水牛周围取食，主要以昆虫为食，多在天上捕食，有时亦见在空中飞行捕食	在中国遍及各地，其中夏候鸟及部分旅鸟主要分布于东北、内蒙古东部和新疆，其他地区主要为旅鸟和冬候鸟。该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
36	黄喉鹀 (<i>Emberiza elegans</i>)	栖息于低山丘陵地带的次生林、阔叶林、针阔叶混交林的林缘灌丛中，尤喜河谷与溪流沿岸疏林灌丛	一般主食植物种子。非繁殖期常集群活动，繁殖期在地面或灌丛内筑碗状巢	分布于俄罗斯、朝鲜、日本和中国等地。该物种分布范围非常大，种群数量趋势稳定	
37	东北刺猬 (<i>Erinaceus amurensis</i>)	昼伏夜出，常出没于农田、瓜地、果园等处，在灌木丛、树根、石隙等处穴居，广泛分布于灌丛、草丛、荒地、森林等多种环境中	远东刺猬食性甚杂。主食昆虫和蠕虫，兼食小型鼠类、幼鸟、鸟卵、蛙、蛇以及蜥蜴等小动物，亦喜食瓜果、蔬菜、豆类等农作物，以及野果、树叶、草根等植物性食物	在中国大陆分布于黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古、河北等地，中国以外分布于俄罗斯和朝鲜	
38	赤狐(<i>Vulpes vulpes</i>)	赤狐的栖息环境非常多样，如森林、草原、荒漠、高山、丘陵、平原及村庄附近，甚至于城郊，皆可栖息。一般记载均称赤狐居于土穴、树洞或其动物的弃洞中，在北方地区都利用獾洞	赤狐听觉、嗅觉发达，性狡猾，行动敏捷是，喜欢单独活动，在夜晚捕食。通常夜里出来活动，白天隐蔽在洞中睡觉，但在荒僻的地方，有时白天也会出来寻找食物。主要以旱獭及鼠类为食，也吃野禽、蛙、鱼、昆虫等，还吃各种野果和农作物	主要栖息于欧亚北部（包括喜马拉雅山脉）、北美洲南部、冰岛、北非、澳大利亚等地	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表 (续)





序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
39	黄喉貂(<i>Martes flavigula</i>)	主要栖息于海拔高度为 3000m 以下林区, 活动于常绿阔叶林和针阔叶混交林区, 大面积的丘陵或山地森林中	喜晨昏活动, 但白天也经常出现, 生活在山地森林或丘陵地带, 穴居在树洞及岩洞中, 善于攀缘树木陡岩。黄喉貂对环境的适应能力很强, 以食物及隐蔽为主要条件而多活动于森林中	主要分布于东亚和东南亚及俄罗斯外东北地区	
40	黄鼬(<i>Mustela sibirica</i>)	栖息于山地和平原, 见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近。居于石洞、树洞或倒木下。常见于原生和次生的落叶林、针叶林和混交林, 以及开阔地带的小片森林和森林草原。在中国农村的田野耕地中很常见	夜行性, 尤其是清晨和黄昏活动频繁。一般没有固定的巢穴, 仅在繁殖和冬季才有较固定的洞穴, 通常隐藏在柴草堆下、乱石堆、墙洞等处。食性很杂, 主要以小型哺乳动物为食, 在住家附近, 常在夜间偷袭家禽。每年 3-4 月发情交配, 临产前选择柴草堆下、堤岸洞穴、墓地、乱石堆、树洞等隐蔽处筑巢, 通常 5 月产仔	在中国主要分布于北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林等地。大多数物种因为分布范围广, 不接近物种生存的脆弱濒危临界值标准, 种群数量趋势稳定, 为无生存危机的物种	
41	亚洲狗獾 (<i>Meles leucurus</i>)	栖息于森林中或山坡灌丛、田野、坟地、沙丘草丛及湖泊、河溪旁边等各种生境中	狗獾一般在春、秋两季活动, 性情凶猛, 冬眠, 挖洞而居, 杂食性, 每年繁殖一次, 每胎 2-5 仔, 栖息环境比较广泛, 如森林、灌丛、田野、湖泊等各种生境	分布于亚欧大陆大多数地区。种群分布不零散, 其总体数量趋于稳定	
42	猪獾(<i>Arctonyx collaris</i>)	栖息于森林中或山坡灌丛、田野、坟地、沙丘草丛及湖泊、河溪旁边等各种生境中	活动以春、秋两季最盛, 一般以夜间 8-9 时后开始, 至拂晓 4 时左右回洞, 有冬眠习性, 挖洞而居, 洞道长达几米至十余米不等, 其间支道纵横	中国从内蒙、东北、华北直至江苏、浙江、福建、广东、广西、云南、四川、湖北、陕西、贵州和甘肃等省均有分布种群分布不零, 总体数量趋于稳定	

表 3.11 调查范围内重点保护动物及生活习性表（续）




序号	物种名称	生境条件	生态习性	分布范围及种群现状	图片
43	豹猫 (<i>Prionailus Bengalensis</i>)	主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近，分布的海拔高度可从低海拔海岸带一直分布到海拔 3000m 高山林区	豹猫的窝穴多在树洞、土洞、石块下或石缝中。主要为地栖，但攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。夜行性，晨昏活动较多。独栖或成对活动。善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食	广泛分布于中国（除了北部和西部的干旱区）；从阿富汗，经印度次大陆，延伸到东南亚、俄罗斯和朝鲜	
44	狍(<i>Capreolus pygargus</i>)	栖山坡小树林中	是草食动物，性情通顺，可塑性强，人工驯化容易纯植食性动物。采食各种草、树叶、嫩枝、果实、谷物	广泛分布于中国北方	
45	棕眉山岩鹀 (<i>Prunella montanella</i>)	主要栖息于低山丘陵和山脚平原地带的林缘、河谷、灌丛、小块丛林、农田、路边等各类生境。繁殖期则栖于西伯利亚泰加林地带，尤以河谷地带较常见	常单独、成对或成小群活动。在地上奔跑迅速，善藏匿，常躲藏在茂密的灌草丛中，很少鸣叫。遇人很远即飞，每次飞不多远又落入灌丛。主要以各种昆虫和昆虫幼虫为食，也吃草子、植物果实和种子等植物食物	在中国系冬候鸟，主要越冬于中国辽宁、内蒙古、河北、北京、山东、河南、陕西、宁夏（贺兰山）、青海（西宁）等地。全球种群规模尚未量化，但在欧洲，估计繁殖种群数量为 100~500 对，欧洲占全球种群数量不足 5%。据估计，俄罗斯的种群数量约为 100~10000 对繁殖对（巴西，2009 年）	

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
1	勺 鸡 (<i>Pucrasia maculophya</i>)	国家 II 级	无危 (LC)	否	评价范围内针阔混交林、密生灌丛、 松林内均可能分布, 生境面积约 2309.9hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 2.28hm ²
2	大杜鹃 (<i>Cuculus canorus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内森林内均可能分布, 生 境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 1.32hm ²
3	凤 头 蜂 鹰 (<i>Pernis ptilorhynchus</i>)	省级	近危 (NT)	否	评价范围内阔叶林、针叶林和混交 林内均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 1.32hm ²
4	雀鹰(<i>Accipiter nisus</i>)	国家 II 级	无危 (LC)	否	评价范围内针叶林、混交林、阔叶 林等山地森林和林缘地带均可能分 布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 1.32hm ²
5	苍鹰(<i>Accipiter gentilis</i>)	国家 II 级	近危 (NT)	否	评价范围内针叶林、混交林、阔叶 林等山地森林和林缘地带均可能分 布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 1.32hm ²
6	大鵟(<i>Buteo hemilasius</i>)	国家 II 级	易危 (VU)	否	评价范围内高山林缘和开阔的山地 草原均可能分布, 生境面积约 162.11hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 0.24hm ²
7	普通鵟(<i>Buteo japonicus</i>)	国家 II 级	无危 (LC)	否	评价范围内针叶林、混交林、阔叶 林均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现 场调查、文献记录	是, 占用生境面 积 1.32hm ²

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表（续）

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
8	红角鸮(<i>Otus sunia</i>)	国家 II 级	无危 (LC)	否	评价范围内林地、稀树草原均可能分布, 生境面积约 3669.75hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
9	戴胜(<i>Upupa epops</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内森林、林缘、路边、河谷、农田、草地、村屯均可能分布, 生境面积约 3919.35hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.32hm ²
10	普通翠鸟 (<i>Alcedo atthis</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内灌丛或疏林、小河、溪涧、湖泊以及灌溉渠等水域均可能分布, 生境面积约 214.43hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.51hm ²
11	大斑啄木鸟 (<i>Dendrocopos major</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内针叶林、针阔叶混交林和阔叶林均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.32hm ²
12	灰头绿啄木鸟 (<i>Picus canus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内阔叶林和混交林均可能分布, 生境面积约 2222.36hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.55hm ²
13	红隼 (<i>Falco tinnunculus</i>)	国家 II 级	无危 (LC)	否	评价范围内混合林、耕地、灌丛草地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区均可能分布, 生境面积约 1436.9hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.65hm ²
14	红脚隼 (<i>Falco amurensis</i>)	国家 II 级	近危 (NT)	否	评价范围内低山疏林、林缘、山脚平原、丘陵地区的沼泽、草地、河流、山谷和农田耕地等开阔地区均可能分布, 生境面积约 1436.9hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.65hm ²

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表（续）

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
15	长尾山椒鸟 (<i>Pericrocotus Ethologus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内阔叶林、杂木林、混交林、针叶林均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.32hm ²
16	红尾伯劳 (<i>Lanius cristatus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内灌丛、疏林和林缘地带均可能分布, 生境面积约 210.68hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.75hm ²
17	星鸦 (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山地针叶林和针阔混交林中均可能分布, 生境面积约 2530.04hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.77hm ²
18	煤山雀(<i>Periparus ater</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内次生阔叶林、阔叶林、针阔叶混交林、针叶林中均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.32hm ²
19	沼泽山雀 (<i>Poecile palustris</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内森林地带均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.32hm ²
20	褐头山雀 (<i>Poecile montanus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山地针叶林均可能分布, 生境面积约 1100.74hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.77hm ²
21	大山雀(<i>Parus major</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内次生阔叶林、阔叶林、针阔叶混交林、人工林和针叶林中均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.32hm ²

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表 (续)

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
22	银喉长尾山雀(<i>Aegithalos glaucogularis</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山地针叶林或针阔叶混交林中均可能分布, 生境面积约 2530.04hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.77hm ²
23	鸛 鹑 (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内潮湿密林和灌木丛中均可能分布, 生境面积约 3718.32hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
24	褐河乌 (<i>Cinclus pallasii</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山涧河谷溪流露出的岩石上均可能分布, 生境面积约 3.75hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)
25	北红尾鹟 (<i>Phoenicurus auroreus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山地、森林、河谷、林缘和居民点附近的灌丛与低矮树丛中均可能分布, 生境面积约 3718.32hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
26	红尾水鹟 (<i>Rhyacornis fuliginosus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山区溪流、河谷均可能分布, 生境面积约 3.75hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)
27	白额燕尾 (<i>Hodgsonius leschenaulti</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内山区溪流、河谷均可能分布, 生境面积约 3.75hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表（续）

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
28	灰鹊鸂(<i>Motacilla cinerea</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内溪流、河谷、湖泊、水塘、沼泽等水域岸边或水域附近的草地、农田均可能分布, 生境面积约 4.23hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)
29	白鹊鸂 (<i>Motacilla alba</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内村落、河流、小溪、水塘等附近均可能分布, 生境面积约 29.63hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)
30	黄 鹊 鸂 (<i>Motacilla tschutschensis</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内林缘、林中溪流、平原河谷、村野均可能分布, 生境面积约 162.11hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.24hm ²
31	黄喉鹀(<i>Emberiza elegans</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内次生林、阔叶林、针阔叶混交林的林缘灌丛中均可能分布, 生境面积约中均可能分布, 生境面积约 3718.32hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
32	东北刺猬 (<i>Erinaceus amurensis</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内灌丛、草丛、荒地、森林均可能分布, 生境面积约 3757.29hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
33	棕眉山岩鹀 (<i>Prunella montanella</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内低山丘陵和山脚平原地带的林缘、河谷、灌丛、小块丛林、农田、路边均可能分布, 生境面积约 288.57hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.51hm ²

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表（续）

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
34	中国林蛙 (<i>Rana chensinensis</i>)	省级	无危 (LC)	是	评价范围内阔叶林或针阔混交林均可能分布, 生境面积约 1511.27hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.55hm ²
35	黑斑侧褶蛙 (<i>Pelophylax nigromaculatus</i>)	省级	近危 (NT)	否	评价范围内水田、池塘、湖泽、水沟等静水或流水缓慢的河流附近, 农作物、水生植物或草丛中均可能分布, 生境面积约 68.60hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)
36	中介蝮 (<i>Gloydius intermedius</i>)	省级	近危 (NT)	否	评价范围内山麓、麦田、路旁、碎石堆、坟地、岩缝、牧草茂盛、灌木丛生等处均可能分布, 生境面积约 336.17hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.51hm ²
37	虎斑颈槽蛇 (<i>Rhabdophis tigrinus</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内河流、湖泊、水库、水渠、稻田附近均可能分布, 生境面积约 3.75hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	否, 距离生境最近约 30m (3 号斜井出口)
38	赤狐 (<i>Vulpes vulpes</i>)	国家 II 级	近危 (NT)	否	评价范围内森林、草原、荒漠、高山、丘陵、平原及村庄均可能分布, 生境面积约 3695.17hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 1.51hm ²
39	黄喉貂 (<i>Martes flavigula</i>)	国家 II 级	近危 (NT)	否	评价范围内常绿阔叶林和针阔叶混交林区、山地森林均可能分布, 生境面积约 3630.78hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²

表 3.12 评价范围重要野生动物调查结果统计表（续）

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护 级别	濒危等 级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
40	黄鼬(<i>Mustela sibirica</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内阔叶林、灌丛、针叶林和混交林、田野耕地、村庄附近均可能分布, 生境面积约 3953.86hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
41	亚洲狗獾(<i>Meles leucurus</i>)	省级	近危 (NT)	否	评价范围内森林中或山坡灌丛、田野、坟地、沙丘草丛及湖泊、河溪旁边均可能分布, 生境面积约 3761.04hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
42	猪獾(<i>Arctonyx collaris</i>)	省级	近危 (NT)	否	评价范围内森林中或山坡灌丛、田野、坟地、沙丘草丛及湖泊、河溪旁边均可能分布, 生境面积约 3761.04hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
43	豹猫(<i>Prionailus Bengalensis</i>)	国家 II 级	易危 (VU)	否	评价范围内山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近均可能分布, 生境面积约 3744.20hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²
44	狍(<i>Capreolus pygargus</i>)	省级	近危 (NT)	否	评价范围内山坡小树林处均可能分布, 生境面积约 123.14hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 0.24hm ²
45	山斑鸠 (<i>Streptopelia orientalis</i>)	省级	无危 (LC)	否	评价范围内阔叶林、混交林、次生林、果园和农田耕地以及宅旁均可能分布, 生境面积约 3866.31hm ²	历史调查资料、环评现场调查、文献记录	是, 占用生境面积 2.83hm ²

表 3.13 评价路段评价范围重要野生植物调查结果统计表

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	水曲柳 (<i>Fraxinus mandshurica</i>)	国家 II 级	易危 (VU)	否	否	分布在保护区小涧峪沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否，环评现场调查期间 K141+970 右 0.55km 发现 2 株
2	核桃楸 (<i>Juglans mandshurica Maxim</i>)	无	易危 (VU)	否	否	分布在保护区大南坡沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否，环评现场调查期间 K137+870 右 0.24km 发现 6 株，K141+505 左 2.87km 发现 4 株
3	脱皮榆 (<i>Ulmus lamellosa Wang et S. L. Chang ex L. K. Fu</i>)	省级	易危 (VU)	否	否	分布在保护区芦雨沟沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否，距离拟建公路约 0.39km(K139+910 左)，环评现场调查期间未发现
4	漆树 (<i>Toxicodendron vernicifluum (Stokes) F. A. Barkl</i>)	省级	无危 (LC)	否	否	分布在保护区寥池沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否，距离拟建公路约 2.13km(K141+480 左)，环评现场调查期间未发现
5	文冠果 (<i>Xanthoceras sorbifolium Bunge</i>)	省级	无危 (LC)	否	否	分布在保护区芦雨沟沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否，距离拟建公路约 0.39km(K139+910 左)，环评现场调查期间未发现
6	刺楸 (<i>Kalopanax septemlobus (Thunb.) Koidz</i>)	省级	无危 (LC)	否	否	分布在保护区寥池沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否，距离拟建公路约 2.13km(K141+480 左)，环评现场调查期间未发现

表 3.13 评价路段评价范围重要野生植物调查结果统计表 (续)

序号	物种名称 (中文名/拉丁名)	保护级别	濒危等级	特有种 (是/否)	极小种群野生植物 (是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
7	党参 (<i>Codonopsis pilosula</i> (Franch.) Nannf)	省级	无危(LC)	否	否	分布在保护区米黄沟沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否, 环评现场调查期间未发现
8	桔梗(<i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC)	省级	无危(LC)	否	否	分布在保护区芦雨沟沿线一带	历史调查资料、文献记录、环评现场调查	否, 距离拟建公路约0.39km(K139+910左), 环评现场调查期间未发现

表 3.14 拟建公路生态敏感区路段评价范围内各土地类型面积

土地类型	林地				草地	耕地	交通运输用地	住宅用地	工矿仓储用地	水域及水利设施用地			总计
	乔木林地	灌木林地	其他林地	小计	其他草地	旱地	公路用地	农村宅基地	工业用地	水库水面	水工建筑用地	小计	
面积 (hm ²)	3522.94	87.54	107.84	3718.32	38.97	209.66	6.37	25.88	3.95	1.80	1.95	3.75	4006.89
比例 (%)	87.92	2.18	2.69	92.80	0.97	5.23	0.16	0.65	0.10	0.04	0.05	0.09	100

从图 3.21 和表 3.14 可以看出，评价范围内的土地利用类型主要为林地，占比 92.50%，在评价区内广泛分布；其次为耕地，占比 5.23%；草地、交通运输用地、住宅用地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地较少，占比分别为 0.97%、0.16%、0.65%、0.10%、0.09%。

3.2.3.7 生态系统现状调查与评价

3.2.3.7.1 生态系统类型

经现场调查，评价区的主要生态系统类型可分为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、城镇生态系统。

(1) 森林生态系统

评价区的森林生态系统主要包括华北落叶松林、油松林，侧柏林、辽东栎林、山杨林等，是评价区域的最主要的植被类型。

在此生境下的常见的哺乳动物有黄鼬、亚洲狗獾、野猪、豹猫、赤狐等；常见的鸟类有环颈雉、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、红隼、松鸦、灰喜鹊、红嘴蓝鹊、喜鹊、星鸦、大嘴乌鸦、煤山雀、黄腹山雀、沼泽山雀、褐头山雀、黄腰柳莺等；两栖动物有中国林蛙；常见的爬行动物有丽斑麻蜥、山地麻蜥、白条锦蛇等。

(2) 灌丛生态系统

评价区的灌丛生态系统均为阔叶灌丛，主要包括小叶鼠李灌丛、黄刺玫灌丛和荆条灌丛，主要分布于阳坡和半阳坡以及沟谷区域。

在此生境下常见鸟类主要为隼形目、鸡形目、鸽形目、雀形目的隼科、雉科、鸠鸽科、鸫科、燕科、鹀科、燕雀科、山雀科等，常见种有环颈雉、大嘴乌鸦、山噪鹛、大山雀、山麻雀等；哺乳动物常见有蒙古兔；爬行动物主要有丽斑麻蜥。

(3) 草地生态系统

评价区的草地生态系统主要包括白羊草草丛群落，在评价区分布较少。在此生境下常见的鸟类主要为环颈雉、红尾伯劳、喜鹊、大山雀、银喉长尾山雀、棕头鸦雀、山噪鹛、北红尾鹀、山麻雀、金翅雀、灰眉岩鹀、三道眉草鹀、小鹀、黄喉鹀等；爬行动物主要有山地麻蜥、铜蜓蜥、白条锦蛇等。

(4) 农田生态系统

评价区的农田生态系统包括耕地，主要农作物有玉米、谷类、土豆等。

在此生境下常见的鸟类主要有雀形目、鸽形目、鸡形目的鸦科、山雀科、鸠鸽科、雉科，常见种有喜鹊、大山雀、珠颈斑鸠、环颈雉等；爬行动物主要有丽斑麻蜥等；哺乳动物主要有草兔。

(5) 城镇生态系统

评价区的城镇生态系统包括工矿交通，在此生境中出现的野生动物主要是一

些与人类生活密切相关的种类，如麻雀、喜鹊、珠颈斑鸠、啮齿类中的岩松鼠等。

生态系统类型图见图 3.22。

3.2.3.7.2 生态系统面积

采用遥感与地理信息系统的技术、手段，利用 ArcGIS 在评价区土地利用类型和植被类型分析的基础上，统计评价区各类生态系统类型的面积，详见表 3.15。

表 3.15 评价范围生态系统面积汇总一览表

序号	生态系统类型		生态系统面积 (hm ²)	占评价区整个生态系 统的比例 (%)
	I 级分类	II 级分类		
1	森林生态系统	阔叶林	1100.74	27.47
		针叶林	2119.50	52.90
		针阔混交林	410.53	10.25
		小计	3630.78	90.62
2	灌丛生态系统	阔叶灌丛	87.54	2.18
3	草地生态系统	草丛	38.97	0.97
4	农田生态系统	耕地	209.66	5.23
5	城镇生态系统	工矿交通	10.31	0.26
		居住地	25.88	0.65
		小计	36.19	0.91
6	湿地生态系统	河流	3.75	0.09
合计			4006.89	100

由表 3.15 知，评价区森林生态系统面积最大，面积 3630.78km²，占总面积的 90.62%；农田生态系次之，面积 209.66km²，占总面积的 5.23%；灌丛生态系统面积位列第三，面积 87.54km²，占总面积的 2.18%；草地生态系统、城镇生态系统、湿地生态系统面积分别为 38.97km²、36.19km²、3.75 km²，占总面积的 0.97%、0.91%、0.09%。

3.2.3.7.3 生态系统的生物量

本次评价通过查阅国内有关植被生物量的研究成果，采用类比法对生物量指标进行估算，针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌木林平均生物量参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16（5）：497-508）中有关数据，其中针叶林参照油松的平均生物量 25.36t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生物量 90.48t/hm²，针阔混交林的平均生物量为 98.02t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生物量 13.14t/hm²；草丛、农作物平均生物量参照《中国区域植被地上与地下生物量模拟》（生态学报，26（12）：4157-4158）中有关数据，其中草丛的平均生物量

为 $9.11\text{t}/\text{hm}^2$ ，农作物的平均生物量为 $15.78\text{t}/\text{hm}^2$ 。据此，对拟建公路生态敏感区路段评价范围内的植被生物量进行了估算，结果见表 3.16。

表 3.16 评价范围植被生物量估算表

植被类型	平均生物量 (t/hm^2)	面积 (hm^2)	生物量 (t)	比例 (%)
针叶林 (油松)	25.36	2119.50	53750.58	27.09
阔叶林 (栎类)	90.48	1100.74	99594.97	50.20
针阔混交林	98.02	410.53	40240.55	20.28
灌木林	13.14	87.54	1150.33	0.58
草丛	9.11	38.97	355.01	0.18
农作物	15.78	209.66	3308.36	1.67
合计	-	3966.94	198399.80	100.00

从表 3.16 中可见，拟建公路生态敏感区路段评价范围内植被生物量为 198399.80t，以阔叶林为主，生物量为 99594.97t，占总生物量的 50.20%；其次为针叶林，生物量为 53750.58 t，占总生物量的 27.09%；第三为针阔混交林，生物量为 40240.55t，占总生物量的 20.28%；灌木林、草丛、农作物所占比例较小，生物量分别为 1150.33t、355.01t、3308.36t，分别占总生物量的 0.58%、0.18%、1.67%。

3.2.3.7.4 生态系统的生产力

本次评价通过查阅国内有关植被生产力的研究成果，采用类比法，对生产力指标进行估算，针叶林、阔叶林、灌木林平均生产力参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16（5）：497-508）有关数据，其中针叶林参照油松的平均生产力 $3.60\text{t}/\text{hm}^2$ ，阔叶林参照栎类的平均生产力 $8.85\text{t}/\text{hm}^2$ ，针阔混交林的平均生产力为 $11.26\text{t}/\text{hm}^2$ ，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生产力 $8.78\text{t}/\text{hm}^2$ ；草丛、农作物平均生产力参照《中国陆地植被净初级生产力遥感估算》（植物生态学报，31（3）：413-424）中有关数据，其中草丛的平均生产力为 $5.03\text{t}/\text{hm}^2$ ，农作物的平均生产力为 $9.48\text{t}/\text{hm}^2$ 。据此，对拟建公路生态敏感区路段评价范围内的植被生产力进行了估算，结果见表 3.17。

表 3.17 评价范围植被生产力估算表

植被类型	平均生产力 ($\text{t}/\text{hm}^2 \text{ a}$)	面积 (hm^2)	生产力 (t/a)	比例 (%)
针叶林 (油松)	3.60	2119.50	7630.21	30.59
阔叶林 (栎类)	8.85	1100.74	9741.55	39.05
针阔混交林	11.26	410.53	4622.61	18.53
灌木林	8.78	87.54	768.63	3.08
草丛	5.03	38.97	196.02	0.79
农作物	9.48	209.66	1987.53	7.97
合计	-	3966.94	24946.55	100.00

从表 3.17 中可见，拟建公路生态敏感区路段评价区内植被生产力合计 24946.55t/a，以阔叶林为主，生产力为 9741.55t/a，占植被总生产力的 39.05%；其次为针叶林，生产力为 7630.21t/a，占植被总生产力的 30.59%；第三为针阔混交林，生产力为 4622.61t/a，占植被总生产力的 18.53%；灌木林、草丛和农作物的生产力相对较小，分别为 768.63t/a、196.02t/a、1987.53t/a，分别占植被总生产力的 3.08%、0.79%、7.97%。

3.2.3.7.5 生态系统的结构、功能及总体变化趋势

生态系统的结构包括生态系统的组成成分和营养结构，生态系统的功能包括能量流动、物质循环、信息传递。

拟建公路生态敏感区路段评价区内生态系统由森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、组成。自然生态系统稳定状况主要从恢复稳定性和阻抗稳定性两方面进行分析。生态系统的恢复稳定性主要决定于自然系统中生物组分生物量的大小，一般情况下，生物组分恢复能力的排序为：乔木>灌木>草地，通过前述分析可知，评价区内以乔木为主，其次为灌木，评价区生态系统总生物量为 198399.80t，平均生物量为 50.01t/hm²，处于中等水平。阻抗稳定性是由该区域景观异质性决定的，从评价区各生态系统的分布格局知，评价区以森林、灌丛、草地为主，植被类型多样，因此评价区阻抗稳定性较强。

项目区主要生态问题是水土流失和生态系统退化问题。拟建公路评价区内无工矿企业分布，因涉及自然保护区实验区，随着实验区基础设施的建设，破坏原有地表植被，可能造成评价范围内森林、草地生态系统退化、水土流失加剧，但因占比很小，对评价区生态系统的稳定程度影响相对较小。

3.2.3.8 山西省霍山自然保护区

3.2.3.8.1 保护区地理位置与范围

略

3.2.3.8.2 保护区性质、类别与主要保护对象

略

3.2.3.8.3 保护区功能区划

略

3.2.3.8.4 保护区植物资源现状

略

3.2.3.8.5 保护区动物资源现状

略

3.2.3.8.6 本项目与山西省霍山自然保护区位置关系

本项目 K136+190~K144+820 路段长约 8.63km 以隧道形式穿越该自然保护区，

还包括 3 处斜井 4.2km，均位于自然保护区实验区。拟建公路与山西省霍山自然保护区位置关系见图 3.25。

3.2.3.9 山西省太岳山国家森林公园

3.2.3.9.1 森林公园地理位置与范围

略

3.2.3.9.2 森林公园性质与主题定位

略

3.2.3.9.3 森林公园自然环境概况

略

3.2.3.9.4 森林公园功能区划

略

3.2.3.9.5 森林公园动植物资源概况

略

3.2.3.9.6 悬泉山景区概况及功能区划

略

3.2.3.9.7 本项目与山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区位置关系

本项目 K140+840~K144+820 路段长约 3.98km 以隧道形式穿越该森林公园，还包括 2 处斜井，均位于悬泉山景区的核心景观区，位置关系见图 3.27。

3.2.4 生态保护红线

目前使用的山西省生态保护红线数据为截至 2021 年 4 月的阶段性成果，全省生态保护红线面积为 3.35 万平方公里，占全省国土面积的 21.38%。经与山西省国土空间基础信息平台的山西省生态保护红线划定范围（20220725 版）核查，拟建公路 K133+655~K144+820 路段全部以隧道方式穿越太岳山-中条山水源涵养生态保护红线。

拟建公路与生态保护红线位置关系见图 3.28。

3.2.5 生态公益林

(1) 项目区重点生态公益林保护区概况

① 项目区重点生态公益林保护区概况

根据《山西省永久性生态公益林规划》中有关内容，结合 2015 年山西省第九次森林资源连续清查结果可知，目前，全省公益林面积为 10479.18 万亩，其中国家级生态公益林 3411.55 万亩，省级生态公益林 2188.45 万亩，而国家级生态公益林分为一级国家公益林和二级国家公益林。

本项目位于该规划中太岳土石山水源涵养、风景林区，该区域为沁河等重要流域的发源地或上游，森林覆盖率相对较高，林业用地比重大，森林分布集中且

蓄积量高，以天然次生林为主，多为片块分布，并与荒山、农田相嵌分布，主要树种为油松、华北落叶松、侧柏、杨、桦、栎类，该区重点是营造水源涵养林及具有水源涵养性质的生态风景林。

本项目涉及临汾市古县、霍州市 2 个县市，根据《山西省县级林地保护利用规划汇编》中有关内容，至 2020 年沿线各县市生态公益林规划情况见表 3.19。

表 3.19 本项目沿线各县市生态公益林情况一览表

所属市、县	生态公益林 (hm ²)				备注
	生态公益林 总面积	国家级生态 公益林	省级生态 公益林	一般公 益林	
临汾市古县	25380	15958	6845	2577	
临汾市霍州市	34880	13406	9729	11745	
合 计	395545	162521	45745	187279	

此外，经咨询林业部门并结合现场踏勘情况，项目评价范围内不涉及 I 级林地。

② 本项目与沿线生态公益林的位置关系

根据现场调查及查阅相关资料，本项目永久占地不涉及国家一级生态公益林，涉及国家二级生态公益林和省级生态公益林，永久占地涉及生态公益林面积共计 4.13hm²，其中国家二级生态公益林 2.55hm²，省级生态公益林 1.58hm²，主要树种为油松、侧柏、华北落叶松、辽东栎、山杨、黄刺玫、沙棘、荆条、黄栌等，为针、阔混交林带、灌木林结合的群落结构。本项目与山西省永久性生态公益林规划位置关系见图 3.29。

3.2.6 非生态敏感区路段（K133+655~K136+190）生态现状调查与评价

3.2.6.1 陆生植物资源现状调查与评价

3.2.6.1.1 现状调查范围及方法

（1）调查范围

现状调查范围为公路中心线两侧 300m 范围，弃渣场、施工生产生活区等临时工程占地外延 100m 以内区域。

（2）调查方法

① 资料收集法

收集整理调查范围内现有植被及植物资源资料，主要参考《中国植物志》[M]（中科院“中国植物志”编辑委员会主编，2004 年）、《中国植被及其地理格局》[M]（张新时主编，2007 年）、《山西植被》[M]（马子清主编，2001 年）、《山西森林》[M]（王国祥主编，1984 年）等，以及近期发表的相关论文、地方史志、年鉴以及农林部门提供的资料。主要收集项目区沿线植被类型现状分布图、地形

图、气候资料、植物区系等。

② 现场调查法

结合收集到的沿线植被类型现状分布图、沿线地形图、气候资料、动植物区系等资料，对评价路段进行现场踏勘，记录拟建公路沿线环境特征、植被类型以及植物种类，重点调查是否存在国家及山西省重点野生保护植物，并在现场勾绘评价范围内植被类型，拍照记录。

③ 遥感调查法

主要包括卫星遥感法、航空遥感方法等。在现场勘察的基础上，采用 GPS 和 GIS 相结合的地理信息技术，并结合无人机（大疆精灵 4）航拍资料，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图、土地利用类型图。本次调查选用项目区 2021 年 7 月美国陆地资源卫星（Landsat-8）图片（分辨率为 15m），对监督分类产生的植被初图，结合无人机航拍资料、路线实地调查记录和等高线、坡度、坡向等信息，进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被类型图；在植被类型图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图，同时对各类型植被生物量 and 生产力进行计算。

3.2.6.1.2 评价路段沿线主要植被区系概况

根据《中国植被及其地理格局》和《山西植被》，评价路段位于本项目全线位于“III 暖温带落叶阔叶林区域-IIIi 暖温带北部落叶栎林地带-IIIi-9 晋南油松林辽东栎林区-IIIi-9d 太岳山地油松、辽东栎林及次生灌丛小区”，概况详见前述“3.2.3.2.2 生态敏感区路段主要植被、植物区系概况/（1）评价区评价区植被区系”相关内容。

3.2.6.1.3 评价路段沿线主要植被类型

根据《中国植被及其地理格局》、《山西植被》及现场调查结果，非生态敏感区路段评价范围内自然植被包括 5 种植被型组，7 种植被型，9 个群系，详见表 3.20。

表 3.20 拟建公路非生态敏感区路段评价范围内植物群落调查结果统计表

植被组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占地情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
I 针叶林	(1) 温性针叶林	/	① 油松林 (Form. <i>Pinus tabulaeformis</i>)	主要分布于隧道入口张家岭、交里村以北一带立地条件好的阴坡和半阴坡, 海拔范围 1300m~1700m	0	0
	(2) 寒温性针叶林	/	② 华北落叶松林 (Form. <i>Larix principis-rupprechtii</i>)	主要分布于隧道入口水泉沟以北, 海拔 1500m 以上	0.06	15.7
II 落叶阔叶林	(3) 山地栎林	/	③ 辽东栎林 (Form. <i>Pinus tabulaeformis</i>)	评价区内主要的植被类型之一, 主要分布在隧道入口段、南圪洞以北, 海拔 1200m~2000m 的阳坡、半阳坡,	0.12	0.36
	(4) 山地杨、桦林	/	④ 山杨林 (Form. <i>Populus davidiana</i>)	评价区山杨林分布于悬泉山村以南, 海拔 1400m~2000m 山地土壤湿润的阴坡, 或阳坡光照充足的地方	0	0
III 落叶阔叶灌丛	(5) 温性落叶灌丛	/	⑤ 荆条灌丛 (Form. <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>)	主要分布在隧道入口段, 海拔 800~1400m 之间	0	0
		/	⑥ 黄刺玫灌丛 (Form. <i>Rosa xanthina</i>)	主要分布在隧道入口段、交里村以北、悬泉山村以西, 海拔 1400m~1700m 的山地、丘陵以及河谷地带	0.56	2.9
		/	⑦ 小叶鼠李灌丛 (Form. <i>Rhamnus parvifolia</i>)	主要分布在隧道入口段, 海拔 1600m 以下的山坡、林下或灌丛中	0.56	6.4
IV 草丛	(6) 温带草丛	/	⑧ 蒿类草丛 (Form. <i>Artemisia</i>)	主要生长在村庄周边、沟谷地带	0	0

表 3.20 拟建公路评价范围内植物群落调查结果统计表（续）

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占地情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
V 栽培 植被	(7) 两年三熟或 一年两熟旱作和 落叶果树园	/	⑨冬小麦、玉米、高粱、谷子、甘 薯；花生；苹果、梨、山楂、柿、 核桃、板栗、大枣、葡萄（埋土越 冬）（ <i>Spring wheat, corn, Chinese sorghum, millet, sweet potatoes; peanut; apple, pear, hawthorn, persimmon, walnut, chestnut, date, grape</i> ）	分布在评价区交里村、悬泉山村等村庄 沿线一带	0	0

根据卫星解译及现场踏勘结果，非生态敏感路段评价范围内植被类型主要有针叶林、落叶阔叶林、落叶阔叶灌丛、草丛及栽培植被。

(1) 植被面积

利用 ArcGIS 软件对区域遥感卫星影像进行监督分类处理，采用其提供的缓冲区分析功能，对评价范围内的各群系分布面积进行统计与分析，结果见表 3.21。拟建公路非生态敏感路段植被类型图见图 3.30。

表 3.21 非生态敏感路段评价范围内各类植被及面积统计表

序号	植被型组	群系	面积 (hm ²)	占比 (%)
1	针叶林	油松林	23.94	12.99
2		华北落叶松林	0.38	0.21
	小计		24.32	13.20
3	落叶阔叶林	山杨林	6.66	3.61
4		辽东栎林	81.27	44.11
	小计		87.93	47.72
5	落叶阔叶灌丛	荆条灌丛	8.39	4.56
6		小叶鼠李灌丛	8.73	4.74
7		黄刺玫灌丛	19.31	10.48
	小计		36.43	19.78
8	草丛	蒿类草丛	5.66	3.07
	小计		5.66	3.07
9	栽培植被	冬小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯；花生；苹果、梨、山楂、柿、核桃、板栗、大枣、葡萄（埋土越冬）	29.91	16.23
	小计		29.91	16.23
	合计		184.25	100.00

从表 3.21 和图 3.30 中可以看出，拟建公路非生态敏感区路段评价范围内植被主要为阔叶林，其次为灌丛，栽培植被位列第三，草丛面积相对较小；根据项目组多次野外调查，并结合卫片解译数据和植被类型图，对沿线植被分布进行分析，具体情况如下：

① 非生态敏感区路段评价范围内的针叶林主要为油松林，华北落叶松林较少，总面积 24.32hm²，占比 13.20%；以中幼林为主，主要分布于隧道入口张家岭、交里村以北一带立地条件好的阴坡和半阴坡，海拔范围 1300m~1700m。

② 非生态敏感区路段评价范围内的阔叶林有山杨林、辽东栎林，主要分布在隧道入口段、南圪洞以北以及悬泉山村以南等地，总面积 87.93hm²，占比 47.72%。

③ 非生态敏感区路段评价范围内灌丛面积为 36.43hm²，占植被总面积的 19.78%。主要在隧道入口段山间河谷区、黄土覆盖基岩中山区分布，主要类型有黄刺玫、荆条、小叶鼠李等。

④ 非生态敏感区路段评价范围内草丛面积为 5.66hm²，占植被总面积的 3.07%，沿线黄土丘陵区、山间河谷区、黄土覆盖基岩中山区均有分布，草本植物主要为蒿类、披碱草、苔草等。

⑤ 非生态敏感区路段评价范围内栽培植被面积为 29.91hm²，占植被总面积的 16.23%，在评价区交里村、悬泉山村等村庄沿线一带分布。耕地以旱田为主，属于稳定的一年一熟并有两年三熟栽培植被区，粮食作物以春（冬）小麦、玉米、谷子、马铃薯等；经济作物主要有苹果、梨、桃、杏等。

综上所述，拟建公路非生态敏感区路段评价范围内植被主要为阔叶林，其次为灌丛，栽培植被位列第三，草丛面积相对较小。针叶、阔叶林主要有油松、辽东栎、山杨等，主要在隧道入口段等地呈块状或带状分布；灌丛有黄刺玫、荆条、小叶鼠李等，在隧道入口段分布较广；草丛主要有铁杆蒿、黄花蒿等蒿类草丛、早熟禾、苔草、披碱草等；粮食作物以春（冬）小麦、玉米、谷子、大豆、莜麦、马铃薯等，经济作物主要有苹果、梨、桃、杏等。

（2）植被生物量

根据国内有关植被生物量研究成果，对拟建公路非生态敏感区路段评价范围内的植被生物量进行了估算，结果见表 3.22。

表 3.22 拟建公路非生态敏感区路段评价范围植被生物量估算表

植被类型	平均生物量 (t/hm ²)	面积 (hm ²)	生物量 (t)	比例 (%)
针叶林 (油松)	25.36	24.32	616.78	6.44
阔叶林 (栎类)	52.04	87.93	7956.19	83.09
灌木林	13.14	36.43	478.71	5.00
草丛	9.11	5.66	51.53	0.54
农作物	15.78	29.91	472.00	4.93
合计	-	184.25	9575.21	100.000

注：针叶林、阔叶林、灌木林平均生物量参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16（5）：497-508）中有关数据，其中针叶林参照油松的平均生物量 25.36t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生物量 90.48t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生物量 13.14t/hm²；草丛、农作物平均生物量参照《中国区域植被地上与地下生物量模拟》（生态学报，26（12）：4157-4158）中有关数据，其中草丛的平均生物量为 9.11t/hm²，农作物的平均生物量为 15.78t/hm²。

从表 3.22 中可见，经过估算，拟建公路非生态敏感区路段评价范围内植被生

物量约 9575.21t，以阔叶林为主，生物量为 7956.19t，占总生物量的 83.09%；其次为针叶林，生物量为 616.78t，占总生物量的 6.44%；灌木林、农作物、草丛生物量相对较小，分别为 478.71t、472.00t、51.53t，所占比例分别为 5%、4.93%、0.54%。

（4）植被生产力

根据国内有关植被生产力研究成果，对拟建公路非生态敏感区路段评价范围内的植被生产力进行了估算，结果见表 3.23。

表 3.23 拟建公路非生态敏感区路段评价范围植被生产力估算表

植被类型	平均生产力 (t/hm ² a)	面积 (hm ²)	生产力 (t/a)	比例 (%)
针叶林 (油松)	3.6	24.32	87.56	5.85
阔叶林 (栎类)	8.85	87.93	778.20	51.96
灌木林	8.78	36.43	319.87	21.36
草丛	5.03	5.66	28.45	1.90
农作物	9.48	29.91	283.56	18.93
合计	-	184.25	1497.64	100.00

注：针叶林、阔叶林、灌木林平均生产力参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16（5）：497-508）有关数据，其中针叶林参照油松的平均生产力 3.60t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生产力 8.85t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生产力 8.78t/hm²；草丛、农作物平均生产力参照《中国陆地植被净初级生产力遥感估算》（植物生态学报，31（3）：413-424）中有关数据，其中草丛的平均生产力为 5.03t/hm²，农作物的平均生产力为 9.48t/hm²。

从表 3.23 中可见，拟建公路非生态敏感区路段评价范围内植被生产力约 1497.64t，以阔叶林为主，生产力为 778.20t，占总生产力的 51.96%；其次为灌木林，生产力为 319.87t，占总生产力的 21.36%；农作物位列第三，生产力为 283.56t，占总生产力的 18.93%；针叶林、草丛生产力相对较小，分别为 87.56t、28.45t，所占比例分别为 5.85%、1.90%。

（5）国家重点保护野生植物、古树名木

根据现场踏勘情况，并征询沿线林业局及参考相关资料，评价范围内无国家和山西省重点保护野生植物分布，无古树名木分布。

3.2.6.2 陆生动物资源现状调查与评价

3.2.6.2.1 现状调查范围及方法

（1）调查范围

现状调查范围为公路中心线外 300m 范围，包括弃渣场、施工生产生活区等临时占地范围。

（2）调查方法

项目组先后向拟建公路沿线各县（市）林业局专业技术人员及所涉及的乡镇

政府工作人员详细咨询了解拟建公路评价范围内野生动物的种类和变动情况，在现场勘察期间对拟建公路周边群众进行走访，以了解野生动物种类和变动情况。

主要参考《中国脊椎动物大全》（刘玉明等，2000年）、《中国动物地理区划与中国昆虫地理区划》（竺可桢等，1959年）、《山西鸟类》（樊龙锁主编，2008年）等专著，以及近期发表的相关论文、地方史志、年鉴以及土地、农林业、水产规划等。

3.2.6.2.2 陆生野生动物资源现状

（1）项目区陆生野生动物组成及分布

根据中国动物地理区划，在动物种类区系组成上，古北界动物占多数，境内生境多样，有森林、灌丛、农田、居民区等类型。哺乳纲中以啮齿类为主；鸟纲中以雀形目种类较为常见；两栖纲以蛙科为主，爬行纲中以蜥蜴和蛇目占主要地位。

（2）项目区陆生野生动物概况

① 哺乳纲（兽类）

经初步调查并结合相关资料，评价路段调查范围内以小型哺乳动物为主体，主要为草兔（*Lepus capensis*）、松鼠（*Sciurus vulgaris*）、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）、小家鼠（*Mus musculus*）和社鼠（*Niviventer niviventer*）等，栖息生境十分广泛。其中草兔（*Lepus capensis*）、松鼠（*Sciurus vulgaris*）等多生活于低山丘陵的林地、灌草丛及林缘处，此地距农田、果园也不远，取食比较方便；而小家鼠（*Mus musculus*）、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）和社鼠（*Niviventer niviventer*）等，多与人伴居，栖息于村庄、农田、仓库、荒野等地，与人类关系密切。本次评价现场调查期间发现草兔、松鼠。

② 鸟纲

经初步调查并结合相关资料，拟建公路调查范围内鸟类常见的有灰喜鹊（*Cyanopica cyana*）、喜鹊（*Pica pica*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）、大山雀（*Parus major*）、山麻雀（*Passer rutilans*）、岩鸽（*Columba rupestris*）、家燕（*Hirundo rustica*）、布谷鸟（*Cuculus saturatus*）等，在公路沿线有不同程度的分布。灰喜鹊（*Cyanopica cyana*）、喜鹊（*Pica pica*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）、山麻雀（*Serilophus lunatus*）等为评价范围的优势鸟类，一般生活在村落、农田区，多在住房檐下或屋梁上营巢繁殖。岩鸽（*Columba rupestris*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）等留鸟多栖息于公路沿线针、阔叶林或疏林灌丛间。家燕（*Hirundo rustica*）是一种夏候鸟，喜欢栖息在村落附近等人类居住的环境，常成对或成群地栖息于村屯中的房顶、电线以及附近的河滩和田野里，在公路沿线村庄、农田及灌草丛中均可能活动。

上述鸟类主要在评价路段沿线均有可能活动，本次评价现场调查期间发现沿线有喜鹊、大嘴乌鸦、山麻雀等鸟类，未发现保护鸟类动物。

③ 爬行纲

经初步调查并结合当地相关资料，评价路段调查范围内分布的爬行类主要为无蹼壁虎（*Gekko swinhonis*）、山地麻蜥（*Eremias brenchleyi*）、丽斑麻蜥（*Eremias argus*）等。无蹼壁虎（*Gekko swinhonis*）分布于城镇村庄住宅区；山地麻蜥（*Eremias brenchleyi*）等分布在林地、灌丛。本次调查未发现上述爬行动物。

④ 两栖纲

经初步调查并结合当地相关资料，评价路段调查范围内分布的两栖类动物主要有青蛙（*Rana nigromaculata*）、中华大蟾蜍（*bufo gargarizans*）等，中华大蟾蜍主要是在离水源不远的陆地上活动，在附近的水塘等地产卵，主要分布在调查范围内的农田、河流及一些支流的山涧洼地水坑内，也可能在拟建公路桥梁跨越河流处水域及附近活动，本次评价现场调查期间未发现上述两栖类动物。

3.2.6.3 土地利用现状及分析

采用遥感卫星影像解译制作的拟建公路非生态敏感区路段评价范围内的土地利用现状见图 3.31。根据遥感判读结果，拟建公路非生态敏感区路段的土地利用类型统计情况见表 3.24。

从图 3.31 和表 3.24 可以看出，非生态敏感区路段评价范围内的土地利用类型主要为林地，林地面积 148.68hm²，占比 80.51%；其次为耕地，面积 29.91hm²，占比 16.20%；草地、交通运输用地较少，占比分别为 3.06%、0.23%。

表 3.24 拟建公路非生态敏感路段评价范围内各土地类型面积

土地类型	林地				草地	耕地	交通运输用地	总计
	乔木林地	灌木林地	其他林地	小计	其他草地	旱地	公路用地	
面积 (hm ²)	83.82	36.43	28.43	148.68	5.66	29.91	0.43	184.68
比例 (%)	45.39	19.73	15.39	80.51	3.06	16.20	0.23	100

3.2.7 耕地与基本农田

（1）沿线各县市耕地与基本农田概况

根据沿线各县土地利用统计资料，沿线各县耕地面积、基本农田面积及保护率，如表 3.25 所示。基本情况概括如下：

① 沿线区域基本农田面积及保护率较高，其中古县基本农田面积为 15149.3hm²，保护率为 67.33%，霍州市基本农田面积为 19592.29hm²，保护率为 68.50%。

② 沿线耕地资源基本上以旱地为主，部分乡镇有水浇地，主要分布在河流两岸的一、二级阶地及山间盆地。

表 3.25 拟建公路沿线各县市耕地与基本农田数量统计表

行政区划	耕地面积 (hm ²)	基本农田	
		保护面积 (hm ²)	保护率 (%)
古县	2.25	15149.3	67.33
霍州市	2.86	19592.29	68.50
合计	5.11	34741.59	-

（2）拟建公路占用耕地与基本农田情况

拟建公路永久占用不涉及耕地和基本农田。

3.2.8 水土流失重点预防区

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保[2013]188 号）及《山西省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》（晋政发[1998]42 号），项目所经过的临汾市古县、霍州市属于省级水土流失重点预防保护区范围。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目所在地大部分位于黄土丘陵区，容许土壤流失量为 1000t/（km²a）。沿线水土流失以水力侵蚀为主，侵蚀强度以轻度为主。

本项目属于建设类项目，根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）要求，本项目水土流失防治标准等级采用建设类项目一级标准。设计水平年扰动土地整治率目标值为 95%，水土流失总治理度目标值为 95%，土壤流失控制比目标值为 1.0，林草植被恢复率目标值为 97%，林草覆盖率目标值为 25%。

3.2.9 区域主要生态问题

根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ 1174—2021），生态问题是由于人类活动和自然条件变化引起的自然生态系统退化及由此衍生的不良生态环境效应，包括水土流失、土地沙化、石漠化、生态系统退化等，其中

生态系统退化包括森林退化、草地退化和湿地退化。根据对拟建公路沿线的现场考察和资料分析，项目区目前主要的生态问题包括以下几方面：

(1) 水土流失问题

拟建公路涉及临汾市古县和霍州市，属于山西省水土流失重点治理区。项目区水土流失的成因除自然因素如地形地貌、土壤、植被、降雨等外，人为因素是水土流失发生的重要原因之一。项目建设区的土壤类型以褐土为主，这种土壤抗蚀能力差，易受侵蚀，地表植被一旦遭到破坏，就容易造成严重的水土流失。随着近年来经济的发展，原材料、资源、水电、交通等行业建设的大力推进，大批建设项目诸如开山采矿、林木砍伐、劈山建厂建路，加之因人口增长压力带来的陡坡开荒、幼林放牧等都对沿线资源进行了掠夺性的利用。项目沿线土壤本身肥力不足，植被生长缓慢，涵养水源能力较差，使得水土流失日益加重。

(2) 生态系统退化问题

随着经济建设的高速发展，人口的增长和扩大对外开放，土地利用方式也发生了很大变化，园地、城镇和工矿用地增加，林地、草地、湿地面积和总体质量下降。因交通、水力、电力等工程建设强度增大和矿产不合理开采而造成的生态环境破坏也越来越严重，特别是在工程建设和矿山开采过程中因挖掘、压占、塌陷及产生的废物、废水，造成地下水位下降，野生动植物资源受损，土壤酸化和结板变性，土壤被侵占，从而导致了森林、草地、湿地退化等生态问题。

3.3 地表水环境现状调查与评价

3.3.1 地表水体调查

本项目隧道穿越的山脊为霍州市与古县间的界山，当地分段称之横岭山、黄梁、青羊背等多个名称，界山东西两麓均归属汾河水系，其中界山东麓属洪安涧河流域，界山西麓属南涧河流域，临近水库有杨家庄水库等。

（1）河流

本项目隧道评价范围内涉及的河流均为洪安涧河、南涧河的支流，属季节性河流，按照汇流范围，隧道周边主要河流分属洪安涧河上源西支（热留河）的支流尖党河、葫芦巴河，南涧河流域的水峪沟。

热留河：位于古县西北部，是洪安涧河北支上游。发源于古县北平镇的党家山和宽坪沟，终止于古阳镇的热留沟出口，河流流经北平镇的党家山、芦家庄、辛庄、圪台、贾会、交里，另一支由水源源头桑林圪台和转天掌，经大南坪林场、古阳镇凌云、党家庄，在热留村会合后到古阳村汇于涧河北支主河槽。流域面积为 170.94km²，河流总长度 29.5km，平均纵坡 35.2%。糙率 0.0425。该河流位于石灰岩山区，森林密布，河槽渗漏严重，水流常不出沟，小南坪以上有泉水出露，河流西北高东南低，河床较为稳定。

尖党河（尖阳、党家坡）：发源于太岳山隧址东麓（横岭山）尖阳村北西部基岩山区，最长流程约 12km，除尖阳沟外，沿途纳入大磨沟、北寺沟、老牛沟等数条山间小溪，流域面积约 30km²，该河在流经交里村与党家坡村间的石灰岩山区后即潜入地下，地表形成断流（断流点位于太岳山隧道进口所在河谷上游约 2km）。

葫芦巴河：太岳山隧址（青羊背段山脊）东南麓山间河流，分西支和北西两支，其中西支发源于翻川沟，北西支分别发源于转天掌及三十亩沟，以上两支在葫芦巴以东约 500m 交汇，流域总面积约 50km²，最长流程约 20km，在流入石灰岩山区后约 2km 逐渐潜入地下，发生断流。

水峪沟河：发源于太岳山主脊以西，由芦义沟、上下安头（发源于红沙岭）及南水峪沟（发源于次家岭北坡）等三条山间小溪组成，汇入杨家庄水库。

因受构造活动影响和水流侵蚀，地形切割剧烈，地形破碎，沟壑遍地。除以上大的河流外，项目区分布大量冲沟，所跨越的冲沟均为季节性洪水，其径流形成主要来自降水，汛期集中在 7~9 月份，本次评价不再详述。

鉴于拟建隧道评价范围内的河流为季节性河流，无有常流水，本次评价未进行现状监测。拟建项目涉及的洪安涧河、南涧河的支流流域范围水资源尚未被开发利用于农业及工业用水，河流水质不受农业面源、工业废水的影响。

（2）水库

杨家庄水库位于霍州市李曹镇东部的杨家庄峪内，是汾河的一级支流南涧河

的支流。坝址以下 4km 汇入南涧河。杨家庄水库原设计总库容 146 万 m^3 ，设计灌溉面积 1 万亩，规模为小（1）型，等级为 IV 等 IV 级，防洪标准为 50 年一遇洪水设计，300 年一遇校核，是一座以灌溉为主兼有防洪、养鱼等综合利用的小（1）型水库。

杨家庄水库 1971 年动工兴建，1979 年 9 月缓建。水库于 1980 年开始蓄水运行。2007 年除险加固，定向爆破结合人工砌筑石坝，坝顶高程 1101.50m，死水位 1067.16m，汛限水位 1097m，兴利水位 1100m，设计洪水位 1103m，校核洪水位 1105m。

本项目隧道 K143+650~K143+800 段从杨家庄水库南部通过，穿过水库上游的水峪沟，枯水期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 546.2m，汛期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 445.0m，隧道右洞洞体穿越水峪沟段底板设计标高为 1048.27m，枯水期水位与洞体顶板高差约 15.3m，汛期水位与洞体顶板高差约 29.6m。

3.3.2 地表水水源地调查

根据现场调查中逐村访谈，结合咨询沿线水利、环保等部门，本项目不涉及地表水饮用水水源地保护区，本次评价的隧址北东部约 5.0km 分布有北平镇集中式饮用水水源地保护区二级保护区、隧址南约 1.45km 分布有古县“三合一饮水工程”供水水源地二级保护区。

（1）古县“三合一饮水工程”供水水源地

“三合一饮水工程”供水水源地供水规模约 $6900m^3/h$ ，水源总共设有六个水源，均为地表水，分别为大沟水源，位于葫芦巴村西北 1200m 处；葫芦巴水源，位于葫芦巴村东 550m 处；桑林水源，位于桑林村东南 250m 处；小南坪水源，位于寨疙瘩村西北 1750m 处；流不满水源，位于大峪村西北 2400m 处；水于河水源，位于窑头村西 1800m 处。

“三合一饮水工程”供水水源地共划分为一级保护区和二级保护区。

一级保护区范围：古阳镇葫芦巴渗水崖水源取水点上有河道，下游河道 50m，河流两侧 20m 的陆域。岳阳镇集中供水工程水于河取水点半径 20m 范围、河流上游河道，下游河道 50m，河流两侧 10m 陆域；古阳镇小南坪集中供水工程取水点上游河道，下游 50m，河域两侧 10m 陆域；北平集中供水工程水眼沟取水点上游河道，下游 50m，河域两侧 10m 陆域。

二级保护区：北平集中供水工程水眼沟、古阳镇小南坪集中供水工程、岳阳镇集中供水工程水于河、古阳镇葫芦巴渗水崖水源四处工程的饮用水源一级保护区外，河流下游至洪安涧河及两岸谷地为二级保护区；洪安涧河干流、湾里村至城关大桥河段及两侧 50m 陆域、城关大桥至下冶河段及两侧 40m 陆域，下冶至古

阳河段及两侧 30m 陆域、古阳以上河段及两侧 20m 陆域。

古县城区三合一地表集中式饮用水水源地位于本项目隧道南部，隧道（K137+450）距离该水源地二级保护区约 1.45km。

（2）古县乡镇水源地

古县共设有 5 处乡镇水源地，距离最近的乡镇水源地为北平镇水源地，位于平村北约 500m，水源为地表水，该水源地划分一级保护区和二级保护区。

一级保护区范围：为宽平沟拦水坝引水口上游 1000m，下游 100m 范围内的沟谷区。二级保护区范围：为宽平沟引水口下游 200m 往上整个宽平沟流域。

本项目距离水源地距北平镇水源地二级保护区边界约 5.0km。

本项目与水源地相对位置关系见图 3.32。

3.4 地下水环境现状调查与评价

3.4.1 地下水水源情况调查

经调查，本项目隧道穿越的山体上方无泉点地下水出露、未划定地下水水源保护区，隧道上方也无村庄等人员聚集区分布，隧道周边的二道河村、三草凹村、交里村等村庄饮用水源来自尖阳沟村西北约 160m 的泉水，距离本隧道（K138+950）西北约 1.2km，不受本项目建设的影响。

3.4.2 霍泉泉域

（1）霍泉泉域概况

霍泉又名广胜寺泉，因出露于霍山南麓而得名，位于山西省临汾市洪洞县城东北 15km。泉域面积 1273km²，岩溶裸露面积 641.51km²，该泉域面积在临汾市 488 km²、长治市 745km²、晋中市 40km²。

（2）霍泉泉域水文地质条件

① 岩溶水水文地质特征

泉域出露于霍山大背斜的南端。该背斜轴走向近南北，北部为前震旦系变质岩系，东翼广泛出露寒武—奥陶系碳酸盐岩及石炭—二叠系砂页岩，西翼受霍山大断裂切割，寒武—奥陶系出露零星。霍泉泉域由第四系堆积物阻水形成，在长 420m、深 70m 的松散层堆积物断面下，以黏性土夹碎石为主，渗透系数为 0.15m/d~10.30m/d，渗透量为 0.1m³/s，故该泉域属断层溢流泉，与洪山泉属间一类型。

② 泉域岩溶水补给

霍泉补给主要靠岩溶水盆地范围内大气降水的直接入渗补给，由于该区森林植被好，有利于入渗，约占总补给量的 85%，其次泉域范围内变质岩区和砂页岩区地表径流的入渗补给约占总补给量的 15%。

③ 泉域地下水径流与富集

该泉域岩溶水盆地中，含水介质由灰岩组成多层系统，但由于断层的切割，基本上成为统一的含水系统。地下水的流向，在平面上具有二维特点，即由西向东，由北向南，故靠近岩溶水盆地的东边界便形成了强径流带。

(3) 霍泉泉域范围

西部边界由南向北分为三段，分别是由胡家沟至圪同一段、圪同至耙子里一段和耙子里至灵石的后悔沟一段；北部边界自西向东分为两段，分别是由后悔沟至沁源县花坡一段和花坡至马背一段；东部及东南部边界，以奥陶系灰岩顶板埋深 600m 等深线为界，可视为阻水边界，由北自南为马背—李元—古县城东—苏堡；南部边界，由苏堡—胡家沟一段，东西向展布的断层断距大于 500m，断层两侧岩层无水力联系，为阻水边界。

(4) 霍泉泉域重点保护区

在广胜寺及周围 2.3km² 范围内建立泉域重点保护区。

(5) 霍泉泉域地下水水量和水质现状

根据山西省第二次水资拥评价成果，霍泉泉域 1956~2000 年系列多年平均岩溶水资源量为 12048 万 m³/a，可开采量为 10061 万 m³/a。目前，泉域地下水量逐年减少，其原因一与降水量减少有关，二是与泉域内大量的煤矿开采及植被破坏、浅层水被疏干和地表径流减少等综合因素密切相关。

泉域岩溶水水质类型 SO₄•HCO₃-Ca•Mg 型水，总硬度小于 270mg/L，矿化度小于 500mg/L，pH 值 7.3~8.0。按国家地下水水质分类评价标准，没有出现超标项，属水质较好的 I、II 类地下水，符合生活饮用水标准。

本项目 K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K137+080~K140+050 段约 2970m 位于泉域黄土覆盖区内，K133+655~K137+080 段约 3425m 位于泉域裸露岩溶区范围内，但不涉及泉域重点保护区，距离重点保护区边界最近距离约 26.8km。

本项目与霍泉泉域位置关系见图 3.33。

3.5 声环境现状调查与评价

3.5.1 声环境现状调查

(1) 声环境保护目标及声环境功能区划

本项目评价范围内无村庄等敏感建筑物，涉及山西省霍山自然保护区，主要保护动物为金钱豹、褐马鸡、原麝、黑鹳、金雕等 5 种，本次评价主要关注噪声对自然保护区保护动物的影响。

本项目沿线地区为乡村区域，未进行声环境功能区划。

(2) 区域主要噪声污染源

经现场调查，本项目评价范围内无产生强噪声的大型工矿企业分布，评价范

围内声环境敏感点主要受社会生活噪声影响。

3.5.2 声环境现状监测

本项目评价范围内无村庄等敏感建筑物，主要关注噪声对山西省霍山自然保护区野生动物的影响。因此，本次评价分别在隧道进口和出口选择村庄开展声环境现状监测，山西省霍山自然保护区内噪声现状类比噪声现状监测数据，进行现状评价。

(1) 监测布点

本次评价设置声环境现状监测点 2 处，在隧道进口设置交里村监测点，在隧道出口设置刘家山村监测点。古县交里村与本项目起点距离为 0.7km，距离山西省霍山自然保护区最近距离为 1.5km；霍州市刘家山村与本项目终点距离为 1.4km，距离山西省霍山自然保护区及太岳山国家森林公园最近距离为 150m，能够较好的反映自然保护区的声环境现状。本次评价现状监测布点情况见表 3.26。

表 3.26 本项目参照点声环境现状监测点位布设一览表

编号	监测点名称	桩号	方位	噪声监测类型	监测布点要求
1	交里村	K133+600	路右 690	环境噪声	临路第一排居民房屋
2	刘家山村	K146+560	路左 47	环境噪声	临路第一排居民房屋

(2) 监测时间、频率及其他要求

a. 连续监测 2 天，昼、夜各测 1 次，每次测量 20min，记录 Leq、L₁₀、L₅₀、L₉₀ 值。

b. 监测时段避开鸡鸣狗吠等干扰噪声源。

(3) 布点要求

布点要求：离建筑物的距离不小于 1m，传声器距地面的垂直距离不小于 1.2m。

(4) 监测方法及监测仪器

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中有关规定监测；HS6288E 声级计。

(5) 监测结果

本项目参照点的现状监测结果及达标情况见表 3.27。

表 3.27 声环境参照点现状监测结果及达标分析表 单位：dB (A)

序号	监测点名称	桩号及方位	监测时间		Leq	标准值	达标情况	主要噪声源
1	交里村	K133+600路右 690	2022.12.12	昼间	45.2	55	达标	社会生活 噪声
					2022.12.13			
			2022.12.12	夜间	38.3	45	达标	
					2022.12.13			
2	刘家山村	K146+560路左 47	2022.12.12	昼间	46.5	55	达标	社会生活 噪声
					2022.12.13			
			2022.12.12	夜间	39.4	45	达标	
					2022.12.13			

从表 3.27 中可以看出，监测期间交里村、刘家山村昼间、夜间环境噪声均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准限值。因此，类比可得本项目沿线两侧山西省霍山自然保护区实验区内声环境质量现状满足 1 类标准限值。

3.6 大气环境现状调查与评价

3.6.1 大气环境现状调查

(1) 评价基准年筛选

本次评价选取 2021 年为评价基准年。

(2) 大气环境质量功能区划

本项目沿线区域为乡村地区，尚未进行大气环境功能区划。根据《大气环境质量标准》（GB3095-2012）中规定，本项目沿线位于山西省霍山自然保护区区域属于一类区域，执行一级标准，其余区域为二类区域，执行二级标准。

(3) 污染源及敏感点现状调查

现场调查结果表明，本项目沿线主要为乡村地区，评价范围内无大型工业大气污染源，主要污染源为人群生产生活所产生的悬浮物颗粒物等。

(4) 大气环境质量现状调查内容

调查项目所在区域环境质量达标情况。

3.6.2 项目所在区域环境质量达标情况

本项目途经临汾市的古县和霍州市。根据临汾市生态环境局发布的《关于全市 2021 年 12 月及全年环境空气质量状况的通报》，各县 2021 年全年大气环境质量监测数据及达标情况见表 3.28。

表 3.28 区域空气质量现状评价表

区域	评价标准	污染物	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率	达标情况	超标倍数
古县	二级	SO ₂	年平均	14	60	23.33%	达标	/
		NO ₂	年平均	26	40	65.00%	达标	/
		PM ₁₀	年平均	83	70	118.57%	未达标	0.19
		PM _{2.5}	年平均	44	35	125.71%	未达标	0.26
		CO	24 小时平均第 95 百分位数	1800	4000	40.91%	达标	/
		O ₃	日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数	170	160	106.25%	未达标	0.06
霍州市	二级	SO ₂	年平均	19	60	31.67%	达标	/
		NO ₂	年平均	28	40	70.00%	达标	/
		PM ₁₀	年平均	79	70	112.86%	未达标	0.13
		PM _{2.5}	年平均	46	35	131.43%	未达标	0.31

表 3.28 区域空气质量现状评价表（续）

区域	评价标准	污染物	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率	达标情况	超标倍数
霍州市	二级	CO	24 小时平均第 95 百分位数	1600	4000	40.00%	达标	/
		O ₃	日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数	189	160	118.13%	未达标	0.18

注：现状浓度、标准值单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

根据区域质量现状监测数据可以看出：

古县 PM₁₀ 占标率 118.57%，超标倍数 0.19，PM_{2.5} 占标率 125.71%，超标倍数 0.26，O₃ 占标率 106.25%，超标倍数 0.06；

霍州市 PM₁₀ 占标率 112.86%，超标倍数 0.13，PM_{2.5} 占标率 131.43%，超标倍数 0.31，O₃ 占标率 118.13%，超标倍数 0.18；

除此之外，各区县其他主要污染物均满足《大气环境质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求，本项目所在区域属不达标区域。

3.6.3 大气环境现状补充监测

本次评价在古县尖阳村设置环境空气质量现状监测点，类比尖阳村对山西省霍山自然保护区所在区域的环境空气质量现状进行现状评价。

（1）监测点位

为了获取自然保护区所在一类区域的环境空气质量，在距离自然保护区最近的村庄尖阳村设置 1 处环境空气监测点，尖阳村距离自然保护区距离为 60m，代表自然保护区的环境空气质量，详见表 3.29。

表 3.29 大气环境质量现状监测点位表

序号	监测点名称	桩号	位置	监测因子	敏感点类型
1	尖阳村	K138+650	右 1300m	SO ₂ 、PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、NO ₂ 、O ₃ 、CO、TSP	代表山西省霍山自然保护区

（2）监测时间、频率

连续监测 7 天，PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 每天保证连续监测不少于 20 小时有效数据，TSP 应有 24 小时有效数据，O₃ 为 8 小时有效数据，CO 每天监测四次，具体时间为 02、08、14、20 时，每小时不少于 45 分钟有效数据，监测同时记录风速、风向、气温、气压等常规气象要素。

（3）采样及分析方法

按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中要求进行。

(4) 环境空气质量现状监测结果

环境空气质量现状监测结果详见表 3.30。

表 3.30 本项目沿线环境空气质量监测结果（单位： mg/m^3 ）

编号	监测点位	采样日期	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO ₂	CO				O ₃
								2:00	8:00	14:00	20:00	
1	尖阳村（临近山西省霍山自然保护区，最近距离60m）	2022.12.12	0.219	0.098	0.054	0.038	0.028	1.8	1.6	1.8	1.8	0.069
		2022.12.13	0.207	0.086	0.041	0.036	0.028	1.9	1.8	1.9	1.9	0.070
		2022.12.14	0.213	0.104	0.044	0.038	0.027	1.8	1.8	1.8	1.8	0.073
		2022.12.15	0.200	0.083	0.038	0.040	0.028	1.8	2.2	1.9	2.0	0.074
		2022.12.16	0.229	0.113	0.064	0.035	0.029	2.2	2.1	1.8	2.1	0.077
		2022.12.17	0.210	0.095	0.048	0.033	0.027	1.9	1.8	1.8	2.0	0.067
		2022.12.18	0.225	0.090	0.045	0.032	0.027	2.2	2.1	1.9	2.2	0.070

3.6.4 大气环境现状监测评价

(1) 评价方法

以列表的方式给出监测点大气污染物的浓度监测范围，计算超标率和最大浓度对应的占标率，并评价达标情况。环境空气质量现状评价采用占标率指标进行评价，其计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

其中： P_i ——第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

C_i ——第 i 种污染物的实测浓度均值(mg/m^3)；

C_{oi} ——第 i 种污染物的环境空气质量标准值(mg/m^3)。

(2) 评价结果

根据上面的计算公式，对现状监测数据进行了达标统计，结果见表 3.31。

表 3.31 环境空气污染物单项指数计算表

监测点	评价标准	污染物	C_i (mg/m^3)	C_{oi} (mg/m^3)	超标率	最大浓度 占标率	达标情况
尖阳村 (临近山西省霍山自然保护区)	一级	TSP	0.200~0.229	0.12	100%	190.8%	$P_{\max} > 1.0$, 超标
		PM_{10}	0.083~0.113	0.05	100%	226%	$P_{\max} > 1.0$, 超标
		$\text{PM}_{2.5}$	0.038~0.064	0.035	100%	182.9%	$P_{\max} > 1.0$, 超标
		SO_2	0.032~0.040	0.05	/	125.0%	$P_{\max} < 1.0$, 达标
		NO_2	0.027~0.029	0.08	/	36.25%	$P_{\max} < 1.0$, 达标
		CO	1.6~2.2	10	/	22%	$P_{\max} < 1.0$, 达标
		O_3	0.067~0.077	0.16	/	48.1%	$P_{\max} < 1.0$, 达标

从表 3.31 中可以看出：尖阳村紧邻山西省霍山自然保护区边缘地带，TSP、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 不能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的一级标准限值，其余监测指标均能满足一级标准。TSP、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 超标率均为 100%，最大浓度占标率为 190.8%、226%、182.9%，超标的主要原因是所在区域人群生产生活所产生的悬浮物颗粒物导致。

3.7 景观环境现状调查与评价

3.7.1 调查与评价范围

高速公路景观可分为内部景观与外部景观，包括公路本身形成的景观（即内部景观）和沿线自然景观、人文景观（即外部景观），是高速公路与其周围景观的综合体系。

本次景观环境评价专题仅对本项目外部景观进行评价，并根据本项目建设与运营对外部景观的影响方式和强度，提出景观环境影响减缓措施。

景观环境现状调查与评价范围为以本项目中心线为视点，两侧目视范围内的区域。

3.7.2 沿线景观类型构成及分布概况

根据本项目沿线区域地貌、植被及人类活动影响特点，区域景观可划分为森林景观、河谷景观、农田景观、集镇与村落景观以及道路景观等 5 种景观类型。详见表 3.32。

表 3.32 项目区的主要景观类型一览表



类型	照片	美学质量	敏感度	阈值级别	分布区域
森林景观		较高	较高	低	以油松、白皮松、华北落叶松、山杨、辽东栎为主，主要分布于山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园内
河谷景观		较高	较高	低	热留河等河流河床、漫滩地段，植被以栽培植被为主
农田景观		一般	一般	高	本项目沿线村镇均有分布，以坡耕地为主
集镇与村落景观		一般	一般	高	点状分布于公路沿线

表 3.32 项目区的主要景观类型一览表 (续)

类型	照片	美学质量	敏感度	阈值级别	分布区域
道路景观		一般	一般	高	以县乡道为主

注：美学质量：景观美学的信息大部分是通过视觉神经系统获得，所以美学质量主要指视觉意义上的，景观美学质量的评价主要通过识别。敏感度：景观敏感度是指景观被注意的程度的量度。它是根据观察者与被观察对象的相对角度、距离、出现频率以及景观与背景的对比度等因素判断。阈值：景观阈值主要指视觉意义上的抗干扰能力。轻度干扰就可能带来较大的视觉冲击，则阈值低；较大干扰也不会带来太大的视觉冲击，则阈值高。一般相对独立的景观，则阈值较低；而人为活动已非常频繁的地方，往往阈值就高。

3.7.3 景观阈值评价

景观阈值是景观对外界干扰（尤其是人为干扰）的忍受能力、同化能力和遭到破坏后自我恢复能力的度量。景观阈值可以采用地形地貌、景观生态、气候以及景观色彩等 4 项指标进行度量，其评分标准见表 3.33。

表 3.33 景观阈值评价指标表

评价指标		状态	评分
地形地貌	地形	山地	3
		平原、丘陵	2*
		高原、沙漠	0
	坡度	相对平坦(0°~25°)	2
		缓坡(25°~55°)	1*
		陡坡(>55°)	0
	土壤侵蚀度 [侵蚀模数： t/(km ² ·a)]	<1000	5
		1000~2500	4*
		2500~5000	3
5000~8000		2	
8000~15000		1	
>15000		0	
景观生态	植物丰富度	群落结构丰富，为热带雨林，针、阔混交林等	3
		群落结构一般，为针叶林、乔木林、田野等	2*
		群落结构单一，为荒地、草地与灌木等	1
		无明显群落结构	0

表 3.33 景观阈值评价指标表（续）

评价指标		状态	评分
景观生态	动物丰富度	评价区域内兽类、鸟类、爬行类、两栖类均有分布	3*
		评价区域内兽类、鸟类、爬行类、两栖类任有三类分布	2
		评价区域内兽类、鸟类、爬行类、两栖类任有两类分布	1
		评价区域内兽类、鸟类、爬行类、两栖类任有一类或没有分布	0
	水体丰富度	区域分布有大量或大型水体	2
		区域内有一定水体分布	1*
		区域无水体分布或有零星分布	0
	气候	气候适宜，如温热多雨	5
气候状况恶劣，如多雪、多风、低温		0*	
景观色彩	土壤/植被(岩石)色彩对比	裸土与相邻植被(岩石)的色彩对比较弱	2
		裸土与相邻植被(岩石及荒地、田野)中度色彩对比	1*
		裸土与相邻植被(岩石)具有强烈色彩对比	0

注：*为选取值，参数取值主要依据沿线自然情况及相关部门咨询结果得出。

根据沿线情况和上表对沿线景观的阈值进行评分，得到沿线景观阈值指标为 14。景观阈值类型划分为一级、二级、三级、四级阈值区，其评价标准见表 3.34。

表 3.34 景观阈值区级别评价表

级别	I	II	III	IV
评分	25~20	19~14	13~10	9~0
项目建设活动容忍能力	能够容忍大强度的	造成局部影响	造成较大影响	轻度或局部项目带来强烈的影响
阈值区类别	一级阈值区	二级阈值区	三级阈值区	四级阈值区

由表 3.34 可知，沿线景观为二级阈值区，区域目前保留着较为完好的自然植被，但土层较薄，坡度较陡，一旦植被破坏，必将带来大面积的水土流失，在生态上和视觉上都带来较大的冲击。因此，本项目应采取景观影响减缓措施，加强景观设计，高速公路建设景观影响减缓措施的重点为保护措施。

3.7.4 景观质量综合评价

(1) 综合评价指数：公路景观质量评价采用景观综合评价指数，即：

$$B = \sum X_i \cdot F_i$$

式中：B——某区域公路景观环境综合评价指数；

X_i ——某评价因子的权值；

F_i ——某景观在某评价因子下的得分值；

$X_i \cdot F_i$ ——景观某评价因子评价分指数。

(2) 权值与评分：评价因子权值分配及评分见表 3.35。

表 3.35 公路景观环境评价因子、权值及评分表

评价因子		X_i	评 分		
自然 景观	生态环境破坏度	0.12	无破坏 7	轻度破坏 4*	严重破坏 1
	动物珍稀度	0.05	少有 4	较少 2*	一般 1
	动物丰富度	0.04	极高 3	较高 2*	一般 1
	植物珍稀度	0.05	少有 4	较少 2	一般 1*
	植物丰富度	0.04	极高 3	较高 2*	一般 1
	地形、地貌自然度、 稳定度	0.08	极自然稳定 5	较自然稳定 3*	一般 1
	水体丰富度、观赏度	0.03	极高 4	较高 2	一般 1*
天象、时令丰富度、 观赏度	0.03	极高 4	较高 2*	一般 1	
人文 景观	虚拟景观丰富度、珍稀度	0.04	极高 4	较高 2	一般 1*
	虚拟景观开发度、利用度	0.06	极高 4	较高 2	一般 1*
	虚拟景观区位度	0.06	距公路≤20m 5	距公路≤50m 3	距公路>50m 1*
	具象观赏典型度	0.04	国内外著名 4	省内外著名 2	一般 1*
	具象景观观赏度	0.04	极高 4	较高 2*	一般 1
公路 影响	公众关注度	0.08	极关注 5	较关注 3*	一般 1
	破坏度	0.12	无破坏 7	轻度破坏 4*	严重破坏 1
	三效度	0.12	极高 6	较高 3*	一般 1

根据高速公路沿线情况，由上表计算，得出沿线 B 值为 2.63。

(3) 景观环境质量评价

景观环境质量用景观质量分数 M 表示：

$$M = \frac{\text{景观综合评价指数}B}{\text{理想景观评价指数}B^*} \times 100\%$$

式中，理想景观评价指数 B* 为理想状态下的得分值，B* 等于 5.16，则该高速公路沿线景观质量分数 M 为 50.97。

M 作为景观环境质量分级的依据，以差值百分比分级法划分为 I、II、III、IV 级，景观环境质量综合判别见表 3.36。

表 3.36 公路景观环境质量分级标准一览表

M (%)	100~80	79~60	59~30	<30
公路景观质量等级	I	II	III	IV
沿线区域景观环境质量现状	好	较好	一般	差
公路与沿线景观协调程度	协调	较协调	较不协调	不协调
公路建设对沿线景观影响程度	无不良影响	轻度不良影响	破坏	严重破坏

根据上表可知，本项目景观质量等级为 III，沿线区域景观环境质量现状一般，高速公路本身与沿线景观较不协调，项目建设将对沿线森林景观、河谷景观等重要景观产生不良影响。

4 环境影响预测与评价

4.1 生态影响预测与评价

4.1.1 生态功能区划相符性分析

4.1.1.1 本项目与山西省生态功能区划相符性分析

根据《山西省生态功能区划》，本项目全线于“ⅡB 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区-ⅡB-1 太岳山水源涵养与生物多样性保护生态功能区”，具体见图 3.6。该区主要发展方向为以保护生态系统服务功能为中心，适度开展生物资源的综合开发，保护自然景观，开展生态旅游，发展生态农业。

本项目主要以隧道形式穿越太岳山山地，工程永久占地包括隧道进出口、3 处斜井出口占地，临时工程包括 3 处弃渣场、8 处施工生产生活区及施工便道。

本项目全部以隧道的方式穿越太岳山山地，避免路基施工大填大挖，尽量减少土地占用数量，尤其是对林地资源的占用，减少对林业资源的破坏，有利于保护自然景观，后期通过加强隧道进出口、斜井出口的绿化景观设计，有助于改善施工期间生态破坏影响；弃渣场和其他临时占地，在施工结束后，均采用乔灌草绿化。本项目永久占地面积 4.13hm^2 ，数量较少，在施工过程中，尽量保护征地范围内的林木，对于永久占地范围内的林木，能移植的尽量移植，尽量不砍或少砍，不得砍伐水土保持林及渠道保护林；加强施工管理，严格限定施工范围，严禁砍伐施工生产生活区以外的树木，尽量减少施工对周围草地、灌木丛的破坏；项目开工前，应办理林地征用的相关手续，特别是生态公益林，必须按照有关规定，根据本项目沿线土地利用类型规划情况，进行异地补偿，以保证生态公益林的林地面积和林木质量。公路建成通车后，有助于提升当地交通运输能力，促进当地旅游业的发展。因此，本项目只要做好相应保护措施，与该区生态功能区划要求和发展方向是一致的。

4.1.1.2 本项目与沿线各县市生态功能区划相符性分析

(1) 古县生态功能区划

根据《古县生态功能区划》，本项目 K133+655~K139+680 路段及 1#斜井位于“ⅠA 北古岳西山地生物多样性保护生态功能小区”，具体见图 3.7。该区主要发展方向为保护植被与生态环境，提高植被覆盖率，加强重要物质资源的保护等。

① ⅠB 北古东水源涵养与植被恢复生态功能小区

本项目 K133+655~K139+680 路段工程内容包括隧道及 1#斜井，永久占地包括隧道进口及 1#斜井出口，总面积 1.58hm^2 ，占地面积较小。本项目在设计阶段已经考虑减少对山西省霍山自然保护区的影响，该路段全部以隧道下穿方式通过该自然保护区，隧道进口及 1#斜井出口部分作业面位于保护区外，1#斜井部分区域位于自然保护区实验区内，工程施工对保护区的扰动、对地表植被的

破坏影响较小，一定程度上起到保护保护区内野生动植物，尤其是国家级和省级重点保护物种的作用；施工过程中，要加强施工人员教育，保护植被与生态环境，严格控制施工作业带范围，文明施工，禁止乱捕、乱杀、乱采、乱伐，保护公路施工沿线野生动植物，有助于区域重要物质资源的保护。隧道进口及斜井出口采取护坡、绿化措施，边坡植被恢复应草灌结合，隧道排水系统做到永临结合；施工结束后，通过加强隧道进口、1#斜井出口景观绿化设计，弃渣场、施工作业场地等临时用地及时清理、松土、整平，进行绿化恢复，提高植被覆盖率，增强区域水土保持和水源涵养能力。因此，本项目与该区的生态功能区划要求和发展方向是一致的。

（2）霍州市生态功能区划

根据《霍州市生态功能区划》，本项目 K139+680~K144+820 路段位于“III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区”，具体见图 3.8。该区主要发展方向为保护生物多样性及天然阔叶林资源，加强现有生态公益林和自然保护区管护，涵养水源等。

① III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区

本项目 K139+680~K144+820 路段工程内容包括隧道、2#、3#斜井，永久占地包括隧道出口、2#、3#斜井出口占地，总面积 2.55hm²，占地面积较小。该路段以隧道方式穿越上述自然保护区和森林公园，最大限度地减轻对保护区、森林公园的影响，有利于自然保护区和森林公园的管护。隧道、斜井出口避绕了保护区的核心区、缓冲区，尽量避开区域植被覆盖较好的区域，一方面，可以避免对保护区核心区、缓冲区的扰动影响，减缓对保护区内重点保护野生动植物的不良影响；另一方面，可以减轻对区域针阔叶林的破坏影响，有利于区域生物多样性、林业资源的保护。在设计与施工阶段，尽量保护征地范围内的林木，尽量不砍或少砍，不得砍伐水土保持林及渠堤保护林；损失的树木应进行补偿，项目开工之前应办理林地征用手续；对本项目永久征地范围内的生态公益林木能移植的尽量移植，不能移植的应该在异地进行补种，应保证生态公益林林地面积和林木质量，有助于生态公益林管护。施工结束后，隧道出口、2#、3#斜井出口加强景观绿化设计，弃渣场及时进行绿化生态恢复，补偿区域公路施工的植被损失，提高植被覆盖率，加强区域水土保持和水源涵养能力。因此，本项目与该区的生态功能区划要求和发展方向是一致的。

4.1.2 对生态敏感区路段影响评价

4.1.2.1 对沿线植被资源的影响分析

4.1.2.1.1 施工期对沿线植被的影响

本项目主体工程包括隧道工程（K133+655~K144+820，全长 11.165km）和 3

处斜井工程（共长 4.1km），临时工程包括 3 处弃渣场、8 处施工生产生活区及 24.756km 施工便道。具体工程占地情况见表 4.1。

工程建设对沿线植被的影响主要反映在两个方面：一是，项目永久占地施工使公路沿线的林地植被面积减少，由于本项目主体工程主要为隧道工程，其次为斜井工程，均为地下工程，因此，主体工程施工对地表植被的影响主要体现在隧道进出口、斜井出口施工对占地范围内植被的直接破坏影响，以及隧道、斜井施工对洞顶植被的间接影响；二是，弃渣场、施工生产生活区及施工便道等临时占地造成地表植被的破坏。

为减轻施工期对沿线植被的破坏和对景观的影响，本项目在设计阶段，路线采用隧道替代路堤路堑的设计方案，最大限度地减少对自然植被的影响，但项目施工中仍将对区域范围内的植被产生不利影响，包括植被损失、植被覆盖度下降、占压林地等影响。具体分析如下：

（1）工程施工植被面积损失

高速公路施工期由于洞口占用土地使公路占地范围内的林木、灌草丛等遭受砍伐、铲除、掩埋等一系列人为干扰活动，使占地范围内的植被全部消失，公路沿线及周边植被面积减少，生物量及生态服务功能下降，植被类型可能会由多样化类型变为单一类型，生物多样性减少，这些破坏是永久的、不可逆的，也是高速公路建设项目所不可避免的。

本项目永久征地 4.13hm²，其中生态敏感区路段占地 2.83hm²，均为林地，植被类型主要为针、阔叶林和灌草丛。根据卫星遥感判读结果和设计资料进行估算，本项目工程占地所导致的植被面积损失情况见表 4.1。

表 4.1 工程征占地导致的植被面积损失情况表

植被类型	征占地面积 (hm ²)	评价范围内面积 (hm ²)	占评价范围内该类型 面积的比例 (%)	占植被总损失 面积的比例 (%)
针叶林	0.77	2119.50	0.04	27.21
阔叶林	0.55	1100.74	0.05	19.43
灌丛	1.51	87.54	1.72	53.36
合计	2.83	3307.79	1.81	100.00

从上表中可以看出：

本项目永久占地中，工程征占用的针叶林、阔叶林、灌丛等自然植被面积分别为 0.77hm²、0.55hm²、1.51hm²，分别占植被总损失面积的 27.21%、19.43%和 53.36%，占评价范围内该类型面积的 0.04%、0.05%和 1.72%。可见，工程永久占地中自然植被类型以灌丛为主，其次为针叶林。树种以区内常见的油松、华北落叶松、辽东栎、山杨、白桦等为主，灌木主要为荆条、黄刺玫、小叶鼠李、沙棘、黄栌、三裂绣线菊、金银忍冬等，无国家和山西省重点野生保护植物和古树

名木。

综上所述，本项目永久占地位于山西省霍山自然保护区和山西省太岳山国家森林公园边缘地带，占地范围内植被类型以灌丛为主，其次为针叶林，占用的阔叶林面积相对较小，树种以区内常见油松、华北落叶松、辽东栎、山杨等为主，群落结构简单，物种组成单一、常见，且公路占地面积较小，占评价范围内该植被类型面积比例较小，本项目的建设对所在区域内现有植被类型组成及分布格局的影响很小，不会影响区域自然生态系统的完整性。

（2）重点工程的植被影响分析

① 隧道出口施工对植物的影响分析

本项目 K133+655~K144+820 路段以隧道方式穿越太岳山山区，隧道全长 11.165km，其中隧道进口（K133+655）位于山西省霍山自然保护区和山西省太岳山国家森林公园范围外，出口位于山西省霍山自然保护区实验区和山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区内。隧道出口占地面积 1.31hm²，其中乔木林地 0.51hm²、灌木林地 0.8hm²。根据生态现场踏勘、生态解译和洞口附近植被代表性样方 Y57、Y58 调查结果，出口端植被相对较好，植被类型主要为油松、侧柏、辽东栎、山杨等针阔混交林，其次为水栒子、黄刺玫、小叶鼠李、河朔堯花、多花胡枝子、铁杆蒿、黄花苜蓿、车前、细叶苔草、早熟禾、针茅、委陵菜等组成的灌丛和灌草丛。隧道进出口植被分布情况见表 4.2，现状照片见图 4.1。

表 4.2 拟建项目生态敏感区路段永久占地情况及生态现状一览表

序号	名称	起讫桩号	长度 (m)	占地 内容	占地面积 (hm ²)			林地属 性	林权	生态现状
					乔木林地	灌木林地	面积合计			
1	太岳山 隧道	K133+655 ~K144+82 0	11165	出口作 业面	0.51	0.8	1.31	国家二 级公益 林	国有	植被类型主要为油松、侧柏、辽东栎、 山杨等针阔混交林，其次为黄刺玫、 小叶鼠李、河朔堯花、多花胡枝子、 本氏木兰、铁杆蒿、黄花苜蓿、车 前、细叶苔草、早熟禾、针茅、委 陵菜等组成的灌丛和灌草丛
2	太岳山 隧道斜 井	K136+760	1600	1#斜井	0.21	0.07	0.28	省级公 益林	国有	植被类型以连翘、荆条、三裂绣线菊、 酸枣、黄刺玫、小叶鼠李、杠柳、黄 栌、黄花蒿、益母草、黄香草木樨、 早熟禾、针茅、委陵菜等灌丛和灌草 丛为主，其次为油松、华北落叶松、 辽东栎、栓皮栎、五角枫等针阔叶林
		K140+800	1800	2#斜井	0.32	0.30	0.62	国家二 级公益 林	国有	针叶阔叶林以华北落叶松、辽东栎、 白桦为主，混生有鹅耳枥、山杨、油 松等，灌木主要有三裂绣线菊、金银 忍冬、荆条、虎榛子、黄刺玫、小叶 鼠李等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶 苔草等组成灌丛和灌草丛

4.2 拟建项目永久占地情况及生态现状一览表（续）

序号	名称	起讫桩号	长度(m)	占地内容	占地面积 (hm ²)			林地属性	林权	生态现状
					乔木林地	灌木林地	面积合计			
2	太岳山隧道斜井	K142+680	700	3#斜井	0.28	0.34	0.62	国家二级公益林	国有	灌木有荆条、三裂绣线菊、水栒子、虎榛子等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有油松、山杨、白桦等
		小计	4.1		0.89	1.06	1.95			
总计					1.32	1.51	2.83	/	/	



图 4.1 太岳山隧道进、出口植被现状

隧道洞口施工将直接破坏占地范围内的植被，使生物量减少，洞口开挖作业面积为 1.31hm^2 ，生物量损失 50.04t ，占评价范围内总生物量的 0.025% ，占地面积相对较小，生物量损失较小，占评价范围相应植被类型的比例也很小，加之进出口占地范围植被类型均为原生植被破坏后形成的次生植被类型，为太岳山地区常见物种，无国家和山西省重点保护物种、珍稀濒危植物种分布，工程建设不会造成区域植物总数量的明显减少，不会影响生态系统结构、功能的稳定性，不会致使物种多样性发生明显改变，隧道洞口施工对植被的影响较小；施工结束后要加强生态补偿，做好洞口景观设计，与周围环境最大限度地融合、协调，采用乔灌草相结合的方式绿化，植被经 2~3 年恢复后，可有效补偿施工期洞口施工的植被破坏影响及生物量损失量。本次评价要求，施工过程中要严格控制洞口开挖作业面，避免超挖，同时做好边坡防护以及隧道洞口下方的临时拦挡措施，避免隧道出渣顺坡而下破坏周围植被。

② 斜井出口施工对植物的影响分析

本项目设 3 处斜井，分别为太岳山隧道 1#斜井、2#斜井和 3#斜井，用于施工期太岳山隧道出渣及营运期通风。1#斜井长 1.7km ，斜井出口施工作业区总占地面积 0.71hm^2 ，其中 0.28hm^2 位于保护区实验区内， 0.43hm^2 位于保护外；2#斜井长 1.8km ，出口位于该自然保护区实验区边缘，施工作业区占地面积 0.62hm^2 ；3#斜井长 0.7km ，出口位于该自然保护区实验区，施工作业区占地面积 0.62hm^2 ；3 处斜井出口作业区总占地面积 1.95hm^2 ，包括乔木林地 0.89hm^2 ，灌木林地 1.06hm^2 。根据生态现场踏勘、生态解译和洞口附近植被代表性样方 Y38、Y39、Y40、Y58、Y59、Y60 调查结果，植被类型主要有油松、辽东栎、华北落叶松、山杨、鹅耳枥等针、阔叶林以及小叶鼠李、连翘、荆条、三裂绣线菊、金银忍冬、黄刺玫等灌木林，均为太岳山地区常见种和广布种，无国家和山西省重点保护物种、珍稀濒

危植物种分布。

斜井出口施工直接破坏植被面积 1.52hm²，生物量损失 34.93t，占评价范围内总生物量的 0.02%，对区域植物破坏的影响相对较小。施工过程中要加强施工管理，严格按设计方案规范施工，避免超挖，同时做好边坡防护、洞口下方拦挡措施；施工结束后要做好洞口景观设计，与周围环境最大限度地统一、和谐。因此，斜井洞口施工不会使自然保护区内的植被类型发生改变，也不会导致保护区内的植物物种的灭绝或致危。

斜井出口植被现状见图 4.2。



图 4.2 斜井出口植被现状

（2）隧道施工对隧道上方植被的影响

本项目共设隧道 11165m/1 座，为太岳山隧道，太岳山隧道隧址区水文地质条件及隧道上方生态现状见表 4.3，隧道上方生态现状照片见图 4.3。

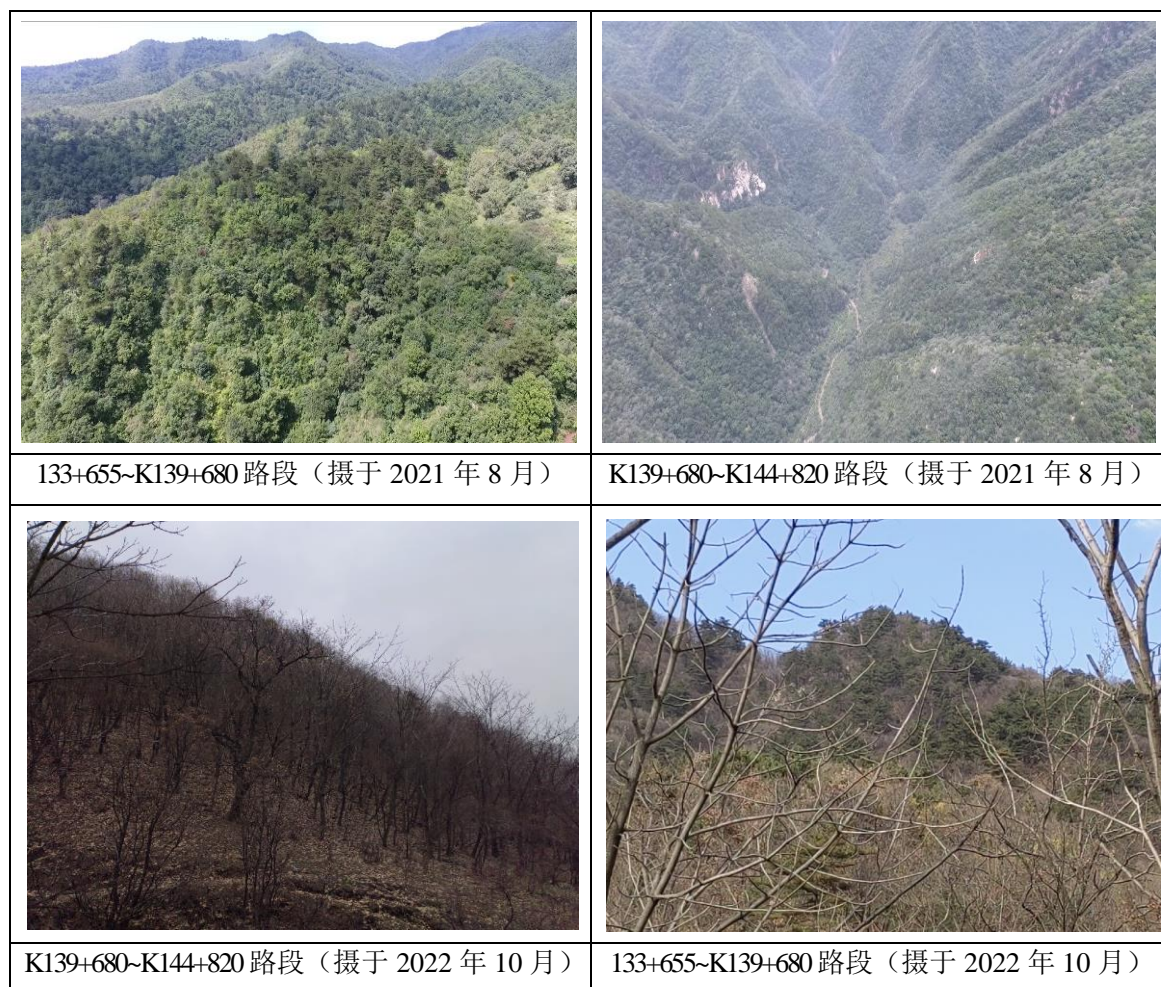


图 4.3 太岳山隧道上方植被现状

① 隧址区水文地质条件及隧道施工对区域地下水的的影响

a. 隧址区水文地质条件

根据《黎霍高速公路太岳山隧道水文地质专项评价报告》，太岳山隧道隧址区出露地层主要为第四系全新统晚期（ Q_4^{2al+pl} ）、中更新统（ Q_2^{al+pl} ）；奥陶系中统下马家沟组下段（ O_{2x1} ）泥灰岩夹灰岩、下统亮甲山组（ O_{1l} ）白云岩及白云质灰岩；寒武系上统凤山组（ C_{3f} ）白云岩夹泥质白云岩、上统崮山组（ C_{3g} ）泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、白云质灰岩，中统张夏组（ C_{2z} ）泥质条带灰岩、薄板状泥质灰岩，中厚至巨厚层鲕粒灰岩，夹不等量的薄层灰岩，中统徐庄组（ C_{2x} ）深紫红色或紫红色页岩夹薄层灰岩、细砂岩；中元古界长城系霍山组（ Pt_2ch ）砂岩；中下太古界霍县群（ Ar_{1-2hs} ）条纹状混合岩夹薄层状黑云片岩等。含水介质包括奥陶寒武系碳酸盐岩类介质、寒武系底部碎屑岩类介质、元古界长城系~太古界变质岩类介质及各类断裂构造破碎带类介质。

b. 隧道施工对区域地下水的的影响

太岳山隧道里程桩号 K133+655~K144+820，隧道全长 11165m。

K133+655~K135+610 路段穿越地层介质岩性为奥陶系下统亮甲山组（O₁l）、寒武系上统凤山组（C₃f）、固山组（C₃g）、寒武系中统张夏组（C₂z），岩性组合为纯灰岩、白云岩及白云质灰岩等，层间夹薄层泥页岩，介质岩溶裂隙总体很发育；K135+610~K136+120 路段穿越地层介质岩性为寒武系底部徐庄组（C₂x），岩性为一套厚约 60m 的泥页岩，致密较完整，岩体深部孔隙裂隙不发育，为区域范围碳酸盐岩类含水介质与变质岩类含水介质间的区域隔水边界。深部碳酸盐岩岩溶裂隙水区域径流方向为自东北向西南径流，在隧道一带东部的静止水位高程约在 900~1000m 之间，而隧道穿越本类介质中洞身设计标高介于 1190~1220m 之间，隧道洞身高程高于岩溶水位，隧道施工不会触及岩溶水位，不会发生大规模的涌水，隧道洞体范围处在岩溶裂隙水的径流带，为大气降水的径流带或过路带，洞体围岩中一般仅存在包气带水。

K135+600~K144+820 路段穿越地层介质岩性为元古界长城系、太古界霍山群系大南坪组（Ar₁₋₂dn）、安子坪组（Ar₁₋₂an）、黄梁组（Ar₁₋₂h）；本类介质含水或汇水的裂隙系统组成包括构造节理、裂隙及片麻理、山体表层发育深厚而密集的风化裂隙，本类介质的含水系统与其裂隙系统相对应，山体表层强风化裂隙密集带为大气降水的强渗透带，中上部风化带为裂隙岩体的最本类介质最为主要的含水带或含水层，而深部的微风化岩体则成为弱透水层或隔水层；本类介质基本导水不含水，一般为弱富水性，隧道施工过程中会有淋雨状出水，但不会发生大规模的涌水。

② 对隧道上方植物的影响分析

根据《太岳山隧道工程地质勘察说明》及工程设计资料，太岳山隧道洞身设计标高在 1120~1220m 之间，最大埋深 670m；隧址区地下潜水埋深在 0.8~440m，有断层破碎带分布区域地下水位较浅，在 1m 左右，大部分区域地下水埋深较深，在 20m 左右；区域年降水量 550mm 以上，为半湿润气候区，不属于干旱区；土壤主要为山地褐土、山地棕壤等，土壤类型含水较为充分，有一定的保水能力，适合植物生长。

根据生态现场踏勘、生态解译和洞顶植被代表性样方 Y34、Y35、Y36、Y50、Y51 调查结果，隧址区主要优势物种为油松、辽东栎、华北落叶松及山杨林，均为耐旱树种，灌木层主要为黄刺玫灌丛、荆条灌丛，草本植被相对较少。植被垂直分布明显，底部主要为灌丛、草丛，中上部为油松、辽东栎、华北落叶松及山杨林等构成的针叶、阔叶林。

乔木层中的油松、辽东栎、华北落叶松均为耐旱性较强的深根系树种，根系具有分布广且深、输导组织发达等特征，能增强植物吸收、运输水分能力，有助于保持植物的水分平衡，根系吸收水分对含水土壤的水分利用主要在地面 2m 以

内，对深层地下水的微小变化不敏感；乔木层中的侧柏、山杨，灌木层中的黄刺玫、荆条灌丛以及草本层中的白羊草草等均为耐旱性较强的浅根系植被，主要依靠地面 20cm~40cm 以内的浅层含水土壤，对深层地下水的变化不敏感。

隧址区不属于干旱区，同时也非水陆交错区，年平均降水量 550mm，土壤主要为褐土，土壤类型含水较为充分，有一定的保水能力，适合植物生长。此外，根据现场调查情况，隧道上方地形起伏明显，地表的环境异质性强，具有一定的拦截储蓄降水的功能，尤其是地势低洼处，加之地表植被更增加了土壤的持水量，大气降水成为该区域浅层土壤及植物所需水分的最主要来源。

由前述分析知，隧道施工对地下水的影响主要集中在围岩注浆堵水之前，堵水之前会使地下水流失，短期内造成地下水位下降。本项目隧道施工遵循“以排为主、防排结合、因地制宜、综合治理”的设计原则，采用边掘进边支护的施工工艺，施工过程中做好地质提前预报、围岩堵水等措施后，太岳山隧道施工对区域地下水水量的影响较小，隧道涌水排入自然沟道，或蒸发进入大气通过大气降水补给地下水，或汇入地表水体向下补给地下水，水资源总量变化不大，不会造成地下水位的明显下降；区域内植被生长需水主要依靠大气降水，在隧道堵水成功后，大气降水能够迅速补充地下水，满足植物正常生长的需要，隧道施工不会造成地下水资源的大量流失而疏干地下水，不会造成洞顶植被因缺水枯亡；施工结束后及时进行生态恢复，隧道建设对隧道上方植被影响及植被损失在可接受范围，不会对上方植被及生态环境产生明显影响。

表 4.3 太岳山隧道隧址区水文地质条件及隧道上方生态现状一览表

序号	隧道名称	起讫桩号	长度 (m)	隧洞底板高程 (m)	岩溶水标高 (m)	地质条件	隧址区地下水类型	隧道上方生态现状
1	太岳山隧道	K133+655 ~K144+820	11165	1120 ~1220	900~1000	隧址区出露地层为第四系全新统晚期（ Q_4^{2al+pl} ）、中更新统（ Q_2^{al+pl} ）；奥陶系中统下马家沟组下段（ O_2x1 ）泥灰岩夹灰岩、下统亮甲山组（ O_1l ）白云岩及白云质灰岩；寒武系上统凤山组（ C_3f ）白云岩夹泥质白云岩、上统崮山组（ C_3g ）泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、白云质灰岩，中统张夏组（ C_2z ）泥质条带灰岩、薄板状泥质灰岩，中厚至巨厚层鲕粒灰岩，夹不等量的薄层灰岩，中统徐庄组（ C_2x ）深紫红色或紫红色页岩夹薄层灰岩、细砂岩；中元古界长城系霍山组（ Pt_2ch ）砂岩；中下太古界霍县群（ $Ar1\sim 2hs$ ）条纹状混合岩夹薄层状黑云片岩等	松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类岩溶裂隙水、变质岩类裂隙水、构造裂隙水	隧道上方植被较好，主要为油松、华北落叶松、辽东栎、栓皮栎、鹅耳枥、侧柏、山杨、黄刺玫、荆条、三裂绣线菊、酸枣、水栒子、小叶鼠李、黄栌等构成的针叶、阔叶林与灌木林

② 斜井工程

评价路段设置斜井 3 处，分别为太岳山隧道 1#斜井、2#斜井和 3#斜井，用于施工期太岳山隧道出渣及营运期通风。

根据生态现场踏勘、生态解译和斜井洞顶、附近植被代表性样方 Y34、Y35、Y36、Y38、Y39、Y40、Y58、Y59、Y60 调查结果，斜井区主要优势物种为辽东栎、华北落叶松、白桦林等，均为耐旱树种，灌木层主要为黄刺玫灌丛、荆条灌丛，草本植被相对较少。乔木层中的辽东栎、华北落叶松、白桦均为耐旱性较强的深根系树种，乔木层中的山杨，灌木层中的黄刺玫、荆条灌丛以及草本层中的白羊草草丛等均为耐旱性较强的浅根系植被，大气降水为该区域浅层土壤及植物所需水分的最主要来源。

斜井施工采用边掘进边支护的施工工艺，对顶部山体的扰动较小。斜井区洞顶植被为区域广布种，且为耐旱耐贫瘠的树种，适应性强，其中辽东栎、华北落叶松、白桦为耐旱性较强的深根系树种，根系吸收水分对含水土壤的水分利用一般在地面 2m 以内，对深层地下水的微小变化不敏感；乔木层中的山杨，灌木层中的黄刺玫、荆条灌丛以及草本层中的白羊草草丛等均为耐旱性较强的浅根系植被，主要依靠地面 20cm~40cm 以内的浅层含水土壤，对深层地下水的变化不敏感。从拟建公路斜井工程地质勘察结果可以看出，揭露地层富水性弱，隧道埋深位于在区域地下水稳定含水层以上，道施工不会穿透地下水含水层，在采取提前预报、封堵止水等措施后，不会发生大规模的地下涌水，地下水资源不会大量流失，洞顶植被不会因缺水枯亡。因此，拟建公路隧道施工对洞顶植被的影响较小。

(3) 对植被覆盖度的影响分析

公路建设将铲除占地范围内的原有植被，导致评价范围内植被覆盖度发生变化，根据评价范围植被覆盖度空间分布图和工程设计资料，采用图形叠置法对工程建设前后工程占地范围内植被覆盖度变化情况进行分析，并利用 ArcGIS 进行面积统计，拟建公路生态敏感区路段工程建设前后植被覆盖度变化情况见表 4.4。

表 4.4 生态敏感区路段工程建设前后植被覆盖度变化情况表

序号	植被覆盖度 (FVC 值) 区间范围	工程实施前评价范围内植被覆盖度面积 (hm ²)	工程占地范围内植被覆盖度面积 (hm ²)	工程实施后评价范围内植被覆盖度面积 (hm ²)	工程实施前后植被覆盖度变化情况 (hm ²)	工程实施前后植被覆盖度变化率 (%)
1	0~0.15	229.95	1.31	231.47	1.52	11.84
2	0.15~0.25	843.48	0.28	843.2	-0.28	-1.97
3	0.25~0.35	2050.92	1.24	2049.68	-1.24	-0.77
4	0.35~0.45	0	0	0	0	0
5	0.45~0.58	882.54	0	882.54	0	0
合计		4006.89	2.83	4006.89		

（注：“+”表示增加，“-”表示减少）

由表 4.4 知，公路建设后较之建设前，评价范围内植被覆盖度 0~0.15 区间的面积增加 1.52hm²，增加比率 11.84%；0.12~0.25 区间面积减少 0.28hm²，下降比率 1.97%；0.25~0.35 区间的面积减少 1.24hm²，下降比率 0.77%；0.35~0.58 区间的面积无变化。总之，公路建成后，评价范围内植被覆盖度总体下降，植被覆盖度区间下降比率 0~1.97%，下降比率较小，对评价范围内植被覆盖度变化影响总体较小。

4.1.2.1.2 营运期对沿线植被的影响

（1）边缘效应的影响

拟建公路建设过程中，会使公路永久占地内的林地植被完全被破坏，取而代之的是路面，土地利用类型由有林地转变成公路用地。由于将原来整片的森林切出一条带状空地，使森林群落产生林缘效应。从森林边缘向林内，光辐射、温度、湿度、风等因素都会发生改变，而这种小气候的变化会导致森林边缘的植物、动物和微生物等沿林缘—林内的梯度发生不同程度的变化。研究认为，边缘对小气候的影响可从林缘延伸至林内 15~60m 处。从拟建公路沿线植被分布情况来看，沿线林地以油松、山杨、侧柏、辽东栎等为主，林间多为黄刺玫、荆条、沙棘、白羊草、早熟禾以及蒿类等灌草丛。而道路建成后两侧 10m~50m 范围内多为强阳生的灌木和草本植物，靠近道路的次生林和草本层也将以阳生植物为主。

本项目生态敏感区路段永久占地包括隧道出口洞口和斜井洞口占地，面积共计 2.83hm²，各工程占地面积很小，在区域林地内呈点状分布，不会形成明显的带状、块状空地，不会产生明显的林缘效应。

（2）植被恢复的生态补偿效应

永久占地将完全破坏原有的植被，导致占地范围内的植物全部死亡，施工结束后通过绿化恢复，在一定程度上可以弥补施工期间的植被损失量。对于占用的林地按照“占一补一”的原则进行就地补偿，选用当地物种，顺应自然规律，因地制宜，再造生态系统的平衡与多样性。根据公路沿线生态环境特点，评价路段隧道、斜井洞口采用乡土树种，主要选用油松、侧柏，搭配紫叶李、丁香、连翘等，合理搭配乔木、灌木和草本植物，形成立体绿化效果。通过生态绿化实施使当地已破坏的生态环境进行最大限度的恢复与重建，经过 2~3 年的植被恢复基本上可以弥补公路占地损失的植被。

4.1.2.2 对陆生动物资源的影响分析

4.1.2.2.1 施工期对野生动物的影响

公路施工和营运对陆栖动物的影响具体表现为破坏植被导致动物栖息地受到损害可能阻断动物活动路线，施工与营运的噪声、灯光、尾气对动物的不良影响等方面。

(1) 对哺乳纲（兽类）动物的影响

在施工期对兽类的影响主要体现在对动物栖息、觅食地的生态环境的破坏，包括对施工区森林植被的破坏和林木的砍伐，爆破所产生的噪声，各种施工人员以及施工机械的干扰等，使评价范围内及其周边环境发生改变，受影响的主要是栖息于低山丘陵的林地、灌草丛及林缘处的小型兽类，如岩松鼠、蒙古兔等，在施工区附近区域上述兽类栖息适宜度降低、种类和数量将相应减少，将迁移至附近受干扰小的区域。而伴随人类生活的一些啮齿目、食虫目小型兽类如小家鼠、褐家鼠等，由于在施工期人类活动增多，其种群密度将有所上升。公路建成后，随着植被的逐渐恢复，生态环境的好转，人为干扰逐渐降低，许多外迁的兽类会陆续回到原栖息地。

评价范围内的猪獾等中型动物，活动区域较广，主要分布在评价路段沿线森林植被较好的地区，拟建公路全部以隧道形式通过上述区域，评价范围无集中分布的栖息地和觅食地，但在其活动范围内；公路施工噪声会迫使猪獾等远离原施工区生境环境，但在项目评价范围内仍有大范围的适宜其栖息、活动的生境环境，加之猪獾等哺乳动物具有较强的迁徙能力，会远离施工影响区迁入适宜其栖息的生境，故公路施工对其生境和活动阻隔影响较小，只要在施工期加强管理，对于偶尔发现的野生动物不予伤害，不会对其产生较大影响。草兔、褐家鼠等小型动物的食性较杂，迁移能力较强，对环境的适应性强，工程施工对其造成影响甚微。

(2) 对鸟纲动物的影响

鸟类的活动范围非常广泛，其栖息的生境条件也多种多样，如森林、灌丛、草地、农田、村庄等都可能是其活动和栖息的场所；鸟类的食源也非常丰富，昆虫、植物枝叶、种子、果实、动物尸体、小动物等都是它们的食物。喜鹊、灰喜鹊、大嘴乌鸦等为评价范围的优势鸟类，一般生活在村落、田野区，食源丰富且迁徙能力比较强；施工期间，在临时征地区域的这些优势种鸟类由于环境的变化影响了它们的生活、取食环境将被迫离开它们原来的领域，但是这种不利影响有时间限制，当临时征地区域的植被恢复后，它们仍可以回到原来的领域，继续生活。此外，施工期由于人为活动的增加，使工程所涉及的原栖息于山地针阔混交林、灌丛或林缘的鸟类，如岩鸽、大杜鹃等，由于受到施工噪声，尤其是隧道施工噪声的惊吓，也将远离原来的栖息环境，致使短期内项目区内鸟类种类及种群量将有所减少。

(3) 对爬行纲动物的影响

在低海拔分布的蜥蜴类、蛇类等爬行动物，主要栖息在低山和丘陵的落叶阔叶林、针阔混交林、阴暗潮湿的林间灌丛、农田等处，以昆虫、蛙类、鸟、鼠为食。施工期间，施工的材料、弃渣等会降低其栖息地的适宜度，使得这些爬行类

动物的生活环境遭到破坏。但是由于爬行动物具有较强的运动迁移能力，对外界环境的适应能力较强，会迁移到非施工区或其它地区，对其生存不会造成威胁。而与人类生活关系密切的爬行动物如丽斑麻蜥等，由于在施工期人类活动增多，导致非施工区相对种群密度将有所上升。

4.1.2.2.2 营运期对野生动物的影响

① 对动物阻隔的影响

公路作为线状工程，在道路建成后对动物活动形成了一道屏障，使得兽类、爬行类、两栖类动物的活动范围受到限制，对动物活动产生阻隔，影响其觅食、交偶、迁移、扩散和基因交流，同时还有可能发生动物穿越公路致死的情况。评价路段沿线地貌类型均为中低山区，现状生态系统以森林生态系统为主，沿线植被较好，动物资源较为丰富，现场调查期间，主要的爬行类、两栖类、兽类有丽斑麻蜥、岩松鼠、草兔等。

评价路段主体工程均为地下隧道和斜井，工程建设不会对野生动物通行造成阻隔，不会对公路两侧的动物造成实质性的分割，可以满足公路两侧动物的迁移、扩散和基因交流，减少动物穿越公路致死情况。

② 对动物生境的影响

评价路段主体工程均为地下工程，地面占地为隧道、斜井出口占地，占地面积 2.83hm²。公路建成通车后，致使原公路占地范围内的森林、灌丛、草丛等适宜野生动物生存的生境丧失、生境片断化，迫使动物寻找新的生活环境，从而加剧种间竞争，生境片段化对动物产生的影响是缓慢、长期的。森林中的动物如啮齿类等因出现了新的边界，当进入开阔地时，守候在林外的动物如苍鹰、雀鹰、大鸢等就会将它吃掉。一旦动物的扩散受到限制，依赖动物和昆虫传播种子的植物也不可避免的受到影响。由于生境的分解，动物限制在狭窄的区域，不能寻找它们需要的分散的食物资源，使动物产生饥饿。

对于部分在灌丛、草丛中栖息的鸡形目鸟类和各种啮齿类、食肉目的兽类，其栖息地将会被小部分破坏，但它们都具有一定迁移能力，食物来源也呈多样化趋势，所以工程不会对它们的栖息造成巨大的威胁。而对于爬行动物而言，在低海拔分布的蜥蜴类及蛇类等爬行动物，由于原分布区被部分的破坏，以及公路运营会导致这些动物的生活区或活动区向上迁移。

此外，公路建设还会导致乡镇居民向路边迁移，将使这些动物原有的活动、觅食范围缩小，其种类和数量将会相对减少或向邻近地区转移。

③ 环境污染对动物的影响

高速公路上行驶的车辆排放的废气、噪声、振动及路面径流污染物等对动物的生存环境造成污染，降低了动物的生存环境，迫使动物寻找其他的活动和栖息

场所，尤其是栖息在河流附近的两栖和爬行动物会受到一定影响。同时，营运期交通噪声和夜间车辆行驶时灯光对动物的栖息和繁殖有一定的不利影响，影响动物的交配和产卵。

拟建公路评价路段主体工程均为地下工程，洞身对营运期车辆运行噪声、振动传播有较大的阻隔、遮蔽作用，车辆运行噪声、振动较地面工程影响较小。根据“4.5.2 营运期大气环境质量影响分析”相关内容，营运期隧道出口的CO浓度在100m处为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ，换算可得 NO_2 浓度为 $0.14\text{mg}/\text{m}^3$ ，可达到满足《大气环境质量标准》（GB3095-2012）1类区小时平均标准限值，隧道出口车辆尾气污染影响主要集中在洞口100m范围内，对该区域内的野生动物生境造成一定影响，但动物选择生境和建立巢区时通常会回避和远离污染源，因此，评价路段工程环境污染对野生动物的影响较小。

4.1.2.3 对水生生态的影响分析

本项目隧道进出口临近李曹河，路线临近杨家庄水库，上述河流、水库由于水生生物资源贫乏，种类单一，数量少，为少量浮游生物和很少的常见野生鱼类。本次评价水生生物影响的重点为鱼类。

（1）施工期对鱼类影响分析

本项目沿线周边的主要河流、水库有李曹河和杨家庄水库，隧道出口距离李曹河420m，距离杨家庄水库1.18km。据现场调查，评价范围内未发现国家及山西省重点保护野生鱼类，也未发现有鱼类的产卵场、繁殖场、索饵场和洄游通道。

本项目建设内容包括隧道和斜井工程，未在河床、水体中布设工程，无涉水作业，工程施工不会扰动河流水体，只要做好施工管理工作，严格控制施工作业范围，禁止将施工废渣、废水等排入河流，公路建设不会导致沿线河流水质和水生生态发生变化，不会影响鱼类的生境条件，不会影响鱼类的生存、生长和繁殖，不会使鱼类的种群结构和数量发生改变。

（2）营运期对河流鱼类影响分析

本项目未在沿线河床、水体中布设工程内容，无涉水作业，工程建设不会对沿线河流水体的水生生态产生不良影响。公路建成通车后，正常情况下，不会影响到河流水体的水生生态系统。

（3）环境风险事故对水生生态的影响

本项目沿线河流水体包括李曹河和杨家庄水库，项目距离最近的河流为李曹河，约30m（3#斜井）。公路营运期间运输货物种类繁多，存在发生环境风险事故的可能性，一旦发生交通事故，发生油类等泄露情况，泄露物可能沿路面、边沟等进入隧道进出口河流水体，可能会对水体产生影响。本次评价要求隧道和斜井内设置防渗排水沟，两端均设置事故水收集池，并作防渗处理，一旦出现危化

品运输事故，发生泄漏后，及时进行收集处理，防止有害物质进入水体。

此外，高速公路运营部门应制定环境风险应急预案，从工程、管理等多方面落实预防手段，加强运输车辆管理，以降低该类事故的发生率，把事故发生后对环境的危害降低到最小程度。

4.1.2.4 对重要物种的影响

拟建公路评价路段评价范围内重要物种包括野生植物 10 种、野生动物 48 种。

4.1.2.4.1 对重点保护和“三危”植物的影响

评价范围内植物类重要物种有 10 种，包括国家重点保护野生植物 1 种，为水曲柳；山西省重点保护野生植物 6 种，为脱皮榆、漆树、文冠果、刺楸、党参、桔梗；易危物种 3 种，包括水曲柳、核桃楸、脱皮榆。

根据《山西霍山省级自然保护区拟调整区域科学考察报告》（2022 年 5 月报批稿）、《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》（2022 年 5 月报批稿）、《青兰国家高速公路长治至延安（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）对山西霍山省级自然保护区生物多样性影响评价报告》（2022 年 10 月报批稿）等相关资料，保护区内水曲柳主要分布在小涧峪沿线一带；核桃楸主要分布在大南坡沿线一带；脱皮榆、桔梗、文冠果主要分布在芦雨沟沿线一带，距离拟建公路约 0.39km（K139+910 左）；漆树、刺楸主要分布在寥池沿线一带，距离拟建公路约 2.13km（K141+480 左）；党参主要分布在米黄沟沿线一带，距离拟建公路约 3.63km。

保护区路段施工便道途经小涧峪、寥池、芦雨沟、王家岭，因此生态野外调查将小涧峪、芦雨沟、寥池等地作为重点调查区域（大南坡、米黄沟不在本次评价范围内）并兼顾隧道出口、斜井出口等其他区域。根据 2022 年 10 月 28 日~2022 年 10 月 31 日、2020 年 10 月 9 日~2020 年 10 月 10 日、2021 年 7 月 9 日~2021 年 7 月 10 日多次生态野外调查结果，评价范围发现水曲柳 2 株（K141+970 右 0.55km），距离施工便道边界最近约 14m，不在工程占地范围内；核桃楸 10 株（K137+870 右 0.24km 发现 6 株，K141+505 左 2.87km 发现 4 株），距离施工便道边界最近约 30m，不在工程占地范围内；此外，未发现其他重要物种。

根据资料收集和现场调查情况，拟建公路隧道出口和斜井出口占地不是重要物种的集中分布区域，现场调查期间也未发现散生个体，但不排除施工期间发现；小涧峪、芦雨沟、寥池是重要物种的主要分布区域，现场调查期间发现散生的水曲柳、核桃楸，均不在工程占地范围内，距离施工便道边界最近约 14m，但不排除施工过程中发生重要物种。因此，本次评价要求严格控制施工作业范围，严格按照批复范围进行施工，不得超范围占地；不得在工程批复区以外，乱砍滥伐植物，确保本区植物资源的安全；建议施工区张贴重要物图片，加强施工人员教育；

在施工过程中如发现散生的重要物种应进行挂牌和标记，并进行避让，如无法避让，工程施工过程中应进行迁地保护，迁地保护由当地林业部门负责实施和管理，迁地要遵守就近保护原则，并保证迁地保护植物的成活率。在做好生态保护措施的前提下，拟建公路建设对重要物种的影响较小。

4.1.2.4.2 对重点保护和“三危”动物的影响

评价范围内动物类重要物种有 48 种，包括国家 II 级重点保护野生动物的有 12 种，为鸟类 9 种：勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鸮、普通鸮、红角鸮、红隼、红脚隼，哺乳类 3 种：赤狐、黄喉貂、豹猫；山西省重点保护野生动物 33 种，包括北刺猬、亚洲狗獾、黄鼬、狍、猪獾、中介蝮、虎斑颈槽蛇、中国林蛙、黑斑侧褶蛙、山斑鸠、大杜鹃、戴胜、普通翠鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、长尾山椒鸟、红尾伯劳、星鸦、煤山雀、沼泽山雀、褐头山雀、大山雀、银喉长尾山雀、鹪鹩、褐河乌、北红尾鸲、红尾水鸲、白额燕尾、灰鹡鸰、白鹡鸰、黄鹡鸰、黄喉鹡、棕眉山岩鹡；易危物种 3 种，包括赤峰锦蛇、大鸮、豹猫。

根据 2022 年 10 月 28 日~2022 年 10 月 31 日、2020 年 10 月 9 日~2020 年 10 月 10 日、2021 年 7 月 9 日~2021 年 7 月 10 日多次生态野外调查结果，评价范围发现重点保护野生动物银喉长尾山雀、北红尾鸲、狍、凤头蜂鹰、普通鸮、大斑啄木鸟、煤山雀、黄鹡鸰、戴胜个体或粪便、足迹、鸣叫等。

(1) 对重点保护兽类的影响

评价范围内哺乳纲重点保护野生动物 8 种，包括 II 级重点保护野生动物 3 种，包括赤狐、黄喉貂、豹猫，山西省重点保护动物 5 种，包括东北刺猬、亚洲狗獾、黄鼬、狍、猪獾。评价范围内易危物种 1 种，为豹猫。

① 生境影响

食肉类动物赤狐、黄喉貂、豹猫、猪獾等属于中型、中小型兽类，在霍山自然保护区主要分布于高、中低山区阔叶林、针阔混交林、灌草丛、丘陵等环境中，选择天然岩石裂缝、树洞作为栖息位点，活动区域较广；食性杂，尤喜食动物性食物，有时也盗食农作物，无单一食源物种，食源在评价区内广泛分布。评价区内的阔叶林、针阔混交林、灌草丛内均可能分布，生境面积约 3718.32hm²，拟建公路主体工程为地下工程，评价区内永久占地占用生境面积 2.83hm²，临时工程占用生境面积 7.69hm²，生境占比 0.29%，公路建设对猪獾等的生境状况影响很小。

东北刺猬广泛分布于灌丛、草丛、荒地、森林等多种环境中，在灌木丛、树根、石隙等处穴居，食昆虫和蠕虫，兼食小型鼠类、幼鸟、鸟卵、蛙、蛇以及蜥蜴等小动物，亦喜食瓜果、蔬菜、豆类等农作物，以及野果、树叶、草根等植物性食物，食源在评价区内广泛分布。评价范围内评价范围内的阔叶林、灌草丛、

田野、村庄附近均可能分布，生境面积约 1436.91hm²，评价区内永久占地占用生境面积 2.06hm²，临时工程占用生境面积 7.25hm²，生境占比 0.64%，公路建设对东北刺猬的生境状况影响很小。

黄鼬属于小型兽类，栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近，农村的田野耕地中很常见，夜行性，尤其是清晨和黄昏活动频繁，食性很杂，主要以小型哺乳动物为食。评价范围内评价范围内的阔叶林、灌草丛、田野、村庄附近均可能分布，生境面积约 336.17hm²，评价区内永久占地占用生境面积 1.51hm²，临时工程占用生境面积 3.94hm²，占用比例 1.62%，公路建设对黄鼬的生境状况影响较小。

② 施工阻隔影响

施工过程中，施工机械噪声、夜间光源和人类活动可能会迫使上述动物远离原工程区域及周边的生境，使其活动范围缩小，对其活动及迁徙可能造成一定的影响；施工便道部分利用现有巡护道路进行拓宽改造，拓宽线路长 12.379km，部分利用既有道路作为施工便道，长度为 2.311km，一定程度上加重了栖息地已有的分割状态，项目建设对其迁移和繁衍存在一定影响。由于巡护道路形成已经，道路两侧野生动物对人为活动已有一定适应能力，加之上述物种在保护区广泛分布，适于其生存、活动的生境较为广泛，且哺乳具有较强的迁徙能力，会远离施工影响区迁入适宜其栖息的生境，故公路施工对其活动阻隔影响较小。施工期间，通过加强施工管理、合理安排施工时间、控制施工范围等方式对上述保护动物加以保护，工程建成后随着施工结束后生态恢复的实施、沿线植被的逐渐恢复，生态环境好转，项目建设的影响将逐渐降低。

③ 公路运营阻隔、环境污染影响

拟建公路评价路段主体工程包括隧道 1 处、斜井 3 处，均为地下工程，主体工程的建设 and 运行不会对野生动物造成阻隔影响。

拟建公路评价路段主体工程均为地下工程，洞身对营运期车辆运行噪声、振动传播有较大的阻隔、遮蔽作用，车辆运行噪声、振动对地表动物的影响较小。营运期车辆尾气通过隧道和斜井排出隧道，废气污染物对动物的生存环境造成污染，降低了动物的生存环境；根据“4.5.2 营运期大气环境质量影响分析”相关内容，营运期隧道出口的 CO 浓度在 100m 处为 0.5mg/m³，换算可得 NO₂ 浓度为 0.14mg/m³，可达到满足《大气环境质量标准》（GB3095-2012）1 类区小时平均标准限值，隧道车辆尾气污染影响主要集中在洞口 100m 范围内，对该区域内的野生动物生境造成一定影响；洞口污染物的排放，迫使动物寻找其他的活动和栖息场所，由于评价区适宜其生存的生境较为广泛、食源丰富，对其种群数量、种群稳定性整体影响较小。

(2) 对重点保护鸟类的影响

评价范围内可能分布的鸟纲重点保护野生动物 18 种, 其中国家 II 级重点保护野生动物 9 种, 包括勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鵟、普通鵟、红角鸮、红隼、红脚隼; 山西省重点保护野生动物 24 种, 包括山斑鸠、大杜鹃、戴胜、普通翠鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、长尾山椒鸟、红尾伯劳、星鸦、煤山雀、沼泽山雀、褐头山雀、大山雀、银喉长尾山雀、鹳鹬、褐河乌、北红尾鸲、红尾水鸲、白额燕尾、灰鹡鸰、白鹡鸰、黄鹡鸰、黄喉鹡鸰、棕眉山岩鹨; 易危物种 1 种, 为大鵟。

① 对鸟类生境的影响

鸟类的活动范围非常广泛, 其栖息的生境条件也多种多样。大杜鹃、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、星鸦、煤山雀、大山雀、银喉长尾山雀等多栖息于针叶林、阔叶林等森林地带, 评价区生境面积约 3220.24hm^2 , 工程永久占地占用生境面积 1.32hm^2 , 临时工程占用生境面积 4.33hm^2 , 占用比例 0.17%; 红尾伯劳等栖息于疏林、林缘及灌丛, 评价区生境面积约 210.68hm^2 , 工程永久占地占用生境面积 1.75hm^2 , 临时工程占用生境面积 4.81hm^2 , 占用比例 3.11%; 北红尾鸲在森林、林缘、村庄及附近的丛林、地边树丛均可能分布, 评价区内生境面积约 3840.43hm^2 , 工程永久占地占用生境面积 1.32hm^2 , 临时工程占用生境面积 4.33hm^2 , 占用比例 0.14%; 黄喉鹡鸰在林缘疏林、农田地边和村庄附近的树丛均可能分布, 评价区生境面积约 358.68hm^2 , 工程永久占地占用生境面积 0.24hm^2 , 临时工程占用生境面积 1.45hm^2 , 占用比例 0.47%。上述保护鸟类生境范围较广, 山地、森林、灌丛、草地、村庄等都是它们的活动和栖息场所, 公路建设占用鸟类生境面积比例在 0.14~3.11% 之间, 评价区有大量的相似生境, 公路建设对它们的生境占用影响较小; 上述鸟类的食源也丰富多样, 昆虫、植物枝叶、种子、果实、动物尸体、小动物等都可作为食物, 无单一食源物种。因此, 项目建设区域只占用鸟类活动和栖息场所的极小部分, 公路建设对上述鸟类的栖息环境、种群数量和食物来源等不会产生明显的影响。

② 对鸟类迁徙的影响

根据现场调查和资料查阅结果, 评价路段调查范围内有留鸟 31 种, 多于其他鸟类, 占该区鸟类总数的 58%, 大杜鹃、红尾伯劳等夏候鸟 14 种, 其余均为冬候鸟和旅鸟。山西省候鸟迁徙通道主要有“沿黄河河道、湿地一线”“桑干河、汾河一线”“滹沱河、清漳河、浊漳河、沁河”等重要“鸟道”, 评价区不是山西省候鸟迁徙的主要通道, 公路建设对候鸟迁徙影响较小。

③ 公路施工、运营对鸟类的干扰影响

拟建公路施工期间由于人为活动频繁、隧道开山放炮的振动、巨响, 施工机

械噪声等会惊吓干扰上述鸟类。据有关学者研究，小于 50dB 的噪声对鸟类的正常活动无明显影响，一般鸟类耐受的最大噪声不超过 87dB，超过该值鸟类会立刻逃离；而公路施工设备噪声一般在 100 dB 左右，据此推算，公路施工噪声影响范围主要在施工区 300m 以内区域，300m 以外区域，鸟类受施工噪声影响很小，因此，公路施工噪声对其周边 300 m 区域的鸟类有干扰影响。鸟类受噪声影响后，会自动远离施工区域，由于评价区适于其生存的生境较多，鸟类适应能力较强，可以通过迁移来避免公路施工对其栖息和觅食的影响。

公路运营期的影响主要是车辆排放的废气、噪声、夜间车辆行驶时灯光对鸟类的栖息和繁殖有一定的不利影响，影响鸟类的交配和产卵。由于本项目隧道均为地下工程，公路运行不影响鸟类的飞行，不会影响到鸟类的栖息地和觅食地。总之，公路建设和运行将产生较多的干扰因子如噪声污染、视觉污染、污染物的排放等，鸟类选择生境和建立巢区时通常会回避和远离公路。

（3）对重点保护爬行类的影响

评价范围内爬行纲重点保护野生动物 2 种，分别是中介蝮、虎斑颈槽蛇。

虎斑颈槽蛇生活于山地、丘陵、平原地区的河流、湖泊、水库、水渠、田地附近，多出没于有水草多蛙蟾之处，以蛙、蟾蜍、蝌蚪、小鱼、昆虫、鸟类、鼠类等为食，每年 6~7 月为繁殖期，10 月开始进入冬眠。虎斑颈槽蛇一般喜欢生活在近水、潮湿、多草的地方，评价范围内适于其生存的区域不多，不是其主要的栖息地；评价区内李曹河、杨庄水库、村庄周边、草丛等有可能分布，生境面积约 68.60hm²，公路建设永久占地区域不涉及其生境，临时工程占用生境面积 0.58hm²，占用比例 0.85%，对其种群数量、分布格局影响较小。

中介蝮一般栖息在平原、丘陵和地形起伏较大的山地，尤以山麓、麦田、路旁、碎石堆、坟地、岩缝、牧草茂盛、灌木丛生等处多见，夏秋时节为其活动旺季，炎热时则早晚活动活跃，中午隐息。耐寒，10 月末始渐入冬眠，翌年 4 月出蛰。食性广，食鼠类、沙蜥、麻蜥、蛙类、山溪鲵、鱼，亦食其他蛇类、小鸟及其卵、昆虫。评价范围内田野、林区均可能分布，生境面积约 126.51hm²，工程永久占地占用生境面积 1.51hm²，临时工程占用生境面积 3.94hm²，占用比例 4.30%，公路建设对中介蝮的生境状况有一定影响。公路施工和运行对其迁徙、觅食活动有一定的限制，但由于爬行类动物生境范围较大，评价区内相似生境较多，公路建设不会影响其正常的栖息觅食。受公路施工及运行噪声、灯光等影响，中介蝮会远离公路占地区域向其他适宜生境扩散，会使项目区周边的种群密度降低，但不会影响其整体种群数量、类型分布。

4.1.2.5 对生态系统的影响

（1）对生态系统类型的影响分析

公路建设将使原占地范围内的植被铲除，形成城镇生态系统，势必导致评价范围内自然生态系统类型减少，城镇生态系统面积增加。

本项目项目施工对生态系统的影响主要体现在隧道和斜井洞口及便道施工对占地范围内的植被破坏影响，使其生态系统类型由森林生态系统、灌丛生态系统暂时性地变为城镇生态系统，后期随着生态恢复措施的实施，恢复施工期间破坏的植被，新增便道范围生态系统逐渐恢复为森林生态系统，经 3~5 年可基本恢复至施工前水平。

根据评价范围生态系统类型图和工程设计资料，采用图形叠置法对便道建设前后工程占地范围内生态系统类型变化情况进行分析，并利用 ArcGIS 进行面积统计，拟建公路评价路段施工便道工程建设前后（生态恢复前）生态系统类型面积变化情况见表 4.5。

表 4.5 评价路段工程建设前后生态系统类型变化情况表

序号	生态系统类型	工程实施前 评价范围内 生态系统类 型面积 (hm^2)	工程占地 范围内生 态系统类 型面积 (hm^2)	工程实施后 评价范围内 生态系统类 型面积 (hm^2)	工程实施前 后生态系统 类型变化情 况 (hm^2)	工程实施前 后生态系统 类型变化率 (%)
1	森林生态系统	3630.78	1.32	3629.46	-1.32	-0.04
2	灌丛生态系统	87.54	1.51	86.03	-1.51	-1.72
3	草地生态系统	38.97	0.00	38.97	0.00	0.00
4	农田生态系统	209.66	0.00	209.66	0.00	0.00
5	城镇生态系统	36.19	0.00	39.02	+2.83	+7.82
6	湿地生态系统	3.75	0.00	3.75	0.00	0.00
合计		4006.89	2.83	4006.89	0.00	

(注：“+”表示增加，“-”表示减少)

由表 4.5 知，公路建成后，森林生态系统面积减少 1.32hm^2 ，下降率 0.04%；灌丛生态系统面积减少 1.51hm^2 ，下降比率 1.72%；城镇生态系统面积增加 2.83hm^2 ，增加比率 7.82%；草地生态系和农田生态系统无变化。总之，公路建成后，评价范围内的森林生态系统、灌丛生态系统类型总体下降，下降比率 0.04~1.72%，变幅较小，公路建设会使评价范围内的生态系统类型短期发生变化，但随着施工结束，及时进行生态恢复，恢复施工期间破坏的植被，新增便道范围生态系统逐渐恢复为森林生态系统，不会导致生态系统类型、组成结构发生根本性改变。

(2) 对植被生物量损失的影响分析

公路建设使公路沿线及其周围自然植被遭受破坏，将导致植被生物量损失。根据相关研究机构研究成果，对拟建公路评价路段工程征占地引起的植被生物量

损失进行了估算，结果见表 4.6。

表 4.6 评价路段施工便道工程征占地植被生物量损失估算表

植被类型	平均生物量 (t/hm ²)	植被生物量损失		评价范围内 总生物量 (t)	比例 (%)
		占用面积 (hm ²)	生物量 (t)		
针叶林（油松）	25.36	0.77	19.53	53750.58	0.04
阔叶林（栎类）	90.48	0.55	49.76	99594.97	0.05
灌木林	13.14	1.51	19.84	1150.32	1.72
合计	-	2.83	89.13	154495.87	0.06

注：针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌木林平均生物量参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16(5)：497-508）中有关数据，其中针叶林参照油松的平均生物量 25.36t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生物量 90.48t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生物量 13.14t/hm²。

从表 4.6 可知，拟建公路评价路段工程施工期征占用土地所导致的植被生物量总损失 89.13t，占评价范围内生物量的 0.06%；阔叶林的生物量损失最大，生物量损失 49.76t/a，约占评价范围内总生物量的 0.05%；针叶林、灌木林的生物量损失相对较小，损失量分别为 19.53t/a、19.84t/a。

（3）对植被生产力损失的影响分析

公路建设使公路沿线及其周围植被遭受破坏，将导致植被生产力减少。根据相关研究机构研究成果，对拟建公路评价路段工程征占地引起的植被生产力损失进行了估算，结果见表 4.7。

表 4.7 评价路段工程征占地植被生产力损失估算表

植被类型	平均生产力 (t/hm ²)	植被生产力损失		评价范围内生产 力 (t/a)	比例 (%)
		征占用面积 (hm ²)	生产力 (t/a)		
针叶林（油松）	3.6	0.77	2.77	7630.21	0.04
阔叶林（栎类）	8.85	0.55	4.87	9741.55	0.05
灌木林	8.78	1.51	13.26	768.63	1.72
合计	-	2.83	20.90	18140.39	0.12

注：针叶林、阔叶林、灌木林平均生产力参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16(5)：497-508）有关数据，其中针叶林参照油松的平均生产力 3.60t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生产力 8.85t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生产力 8.78t/hm²。

从表 4.7 可知，拟建公路评价路段征占用土地所导致的植被生产力损失 20.90t/a，约占评价范围内总生产力的 0.12%，其中灌木林的生产力损失最大，损

失 13.26t/a，占比为 1.72%，针叶林、阔叶林的生产力损失相对较小，占比分别为 0.04%、0.05%。

4.1.2.6 对生物多样性的影响分析

拟建公路穿越山西霍山省级自然保护区，已委托相关单位编制了《青兰国家高速公路长治至延安（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）对山西霍山省级自然保护区生物多样性影响评价报告》专题报告，专题报告参照《自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范》（LY/T2242-2014），采用综合评分法计算生物多样性指数（BI），并根据 BI 得分情况，评价建设项目对生物多样性的影响程度。

（1）生物多样性评价体系概况

① 评价指标体系及权重

综合评分法评价指标由一级指标和二级指标构成，其中一级指标 6 个、二级指标 26 个；各评价指标权重值根据保护区和建设项目的性质及实际情况确定影响程度，影响程度共分三类，分别为中低度影响（对应分值 50 分），中高度影响（对应分值 70 分）、严重影响（对应分值 90 分），权重值由评价专家组成员对各项指标进行权重打分之后计算各项的平均值得到。

② 生物多样性影响指数（BI）

各项生物多样性影响因子的评分结果，按照《自然保护区建设项目对生物多样性影响评价技术规范》（LY/T 2242-2014）规定的权重指数和计算方法，计算生物多样性影响指数（BI）：

$$S_i = \sum_{j=1}^n (N_j \times W_j) \quad (\text{式 6})$$

$$BI = \sum_{i=1}^6 (S_i \times W_i) \quad (\text{式 7})$$

式中：

S_i ——一级指标分值；

N_j ——二级指标分值；

W_j ——二级指标权重值；

W_i ——一级指标权重值。

③ 生物多样性影响程度

生物多样性影响程度分级根据生物多样性影响指数（BI）得分情况，将建设项目对生物多样性的影响程度分为中低度影响、中高度影响、严重影响三级。影响程度分级表见表 4.8。

表 4.8 生物多样性影响程度分级表

级别	中低度影响	中高度影响	严重影响
影响指数得分（BI）	BI<60	60≤BI<80	BI≥80

（2）生物多样性评价

本次生物多样性评价内容主要引用上述专题报告主要内容和结论，生物多样性影响评价主要从景观/生态系统、生物群落、种群/物种、主要保护对象、生物安全、社会因素等六个方面进行分析。

① 对景观/生态系统的影响

地文景观、水域景观、生物景观、天象与气候景观、建筑与设施五大类在保护区和山西省为常见类型，不是特有类型。评价区生态系统类型在当地和整个山西都较为常见，不具有特有性，项目建设不会改变景观/生态系统的类型及其特有程度。

项目建设以地下隧道方式穿越霍山自然保护区的实验区，地面工程主要为隧道和斜井洞口占地以及施工便道等临时占地，建设期间会清除一定的植被，使生物景观类型面积有所减少，在一定程度上使评价区的生态景观呈现出不和谐的视觉效果，建设施工期间的便道挖方、填方、物料运输等对地表植被有一定的破坏作用，植被覆盖率下降，对原有景观的完整性以及美学价值，自然植被覆盖造成一定程度的影响。

项目建设涉及到挖方、填方、建筑材料运输、置放，人员活动等，对原有的地貌和植被造成一定程度的破坏，短时间内可能造成一定的水土流失；随着洞口绿化以及临时占地植被恢复，可将水土流失控制在较小范围内。

② 对生物群落的影响

评价区内的生物群落有华北落叶松林、油松林、白皮松林、侧柏林、油松 + 辽东栎林、山杨林、白桦林、黄刺玫灌丛等，这些群落在本区和山西省分布广泛。工程建设会导致保护区地表植被面积减少，项目永久占地面积 2.83hm^2 ，临时占地中林地面积为 8.27hm^2 ，占地较小，不会对评价区生物群落内的植物关键种形成威胁，施工期的生境破坏和干扰会在一定程度上影响到陆生动物的自由通行，扰乱野生动物安静的栖息环境，影响其正常活动规律，建设期间及完成后会对临时占地区域进行植被恢复，上述影响逐渐减弱。且工程施工范围窄，对整个保护区生物群落的形态结构、生态结构以及营养结构等影响较小。

③ 对种群/物种的影响

评价区内分布国家重点保护植物 1 种，山西省重点保护植物 6 种；国家二级重点保护动物 12 种，山西省重点保护动物 33 种，这些物种在保护区内广泛分布，项目建设及运营期对其正常栖息和生存带来的影响较小。评价区不属于中国特有

种、主要保护物种的唯一分布区、觅食地和繁殖地，项目施工期间产生的人为活动干扰，会对此区域内的啮齿动物、小型鸟类的种群数量造成一定程度的影响，从而影响其天敌的种群数量，但影响程度很小，不会造成某一类群的物种在评价区域内大量消失，项目便道线路较长，一定程度上加重了栖息地已有的分割状态。可能会对省级重点保护野生动物猪獾、狍等动物，中国特有种山地麻蜥、赤峰锦蛇等两栖、爬行野生动物造成隔离，项目建设对其迁徙、散布和繁衍存在一定影响。

④ 对主要保护对象的影响

霍山自然保护区主要保护对象为国家重点保护野生动植物金钱豹、原麝、黑鹳、金雕、核桃楸、水曲柳及森林生态系统。

影响评价区未发现金钱豹、原麝、黑鹳、金雕等保护动物。工程施工时产生的噪声及震动可能对评价区以外分布的动物造成轻微干扰，但施工期较短，随着施工期的结束，这种干扰将逐渐消失。项目占地区域的植被类型主要有辽东栎林、油松林、华北落叶松林等，这些植被类型在保护区和整个山西都较为常见，不具有特有性。施工期可能会清除部分植被，对巡护道路两侧的植物多样性和植被造成一定程度的破坏，但运营期会及时进行植被恢复。评价区内分布有核桃楸、水曲柳，多为零星小片分布，不属于核桃楸、水曲柳的集中分布区。项目建设施工面窄，分段施工，对主要保护对象的种群数量及生境面积影响较小

⑤ 对生物安全的影响

本项目建设期间使用的开挖铺设工具、材料、施工机械及运输车辆等属于非生物材料，没有域外国家的产品，对该区域原有生态系统的结构和功能几乎不产生影响，外来物种或有害生物入侵的可能性很小。本工程沿线动植物为常见种，不是重点保护对象集中分布活动区域，导致保护区某些物种灭绝和遗传资源的丧失的可能性较小。本工程建设期间，施工人员和机械的进入使该区域人为干扰程度增加，导致火灾事故发生的可能性增加，车辆行驶、器械工作产生的噪声，会对道路两侧 300m 范围形成噪音污染影响区域。项目开展过程中挖掘等作业方式也存在一定风险，如边坡垮塌、坍塌、高处坠落等，在施工和运营过程中，施工方需要严格执行施工安全制度，消除事故隐患，保证工程安全进行。

⑥ 对社会因素的影响

本工程是黎霍高速的关键性工程，一定程度上缓解了长邯高速和大运高速公路的交通压力，连通了长治东缘与临汾北缘，增强了山西省中南部地区的交通联系，提高了当地的交通运输条件，有助于促进当地旅游资源及区域经济的发展，有利于当地农村公路网的完善，洪洞、霍州、古县三县（市）各级政府对该项目建设给予了大力支持。项目建设可提供就业机会，有利于改善群众生活质量。项

目通过工程占地补偿，能够获取部分资金，用于保护区进行动植物动态监测等工作。但项目的施工和运营增加了山西霍山省级自然保护区的管理工作量和管护难度，另外，施工期间物料运输、噪音等会对周边环境造成一定影响。

综上所述，拟建公路对山西霍山省级自然保护区综合影响指数 $BI=55.92 < 60$ ，项目建设对山西霍山省级自然保护区具有中低度影响。

4.1.2.7 对山西省霍山自然保护区影响分析

4.1.2.7.1 本项目与自然保护区位置关系及工程方案

（1）本项目与自然保护区位置关系

本项目 K136+190~K144+820 共计 8.63km 路段以隧道方式穿越该自然保护区实验区。本项目与该自然保护区位置关系见图 3.25。

（2）保护区路段工程组成

本项目主体工程包括隧道工程、3 处斜井，临时工程包括 3 处弃渣场、8 处施工生产生活区和施工便道，上述主体工程和临时工程与自然保护区的位置关系见下文：

①主体工程

本项目主体工程中隧道工程 8.68km 路段位于自然保护区实验区内，隧道进口位于自然保护区外，隧道出口位于自然保护区内，地面工程为隧道出口，占用自然保护区内土地 1.31hm^2 ，占地类型为乔木林地 0.51hm^2 ，灌木林地 0.8hm^2 。

本项目太岳山隧道共设置 3 处斜井（1#、2#、3#），其中 1#斜井出口 0.28hm^2 位于保护区实验区内，占地类型为乔木林地 0.21hm^2 ，灌木林地 0.07hm^2 ，2#、3#斜井出口位于保护区实验区内，2#斜井占地面积为 0.62hm^2 ，占地类型为乔木林地 0.32hm^2 ，灌木林地 0.3hm^2 ，3#斜井占地面积为 0.62hm^2 ，占地类型为乔木林地 0.28hm^2 ，灌木林地 0.34hm^2 。

②临时工程

本项目临时工程包括 3 处弃渣场、8 处施工生产生活区和施工便道，3 处弃渣场均位于自然保护区外，8 处施工生产生活区中，位于自然保护区内的施工生产生活区为 2 处，即 4#和 5#施工生产生活区，施工便道中位于自然保护区内的施工便道为 14.69km，包括利用既有施工便道 2.311km，拓宽改造既有道路 12.379km。

a.施工生产生活区

4#施工生产生活区占地面积为 1.97hm^2 ，占地类型为乔木林地 1.08hm^2 ，灌木林地 0.89hm^2 ，5#施工生产生活区占地面积为 1.97hm^2 ，占地类型为乔木林地 1.1hm^2 ，灌木林地 0.87hm^2 。

b.施工便道

施工便道中位于自然保护区内的施工便道为 14.69km，包括利用既有施工便道 2.311km，为进入杨家庄水库上游隧道顶部加固工程设置的施工便道，道路平均宽度 6.5m，占用自然保护区土地 1.50hm²，占地类型全部为道路用地；拓宽改造既有道路 12.379km，道路平均宽度 6.5m，占用自然保护区土地 8.05hm²，占地类型包括道路用地 3.72hm²，乔木林地 2.15hm²，灌木林地 1.6hm²，其他草地 0.58hm²。

此外，本项目未在保护区路段设置服务区、收费站、隧道管理站等附属设施，太岳山隧道附属设施隧道管理站、隧道救援管理站等均位于保护区范围之外，相关工程内容已纳入黎霍高速公路环评并予以评价。因工程施工需求，本项目在保护区实验区内共设 2 处施工生产区和必要的施工便道，除此以外，未设置取土、弃渣场、拌合站等其他临时工程。

本项目穿越山西省霍山自然保护区路段工程平面布置详见附图 1。具体工程规模如下：

① 隧道

路段桩号 K136+190~K144+820，长度 8.63km，进口位于自然保护区外，作业区总占地面积 0.87hm²；出口位于该自然保护区实验区边缘，出口作业区占地面积 1.31hm²。

② 斜井

1#斜井：起点桩号 K137+540，长度 1.7km，施工作业区占地面积 0.71hm²，其中 1#斜井出口 0.28hm² 位于保护区实验区内，0.43hm² 位于保护区外；

2#斜井：起点桩号 K140+800，长度 1.8km，出口位于该自然保护区实验区内，实验区内施工作业区占地面积 0.62hm²；

3#斜井：起点桩号 K142+680，长度 0.7km，出口位于该自然保护区实验区内，实验区内施工作业区占地面积 0.62hm²。

③ 施工便道

为满足 2#、3#斜井运渣需求，需在保护区路段设置施工便道 12.379km，均利用保护区巡护道路，路基宽 3~5m，拓宽至 6.5m，施工便道总占地面积为 8.05hm²，新增占地面积 4.33hm²，利用既有道路用地 3.72hm²。此外，5#施工生产生活区为杨家庄水库上游隧道顶部加固场地，施工期间利用既有杨家庄水库道路，占地面积为 1.50hm²。

④ 施工生产区

为满足 2#、3#斜井洞口施工及杨家庄水库加固工程需求，在保护区路段共设置 2 处施工场地（S4、S5），其中 S4 为物料堆放和机械设备停放场地，S5 为杨家庄水库加固施工场地，均不含拌合站等排污设施，S4 占地面积 1.97hm²，S5 占地面积 1.97hm²，总占地面积 3.94hm²。

保护区路段内工程内容见表 4.9。

表 4.9 拟建公路位于保护区内工程一览表

序号	路段	工程形式	功能分区	里程(km)	备注
				长度	
1	K136+190~K144+820	太岳山隧道	实验区	8.63	隧道出口（双洞）位于自然保护区实验区内
2	K137+540	1#斜井	实验区	1.7	斜井出口 0.28hm ² 位于保护区实验区
3	K140+800	2#斜井	实验区	1.8	斜井出口作业面位于实验区
4	K142+680	3#斜井	实验区	0.7	斜井出口作业面位于实验区
5	K142+500~K142+650	施工生产区 4	实验区	-	
6	K143+800~K144+050	施工生产区 5	实验区	-	
7	-	施工便道	实验区	14.69	

（3）保护区路段工程占地

本项目在该自然保护区内主体工程包括隧道 1 座、斜井 3 处，临时工程包括施工生产区 2 处和施工便道。自然保护区内地面永久占地包括 1#、2#、3#斜井出口作业面、隧道出口作业面占地，临时占地包括 2 处施工生产区和施工便道占地，总占地面积 16.32hm²。

上述工程现状照片见图 4.4，自然保护区内工程布局方案见图 4.5，保护区内地面占地情况见表 4.10。



图 4.4 本项目保护区路段工程生态现状

表 4.10 保护区内地面工程占地面积及类型

工程项目	面积 (hm ²)					群落类型	生态公益林、保护林地、天然林涉及情况	备注
	乔木林地	灌木林地	交通运输用地	其他草地	小计			
永久占地								
1#斜井作业面	0.21	0.07	0	0	0.28	植被类型以小叶鼠李、连翘、荆条、三裂绣线菊、黄花蒿、益母草、黄香草木樨、早熟禾、针茅、委陵菜等灌丛和灌草丛为主，其次为油松、华北落叶松、辽东栎等针阔叶林	涉及省级生态公益林 0.28hm ²	斜井洞口作业占地
2#斜井作业面	0.32	0.3	0	0	0.62	针叶阔叶林以辽东栎为主，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等，灌木主要有三裂绣线菊、金银忍冬、荆条、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛	涉及国家二级生态公益林 0.62hm ²	斜井洞口作业占地
3#斜井作业面	0.28	0.34	0	0	0.62	灌木有水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	涉及国家二级生态公益林 0.62hm ²	斜井洞口作业占地
隧道出口作业面	0.51	0.8	0	0	1.31	植被类型主要为白皮松、油松、侧柏、辽东栎、山杨等针阔混交林，其次为水栒子、黄刺玫、小叶鼠李、河朔茺花、多花胡枝子、本氏木兰、铁杆蒿、黄花苜蓿、车前、细叶苔草、早熟禾、针茅、委陵菜等组成的灌丛和灌草丛	涉及国家二级生态公益林 1.31hm ²	隧道出口作业占地
小计	1.32	1.51	0	0	2.83			

表 4.10 保护区内地面工程占地面积及类型 (续)

工程项目	面积 (hm ²)					群落类型	生态公益林、保护林地、天然林涉及情况	备注
	乔木林地	灌木林地	交通运输用地	其他草地	小计			
临时占地								
施工生产区 4	1.08	0.89	0	0	1.97	灌木主要有水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	涉及国家二级生态公益林 1.97hm ²	
施工生产区 5	1.1	0.87	0	0	1.97	灌木主要有水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、和朔莠花等，与铁杆蒿、白羊草、地榆、水蓼等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	涉及省级生态公益林 1.97hm ²	
施工便道	2.15	1.6	5.22	0.58	9.55	灌木主要有黄刺玫、沙棘、水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	涉及省级生态公益林 3.75hm ²	
小计	4.33	3.36	5.22	0.58	13.49			
合计	5.65	4.87	5.22	0.58	16.32			

（3）保护区路段不可避让性和施工工艺及施工保护性替代方案

本项目在自然保护区内主体工程包括隧道 1 座、斜井 3 处，临时工程包括施工生产区 2 处和施工便道。自然保护区内地面永久占地包括 1#、2#、3#斜井出口作业面、隧道出口作业面占地，临时占地包括 2 处施工生产区和施工便道占地，总占地面积 14.82hm²。

a.不可避让性

本项目为太岳山隧道工程，其路线走向已在 2019 年批复的环评报告中进行了论证，该报告确定的方案出口位于自然保护区内，太岳山隧道为特长隧道，需要设置斜井在营运期进行通风，保障隧道的安全运行。由于隧道有 8.63km 路段位于自然保护区范围内，斜井需要在隧道中段设置，隧道中段基本位于自然保护区内，因此不可避免的在自然保护区内设置斜井出口，在 2021 年开展环评补充报告时，比选确定了隧道“三斜井”方案，已经将原先位于自然保护区核心区（调整功能区前）内的竖井调整为出口位于实验区内的斜井，因此本项目在自然保护区内设置隧道出口和 3 处斜井出口具有不可避让性。

本项目 2#和 3#斜井出口位于自然保护区内，为了施工期斜井掘进出渣，需要在自然保护区内设置 4#施工生产生活区和施工便道，杨家庄水库上游隧道顶部需要进行加固，防止水库上游径流进入隧道，因此需要在隧道顶部设置施工场地开展加固作业，加固作业需要的设备和物料需要通过施工便道运至施工场地。因此，本项目在自然保护区内设置施工生产生活区和施工便道具有不可避让性。

b.施工工艺及施工保护性替代方案

本项目在自然保护区内主要是开展隧道和斜井的掘进作业，主要工艺遵循新奥法施工原理，以超前预测、探测为手段，超前探明地质、涌水情况。施工中管超前、短开挖、弱爆破、强支护、勤检查、勤量测、适时衬砌，稳妥前进，不留隐患，确保安全、确保质量，实现工期。施工时严格按“喷锚构筑法”组织施工，采用无轨运输，充分发挥机械配套的能力。隧道地质差的地段，采取仰拱及时封闭，隧道初期支护采用先拱后墙的顺序，二次衬砌采用拆装式整体式衬砌台车，全断面衬砌，人工配合机械化作业。隧道和斜井开挖产生弃渣，通过施工便道将弃渣运至自然保护区外指定场所进行弃渣，隧道和斜井掘进过程中产生隧道涌水，利用水泵将涌水抽出洞外，通过涌水沉淀池沉淀后外排。隧道和斜井出渣沿施工便道运输，将造成沿线的声环境影响，对自然保护区内动物造成惊扰。

本项目施工过程中隧道洞口和斜井出口应尽量采取隧道零开挖进洞的施工方案，减少隧道洞口和斜井出口不必要的占地，造成不必要的植被损失；隧道和斜井内施工爆破应合理安排作业时间，避开晨昏等动物觅食及活动活跃的时间段，尽量减少对其正常的栖息、觅食造成影响；隧道和斜井出渣严禁随意堆弃于自然

保护区内，应及时清运出自然保护区范围以外，防止造成植被破坏，出渣运输过程中，应限制车速、减少不必要的鸣笛，降低施工便道沿线对自然保护区动物的影响，运渣车辆进行全封闭，防止遗撒，造成施工便道沿线的植被生长受到影响，加大运渣道路的洒水频次，降低扬尘影响。

4.1.2.7.2 黎霍高速公路自然保护区路段项目推进过程

山西省霍山自然保护区于 2002 年 6 月批准建立，原规划面积 17851.7hm²，其中核心区面积为 6474.5hm²、缓冲区面积为 3870.1hm²、实验区面积为 7507.1hm²；原山西省林业厅于 2015 年 9 月组织专家对自然保护区范围及功能区进行了调整，调整后规划面积 17960.2hm²，其中核心区面积 6921.5hm²、缓冲区面积 2774.3hm²、实验区 8264.4hm²。重新调整范围后的黎霍高速公路由仅穿越保护区实验区变为以隧道和路基形式穿越该自然保护区核心区、缓冲区和实验区。

根据《山西省省级自然保护区调整管理规定》，山西省霍山自然保护区自 2016 年 11 月调整之日起，5 年内不得进行再次调整，项目工程进展因此受阻，严重阻碍了国家及山西省省道网规划实施，故山西省人民政府高度重视，并于 2019 年 8 月组织山西省发展改革委、山西省生态环境厅、山西省自然资源厅、山西省林业与草原管理局等部门召开专题会议并形成《山西省人民政府办公厅关于加快推进国高网黎城至霍州高速公路前期工作专题会议纪要》，纪要中原则同意黎霍高速公路以隧道形式穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区，要求省林草局统筹兼顾项目建设、保护区调整等因素，先行出具同意项目路线走向的意见；随后根据该专题会议纪要的要求，山西省林业和草原局出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》（晋林资函〔2019〕370 号），原则同意该项目路线走向，自然保护区核心区、缓冲区内路段在取得有关部门行政许可之前不得开工建设。在此前提下，黎霍高速公路环评中标单位山西省交通环境保护中心站（有限公司）于 2019 年 11 月编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，山西省生态环境厅于 2019 年 12 月对该报告书进行了批复，批复中明确“评价范围不包括 AK133+380~AK144+540 路段共计 11.16km 隧道”，即评价内容未包含穿越山西省霍山自然保护区的太岳山隧道等工程内容。

太岳山特长隧道是控制黎霍高速公路工期的关键控制性工程，隧道通至黎霍通，为推进黎霍高速公路太岳山隧道路段工程进度，2020 年 12 月 28 日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439 号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2020 年黎霍公司

启动太岳山隧道环评，委托中标单位山西省交通环境保护中心站（有限公司）编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》，2021年11月，《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》取得山西省生态环境厅的批复，补充报告评价对象为太岳山隧道路段山西霍山省级自然保护区核心区、缓冲区以外路段，包括穿越山西霍山省级自然保护区实验区路段以及自然保护区范围以外路段。2021年12月，黎霍高速公路补充报告评价路段开工建设。

2021年12月，山西省霍山自然保护区自2016年11月调整之日起已满5年，启动自然保护区调整规划，主要将原太岳山隧道工程（含斜井和施工便道）涉及核心区、缓冲区路段调整为实验区，2022年5月完成《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》，2022年8月29日，山西省人民政府以《关于调整山西霍山省级自然保护区功能区的批复》（晋政函〔2022〕78号），同意调整山西霍山省级自然保护区功能区，调整后原黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越自然保护区核心区和缓冲区路段均变更为实验区。2022年10月，山西省林业和草原局以《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号），同意黎霍高速公路太岳山隧道工程穿越霍山省级自然保护区实验区。

4.1.2.7.3 自然保护区内方案选线可行性分析

（1）与相关法律法规的符合性分析

根据《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日第二次修正）和《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）相关规定，本项目的建设及相关规定的相符性分析具体见表4.11。

表 4.11 与相关保护法律、条例的相符性分析

相关规定	建设内容及符合性分析	符合性结论
<p>《中华人民共和国自然保护区条例》 “第十八条 自然保护区可以分为核心区、缓冲区和实验区。自然保护区内保存完好的天然状态的生态系统以及珍稀、濒危动植物的集中分布地，应当划为核心区，禁止任何单位和个人进入；除依照本条例第二十七条的规定经批准外，也不允许进入从事科学研究活动。核心区外围可以划定一定面积的缓冲区，只准进入从事科学研究观测活动。缓冲区外围划为实验区，可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。”</p>	<p>本项目以隧道形式下穿实验区，隧道进口位于保护区外，隧道出口和路基段位于实验区，地面工程不涉及缓冲区和核心区占地。</p> <p>本项目穿越保护区路段地面工程包括 1#、2#、3#斜井出口作业面、隧道出口作业面以及必要的施工生产区、运渣施工便道占地，均位于实验区内，未在保护区内设置站区等其他附属设施，以及取弃土场、拌合站等其他临时工程，并严格按照保护区主管部门的批复要求，做好施工管理，不越界施工，不进入核心区、缓冲区施工</p>	<p>相符合</p>

表 4.11 与相关保护法律、条例的相符性分析（续）

相关规定	建设内容及符合性分析	符合性结论
<p>“第二十六条 禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。”</p>	<p>本项目为新建高速公路隧道工程。项目不涉及砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等破坏保护区生态环境的活动</p>	<p>相符合</p>
<p>“第三十二条 在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理。”</p>	<p>本项目以隧道形式下穿实验区，未建生产设施，地面工程不涉及缓冲区和核心区占地。 本项目隧道出口、1#、2#、3#斜井出口及必要的施工生产区、运渣施工便道位于实验区，建设内容不涉及污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；未在核心区和缓冲区内建设生产设施</p>	<p>相符合</p>
<p>《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》“（九）实行严格管控。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途。生态保护红线划定后，只能增加、不能减少，因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。因国家重大战略资源勘查需要，在不影响主体功能定位的前提下，经依法批准后予以安排勘查项目。”</p> <p>《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）</p> <p>“（五）进一步提高环评审批效率，服务实体经济……对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”</p>	<p>在项目设计阶段，主导“提高桥隧比，减少生态破坏”的设计理念，多次优化路线方案，以隧道方式穿越山西省霍山保护区，尽量减少路基开挖和填筑所带来的生态破坏、水土流失等影响；以隧道下穿方式通过实验区，隧道进口位于保护区外，出口位于实验区，未在核心区和缓冲区内设置地面工程，工程建设不会直接破坏核心区和缓冲区地面植被，隧道施工不会造成大规模的涌水，对区域地下水和洞顶植被影响较小，基本符合无害化穿越要求。</p> <p>以隧道的方式通过实验区，未在保护区内设置取弃土场、拌合站等其他临时工程，仅设置了隧道施工出渣、营运期通风所需的附属设施斜井以及施工生产区、运渣施工便道，斜井洞口、路基及施工生产区、施工便道占地面积相对整个保护区较小，在做好洞口施工生态护坡、路基及便道施工管理以及后期生态绿化恢复等措施的基础上，工程建设对保护区生态系统完整性和生物多样性影响相对较小。</p> <p>此外，2019年8月31日，山西省林业和草原局发文原则同意该项目路线走向。2020年12月28日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工</p>	<p>相符合</p>

	<p>建设。2022年10月13日，山西省林业和草原局出具《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》，同意调整后的保护区实验区路段进入自然保护区施工</p>	
<p>《关于做好自然保护区范围及功能分区优化调整前期有关工作的函》（自然资函〔2020〕71号） “四、完善功能分区 自然保护区功能分区由核心区、缓冲区、实验区转为核心保护区和一般控制区。 （一）由于原自然保护区核心区、缓冲区管控要求基本接近，故一般情况下，将自然保护区原核心区和原缓冲区转为核心保护区，将原实验区转为一般控制区。” “五、细化管控要求 （一）核心保护区 5.已有合法线性基础设施和供水等涉及民生的基础设施的运行和维护，以及经批准采取隧道或桥梁等方式（地面或水面无修筑设施）穿越或跨越的线性基础设施，必要的航道基础设施建设、河势控制、河道整治等活动。” （二）一般控制区 除满足国家特殊战略需要的有关活动外，原则上禁止开发性、生产性建设活动。仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动： 7.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；已有的合法水利、交通运输等设施运行和维护。”</p>	<p>本项目为高速公路工程，属线性基础设施，以隧道形式穿越保护区，隧道进口位于保护区外，出口位于实验区内，保护区内地面工程包括隧道出口作业面、以及3处斜井出口作业面，均位于实验区内，不涉及缓冲区和核心区占地。</p> <p>2019年8月31日，山西省林业和草原局发文原则同意黎霍公路路线走向。2020年12月28日，山西省林业和草原局以晋林保函〔2020〕439号文同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2022年10月13日，山西省林业和草原局出具《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》，同意调整后的保护区实验区路段进入自然保护区施工。</p> <p>本项目为线性基础设施，全部以隧道方式穿越实验区，路线方案已取得山西省林业和草原局同意意见，满足核心保护区管控要求；本项目不属于开发性、生产性建设活动，经论证（详见本节“4.1.9.3 自然保护区内方案选线可行性分析（2）本项目选线可行性分析”，本项目路线及其斜井方案穿越山西省霍山自然保护区具有不可避让性，路线方案不涉及各县城总体规划范围，满足一般控制区管控要求。</p>	<p>相符合</p>

（2）本项目选线可行性分析

① 黎霍高速公路穿越自然保护区的不可避让性分析

黎霍高速公路是《山西省省道网规划（2021~2035年）》中第十横“黎城下浣~永和永和关（329km）”重要组成部分，路线走廊带为东西走向，起点接现有长邯高速公路，终点与已建成霍永高速公路辛庄枢纽连接，可以说路线起、终点选址是唯一的。黎霍高速公路在山西省省道网规划中与第九横、第十一横距离在40~60km之间，故路线走廊受路网综合规划起终点、中间控制点、工程地质及环境保护等要求，仅有长治市、临汾市北部一个走廊带，而山西省霍山自然保护区位于临汾市北部与晋中市相邻，保护区南北达20km，东西达12km，范围较大，

完全避让实施难度大。若路线向北偏移，需绕行约 20km，里程较长，且会涉及山西灵空山国家级自然保护区、山西省太岳山国家森林公园七里峪景区，同时该路段还存在压覆煤矿、采空区、滑坡、崩塌及松散堆积体等众多不良地质灾害发育，存在工程施工和车辆通行安全风险极高的风险。若路线向南偏移，彻底避让山西省霍山自然保护区，绕行里程较长，较推荐方案里程多 50km 以上，将提升运营成本，并且与临汾北环或临汾联络线走廊重叠，与第十一横长临高速相距过近，不符合高速公路网规划要求。因此，从全区域角度分析，黎霍高速公路无法避开山西省霍山自然保护区，而本项目作为黎霍高速公路的重要组成部分，同时也为穿越山西省霍山自然保护区路段工程，从全区域角度考虑，本项目也无法避让山西省霍山自然保护区。

黎霍高速公路在工可阶段针对穿越山西省霍山自然保护区的太岳山隧道方案设置了 A1、A2 共 2 个局部比选方案，针对完全避让山西省霍山自然保护区设置了 A3、A4 共 2 个局部比选方案，并对上述局部比选方案进行了详细论证，由于受工程规划地质条件、线形指标、煤炭采空区域以及路线起终点位置确定等因素影响，综合比选确定工可推荐方案穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区和实验区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区，因此，从局部区域角度分析，黎霍高速公路不可避免让山西省霍山自然保护区，而本项目作为黎霍高速公路的组成部分，起终点已确定，因此，本项目不可避免让山西省霍山自然保护区。

综上，从全区域、局部区域角度分析，黎霍高速公路无法避开山西省霍山自然保护区，本项目穿越山西省霍山自然保护区具有不可避免性。

此外，针对黎霍高速公路路线方案，山西省林业和草原局于 2019 年 8 月 31 日出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》（晋林资函〔2019〕370 号），原则同意该项目路线走向，自然保护区核心区、缓冲区内路段在取得有关部门行政许可之前不得开工建设。针对黎霍高速公路（不含太岳山隧道工程路段），中标单位山西省交通环境保护中心站（有限公司）于 2019 年 11 月编制完成了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，山西省生态环境厅于 2019 年 12 月对该报告书进行了批复。为加快推进黎霍高速公路建设，实现按期通车，2020 年 12 月 28 日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439 号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2021 年 12 月，山西省霍山自然保护区自 2016

年 11 月调整之日起已满 5 年，启动自然保护区调整规划，主要将原太岳山隧道工程（含斜井和施工便道）涉及核心区、缓冲区路段调整为实验区，2022 年 5 月完成《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》，2022 年 8 月 29 日取得山西省人民政府批复。针对原太岳山隧道涉及核心区、缓冲区路段在自然保护区施工，2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局出具《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定（晋林保许准〔2022〕15 号），同意调整后的保护区实验区路段进入自然保护区施工。

综上所述，本项目线路无法避开山西省霍山自然保护区，选线基本可行。

② 工程布局的合理性分析

a、主体工程布局合理性分析

1) 主体工程布局优化过程说明

黎霍高速公路整体路线方案已确定，而本项目作为黎霍高速公路的组成部分，太岳山隧道起终点已确定，隧道进、出口位置也基本确定，因此，本次评价主要分析已确定的太岳山隧道进、出口方案以及斜竖井方案布局的合理性。

太岳山隧道设计方案在设计阶段已考虑生态保护因素，并经过多次优化，尽量避让保护区，因受工程地质、线型指标、公路设计规范等条件限制不可避免保护区的情况下，尽量将洞口设置在保护区边缘地带、植被覆盖较差的区域，以减轻对保护区植被的破坏影响，尤其是林业资源的损失影响。因受工程地质、线型条件、路网规划等限制，太岳山隧道出口位于保护区的实验区西边界山脚，洞口高程较低，一方面可缩减隧道洞口施工作业面积，另一方面可避免出口路基段高填深挖路段设置，有效减轻植被破坏影响；相较于洞口左右两侧植被，洞口作业面中针阔叶林占地面积更少，相对而言，植被略差，对保护区的植被破坏影响相对较小。

经多次优化，斜竖井设置方案由“2 斜井 1 竖井”方案优化为“3 斜井”方案，通过优化将位于自然保护区核心区内的竖井优化为出口位于自然保护区实验区内的斜井。“3 斜井”方案取消竖井设置，避免核心区地面工程设置，以 3#斜井替代竖井用于营运期隧道通风，斜井出口位于实验区，符合自然保护区管理以及核心保护区管控要求，可避免洞口施工对核心区的不良环境影响；1#斜井出口在保护区实验区内的面积缩减 0.24hm^2 ，2#斜井出口由缓冲区和实验区调至实验区，可减缓斜井洞口施工对保护区缓冲区、实验区的扰动影响；1#、2#斜井洞口作业面积相应减少，占地范围内植被相对较差，以灌草丛为主，洞口施工对地表植被的破坏影响更小。

自然保护区内主体工程布局方案见图 4.5。

2) 工程布局生态影响分析

本项目穿越自然保护区路段主要采取隧道下穿形式，隧道及斜井出口主要占用次生的灌木林地及乔木林地，总占地面积 2.83hm^2 ，包括乔木林地 1.32hm^2 、灌木林地 1.51hm^2 ，工程占地面积较保护区范围而言较小，植被类型以灌草丛为主，均为太岳山地区常见物种。

根据黎霍公路生物多样性评价报告相关结论，本项目生物多样性影响程度为中低度影响，对保护区的生物多样性影响较小。同时本项目作为黎霍高速公路的隧道工程，设计阶段避免了在保护区内设置收费站、服务区、停车区以及互通立交等附属设施，避免了对保护区进一步的扰动。因此，本项目在自然保护区内的工程占地是合理的。

综上，本项目太岳山隧道进、出口及斜竖井工程布局从生态环境角度分析是可行的。

b、临时工程布局合理性分析

1) 临时工程布局优化过程说明

根据本项目施工图阶段临时工程设置方案，保护区内临时工程包括物料堆场、机械设备停放场、拌合站、钢筋加工场、杨家庄水库加固施工作业场地、施工便道等，新增占地 10.62hm^2 。

为进一步保护自然保护区生态环境，环评单位提出临时工程环保优化建议并被设计单位采纳，最终方案从施工场地的数量、面积等方面进行了优化，取消保护区内拌合站、钢筋加工场设置，将其优化至保护区外的施工生产生活区 S6 内，保护区内仅保留为满足 2#、3#斜井洞口及杨家庄水库加固施工而设置的 2 处施工场地（S4、S5）、施工便道，属主体工程施工所必须的进场道路和作业场地，全部位于实验区内，新增占地面积 8.27hm^2 ，优化后占地面积减少 2.35hm^2 。

自然保护区内临时工程布局方案见图 4.5。

2) 工程布局生态影响分析

S4 为物料堆放和机械车辆停放场地，S5 为杨家庄水库加固施工场地，不含拌合站等排污设施，符合自然保护区相关法律要求；施工便道充分利用保护区内现有巡护道路，现有便道路基宽 3~5m，拓宽至 6.5m，施工过程中要严格按照保护区批复要求将施工作业红线范围控制在 6.5m 内，红线边界设彩钢板临时围挡，严禁越界施工。临时占地应按照相关法律规定办理占用手续，施工结束后将及时进行生态恢复，植物恢复选用自然保护区物种，植物恢复方案须经保护区主管部门同意，并由林业部门负责实施。

综上，本项目在自然保护区内的临时占地布局是合理的。

4.1.2.7.5 对自然保护区植物资源的影响分析

根据现场踏勘，自然保护区段山势陡峻，沟壑纵横，植被分布不均匀。本项目以太岳山特长隧道形式穿越自然保护区，其中隧道进出口、斜井出口施工会对保护区内植物资源产生直接破坏影响，但对保护区内的植物资源种类和数量的影响不大。此外，隧道在保护区范围内路线较长，隧道施工对上方山体植被可能会产生一定的影响。

本项目以隧道的形式穿越保护区，保护区地面工程包括 2 处斜井出口、1 处隧道出口，以及 2 处施工作业场地和 14.69km 的施工便道。

工程建设对自然保护区植被的影响体现在隧道、斜井施工对洞口、洞顶植被的间接影响和施工便道对地表植被的直接破坏影响。前述“4.1.2.1.1 施工期对沿线植被的影响”，已进行了详细评价，对保护区植物资源影响一致，故本小节内容不再重复陈述。

4.1.2.7.6 对自然保护区动物资源的影响分析

公路施工和营运对野生动物的影响主要是栖息地破坏、生物通道阻隔、施工噪声和灯光等，针对保护区内的两种主要动物类型——哺乳纲（兽类）和鸟纲动物，分析施工期和营运期两个阶段对其可能产生的影响。

（1）对哺乳纲（兽类）动物的影响分析

公路施工期间，可能将破坏部分兽类的栖息地，施工期的噪声、废水、废气也迫使它们远离公路生活，公路附近种群数量可能减少；此外，大量施工人员进入施工现场促使伴随人类生活的鼠类的种群数量将有较大增长，与此相应，主要以鼠类为食的黄鼬等种群数量也会增加。公路营运期间对兽类可能造成的主要影响是公路的阻隔影响，本项目在自然保护区段以隧道方式通过，隧道上方可以视作动物通道，满足自然保护区内公路两侧动物通行要求，减少公路对动物的阻隔影响。本次评价要求对太岳山特长隧道进出口洞门、斜井出口进行景观绿化，减少这些构造物的粗糙感，使之与周围环境相协调。

此外，营运期间的噪声和灯光会使大中型兽类远离公路，灯光将干扰野猪等兽类其夜出昼伏或昼行夜息的生活节律。因此，这些动物可能避开灯光影响带觅食和栖息。而公路沿线近距离内的小型兽类，如鼠类、黄鼬等的数量则会增多。

（2）对鸟纲动物的影响分析

公路施工期间，对工程区域内生境破坏较大，使原来在该区域生活于部分森林、灌丛鸟类不得不迁它处生活。尤其是对夏季繁殖的鸟类影响较大，可能造成繁殖地消失或繁殖失败。此外，施工机器的振动，汽车的噪声，废水、废气的排放等，均使该地区的鸟类迁往它处。如果施工人员捕鸟，会对鸟类产生更多、更大的影响。公路营运期间，由于鸟类活动范围较大，对鸟类本身影响较小。

（3）对主要保护对象的影响分析

① 对国家重点一级保护野生动物金钱豹的影响

山西省霍山自然保护区地处侵蚀高山区，地形起伏较大，山高坡陡，森林资源丰富，植被覆盖度高，群落结构复杂，可觅食的食物较多，尤其是核心区，人为干扰很少，生态系统较为稳定，未受重大破坏，该区是金钱豹重要的栖息地、繁殖地和觅食地。金钱豹为食肉目猫科豹属动物，属于国家重点一级保护野生动物，是猫科动物中体型较大的兽类。

通过太岳山国有林管理局、山西省霍山自然保护区管理部门等相关部门调查了解到，近十多年来在太岳山区的灵空山、霍山、大南坪、绵山等区域多次发现金钱豹活动的踪迹，该区域为金钱豹野外自然分布和活动较为集中的区域。金钱豹喜在受人类活动干扰小、山梁等视野开阔的区域活动，活动范围较大，适应性很强，可以生存于多种多样的环境。根据保护区多年的观测资料、红外相机拍摄资料，并结合《山西霍山省级自然保护区拟调整区域科学考察报告》（2022年5月报批稿）等近年调查报告，金钱豹主要分布在老爷顶以西、转天掌以西的核心区森林地带，距离拟建项目约4.7km，金钱豹较少在影响评价区活动，结合黎霍公路生物多样性评价野外调查情况，项目建设区域并未发现金钱豹等主要保护对象的栖息地和活动痕迹，项目建设区域不是金钱豹等主要保护对象的栖息生境和迁徙通道。

评价路段以隧道下穿形式通过保护区实验区，可大大减轻工程施工对保护区生态环境的破坏，不会对金钱豹的生境和活动产生明显的分隔和阻隔影响；施工便道工程施工作业区与金钱豹主要栖息地相距2.4km，未发现有金钱豹活动踪迹。本项目建设一般不会对金钱豹的栖息产生不良影响，但考虑到金钱豹活动范围较大，随着本项目的建成运行，不排除金钱豹向实验区活动的可能性，因此，应加强公路施工期及营运期的保护工作，尽量减轻对金钱豹的不良影响。施工期间通过采取加强保护区路段施工管理、合理安排施工时间、控制施工范围等措施，本项目在保护区路段建设对生境生态分割或空间隔离效应限制性很小，不会对区域内动物的生境和活动产生明显的分隔和阻隔影响，对金钱豹的干扰较小，且随着公路施工结束，沿线植被逐渐恢复，生态环境好转，工程建设的影响也将逐渐降低。本项目建成通车后，隧道和斜井路段不会对金钱豹的活动产生阻隔影响，对金钱豹的活动影响很小。

② 对国家重点一级保护野生动物褐马鸡及其他保护鸟类的影响

褐马鸡是大型鸡类，是我国的特产珍禽，属于国家重点一级保护野生动物，是山区森林地带的栖息性鸟类，主要栖息在以油松、华北落叶松次生林为主的林区和油松、华北落叶松、辽东栎、山杨、桦树次生针阔混交森林中，有季节性垂直迁徙现象。它白天多活动于灌草丛中，夜间栖宿在大树枝杈上，多活动于

1500m~1800m 的山谷、山坡和有清泉的山坳里活动。

褐马鸡主要分布在山西省霍山自然保护区核心区，其活动范围相对有限。根据保护区多年的观测资料和黎霍公路生物多样性评价野外调查情况，褐马鸡主要在横岭山山脊线以南沿霍山—乔麦坪—转天掌一带分布，而本项目位于横岭山山脊线以北，与褐马鸡集中分布区约 1.5km，又有横岭山山脊相隔，项目建设区域并未发现褐马鸡等主要保护对象的栖息地和活动痕迹，项目建设区域不是褐马鸡等主要保护对象的栖息生境和迁徙通道。

本项目以隧道方式穿越该自然保护区范围，工程施工作业区与褐马鸡活动的范围相距较远，为原生植被破坏后形成的次生植被类型，沿线褐马鸡活动的可能性较小。若本项目附近区域出现褐马鸡，在公路施工过程中，由于人为活动的增加，机械噪声、夜间灯光照明以及爆破工程造成干扰，会局部影响褐马鸡的活动范围，但工程施工的影响范围有限。此外，褐马鸡在 4 月份即开始产卵繁殖，该时段褐马鸡多分布在 1500m~1800m 的山谷、山坡地带，而本项目隧道及斜井出口和路基等工程施工作业区经过的山体（黄土丘陵）最高海拔在 1400m 以下，工程施工区域附近不会有大量褐马鸡分布。因此，本项目建设对褐马鸡的影响较小。

根据山西省霍山自然保护区规划内容，除褐马鸡之外该自然保护区内，有国家和山西省重点保护鸟类 33 种，多数为留鸟，其栖息地主要分布在该保护区的核心区、缓冲区内。结合保护区及周边地势地貌环境，保护区路段地貌为喀斯特侵蚀大起伏中山区，由于鸟类的飞翔，活动范围较大，不直接影响保护鸟类栖息地，但在公路施工过程中，由于人为活动的增加，机械噪声、夜间灯光照明以及爆破工程对附近鸟类造成干扰，同时破坏其体内生物钟节律，造成生理紊乱，会迫使附近鸟类暂时远离施工范围，缩小其活动范围。另外，施工期间少数施工人员滥捕滥猎也是主要的影响因素之一，可能会加剧对保护鸟类的伤害，应加强对施工人员的环保宣传。

4.1.2.7.7 自然保护区主管部门意见

2019 年 8 月 31 日，山西省林业和草原局发文原则同意该项目路线走向。2020 年 12 月 28 日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439 号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2022 年 10 月 13 日，山西省林业和草原局出具《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15 号），同意穿越保护区调整后的实验区路段进入自然保护区施工。

4.1.2.8 对山西省太岳山国家森林公园影响分析

4.1.2.8.1 本项目与森林公园位置关系及工程方案

(1) 本项目与森林公园位置关系

本项目主线 K140+840~K144+820 长约 3.98km 路段以隧道形式穿越该森林公园中悬泉山景区的核心景观区范围。本项目与该森林公园位置关系图见图 3.27。

(2) 森林公园路段工程组成

根据工程设计资料，评价路段穿越森林公园的工程内容包括隧道 3.98km、2#、3#斜井，以及 2 处施工生产区和施工便道，未在森林公园路段设置场站等附属设施，以及弃渣场、拌合站等其他临时工程。具体工程规模如下：

① 隧道工程：长度 3.98km，隧道出口位于该森林公园边缘，出口作业区占地面积 1.31hm²；

② 斜井工程

2#斜井：起点桩号 K140+800，长度 1.8km，其中 1.32km 位于森林公园内，斜井出口位于森林公园边缘，施工作业区占地面积 0.62hm²；

3#斜井：起点桩号 K142+680，长度 0.7km，出口位于森林公园内，施工作业区占地面积 0.62hm²。

③ 施工便道

需在保护区路段设置施工便道 14.69km，其中 12.379km 利用保护区巡护道路，路基宽 3~5m，拓宽至 6.5m，占地面积 8.05hm²，利用既有道路作为施工便道，长度为 2.311km，宽度为 6.5m，占地为 1.50hm²。

④ 施工生产区

为满足 2#、3#斜井洞口施工及杨家庄水库加固工程需求，在森林公园路段共设置的 2 处施工场地（S4、S5），S4 为物料堆放和机械车辆停放场地，S5 为杨家庄水库加固施工场地，均不含拌合站等排污设施，S4 占地面积 1.97hm²，S5 占地面积 1.97hm²，总占地面积 3.94hm²。

森林公园内地面工程占地情况见表 4.12。

(3) 森林公园路段工程占地

评价路段穿越森林公园的工程内容包括隧道 3.98km、2#、3#斜井、施工生产区 2 处及施工便道，地面工程永久占地包括 2#、3#斜井出口作业面、隧道出口作业面，永久占地面积 2.55hm²；临时占地包括 2 处施工生产区和施工便道占地，总占地面积 13.49hm²。

表 4.12 森林公园内地面工程永临占地面积及类型

工程项目	面积 (hm ²)					植被类型	备注
	乔木林地	灌木林地	交通运输用地	其他草地	小计		
永久占地							
2#斜井作业面	0.32	0.3	0	0	0.62	针叶阔叶林以辽东栎为主，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等，灌木主要有三裂绣线菊、金银忍冬、荆条、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛	斜井洞口作业占地
3#斜井作业面	0.28	0.34	0	0	0.62	灌木有水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	斜井洞口作业占地
隧道出口作业面	0.51	0.8	0	0	1.31	植被类型主要为白皮松、油松、侧柏、辽东栎、山杨等针阔混交林，其次为水栒子、黄刺玫、小叶鼠李、河朔堯花、多花胡枝子、本氏木兰、铁杆蒿、黄花苜蓿、车前、细叶苔草、早熟禾、针茅、委陵菜等组成的灌丛和灌草丛	隧道出口作业占地
小计	1.11	1.44	0	0	2.55		

4 环境影响预测与评价

表 4.12 森林公园内地面工程占地面积及类型 (续)

工程项目	面积 (hm ²)					植被类型	备注
	乔木林地	灌木林地	交通运输用地	其他草地	小计		
临时占地							
施工生产区 4	1.08	0.89	-	-	1.97	灌木主要有水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	
施工生产区 5	1.1	0.87	-	-	1.97	灌木主要有水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、和朔堯花等，与铁杆蒿、白羊草、地榆、水蓼等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	
施工便道	2.15	1.6	5.22	0.58	9.55	灌木主要有黄刺玫、沙棘、水栒子、荆条、三裂绣线菊、虎榛子、山桃、山杏等，与铁杆蒿、白羊草、披针叶苔草等组成灌丛和灌草丛，针叶阔叶林主要为辽东栎林，混生有鹅耳枥、山杨、白桦、油松等	
小计	4.33	3.36	5.22	0.58	13.49		
合计	5.44	4.8	5.22	0.58	16.04		

4.1.2.8.2 项目在森林公园内工程方案选线可行性分析

（1）与相关法律法规的符合性分析

根据《森林公园管理办法》（2016年9月22日国家林业局令第42号修改）和《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）相关规定，本项目的建设及相关规定的相符性分析具体见表4.13。

表 4.13 与相关保护法律、条例的相符性分析

相关规定	建设内容	符合性
<p>《森林公园管理办法》 “第十一条 禁止在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。”</p>	<p>本项目以隧道的形式穿越该森林公园悬泉山景区的核心景观区，项目占地面积相对整个森林公园面积较小，以灌木林地为主</p>	<p>相符合</p>
<p>《森林公园管理办法》 “第十二条 占用、征收、征用或者转让森林公园经营范围内的林地，必须征得森林公园经营管理机构同意，并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定，办理占用、征收、征用或者转让手续，按法定审批权限报人民政府批准，交纳有关费用。依前款规定占用、征收、征用或者转让国有林地的，必须经省级林业主管部门审核同意。”</p>	<p>本次评价要求项目开工建设前办理相关行政许可手续，并要求在设计阶段应结合森林公园总体规划进行景观设计，在满足公路交通运输功能要求情况下，使公路与森林公园的景观相协调，不得破坏景观及污染环境</p>	<p>相符合</p>
<p>《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》 “（九）实行严格管控。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途。生态保护红线划定后，只能增加、不能减少，因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。因国家重大战略资源勘查需要，在不影响主体功能定位的前提下，依法依规批准后予以安排勘查项目。”</p> <p>《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》 “（五）进一步提高环评审批效率，服务实体经济……对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”</p>	<p>评价路段采用隧道方式穿越森林公园核心景观区，工程占地面积相对整个森林公园较小，对森林公园生态系统完整性和生物多样性影响相对较小；本次评价要求加强施工和营运期间保护区路段生态保护措施，及时对施工破坏植被进行恢复绿化，对整个森林公园较小，对森林公园动植物资源、主要景观资源影响相对较小；此外，2019年8月31日山西省林业和草原局发文原则同意黎霍高速公路路线走向，同意以隧道形式穿越太岳山国家森林公园，项目实施前应按规定办理森林公园相关手续</p>	<p>相符合</p>

（2）本项目穿越森林公园可行性分析

对照图 3.25 和图 3.27 可知，本项目穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区的核心景观区与穿越山西省霍山自然保护区路段重叠，从全区域及局部

区域角度分析，本项目穿越山西省太岳山国家森林公园与穿越山西省霍山自然保护区的不可避让性基本一致，前述小节 4.1.2.7.3 中就本项目穿越山西省霍山自然保护区的不可避让性已进行了详细分析，此处不再赘述。由前述论述结论知，本项目从全区域及局部区域角度分析，都无法避让山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区。

(3) 本项目选址环境合理性分析

评价路段在该森林公园悬泉山景区的核心景观区设置了隧道 3.98km、2#、3#斜井以及 2 处施工作业场地和施工便道，森林公园内永久占地共计 2.55hm²，包括乔木林地 1.11hm²、灌木林地 1.44hm²。受影响的林地均为针阔混交林和灌木林，以中幼龄林为主，主要树种为油松、辽东栎、山杨、荆条、黄刺玫、水栒子、河朔堯花等，上述自然植被均为原生植被破坏后形成的次生植被类型，为太岳山地区常见物种。本报告要求加强该森林公园路段施工和营运期间生态保护措施，及时对施工破坏植被进行恢复绿化，故本项目在采取上述生态保护措施后，工程建设对森林公园影响将将至最低。

此外，山西省交通运输厅就黎霍高速公路路线方案征求了山西省林业与草原局意见，山西省林业与草原局经研究，原则同意该项目路线走向。同时，要求建设单位在项目实施前按规定办理森林公园相关手续。

综上所述，本项目路线穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区，从法律法规、工程技术和环境合理方面均可行，对其环境影响在可接受范围内。

4.1.2.8.3 对森林公园动植物资源的影响分析

由于本项目穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区的核心景观区与项目穿越山西省霍山自然保护区路段重叠，对森林公园动植物资源影响一致，故本小节内容不再重复陈述，详见“4.1.2.7.5 对自然保护区植物资源的影响分析和 4.1.2.7.6 对自然保护区动物资源的影响分析”中评价内容。

4.1.2.8.4 对森林公园中重要景观点的影响分析

根据《山西省太岳山国家森林公园总体规划（2011-2020 年）》的规划内容，该森林公园中悬泉山景区的主要景点均位于一般游憩区，主要包括张果老“驴蹄石印”、尧祠仙女池、滴水崖瀑布、水帘洞、五龙池、五指峰、鸳鸯潭、一线天、玉泉寺、犀牛临渊等，其中与项目路线最近的景点为张果老“驴蹄石印”，距离路线约 1.2km，距离较远，且该路段为隧道工程，故对该森林公园中悬泉山景区的主要景点均无影响。

4.1.2.8.5 森林公园主管部门意见

2019 年 8 月，山西省林业和草原局出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》

（晋林资函〔2019〕370号），原则同意黎霍高速公路路线走向，同意以隧道形式穿越太岳山国家森林公园，项目实施前应按规定办理森林公园相关手续。

4.1.2.9 对生态保护红线的影响分析

拟建公路拟建公路拟建公路 K133+655~K144+820 路段全部以隧道方式穿越太岳山-中条山水源涵养生态保护红线。拟建公路穿越生态保护红线路段与穿越自然保护区路段基本一致，因此，拟建公路对生态保护红线的环境影响为工程施工对洞口、洞顶植被的影响，前述 4.1.2.1、4.1.2.2 章节已进行细详评价，此处不再赘述。

4.1.2.10 对生态公益林的影响

根据现场调查及查阅相关资料，本项目永久占地不涉及国家一级生态公益林，涉及国家二级生态公益林和省级生态公益林，永久占地涉及生态公益林面积共计 4.13hm²，其中国家二级生态公益林 2.55hm²，省级生态公益林 1.58hm²，主要树种为油松、侧柏、华北落叶松、辽东栎、山杨、黄刺玫、沙棘、荆条、黄栌等，为针、阔混交林带、灌木林结合的群落结构。

根据相关研究结果，生态公益林能够降低风速 20% 以上，因而对于风沙侵蚀较为严重的区域通过生态公益林的建设，可以有效的起到防风固沙的作用。此外，由于森林具有较强的固土能力，能够有效地减轻雨水对土体的冲刷，起到较好的水土保持功能的作用。拟建公路生态公益林占地面积约 4.13hm²，占评价范围内林地面积的 0.11%。因此，拟建公路评价范围内林地结构前后变化较小，不会改变沿线生态公益林的防风固沙和水土保持功能。

对于沿线涉及的生态公益林，必须按照相关规定进行生态补偿，对拟建公路工程征地范围内的生态公益林木能移植的应该移植，不能移植的应该在异地进行补种，应保证生态公益林林地面积和林木质量，不得砍伐征地范围以外的林木，根据沿线土地利用规划情况，沿线乡镇有宜林地的进行林木补种，同时通过对高速公路沿线实施绿化工程，在一定程度上可补充一定数量的林木。本次评价要求建设单位开工前应当依照有关法律法规规定办理林地使用手续，按照“占一补一”的原则和划定程序进行调整补充占用的公益林数量，并应保证质量。

4.1.3 对非生态敏感区路段影响评价

4.1.3.1 对陆生植物资源的影响分析

（1）施工期对沿线植被的影响

① 植被面积损失

施工期由于隧道、斜井洞口占用土地、临时工程用地使道路占地范围内的植被等遭受砍伐、铲除、掩埋等一系列人为干扰活动，使占地范围内的植被全部消失，道路沿线及周边植被面积减少，生物量及生态服务功能下降，植被类型可能会由

多样化类型变为单一类型，生物多样性减少，且这些破坏是永久的、不可逆的，也是道路建设项目不可避免的。受拟建公路建设影响而损失的植被类型主要为栽培植被、灌丛和草丛等。

根据卫星遥感判读结果和设计资料进行估算，拟建公路非生态敏感区路段工程占地所导致的植被面积损失情况见表 4.14。

表 4.14 非生态敏感区路段工程征占地导致的植被面积损失情况表

植被类型	征占地面积 (hm^2)	评价范围面积 (hm^2)	占评价范围内该类型面 积的比例 (%)	占植被总损失面 积的比例 (%)
针叶林	0.06	24.32	0.25	4.62
阔叶林	0.12	87.93	0.14	9.23
灌木林	1.12	36.43	3.07	86.15
合计	1.3	148.68	0.87	100.00

从表 4.14 中可以看出：

a. 拟建公路非生态敏感区路段占地范围内针叶林面积为 0.06hm^2 ，阔叶林面积为 0.12hm^2 ，分别占总植被面积的 4.62%、9.23%，分别占评价范围内该类型面积的 0.25%、0.14%，树种为华北落叶松、油松、山杨、辽东栎等。拟建公路工程占地范围内无国家和山西省重点野生保护植物和古树名木分布；

b. 拟建公路非生态敏感区路段占地中灌丛面积为 1.12hm^2 ，占植被总损失面积的 86.15%，占评价范围内该类型面积的 3.07%，灌丛以小叶鼠李、黄刺玫、胡枝子、三裂绣线菊等灌木为主。

综上所述，拟建公路非生态敏感区路段占用的植被主要为灌丛，针叶、阔叶林相对较少，树种均为区内常见物种，群落结构极为简单，物种组成较为单一、常见，且占评价范围内该植被类型面积比例较小，拟建公路的建设对所在区域内现有植被类型组成及分布格局的影响很小，不会影响区域自然生态系统的完整性。

② 植被生物量与生产力损失分析

公路建设使沿线及其周围自然植被遭受破坏，将导致植被生物量损失及生物生产力减少。根据相关研究机构研究成果，对拟建公路非生态敏感区路段征占地引起的植被生物量与生产力损失进行了估算，结果见表 4.15 和表 4.16。

表 4.15 非生态敏感区路段工程征占地植被生物量损失估算表

植被类型	平均生物量 (t/hm ²)	植被生物量损失		评价范围内总 生物量 (t)	比例 (%)
		占用面积 (hm ²)	生物量 (t)		
针叶林 (油松)	25.36	0.06	1.52	616.77	0.25
阔叶林 (栎类)	90.48	0.12	10.86	7956.15	0.14
灌木林	13.14	1.12	14.72	478.71	3.07
合计	-	1.3	27.10	9051.63	0.30

注：针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌木林平均生物量参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16（5）：497-508）中有关数据，其中针叶林参照油松的平均生物量 25.36t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生物量 90.48t/hm²，针阔混交林的平均生物量为 98.02t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生物量 13.14t/hm²。

表 4.16 非生态敏感区路段工程征占地植被生产力损失估算表

植被类型	平均生产力 (t/hm ²)	植被生产力损失		评价范围内生 产力 (t/a)	比例(%)
		占用面积 (hm ²)	生产力 (t/a)		
针叶林（油松）	3.6	0.06	0.22	87.56	0.25
阔叶林（栎类）	8.85	0.12	1.06	778.20	0.14
灌木林	8.78	1.12	9.83	319.87	3.07
合计	-	1.3	11.11	1185.63	0.94

注：针叶林、阔叶林、灌木林平均生产力参照《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，16（5）：497-508）有关数据，其中针叶林参照油松的平均生产力 3.60t/hm²，阔叶林参照栎类的平均生产力 8.85t/hm²，灌木林参照山西省疏林、灌木林的平均生产力 8.78t/hm²。

结合表 4.15 和表 4.16 分析知，拟建公路非生态敏感区路段占用土地所导致的植被生物量总损失 27.10t，占评价范围内生物量的 0.3%；植被生产力损失 11.11t/a，约占评价范围内总生产力的 0.94%。拟建公路占地导致的植被损失占评价范围内该植被类型总生物量和生产力比例均较小，对该区域整体生态系统影响较小。

（1）重点工程对植被的影响

拟建公路非生态敏感区路段包括太岳山隧道 K133+655~K136+190 路段及隧道进口、1#斜井出口部分，工程占地见表 4.17。

表 4.17 拟建项目非生态敏感区路段永久占地情况及生态现状一览表

序号	名称	起讫桩号	长度 (m)	占地 内容	占地面积 (hm ²)				林地属 性	林权	生态现状
					乔木 林地	灌木 林地	其他 草地	面积合 计			
1	太岳山 隧道	K133+655 ~K136+190	2535	进口作 业面	0.1	0.77	-	0.87	省级公 益林	国有	进口端植被较为稀疏，植被类型以黄刺玫、小叶鼠李、荆条、三裂绣线菊、黄栌、黄花蒿、益母草、黄香草木樨、早熟禾、针茅、委陵菜等灌丛和灌草丛为主，零星分布有辽东栎、华北落叶松、油松等乔木
2	1#斜井	-	-	1#斜井 洞口	0.08	0.35	-	0.43	省级公 益林	国有	植被类型以小叶鼠李、连翘、荆条、三裂绣线菊、黄花蒿、益母草、黄香草木樨、早熟禾、针茅、委陵菜等灌丛为主，其次为油松、华北落叶松、辽东栎等针阔叶林
小计					0.18	1.12		1.3	/	/	

a. 洞口施工对植被的影响

从表 4.17 中可以看出，隧道进口植被以灌丛为主，多以黄刺玫、小叶鼠李、三裂绣线菊等灌丛和黄花蒿、早熟禾等草丛为主，洞口顶部有少量油松、辽东栎、华北落叶松等乔木。隧道洞口施工将直接破坏植被，但由于洞口开挖面积很小，占评价范围相应植被类型总面积的比例很小，加之进出口占地范围内植物种类均为区域常见和广布种，无珍稀濒危植物种分布，洞口的油松林、华北落叶松林在区域内也广泛分布，公路建设不会造成植物总数量的明显减少，不会影响生态系统结构、功能的稳定性，不会致使物种多样性发生明显改变。

b. 斜井洞口施工对植被的影响

1#斜井长 1.7km，斜井出口施工作业区总占地面积 0.71hm²，其中 0.28hm² 位于保护区实验区内，0.43hm² 位于保护外即非生态敏感区路段。

1#斜井非生态敏感区路段洞口占地植被类型以小叶鼠李、连翘、荆条、三裂绣线菊、黄花蒿、益母草、黄香草木樨、早熟禾、针茅、委陵菜等灌丛为主，其次为油松、华北落叶松、辽东栎等针阔叶林为主，均为太岳山地区常见种和广布种，无国家和山西省重点保护物种、珍稀濒危植物种分布。斜井洞口施工不会造成物种总数量的明显减少，不会影响生态系统结构、功能的稳定性，不会致使物种多样性发生明显改变。

非生态敏感区路段植被现状见图 4.6。



图 4.6 非生态敏感区路段植被现状

4.1.3.2 对陆生动物资源的影响分析

4.1.3.2.1 施工期对动物资源的影响分析

施工期间，临时征地区域的鸟类和兽类将被迫离开原来的领域，邻近领域的鸟类和大型兽类，由于受到施工噪声的惊吓，也将远离原来的栖息地，当临时占地的植被恢复后，它们仍可回到原来的活动区域；对两栖动物和爬行动物的活动

有一定的影响，但评价区它们会迁移到非施工区，对其生存不会造成威胁。公路建成后，随着植被的逐渐恢复，生态环境的好转，人为干扰逐渐降低，许多外迁的动物会陆续回到原栖息地。

4.1.3.2.2 营运期对动物资源的影响分析

(1) 对动物栖息地的影响

公路占地会破坏占地范围内原有动物生境，迫使原栖息动物寻找新的生境。如前所述，拟建公路沿线人类活动频繁，野生动物均为常见物种，栖息环境广泛，且已对人类干扰具有一定适应性，野生动物将会迁徙到道路两侧附近区域新的栖息地，公路建设对其影响不大。

(2) 对动物活动的阻隔影响

评价路段主体工程均为地下隧道和斜井洞口，工程建设不会对野生动物通行造成阻隔，不会对公路两侧的动物造成实质性的分割，不会对道路两侧两栖类、爬行类以及兽类等野生动物的迁徙产生影响。此外，拟建公路沿线区域鸟类以留鸟为主，候鸟的迁徙也多在高空进行，而沿线以丘陵、中低山区、河谷区地貌为主，不存在鸟类迁徙唯一通道的问题（鸟道）——即鸟类活动必经的垭口。拟建公路也不会对沿线候鸟的迁徙产生阻隔影响。

(3) 环境污染对陆生动物的影响

公路运行将产生较多的干扰因子，如噪声污染、视觉污染、废气排放等，其中噪声污染影响尤为显著，动物选择生境和建立巢区时通常会回避和远离公路，但不会对区域内陆生野生动物的物种多样性和种群数量产生明显不良影响。

4.1.4 水土流失影响分析

(1) 施工期水土流失影响分析

本项目位于北方土石山区及黄土丘陵区，项目建设区占用土地类型主要为林地，项目区土壤侵蚀以中度侵蚀为主。根据项目施工特点、工程建设条件及施工工序分析，本工程在建设过程中，项目区内隧道开挖回填、表土剥离、场地平整、表土临时堆放、挡护与苫盖等活动均会不同程度破坏原地貌，扰动或再塑地表，并使地表植被受到不同程度的破坏，地表抗蚀能力减弱，产生水土流失。弃渣过程中将形成较大面积的松散裸露堆积体，在大风、降雨气象条件下，将加剧项目区水土流失，且可能对下游居住区和其他公共设施造成安全影响。

(2) 自然恢复期水土流失影响分析

本工程建成后，大部分区域被建筑物、道路所占压，绿化区植被逐渐丰富，松散裸露地面逐渐趋于稳定，土壤侵蚀强度减弱。自然恢复期人为活动对地表扰动很小，工程建设区域范围内水土流失将大大减小，水土流失因素将以自然

因素为主。

主要引用《国家高速公路 G2211 长治至延安线山西黎城~霍州段水土保持方案报告书》主要内容及相关结论，拟建项目建设在施工期（含施工准备期）可能新增水土流失为 24252.7t；自然恢复期可能新增水土流失为 5657.6t。

4.1.5 公路占地对土地利用的影响分析

4.1.5.1 工程用地指标及占地合理性分析

（1）公路总体占地合理性分析

公路建设改变沿线土地资源利用方式，为了减少占用土地，减小对沿线环境的破坏，尽可能设置较多的桥梁、隧道，对路堑、路堤边坡在满足稳定的条件下也尽量取低值。本项目所在区域位于山岭重丘地区（III 类地形区），本项目全长 11.165km，为双向四车道高速公路，主要为隧道工程，永久占地约 4.13hm²。根据住建部、国土资源部和交通运输部联合发布的《公路工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕124 号发布）中对 III 类地形区公路的用地指标限值的规定，本次评价路段项目隧道工程用地指标分析结果见表 4.18。

表 4.18 本项目隧道工程用地指标分析表

地形	路段	类型	工程用地			公路建设项目用地指标 (hm ² /km)
			永久占地 (hm ²)	长度 (km)	本项目用地指标 (hm ² /km)	
山岭重丘地区 (III 类)	隧道	四车道高速公路	4.13	11.165	0.37	0.64

经过对比可知，评价路段建设用地指标小于其对应的建设用地指标，满足用地指标限值要求。

4.1.5.2 对土地利用的影响评价

评价路段用地涉及临汾市古县、霍州市，由于本项目基本不影响当地土地利用规划，且在设计过程中征求了地方政府意见，在充分论证各段工程土石方平衡方案，以及弃渣场等临时用地的复垦利用方向的基础上，尽量结合当地农田、水利工程等规划及治理，优化局部路段的平纵断面，多利用低产田或荒地等措施，从而减轻因工程建设而造成的地方土地资源利用压力。施工期各类拌合站、料场等临时用地应尽量不占用农田。

评价路段永久占地不涉及耕地，因受路线地形条件、周边环境条件限制，施工生产生活区 S2、S6、S7、S8 占用耕地 3.36hm²，备用弃渣场 Q3 占用耕地 2.95hm²，不涉及基本农田，施工结束后，及时进行场地清理，平整土地，并进行复垦恢复，项目建设对沿线土地利用影响较小。

4.1.6 临时占地对生态的影响

临时工程的影响虽是暂时的，但如不及时采取措施，也会给当地生态造成不利影响。本项目临时用地包括弃渣场、施工生产生活区及施工便道。

4.1.6.1 弃渣场对生态的影响

(1) 弃渣场的环境选址原则

评价路段弃渣场选址原则为保护项目工程区附近人民生命财产、生产生活安全，全面规划，合理布局，真正体现“以防为主，防治结合”；尽量与当地的利益相结合，为当地生产建设提供便利条件，促进项目建设的顺利开展。弃渣应尽量用作填筑路基，严禁设置在沿线自然保护区、森林公园、饮用水水源地一级、二级保护区、泉域重点保护区等环境敏感区域；弃渣场应尽量利用荒坡、凹地；弃渣场应交通便利，同时考虑就近堆放，降低运输成本；选定弃渣场时应该充分考虑到环保和水保要求，设置在距离本项目较近的上游汇水面积较小的沟谷，对行洪汇水没有影响的灌草地或劣质地，并加强对弃渣的工程防护。

(2) 弃渣场数量设置合理性分析

对全线土石方进行挖填平衡后，需弃方 253.3 万 m^3 ，包括古县段 119.9 万 m^3 ，霍州段 133.4 万 m^3 。为进一步减少弃渣场设置数量，减缓临时工程生态破坏，目前霍州段弃渣综合利用，由于弃渣量减少，霍州段弃渣场面积缩小，减少对生态的影响；古县段设置 2 处弃渣场。弃渣场临时占地共计 15.37 hm^2 。

(3) 弃渣场施工方式

拟建公路沿线共设弃渣场 3 处，均为沟道弃渣场，详见表 4.19 和表 4.20。

施工方案：弃渣场施工一般采用自卸汽车运输，机械碾压。施工前首先根据弃渣场周边地形、弃渣量，经过计算确定的渣场边界，在渣场边界外 2m 布设截排水设施，预防场内外汇流对渣体的冲刷，并修建进场施工便道和场内临时道路。要求在沟道较窄处设置挡渣墙，挡渣墙按五级建筑物标准设计，地基设计应力为 250kPa，采用 7.5 号砂浆砌筑，堆渣采用从低到高、逐层碾压堆弃的方式，从渣场最低处开始堆弃，以 8m 为一层，两级间设 2m 宽平台，经压实后再向上堆弃一层，弃渣时尽量把粒径较大的弃渣堆在靠近渣场底部的渣层中，渣坡坡比为 1:2。在沟道汇入口衔接处设置浆砌石消能护坦，在平台内侧、渣场顶部设横向排水沟，排水沟顺接弃渣场周边截、排水沟。弃渣结束后，渣台平整、覆土后予以复垦；渣坡削坡开级，布设坡面排水工程，其它位置平整、覆土后恢复植被。

(4) 弃渣场环境合理性分析

通过对项目土石方平衡分析可知，经全线土石方调配利用、综合利用后，拟建公路共布设弃渣场 3 处，可容纳渣量 286.2 万 m^3 ，而拟建公路弃渣 253.3 万 m^3 ，弃渣场容量满足拟建公路弃方的需求。

全线弃渣场均为沟道弃渣场，占用土地 15.37 hm^2 ，其中乔木林地 3.83 hm^2 、灌

木林地 9.29hm²，其他草地 2.25hm²，由此可见，弃渣场占地类型以林地为主，植被类型以灌草丛为主。由于评价路段沿线植被较好，区域内山峦叠嶂、沟壑纵横、地形复杂且起伏大，集中分布有油松、辽东栎、山杨等针阔叶林，故在评价路段设置的弃渣场不可避免占用部分林地，但由于弃渣场占地范围内植物种类均为区域常见和广布种，无珍稀濒危植物种分布，群落结构简单，物种组成单一、常见，且占评价范围内该植被类型面积比例较小。本次评价要求建设单位依照有关法律法规规定对弃渣场所占用林地办理林地使用手续，并及时进行补偿，同时上述弃渣场施工完毕后利用预先留置的原表层土平整后恢复绿化，尽量保证上述区域林地覆盖率。因此，弃渣场施工对区域植物物种多样性不会产生明显的影响，不会影响区域自然生态系统的完整性。

此外，本次评价设置的 3 处弃渣场均采用集中弃渣，不涉及沿线自然保护区、森林公园、饮用水水源地一级、二级保护区等环境敏感区，均设在沿线汇水面较小、植被稀疏的可弃渣自然山沟。所设弃渣场位置距评价路段较近，弃渣运距适当，在考虑方便弃渣的同时，可以减少施工便道的修建。上述 3 处弃渣场所在沟道出口下游没有村庄，弃渣场对周围环境影响较小。因此，从环境影响及工程技术、经济可行性的角度而言，弃渣场的选址基本上是合理的。

（5）弃渣场对生态的影响分析

本项目 3 处弃渣场均位于自然保护区外，弃渣作业使临时占用土地的植被全部被破坏，减少了当地植被数量和覆盖率，使其生物量暂时性减少。但由于沿线弃渣场占地类型为远离村庄的干沟，其上游汇水面积都不大，而且采用集中弃渣，对自然植被的破坏面积相对较小；同时在弃渣结束后，覆盖表层土壤可自然恢复部分植被，同时采用绿化恢复措施后能够补偿相应的生物量的损失。部分弃渣场也将占用一定数量的耕地，但是可以通过复垦弥补耕地的损失。因此，只要施工过程中严格遵守相关规定，按照施工要求弃渣，完善挡渣、排水设施，施工完后进行复垦或采取绿化措施恢复植被，对沿线的生态影响较小。

4.1.6.2 施工生产生活区对生态的影响

拟建公路设置施工生产区 8 处，包括基层拌合站、碎石场、施工营地、预制场及堆料场等，临时工程的影响虽是暂时的，但如不及时采取措施，也会给当地生态造成不利影响。

（1）设置原则

- ① 施工生产生活区优先选择在永久占地范围内，尽量减少临时占地。
- ② 施工生产生活区尽量选用荒坡和劣质的土地，远离村庄、学校、医院等敏感目标，一般要选在处于上述敏感目标下风向 200m 以外。
- ③ 尽量少占耕地，考虑沿线荒地、荒坡地形，避开水土流失严重区，禁止占

用基本农田。

④ 自然保护区路段施工场地要严格按照保护区主管部门的批复范围施工，不得越界施工；严禁设置在保护区主管部门批复外的自然保护区、饮用水水源保护区、森林公园等环境敏感区域范围内。

(2) 设置位置及数量

结合拟建公路的特点和沿线环境特征，在现场踏勘的基础上，拟建公路共设置施工生产区 8 处，共占地 17.18hm^2 ，详见表 4.21。

(3) 设置环境合理性及影响分析

拟建公路施工生产区包括基层拌合站、碎石加工场、机械车辆停放场、施工营地、堆料场等，通过现场踏勘，结合沿线地势地貌及工程特点，施工生产生活区设置时首先考虑集中占地，尽量减少施工生产生活区的个数，同时考虑尽量占用荒地或设置在公路永久征地范围内，没有可供选择的灌草地时占用旱地。

拟建公路共设置 8 处施工生产生活区，距离村庄 220m~3780m，设在敏感目标所在地主导风向的下风向或侧风向，满足环保要求。

拌合站设置的环境合理性分析：拟建公路全线共集中设置 3 处基层拌合站(S1、S7、S8)，拌合站占地范围不涉及自然保护区、饮用水水源保护地等环境敏感区，距离最近的村庄约 290m，且位于村庄的侧风向，选址符合相关环保要求；拌合站紧临拟建公路，主要利用现有道路，运距短，便于施工，可利用现有国省干线、乡村道路运输，交通便利；施工结束后场地进行生态恢复，站场建设对生态环境的影响较小；各物料均全封闭储存，拌合粉尘经布袋除尘处理后达标排放；车辆冲洗废水经沉淀处理后用于场地洒水抑尘不外排，对外环境影响较小。因此，从环境保护角度来看，拌合站选址是合理可行的，符合环保要求。

本项目施工生产生活区总占地面积 17.18hm^2 ，新增临时占地面积较小，且植被类型主要为灌丛、草丛和栽培植被，均为区域常见物种，对植被破坏影响较小；施工完成后对于占用的旱地进行复耕，灌草地全部恢复绿化，一定程度上能够补偿一部分公路占地带来的损失。

4.1.6.3 施工便道对生态的影响

(1) 设置原则

① 拟建公路在设置施工便道时，先充分考虑利用现有国省干线及周围乡村道路，满足运输需要，尽量减少新辟施工便道，不能满足施工条件的情况下新建施工便道；

② 新建的施工便道应禁止占用永久基本农田、自然保护区等环境敏感区，自然保护区路段施工便道设置尽量利用保护区现有道路。

(2) 设置数量及恢复措施

① 工程内容

拟建公路施工便道包括主体工程施工便道，以及通往弃渣场、施工生产区的施工便道。根据拟建公路周边路网情况，新增施工便道为保护区路段 2#、3#斜井运渣便道，保护区外通往隧道、斜井和弃渣场、施工生产区均利用现有道路，如北凌线、村道以及黎霍高速已修建的路基等。需在保护区路段设置施工便道 14.69km，其中 12.379km 利用保护区巡护道路，路基宽 3~5m，拓宽至 6.5m，占地面积 8.05hm²，利用既有道路作为施工便道，长度为 2.311km，宽度为 6.5m，占地为 1.50hm²。

② 恢复措施

施工结束后拆除新拓的施工便道硬化表面，将施工期剥离的表土回覆，采取撒播当地草籽等措施进行生态恢复。

（3）设置环境合理性及影响分析

本项目在施工便道布设过程中，充分利用沿线保护区巡护道路、国省道、村道等现有道路，经方案优化，施工便道新增占用植被面积 8.70hm²，数量较少，可有效减轻便道施工植被破坏影响。

新增便道占地范围内植被类型主要为乔木、灌丛、草丛，均为当地常见物种，施工过程中严格控制施工作业带，减少临时占地对植被的直接破坏，工程结束后，及时清除便道砂砾，覆表土进行绿化，对当地的水土保持也将起到积极作用。从长远看，施工便道临时占地对自然植被的影响是暂时的，只要措施得当，临时占地在施工期对自然植被的影响是有限的，对生态环境的影响也较小。

因此，从环境保护角度来看，施工便道选址是合理可行的，符合环保要求。

4.1.7 对沿线主要生态问题的影响

根据现状调查结果，本项目沿线主要生态问题为水土流失、局部生态破坏严重以及矿山开采造成的生态破坏。公路建设项目属非污染生态建设类项目，其建设不会导致沿线地质灾害和水质污染问题加剧，而在公路建设过程中，公路沿线的边坡防护等工程还将对局部路段地质灾害情况起到改善作用。

本项目对沿线环境的影响突出表现在对沿线植被破坏而引发水土流失。公路建设不可避免地会改变原有地形、地貌，破坏原有植被，形成裸露、松散地表，为水土流失创造了条件。因此，本项目的建设，将在一定程度上加剧区域水土流失。同时，洞口边坡的开挖，也增大了滑坡、泥石流等自然灾害发生的几率。项目建设后期，随着工程防护措施和植物恢复措施的实施，公路路域的水土流失程度将大大下降。因此，本项目建设过程中，应重点加强施工期的水土保持管理工作，严格落实本项目水土保持方案提出的工程措施、植物措施以及临时措施，以降低因工程建设扰动原地表而形成的新增水土流失量及其危害。

4.1.8 生态风险影响评价

(1) 病虫害爆发风险的影响分析

根据本项目多次（2022年8月、10月）样线调查结果，并结合《山西霍山省级自然保护区功能区调整论证报告》（野生动物野外调查时间2021年5月、11月）、《青兰国家高速公路长治至延安（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）对山西霍山省级自然保护区生物多样性影响评价报告》（野生动物野外调查时间2021年7月、11月）样线调查结果，道路两侧1km范围内未发现明显的病虫害爆发迹象，调查开展于病虫害爆发概率较高的季节，表明评估区域内病虫害风险并不高。

本工程建设后主要为客车，以及以农产品、矿产运输为主的挂车，因此，由于道路建设导致病虫害爆发的概率较小。另外，根据保护区科考报告等资料，项目区位于李曹镇，周边有村、村，周边经济来源主要依靠农作物种植和牲畜的养殖，部分农户甚至有散养家畜的行为。野生动物与家畜的频繁接触，可能会增加野生动物疫病传播的风险，成为生态威胁之一，需重点关注。另外，太岳山隧道起终点两端均有农田分布，由于农药、化肥的喷洒，致使许多农副产品农药残留量很高，威胁着农业生产、人类和野生动物的健康。本项目的建设将有利于道路沿途旅游、餐饮等行业的发展，逐渐减少当地对养殖以及农业的依赖程度，也有利于减少养殖和农业带来的生物安全问题。

(2) 外来物种或有害生物入侵影响分析

本项目建设期间使用的开挖铺设工具、材料、施工机械及运输车辆等属于非生物材料，没有域外国家的产品，对该区域原有生态系统的结构和功能几乎不产生影响，施工后期生态恢复选用当地物种，外来物种或有害生物入侵的可能性很小。工程建设后主要增加的是客车，本地农产品、矿产运输向外运输为主的挂车，外来车辆增量有限，因此，由于道路建设导致病物种入侵的概率较小。

(3) 保护区重要遗传资源流失

本项目沿线动植物为常见种，不是保护区重点保护对象集中分布活动区域，后期通过沿途植被恢复，增加了道路的环境友好性，导致保护区某些物种灭绝和遗传资源的丧失的可能性较小。

(4) 发生火灾、化学品泄漏等突发事件

本工程建设期间，施工人员和机械的进入使该区域人为干扰程度增加，导致火灾事故发生的可能性增加；项目开展过程中挖掘等作业方式也存在一定风险，如边坡垮塌、坍塌、高处坠落等，在施工和运营过程中，施工方需要严格执行施工安全制度，消除事故隐患，保证工程安全进行。另外，保护区内现有巡护道路

年久失修、路面受损较重，交通较差，本项目施工期间利用其作为施工便道并进行修补，改善保护区交通情况，道路质量的增加，将有效提升救护车辆的通行能力，反而利于林区和沿途火灾等异常情况的应急处理。因此，造成发生火灾、化学品泄漏等突发事件的概率较小。

表 4.19 本项目弃渣场方案工程内容表

比选内容		Q1 方案	Q2 方案	Q3 方案	
建设规模	渣场容量 (m ³)	71.2	82.5	136.5	
	渣场堆高 (m)	50	50	50	
	占地面积 (hm ²)	总面积 4.27hm ² , 其中乔木林地 1.59hm ² , 灌木林地 2.93hm ² , 其他草地 0.79hm ²	总面积 4.77hm ² , 其中乔木林地 1.84hm ² , 灌木林地 0.68hm ² , 其他草地 2.25hm ²	总面积 8.47hm ² , 其中旱地 2.95hm ² , 灌木林地 9.13hm ²	
	汇水面积 (hm ²)	69.1	85	16.6	
主体工程	拦渣坝	下游段拦渣坝	采用重力坝, 全长 30m, 坝高 2m, 按五级建筑物标准设计, 地基设计应力为 250kPa, 采用 7.5 号砂浆砌筑	采用重力坝, 全长 4259m, 坝高 2m, 按五级建筑物标准设计, 地基设计应力为 250kPa, 采用 7.5 号砂浆砌筑	采用重力坝, 全长 31m, 坝高 3m, 按五级建筑物标准设计, 地基设计应力为 250kPa, 采用 7.5 号砂浆砌筑
		上游段拦渣坝	采用重力坝, 全长 68m, 坝高 2m, 按五级建筑物标准设计, 地基设计应力为 250kPa, 采用 7.5 号砂浆砌筑	采用重力坝, 全长 m, 坝高 2m, 按五级建筑物标准设计, 地基设计应力为 250kPa, 采用 7.5 号砂浆砌筑	/
	排水系统	平台排水沟	平台内侧、渣场顶部设横向排水沟, 排水沟顺接周边截排水沟, 全长 390m	平台内侧、渣场顶部设横向排水沟, 排水沟顺接周边截排水沟, 全长 410m	平台内侧、渣场顶部设横向排水沟, 排水沟顺接周边截排水沟, 全长 280m
		四周截排水沟	渣场边界外 2m 设截排水沟, 全长 1.23km	渣场边界外 2m 设截排水沟, 全长 0.85km	渣场边界外 2m 设截排水沟, 全长 1.76km
		导水管涵	φ800钢筋混凝土管涵, 管长550m	φ800 钢筋混凝土管涵, 管长 330m	/
	道路工程	运渣道路	平均运距 0.65km, 均利用现有道路	平均运距 5.1km, 均利用现有道路	平均运距 4.3km, 利用黎霍高速已建路基、村道

表 4.20 本项目弃渣场土地利用类型、环境特征及恢复目标一览表


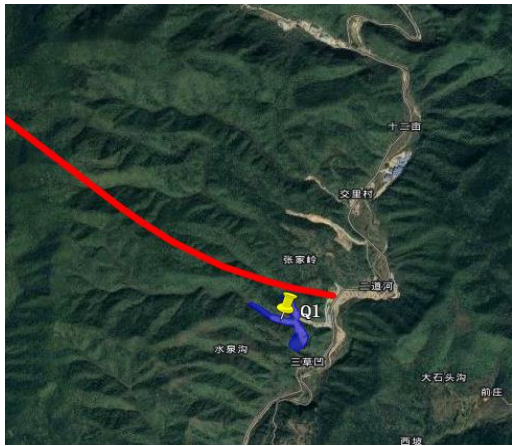

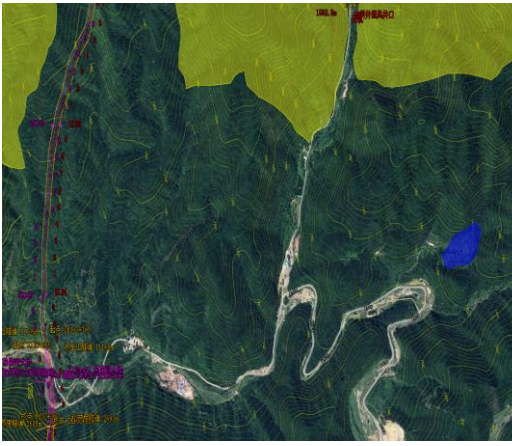
序号	桩号、方位及距离	环境特征、环境保护目标及恢复方向			
		现状照片	地形及位置示意图	环境现状	恢复方向及目标
Q1	K133+920 左 290			沟道弃渣，沟壑内底部植被一般，两侧植被较好；沟道及两侧底部现状植被为灌草丛，沟底部分区域为裸地，沟道两侧中上部主要为乔木林及灌木林；沟口下游500m 范围内无村庄，距离最近的村庄三草凹村355m，位于其沟口东北侧，两者间有山体阻挡；距离山西省霍山省级自然保护区边界约 415m	弃渣前将30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草恢复绿化，绿化面积 4.27hm ² 。林草植被恢复率95%
Q2	K135+510 右 3150			沟道弃渣，沟壑内底部植被一般，坡面植被较好，两侧坡面主要为灌木林，沟底为灌草丛；施工便道主要利用现有道路；沟口下游 500m 范围内无村庄，距离最近的村庄交里村2.5km；距离山西省霍山省级自然保护区边界约 815m	弃渣前将30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草恢复绿化，绿化面积 4.77hm ² 。林草植被恢复率95%

表 4.20 本项目弃渣场土地利用类型、环境特征及恢复目标一览表（续）



序号	桩号、方位及距离	环境特征、环境保护目标及恢复目标			
		现状照片	地形及位置示意图	环境现状	恢复方向及恢复目标
Q3	K148+800 左 40			沟道弃渣，汇沟壑内植被较好，沟壑两侧坡面主要为灌木林；施工便道主要利用现有道路；距离最近的村庄沙沟村 250m，位于其沟口北侧，两者间有道路阻挡；距离山西省霍山省级自然保护区边界约 0.2km	弃渣前将 30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草恢复绿化，绿化面积 8.47hm ² 。林草植被恢复率 95%

表 4.21 本项目全线施工生产生活区设置一览表

序号	行政区划	临时设施名称	桩号、方位及距离	施工场地建设内容	占地类型及面积 (hm ²)				小计	环境现状	恢复方向
					耕地	林地		草地			
					旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地			
S1	临汾市古县	1#施工生产生活区	K133+300 右侧 1070m	施工营地、物料堆场、混凝土拌合站、机械车辆停放场	0	0	1.26	0.17	1.43	场地现状主要为栽培植被、灌丛、草丛。距离最近的村庄为其西南侧 0.29km 的三草凹村，进场道路利用现有道路	施工结束后，复耕、绿化
S2		2#施工生产生活区	K133+300 右侧 100m	施工营地、物料堆场、机械车辆停放场	2.42	0	0	0.15	2.57	场地现状主要为栽培植被、草丛。距离最近的村庄为其西南侧 0.22km 的交里村，进场道路利用现有道路	施工结束后，复耕、绿化
S3		3#施工生产生活区	K136+600 右侧 1600m	施工营地、物料堆场、机械车辆停放场	0	0	1.2	0.4	1.6	场地现状主要为灌丛、草丛。距离最近的村庄为其西北侧 1.50km 的尖阳村，进场道路利用现有道路	施工结束后，绿化
S4	临汾市霍州市	4#施工生产生活区	K142+500 右侧 720m	物料堆场、机械车辆停放场	0	1.08	0.89	0	1.97	场地现状主要为乔木、灌丛。距离最近的村庄为其东北侧 3.78km 的尖阳村，进场道路利用现有道路	施工结束后，绿化

表 4.21 本项目全线施工生产生活区设置一览表 (续)

序号	行政区划	临时设施名称	桩号、方位及距离	施工场地建设内容	占地类型及面积 (hm ²)				小计	环境现状	恢复方向
					耕地	林地		草地			
					旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地			
S5		5#施工生产生活区	K143+800 右侧 350m	物料堆场、机械车辆停放场	0	1.1	0.87	0	1.97	场地现状主要为乔木、灌丛。距离最近的村庄为其西北侧 1.51km 的杨家庄村，进场道路利用现有道路	施工结束后，绿化
S6		6#施工生产生活区	K144+900 左侧 0m	物料堆场、注浆液拌合站、机械车辆停放场	0.47	0	2.64	0.61	3.72	场地现状主要为灌丛、栽培植被。距离最近的村庄为其北侧 0.58km 的杨家庄村，进场道路利用现有道路	施工结束后，复耕、绿化
S7		7#施工生产生活区	K145+700 左侧 40m	施工营地、物料堆场、混凝土拌合站、碎石加工场、机械车辆停放场	0.33	0	2.2	0	2.53	场地现状主要为灌丛、栽培植被。距离最近的村庄为其东北侧 0.84km 的杨家庄村，进场道路利用现有道路	施工结束后，复耕、绿化
S8		8#施工生产生活区	K148+500 右侧 1110m	施工营地、物料堆场、混凝土拌合站、机械车辆停放场	0.14	0	1.25	0	1.39	场地现状主要为灌丛、栽培植被。距离最近的村庄为其南侧 0.41km 的张家楼村，进场道路利用现有道路	施工结束后，复耕、绿化
合计					3.36	2.18	10.31	1.33	17.18		

表 4.22 拟建公路生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ；自然公园 <input type="checkbox"/> ；世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要生境 <input type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	影响方式	工程占用 <input checked="" type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input checked="" type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	评价因子	物种 <input checked="" type="checkbox"/> （分布范围、种群数量、种群结构、行为等） 生境 <input checked="" type="checkbox"/> （生境面积、质量、连通性等） 生物群落 <input checked="" type="checkbox"/> （物种组成、群落结构等） 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> （植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等） 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> （物种丰富度、均匀度、优势度等） 生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> （主要保护对象、生态功能等） 自然景观 <input type="checkbox"/> （ <input type="checkbox"/> ） 自然遗迹 <input type="checkbox"/> （ <input type="checkbox"/> ） 其他 <input type="checkbox"/> （ <input type="checkbox"/> ）
评价等级		一级 <input checked="" type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input checked="" type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input type="checkbox"/>
评价范围		陆域面积： <input type="checkbox"/> km ² ；水域面积： <input type="checkbox"/> km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ；遥感调查 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查点位、断面 <input type="checkbox"/> ；专家和公众咨询法 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	调查时间	春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input checked="" type="checkbox"/> 丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/>
	所在区域的生态问题	水土流失 <input checked="" type="checkbox"/> ；沙漠化 <input type="checkbox"/> ；石漠化 <input type="checkbox"/> ；盐渍化 <input type="checkbox"/> ；生物入侵 <input type="checkbox"/> ；污染危害 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
生态影响预测与评价	评价方法	定性 <input type="checkbox"/> ；定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物入侵风险 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>

4 环境影响预测与评价

表 4.22 拟建公路生态影响评价自查表（续）

工作内容		自查项目
生态保护 对策措施	对策措施	避让☑；减缓☑；生态修复☑；生态补偿☑；科研□；其他☑
	生态监测计划	全生命周期□；长期跟踪□；常规☑；无□
	环境管理	环境监理☑；环境影响后评价□；其他□
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□
注：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项。		

4.2 地表水环境影响预测与评价

4.2.1 地表水环境影响预测与评价

4.2.1.1 施工期水环境影响分析

本项目施工期对沿线地表水体的影响包括施工营地生活污水、生产废水（包括隧道施工生产废水、混凝土搅拌站生产废水）、隧道施工涌水及建筑材料储运等对地表水环境的影响。

（1）施工生产生活区生活污水对地表水环境的影响分析

本项目施工期生活污水主要来源于施工生产生活区内的施工营地，其中主要是施工人员就餐和洗涤产生的生活污水及粪便污水。

本项目沿线共设施工生产生活区 8 处，参见表 2.13。经类比山西省已建公路建设实际，隧道施工一般为 50~100 人，其他路段路基工区则平均为 40 人左右，路面施工 20 人左右，各施工营地生活污水产生量见表 4.23，污水成份及浓度见表 2.24。

表 4.23 施工人员生活污水产生预估表

工区类型	施工人数	污水源强	污水产生量 (t/d)
隧道等大型工区	50~100 人/标段	0.064t	3.2~6.4
其他路基施工	40 人/标段		2.56
路面施工	20 人/标段		1.28

由表 2.24 以看出，施工营地排放的生活污水污染物浓度不能满足相应排放标准要求，如果未经处理直接排入环境，将会对其功能产生不利影响。为减少生活污水对沿线河流水质的影响，本项目在施工场地布置时应尽量远离地表水体，同时对施工人员的就餐和洗涤采用集中管理，如集中就餐、洗涤等，尽量减少产生生活污水的数量；同时，应在施工营地四周设立截水沟，设置适当数量的旱厕，生活污水经旱厕处理后，定期清掏做农肥，不外排，因此，项目建设对水环境产生的影响可降至最低。

（2）施工生产废水对地表水环境的影响分析

①混凝土拌合站生产废水对地表水环境的影响分析

混凝土拌合站的生产废水主要来源于混凝土转筒和料罐的冲洗，废水排放具有悬浮物浓度高、水量小、间歇性集中排放等特点。由有关资料，混凝土拌合站每次冲洗废水量约 0.5m³，废水中悬浮物浓度约 5000mg/L，pH 值在 12 左右。生产废水不得直接排入河流，应对生产废水进行沉淀处理。本项目设置 8 处施工生产生活区，各设 1 座沉淀池，施工生产废水由沉淀池收集，经酸碱中和沉淀、隔油除渣等简单处理后回用，主要污染物 SS 去除率控制到 80%，pH 值调节至中性或弱酸性，油类等其它污染物浓度减小。本次评价要求应在施工场地及混凝土拌合站周边设置截水沟，施工生产废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合用水或用

于施工场地洒水降尘，不外排。在严格落实各种管理及防护措施后，施工期混凝土搅拌站生产污水不会对项目区地表水环境产生明显影响。

②隧道施工废水对地表水环境的影响分析

根据隧道已开工部分施工情况，隧道掘进过程中基本无生产废水产生，在隧道掘进时洞内设置截水管，将隧道涌水引入中央排水沟，隧道涌水通过中央排水沟排出隧道外，在隧道口附近设置隧道涌水沉淀池，经沉淀处理后达标排放，中央排水沟加装水泥盖板，防止施工车辆污染隧道涌水。

隧道施工在钻孔过程中将利用高压水湿润粉尘，使其成为岩浆流出，同时在爆破过程中采用喷雾洒水，以防止爆破作业产生的粉尘影响环境。上述施工过程将产生泥浆废水，主要污染物为 pH、SS、NH₃-N、TP、COD、石油类以及少量的炸药残留物。对于隧道施工生产废水中有毒有害物质，长安大学曾于 2006 年 7 月和 11 月，分别对施工中的小河至安康公路秦岭包家山隧道（长 1100m）和商州至陕豫界公路秦岭州河北隧道（长 490m）施工放炮作业期间的水样进行了采样监测，监测因子为爆破前后出水中 COD、SS、石油类、硝基苯和硝酸盐。监测结果表明：2 处隧道的硝基苯未检出，硝酸盐浓度为 13.550mg/L，废水中仍有少许的炸药残留物，而隧道施工所采用的炸药产生的毒性污染物数量微小。可见，隧道施工过程中采用安全无毒炸药施工，对地表水环境基本不产生毒性物质影响。爆破后施工废水中硝酸盐、SS、石油类浓度较高，严禁施工废水随意排放。根据隧道已开工部分现场调查情况，隧道施工中生产废水产生量较小，基本未形成径流，不会排出隧道洞外，由于隧道涌水通过截水管直接排入中央排水沟，与地表的残留生产废水不会混合。因此，从现场调查情况可知，施工时生产废水不会排出洞外，对地表水基本不会造成影响。

隧道施工涌水为地下水，水质相对干净，通过洞内截水管排入中央排水沟，基本不受污染，采用单独的全封闭排水管道排出洞外，经沉淀处理后，排入附近地表水体，不会对项目区地表水环境产生明显影响。

（3）施工物料、油料、化学品堆放对地表水环境的影响分析

本项目施工时需要的物料、油料、化学品等若堆放在隧道口，管理不严，遮盖不密，则可能在雨季或暴雨期受雨水冲刷进入隧道口旁的河流；粉状物料的堆场若没有严格的遮挡、掩盖等措施将会起尘从而污染水体；若物料堆放的地点高度低于河流丰水期的水位，如遇到暴雨季节，物料可能被河水淹没，从而进入河流污染水体。

（4）建筑材料运输与堆放对水环境的影响

路基的填筑以及各种筑路材料的运输等，均会引起扬尘，将会对环境产生一定的影响。此外，一些施工材料如沥青、油料、化学品物质等在其堆放处若保管

不善，被雨水冲刷而进入水体也会对水环境造成污染，为防止油料等物质不慎泄漏对堆放场地附近的水环境带来影响，可在建筑材料堆放地设置一定的防渗区域，专门存放油料及化学品物质。

（5）施工机械漏油、机械维修过程中的残油等对地表水环境的影响分析

本项目桥梁施工机械设备漏油、机械维修过程中的残油等，可能进入水体造成油污染。在施工过程中需定期进行设备检修和清洗，严格控制矿物油类的跑、冒、滴、漏，进入水体的数量有限，水体中石油类物质不会明显增加。

4.2.1.2 营运期水环境影响分析

（1）路面径流水环境影响分析

本项目建成运营后，随着交通量的逐年增加，沉降在路面上的机动车尾气排放物、汽车泄漏的油类以及散落在路面上的其它有害物质也会逐年增加，上述污染物将随降水径流进入沿线沟渠并最终汇入地表水水体。

路面径流主要污染物为悬浮物、石油类和有机物，主要污染源是行驶汽车的跑、冒、滴、漏，汽车轮胎与路面磨擦产生的微粒也会随雨水带入水体。

本项目为沥青砼路面，属不透水区域，有产、汇流快等特点，根据省内高速公路经验，降雨初期到形成桥面径流的 30min 内，雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高，在 60min 内 COD_{Cr} 和 SS 的数值均能达到《污水综合排放标准》

（GB8978-1996）二级标准，60min 后污染物浓度显著降低，详见表 2.25。

对于石油类，仅限于过往车辆滴漏在道路上的油类物质，经过运行车辆轮胎的挤压，随轮胎带走一部分，其余部分只有在大雨季节，随路面径流经过边沟才有可能到达水体中。路面径流在通过路面横坡自然散排、漫流到排水沟或边沟中，或通过边坡急流槽集中排入排水沟的过程中伴随着降水稀释、泥沙对污染物的吸附、径流水自净等过程才进入水体，从而使污染物浓度变得更低，这种影响将随降雨历时的延长而降低或随降雨的消失而消失，对地表水环境影响较小。

4.2.1.3 地表水环境影响评价自查

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目地表水环境影响评价主要内容与结论自查情况，见表 4.24。

4 环境影响预测与评价

表 4.24 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文要素影响型 <input type="checkbox"/>	
	水环境保护目标	饮用水水源地保护区 <input type="checkbox"/> ; 饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ; 涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ; 重要湿地 <input type="checkbox"/> ; 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ; 涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 <input type="checkbox"/> ; 间接排放 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ; 径流 <input type="checkbox"/> ; 水域面积 <input type="checkbox"/>
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; 有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ; 非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ; pH 值 <input type="checkbox"/> ; 热污染 <input type="checkbox"/> ; 富营养化 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ; 水位 (水深) <input type="checkbox"/> ; 流速 <input type="checkbox"/> ; 流量 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
评价等级	水污染影响型	水文要素影响型	
	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 A <input type="checkbox"/> ; 三级 B <input checked="" type="checkbox"/>	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目	数据来源
		已建 <input type="checkbox"/> ; 在建 <input type="checkbox"/> ; 拟建 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> ; 拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ; 环评 <input type="checkbox"/> ; 环保验收 <input type="checkbox"/> ; 既有实测 <input type="checkbox"/> ; 现场监测 <input type="checkbox"/> ; 入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期	数据来源
		丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	生态环境保护主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40% 以下 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40% 以上 <input type="checkbox"/>	
	水文情势调查	调查时期	数据来源
丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
		(pH 值、SS、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮)	监测断面或点位个数 () 个

表 4.24 地表水环境影响评价自查表（续）

工作内容		自查项目	
现状评价	评价范围	河流：长度（1.1）km；湖库、河口及近岸海域：面积（）km ²	
	评价因子	（pH、溶解氧、生化需氧量、五日生化需氧量、氨氮、石油类、总磷、悬浮物）	
	评价标准	河流、湖库、河口：I类 <input type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input checked="" type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/> ；V类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（）	
	评价时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/>	达标区 <input type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度（）km；湖库、河口及近岸海域：面积（）km ²	
	预测因子	（）	
	预测时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>	
	预测情景	建设期 <input type="checkbox"/> ；生产运行期 <input type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>	
	预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 <input type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>	

4 环境影响预测与评价

表 4.24 地表水环境影响评价自查表（续）

工作内容		自查项目				
影响评价	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input type="checkbox"/>				
	污染源排放量核算	污染物名称 ()		排放量 (t/a) ()		排放浓度 (mg/L) ()
	替代源排放情况	污染源名称 ()	排污许可证编号 ()	污染物名称 ()	排放量 (t/a) ()	排放浓度 (mg/L) ()
	生态流量确定	生态流量：一般水期 () m ³ /s；鱼类繁殖期 () m ³ /s；其他 () m ³ /s 生态水位：一般水期 () m；鱼类繁殖期 () m；其他 () m				
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
	监测计划	监测方式			环境质量 手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位			污染源 () (站区污水处理设施进出口)	
		监测因子			() (pH、悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、氨氮、动植物油)	
污染物排放清单	<input type="checkbox"/>					
环评结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>					
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“()”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						

4.2.2 对杨家庄水库的环境影响分析

本项目隧道评价范围内涉及杨家庄水库。

（1）本项目与水库的位置关系

本项目隧道 K143+650~K143+800 段从杨家庄水库南部通过，穿过水库上游的水峪沟，枯水期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 546.2m，汛期水库蓄水上界距隧道右洞最短距离约 445.0m，隧道右洞洞体穿越水峪沟段底板设计标高为 1048.27m，枯水期水位与洞体顶板高差约 15.3m，汛期水位与洞体顶板高差约 29.6m。

杨家庄水库与太岳山隧道的平面、空间位置关系详见图 4.7、图 4.8。

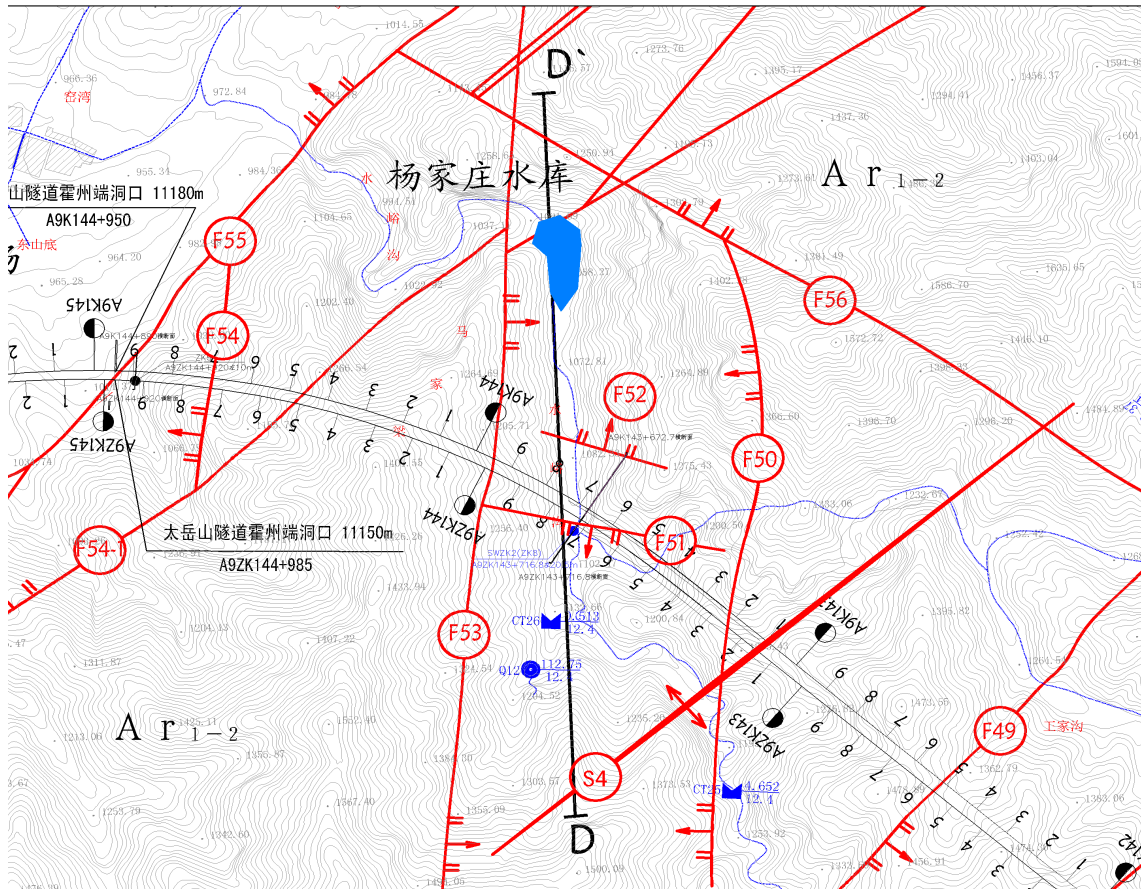


图 4.7 太岳山隧道与杨家庄水库平面位置关系图

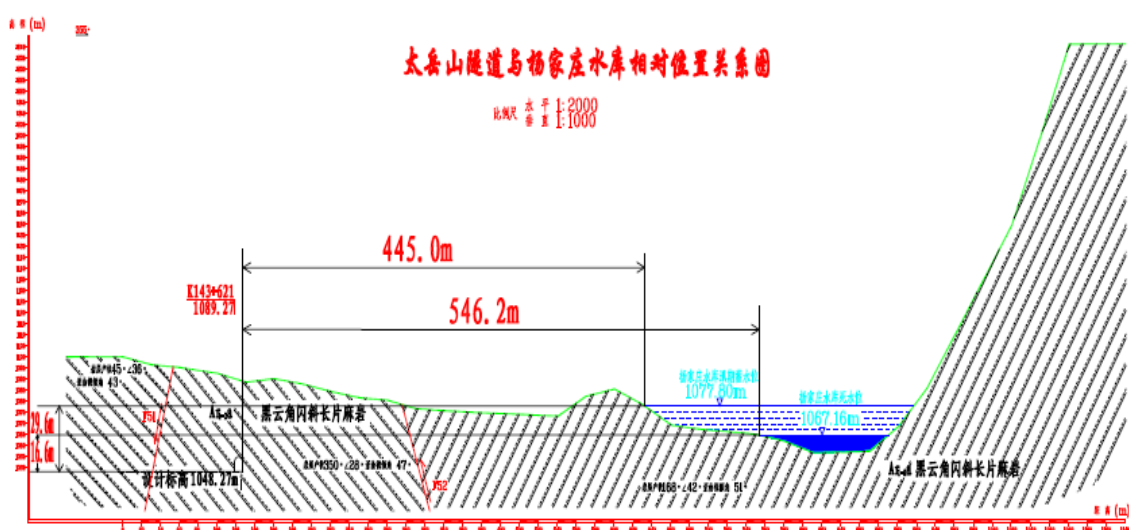


图 4.8 杨家庄水库与太岳山隧道空间相对关系图

(2) 库区水文地质条件

洞体通过的河谷段地表上游沟谷呈“V”字形断面，沟深坡陡，第四系覆盖较薄，多数河段基岩裸露，河道比降大，沟谷中常年有地表基流，水质良好。水库及其上游流域内出露地层为太古界安子坪组混合岩化片麻岩，水峪沟沟谷内分布第四系松散堆积物，岩性为全新统卵砾石、漂卵石、坡积物等，库区蓄水范围库底岩性除底部砂砾、巨砾土外，长期淤积使库底分布有较为连续、且厚度约为 2~5m 间的淤泥质细粒土。因此既有较厚的含水层，在库底又有相对较厚、且较为稳定的隔水层。库区范围地表水主要来自红沙岭、山下安头、芦义沟、水峪沟等上游流域的地表水径流补给。

(3) 库区构造条件

库区位于太岳山拗缘翘起带西端，与霍山区域性大断裂仅相距约 1.2km，属构造应力集中区，各种次级断层构造发育密集。库区内通过的 5 条断层主要为 F50、F51、F52、F53、F54，其中 F53 为区域性断层构造，属霍山区域性深大断裂的分支断裂，位于库区以西，呈近南北向分布，与隧道通过的水峪沟河谷段相距约 0.2~0.3km，破碎带宽度大于 100m；F50 号断层分布于库区以东，属于 F53 号断层的次级阶梯状构造。以上两种构造均属于张性正断层，破碎带规模相对较大，为主要的含水和导水构造。F51 属压性正断层、F52 属压性逆断层，为近东西向前期构造，断距不大，据 SWZK2 水文孔的钻探结果，破碎带构造岩可见压性的糜棱岩。属于阻水性质的断层构造。另有 F54 号断层带自水库坝前与 F53 号断层相交通过库区，造成库区坝前基岩较为破碎，推断为库区水位难以达到设计蓄水位和长期渗漏的主要原因。

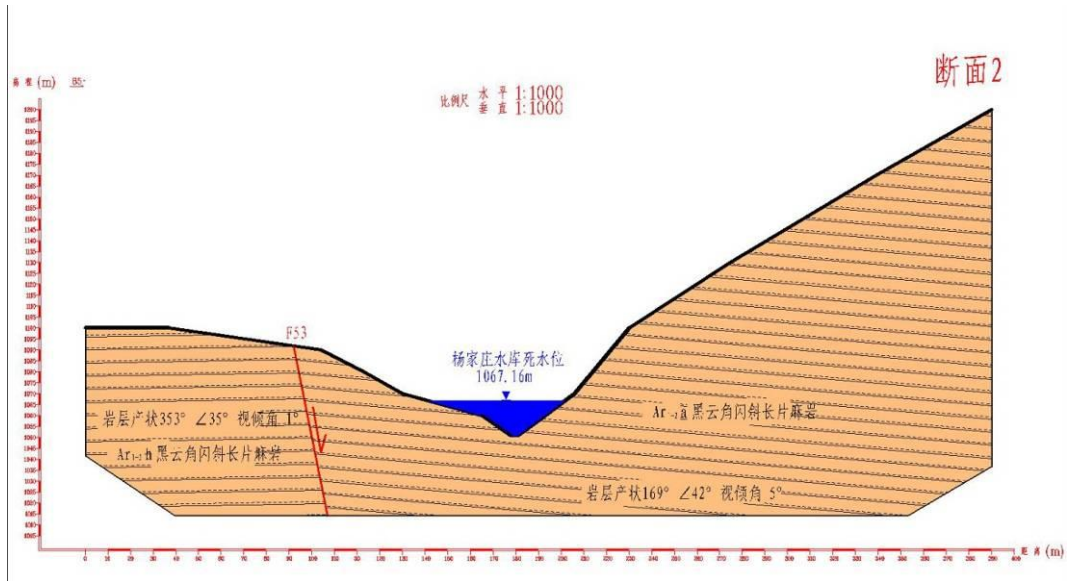


图 4.9 杨家庄水库与断层 F53 空间相对关系图

(4) 库区含水层

库区含水层主要有两大类，即第四系松散堆积物含水层、变质岩裂隙水含水层两大类，其中第四系松散堆积物含水层在隧道以上河段分布范围较窄，厚度较薄，且断续出露，属非稳定含水层，在隧道穿越段以下逐渐增厚增宽，为库区范围相对稳定的含水层；变质岩裂隙水为库区主要的地下水类型，含水介质分风化变质岩及断层破碎带两种，由于库区沟谷地势相对较低，侵蚀较深，第四系覆盖层下基本已达到中风化侵蚀面，也就是说，库区范围地表风化带裂隙水含水层厚度相对较薄，而断层构造破碎带裂隙水赋存于 F53 号、F50 号区域性断层带内，且断层带间裂隙密集，因此，断层破碎带及断层带间的裂隙密集带成为库区主要的含水层。

(5) 库区水循环

库区蓄水和库区地下水主要由水峪沟河地表径流补给，流量大，流速快，补给充足。第四系松散堆积物孔隙水在河段淤泥质层受阻后溢流排入水库内；断层破碎带及裂隙密集带地下水一般沿断层走向在穿过的近东西向沟谷底部或边坡上溢流排泄。由于 F51 号断层为压性构造，风化带以下具有较明显的阻水作用，断层带近地表风化壳厚达近 20m 破碎，并与第四系松散堆积物叠加在一起，成为较厚的混合含水层。因此 F51 号断层近地表露头无阻水作用，排泄方向与第四系孔隙水一致。

(6) 影响分析

①库区对隧道的不利影响：隧道穿越水峪沟段洞体顶板埋深约为 41.4m，洞顶分布第四系松散岩及断层带顶部风化带含水层，洞顶以上中风化基岩厚度仅有

12m，洞顶上的第四系含水层松散岩含水层、断层破碎带风化壳含水层厚度约 30m（SWZK2 钻孔内第四系厚度 12.9m，断层破碎带约 17.0m），且与地表径流相连通，由于洞室围岩裂隙密集，洞顶地表水、洞顶上部含水层内的地下水也将大量渗入洞体内，造成洞体出现大量淋雨状~股状涌水，而一旦洞顶发生塌方，库区补给源之水峪沟地表径流、上部松散岩孔隙水及断层带裂隙水将会在短时快速涌入洞体，使洞体内发生严重突水事故，将对隧道施工及运营造成极大的安全隐患。而已积蓄的库区水由于受库底淤泥质土隔水层阻断，也很难反流至上游的第四系砂砾含水层内，因此不可能再次反流至库区上游的地下洞体内，故流入库区的蓄水对隧道没有大的影响。

②隧道对库区的不利影响：由于隧道穿越水峪沟段洞体浅埋、围岩破碎，施工过程中上覆含水层内的地下水、地表水等可能持续大量渗入洞体，且极可能发生严重塌方，而库区内地表水、洞顶上方含水层均会快速涌入隧道洞体内，将造成库区补给源在隧道穿越段流量骤减，甚至导致地表水完全断流，从而大量减少或切断了库区的补给，最终使库区蓄水因正常的蒸发和渗失，很快干枯。

综上所述，本次评价要求隧道洞体穿越水峪沟段在施工过程中需提前做好防范预案并采取有效措施严加管控。施工前对隧道下穿水峪沟段洞顶的第四系和断层破碎带进行高压注浆加固，尽可能阻断和弱化隧道洞室地下水径流裂隙系统的连通性提高围岩稳定性，降低洞室内涌水量。此外，在洞顶设置排水沟，对地表水进行引排。采取以上措施可减少本项目的建设对杨家庄水库的影响。

4.3 地下水环境影响分析

4.3.1 隧道地质条件

4.3.1.1 地质构造

受区域构造控制，断裂、褶皱为隧址区最为发育的构造活动形迹，是由燕山运动形成的构造格局，在喜山期有不同的发展和继承。

（1）断层

本项目隧道地处临汾新裂陷盆地东缘，太岳山坳缘翘起带，隧道自进口向出口，穿越不同规模 and 不同期次的断层构造破碎带。依据断层力学特征和上下盘的运动关系，隧址区断层按构造性质分为压扭性逆断层、压扭性正断层、张扭性正断层、张性正断层。太岳山隧道评价范围内隧址区断层统计情况见表 4.25。

（2）褶皱

通过工程地质调绘、物探解译、钻探等勘察手段，结合遥感解译、专项水文地质调查成果，共发现评价范围内隧址区内发育有 3 条褶皱，褶皱特征统计一览表 4.26。

表 4.25 太岳山隧道评价范围内隧址区断层统计一览表

编号	位置	性质	断面产状			断裂规模			上下盘地层
			走向 (°)	倾向 (°)	倾角 (°)	延伸长度 (m)	宽度 (m)	落差 (m)	
F ₂₈	K133+988 (ZK133+936), 与右线右前夹角为 17°	正断层	301°	211°	73°	1000	30	20	上盘下盘均为 O ₂ X ¹ 灰岩、泥灰岩及 O ₁ l 白云岩
F ₂₉	ZK133+000~ZK134+350 南侧 190~700m	正断层	290°	200°	72°	800	60	20	上盘下盘均为 O ₂ X ¹ 灰岩、泥灰岩及 O ₁ l 白云岩
F ₃₀	K134+326 (ZK134+345), 与右线右前夹角为 76°	正断层	187°	97°	75°	3000	60	90	上盘下盘均为 O ₂ X ¹ 灰岩、泥灰岩及 O ₁ l 白云岩
F ₃₁	K134+800 (ZK134+803), 与右线右前夹角为 35°	正断层	156°	66°	70°	2500	40	8	上盘下盘均为 C ₃ f 及 O ₁ l 白云岩
F ₃₂	K135+238 (ZK135+269), 与右线右前夹角为 92°	正断层	221°	131°	69°	3500	80	170	上盘岩性为 O ₁ l、C ₃ f 及白云岩等, 下盘岩性为 C ₃ f、C ₃ g、C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、灰岩、页岩及 Pt ₂ ch 石英岩等
F ₃₃	K135+920 (ZK135+929), 与右线右前夹角为 49°	正断层	179°	89°	75°	2500	50	180	上盘岩性为 C ₃ f、C ₃ g、C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、灰岩、页岩及 Pt ₂ ch 石英岩等, 下盘岩性为 C ₃ g、C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、白云岩、灰岩、页岩及 Pt ₂ ch 石英岩等
F ₃₄	K136+084 (ZK136+124), 与路线右前夹角为 69°	正断层	241°	151°	62°	1500	80	10	上下盘岩性均为 C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、白云岩、灰岩、页岩及 Pt ₂ ch 石英岩等
F ₃₅	K136+407 (ZK136+400), 与右线右前夹角为 31°	逆断层	163°	73°	61°	1000	40	80	上盘岩性为 C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、白云岩、灰岩、页岩及 Pt ₂ ch 石英岩等, 下盘岩性为 C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、白云岩、灰岩、页岩及 Pt ₂ ch 石英岩等
F ₃₆	K136+540 (ZK136+550), 与右线右前夹角为 52°	正断层	183°	93°	80°	2000	50	20	上下盘岩性均为 C ₂ z、C ₂ x 白云质灰岩、白云岩、灰岩、页岩, Pt ₂ ch 石英岩及 Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₃₆₋₁	K137+706 (ZK137+753), 与右线左前夹角为 7°	逆断层	255°	345°	73°	2000	120	80	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} a 片麻及 Ar _{1~2} dn 片麻岩等
F ₃₇	K138+238 (ZK138+264), 与右线右前夹角为 81°	正断层	212°	122°	75°	3200	200	70	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} dn 片麻岩等
F ₃₈	K138+665 (ZK138+693), 与右线右前夹角为 85°	正断层	216°	126°	80°	1500	20	5	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} dn 片麻岩等

表 4.25 太岳山隧道评价范围内隧址区断层统计一览表 (续)

编号	位置	性质	断面产状			断裂规模			上下盘地层
			走向(°)	倾向(°)	倾角(°)	延伸长度(m)	宽度(m)	落差(m)	
F ₃₉	K138+916 (ZK138+949), 与右线左前夹角为 78°	逆断层	232°	322°	55°	1200	50	10	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} dn 片麻岩等
F ₄₀	K139+322 (ZK139+354), 与右线左前夹角为 94°	正断层	224°	134°	73°	1200	40	8	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} dn 片麻岩等
F ₄₁	K139+680 (ZK139+735), 与右线左前夹角为 56°	逆断层	254°	344°	70°	2000	30	25	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} dn 片麻岩等
F ₄₂	K140+020 (ZK140+083), 与右线左前夹角为 38°	正断层	94°	4°	72°	3500	300	250	上盘岩性为 Ar _{1~2} dn 及 Ar _{1~2} a 片麻岩等下盘岩性为 Ar _{1~2} dn
F ₄₃	K140+760 (ZK140+768), 与右线右前夹角为 56°	逆断层	187°	277°	53°	2700	30	50	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₄₄	K141+096 (ZK141+125), 与右线右前夹角为 88°	正断层	218°	128°	69°	1700	20	10	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} a、Ar _{1~2} h 片麻岩等
F ₄₅	K141+237 (ZK141+268), 与右线右前夹角为 90°	正断层	221°	311°	77°	2700	40	35	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} a、Ar _{1~2} h 片麻岩等
F ₄₆	K141+502 (ZK141+542), 与右线左前夹角为 70°	正断层	243°	333°	80°	1500	30	20	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} a、Ar _{1~2} h 片麻岩等
F ₄₇	K141+917 (ZK141+956), 与右线左前夹角为 71°	正断层	239°	149°	72°	2100	40	30	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} h 片麻岩等
F ₄₈	K142+104 (ZK142+126), 与右线右前夹角为 74°	正断层	201°	291°	67°	2600	50	40	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} h 片麻岩
F ₄₉	K142+392 (ZK142+426), 与右线左前夹角为 84°	正断层	227°	137°	73°	2600	40	30	上下盘岩性均为 Ar _{1~2} h 片麻岩等
F ₅₀	K143+106 (ZK143+121), 与右线右前夹角为 59°	正断层	190°	280°	78°	2600	50	40	上、下盘岩性均为 Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₅₁	K143+464 (ZK143+541), 与右线左前夹角为 15°	正断层	287°	197°	62°	800	30	30	上、下盘岩性均以 Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₅₂	位于 K143+400~K143+700 北侧 110~370m	逆断层	105°	15°	54°	450	20	10	上、下盘岩性均为 Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₅₃	K143+837 (ZK143+8565), 与右线右前夹角为 76°	正断层	193°	103°	80°	3700	150	180	上盘岩性为 Ar _{1~2} a 片麻岩等,下盘岩性为 Ar _{1~2} h、Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₅₄	K144+581 (ZK144+600), 与右线左前夹角为 88°	正断层	190°	280°	78°	2500	30	20	上、下盘岩性均为 Ar _{1~2} h、Ar _{1~2} a 片麻岩等
F ₅₅	K144+850 (ZK144+863), 与路线右前夹角为 87°	正断层	200°	290°	52°	60000	400	1000	上、下盘岩性均为 Ar _{1~2} a 片麻岩等

表 4.26 评价范围内隧址区褶曲统计一览表

编号	位置	性质	两翼对称性	轴部时代及岩性	两翼产状	延伸长度(m)	工程简评
S3	与路线相交于 K139+390 处，右前夹角 90°	背斜	对称	Ar ₁₋₂ dn 黑云角闪斜长片麻岩等	160°∠32° 350°∠28°	>85000	对围岩稳定性有一定影响
S4	与路线相交于 K141+991 处，右前夹角 100°	向斜	对称	Ar ₁₋₂ h 黑云角闪斜长片麻岩等	331°∠31° 150°∠32°	>68000	对围岩稳定性有一定影响
S5	与路线相交于 K143+485 处，右前夹角 83°	背斜	对称	Ar ₁₋₂ a 黑云角闪斜长片麻岩等	169°∠34° 350°∠28°	>56000	对围岩稳定性有一定影响

S₂ 背斜：与路线相交于 K139+390 处，右前夹角 90°，区内延伸长度约 8.5km。该背斜总体走向为北东~南西向，核部地层由中下太古界霍县群大南坪组（Ar₁₋₂dn）片麻岩等组成，节理裂隙发育，岩体较破碎；两翼较对称，地层均由中下太古界霍县群安子坪组、大南坪组（Ar₁₋₂a、Ar₁₋₂dn）片麻岩等组成，东南翼岩层产状在 135°∠30°~154°∠36°之间，西北翼岩层产状在 283°∠29°~350°∠38°之间。

S₄ 向斜：与路线相交于 K141+991 处，右前夹角 100°，区内延伸长度约 6.8km。该向斜总体走向为北东~南西向，核部地层由中下太古界霍县群黄梁组（Ar₁₋₂h）片麻岩等组成，节理裂隙发育，岩体较破碎；两翼较对称，地层均由中下太古界霍县群黄梁组（Ar₁₋₂h）片麻岩等组成，东南翼岩层产状在 280°∠24°~331°∠31°之间，西北翼岩层产状在 150°∠32°~350°∠38°之间。

S₅ 背斜：与路线相交于 K143+485 处，右前夹角 83°，区内延伸长度约 5.6km。该背斜总体走向为北东~南西向，核部地层由中下太古界霍县群安子坪组（Ar₁₋₂a）片麻岩等组成，节理裂隙发育，岩体破碎；两翼较对称，地层均由中下太古界霍县群安子坪组（Ar₁₋₂a）片麻岩等组成，东南翼岩层产状为 115°∠49°~169°∠34°，西北翼岩层产状为 350°∠28°。

4.3.1.2 地层

依据勘察成果和搜集的相关资料，隧址区各地层分述如下：

(1) 第四系 (Q)

全新统晚期 (Q₄^{2al+pl})：隧址区主要分布于山间沟谷内，平面上沿山间沟谷呈条带状分布，岩性主要为青灰色卵石，局部夹圆砾和砂类土，一般粒径为 30~60mm，夹有大量漂石颗粒，最大粒径为 300mm 左右，粒径大于 20mm 的颗粒占总质量的 55~60%，多呈亚圆形，母岩成分以灰岩、片麻岩为主，骨架颗粒排列混乱，大部分不接触，充填物以砂土为主，含量约占 30%左右，稍密。厚度分布不均，一般约 1~5m，最厚处达 10m 左右。

中更新统 (Q₂^{al+pl})：隧址区主要分布于洞口段，覆盖基岩斜坡上，岩性主要为黄土（粉质黏土）棕红色，结构较紧密，具小孔隙结构，垂直节理发育，土质

不均，夹 20%左右砾卵石，呈硬塑状。厚度分布不均，揭露厚度 7.0m。

(2) 奥陶系 (O)

①奥陶系中统下马家沟组下段 (O_{2x}¹)

该套地层在隧道进口段分布广泛，地表大面积出露，地层岩性主要为泥灰岩，局部夹大块状灰岩，产状一般为 $141^{\circ}\angle 7^{\circ}$ 、 $75^{\circ}\angle 11^{\circ}$ ，灰黄、青灰色，矿物成分以方解石及黏土矿物为主，以泥质或泥晶结构为主，局部为角砾状、微晶结构，薄~中厚层状构造为主，强风化带厚为 8~10m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，溶蚀明显，岩体破碎，岩芯多呈散体土状或砂状，局部为碎块状，锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，干时可用手折断，浸水时迅速软化。中风化带揭露最大厚度为 11.0m，岩体组织结构部分破坏，矿物成分发生变化，节理面附近的矿物已风化成土状，风化裂隙发育，溶蚀明显，岩体破碎~较破碎，岩芯多呈 5~20cm 的短柱状，最大柱长 30cm 左右，局部呈碎块状，锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎，浸水后手可掰开。

②奥陶系下统亮甲山组 (O_{1l})

该套地层在隧道进口段分布广泛，地表大面积出露，为隧道进口段主要围岩，在左右线洞体中分布长度分别约为 765m、800m，分别占左右洞体内围岩总量的 6.7%、7.2%。岩层产状一般为 $223^{\circ}\angle 10^{\circ}$ ，岩性为灰白、青灰色灰质白云岩、含燧石结核白云岩夹灰黄色泥质白云岩，矿物成分以白云石为主，局部灰岩和泥质含量较高，隐晶质、角砾状结构，薄~中厚层状构造，强风化带厚为 3~5m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已发生显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，岩芯多呈碎块状，锤击声哑，无回弹，易击碎，浸水后手可掰开。中风化带揭露最大厚度为 53.65m，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多呈柱状，柱长 15~30cm，局部由于溶蚀严重，溶孔发育，岩芯呈碎块状，白云岩锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎，有轻微吸水反应；泥质白云岩锤击声不清脆，无回弹，较易击碎，浸水后指甲可刻出印痕。

(3) 寒武系 (C)

①寒武系上统凤山组 (C_{3f})

该套地层在隧道洞身段分布广泛，地表大面积出露，为隧道洞身段主要围岩之一，在左右线洞体中分布长度分别为 700m、670m，分别占左右洞体内围岩总量的 6.3%、6.0%。岩层产状一般为 $75^{\circ}\angle 11^{\circ}$ ，岩性以灰白、灰色白云岩为主，夹泥质白云岩，底部灰绿色页岩与竹叶状白云岩呈互层状分布，矿物成分以白云石为主，局部泥质含量较高，以隐晶质结构为主，局部为泥晶、竹叶状结构，以薄~中厚层状构造为主，底部夹页理状构造，强风化带厚为 3~5m，岩体组织结构已

大部分破坏，矿物成分已发生显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，岩芯多呈碎块状，锤击声哑，无回弹，易击碎，浸水后手可掰开。中风化带厚度大，本次勘察未揭穿，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多呈柱状，柱长 10~35cm，局部由于溶蚀严重，溶孔发育，岩芯呈碎块状，白云岩锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎，有轻微吸水反应；泥质白云岩、竹叶状白云岩及页岩锤击声不清脆，无回弹，较易击碎，浸水后指甲可刻出印痕。

②寒武系上统固山组（C_{3g}）

该套地层在隧道洞身段地表局部分布，岩层产状一般为 103°∠12°，岩性主要为灰~深灰色泥质条带灰岩、竹叶状灰岩及白云质灰岩，矿物成分以方解石为主，局部泥质和白云石含量较高，条带状、竹叶状结构，薄层状构造，强风化带厚为 5~6m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已发生显著变化，风化裂隙很发育，锤击声哑，无回弹，易击碎，浸水后手可掰开。揭露厚度 19.8m，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体较破碎，被切割成岩块，锤击声不清脆，无回弹，较易击碎，浸水后指甲可刻出印痕。

③寒武系中统张夏组（C_{2z}）

该套地层在隧道洞身段分布广泛，地表大面积出露，岩层产状一般为 103°∠12°，岩性为白云质灰岩为主局部夹黄绿色页岩，矿物成分以方云山为主，局部泥质含量较高，以微晶结构为主，薄~中厚层状、页理状构造，局部为强风化带厚为 3~4m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已发生显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，岩芯多呈碎块状，锤击声哑，无回弹，易击碎，浸水后手可掰开。揭露厚度为 108.4m，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多呈柱状，柱长 15~30cm，局部由于溶蚀严重，溶孔发育，岩芯呈碎块状，有轻微吸水反应。

④寒武系中统徐庄组（C_{2x}）

该套地层在隧道洞身段分布广泛，地表大面积出露，为隧道洞身段主要围岩之一，产状一般为 103°∠12°，岩性两分性极为明显：下部为深紫红色或紫红色页岩夹薄层灰岩，中上部为含泥质条带灰岩、白云质灰岩及鲕粒灰岩，岩性较为稳定，变化不大，矿物成分以方解石、黏土矿物为主，泥质、微晶、条带状及鲕粒结构，页理状、薄~中厚层状构造，强风化带厚为 5~8m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已发生显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，岩芯多呈碎块状，锤击声哑，无回弹，易击碎，浸水后手可掰开。中风化带，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多呈柱状，柱长 10~30cm，局部由于溶蚀严重，溶孔发育，岩芯呈碎块状，灰岩及鲕粒灰岩锤

击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎，有轻微吸水反应，揭露厚度为 46.2m；页岩及条带状灰岩锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎，浸水后手可掰开，揭露厚度为 62.2m。

(4) 中元古界长城系霍山组 (Pt₂ch)

该套地层在隧道洞身段局部分布，为隧道洞身段围岩之一，产状 103°∠12°、125°∠18°，岩性为白色、淡红色石英岩状砂岩和石英砂岩（即“霍山砂岩”），局部夹薄层含钾页岩，底部为砂砾岩，矿物成分以石英、长石为主，中细粒结构，中厚层状构造，强风化带厚为 4~6m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已发生显著变化，风化裂隙很发育，岩体破碎，岩芯多呈碎块状，锤击声哑，无回弹，易击碎，浸水后手可掰开。中风化带，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多呈柱状，柱长 10~30cm，锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手，较难击碎，有轻微吸水反应。微风化带厚度大，本次勘察未揭穿，岩体组织结构基本未变，仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色，有少量风化裂隙，岩体较完整，岩芯多呈柱状，柱长 40~50cm，锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎，基本无吸水反应。

(5) 中下太古界霍县群 (Ar_{1~2}hs)

①大南坪组 (Ar_{1~2}dn)

该套地层在洞身段分布广泛，为隧道洞身段主要围岩之一。岩层产状一般为 135°∠29°、73°∠36°、99°∠38°。岩性为混合岩化黑云斜长角闪片麻岩夹混合岩化黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、条痕状混合岩、含榴石英岩及含石墨榴硅线黑云斜长片麻岩，该套地层岩性变化较大，软硬程度不均匀，灰黑、灰绿、肉红色，矿物成分以石英、长石、黑云母和角闪石为主，鳞片状变晶结构，片麻状构造，强风化带厚约为 8~10m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，岩体极破碎，岩体多呈碎块状，局部呈块状，锤击声不清脆，无回弹，易击碎。中风化带岩体组织结构部分破坏，沿节理面出现次生矿物，风化裂隙发育，岩体破碎~较破碎，岩体多呈块状，锤击声较清脆，有轻微回弹，不易击碎。微风化带厚度大，本次勘察未揭穿，岩体组织结构基本未变，仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色，有少量风化裂隙，岩体较完整，锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎，基本无吸水反应。

②安子坪组 (Ar_{1~2}a)

该套地层在隧道洞身段和出口段分布广泛，为隧道洞身段和出口段主要围岩之一。岩层产状一般为 120°∠35°、143°∠30°、353°∠35°，岩性为混合岩化黑云角闪片麻岩、混合岩化黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩、含榴石英岩及钙质绿泥片岩，该套地层岩性变化较大，软硬程度不均匀，灰黑、灰绿、肉红色，矿物成分以石

英、长石、黑云母和角闪石为主，鳞片状变晶结构，片麻状构造，强风化带厚为 6~10m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，岩体极破碎，岩芯多呈碎块状，局部呈短柱状，柱长一般小于 10cm，锤击声不清脆，无回弹，易击碎。中风化带岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体破碎~较破碎，岩芯多呈短柱状，柱长一般 15~30cm，锤击声较清脆，有轻微回弹，不易击碎。微风化带厚度大，本次勘察未揭穿，岩体组织结构基本未变，仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色，有少量风化裂隙，岩体较完整，岩芯多呈柱状，柱长 30~60cm，锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎，基本无吸水反应。

③黄梁组（Ar_{1~2h}）

该套地层在隧道洞身段分布广泛，为隧道洞身段主要围岩之一。岩层产状为 135°∠32°、280°∠24°、353°∠35°、150°∠32°，岩性主要为混合岩化黑云角闪斜长片麻岩，夹混合岩化含榴黑云斜长片麻及石英岩，该套地层岩性变化较大，软硬程度不均匀，灰灰黑、灰绿、肉红色，矿物成分以石英、长石、黑云母和角闪石为主，鳞片状变晶结构，片麻状构造，强风化带厚为 7~10m，岩体组织结构已大部分破坏，矿物成分已显著变化，风化裂隙很发育，岩体极破碎，岩芯多呈碎块状，局部呈短柱状，柱长一般小于 10cm，锤击声不清脆，无回弹，易击碎；本次勘察未揭穿中风化带，岩体组织结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体破碎~较破碎，岩芯多呈短柱状，柱长一般 20~30cm，锤击声较清脆，有轻微回弹，不易击碎。评价范围内隧道区地层情况见表 4.27。

表 4.27 评级范围隧址区地层一览表

界	系	统	成因类型	代号	厚度 (m)	岩性
新生界	第四系	全新统	坡洪积型	Q ₄ ^{al+pl}	0~20	碎石土、砂土
		上更新统	坡风积物	Q ₃ ^{dl+eol}	2~15	粉土、砾卵石
		中更新统	冲洪积型	Q ₂ ^{al+pl}	5~25	粉质粘土
下古生界	奥陶系	中统下马家沟组	碳酸盐岩 沉积岩	O _{1x}	275	石灰岩
		下统亮甲山组		O _{1l}	80	角砾状泥灰岩
		下统亮冶里组		O _{1y}	65	灰岩夹泥质条带
	寒武系	上统凤山组		ε _{3f}	133~147	白云岩
		上统固山组		ε _{3g}	22~30	泥质条带灰岩
		中统张夏组		ε _{2z}	95~130	鲕粒灰岩
		中统徐庄组	ε _{2x}	80~130	页岩为主	
元古界长城系霍山组		碎屑沉积岩	Pt _{2ch}	83	石英岩状砂岩夹泥页岩	
太古界	霍县群	黄梁组	混合岩化 区域变质岩	Ar _{1~2h}	2077	以混合片麻岩为主，含不同变质矿物，夹斜长角闪岩、绿泥石片岩
		安子坪		Ar _{1~2a}	1085	
		大南坪组		Ar _{1~2da}	728	

4.3.2 隧道水文地质条件

(1) 隧道范围含水介质类型及其特征

参考《黎霍高速公路太岳山隧道水文地质专项评价报告》，根据地下水赋存条件、水理性质和水力特征，太岳山隧道穿越的含水介质有四个类型，即奥陶寒武系碳酸盐岩类介质、寒武系底部碎屑岩类介质、元古界长城系~太古界变质岩类介质及各类断裂构造破碎带类介质。

①碳酸盐岩类介质：

本类介质分布于本项目隧道进口至隧道中前段，底板边界为寒武系徐庄组厚层泥页岩顶，左右幅对应得里程桩号及长度分别为：右幅 K133+770~K135+600，累计长度 1830m；左幅 ZK133+835~ZK135+610 段，累计长度 1775m。介质岩性为奥陶系下统亮甲山组（O₁）、寒武系上统凤山组（C₃f）、固山组（C₃g）、寒武系中统张夏组（C₂z），岩性组合为纯灰岩、白云岩及白云质灰岩等，层间夹薄层泥页岩。本类介质岩溶裂隙总体很发育，深部碳酸盐岩岩溶裂隙水区域径流方向为自东北向西南径流。在隧道一带东部的静止水位高程约在 900~1000m 之间，而隧道穿越本类介质中洞身设计标高位介于 1220~1190m 之间，因此隧道洞体范围处在岩溶裂隙水的径流带，为大气降水的径流带或过路带，洞体围岩中一般仅存在包气带水。

在隧道穿越本类介质中，由于 F35 号逆断层将寒武系徐庄组（C₃g）泥岩（区域隔水底板）错断抬升了约 80m，切断了上下盘间的水力联系，改变了局部径流通道，因此在该断层带上盘可能有局部岩溶饱水带存在。

②寒武系底部碎屑岩类介质：

本类介质分布于本项目隧道隧址范围的寒武系底部，下伏地层为元古界长城系，隧道洞身内左右幅对应得里程桩号及长度分别为：右幅 K135+600~K136+120，累计长度 520m；左幅 ZK135+610~ZK136+150 段，累计长度 540m。介质属寒武系底部徐庄组（C₂x），岩性为一套厚约 60m 的泥页岩，致密较完整，岩体深部孔隙裂隙不发育，为区域范围碳酸盐岩类含水介质与变质岩类含水介质间的区域隔水边界，由于此套地层的阻隔，隧址进口段上覆的碳酸盐岩与下伏的元古界、太古界变质岩成为各自独立的水文地质单元和含水系统。

③变质岩类介质：

本类介质分布于本项目隧道中前段至隧道出口段间，为本隧道最主要的围岩和含水岩体。顶板边界为寒武系徐庄组厚层泥页岩底，分布段落左右幅对应得本次评价范围内的里程桩号及长度分别为：右幅 K136+120~K144+950，累计长度 8830m；左幅 ZK136+150~ZK144+985 段，累计长度 8835m。介质地层岩性为元古界长城系、太古界霍山群系大南坪组（Ar₁₋₂dn）、安子坪组（Ar₁₋₂an）、黄梁组

（Ar_{1,2}h），元古界长城系（Pt₂ch）岩性组合较为单一，为石英岩状砂岩、石英砂岩，即霍山砂岩；太古界霍山群系大南坪组、安子坪组、黄梁组为一套混合岩化区域变质岩，岩性主要有混合岩化片麻岩、混合岩化黑云变粒岩、含角闪黑云变粒岩和黑云角闪变粒岩，夹薄层斜长角闪岩、浅粒岩和透镜状磁铁石英岩等。

本类介质含水或汇水的裂隙系统组成包括构造节理、裂隙及片麻理、山体表层发育深厚而密集的风化裂隙，直接接受大气降水的渗透补给及沟谷中河流下渗补给，径流受构造、节理、片麻理发育方向控制。

风化裂隙是伴随成岩后隧址区域长期存在的外动力地质作用，混合片麻岩类的区域变质岩风化层由表及里可划分三个垂直分带，山体最上部为地势高处的强烈风化裂隙密集带，可视为具有多孔介质的松散岩体；中部裂隙较为发育，可视为裂隙岩体，岩体随埋深增加，裂隙不连续且闭合较为良好，裂隙率及孔隙反而减少，可视为微裂隙致密岩体。另外，随地势降低，山顶高处风化细粒碎屑在山谷坡脚搬运堆积，并与地势较低处的强风化岩叠加在一起，成为山顶处特有的特殊含水层，分布形态为披盖或斜坡包裹。

本类介质的含水系统与其裂隙系统相对应，山体表层强风化裂隙密集带为大气降水的强渗透带，中上部风化带为裂隙岩体的最本类介质最为主要的含水带或含水层，而深部的微风化岩体则成为弱透水层或隔水层。

隧址区内变质岩含水层的补给主要来自大气降水和地势高处地表水的二次回渗补给；大气降水及二次回渗进入含水裂隙系统后，垂直入渗至中风化裂隙含水带后，由于深部微风化含水带透水性微弱，地下水径流受阻，由垂直径流转为水平径流；本类地下水而地下水的排泄方式主要为泉点排泄，且大部分泉点分布位置主要集中在山势较高的中强风化带的分界处，并随地势降低，也常常在岩层陡立的沟谷地带岩体裂隙中侧溢而出，形成裂隙泉。隧址范围有多个钻孔孔口可见微承压水溢流而出，即揭示了以上钻孔在揭穿所在位置风化裂隙含水层后，由于风化带含水层在山区上部水头较高，在一定区域具有微承压性，而钻孔揭穿微承压含水层后则成为承压水的排泄出口，故出现溢出孔口，自留排泄的现象。

变质岩裂隙地下水补径排关系可见图 4.10。

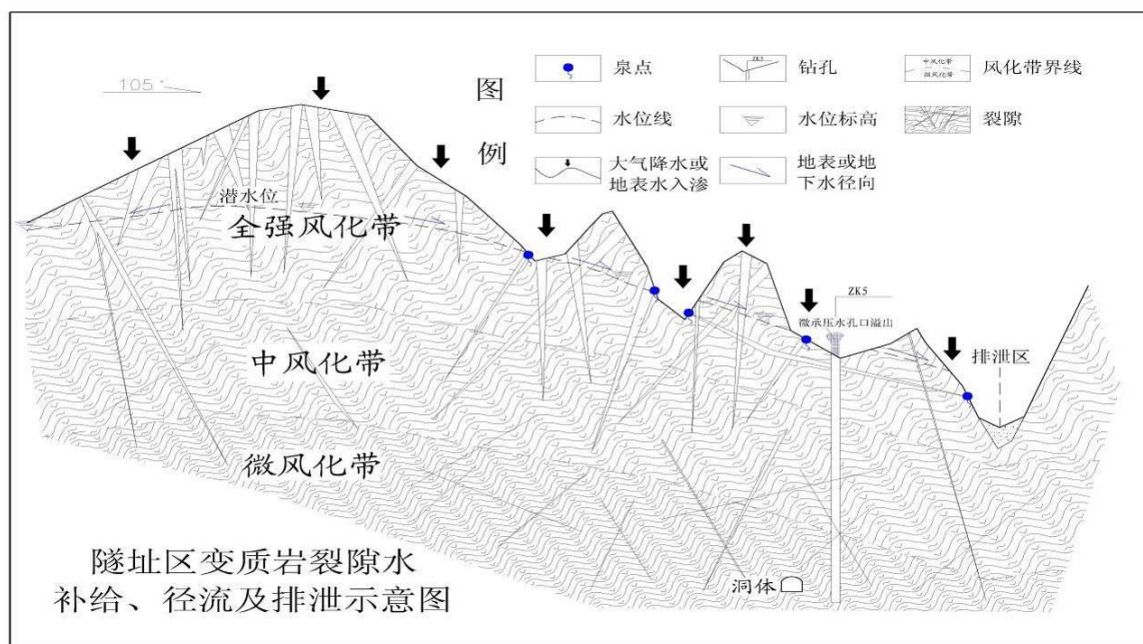


图 4.10 变质岩裂隙系统补给、径流、排泄示意图

从以上论述可见，本类介质含水系统主要集中在太岳山山体中上部，含水裂隙系统主要为风化带裂隙，由地表浅部至地下深部，介质裂隙孔隙以几何级数大幅降低，致使隧址范围的变质岩中弱含水系统逐渐转化为透水性较弱的隔水系统。

④断层构造破碎带介质特征：

本项目隧道地处临汾新裂陷盆地东缘，太岳山拗缘翘起带，区内断层构造破碎带极为发育，隧道自进口向出口，共穿越了 26 条不同规模 and 不同期次的断层构造破碎带。

依据本项目隧道水文地质专项勘察资料，隧址区内 F37、F38、F40、F43、F50、F53、F55 等 7 条断层属于区域性深大或主干的张性、张扭性断层，破碎带以粗颗粒构造角砾岩为主，颗粒间松散接触，岩体的抗侵蚀能力差，地貌形迹较为清晰。隧址区内可见峡谷、河谷或山岭鞍部沿断裂带呈线状排列，构造破碎带空间规模或尺度较大，介质孔隙大，渗透性很高，属于导水和储水类构造，为隧址区主要的含水体或特殊的含水层。

F35、F36-1 为区内区域性主干逆断层构造，由构造碎裂岩、糜棱岩组成，以细粒构造岩为主，含粘土类矿物较多，颗粒间紧密接触，介质孔隙小，属于阻水类的隧址区内主干隔水构造。

(2) 隧址区含水层及地下水位

根据《黎霍高速公路太岳山隧道水文地质专项评价报告》，太岳山隧道隧址区及洞体内的主要含水层有如下三个，即强~中风化变质岩裂隙带含水层，断层

构造破碎带变质岩含水层、中~微风化变质岩裂隙岩体含水层。

强~中风化裂隙带含水层与断层构造破碎带含水层富水性较好，属于中~强富水性含水层，根据钻探揭示资料，风化裂隙带含水层厚度一般在 30~60m，分布较为广泛，面积较大，是隧址区体积最大的含水层，因此也是隧址区最主要的含水层，但本类含水层主要分布于隧址区地势较高的分水岭附近，在隧道洞体范围内无分布，故对隧道洞体而言，属于影响最小的含水层。

断层构造破碎带含水层倾向延伸较深，含水层厚度较大，走向长度较长，裂隙发育，断层富水性也较好，对洞体影响最大。故属于影响最大的含水层。

中风化~微风化变质岩裂隙岩体含水层厚度较大，裂隙发育一般，尤其与强~中风化裂隙带岩体的裂隙率相比，相差 10¹~10³ 数量级，加上岩体埋深相对较深，岩体在上覆后岩体的巨大压力下，裂隙闭合较好，裂隙内空隙较小，富水性也较弱。

从钻探的含水层水位埋深看，地下水变化很大，变质岩区地下水位最高点约为 1600m，地下水位最低点约为 1080m，高差约 520m。变质岩区的地下水潜水位线与总趋势与隧道地表分水岭起伏变化大体相似。显示分水岭以东向东径流排泄，分水岭以西则向出口方向径流排泄。

（3）隧址区水文地质条件综合分析评价

隧道洞体进口段范围内出露地层包括寒武系碳酸盐岩由于岩溶裂隙发育，仅在区域性隔水边界（寒武系底部徐庄组厚层泥岩）附近可能有较短且涌水量有限的岩溶裂隙水含水段存在。穿过区域性隔水边界（寒武系底部徐庄组厚层泥岩）之后，洞体围岩均为变质岩，含水层按空间规模则主要为强~微风化混合片麻岩，按富水性则主要为断层破碎带含水层。

4.3.3 隧道涌水量计算

根据《太岳山隧道工程地质勘察说明》，利用古德曼公式最大涌水量、断面流量法及裘布依理论公式预测稳定涌水量，同时与国内部分已完工的、且工程水文地质条件较为相似的公铁长大隧道进行类比，在此基础上将多个数据进行分析对比，并提出推荐的水文地质预测结果。通过隧道涌水量分段预测，主线洞体左幅最大涌水量为 38460³/d，正常涌水量分别为 16736m³/d；右幅最大涌水量为 38151m³/d，正常涌水量分别为 16840m³/d，左右幅洞体含水段每延米平均最大涌水量分别为 q_0 左=4.04m³/d.m、 q_0 右=4.00m³/d.m，洞体内出水位置主要集中在隧道穿越的断层构造内。

依据《太岳山隧道工程地质勘察说明》可知，本项目隧道洞体总体上为中等富水洞体，但局部段落富水程度已达到强富水标准。

隧道全线贯通涌水量计算的目的是根据公路设计规范要求，从隧道施工安全

考虑，需要计算极端条件下全线的最大涌水量，是隧道全线贯通且未采取任何止水措施下的理论最大涌水量，但是实际施工中采取分段掘进，左右幅洞体含水段每延米平均最大涌水量分别约为 $4.04\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$ 、 $4.0\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$ ，假设每天掘进 1~5m，每天左幅洞施工涌水约 $20.2\text{m}^3/\text{d}$ ，右幅洞最大约 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，日涌水量相对较小；此外，隧道施工过程中还采取加强超前预测预报地质工作、边开挖边衬砌、封堵、支护等措施后，涌水产生量进一步减少，远小于地勘报告隧洞涌水理论预测量。

结合《太岳山隧道工程地质勘察说明》，具体措施如下：

①管控原则

首先必须更多地采用以堵为主的设计和施工理念，更大限度的保护水环境，并确保施工安全。隧道施工设计必须坚持两个原则：一是必须突出综合预报设计和掘前先探的原则；二是必须确定堵排基准线，严格执行按量控制，堵大排小的原则。

本隧道涌渗水段较长，各段落涌水量大小差异大，环评要求委托专业的施工设计单位，设计时应加强量的控制，合理确定堵排基准线，做到堵大排小，努力降低施工风险，积极保护周边水资源环境。

②排堵水设计建议

建议以 10m 洞长为基准，对初始涌水量 Q 大于 $150\text{m}^3/\text{d}$ 的段落，增加堵水措施设计；对水头压力高，可能发生涌水冒泥等危害性较大的涌水段，建议以 10m 洞长为基准，对初始涌水量大于 $300\text{m}^3/\text{d}$ 的段落，建议采用高压注浆堵水措施设计，注浆范围按 3~5 倍洞径确定，利用灌浆圈围岩和隧洞衬砌支护的联合承载功能，确保支护结构的安全和稳定，注浆材料建议选用超细硅粉作为稳定剂（增加强度、有利环保、防止水下混凝土冲刷）。注浆压力建议控制在 2~4MPa。通过以上措施，本项目隧道施工一般情况不会出现大规模的施工涌水。

隧道区水文地质图及剖面图见图 4.11、图 4.12。

4.3.4 隧道涌水量的复核

根据对隧道已开工段的隧道涌水情况开展调查，具体情况如下：

①隧道进口已掘进 1.7km，尚未出现涌水；

②隧道出口已掘进 2.3km，根据现场调查情况，与隧道水文地质勘探资料中预测的用水量相近，但是由于地质条件复杂，隧道涌水量变化较大；

③隧道 1#斜井目前已掘进近主线，根据现场调查情况，与隧道水文地质勘探资料中预测的用水量相近。

根据《黎霍高速公路太岳山隧道水文地质专项评价报告》，隧道进口至隧道中前段含水介质为碳酸盐岩类介质，即 K133+770~K135+600 段，累计长度 1830m，介质岩性为奥陶系下统亮甲山组 (O_1l)、寒武系上统凤山组 (C_3f)、固山组 (C_3g)、

寒武系中统张夏组（ C_{2z} ），岩性组合为纯灰岩、白云岩及白云质灰岩等，层间夹薄层泥页岩。本类介质岩溶裂隙总体很发育，深部碳酸盐岩岩溶裂隙水区域径流方向为自东北向西南径流。在隧道一带东部的静止水位高程约在 900~1000m 之间，而隧道穿越本类介质中洞身设计标高位介于 1220~1190m 之间，因此隧道洞体范围处在岩溶裂隙水的径流带，为大气降水的径流带或过路带，洞体围岩中一般仅存在包气带水。

隧道中前段至隧道出口段含水介质为变质岩类介质，为本隧道最主要的围岩和含水岩体，即 K136+120~K144+950，累计长度 8830m，介质地层岩性为元古界长城系、太古界霍山群系大南坪组（ Ar_{1-2dn} ）、安子坪组（ Ar_{1-2an} ）、黄梁组（ Ar_{1-2h} ），元古界长城系（ Pt_{2ch} ）岩性组合较为单一，为石英岩状砂岩、石英砂岩，即霍山砂岩；太古界霍山群系大南坪组、安子坪组、黄梁组为一套混合岩化区域变质岩，岩性主要有混合岩化片麻岩、混合岩化黑云变粒岩、含角闪黑云变粒岩和黑云角闪变粒岩，夹薄层斜长角闪岩、浅粒岩和透镜状磁铁石英岩等。本类介质含水或汇水的裂隙系统组成包括构造节理、裂隙及片麻理、山体表层发育深厚而密集的风化裂隙，直接接受大气降水的渗透补给及沟谷中河流下渗补给，径流受构造、节理、片麻理发育方向控制。本类介质的含水系统与其裂隙系统相对应，山体表层强风化裂隙密集带为大气降水的强渗透带，中上部风化带为裂隙岩体的最本类介质最为主要的含水带或含水层，而深部的微风化岩体则成为弱透水层或隔水层。从钻探的含水层水位埋深看，地下水变化很大，变质岩区地下水位最高点约为 1600m，地下水位最低点约为 1080m，高差约 520m。变质岩区的地下水潜水位线与总趋势与隧道地表分水岭起伏变化大体相似。显示分水岭以东向东径流排泄，分水岭以西则向出口方向径流排泄。

隧道洞体进口段范围内出露地层包括寒武系碳酸盐岩由于岩溶裂隙发育，仅在区域性隔水边界（寒武系底部徐庄组厚层泥岩）附近可能有较短且涌水量有限的岩溶裂隙水含水段存在。穿过区域性隔水边界（寒武系底部徐庄组厚层泥岩）之后，洞体围岩均为变质岩，含水层按空间规模则主要为强~微风化混合片麻岩，按富水性则主要为断层破碎带含水层。

上述隧道穿越地层含水层情况与目前隧道进出口涌水情况一致，隧道进口掘进 1.7km，仍然位于碳酸盐岩类介质段，含水性较弱，基本无隧道涌水；隧道出口段全部位于变质岩类介质段，地层含水性较好，与目前涌水情况相符合。

根据隧道已开工部分施工情况，隧道掘进过程中基本无生产废水产生，在隧道掘进时洞内设置截水管，将隧道涌水引入中央排水沟，隧道涌水通过中央排水沟排出隧道外，在隧道口附近设置隧道涌水沉淀池，经沉淀处理后达标排放，中央排水沟加装水泥盖板，防止施工车辆污染隧道涌水。

4.3.4 施工期对地下水影响分析

4.3.4.1 隧道施工对地下水影响分析

本项目隧道洞体范围稳定的地下水类型为变质岩裂隙水和断层构造裂隙水。隧道的富水性总体较强，隧道穿越时，地下水出水状态一般为裂隙滴渗水、构造裂隙淋雨状~涌流状出水，在隧道施工过程中，采用的是分段掘进，假设每天掘进1~5m，每天左幅洞施工涌水约 $20.2\text{m}^3/\text{d}$ ，右幅洞最大约 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，日涌水量相对较小，同时采用边开挖边衬砌的施工工艺，及时封堵措施，排水时间比预测时间短，故隧道施工涌水量可能比计算值小，不会引起地下水流场或地下水水位变化，不会导致环境水文地质问题。

由于地下水分布的不确定性，本次评价要求隧道施工过程中加强水文观测和超前地质预报工作，加强动态设计和施工管理，隧道施工期间采取“以堵为主，堵排结合”的治水思路。对地质预报发现可能有水头较大的涌水路段，特别是隧道穿越已探明的断层和破碎区域，开挖前对围岩提前采用高压注浆封堵地下水，注浆材料采用建议选用超细硅粉作为稳定剂（增加强度、有利环保、防止水下混凝土冲刷）或其它速凝浆材，注浆前需进行详细的注浆设计，利用灌浆圈围岩和隧洞衬砌支护的联合承载功能，确保支护结构的安全和稳定。通过对隧道内主要涌水水头进行快速封堵，可大大减少隧道施工涌水量，对少量滴渗水进行限量排放，最大限度的保护当地地下水资源。

同时从4.2.1节可知，本次评价要求隧道施工采用施工废水与隧道涌水分质处理，施工废水回用，隧道涌水处理达标外排的原则，隧道工程排水设计将严格按照现行有关规范进行设计，本次评价要求在隧道进出口和斜井施工洞口设置采取防渗措施的沉淀池，进出口沉淀池可结合营运期需要一并设置，根据以往施工经验沉淀池容积按 400m^3 考虑（以专项设计为准），对隧道施工废水进行中和、多级沉淀处理，处理后应回用为隧道施工作业或作为施工场地、便道降尘洒水的水源，减少隧道涌水排放对地表水体的影响。隧道施工涌水（地下水）相对干净，被污染的程度很小，地下水采用单独的全封闭排水管道排出洞外，避免隧道运营所产生的有害物质对其形成污染，该地下水将引出洞外沉淀处理后可作为灌溉和隧道消防等用水；隧道内路面径流等污水也通过独立的敞开的排水管道引排到隧道外，并在隧道洞口修建具有防渗功能的沉淀池对路面径流水进行收集并经有效处理，采取以上措施后，本项目建设不会对地下水水质产生明显影响。

总体来讲，只要加强施工管理、严禁排放施工废水，减少雨天施工，雨天施工做好施工涌水的导排和封堵措施，在采取相关措施后，本项目隧道施工对所在区域地下水水量和水质不会产生明显影响。

4.3.4.2 隧道施工对附近居民饮用水的影响

根据工程设计资料和现场调查结果，本项目隧道上方无村庄分布，距离隧道入口路段最近村庄为二道河村、交里村、三草凹村，距离分别为 0.3km、0.6km、0.5km，饮用水源来自尖阳村西北约 160m 的泉水，距离本隧道（K138+950）西北约 1.2km，距离较远，因此本项目建设不会对该水源产生影响。

4.3.5 运营期对地下水影响分析

4.3.5.1 运营期路面径流对地下水的的影响分析

本项目运营期产生的污水主要是初期雨水形成的路面径流。初期雨水形成的路面径流的主要污染因子是 SS 和石油类，路面径流不设置渗坑、渗井排入地下水，不会直接对地下水水质造成影响。在正常情况下路面径流收集后，经沉淀、隔油处理后排入地表河流，处理设施采取防渗措施，不会影响地下水水质。

4.3.5.2 运营期隧道衬砌排水对地下水环境的影响

隧道建成以后，如果没有进行全封闭堵水措施，将形成一个新的排泄基准面，袭夺隧道影响范围以内的地下水，形成一个降落漏斗，即隧道顶部地下水疏干情况最为严重，在雨季还可能导致隧道内积水等问题。故在地下水保护措施中，为了保护隧址区地下水环境，应以堵为主，防排结合，将工程对地下水环境的影响程度降到最小。

4.3.6 隧道建设对古县城区三合一地表集中式饮用水水源地的影响分析

古县城区三合一地表集中式饮用水水源地位于本项目隧道南部，隧道（K137+450）距离该水源地二级保护区约 1.45km。

根据《黎霍高速太岳山隧道水文地质专项评价报告》，三合一集中式地表水水源地水源主要来自变质岩强~中风化裂隙带含水层直接补给，仅有少部分来自断层破碎带裂隙水补给；水源组成以浅层风化裂隙水为主，主要浅层潜水含水层底板平均标高约为 1350m 以上。而洞体对应的的影响段底板标高为 1150~1185m，相对高差大于 200m；洞体内地下水主要为断层构造裂隙水和微风化基岩裂隙水。隧道施工不会切割或破坏浅层风化裂隙水的隔水底板，对浅层风化裂隙水无影响。

水源地与本次评价的隧道区间有 F35 等逆断层分割为南北多个水文单元，水源地风化裂隙带含水层与隧址区深部的微风化含水层间基本属于各自独立的地下水系统，因此隧道内出水与水源地间水力联系极弱，影响较小。

综上，本次评价的隧道工程对三合一地表集中式饮用水水源地的影响程度总体较小，本次评价要求在建设中必须采取有效的断层止水措施，将与水源地的相互影响降低到最小，既确保施工安全、又保证水源地免遭轻微破坏。

4.3.7 隧道建设对北平集中式饮用水水源地的影响分析

北平集中式饮用水水源地位于本项目隧道北部，隧道入口段距离该水源地二级保护区约 5.0km。

根据《黎霍高速太岳山隧道水文地质专项评价报告》，北平集中式饮用水水源地水源主要来自变质岩强~中风化裂隙带含水层直接补给，水源地含水层底板出露地势较高，平均大于 1600m；水源地含水层底板受宽平~北平北西西向断裂构造控制，南部分布寒武系底部区域性隔水边界，与本项目隧道隧址区间无水力联系，其建设不会对该水源地造成影响。

4.3.8 对霍泉泉域水环境影响分析

4.3.8.1 拟建项目与霍泉泉域的相对位置关系

本项目 K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K137+080~K140+050 段约 2970m 位于泉域黄土覆盖区内，K133+655~K137+080 段约 3425m 位于泉域裸露岩溶区范围内，但不涉及泉域重点保护区，距离重点保护区边界最近距离约 26.8km。

4.3.8.2 工程建设对霍泉泉域岩溶水环境的影响分析

(1) 对泉域岩溶水水量的影响分析

泉域的补给来源主要是大气降水在裸露岩溶区的入渗，其次是河流渗漏。隧道进口段约 3.425km 位于该泉域裸露岩溶区内，但洞体内基本无地下水，仅在洞体穿越碳酸盐岩底部区域隔水边界的上部局部段落可能存在少量的岩溶裂隙水，出水状态为隧道掌子面或洞壁局部小范围淋雨状滴渗水，易于回渗至碳酸盐岩内，在隧道掌子面不会形成积水，对隧道工程施工及后期运营影响轻微，水资源无流失，对地下水平衡无影响。因此，本项目建设不会对泉域水量造成明显影响。

(2) 对泉域岩溶水水质的影响分析

①施工期

本项目隧道进口段约 3.425km 段位于泉域裸露岩溶区范围内，工程施工污染物排入环境可能渗入地下影响岩溶水水质，此外位于隧道入口处的热留河作为岩溶水的重要补给河流之一，河水若受到本项目施工的污染，也可能影响到岩溶水水质。上述影响是可以采取相关保护措施得以减小甚至消除的，比如严禁施工废水和生活污水排放、加强施工机械维护减少油污跑、冒、滴、漏等，并且上述影响是局部的，暂时的，随着施工的结束而消失。

同时根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告》要求，施工中还应采取以下措施：①施工中沥青、油料、化学品等施工材料应妥善保管，施工人员生活污水尽量收集处理回用，防治被雨水冲刷入渗对地下水造成污染。②在设计阶段要做好公路的勘察和设计工作，掌握地下水埋深数据，以及地下水动态变化资料，应尽可能地减小开挖深度，保证开挖深度小于洪水期的最高孔隙水位及岩溶水位；③隧道施洞内水应尽量收集沉淀处理，爆破产生的物质、岩石等及时清运；④保证施工环境

的清洁，对生产生活垃圾与废污水要制定处理方案，减少侵占灰岩裸露区面积，合理采石与弃土堆放，保护霍泉泉域水环境。

②运营期

本项目运营期对泉域的影响体现在两个方面，一是隧道路面径流将路面污染物带入环境，渗入地下影响岩溶水水质，由于路面径流本身污染物含量低，成分简单，下渗过程中经过土壤及岩石的吸附，少量污染物难以到达含水层，在正常情况下（有毒有害物质泄漏除外）对岩溶水的影响小。二是泉域内的管理设施中生活污水若不经处理直接排放将对岩溶水造成较大的影响，本项目的管理设施（包括 1 座隧道管理站和 1 座隧道救援管理站）已在上次黎霍高速公路的环境影响评价过程中开展了评价，该环评报告要求太岳山隧道管理站和救援管理站的生活污水需处理全部达到《《公路服务区污水再生利用 第 1 部分：水质》（JTT 645.1-2016）中的绿化用水相应标准限值后回用于场站冲厕、绿化和洒水降尘，不外排，本次评价认为采取的措施可行，对泉域岩溶水水质的影响小。

此外，根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告》要求，还应采取以下措施：①公路路面要求全部硬化，泉内灰岩裸露区段路面渗透系数不大于 $1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ ，项目运营期应加强日常的公路管理，公路两侧设净化池等沉淀路面径流的设施，运送可能造成路面抛货物的车辆要求加盖篷布或全封闭运输，及时清理生活垃圾和路面清扫，从根本上降低路面径流中污染物的含量，保护公路带的泉域环境质量。②公路管理部门应对运输危险品车辆实行申报管理制度，在公路入口处，还应检查三证是否齐全、货单是否一致、货物是否超载等，对包装不牢、破损及标志不明显的化学物品和不符合全要求的罐体不得放行。一般应安排危险品运输车辆交通量较少且事故率较低的时段通行。

通过以上措施，本项目建设对霍泉泉域岩溶水影响较小。

4.3.8.3 泉域主管部门意见

2020 年 12 月 16 日，山西省水利厅出具了《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告审批准予行政许可决定书》（晋水审批决〔2020〕463 号），原则同意泉域水环境影响评价报告有关评价结论，太岳山隧道工程施工不会触及到岩溶含水层，基本不会对泉域岩溶地下水产生明显影响。

4.4 声环境影响预测与评价

4.4.1 施工期声环境影响预测与评价

（1）施工期噪声污染源及其特点

本项目建设工期为 36 个月，施工期将使用多种大中型设备进行机械化施工作

业。公路施工机械噪声具有噪声值高、无规则的特点，会对施工生产生活区附近的村镇等声环境敏感点产生较大的影响。因此，本项目施工所产生的施工机械噪声必须十分重视。

施工期声环境影响预测主要根据有关资料进行类比分析，公路施工经常使用的机械有运输车辆、筑路机、大型搅拌机、钻孔打桩机等，其它施工机械如空压机、汽锤等均为短期使用，公路施工期间主要施工机械噪声级参见表 2.26。

公路施工噪声有其自身的特点，主要表现为：

① 施工机械种类繁多，不同的施工阶段有不同的施工机械，同一施工阶段投入的施工机械也有多有少，导致了施工噪声的随意性和无规律性。

② 不同设备的噪声源特性不同，其中有些设备噪声呈振动式的、突发的及脉冲特性的，对人的影响较大；有些设备频率低沉，不易衰减，易使人感觉烦躁；施工机械的噪声均较大，但它们之间声级相差仍很大，有些设备的运行噪声可高达 90dB (A) 左右。

③ 施工噪声源与一般的固定噪声源及流动噪声源有所不同，施工机械往往都是暴露在室外的，而且会在某段时间内在一定的小范围内移动，这与固定噪声源相比增加了这段时间内的噪声污染范围，但与流动噪声源相比施工噪声污染还是在局部范围内的。施工机械噪声可视为点声源。

(2) 施工噪声预测方法和预测模式

鉴于施工噪声的复杂性及其影响的区域性和阶段性，本报告书根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，针对不同施工阶段计算出不同施工设备的噪声污染范围，以便施工单位在施工时结合实际情况采取适当的噪声污染防治措施。

施工噪声可近似视为点声源处理，根据点声源噪声衰减模式，估算出离声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

$$L_i = L_0 - 20 \lg \frac{R_i}{R_0} - \Delta L$$

式中： L_i ——距声源 R_i 米处的施工噪声预测值，dB；

L_0 ——距声源 R_0 米处的施工噪声级，dB；

ΔL ——障碍物、植被、空气等产生的附加衰减量。

对于多台施工机械同时作业时对某个预测点的影响，按下式进行声级叠加：

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1 \times L_i}$$

(3) 施工噪声影响范围计算和影响分析

① 施工噪声影响范围计算

根据前述的预测方法和预测模式，对施工过程中各种设备噪声影响范围进行计算，见表 4.28。

表 4.28 施工机械与设备施工噪声的影响范围

施工阶段	施工机械	源强声级		影响范围 (m)		标准限值 (dB)	
		测距 (m)	声级 (dB)	昼间	夜间	昼间	夜间
土石方	挖掘机	5	84	14.6	46.3	70	55
	推土机	5	86	17.1	54.0		
	装载机	5	90	23.2	73.4		
	铲土车	2	90	29.2	92.4		
	平地机	5	87	23.2	73.4		
	夯土机	5	93	69.6	220.1		
结构	压路机	5	90	17.1	54.0	70	55
	卡车	5	86	32.2	102.0		
	振捣机	7.5	89	34.9	110.3		
	自卸车	15	81	12.6	39.7		
	搅拌机	2	90	9.3	29.4		
	推铺机	5	87	18.4	58.3		

② 施工噪声影响分析

通过对表 4.28 的分析可得出如下结论：

a. 在实际施工过程中可能出现多台机械同时在一处作业，则此时施工噪声影响的范围比预测值还要大，鉴于实际情况较为复杂，很难一一用声级叠加公式进行计算。

b. 施工噪声将对沿线声环境质量产生一定的影响，这种噪声影响白天将主要出现在距施工场地 70m 范围内，夜间将主要出现在距施工场地 220m 范围内。从预测的结果看，噪声污染最严重的施工机械是打桩机和夯土机，一般情况下，在路基和桥梁施工中将使用到这种施工机械，其他的施工机械噪声较低。

c. 施工噪声主要发生在路基施工、路面施工和隧道施工阶段，因此，做好上述时期施工期的噪声防护和治理工作十分重要。

d. 本项目建设时间虽然较长，但对固定路段而言施工时间要短得多；另外，受影响人口是以高噪声的施工机械推算的，一般的施工机械影响范围较小，因此实际施工噪声的影响程度应比推算值低一些。

e. 公路施工噪声是社会发展过程中的短期污染行为，一般的居民均能理解。在临近村庄路段施工时，建设单位要合理地安排施工进度和时间（如夜间不安排高噪声工序），文明施工、环保施工，并采取必要的噪声控制措施（如设置移动式声屏障等），以降低施工噪声对环境的影响。

(4) 施工期噪声对自然保护区内野生动物的影响

施工噪声主要发生在路基施工、路面施工和隧道施工阶段，由于本项目主要

为隧道工程，以地下工程为主，对周边声环境基本上无影响。地面工程主要包括隧道进出口、3处斜井出口、路基路段，自然保护区内的地面工程主要为隧道出口、2处斜井出口和路基路段，根据施工期噪声影响范围预测，噪声影响白天将主要出现在距施工场地 70m 范围内，夜间将主要出现在距施工场地 220m 范围内，本项目隧道出口所在区域位于自然保护区边缘区域，自然保护区外存在坡耕地，人类活动频繁，对野生动物具有驱离作用，野生动物分布稀少，因此，施工期施工机械噪声对自然保护区野生动物的影响较小。

隧道出口、2处斜井出口施工期的主要为出渣运输的噪声影响，运输车辆的噪声声级较低，影响范围较小，且本次评价提出在自然保护区内合理安排作业时间，尽量避免夜间施工，承担运输的车辆禁止在施工区域鸣笛，在采取相应措施基础上，对自然保护区内野生动物的影响较小。

(5) 施工便道对周边声环境敏感点的影响

根据本项目设置的施工便道，施工便道沿线的村庄共有 5 个，具体见下表 4.29。

表 4.29 施工便道周边声环境敏感目标一览表

序号	敏感目标名称	与施工便道路沿距离 (m) /方位	备注
1	二道河村	左 10m	隧道进口弃渣场 Q2 施工便道沿线
2	交里村	左 8m/右 5m	隧道进口弃渣场施工便道沿线
3	党家坡村	右 5m	1#斜井施工便道沿线
4	杨家庄	左 5m/右 5m	隧道出口弃渣场 Q3 施工便道沿线
5	叶乔村	左 45m	隧道出口弃渣场 Q3 施工便道沿线

施工便道周边的村庄在施工期主要受施工车辆噪声的影响，由于部分施工便道距离村庄较近，村庄的声环境容易受到车辆噪声的影响。本次评价要求在施工期施工车辆在途径村庄时，采取减速行驶、除必要时禁止鸣笛等措施，尽量避免夜间运输物料或者弃渣，由于本项目施工期间针对某个特定的村庄影响时间较短，因此，在采取相应的管理措施的基础上，施工便道施工车辆噪声对周边村庄的影响较小。

4.4.2 营运期声环境影响预测与评价

4.4.2.1 营运期噪声对自然保护区的影响分析

(1) 本项目对声环境影响特点分析

本项目为隧道工程，除隧道进出口外，均为地下工程，地下工程对自然保护区声环境无影响。对声环境有影响的主要为地面工程，本项目位于自然保护区内的地面工程包括隧道出口和 3 处斜井出口，运营期声环境影响主要为隧道出口对自然保护区声环境的影响。

（2）隧道出口对自然保护区声环境影响分析

营运期隧道出口对自然保护区声环境的影响，主要是隧道出口对自然保护区保护动物的影响。根据该路段交通噪声预测结果，营运期中期隧道出口的噪声影响范围为隧道口 560m 以内区域。隧道出口对自然保护区保护动物的影响分析如下：

① 本项目隧道出口位于自然保护区内森林植被与自然保护区外坡耕地植被的交界地带，由于人类耕作的影响，导致该区域人类活动频繁，对自然保护区保护动物具有一定的影响，造成该区域自然保护区保护动物分布较少。

② 本项目隧道出口距离较短，噪声影响范围较小，对自然保护区营运期声环境影响较小。

③ 本次评价要求在自然保护区内隧道出口加强绿化，采取乔灌草相结合的绿化措施，路段采取禁鸣、限速措施，降低车辆噪声声源源强，此外，加强营运期的交通噪声的监测，有效预防对自然保护区内的保护动物噪声影响。

综上所述，营运期隧道出口交通噪声对自然保护区保护动物的影响较小。

（3）3 处斜井出口对自然保护区声环境影响分析

本项目 3 处斜井出口对自然保护区噪声影响主要是斜井通风风机噪声的影响。根据本项目设计资料，3 处斜井风机均位于地下，在隧道内设置，3 处斜井出口无明显噪声源，因此，3 处斜井出口对自然保护区声环境影响较小。

4.4.2.2 公路交通噪声预测模型

（1）交通噪声预测模式

根据拟建公路工程特点、沿线的环境特征，以及工程设计的交通量等因素，本评价采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中“公路（道路）交通运输噪声预测模式”进行预测。地面任何一点的环境噪声是指线声源传至该点时的噪声能量与该点背景噪声能量的叠加。

①i 型车辆行驶于昼间或夜间，预测点接收到的小时交通噪声值预测模式：

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{0E}})_i + 10 \lg \left(\frac{N_i}{V_i T} \right) + \Delta L_{\text{距离}} + 10 \lg \left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi} \right) + \Delta L - 16$$

式中： $L_{eq}(h)_i$ —第 i 类车的小时等效声级，dB(A)；

$(\overline{L_{0E}})_i$ —第 i 类车速度为 V_i ，水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级，dB(A)；

N_i —昼间，夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h；

r —从车道中心线到预测点的距离，m；适用于 $r > 7.5\text{m}$ 预测点的噪声预测；

V_i —第 i 类车的平均车速，km/h；

T —计算等效声级的时间，1h；

ψ_1 、 ψ_2 —预测点到有限长路段两端的张角，弧度，如图 4.13 所示：

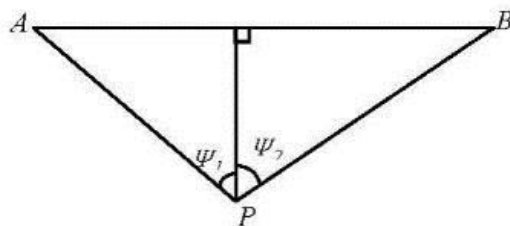


图 4.13 有限路段的修正函数，A—B 为路段，P 为预测点
 $\Delta L_{\text{距离}}$ —距离衰减量，dB(A)，

小时车流量大于等于 300 辆/小时： $\Delta L_{\text{距离}}=10\lg(7.5/r)$

小时车流量小于 300 辆/小时： $\Delta L_{\text{距离}}=15\lg(7.5/r)$

ΔL —由其他因素引起的修正量，dB(A)，可按下列式计算：

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3, \quad \Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}};$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

式中 ΔL_1 —线路因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{\text{坡度}}$ —公路纵坡修正量，dB(A)；

$\Delta L_{\text{路面}}$ —公路路面材料引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2 —声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)；

ΔL_3 —由反射等引起的修正量，dB(A)。

②总车流等效声级为：

$$L_{eq}(T) = 10\lg \left[10^{0.1L_{eq}(h)_A} + 10^{0.1L_{eq}(h)_B} + 10^{0.1L_{eq}(h)_C} \right]$$

如某个预测点受多条线路交通噪声影响，应分别计算每条车道对该预测点的声级后，经叠加后得到贡献值。

③环境噪声级计算

$$L_{eq\text{环}} = 10\lg \left[10^{0.1L_{eq\text{交}}} + 10^{0.1L_{eq\text{背}}} \right]$$

式中： $L_{eq\text{环}}$ —预测点的环境噪声值，dB；

$L_{eq\text{交}}$ —预测点的公路交通噪声值，dB；

$L_{eq\text{背}}$ —预测点的背景噪声值，dB。

(2) 交通噪声预测模式

①单车源强

拟改线工程营运期大、中、小型车单车平均辐射声级预测结果参见表 2.28。

②线路因素引起的修正量（ ΔL_1 ）

a. 纵坡修正量（ $\Delta L_{\text{坡度}}$ ）：

大型车： $\Delta L_{\text{坡度}}=98 \times \beta \text{ dB(A)}$ ；中型车： $\Delta L_{\text{坡度}}=73 \times \beta \text{ dB(A)}$ ；

小型车： $\Delta L_{\text{坡度}}=50 \times \beta \text{ dB(A)}$ ；式中： β —公路纵坡坡度，%；

b. 路面修正量（ $\Delta L_{\text{路面}}$ ）

不同路面的噪声修正量见下表 4.30。

表 4.30 常见路面噪声修正量

路面类型	不同行驶速度修正量/（km/h）		
	30	40	≥ 50
沥青混凝土/dB(A)	0	0	0
水泥混凝土/dB(A)	1.0	1.5	2.0

拟建公路采用沥青混凝土路面， $\Delta L_{\text{路面}}$ 取 0。

③声波传播途径中引起的衰减量（ ΔL_2 ）

a. 障碍物衰减量 A_{bar}

位于声源和预测点之间的实体障碍物，如围墙、建筑物、土坡或地堑等起声屏障作用，从而引起声能量的较大衰减。在环境影响评价中，可将各种形式的屏障简化为具有一定高度的薄屏障。如下图所示，S、O、P 三点在同一平面内且垂直于地面。定义 $\delta=SO+OP-SP$ 为声程差， $N=2\delta/\lambda$ 为菲涅尔数，其中 λ 为声波波长。在噪声预测中，声屏障插入损失的计算方法需要根据实际情况作简化处理。屏障衰减 A_{bar} 在单绕射（即薄屏障）情况，衰减最大取 20dB；在双绕射（即厚屏障）情况，衰减最大取 25dB。

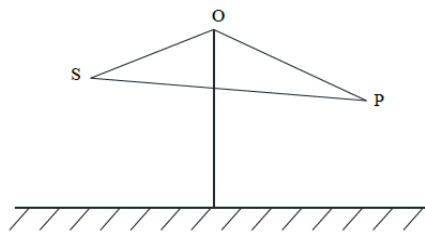


图 4.14 无限长声屏障示意图

➤ 有限长薄屏障在点声源声场中引起的衰减

首先计算图 4.14 所示三个传播途径的声程差 δ_1 ， δ_2 ， δ_3 和相应的菲涅尔数 N_1 、 N_2 、 N_3 。

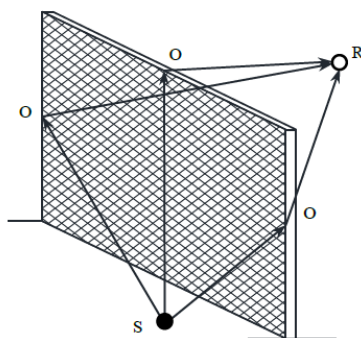


图 4.15 有限长声屏障传播路径

声屏障引起的衰减按下式计算：

$$A_{\text{bar}} = -10 \lg \left(\frac{1}{3 + 20N_1} + \frac{1}{3 + 20N_2} + \frac{1}{3 + 20N_3} \right)$$

式中： A_{bar} —障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

N_1 、 N_2 、 N_3 —图 4.15 所示三个传播途径的声程差 δ_1 ， δ_2 ， δ_3 相应的菲涅尔数。

当屏障很长（作无限长处理）时，仅可考虑顶端绕射衰减，按下式进行计算。

$$A_{\text{bar}} = -10 \lg \left(\frac{1}{3 + 20N_1} \right)$$

式中： A_{bar} —障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

N_1 —顶端绕射的声程差 δ_1 相应的菲涅尔数。

➤ 双绕射计算

对于图 4.16 所示的双绕射情形，可由下式计算绕射声与直达声之间的声程差

$$\delta: \quad \delta = \left[(d_{\text{ss}} + d_{\text{sr}} + e)^2 + a^2 \right]^{\frac{1}{2}} - d$$

式中： δ —声程差，m；

a —声源和接收点之间的距离在平行于屏障上边界的投影长度，m；

d_{ss} —声源到第一绕射边的距离，m；

d_{sr} —第二绕射边到接收点的距离，m；

e —在双绕射情况下两个绕射边界之间的距离，m；

d —声源到接收点的直线距离，m。

屏障衰减 A_{bar} 参照 GB/T 17247.2 进行计算。计算屏障衰减后，不再考虑地面效应衰减。

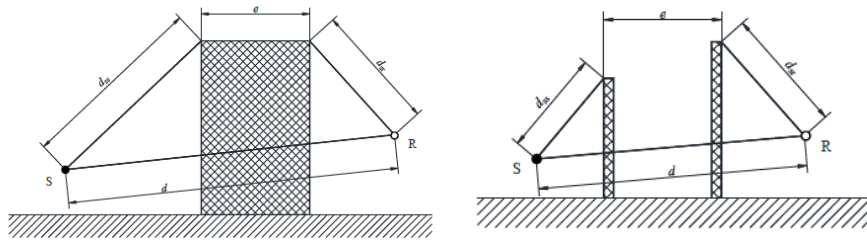


图 4.16 利用建筑物、土堤作为厚屏障

➤ 屏障在线声源声场中引起的衰减

无限长声屏障可按下式计算：

$$A_{bar} = \begin{cases} 10 \times \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{(1-t^2)}}{4\arctg\sqrt{\frac{(1-t)}{(1+t)}}} \right], & t = \frac{40f\delta}{3c} \leq 1 \\ 10 \times \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{(t^2-1)}}{2\ln(t + \sqrt{t^2-1})} \right], & t = \frac{40f\delta}{3c} > 1 \end{cases}$$

式中：f—声波频率，Hz；

δ—声程差，m；

c—声速，m/s。

在公路建设项目评价中可采用 500Hz 频率的声波计算得到的屏障衰减量近似作为 A 声级的衰减量。在使用上式计算声屏障衰减时，当菲涅尔数 $0 > N > -0.2$ 时也应计算衰减量，同时保证衰减量为正值，负值时舍弃。

有限长声屏障的衰减量 A_{bar} 可按以下公式近似计算：

$$A'_{bar} \approx -10\lg\left(\frac{\beta}{\theta}10^{-0.1A_{bar}} + 1 - \frac{\beta}{\theta}\right)$$

式中： A'_{bar} —有限长声屏障引起的衰减，dB；

β—受声点与声屏障两端连接线的夹角，(°)；

θ—受声点与线声源两端连接线的夹角，(°)；

A_{bar} —无限长声屏障的衰减量，dB，

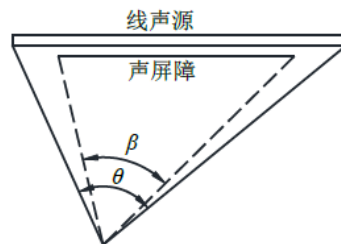


图 4.17 受声点与线声源两端连接线的夹角（遮蔽角）

声屏障的透射、反射修正可参照 HJ/T90 计算。

b. 地表效应衰减 (A_{gr})

地面类型可分为坚实地面（包括铺筑过的路面、水面、冰面以及夯实地面）、疏松地面（包括被草或其他植物覆盖的地面，以及农田等适合于植物生长的地面）、混合地面（由坚实地面和疏松地面组成）。

声波越过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面效应引起的倍频带衰减用下式计算。

$$A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{r}\right) \left[17 + \left(\frac{300}{r}\right)\right]$$

式中： r ——声源到预测点的距离，m； h_m ——传播路径的平均离地高度，m；可按图 4.18 进行计算， $h_m = F/r$ ； F ：面积， m^2 。若 A_{gr} 计算出负值，则取“0”，且地面效应衰减与屏障衰减 (A_{bar}) 不同时考虑。其他情况可参照 GB/T17247.2 进行计算。

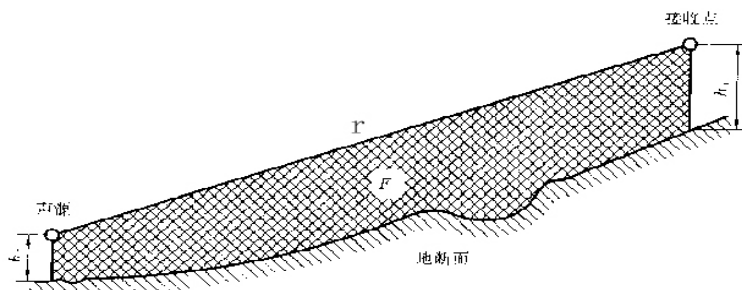


图 4.18 估计平均高度 h_m 的方法图

c. 大气吸收衰减 (A_{atm})：空气吸收引起的衰减按如下公式计算：

$$A_{atm} = \frac{\alpha(r - r_0)}{1000}$$

式中： A_{atm} ——大气吸收引起的衰减，dB；

α ——与温度、湿度和声波频率有关的大气吸收衰减系数，预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的大气吸收衰减系数；

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考位置距声源的距离。

表 4.31 倍频带噪声的大气吸收衰减系数 α

温度/ $^{\circ}C$	相对湿度/%	大气吸收衰减系数 α /(dB/km)							
		倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3

表 4.32 倍频带噪声的大气吸收衰减系数 α (续)

温度/°C	相对湿度/%	大气吸收衰减系数 α /(dB/km)							
		倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

d. 其他多方面原因引起的衰减 (A_{misc})

其他衰减包括通过工业场所的衰减；通过建筑群的衰减等。在声环境影响评价中，一般情况下，不考虑自然条件（如风、温度梯度、雾）变化引起的附加修正。工业场所的衰减可参照 GB/T 17247.2 进行计算。

➤ 绿化林带引起的衰减 (A_{fol})

绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。在声源附近的绿化林带，或在预测点附近的绿化林带，或两者均有的情况都可以使声波衰减，见图 4.19。

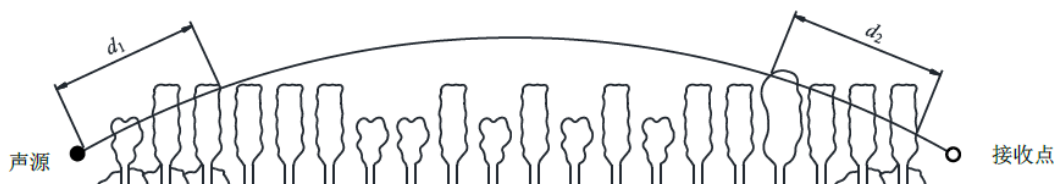


图 4.19 通过树和灌木时噪声衰减示意图

通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 d_f 的增长而增加，其中 $d_f=d_1+d_2$ ，为了计算 d_1 和 d_2 ，可假设弯曲路径的半径为 5km。

下表中的第一行给出了通过总长度为 10m 到 20m 之间的乔灌结合郁闭度较高的林带时，由林带引起的衰减；第二行为通过总长度 20m 到 200 m 之间林带时的衰减系数；当通过林带的路径长度大于 200m 时，可使用 200m 的衰减值。

表 4.33 倍频带噪声通过林带传播时产生的衰减

项目	传播距离 df /m	倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减/dB	$10 \leq df < 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数/(dB/m)	$20 \leq df < 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

➤ 建筑群噪声衰减 (A_{hous})

建筑群衰减 A_{hous} 不超过 10dB 时，近似等效连续 A 声级按下式估算。当从受声点可直接观察到线路时，不考虑此项衰减。

$$A_{hous} = A_{hous,1} + A_{hous,2}$$

式中 $A_{\text{hous},1}$ 按式 $A_{\text{hous},1} = 0.1Bd_b$ 计算, 单位为 dB。

式中: B —沿声传播路线上的建筑物的密度, 等于建筑物总平面面积除以总地面面积(包括建筑物所占面积); d_b —通过建筑群的声传播路线长度, 按式 $d_b = d_1 + d_2$ 计算, d_1 和 d_2 如图 4.20 所示。

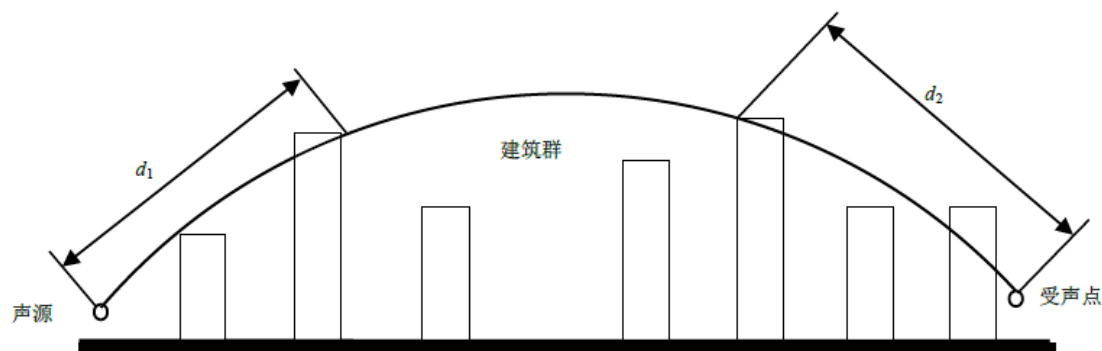


图 4.20 建筑群中声传播路径

假如声源沿线附近有成排整齐排列的建筑物时, 则可将附加项 $A_{\text{hous},2}$ 包括在内(假定这一项小于在同一位置上与建筑物平均高度等高的一个屏障插入损失)。

式中 $A_{\text{hous},2}$ 按式 $A_{\text{hous},2} = -10\lg(1-p)$ 计算。

式中: p —沿声源纵向分布的建筑物正面总长度除以对应的声源长度, 其值小于或等于 90%。

在进行预测计算时, 建筑群衰减 A_{hous} 与地面效应引起的衰减 A_{gr} 通常只需考虑一项最主要的衰减。

对于通过建筑群的声传播, 一般不考虑地面效应引起的衰减 A_{gr} ; 但地面效应引起的衰减 A_{gr} (假定预测点与声源之间不存在建筑群时的计算结果) 大于建筑群衰减 A_{hous} 时, 则不考虑建筑群插入损失 A_{hous} 。

④由反射等引起的修正量 (ΔL_3)

公路(道路)两侧建筑物反射影响因素的修正。当线路两侧建筑物间距小于总计算高度 30% 时, 其反射声修正量为:

两侧建筑物是反射面时: $\Delta L_3 = 4H_b / w \leq 3.2\text{dB}$

两侧建筑物是一般吸收性表面时: $\Delta L_3 = 2H_b / w \leq 1.6\text{dB}$

两侧建筑物为全吸收性表面时: $\Delta L_3 \approx 0$

式中:

ΔL_3 ——两侧建筑物的反射声修正量, dB;

w ——线路两侧建筑物反射面的间距, m;

H_b ——建筑物的平均高度, 取线路两侧较低一侧高度平均值代入计算, m。

4.4.2.3 噪声预测及评价

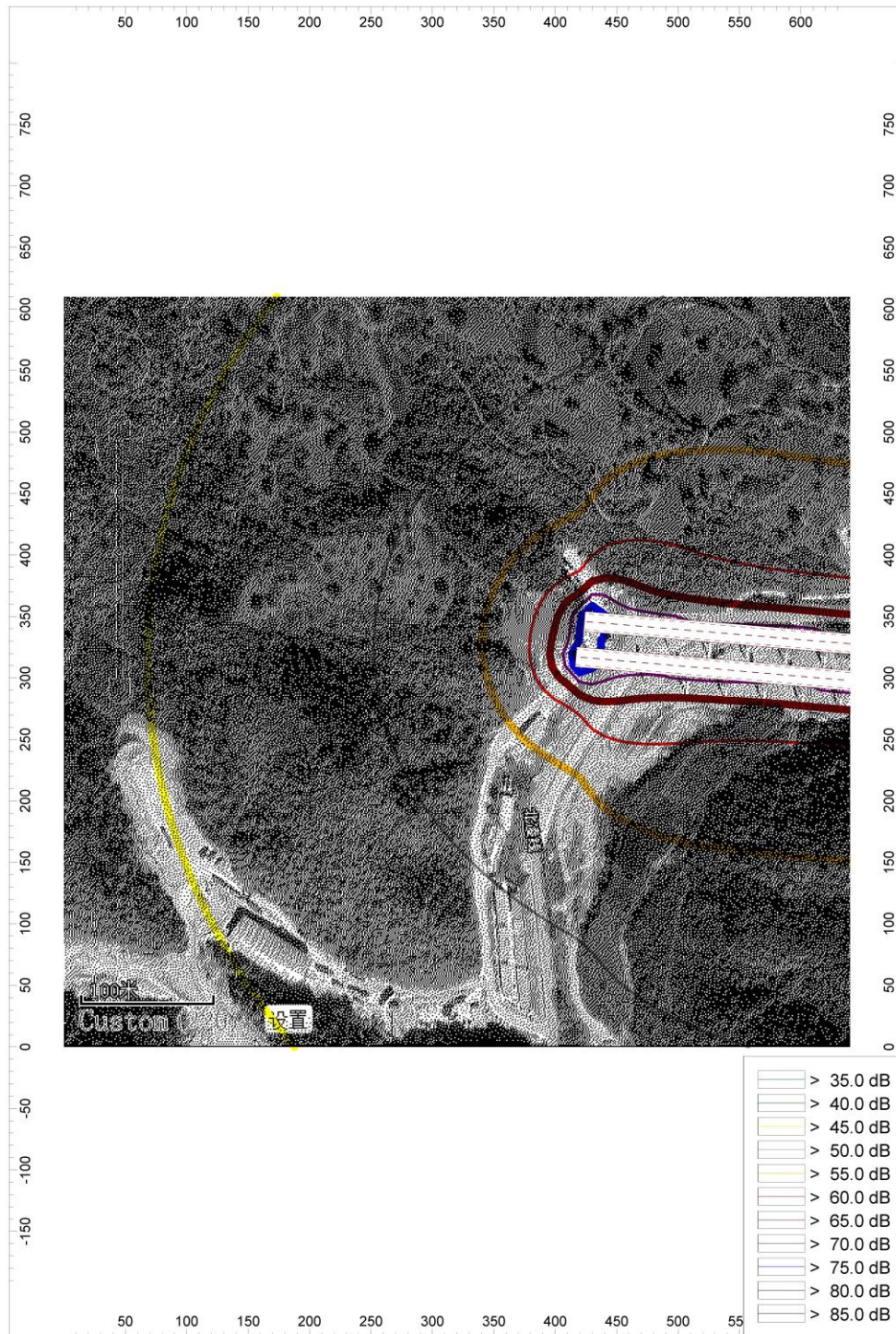
根据上述预测方法、预测模式和参数，对本项目营运期交通噪声进行预测计算。预测内容包括：隧道进口和出口不同距离的贡献值。本项目评价范围内无村庄等敏感建筑物，主要关注噪声对山西省霍山自然保护区的影响，本次评价对自然保护区开展隧道口噪声贡献值预测。

（1）隧道进口不同距离的交通噪声贡献值

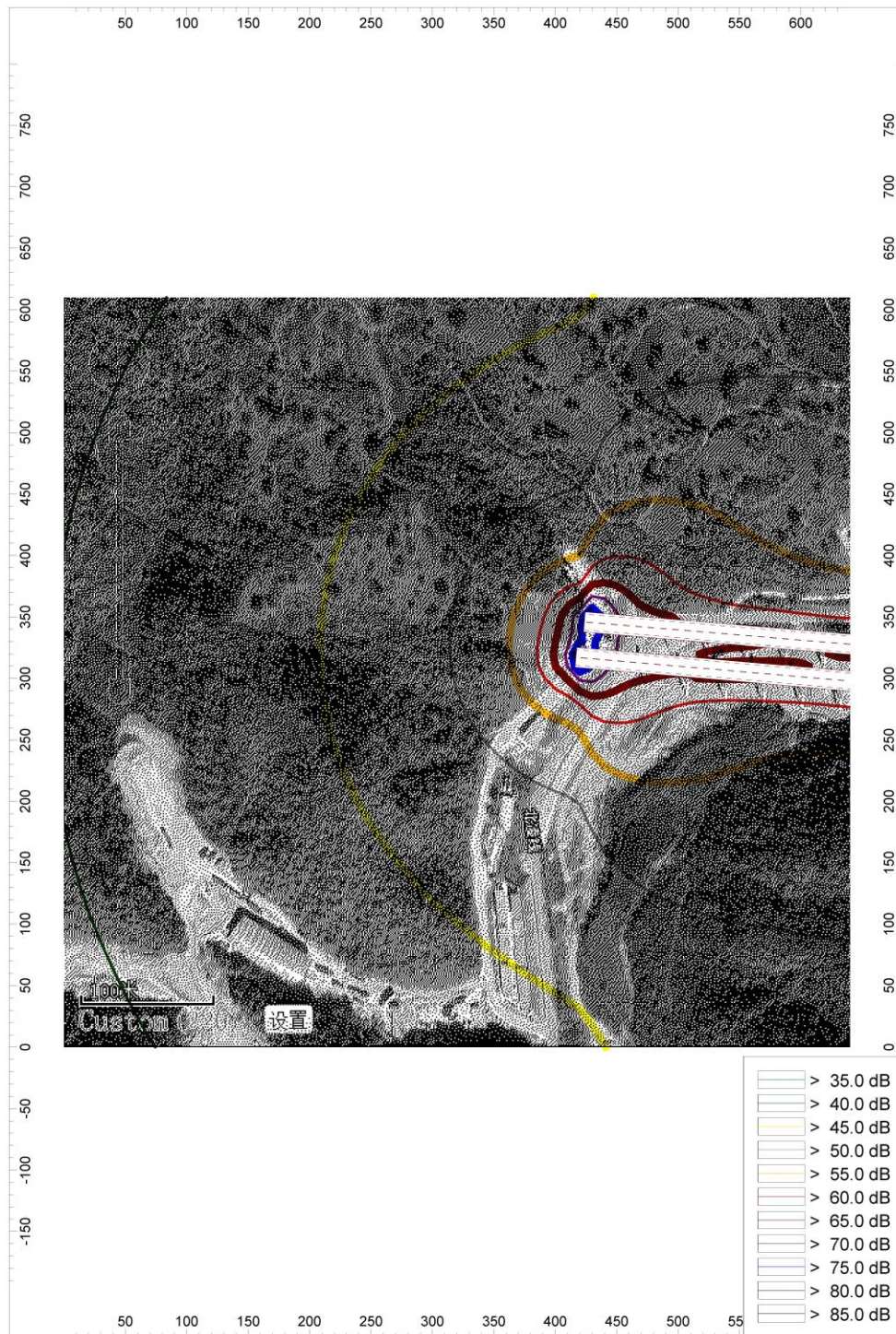
本项目隧道进口的昼间和夜间的等声级线图见下图 4.21。从图中可知昼间 160m、夜间 200m 处可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类限值要求。此外，近路区域环境噪声受本项目交通噪声影响呈明显的衰减趋势。

（2）隧道出口不同距离的交通噪声贡献值

本项目隧道出口的昼间和夜间的等声级线图见下图 4.22。从图中可知昼间 190m、夜间 250m 处可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类限值要求。此外，近路区域环境噪声受本项目交通噪声影响呈明显的衰减趋势。

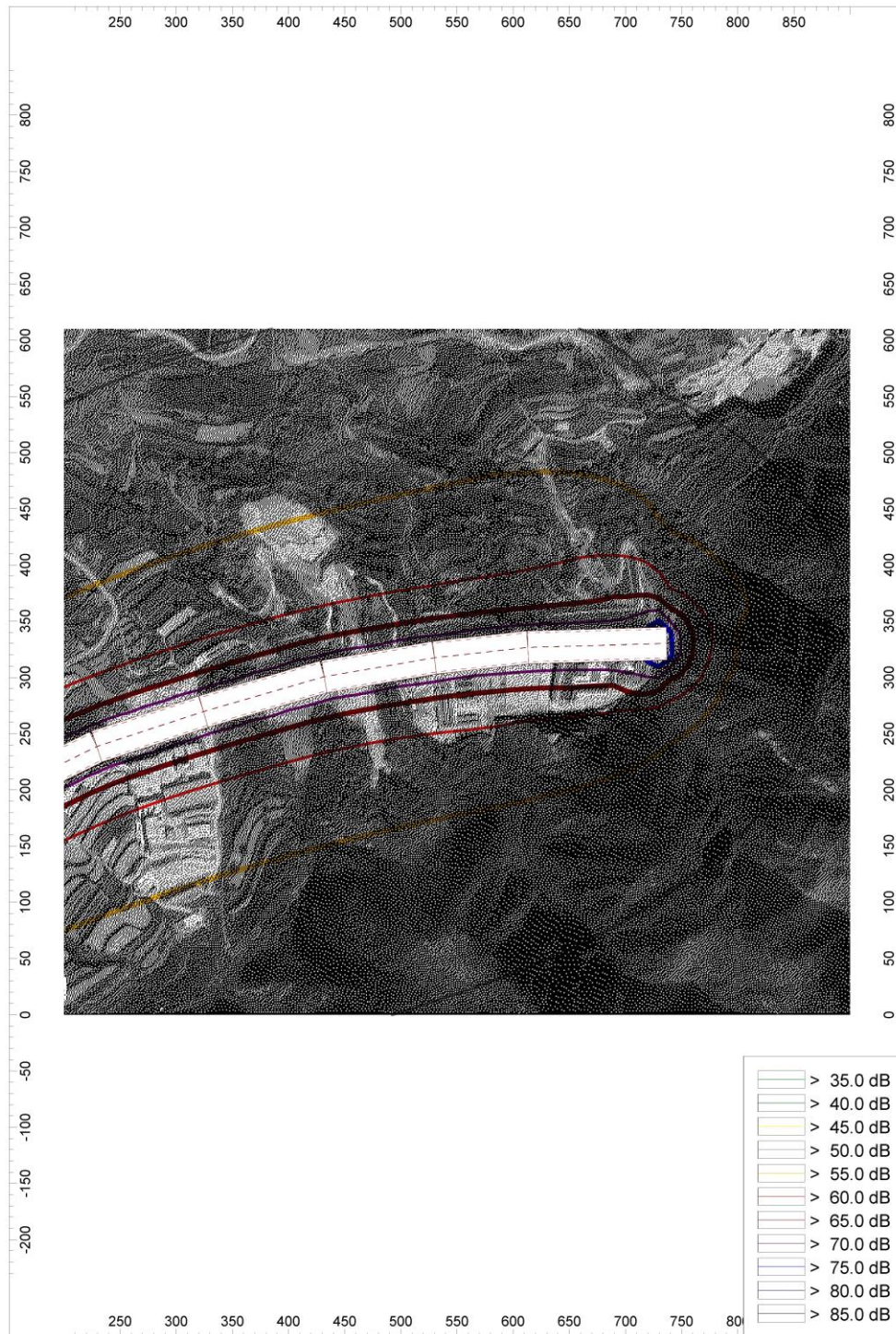


昼间

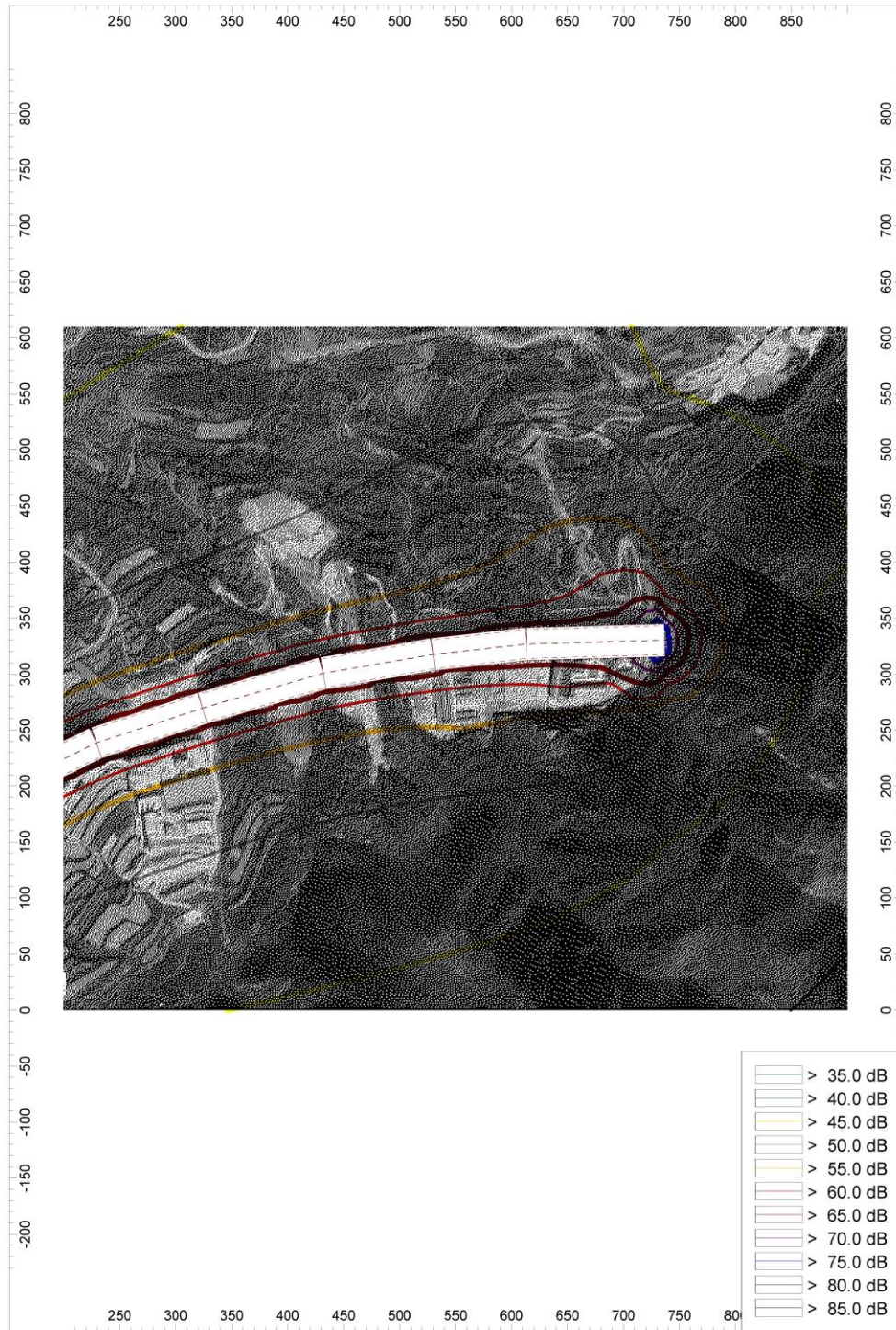


夜间

图 4.21 本项目隧道进口的昼间和夜间的等声级线图



昼间



夜间

图 4.22 本项目隧道出口的昼间和夜间的等声级线图

4.5 大气环境影响预测与评价

4.5.1 施工期大气环境影响评述

本项目路面采用沥青混凝土路面，建设过程中，将进行大量的土石方填挖、筑路材料的运输及拌合、沥青摊铺等作业。此外，本项目设置 8 处施工生产生活区均远离村庄等敏感目标，位于敏感目标下风向 300m 外。

施工期的主要大气环境污染物是 TSP，其次为沥青摊铺时的烟气和动力机械排出的尾气污染物，其中尤以 TSP 对周围环境影响较为突出。

4.5.1.1 施工扬尘

施工扬尘包括运输扬尘、储料场场地扬尘、拌合扬尘和施工场地扬尘。

(1) 运输扬尘

① 材料运输扬尘

石灰和沙石等散体物质在运输过程中，极易引起粉尘污染，影响范围可达下风向 150m（在下风向 150m 处，TSP 污染仍然可能超过大气环境质量二级标准的 4 倍之多）。本报告要求建设单位和施工单位加强运输散体物质车辆管理，对运输车辆采用加盖篷布或将物料洒水等防护措施。

按照《山西省人民政府办公厅关于印发山西省大气污染防治行动计划的通知》（晋政办发〔2018〕52 号）文件，本报告要求建设单位在施工工地公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息，确保做到工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”。

② 施工便道扬尘

本项目物料运输主要利用现有省道和周围县乡道路，设置施工便道总计 24.756km，新建施工便道多为隧道进出口、弃土场进场道路和施工辅道。

本项目施工便道如果有路面或采用砂砾石进行铺装，运输扬尘相对较轻。如果施工便道只是土路面，施工车辆运输引起的扬尘污染则比较严重，且影响范围较大。据有关资料介绍，扬尘属于粒径较小的降尘（ $0\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ），在未铺装道路表面（泥土），粒径分布小于 $5\mu\text{m}$ 的粉尘占 8%， $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 的占 24%，大于 $30\mu\text{m}$ 的占 68%，因此，临时道路、未铺装的施工便道和正在施工的道路极易起尘。但较灰土拌和引起的粉尘污染而言，扬尘危害较小，且影响的周期也较短。为减少起尘量，有效地降低其对居民正常生活的不利影响，建议在途经村庄路段采取洒水降尘措施（每天两次）。通过洒水可有效地减少起尘量（据有关资料介绍，可减少起尘量的 70%），降低施工便道扬尘对大气环境质量的影响。

(2) 散体材料储料场场地扬尘

石灰和水泥等散体材料储料场以及弃土场在风力作用下也易发生扬尘，其扬

尘基本集中在下风向 50m 条带范围内，考虑到对人体和植物的有害作用，存放时应做好防护工作。通过洒水、蓬布遮挡等措施可有效地防止风吹扬尘。

根据山西省大气污染防治行动计划，渣土车辆运输全部采用“全密闭”“全定位”“全监控”的新型环保渣土车，并符合环保尾气排放标准。密闭不严车辆带泥的车辆，一律不得驶出工地。渣土运输必须按照规定道路行驶，必须到指定场所倾倒。可有效地防止风吹扬尘。

（3）拌合扬尘

隧道施工过程中需要设立水泥混凝土拌合站，本项目设置水泥混凝土拌合站 3 处。根据有关测试成果，在水泥混凝土拌合站下风向 50m 处大气中 TSP 浓度为 8.849mg/m³，100m 处为 1.703mg/m³，150m 处为 0.483mg/m³，在 200m 外基本上能达到国家大气环境质量二级标准的要求。按上述监测数据和大气环境质量标准进行衡量，并考虑到沿线地区施工季节的常年主导风向，应将水泥混凝土拌和站设在村庄敏感点所在地主导风向的下风向 200m 之外。本项目施工场地周围 200m 范围内无村庄等敏感点存在，距离水泥混凝土拌合站最近的村庄不在其下风向，施工生产生活区不涉及自然保护区、森林公园和水源地保护区等敏感区内，其选址满足环境保护要求，对周边环境影响较小。

（4）施工场地扬尘

① 施工场地设置情况

本项目设置 8 处施工生产生活区，具体设置情况及环境影响分析见表 4.21。上述场地周围 200m 范围无村庄等敏感点分布，其选址满足环境保护要求，对周边环境影响较小。

② 影响分析

施工中对地表的破坏会加大沙尘的浓度，因此施工作业必然对本项目沿线村庄大气环境造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，这种污染将逐渐减轻或消失。

据统计，施工期间扬尘 60%是由运输车辆行驶造成的。一般情况下，在自然风作用下产生的扬尘一般影响范围在 100m~150m 内。如果施工阶段对汽车行驶路面勤洒水（每天 4 次~5 次），可以使空气中粉尘量减少 70%左右，可以收到很好的降尘效果。当施工场地洒水频率为 4 次/天~5 次/天时，扬尘造成的 TSP 污染距离可缩小到 20m~50m 范围内。

施工中对地表的破坏会加大沙尘的浓度，因此施工作业必然对本项目沿线村庄大气环境造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，这种污染将逐渐减轻或消失。本报告要求建设单位和施工单位对施工场地定期洒水，有效降低施工扬尘对周边环境的影响。

4.5.1.2 隧道施工废气

隧道工程施工过程中对大气环境的影响主要来自以下三个方面：即凿岩、挖掘、爆破等过程中产生的粉尘，以及汽车及其它行走的机械设备在运行的过程中产生的扬尘；各种施工机械燃油产生的尾气；爆破过程中产生的 N、S 等有害气体化合物。

(1) 施工粉尘

隧道施工中对周围空气影响主要是粉尘污染。施工中打眼、放炮、装卸渣土、车辆运输、混凝土拌和及浇筑等作业均产生大量粉尘，对人体健康危害较大。施工过程产生的扬尘对施工区域内大气环境质量具有较大影响，并且可在短时间内使空气中 TSP 浓度维持较高水平。因此，在施工过程中，需采取相关措施，尽量减少扬尘的产生并缩小扬尘的影响范围。

(2) 施工设备燃油废气

隧道施工过程使用的机械设备主要以柴油作为燃料，使用以柴油机作动力的设备主要有：钻爆设备（凿岩台车），装渣设备（正装侧卸式装载机、挖掘机），运渣设备（拖拉机、柴油自卸汽车）等。柴油机排放的有害物主要有：碳氢化合物（HC）、CO、氮氧化物（NO_x）、氧化硫及颗粒物等。由于隧道内空间小，独头掘进通风条件差，工程机械在隧道内作业，柴油机排放的大量废气难以排净，对隧道形成长时间污染，危害施工人员的身体健康。

(3) 其他废气

爆破施工产生的主要气体有 N₂、NO、NO₂ 等，污染物产生量随爆破强度变化较大，随爆破强度增大而增大，会对隧道施工人员产生一定的影响。

隧道施工过程要求当加强管理，尽量将施工便道远离村庄，并做好施工便道定期洒水或硬化工作，弃渣场整平后及时绿化等措施，确保隧道施工对大气环境的影响降至最小。

4.5.1.3 沥青烟和苯并[a]芘

本项目路面工程所需沥青，全部依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中的沥青拌合站，分别位于 S29 和 S32，本项目临时工程不设置沥青拌合站。因此，本项目沥青烟仅在沥青摊铺过程中产生，沥青拌合铺路是公路建设的后期工序，该工序对实施时间较为短暂，类比山西省同类公路建设的情况，沥青摊铺作业场地下风向 100m 处沥青烟浓度值可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中沥青烟（建筑搅拌）无组织排放要求，对周围大气环境质量无明显不利影响。

4.5.1.4 施工便道对周边村庄大气环境的影响

本项目施工期施工便道沿线共分布有村庄 5 个，见表 4.29。主要影响为运输

车辆扬尘、抛洒对周边村庄大气环境的影响。本次评价要求施工期对运输车辆采取出入施工场地时清洗、渣土车辆密闭运输等措施，在途径村庄的施工便道路段采取洒水降尘、降低车速等措施，此外，运输车辆按照临汾市机动车和非道路移动机械排气污染防治有关规定，使用符合要求的运输车辆。在采取以上措施后，施工期对施工便道周边村庄的大气环境影响较小。

4.5.2 营运期大气环境质量影响分析

（1）汽车尾气影响分析

营运车辆排放主要是汽车尾气排放对沿线大气环境的影响。汽车尾气中主要污染物是一氧化碳、二氧化氮、烟尘、碳氢化合物等。其污染源类型属分散、流动的线源，排放源高度低，污染物扩散范围小。因昼夜车流量的变化，一般白天的污染重于夜间，下风向一侧污染重于上风向一侧，静风天气重于有风天气。污染物排放量随燃油类型、耗油量而变化，重型车多于中、轻型车。汽油车一氧化碳、碳氢化合物排放量大，而柴油车二氧化硫、颗粒物、甲醛污染重于汽油车。

根据沿线地区近几年的风场特征和本项目大气环境污染物排放源强的预测，见表 2.30，根据对源强的预测可知本项目的营运各期污染物排放较少，结合近几年已建成公路的竣工环境保护验收调查报告的综合结果，汽车尾气对环境的影响范围和程度十分有限，其中 TSP 扬尘主要源于环境本底，路面起尘贡献值极小。日交通量达到 3 万辆时，NO₂ 和 TSP 均不超标。

随着我国执行单车排放标准的不断提高，单车尾气的排放量将会不断降低，运输车种构成比例将更为优化，逐步减少高能耗、高排污的车种比例，汽车尾气排放将大大降低，因此公路汽车尾气对沿线两侧大气环境的影响范围将会缩小，公路对沿线空气质量带来的影响轻微。

（2）隧道大气环境影响分析

汽车尾气中污染物种类很多，包括 CO、NO_x、CO₂、H·CHO 和烟雾等，是光化学烟雾的主要成份。在公路隧道中污染物不易扩散，聚集的浓度相对较高，对大气环境污染程度较高。当污染物浓度过高时，将对行车安全产生不利影响，同时也使司乘人员感到不舒服。

本项目工程内容主要以隧道为主，太岳山隧道（11165m）设有 3 处斜井，在营运期用作隧道通风使用，确保隧道内大气污染物的浓度满足标准要求。

根据邓顺熙等对秦岭终南山公路隧道出口外空气污染物浓度场的研究结论，类比得出本项目太岳山隧道出口对周围大气环境的影响。

秦岭终南山隧道全长为 18.020km，属于特长公路隧道，采用双洞单向行车，设计速度为 80km/h，隧道设置 3 个竖井通风，预测 2025 年高峰小时交通量和该交通量下隧道洞口污染物浓度见表 4.34 和表 4.35。

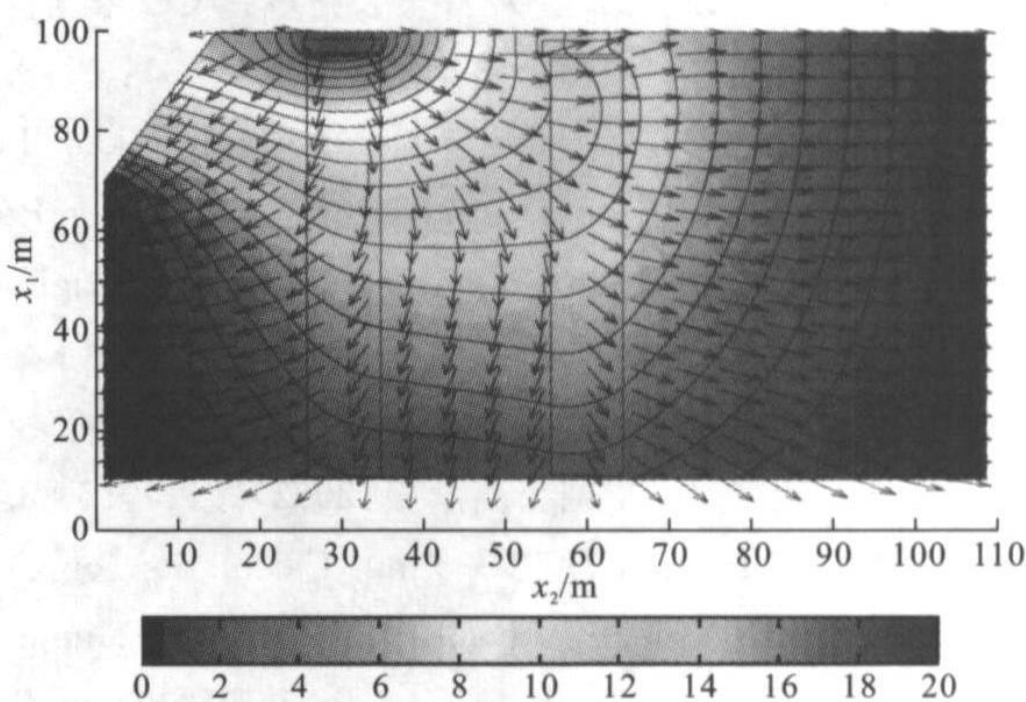
表 4.34 秦岭终南山隧道 2025 年预测高峰小时交通量 (单位: 辆/h)

车型	小型客车	大中型客车	小型货车	中型货车	大型货车	合计
2025 年	570	286	203	349	477	1885

表 4.35 秦岭终南山隧道 2025 年预测高峰交通量下隧道口空气污染物浓度 (单位: mg/m^3)

空气污染物	CO	NO ₂	HC	PM ₁₀
隧道口浓度值	102.55	28.87	11.65	7.81

在该条件下, 预测可知秦岭终南山隧道口的 CO 浓度场分布见下图 4.23。

图 4.23 秦岭终南山隧道口的 CO 浓度场分布 (单位: mg/m^3)

注: 上图出自长安大学邓顺熙等发表于中国公路学报的《特长公路隧道洞口污染物扩散的有限元法模拟》文章和出版于科学出版社的《公路与长隧道空气污染影响分析方法》书籍内容。

根据图 4.23 可知, 该条件下, 秦岭终南山隧道口的 CO 浓度在 100m 处为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$, 换算可得 NO₂ 浓度为 $0.14\text{mg}/\text{m}^3$ 。因此, CO、NO₂ 浓度均满足 1 类区小时平均标准限值。

本项目太岳山隧道全长 11.165km, 为特长隧道, 采用双洞单向行车, 设计速度为 80km/h, 隧道设置 2 处通风斜井, 预测远期 2039 年小时交通量见表 4.36。

表 4.36 太岳山隧道 2039 年预测小时交通量 (单位: 辆/h)

车型	小型车	中型车	大型车	合计
2039 年	323	32	267	622

通过对比可知, 本项目太岳山隧道长度比秦岭终南山隧道短, 车流量比秦岭

终南山隧道少，因此，类比太岳山隧道出口污染物浓度低于秦岭终南山隧道值，可达到1类区标准。

本项目隧道进口最近的敏感点为二道河村，最近距离270m，隧道出口最近的村庄为杨家庄村，最近距离为550，距离较远，空气污染物浓度在营运各期均能达到《大气环境质量标准》（GB3095-2012）中的2类区标准要求。

本项目设置3处通风斜井，1#斜井出口最近敏感点为党家坡村，最近距离为830m，2#斜井出口最近敏感点为杨家庄村，最近距离为2850m，3#斜井出口最近敏感点为杨家庄村，最近距离为2490m，3处斜井出口距离村庄距离均较远，对其环境空气影响较小。

4.5.3 大气环境影响评价自查

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），本项目大气环境影响评价主要内容与结论自查情况，见表4.37。

4 环境影响预测与评价

表 4.37 本项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input checked="" type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>		<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物 (PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃) 其他污染物 (无)				包括二次 PM2.5 <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM2.5 <input checked="" type="checkbox"/>		
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/> 其他标准 <input type="checkbox"/>		
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2019) 年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>		现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input type="checkbox"/>				不达标区 <input checked="" type="checkbox"/>		
污染源调查	调查内容	拟建项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 拟建项目非正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>	区域污染源 <input type="checkbox"/>	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>	
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子 ()				包括二次 PM2.5 <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM2.5 <input type="checkbox"/>		
	正常排放短期浓度贡献值	C _{拟建项目} 最大占标率≤100% <input type="checkbox"/>						
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C _{拟建项目} 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>				C _{拟建项目} 最大占标率>10% <input type="checkbox"/>	
		二类区	C _{拟建项目} 最大占标率≤30% <input type="checkbox"/>				C _{拟建项目} 最大占标率>30% <input type="checkbox"/>	
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		c _{非正常} 占标率≤100% <input type="checkbox"/>		c _{非正常} 占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 <input type="checkbox"/>				C _{叠加} 不达标 <input type="checkbox"/>		
区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% <input type="checkbox"/>				k>-20% <input type="checkbox"/>			
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (颗粒物、SO ₂ 、NO _x)			有组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>		无监测 <input type="checkbox"/>	
	环境质量监测	监测因子: (无)			监测点位数 ()		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>						
	大气环境防护距离	距 () 厂界最远 () m						
	污染源年排放量	SO ₂ : (0) t/a		NO _x : (0) t/a		颗粒物: (0) t/a	VOCs: (0) t/a	

注：“”为勾选项，填“”；“()”为内容填写项

4.6 固体废物环境影响分析

（1）施工期生活垃圾对周围环境的影响

施工人员在施工过程中避免不了要产生各种生活垃圾。建设单位应将施工期间产生的生活垃圾集中收集，并统一运送至附近集镇的生活垃圾处置场所，妥善处置，以免给自然环境、区域景观和人群健康造成不良影响。

（2）施工期建筑垃圾对周围环境的影响

评价路段无拆迁工程，施工期间会有少量的石料、砂、石灰等筑路材料剩余，如露天堆放、杂乱无序，从宏观上与周围环境很不协调，造成视觉污染。若石灰或水泥随水渗入地下，将使土壤板结、pH值升高，同时还会污染地下水，使该块土地失去生产能力，浪费了珍贵的土地资源。

建设单位在施工期间应通过加强施工管理，各种建筑余料应存放好，妥善保管，可供周边地区修补乡村公路或建筑使用，以减轻对周围环境的影响。

（3）营运期固体废弃物对环境的影响分析

本项目建成通车后，当地交通更为便捷，给人们日常生活和工作带来了极大的便利，但同时交通垃圾，如纸屑、果皮、塑料用具等废弃物也对沿线周边环境产生不利影响，既增加了公路养护的负担，又破坏了路域景观的观赏性。

公路通车后，应妥善处理过往司乘人员产生的废纸、废塑料袋、烟蒂等生活垃圾，减轻对周边的自然环境产生的影响。要求公路养护过程中及时清理路域范围内的垃圾，送往当地环卫部门统一处置，减小对环境的影响。

4.6 景观环境影响分析

4.6.1 施工期景观环境影响分析

（1）主体工程隧道施工对景观环境的影响

本项目以隧道工程为主。隧道是山区公路对景观影响最小的一种工程方式，也常常成为减轻环境影响的工程削减措施之一。如果不设置隧道，而对山体进行切割和削坡，则数公里的深挖路段将切割原来连绵的山体，对周围景观造成很大的破坏。

由于隧道深埋于山体内，对整个山体的外观，包括形态、植被等基本不会产生影响，可见，隧道对周围景观的影响主要集中在隧道与外界环境衔接和过渡的路段，即在隧道的进出口。由于隧道工程洞口施工时将破坏洞口表面植被和地表土壤及岩层的稳定性，造成与洞口周围原有景观不和谐，从而对山体景观的影响，另外，由于隧道内外是风格炯异的两种空间，开阔与狭小、明亮与昏暗，存在强烈的对比反差，如在两者之间没有空间过渡带，造成隧道洞口水泥混凝土与周围的色彩和谐的自然植被不协调，会造成比较严重的视觉冲突，而且对进出隧道的车辆司机的精神状态也有一定的影响。

(2) 弃渣场对景观环境的影响

弃渣场的设置，将直接破坏选址的原地形地貌及植被。弃渣场弃渣形成突兀、不规则的堆状物，与周围景观形成反差。同时，弃渣及运输作业过程中，旱季易形成扬尘，雨季易产生土壤侵蚀，对周围景观产生破坏和影响。

(3) 临时工程设施对景观环境的影响

施工期临时工程设施主要包括施工便道、施工生产生活区等。根据环境现状调查结果，本项目施工生产生活区排放的生活污水及生产废水若直接排放会对周围景观环境产生不利影响；施工便道对景观的影响主要表现在施工期易产生扬尘污染；拌合站施工期间排放出烟尘，对区域景观环境形成不和谐的空气污染。

4.6.2 营运期景观环境影响分析

(1) 弃渣场对景观的影响

本项目地处山岭丘陵区，全线工程土石方量较大，将不可避免地在公路沿线两侧一定范围内设置弃渣场。弃渣场的土壤较为贫瘠、保水保肥能力差，植被完全恢复需要较长的时间。因此，在营运近期，弃土与周围景观环境在色彩、形态、质感等方面差别较大，对行车者的视觉冲击较大。

景观距离视点的距离越近、相对坡度越高，景观的敏感性就越高，对人的视觉冲击就越大。为减缓营运期弃渣场对公路景观的影响，弃土场应设置在近景带以外，即设置在距离公路中心线 300m 以外。为降低弃渣场与行车者视点的相对坡度，可选择公路两侧的自然侵沟作为弃渣场，用弃渣来填平侵沟，降低侵沟对行车者视觉的冲击力，同时降低弃土场对周围环境景观的影响。

(2) 公路构筑物对景观环境的影响

本项目建成后，公路隧道、路堤等构筑物将改变沿线传统的视觉环境，使沿线居民的景观环境受到影响。建议在下一阶段设计中，研究公路隧道、路基周围的景观环境现状，开展景观设计，使这些构筑物形状、色彩、质感、体量与周围环境相协调，使公路内部景观融入外部景观，降低对周围景观环境的影响。

5 环境风险分析

5.1 隧道工程环境风险分析

5.1.1 评价依据

（1）风险调查

本项目运营期不涉及危险物质生产、使用、储存，仅在施工时期涉及危险物质（炸药）使用、贮存，炸药贮存量一般小于 5t，小于临界量。

（2）风险趋势初判

危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，直接判定风险趋势初判为 I。

（3）评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），评价工作等级为简单分析。

5.1.2 环境敏感目标情况

结合工程设计线路方案和公路沿线环境特征，确定本项目沿线环境风险敏感路段主要为穿越霍泉泉域路段：本项目 K133+655~K137+400 长 3745m 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K137+080~K137+400 段约 320m 位于泉域黄土覆盖区内，K133+655~K137+080 段约 3425m 位于泉域裸露岩溶区范围内，但不涉及泉域重点保护区，距离重点保护区边界最近距离约 26.8km。

表 5.1 拟建项目敏感路段一览表

序号	敏感因素	桩号	与拟建公路关系	工程形式	长度 (m)	备注
1	霍泉泉域裸露岩溶区	K133+655~K137+080 段	穿越	隧道	3425	

5.1.3 环境风险识别

凡具有腐蚀性、自燃性、易燃性、毒害性、爆炸性等性质，在运输、装卸和贮存保管过程中容易造成人身伤亡和财产损毁而需要特别防护的物品，均属危险品。公路运输的危险品种类，大体归纳如下：

- ① 压缩气体类：包括液化气、高压氢气、氧气；
- ② 易燃液体和固体：各种液态有机原料、易燃物品和遇湿易燃物品；
- ③ 氧化剂和有机过氧化物；
- ④ 毒性大的物品和带感染性、腐蚀性的物品；
- ⑤ 放射性的物品；

⑥ 其他有害物品。根据调查，项目可能运送的危险品主要由汽油、化肥、液化气、炸药、农药、煤制油和化工原料等，其中油罐车约占危险品运输车辆的一半。

大量的研究成果表明，公路的污染事故主要来源于交通事故。当车辆发生事故将可能对水体、大气环境产生污染，污染事故类型主要有：

- ① 车辆本身携带的汽油（柴油）和机油泄漏，排入附近水体；
- ② 化学危险品的运输车辆发生交通事故后，有毒有害固态、液态危险品发生泄漏或易燃易爆物质引起爆炸，引起水污染和空气污染；
- ③ 在桥面发生交通事故，汽车连带货物坠入河流，造成河流水体污染，或影响地下水水质。

根据本项目沿线环境特点及公路运输物质的种类，确定本项目营运期的环境风险因素主要为危险化学品运输风险。

本项目危害较大的危险化学品运输车辆交通事故主要表现为：危险化学品运输车辆冲出路基发生翻车事故，使运送的固态或液态危险化学品如农药、汽油、化工品等泄露进入周围环境，可能造成环境污染，存在环境风险隐患。

5.1.4 环境风险分析

(1) 计算公式

本项目建成通车后，危险化学品运输车辆的交通事故概率估算主要依据项目区公路交通量、项目区公路交通事故率、从事危险品运输车辆所占比重、预测年交通量和考核路段长度等参数。在本项目上某预测年穿越泉域路段的危险品运输车辆可能发生的交通事故次数，即概率的计算公式为：

$$P_{ij} = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E}{F}$$

式中： P_{ij} ——在本项目考核路段上预测年危险品运输车辆交通事故概率，次/年。

A——项目区公路某一基年交通事故率，次/百万辆·km；

B——项目区公路危险品运输车辆所占比重，%；

C——预测年本项目年均交通量，百万辆/年；

D——考核路段长度，km；

E——可比条件下，由于高等级公路的修通可能降低交通事故的比重，%；

F——危险品运输车辆交通安全系数。

(2) 各预测参数的确定

① 基年交通事故率

根据项目区沿线交警大队提供的统计资料，本项目附近路段年交通事故率取0.98次/百万辆 km。

② 危险化学品运输车辆的比重

根据工可资料，B值取1.9%。

③ 各特征年交通量

各预测年交通量见表 2.5。

④ 敏感路段长度

本次预测就拟建项目跨穿越霍泉泉域裸露岩溶区路段预测营运期危险化学品运输交通事故概率，长度为 3.425km。

⑤ 可降低交通事故的比重

本项目考核路段主线为高速公路隧道，高速公路可以减少交通事故的比重按 50%估计，即 E 取 0.5。

⑥ 危险化学品运输车辆交通安全系数

该系数指由于从事危险化学品运输的车辆，无论从驾驶员的安全意识，还是从车辆本身有特殊标志等，比一般运行车辆发生交通事故的可能性较小。但出于没有确切的统计资料，估计取系数 F 为 1.5。

(3) 预测结果

结合上述预测参数及特征年交通量预测数据，经计算，本项目考核路段各特征年（预测年）危险品运输交通事故概率见表 5.2。

表 5.2 本项目危险品运输事故概率（单位：起/年）

序号	路段类型	敏感因素	2025 年	2031 年	2039 年
1	泉域裸露岩溶区	霍泉泉域裸露岩溶区	0.06274	0.07996	0.11451

5.1.5 环境风险影响及危害分析

从表 5.2 中计算数据可知：拟建项目通车后，考核路段预测年危险品运输事故概率较小，特征年概率为 0.06274~0.11451 次/年。

交通事故的严重和危害程度差别很大，一般来说，交通事故中的一般事故和轻微事故所占比重较大，重大和特大恶性事故所占比重很小。因此，由于危险货物运输的交通事故而引起的爆炸、火灾以及泄漏等严重事故，在考核路段发生的概率较小。在采取加强防撞护栏、完善路面防渗及排水系统等措施后，危险化学品运输事故概率较小，对水环境的风险影响较小。

总之，从事危险化学品运输的车辆在本项目出现交通事故给公路沿线地表水和地下水造成严重污染的可能性小，但不能排除重大交通事故等意外事件的发生，为防止危险化学品运输的污染风险，必须采取有效的预防和应急措施，本项目穿越霍泉泉域裸露岩溶区路基路段作为危险化学品环境风险重点防范路段。

5.1.6 危险化学品运输预防措施及应急要求

5.1.6.1 预防管理措施

危险化学品运输风险分析表明，本项目营运期间将不可避运输有毒、有害的化学药品，为了防止危险化学品运输事故的发生，首先应做好其运输管理，确保安全运输。

严格执行国家相关法律法规。目前，我国关于危险化学品运输的法规主要有：《中华人民共和国道路交通管理条例》（国务院，2004.5.1）、《化学危险化学药品安全管理条例》（国务院，1987.2）、《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）、《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与放射性装置管理条例》。

化学药品运输应实行“准运证”、“驾驶员证”、“押运证”制度，所有从事危险化学品货物运输的车辆要使用统一的专用标志，定期定点检测，对有关人员进行专业培训、考试。

由公安交通管理部门、公安消防部门对化学危险化学品货物运输车辆指定行使区域路线，运输化学危险货物的车辆必须按指定车场停放。

公路管理部门加强对驾驶员安全教育，严禁酒后驾车、疲劳驾车和强行超车；在危险化学品运输过程中，司乘人员严禁吸烟，停车时不准靠近明火或高温场所，中途不得随意停车。

公路管理部门应对运输危险化学品车辆实行申报管理制度，车主需填写申报表，主要内容有：危险货物执照、货物品种等级和编号、收发货人名称、装卸地点、货物特性等。把好危险化学品上路检查关。在公路入口，还应检查直接从事道路危险化学品货物的运输人员是否持有《道路危险化学品货物操作证》等“三证”，运输车辆及设备必须符合规定的条件并配有相关证明。禁止不符合安全运输规定的车辆上路行驶。

公路管理部门一般应安排危险化学品运输车辆 in 交通量较少的时段（如夜间）通行。加强公路动态监控，发现异常及时处理。

本项目沿线处于大陆性半干旱气候，全年降水量不均，降雨集中在夏季且常常是雨急量大；冬季气象条件较差，尤其是位于山区路段，加强公路的交通管理，当遇到强暴雨和大风、大雪、大雾时，因能见度低应对行车速度加以限制，或者禁止通行，等天气好转再放行。

5.1.6.2 工程防范措施

本项目穿越霍泉泉域裸露岩溶区路段作为危险化学品环境风险重点防范路段，主要采取以下事故防范工程措施：

（1）隧道进出口段两端各设 1 处警示牌，标明“进入霍泉泉域裸露岩溶区，减速谨慎驾驶”，共计 2 处，限速标志和限速监控 2 处。

（2）在隧道内设置防渗排水沟，两端均要求设置事故水收集池，要求作防渗处理，共计 4 处（隧道进出口左右幅洞各 1 处）。当发生危险化学品泄漏事故时，位于隧道出口附近的泄漏的危险化学品可由防渗排水沟自流进入位于隧道出口的事故水池中，其余路段的泄露物由应急车辆抽取处置后收集于事故池中，避免了

危险品泄漏对区域地下水，特别是霍泉泉域灰岩裸露带的水体产生的不利影响。

目前我国常见运输液态危险品的车辆包括运油品的槽罐车和化工液体运输车。按照《道路危险货物运输管理规定》（交通运输部令 2019 年底 42 号）规定，“强腐蚀性危险货物的罐式专用车辆的罐体容积不得超过 20 m³，运输剧毒化学品的罐式专用车辆的罐体容积不得超过 10 m³”。但对于汽油、柴油等腐蚀性较小的易燃液体，实际运输量通常不大于 30m³，因此确定危险品运输车辆容积按照 30m³考虑。

参照《消防给水及消防栓系统技术规范》（GB 50974-2014），当油罐车发生 1 次事故起火时，消防用水量为 27m³（按卧式罐，火灾延续时间 4h 计），由上述分析，设计危化品泄漏量应按极限情况泄漏和清洗总量考虑，即单台危险品运输车及 1 次事故起火消防涌水量之和，计算得泄漏量约 57m³。

综上，同时考虑变化系数 1.2，本次事故水池容积按照 72m³考虑（以专业设计为主），收集池收集的污染液体交由资质的单位处理。同时要求太岳山隧道管理站、救援管理站储备足够的危险化学品事故应急物资，一旦发生危险化学品运输事故可以在最短的时间内进行处理，减少其对地下水的污染。

同时根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告》要求，公路路面全部硬化，霍泉泉域内灰岩裸露区路面渗透系数不大于 1×10⁻¹⁰cm/s。

本项目上述危化品环境风险重点防范路段工程防范措施汇总表见表 5.3。

表 5.3 本项目危化品环境风险重点防范路段工程防范措施汇总表

路段类型	警示牌 (个)	防渗排水沟(m)	事故水收 集池(个)	备注
K133+655~K144+820 太岳山隧道全路段	2	11165m×2 =22330m	4	公路路面全部硬化，霍泉泉域内灰岩裸露区路面渗透系数不大于 1×10 ⁻¹⁰ cm/s

5.2 弃渣场环境风险分析

本项目弃渣场风险评价参照《尾矿库环境风险评估技术导则》（HJ 740-2015）进行评价。

5.2.1 评估范围

根据《尾矿库环境风险评估技术导则》（HJ 740-2015），本项目弃渣场为山谷型，坝高约 2~3m，因此评价范围取 80 倍坝高，即弃渣场下游 160-240m 作为评价范围。

5.2.2 环境风险预判

根据《尾矿库环境风险评估技术导则》（HJ 740-2015），本项目拟从弃渣场类型、规模、周边环境敏感性、安全性、历史事件与环境违法情况五个方面，对弃渣场

5 环境风险评价

环境风险进行预判，判断是否属于重点环境监管弃渣场。环境风险预判表见表 5.4。

根据环境风险预判表，本项目固体废物类型为 I 类一般工业固废，评价范围内不涉及判据中各类敏感目标，项目不属于危库、险库、病库及地质灾害易灾区等，近三年内未发生过环境违法事件及安全生产事故等。

综上所述，本项目弃渣堆场不属于重点环境监管弃渣场。

5.2.3 风险等级划分

根据《尾矿库环境风险评估技术导则》（HJ 740-2015），本项目拟从弃渣场的环境危害性（H）、周边环境敏感性（S）、控制机制可靠性（R）三方面对弃渣场环境风险等级进行划分。

（1）环境危害性

本项目采用评分方法，对类型、性质和规模三方面指标进行评分与累加求和，评估弃渣场环境危害性（H）。

根据弃渣场环境危害性评分表 5.5 可知，本项目弃渣场危害性评分为 6 分。根据弃渣场环境危害性等别划分表，表 5.6 所示，本项目弃渣危害性等别为 H3。

表 5.6 弃渣场环境危害性（H）等别划分表

弃渣场环境危害性得分（ D_H ）	弃渣场环境危害性等别代码
$D_H > 60$	H1
$30 < D_H \leq 60$	H2
$D_H \leq 30$	H3

表 5.5 弃渣场环境危害性评分表

指标因子	评分依据	评分	自评分	相关说明
类型 (48 分)	1. □相关的生产过程中使用了列入《重点环境管理危险化学品目录》的危险化学品。 2. □危险废物。 3. □重金属矿种：铜、镍、铅、锌、锡、锑、钴、汞、镉、铋、砷、铊、钒、铬、锰、钼。 4. □贵金属矿种（采用氰化物采选工艺）：金、银、铂族（铂、钯、铑、铈、钨、钽、钼）。 5. □有色金属矿种：钨。	48	0	I类一般工业固废
	6. □一般工业固体废物（II类）。 7. □贵金属矿种（采用无氰化物采选工艺）：金、银、铂族（铂、钯、铑、铈、钨、钽、钼）。 8. □轻有色金属矿种：铝（铝土）、镁、锶、钡。 9. □稀土元素的矿种：钇、镧、铈、镨、钕、钐、铈、钆、铈、钐、铈、钐、铈、钐。 10. □稀有金属矿种：铌、钽、铍、锆、锿、铷、锂、铯。 11. □稀散元素矿种：锗、镓、铟、铊、镱、铟、碲、碲。 12. □有色金属矿种：钛。 13. □非金属矿种：化工原料或化学矿。 14. □涉及硫（包括主矿、共生矿）、磷（包括主矿、共生矿）。 15. □涉及酸性岩矿种或产生酸性废液的矿种。	24		
	16. <input checked="" type="checkbox"/> 一般工业固体废物（I类）。 17. □黑色金属矿种：铁。 18. □轻有色金属矿种：钠、钾、钙。 19. □非金属矿种：冶金辅助原料矿。 20. □非金属矿种：建材原料矿。 21. □非金属矿种：粘土、轻质材料、耐火材料非金属矿。 22. □非金属矿种：特种非金属矿。 23. □非金属矿种：能源矿种。 24. □非金属矿种：其他非金属矿种。	0		

表 5.5 弃渣场环境危害性评分表（续）

指标因子			评分依据	评分	自评分	相关说明	
性质 (28分)	特征 污染物 指标 浓度 情况 (28分)	浓度 倍数 情况 (22分)	pH 值 (8分)	1. <input type="radio"/> [0, 4)。	8	0	6-9
				2. <input type="radio"/> [4, 6)。	6		
				3. <input type="checkbox"/> [6, 9]。	0		
				4. <input type="radio"/> (9, 11]。	5		
				5. <input type="radio"/> (11, 14]。	7		
		指标最高 浓度 倍数 (14分)	1. <input type="radio"/> 有指标浓度倍数为 10 倍及以上。	14	0		
			2. <input type="radio"/> 有指标浓度倍数 3 倍及以上，且所有指标浓度倍数均在 10 倍以下。	7			
			3. <input type="checkbox"/> 所有指标浓度倍数均在 3 倍以下。	0			
		浓度倍数 3 倍及以上 的 指标 项数 (6分)	1. <input type="radio"/> 5 项及以上。	6	0		
			2. <input type="radio"/> 2 至 4 项。	4			
3. <input type="radio"/> 1 项。	2						
4. <input type="checkbox"/> 无。	0						
规模 (24分)	现状库容 (24分)	1. <input type="radio"/> 大于等于 3000 万方。	24	6	50 万方		
		2. <input type="radio"/> 大于等于 1000 万方，小于 3000 万方。	18				
		3. <input type="radio"/> 大于等于 100 万方，小于 1000 万方。	12				
		4. <input type="checkbox"/> 大于等于 20 万方，小于 100 万方。	6				
		5. <input type="radio"/> 小于 20 万方。	0				
<p>注：</p> <p>(1) 类型：指矿种类型（包括主矿种、附属矿种）/固体废物类型/尾矿（或尾矿水）成分类型，以环境危害大的计算。</p> <p>(2) 特征污染物浓度倍数：指特征污染物的实测浓度与该特征污染物的排放标准或质量标准（排放标准优先）的比值。取样于尾矿库库区积液、库区渗滤液或输送管中的水样品，以排在前面的优先。</p> <p>(3) 指标最高浓度倍数：指所有特征污染物指标浓度倍数的最大值。</p> <p>(4) 表中复选框“<input type="checkbox"/>”表示可以多选，按其中最高得分计算；单选框“<input type="radio"/>”表示只能单选。</p>							

（2）周边敏感性

本项目采用评分方法，对弃渣场下游涉及的跨界情况、周边环境风险受体情况、周边环境功能类别情况三方面指标进行评分与累加求和，评估弃渣场周边环境敏感性（S）。

根据弃渣场周边敏感性评分表 5.7 可知，本项目弃渣场周边敏感性评分为 30.5 分。根据弃渣场周边敏感性等别划分表 5.8 所示，本项目弃渣场周边敏感性等别为 S2。

表 5.8 弃渣场周边敏感性（S）等别划分表

弃渣场周边环境敏感性得分（D _s ）	弃渣场周边敏感性（S）等别代码
D _s >60	S1
30<D _s ≤60	S2
D _s ≤30	S3

（3）控制机制可靠性

本项目采用评分方法，对弃渣场的基本情况、自然条件情况、生产安全情况、环境保护情况和历史事件情况五方面指标进行评分与累加求和，评估弃渣场控制机制可靠性（R）。

根据弃渣场控制机制可靠性评分表 5.9 可知，本项目弃渣场控制机制可靠性评分为 24.25 分。根据弃渣场控制机制可靠性等别划分表，表 5.10 所示，本项目弃渣场控制机制可靠性等别为 R3。

表 5.10 弃渣场控制机制可靠性（R）等别划分表

弃渣场控制机制可靠性得分（D _R ）	弃渣场控制机制可靠性（R）等别代码
D _R >60	R1
30<D _R ≤60	R2
D _R ≤30	R3

表 5.7 弃渣场周边环境敏感性指标评分表

指标因子		评分依据		评分	自评分	特别说明
下游涉及的跨界情况 (24分)	涉及跨界类型 (18分)	1. <input type="radio"/> 国界。		18	0	可能涉及到跨国界。
		2. <input type="radio"/> 省界。		12		可能涉及到跨省级行政区边界。
		3. <input type="radio"/> 市界。		6		可能涉及到跨地市级行政区边界。
		4. <input type="radio"/> 县界。		3		可能涉及到跨县级行政区边界。
		5. <input checked="" type="checkbox"/> 其他。		0		其他情况。
	涉及跨界距离 (6分)	1. <input type="radio"/> 2 公里及以内。		6	0	指沿着尾矿库事故后污染物的可能流向的曲线距离。
		2. <input type="radio"/> 2 公里以外, 5 公里及以内。		4		
		3. <input type="radio"/> 5 公里以外, 10 公里及以内。		2		
4. <input checked="" type="checkbox"/> 10 公里以外。		0				
周边环境风险受体情况 (54分)		所在区域	1. <input type="radio"/> 处于国家重点生态功能区、国家禁止开发区域、水土流失重点防治区、沙化土地封禁保护区等。 2. <input type="radio"/> 处于江河源头区和重要水源涵养区。	54	0	即不符合相关政策。
		尾矿库下游涉及水环境风险受体	3. <input type="radio"/> 服务人口 1 万人及以上的饮用水水源保护区或自来水场取水口。 4. <input type="radio"/> 服务人口 2000 人及以上的饮用水水源保护区或自来水场取水口。 5. <input type="radio"/> 重要湿地、天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场、资源性缺水地区、封闭及半封闭海域、富营养化水域等。 6. <input type="radio"/> 流量大于等于 15 立方米/秒的河流。 7. <input type="radio"/> 面积大于等于 2.5 平方千米的湖泊或水库。 8. <input type="radio"/> 水产养殖 100 亩及以上。	54	0	
			9. <input type="radio"/> 服务人口 2000 人以下的饮用水水源保护区或自来水场取水口。 10. <input type="radio"/> 流量小于 15 立方米/秒的河流。 11. <input type="radio"/> 面积小于 2.5 平方千米的湖泊或水库。 12. <input type="radio"/> 水产养殖 100 亩以下。	36		
			13. <input type="radio"/> 人口聚集区: 累计人口 2000 人及以上。	18		
		尾矿库下游涉及其	14. <input type="radio"/> 人口聚集区: 累计人口 2000 人以下, 200 人及以上。	54	0	
				36		

指标因子		评分依据		评分	自评分	特别说明	
其他类型风险受体		15. <input type="checkbox"/> 国家级（或 4A 级及以上）的自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、世界文化或自然遗产地，重点文物保护单位、以及其他具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地等。		18			
		16. <input type="checkbox"/> 国家基本农田、基本草原、种植大棚、农产品基地等 1000 亩及以上。					
		17. <input type="checkbox"/> 重大环境风险企业或重大二次环境污染源、风险源。					
		18. <input type="checkbox"/> 人口聚集区：累计人口 200 人以下。					
		19. <input type="checkbox"/> 涉及省级及以下（或 4A 级以下）：自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、世界文化或自然遗产地，重点文物保护单位、以及其他具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地等。					
		20. <input type="checkbox"/> 国家基本农田、基本草原、种植大棚、农产品基地等 1000 亩以下。		36			
		21. <input type="checkbox"/> 一般、较大环境风险企业或其他二次环境污染源、风险源。		18			
		22. <input type="checkbox"/> 服务人口在 2000 人及以上的饮用水水源保护区、自来水场取水口。					
		23. <input type="checkbox"/> 规模在 100 亩及以上的水产养殖区。					
		24. <input type="checkbox"/> 江、河、湖、库等大型水体。					
周边环境功能类别（22分）	水环境 15分	下游水体 9分	地表水	1. <input type="checkbox"/> 地表水：一类。	9	6	主要适用于源头水、国家自然保护区。
				2. <input type="checkbox"/> 地表水：二类。			主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾产卵场、在仔稚幼鱼的索饵场等。
				3. <input type="checkbox"/> 地表水：三类。	6		主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、巡游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区。
				4. <input type="checkbox"/> 地表水：四类。	3		主要适用于一般工业用水区及非人体直接接触的娱乐用水区。
				5. <input type="checkbox"/> 地表水：五类。	0		主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。
		<input type="checkbox"/> 海水（不涉及海水则不计算该项）	1. <input type="checkbox"/> 海水：一类。	9	0		适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。
			2. <input type="checkbox"/> 海水：二类。	6			适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接相关的工业用水区。

5 环境风险评价

指标因子		评分依据		评分	自评分	特别说明		
	地下水 (6分)		3. ○海水：三类。	3		适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。		
			4. ○海水：四类。	0		适用于海洋港口水域，海洋开发作业区。		
			1. ○地下水：一类。	6	4	4	主要反映地下水化学组分的天然低背景含量。适用于各种用途。	
			2. ○地下水：二类。				主要反映地下水化学组分的天然低背景含量。适用于各种用途。	
			3. √地下水：三类。				4	以人体健康基准值为依据。主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水。
			4. ○地下水：四类。				2	以农业和工业用水要求为依据。除适用于农业和部分工业用水外，适当处理后可做生活饮用水。
	5. ○地下水：五类。	0	不宜饮用，其他用水可根据使用目的选用。					
	土壤环境 (4分)	1. ○土壤：一类。	4	1	1.5		主要适用于国家规定的自然保护区、集中式生活饮用水源地、茶园、牧场和其他保护地区的土壤，土壤质量基本上保持自然背景水平。	
		2. ○土壤：二类。	3			主要适用于一般农田、蔬菜地、茶园、果园、牧场等土壤，土壤的质量基本上不对植物和环境造成危害和污染。		
		3. √土壤：三类。	1			主要适用于林地土壤及污染物容量较大的高背景值土壤和矿产附近等地的农田土壤(蔬菜地除外)。土壤质量基本上不对植物和环境造成危害和污染。		
	大气环境 (3分)	1. ○大气：一类。	3	1.5	1.5	自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的地区。以保护自然生态及公众福利为主要对象。		
		2. √大气：二类。	1.5			城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区。以保护人体健康为主要对象。		
		3. ○大气：三类。	0			特定工业区。以保护人体健康为主要对象。		
	<p>注：(1) 下游涉及的跨界情况：指沿着尾矿库事故后污染物的可能流向 10 公里评估范围（根据实际情况可以适当扩大评估距离）内存在行政区边界的情况。如果涉及多种类型，以等级最高的行政区边界进行计算。(2) 周边环境风险受体情况：包括 1) “所在区域”敏感性情况；2) “尾矿库下游涉及水环境风险受体”敏感性情况；3) “尾矿库下游涉及其他类型风险受体”敏感性情况；4) “尾矿库输送管线、回水管线涉及穿越”敏感性情况共计 4 方面 24 种的情形。评估时需要综合考虑这 4 方面情况，取其中得分最高的作为最后“周边环境风险受体情况”的得分。(3) 下游水体：主要考虑地表水。如果下游同时还涉及海水，则评估时需综合“地表水”、“海水”两方面得分，取其中得分最高的作为最后“下游水体”方面得分。(4) 一般、较大、重大环境风险源企业：指依据《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》评估具有一般、较大、重大环境风险等级的企业。</p>							

指标因子	评分依据	评分	自评分	特别说明
<p>（5）重大二次环境污染源、风险源：指尾矿库下游可能危及的，依据当地地方相关标准、文件或其他行业标准被划分为具有重大等级的环境污染源或风险源。（6）其他二次环境污染源、风险源：指尾矿库下游可能危及的，依据当地地方相关标准、文件或其他行业标准被划分为具有除重大等级之外的其他等级的环境污染源或风险源。（7）周边环境风险受体情况评分时：如果涉及多种情况，则按最高分计算。（8）表中复选框“<input type="checkbox"/>”表示可以多选，按其中最高得分计算；单选框“<input type="radio"/>”表示只能单选。</p>				

表 5.9 弃渣场控制机制可靠性指标评分表

指标因子		评分依据	评分	自评分	相关说明		
基本情况 (15分)	堆存 (4.5分)	堆存 (1.5分)	1. ○混合多用途：多种不同类型的尾矿或固体废物、废水的排放场所。	1.5	0		
			2. √单一用途：仅一种类型尾矿或固体废物、废水的排放场所。	0			
		堆存方式 (1分)	1. ○湿法堆存。	1	0		
			2. √干法堆存。	0			
		坝体透水情况 (2分)	1. ○透水坝，无渗滤液收集设施。	2	0		
			2. ○透水坝，但有渗滤液收集设施。	1			
	3. √不透水坝。		0				
	输送 (4分)	输送方式 (1.5分)	1. ○沟槽 + 自流（无人工加压）。	1.5	0		
			2. ○管道输送 + 泵站加压。	1			
			3. ○管道输送 + 自流（无人工加压）。	0.5			
			4. √车辆运输。	0			
			5. ○传送带运输。	0			
		输送量 (1分)	1. ○大于等于 10000 方/日。	1	0		
			2. ○大于等于 1000 方/日，小于 10000 方/日。	0.5			
			3. √小于 1000 方/日。	0			
		输送距离 (1.5分)	1. ○大于等于 10 千米。	1.5	0.75		指实际的曲线距离。
			2. √大于等于 2 千米而小于 10 千米。	0.75			
	3. ○小于 2 千米。		0				
	回水 (2.5分) 仅在回水系统时计	回水方式 (1分)	1. ○沟槽 + 自流（无人工加压）。	1	/		
			2. ○管道输送 + 泵站加压。	0.5			
3. ○管道输送 + 自流（无人工加压）。			0				
回水量 (0.5分)		1. ○大于等于 10000 方/日。	0.5	/			
		2. ○大于等于 1000 方/日，小于 10000 方/日。	0.25				
		3. ○小于 1000 方/日。	0				
回水距离		1. ○大于等于 10 千米。	1	/	指实际的曲线距离。		

指标因子			评分依据		评分	自评分	相关说明		
		(1分)	2. <input type="radio"/> 大于等于2千米而小于10千米。		0.5	0			
			3. <input type="radio"/> 小于2千米。		0				
	防洪 (4分)	库外截洪设施 (2分)	1. <input type="radio"/> 无。		2			0	指外部雨水未能通过截洪沟直接流向外界，而是进入尾矿库渗滤液收集池、事故池等设施。 指外部雨水能直接通过截洪沟流向外界，而不进入尾矿库相关设施（比如库区、渗滤液收集池、事故池等）。 指不仅作为排洪通道，还作为日常回水或排水道。 作为日常尾矿水排放或回水通道。指汛期作为库区泄洪通道，而日常生产中，通过库内排洪设施将库区澄清水引到渗滤液收集池等设施。 仅作为排洪通道。指通常情况下该通道关闭，不连通外界，仅在汛期紧要情况下连通外界。
			2. <input type="radio"/> 有，雨污不分流。		1				
			3. <input checked="" type="checkbox"/> 有，雨污分流。		0				
		库内排洪设施 (2分)	1. <input type="radio"/> 无。		2				
2. <input type="radio"/> 有，作为日常尾矿库排水或回水通道。			1						
3. <input checked="" type="checkbox"/> 有，仅作为排洪通道。			0						
自然条件情况 (9分)			1. <input checked="" type="checkbox"/> 开展了地质灾害危险性评估	1-A. <input type="radio"/> 危害性中等或危害性较大。	9	0			
				1-B. <input checked="" type="checkbox"/> 危害性小。	0				
			2. <input type="radio"/> 未开展地质灾害危险性评估	2-A. <input type="radio"/> 处于地质灾害易灾区或岩溶（喀斯特）地貌区。	9				
				2-B. <input type="radio"/> 不处于地质灾害易灾区或岩溶（喀斯特）区地貌区。	0				
生产安全情况 (15分)	尾矿库安全度等别 (15分)		1. <input type="radio"/> 危库。		15	0	未核定则按最高分进行评分。		
			2. <input type="radio"/> 险库。		11				
			3. <input type="radio"/> 病库。		7				
			4. <input checked="" type="checkbox"/> 正常库。		0				
环境保护情况 (50分)	环保审批 (8分)	是否通过“三同时”验收 (8分)	1. <input checked="" type="checkbox"/> 否。		8	8	是否有环评报告书或报告表，且通过了“三同时”验收及相关批复。		
			2. <input type="radio"/> 是。		0				

5 环境风险评价

指标因子		评分依据		评分	自评分	相关说明		
分)	污染防治 (8.5 分)	水排放情况 (3 分)	1. ○不达标排放。	3	0	未知则按最高分进行评分。		
			2. ○达标排放，但不满足总量控制要求。	1.5				
			3. ○达标排放，且满足总量控制要求。	0.75				
			4. √不对外排放尾矿水或渗滤液等。	0				
		防流失情况 (1.5)	1. ○不符合环评等相关要求。	1.5	0	主要针对堆积坝及其他可能流失尾矿的位置。参照设计、环评及相关批复等文件的相关要求进行评分。		
			2. ○符合环评等相关要求。	0				
		防渗漏情况 (2.5)	1. ○不符合环评等相关要求。	2.5	0	主要针对库区底部及库区内边坡。参照设计、环评及相关批复等文件的相关要求进行评分。		
			2. ○符合环评等相关要求。	0				
		防扬散情况 (1.5)	1. ○不符合环评等相关要求。	1.5	0	主要针对库区干滩及堆积坝体边坡。参照设计、环评及相关批复等文件的相关要求进行评分。		
			2. ○符合环评等相关要求。	0				
		环境应急 (26.5 分)	环境应急设施 (8.5)	事故应急池建设情况 (5)	1. √无。	5	5	主要指针对库区和坝体防范措施建设情况。比如漫坝、坝体裂缝泄漏等。参照设计、环评及相关批复等文件的相关。
					2. ○有，但不符合环评等相关要求。	3		
	3. ○有，且符合环评等相关要求。				0			
	输送系统环境应急 设施建设情况(2) (如果采用车辆运 输，则不计算该项)			1. ○无。	2	/	主要指针对输送管道等输送系统的防范措施建设情况。比如防止输送管线爆裂等。参照设计、环评及相关批复等文件的相关要求进行评分。	
2. ○有，但不符合环评等相关要求。				1				
3. ○有，且符合环评等相关要求。				0				
回水系统环境应急 设施建设情况(1.5 分)(仅在回水系 统时计算该项)	1. ○无。			1.5	/	主要指针对回水管等回水系统的防范措施建设情况。比如防止回水管爆裂等。参照设计、环评及相关批复等文件的相关要求进行评分。		
	2. ○有，但不符合环评等相关要求。			1				
	3. ○有，且符合环评等相关要求。			0				
环境应急预案(6.5分)				6.5	6.5	按照环境应急预案的编制、报备及落实等情况进行综合评分。		
环境应急资源(2分)				2	2	按照应急资源的储备、管理、维护等情况进行综合评分。		
环境监测预警与日常检查(4分)		监测预警(2)		2	2	按照监测预警方案的制定、开展及相关台账等情况进行综合评分。		

(4) 环境风险等级划分

根据《尾矿库环境风险评估技术导则》（HJ 740-2015），综合弃渣场环境危害性（H）、周边环境敏感性（S）、控制机制可靠性（R）三方面的等别，对照环境风险等级划分矩阵，将尾矿库环境风险划分为重大、较大、一般三个等级。

环境风险等级划分矩阵见表 5.11。

表 5.11 弃渣场环境风险等级划分矩阵

序号	情形			环境风险等级
	环境危害性（H）	周边环境敏感性（S）	控制机制可靠性（R）	
1	H1	S1	R1	重大
2			R2	重大
3			R3	较大
4		S2	R1	重大
5			R2	较大
6			R3	较大
7		S3	R1	重大
8			R2	较大
9			R3	一般
10	H2	S1	R1	重大
11			R2	较大
12			R3	较大
13		S2	R1	较大
14			R2	一般
15			R3	一般
16		S3	R1	一般
17			R2	一般
18			R3	一般
19	H3	S1	R1	较大
20			R2	较大
21			R3	一般
22		S2	R1	一般
23			R2	一般
24			R3	一般
25		S3	R1	一般
26			R2	一般
27			R3	一般

根据前文分析，本项目弃渣场环境危害性为 H3，周边环境敏感性为 S2，控制

机制可靠性为 R3，根据上表判据知，本项目弃渣场环境风险等级为一般。

5.2.4 环境风险分析

本项目弃渣场处置有隧道施工弃渣和黄土，弃渣场拦渣坝溃坝使弃渣场失去稳定性，形成崩塌和滑坡，为泥石流储备了丰富的松散固体物质，当暴雨来临时，便形成泥石流。根据弃渣场地形标高及堆高设计，预计拦渣坝事故时冲入下游评价范围范围内没有村庄、重要河流、重要公路和其他环境敏感目标存在，主要为林地、其他草地、一般河流和沟谷。因此，弃渣场溃坝后只要采取措施及时清理废石，然后进行生态恢复，不会对环境造成永久性损害。但这一过程会加重水土流失和造成植被破坏，故必须委托有资质单位进行专门设计，采取严格的防范措施，避免溃坝事故的发生。

5.2.5 事故防范措施

(1) 弃渣场下游敏感目标调查

根据弃渣场地形标高及堆高设计，预计拦渣坝事故时冲入下游最大范围内没有村庄、重要河流、重要公路和其他环境敏感目标存在在。混合物最大侵占面积全部为林地、其他草地、一般河流和沟谷。

(2) 弃渣场防范措施

为使弃渣场能安全、稳定运行，评价提出以下弃渣场风险防范的相关要求：

①弃渣场坝址选择必须进行安全认证；严格按照设计要求进行坝址地区的工程地质勘探、测量；必须选择有专业资质的单位进行设计和施工，基础坝建成后须经安全验收后才能投入使用。

②本项目弃渣场在投入使用前必须按照“水土保持方案”、“土地复垦方案”等要求建设拦渣坝及场内外排水系统，以确保其安全运行。基础坝及弃渣坝坡面必须设置护坡，建议采取工程护坡与植物护坡相结合的方式。

③工程投入生产后，应按照《一般工业固废储存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）对隧道施工的的废渣进行有序堆放，并对边坡实施加固，可有效防止事故的发生。

④加强坝的安全监测，设置专人对弃渣场进行管理和维护，严禁在弃渣场周边爆破、等危害弃渣场安全的活动。

⑤在坝址附近设立警示标志牌，明确禁止在弃渣堆场和坝下进行活动。

5.3 环境风险评价结论

本项目属于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的一部分，依托青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的应急网络、应急事故领导小组等机构，严格执行其制定的“危险化学品运输事故应急预案”。本项目环境风险应急指挥系统示意图 5.1。

采取以上措施，本项目环境风险可接受。

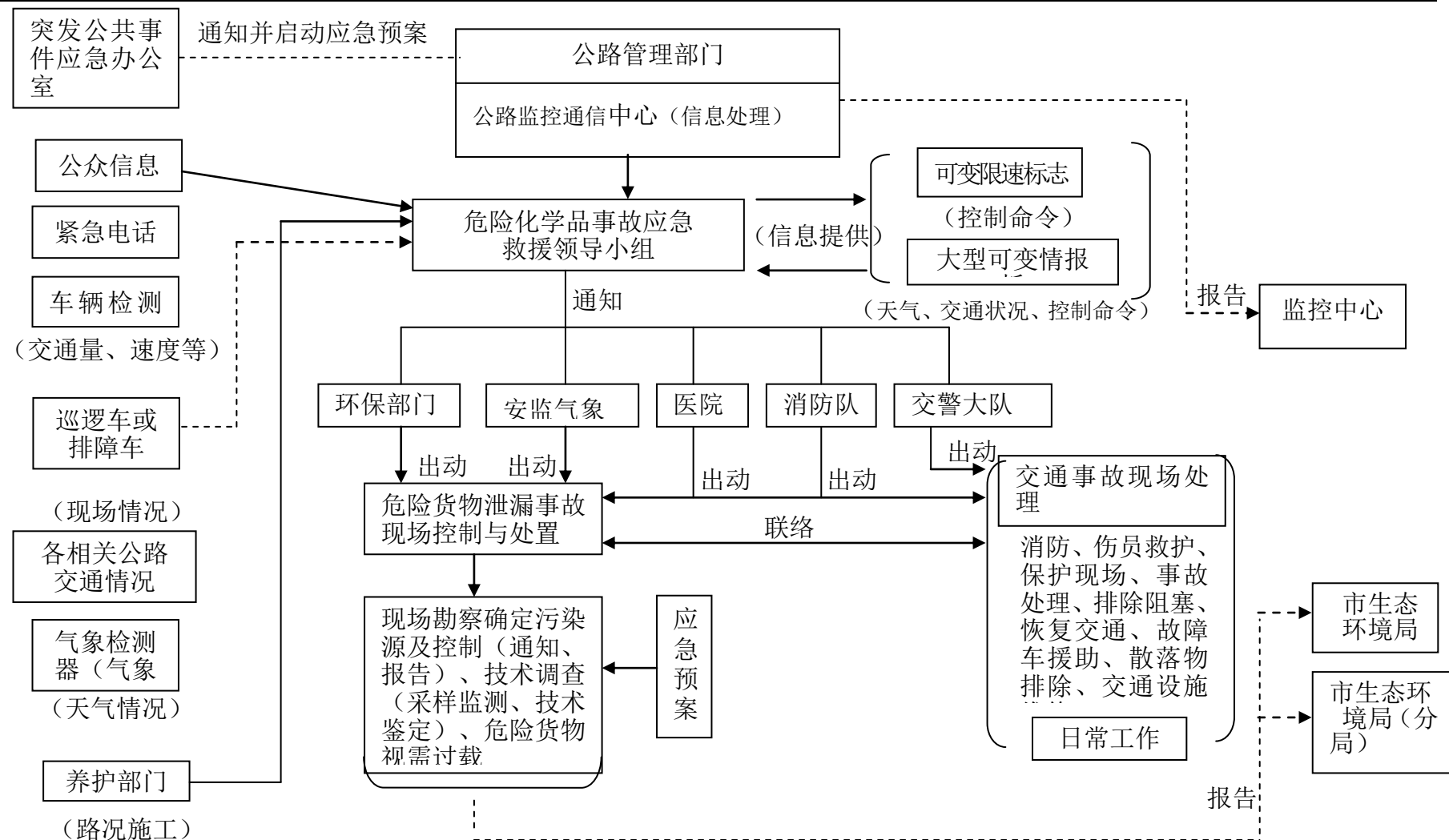


图 5.1 本项目环境风险应急指挥系统示意图

6 方案比选

2019 年编制《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》过程中，对黎霍高速公路工程可行性研究阶段，针对太岳山隧道隧址设置的比选方案进行了充分的比选论证，最终比选确定推荐方案穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区和实验区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区。2019 年 12 月，取得山西省生态环境厅的批复。

2021 年编制的《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书（补充报告）》在 2019 年已经确定黎霍高速公路太岳山隧道路线走向的基础上，针对太岳山隧道设置的斜井、竖井方案和弃渣场方案开展方案比选，最终确定“三斜井”方案，并优化了弃渣场选址。

本次评价评价对象为黎霍高速公路太岳山隧道工程，由于隧道主体工程路线走向在 2019 年环评已开展论证，隧道辅助工程斜井方案在 2021 年环评已开展比选，上述主体工程和辅助工程内容未发生变更，因此，本次评价不再进行方案比选。

7 环境保护措施及其可行性论证

7.1 设计阶段环境保护措施

7.1.1 工程设计中已采取的环境影响减缓措施

(1) 公路选线综合地形地质条件、乡镇发展、耕地资源与植被保护、水土保持、文物保护、水源保护以及工程量与投资等多方面因素，在项目选线方面注重与当地规划和路网规划相协调，做到经济技术指标高、工程量小、投资经济、环境影响小。

(2) 工程总体布局坚持“宁填勿挖、宁隧勿挖、宁桥勿填”的原则，采取了“以桥代路、以隧代挖、移挖作填”等设计手段，在跨越河流及沟谷时均设置了桥梁，合理设置隧道，有效地减少了工程占地面积和土石方量。

(3) 在路基设计中力求填挖平衡，避免大填大挖，局部地段废方充分利用；路基路面防护与排水工程设计合理、全面，采用先进、技术可行的防护工艺。通过设置路侧排水沟、截水沟、急流槽、拦水坝及各种通道、桥涵等构造物，尽量使路基路面径流不直接排入农田而造成对当地水利资源的污染和危害，并确保沿线的排水、灌溉体系的正常运作。

(4) 全线填方路基均考虑排水沟设计，通过桥涵构造物与沿线排洪沟渠衔接形成完整的排水系统。为使排水通畅，便于维修、养护，路侧排水沟、边沟等均采用浆砌片石进行全铺砌防护。在挖方路堑边坡平台上根据边坡防护形式设置平台排水沟，防止雨水对边坡的冲蚀。

(5) 工程构筑物设计注重与基本农田建设的配合，填方路堤、半填半挖路基较多采用挡土墙或矮墙，以少占耕地尤其是基本农田。

(6) 根据项目区公路现状与居民出行习惯，合理布设涵洞、平面交叉等通行结构物，满足沿线人民群众生产、生活的需要。

(7) 路线充分考虑了对山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区以及霍泉泉域等的影响，对上述环境敏感区进行最大程度的避让，并从工程形式等方面采用了环境影响较小的建设方案。

7.1.2 设计阶段进一步环保要求

7.1.2.1 生态保护

(1) 弃土场

开展弃渣场的选址规划及防护工程设计，尽量选用荒地设置弃渣场。弃渣场可选择易防护的侵沟。同时，根据不同路段地形地貌特征、土地利用情况及水利水保要求确定弃渣场的恢复方向。

(2) 弃渣场的选址要求：

严禁占用基本农田；禁止在环境敏感区内设置弃渣场；尽量避免将弃渣场设置在耕地或成片林地内，同时也不得设置在滑坡、崩塌、软土等不良地质临近区域；不宜在临河的陡坡设弃渣场，严禁弃渣场挤占河道，影响河道行洪；宜将弃渣场设置在挖方路段附近的荒沟、荒坡（缓坡）或凹地，但对于上游有汇水下泄的荒沟、荒坡不宜进行弃渣，以免松散渣土受水流冲蚀产生泥石流等危害。

② 弃渣场防护措施

本项目沿线弃渣场，除采取表土剥离存放、截排水、削坡开级、边坡防护和复垦等措施外，对于设置在荒沟、荒坡的弃渣场，在开始进行弃渣之前，应首先在弃渣场下方（沟口或坡脚）适当位置修建拦渣坝等挡渣设施。在本项目主体工程设计阶段，应针对每个弃渣场具体环境特点进行专项设计。

（3）施工组织设计中应明确对主体工程、弃渣场和临时工程所占耕地肥力较高的表土层的临时剥离、堆放方案及其水土流失预防措施设计，确保将这些表层熟土用于工程后期的土地复垦或景观绿化美化工程。

（4）开展公路景观绿化设计的同时，设计单位应对开展路域范围及弃渣场进行植被恢复设计。

（5）填方路段或半填半挖路段在填方下部下方设计拦沙坝等拦挡工程。

（6）本项目将占用一定数量的林地，下阶段设计应进一步优化路线方案，尽量避让沿线森林植被集中分布区域，减少占用林地的数量。

（7）建设单位在下一步设计过程中，应进一步优化设计，尽量采用桥隧方案代替高填深挖路段，以减少占地和对地表植被的破坏。

7.1.2.2 水环境

（1）隧道工程排水设计严格按照现行有关规范进行设计，按照隧道工程排水的性质采取相互独立的排水通道。隧道涌水相对干净，被污染的程度很小，涌水采用单独的全封闭排水管道排出洞外，避免隧道运营所产生的有害物质对其形成污染，将地下水引出洞外可作为灌溉和隧道消防等用水，或经水质化验并经集中处理后作为生活用水；隧道内施工废水污染也通过独立的敞开的排水管道引排到隧道外，并在隧道洞口修建沉淀池对施工废水进行收集并经有效处理，不得直接外排。

（2）进一步调查沿线居民生活用水水源情况，进行必要的避让，确保公路建设不影响沿线居民生活用水。

（3）太岳山隧道进出口两端各设 1 处警示牌，标明“进入霍泉泉域裸露岩溶区，减速谨慎驾驶”。

（4）施工前对隧道下穿水峪沟段洞顶的第四系和断层破碎带进行高压注浆加固，尽可能阻断和弱化隧道洞室地下水径流裂隙系统的连通性提高围岩稳定性，

降低洞室内涌水量。在洞顶设置排水沟，对地表水进行引排。

7.1.2.3 声环境

(1) 进一步优化线位，尽量远离居民点等声环境敏感点。在下阶段设计中，随时依据路线的变化及时调整声环境保护措施。

(2) 在选线时限于当地条件所致实在无法避让或从技术经济性角度论证避让不可行时，对受影响的声环境敏感目标从公路设计时就应考虑降噪措施，并委托有资质的单位进行专门的噪声防护设计。

7.1.2.4 大气环境

(1) 弃土场、拌合站等选址时，应远离大气环境敏感点。合理设计材料运输路线，远离居民区。

(2) 通过采取避让、改线等措施进一步优化调整局部路线设计方案，使路线远离声、气环境敏感点。

(3) 合理设计材料运输路线，尽量远离居民区，避免扬尘、噪声等影响村庄居民。

7.1.2.5 景观保护措施与景观规划设计

公路景观环境规划设计就是对公路用地范围内（公路自身）和公路用地范围外一定宽度（可视范围）和带状走廊的自然景观和人文景观进行保护、利用、开发、创造、设计和完善。其中，对用地范围内，即公路自身的景观规划与设计主要内容为公路构筑物（挡墙、护坡、排水、桥涵等）及路线造型（曲率、坡度）、道路绿化美化、道路辅助设施等。

(1) 景观规划与设计的原则

① 保护自然美

保持自然生态环境的真实性、自然性，以“不破坏就是最大的保护”的意识，重点体现沿线独特的自然与人文景观资源的保护、利用和开发，将公路主体作为一种配套资源融入自然及人文环境。

② 保持整体性

保持自然景观环境的整体性，公路线型、路基路面、隧道工程、沿线设施等与沿途地形、地貌及当地文化传统作为一个有机整体统一考虑。

③ 注意地域性

充分考虑项目所在地的地理位置、地形地貌特征、气候气象特征及社会环境特征，这些都形成本项目特有的公路景观环境，因此设计中应充分应用及体现。

④ 保证功效性

公路有其特定的功能，线路顺畅，坡度平缓，连通性高，这些因素是公路美的必要因素。

⑤ 讲求经济性

以保护自然景观、利用自然景观、达到人与自然和谐为主，注重节约资源，避免为营造景观而付出高昂的代价。

(2) 景观设计的主要内容

① 边坡景观

a. 边坡设计

边坡坡率应灵活自然、因地制宜，以减少人工痕迹。设计时应采用不同的边坡坡率及分台高度、克服统一边坡坡率和分台高度的设计方法，如根据不同的地形、开挖地质条件、开挖高度设为自然形、弧形（凹形、凸形），下陡上缓、下缓上陡，甚至折线形等，边坡口、边坡脚采用圆弧形过渡。边坡开挖严禁削坡，但低路堤及浅挖路段应尽量将边坡放缓，与原地貌融为一体，形成缓冲带。

b. 边坡防护设计

最大限度的减少上挡护面墙、浆砌护坡等混凝土砌体，而代以本地植物防护，必须设置时断面形式及尺寸要灵活掌握，要有动感和自然感，如分台式、渐变式、弧形、干码片石、浆砌片石等。外观尽量避免人工痕迹，给人以恰如其分、视而不见的感觉。可设为自然面，小卵石嵌入式、分台植草式等景观挡墙。

② 弃渣场景观

遵循简洁、易养护的原则，采用乔灌草相结合的绿化形式，形成植物群落性景观，恢复弃渣场自然生态，减少水土流失。

7.2 施工期环境保护措施

7.2.1 施工期环境管理

(1) 建立高效、务实的环境保护管理体系

① 建立信息沟通渠道，接受各级环保及交通行政主管部门的监督管理。

② 成立工程环保管理机构，并制定相应的环境管理办法。

③ 委托有相应资质的环境监测机构按照施工期环境监测计划进行环境监测，落实施工期污染控制与生态保护措施，建立完善的监测结果报告制度。

④ 促使施工建设管理与环境管理的有机结合，为实现工程的环境管理目标提供充足的资源保证，包括合格的环境管理人员、管理和治理资金的到位等。

⑤ 充分利用工程支付的调节手段，将工程的环境保护工作落到实处。

⑥ 做好工程施工期环境保护工作文档的归档管理工作。

(2) 加强工程招、投标工作中的环境保护管理

① 招标阶段

a. 招标文件编制应体现工程的环境影响评价成果，明确制定每一标段中的环境保护目标，明确工程承包商对国土、生物多样性以及生态保护、水土保持、人

群健康和环境整治的责任和义务。

b. 对各标段的施工组织设计提出具体的环境保护要求，要求编制环境保护实施计划，并配备相应的环境管理人员和环保设施。

c. 规范标底的编制和审定工作，保证工程承包商的合理利润，使其能够实施其环境保护计划。

② 投标阶段

a. 投标文件必须响应招标文件有关环境保护问题的要求，制定符合环境保护要求的施工组织设计和实施措施，配备相应的环保管理人员和相应的设施。

b. 投标文件报价应根据标段的具体环境保护要求，合理地制定其实施环境保护管理和对策所需的投资费用预算。

c. 承包商应承诺其环境保护责任和义务，自愿接受建设单位和地方环保单位的监督。

③ 评标阶段

a. 建立高素质的评标专家队伍，注意引进高素质的环保专家参与评标。

b. 认真审查其施工组织设计中有关环境保护和文明施工的内容，尤其应对其环境保护保障条件加强审查，禁止那些旨在中标而随意压低环保投入的工程承包商入围。

(3) 为及时消除因设计缺陷导致的环保问题，建设单位应加强道路设计后续服务的管理工作。

① 要求设计单位根据工程进展情况及时派遣驻地环保设计代表，设计代表的的能力应与施工工序相适应。

② 对驻地设计代表的职责权限和设计变更的程序进行明文规定。

③ 配合监理单位、施工单位加强工程环境影响监督，并对设计变更进行环保优化比选。

(4) 施工单位

① 具体的施工机构的施工行为直接关系到能否将环境的影响和破坏降低到最小程度。施工单位必须自觉遵守和维护有关环境保护的政策法规，教育好施工人员爱护施工路段周围的一草一木。在施工前对施工平面图设计进行科学合理的规划，充分利用原有的地形、地物，以尽量少占农田为原则，施工中严格按设计的弃渣场规定弃渣，严禁乱挖乱弃，做到文明施工，规范施工，按设计施工。

② 施工单位应合理进行施工场地布置，精心组织施工管理，严格将工程施工区控制在工程征地范围内，在工程开挖过程中，尽量减小和有效控制对施工区生态的影响范围和程度。

③ 合理安排施工季节和作业时间，优化施工方案，减少废弃土石方的临时堆

放，并尽量避免在雨季进行大量动土和开挖工程，有效减小区域水土流失，从而减小对生态的破坏。

④ 强化施工迹地的整治与生态景观的恢复和重建工作。

7.2.2 生态保护

本次评价按照避让、减缓、修复、补偿、管理、监测的顺序，依次制定生态保护措施，并优先采取避让方案。

7.2.2.1 生态影响避让措施

（1）环评早期介入，优化路线方案，避让了灵空山自然保护区，避免了对自然保护区的破坏影响。

（2）霍州段弃渣综合利用，避免霍州段弃渣场设置占地生态影响。

（3）砂石料均采取外购方式，选择有开采手续的合法砂石料场供应商，并在砂石料购买合同中明确水土流失防治责任，避免拟建公路采石生态破坏影响。

7.2.2.2 生态影响减缓措施

7.2.2.2.1 重点主体工程生态影响减缓措施

（1）隧道和斜井工程

① 管理措施

a. 施工前合理制定施工进度计划，预先规划好施工区域，并将施工作业严格控制在规定的区域内，避免扰动更多的土地，破坏更多的植被。控制工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。

b. 弃土弃石要及时清理，并运至依托的弃渣场集中堆放，严禁乱堆乱放，严禁弃入河道。

② 工程措施

排水工程：在隧道、斜井洞门、明洞临时边坡刷坡线 5m 外顺地势布设深 50cm×宽 50cm 截水沟，采用 C25 现浇混凝土砌筑；在洞口存在汇水较大时，设置加大的截水沟，将地面径流通过截水沟引入自然沟谷排走，无地形条件排走时与路基截水沟或排水沟连接排走；洞门墙背后设置深 50cm×宽 50cm 的排水沟，采用 C25 现浇混凝土砌筑。

③ 临时措施

包括临时排水沟铺土工膜、临时沉砂池、临时拦挡、临时苫盖等措施，主要依托太岳山隧道现有排水沟、临时沉砂池、临时拦挡、临时苫盖等措施。

临时排水沟铺土工膜：施工过程中，隧道施工区场地排水考虑永临结合、避免重复施工，截、排水沟开挖后应及时进行防护，未能及时防护的在沟内临时铺土工膜。

临时沉砂池：在排水沟出口处修建临时沉沙池，待泥沙沉淀后将雨水排入周

边自然沟道。拟建公路的隧道为双洞分离式隧道，每座隧道设置4座临时沉砂池，在沉砂池池壁及池底铺土工膜防护。

临时拦挡：施工过程中，对边坡坡脚采用编织袋挡墙临时拦挡，以防止土石滚落或外泄至征地范围外，影响周边环境。

临时苫盖：施工过程中，遇到雨季对不能及时防护的边坡及其他施工扰动裸露区采用密目网临时苫盖，苫盖时将密目网边缘压实，以防降雨径流对边坡形成冲蚀。

7.2.2.2.2 临时工程生态影响减缓措施

① 施工便道尽量利用现有的保护区道路，避免在此段开辟其它的临时施工便道。

② 临时用地应尽量缩短使用时间，用后及时恢复土地原来的功能。应严格控制其他临时工程用地的数量，其面积不应大于设计给定的面积，禁止随意的超标占地。

7.2.2.2.3 野生动植物生态影响减缓措施

(1) 保护区内野生动植物保护措施

保护区内野生动植物保护措施详见7.4自然保护区和森林公园保护措施章节。

(2) 保护区外野生动植物保护措施

① 施工前组织进行沿线野生保护动植物排查工作。

② 加强对施工人员环保教育，施工单位与林业部门配合在施工营地内张贴项目区国家及山西省重点野生保护动物宣传画及材料，禁止施工人员随意破坏植被和猎捕野生动物。

③ 调查工程施工时段和方式，减少对动物的影响。防治施工噪声对野生动物的惊扰。野生鸟类和兽类大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午施工等。

④ 严格按照设计文件确定征占土地范围，加强施工管理，进行地表植被的清理工作；严格控制路基开挖，避免超挖破坏周围植被。

隧道进口洞口施工过程中应注意保护山坡，可采取先修接长明洞再修洞门，然后采用在明洞里暗洞施工，小型爆破进洞的方法，以减少植被破坏；施工结束后，根据周边景观进行绿化设计，力求与周边景观融合、协调，一方面可有效减缓工程施工对生态景观的不良影响，另一方面也可补偿隧道、斜井施工对植被的破坏影响，同时要并做好水土保持工作，防治水土流失，保护周边植被。

7.2.2.2.4 重要物种生态影响减缓措施

(1) 设置标志牌

加强对评价区重点保护野生动植物的保护，需在公路征地、施工场地、施工便道等区域设置重点保护野生动植物保护标志牌，标识评价区内常见重点保护野生动植物图，提醒施工人员和周边居民保护野生动植物，严禁捕猎。根据公路施工区域划分和人员活动情况等情况，线路区共设置 5 个标志牌。

（2）加强培训

对施工人员加强重点保护野生动植物的宣传培训工作，加强《中华人民共和国野生动物保护法》等法律法规的宣传，编制并印发宣传册，在施工场地悬挂野生保护动物图片，提高施工人员野生动物保护意识。定期开展宣传培训，每年培训 2 次。

（3）野生动物救护

① 合理安排施工时序，降低施工噪声。穿越自然保护区路段施工时，应避免隧道施工时开山爆破噪声对保护动物的惊扰。评价区内保护动物大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，正午休息，6~9 月为交配繁殖时期。隧道施工应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山放炮等。同时，施工时间应尽量避免重点保护野生动物交配繁殖时期。

② 施工期间若在施工区周边发现鸟类等重点保护野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。

③ 施工期间若出现误伤保护动物的情况，应及时上报地方林业局和生态环境局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。

（4）野生植物保护

施工前要进行沿线野生保护动植物排查工作，对于发现的重点保护野生植物采取就地保护的措施，具备移栽条件的，要全部移栽；施工期间如发现有调查中未发现的重点保护野生植物，应根据实际情况采取有关措施进行保护。

7.2.2.2.5 生态公益林生态影响减缓措施

拟建公路占用国家生态公益林，以中幼龄林为主，主要树种为油松、华北落叶松、辽东栎、山杨、黄刺玫、荆条等，不会改变当地林地的格局，对当地生态的影响也较小。但是要对路线所占用林地的树木及时进行补偿。此外，在设计和施工中还需重点做好以下工作：

（1）在项目开工之前应到林业行政主管部门办理相关的林地征用手续。

（2）路线布设尽量避免大片的林地，无法避让的情况下，应收缩路基宽度，减少占用林地数量。

（3）要明确设定施工区域，限制施工人员的活动范围。施工便道尽量使用当地现有道路，在必须开辟新的施工便道时，所有施工车辆按选定的线路行驶，避免加开新路，尽可能减少地表的破坏。

(4) 施工便道等临时用地不得设置在生态公益林地范围之内，不得砍伐征地范围以外的林木，根据土地利用现状，沿线乡镇有足够的宜林地进行林木补种，同时通过公路沿线绿化工程，在一定程度上也能补充一定数量的林木。

(5) 要求建设单位在确定占用林地具体数量后，必须与林业主管部门协调后，确定林地补偿方案，把补充林地的费用交由林业主管部门，由林业部门主持综合实施。

7.2.2.2.6 水土流失影响减缓措施

(1) 水土流失防治措施布设原则

结合本工程特点，水土流失防治措施布设遵循以下原则：

① 遵循国家和地方相关法规、政策、标准对水土保持、环境保护的总体要求，严格按照有关技术规范规程及标准进行设计。

② 结合工程实际和项目区水土流失特点，因地制宜、因害设防、总体设计、全面布局、科学配置。

③ 本着“重点治理与一般防护相结合”的原则，实行临时性水土保持措施与永久性水土保持措施相结合、工程措施与植物措施相结合的原则，建立完整的水土流失防治体系，有效控制项目建设期各种新增水土流失的发生。

④ 植物措施根据立地条件，坚持“适地适树（草）”的原则。

⑤ 树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重与周边景观相协调。

⑥ 注重吸收当地水土保持的成功经验。

(2) 防护措施

遵循“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学合理、注重效益”的方针，按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益和经济效益，具体如下。

① 隧道、斜井工程防治区

施工过程中，隧道洞外布设排水沟、截水沟，并布设顺接工程与自然沟道衔接，截、排水沟开挖后应及时进行防护，未能及时防护的在沟内临时铺土工膜，临时排水沟出口处布设临时沉沙池，作为临时排水工程；隧道洞外边坡采用紫穗槐护坡，遇到雨季对不能及时防护的边坡及其他施工扰动裸露区采用密目网临时苫盖。

② 施工便道防治区

a. 施工前，对施工扰动区表土可剥离范围进行表土剥离，并将剥离的表土就近堆放。

b. 施工过程中，填方边坡坡脚采用编织袋挡墙临时拦挡，遇到雨季边坡采用密目网临时苫盖，待边坡成形后进行植草护坡；挖方边坡坡脚布设临时排水沟，排水沟出口处布设临时沉沙池，并顺接下游水系。

c. 施工后期，回覆表土、土地整治并进行植被恢复和复耕。

③ 施工生产生活区防治区

a. 施工前，对施工扰动区表土可剥离范围进行表土剥离，并将剥离的表土堆存于本区的表土临时堆放点。

b. 施工过程中，在场地四周布设临时排水沟，排水沟出口布设临时沉沙池，并顺接下游水系，遇到雨季对不能及时防护的施工扰动裸露区采用密目网临时苫盖，场地内进行硬化和绿化；

c. 施工后期，回覆表土、土地整治并进行植被恢复。

④ 弃渣场防治区

a. 施工前，对施工扰动区表土可剥离范围进行表土剥离，并将剥离的表土就近堆放。

b. 堆渣前，在渣场沟口布设挡渣墙；四周布设截水沟，陡坡段布设急流槽，并顺接下游水系，出口布设消能护坦；沿沟底纵向布设盲沟；分级平台布设排水沟。堆渣过程中，遇到雨季渣体采用密目网临时苫盖。

c. 堆渣结束后，对弃渣场覆表土、平整、植被恢复和复耕。

7.2.2.3 生态修复措施

7.2.2.3.1 主体工程生态修复措施

① 拟建公路穿越自然保护区、森林公园路段，施工区域周边的油松林、华北落叶松林、辽东栎林、黄刺玫灌丛、小叶鼠李灌丛等将受到明显影响，某些地段会被破坏，变成次生裸地，建设单位应按照国家有关规定交纳相应的植被恢复费，以利于公路沿线采取异地造林等补偿措施的落实，最大程度的减少公路工程沿线内林地的损失。

② 对于公路工程产生的次生裸地，要选择适应于当地生长的土著植物，如油松、辽东栎、黄刺玫及其他草本植物，进行植被恢复，这样不仅有利于扩大植被资源，提高植被覆盖率，有助于重建植被的完整性与原生植被的统一性，而且有利于动植物生境和栖息地多样化，弥补由于公路工程施工对动物栖息地造成的破坏，有利于生物多样性保护和重建工作。

③ 在进行植被恢复和重建过程中，要尽量使用本地物种，严防外来物种的入侵，确保区域的生态安全。

7.2.2.3.2 临时工程生态修复措施

根据原国土资源部、国家发改委、财政部等国务院七部委（局）下发的《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发[2006]225号）、国土资源部《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国土资发[2007]81号）和《土地复垦条例》等的要求，拟建公路临时占用的土地到期后必须及时对损毁土地进行土地复垦、生态恢复，包括复耕、绿化。

(1) 生态恢复原则

① 一般根据土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从项目区实际出发，通过对项目区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定项目区土地复垦方向。

② 土地复垦方式包括绿化和复耕，根据《中华人民共和国土地管理法》（2019年第三次修正）、《土地复垦条例》、《自然资源部关于规范临时用地管理的通知（自然资规〔2021〕2号）》、《国务院办公厅关于坚决制止耕地“非农化”行为的通知》（国办发明电〔2020〕24号）、《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订）、《山西省人民政府关于加强草原保护修复的实施意见》（晋政办发〔2021〕89号）等相关文件要求，本次评价临时工程生态恢复方向原则上复垦为损毁前的土地利用类型，并确保土地质量不降低。

a. 耕地恢复原则

根据《国务院办公厅关于坚决制止耕地“非农化”行为的通知》（国办发明电〔2020〕24号），严禁违规占用耕地从事非农建设，严禁违规占用耕地绿化造林，严禁超标准建设绿色通道。根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知（自然资规〔2021〕2号）》，临时用地期满后应当拆除临时建（构）筑物，使用耕地的应当复垦为耕地，按照“占多少，垦多少”的原则，确保耕地面积不减少、质量不降低。

b. 林地恢复原则

根据《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订），临时使用林地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复植被和林业生产条件。根据《国家林业和草原局关于制定恢复植被和林业生产条件、树木补种标准的指导意见》（林办发〔2020〕94号），恢复植被和林业生产条件，以恢复林地土壤、恢复原有植被为主要目标，实行原地、同面积、等质量恢复，防止水土流失，避免立地条件恶化。

c. 草地恢复原则

按照《山西省人民政府关于加强草原保护修复的实施意见》（晋政办发〔2021〕89号）要求，严禁非法挤占草原生态空间、乱开滥垦草原、非法采挖捕杀野生动物破坏草原等违法行为；对于临时占用的草原应按照《草原征占用审核审批管理规范》的要求编制恢复草原植被的方案，应当恢复草原植被并及时退还。

(2) 生态恢复目标

a. 旱地、乔木林地经过覆土、培肥措施可恢复为原地类，灌木林地、其他林地可复垦为灌木林地，其他草地复垦为草地。

b. 根据《国家高速公路 G2211 长治至延安线山西黎城~霍州段水土保持方案报告书》，项目区涉及山西省水土流失重点预防区，依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）第 3.2.2 条规定，拟建公路评价范围内水土流失

防治标准等级执行一级标准，水土流失防治标准等级执行北方土石山区一级标准，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 25%。

c. 拟建公路复垦面积 39.26hm²，其中复耕面积 2.51hm²，绿化面积 36.75hm²，土地复垦率为 100%，林草植被恢复率 97%以上，植被覆盖度较毁坏前不降低，不低于 25%。

（3）生态恢复标准

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（2011）、中华人民共和国行业标准《土地复垦技术标准》（1995）、中华人民共和国土地管理行业标准《土地复垦质量控制标准》（2013年2月1日），并结合拟建公路区域特点，制定拟建公路土地复垦标准。

① 耕地复垦标准

农业用地质量标准依据耕地质量验收技术规范（NYT 1120-2006）执行。

a. 旱地复垦标准

1) 复垦工程施工后，耕种土壤表土层厚度 0.5m 以上，耕作层厚度不小于 0.3m。
2) 耕作层内不含障碍层，0.3m 土体内砾石含量不大于 5%。地面坡度不大于 6°。

3) 耕层土壤有机质含量在 8g/kg 以上，六年后土壤有机质含量不能低于原土壤测定值 0.1 个百分点，土壤全氮、全磷含量不能低于原土壤测定值 0.02 个百分点。

4) 0~20cm 内土层的 pH 值在 7.5~8.5 之间。

5) 土壤结构适中，容重 1.20~1.40g/cm³ 左右，无大的裂隙。

6) 土壤环境质量符合《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）；粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB2715-2005）。

7) 当年农作物产量应恢复到原耕地作物产量的 50%，三年内达到当地作物产量水平。

b. 林地复垦标准

1) 地形坡度≤25°。

2) 受损的树木，及时扶正，保证正常生长，对受损严重的林地要及时补种。

3) 复垦为造林的土地，土中无直径大于 7.0cm 的石块。土壤容重 1.1~1.5g/cm³ 之间。

4) 造林前穴状整地。树坑大小根据所选树种的立地要求一般为 0.5-1.0m²，坑深不小于 0.5m，植树穴切忌挖成锅底形或无规则形，使根系无法自然舒展。

5) 选择适宜树种，尤其是适宜本地生长的乡土树种，实行乔草套种混播，丰富生物多样性，提高成活率。

6) 三年后林木成活率达到 70%以上，郁闭度 0.3 以上，林木生产量逐步达到本地相当地块的生长水平。

c. 草地复垦标准

- 1) 土层厚度 $\geq 0.4\text{m}$ 。
- 2) 选择当地适生、抗贫瘠优良草籽，采取豆科牧草混播方式。
- 3) 三年后牧草覆盖率达到 70% 以上，单位面积产草量不低于当地水平。
- 4) 土壤 pH 值在 7.5~8.0 之间，具有生态稳定性和自我维持力。

(4) 临时工程生态恢复措施

① 生态恢复面积

临时工程生态恢复面积 39.26hm^2 ，其中复耕面积 2.51hm^2 ，恢复植被面积 36.75hm^2 。包括弃渣场 3 处，恢复植被 15.37hm^2 ，恢复面积 15.37hm^2 ；施工生产生活区 8 处，复耕 2.51hm^2 ，恢复绿化 12.68hm^2 ，恢复面积 15.19hm^2 ；施工便道均采取绿化恢复措施，恢复面积 8.70hm^2 。临时工程生态恢复详见表 7.1。

② 生态恢复措施

a. 弃渣场生态恢复措施

拟建公路设置 3 处弃渣场，均为沟道型弃渣场，选择复耕、绿化的方式进行生态恢复。

沟道型弃渣场绿化包括挡土墙、渣体顶部、堆土平台和边坡三个部分，其中，弃渣场渣体顶部和堆渣平台覆熟土恢复为植被，堆渣边坡采用撒草籽的方式绿化，弃渣场挡渣墙栽植藤本植物覆盖，石质边坡不进行绿化。绿化要求与周围环境尽快协调，必须考虑林草尽早郁闭，最大限度的发挥林草涵养水源、保持水土的功能。

b. 施工生产生活区、施工便道生态恢复措施

施工生产生活区、施工便道按照毁坏前土地类型进行生态恢复，包括绿化和复耕。

表 7.1 拟建公路临时工程生态恢复措施一览表（面积单位：hm²）

序号	桩号、方位及距离	土地损毁前					恢复方法及措施	土地复垦目标					变幅
		耕地面积	林地面积	草地面积	小计	植被覆盖度 (%)		复耕面积	绿化面积	复垦面积合计	复垦率 (%)	植被覆盖度 (%)	
Q1	K133+920 左 290	0	6.45	0	6.45	40	弃渣前将表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后根据原有土地类型进行复耕、绿化；渣场渣体顶部和堆渣平台覆熟土恢复为植被，堆渣边坡采用撒草籽的方式绿化，弃渣场挡渣墙栽植藤本植物覆盖，石质边坡不进行绿化	0	6.45	6.45	100	40	0
Q2	K135+510 右 3150	0	2.52	2.25	4.77	35	弃渣前将表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后复耕、植树种草恢复绿化；渣场渣体顶部和堆渣平台覆熟土恢复为植被，堆渣边坡采用撒草籽的方式绿化，弃渣场挡渣墙栽植藤本植物覆盖，石质边坡不进行绿化	0	4.77	4.77	100	35	0
Q3	K148+800 左 40	0	4.15	0	4.15	30	取土前将表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后复耕、植树种草恢复绿化；渣场渣体顶部和堆渣平台覆熟土恢复为植被，堆渣边坡采用撒草籽的方式绿化，弃渣场挡渣墙栽植藤本植物覆盖，石质边坡不进行绿化	0	4.15	4.15	100	35	0
合计		0	13.12	2.25	15.37			0	15.37	15.37			

表 7.1 拟建公路临时工程生态恢复措施一览表 (续) (面积单位: hm²)

序号	桩号、方位及距离	土地损毁前					恢复方法及措施	土地复垦目标					变幅
		耕地面积	林地面积	草地面积	小计	植被覆盖度 (%)		复耕面积	植被恢复面积	面积合计	复垦率 (%)	植被覆盖度 (%)	
S1	K133+300 右侧 1070m	1.01	0	0	1.01	35	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后绿化	1.01	0	1.01	100	35	0
S2	K133+655 左侧	0	1.23	0	1.23	30	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后复耕、绿化	0	1.23	1.23	100	30	0
S3	K136+600 右侧 1600m	0	1.2	0.4	1.6	30	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后绿化	0	1.6	1.6	100	30	0
S4	K142+500 右侧 720m	0	1.97	0	1.97	40	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后绿化	0	1.97	1.97	100	40	0
S5	K143+800 右侧 350m	0	1.97	0	1.97	40	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后绿化	0	1.97	1.97	100	40	0
S6	K144+900 左 侧 0m	0.47	2.64	0.61	3.72	25	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后复耕、绿化	0.47	3.25	3.72	100	25	0
S7	K145+700 左侧 40m	0.80	0	2.66	3.46	25	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后复耕、绿化	0.8	2.66	3.46	100	25	0
S8	K148+500 右侧 1110m	0.23	0	0	0.23	25	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后复耕、绿化	0.23	0	0.23	100	25	0
合计		2.51	9.01	3.67	15.19			2.51	12.68	15.19			
施工便道		0	6.48	2.22	8.70	35	施工前将表土层剥离集中留置, 利用预先留置的原表层土平整后绿化	0	8.70	8.70	100	35	0
总计		2.51	15.49	5.89	23.89			2.51	21.38	23.89			

7.2.2.4 生态补偿措施

（1）林地补偿措施

对工程占地范围内的林地采用采伐形式，缴纳植被恢复费，待省林业和草原局审核同意后项目建设单位将森林植被恢复费缴纳至省财政专户，由政府减少的国家级和省级公益林等按照“占一补一”的原则和划定程序进行调整补充，并保证质量。通过补偿机制，为造林提供了资金保障，保证公路占用的公益林等质等量得到补偿。

（2）穿越自然保护区和森林公园路段生态补偿措施

拟建公路占用自然保护区和森林公园用地，建设单位应与山西霍山省级自然保护区、太岳山国家森林公园管理部门签订生态补偿方案，补偿经费用于管理部门对项目建设和运行期的监督、管理、防火宣传、资源监测、植被恢复和野生动物监测等工作。协议须依据法律法规，建立惩罚和补偿机制，条款规定的内容应落实到人，各方必须按章办事。详见 7.4 自然保护区和森林公园生态补偿措施章节。

7.2.2.5 生态管理措施

① 严格按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理工作。

② 开工前对施工临时设施的规划要进行严格的审查，以达到既少占林地，又方便施工的目的。

③ 严格控制施工便道路基开挖范围，严格按设计修建，避免超挖破坏周围植被。

④ 施工过程中，要严格按设计规定的弃渣场进行弃渣作业，严禁随意取土、弃渣破坏植被，禁止自然保护区、森林公园等环境敏感区。

⑤ 及时处理固体废物，以减少对生态的污染影响。

7.2.2.6 生态监测措施

（1）监测点位

监测点位主要根据沿线生态环境条件、动植物分布情况以及工程影响程度等来确定，既要涵盖公路影响范围也要体现代表性，要反应公路建设对周边植被的次生破坏影响以及对野生动物的干扰影响，主要沿公路两侧布设。

① 植物：重点布设在拟建公路沿线隧道和斜井洞顶、施工便道两侧，监测点位 8 处，包括拟建公路施工便道两侧 3 处，隧道和斜井洞顶 5 处。

② 动物：动物样线重点布设在拟建公路沿线两侧，尽量与环评阶段动物调查样线一致。全线共设监测点位 3 处，包括陆生动物监测样线 3 条。

（2）监测对象

监测对象包括植物、动物，重点监测重要物种。

(3) 监测因子

监测指标包括植物指标、动物指标，重点监测重要物种。

植物：植被类型、面积、覆盖度及其变化情况，重点监测重要物种类型、面积、覆盖度及其变化情况。

动物：野生动物类型、种群数量、活动、生境、觅食及其变化情况，重点监测重要物种类型、种群数量、生境质量、定期来访频次及其变化情况。

(4) 监测方法

以样线法、样方法为基础，进行周期性抽样调查。

(5) 监测时段和周期

为跟踪监测公路施工对生态环境的影响情况，施工期进行生态监测，监测期为3.5年。植被监测选在生长旺盛的季节（5月~9月）；陆生野生动物监测繁殖期（6月~9月）、候鸟迁徙期（2月~4月、10月~11月）。

(6) 监测报告

记录每年、每期、每个监测点位的监测情况，形成记录表并存档。

施工期生态监测见表7.2，布点见图7.1。

表 7.2 拟建公路施工期生态监测方案一览表

序号	项目		内容	
1	监测点位	植物	监测点位 8 处，包括拟建公路施工便道两侧 3 处，隧道和斜井洞顶 5 处	
		动物	全线共设监测点位 3 处，包括陆生动物监测样线 3 条	
2	监测对象	植物	拟建公路两侧、隧道洞顶植被，重要物种	
		动物	陆生野生动物，重要物种	
3	监测因子	植物	植被类型、面积、覆盖度及其变化情况，重点监测重要物种类型、面积、覆盖度及其变化情况	
		动物	野生动物类型、数量、栖息环境、觅食情况及其变化情况，重点监测重要物种类型、种群数量、定期来访频次及其变化情况	
4	监测方法		样线法、样方法	
5	监测时段、	时段	植物	选在植被生长旺盛的季节（5月~9月）
			动物	陆生野生动物繁殖期（6月~9月）、迁徙期（2月~4月、10月~11月）
	周期	周期	植物	每年定期监测 1 次，监测期为 3.5 年
			动物	每年每期定期监测 1 次，监测期为 3.5 年
6	监测报告		记录每年、每期、每个监测点位的监测情况，形成记录表并存档	

7.2.3 水环境保护

7.2.3.1 施工废水污染防治要求

（1）施工废水不得直接排入附近河流，本项目施工期沿线共设置施工生产生活区 8 处，其中产生生产废水的施工生产生活区主要是 3 处混凝土拌合站，即 1#、7#和 8#施工生产生活区，从目前调查的情况来看，1#施工生产生活区和 8#施工生产生活区已设置罐车洗罐废水沉淀池，施工生产废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合用水或用于施工场地洒水降尘，不外排。7#施工生产生活区未设置洗罐废水沉淀池，要求采取整改措施，补充设置洗罐废水沉淀池，5#施工生产生活区为杨家庄水库上游隧道顶加固施工场地，目前已完工，无新增污水产生，其余 2#、3#、4#、6#施工生产生活区在施工过程中根据生产废水产生情况，合理设置生产废水沉淀池，严禁生产废水外排。

（2）在本项目工程承包合同中应明确筑路材料（如油料、化学品等）的运输过程中防止洒漏条款，堆放场地不得设在沿线河道范围内，以免随雨水冲入河流，造成污染。

（3）施工材料如油料、化学品等有害物质堆放场地应设工棚，并加蓬布覆盖以减少雨水冲刷造成污染。

（4）在河道附近禁止堆放任何建筑材料和弃渣，或倾倒任何废弃物。

（5）根据隧道已开工部分施工情况，隧道掘进过程中基本无生产废水产生，在隧道掘进时洞内设置截水管，将隧道涌水引入中央排水沟，隧道涌水通过中央排水沟排出隧道外，在隧道口附近设置隧道涌水沉淀池，经沉淀处理后达标排放，中央排水沟加装水泥盖板，防止施工车辆污染隧道涌水。



图 7.2 隧道中央排水沟现场照片



图 7.3 1#斜井隧道涌水沉淀池现场照片

（6）临时工程的选址应与河流水体保持 50m 以上的距离，严禁外排施工废水。

7.2.3.2 含油污水控制措施

采用施工过程控制、清洁生产的方案进行含油污水的控制。

（1）尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量。

（2）在不可避免的跑、冒、滴、漏过程中，尽量采用固态吸油材料（如棉纱、木屑、吸油纸等）将废油收集转化到固态物质中，避免产生过多的含油污水，对渗漏到土壤的油污应及时利用刮削装置收集封存，由有资质单位处理。

（3）机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于各路段的维修点进行，以方便含油污水的收集；在不能集中进行的情况下，由于含油污水产生量一般不小于 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，因此可全部用固态吸油材料吸收混合后封存外运。

（4）对收集的浸油废料采取打包密封后，连同施工营地其它危险固体废物一起由有资质单位处理。

7.2.3.3 生活污水控制措施

鉴于施工队伍的流动性和施工人员的分散性和临时性，流动污水处理设备的投资太大，因此对生活污水做到一级排放有很大难度。根据以上情况，为防止施工期生活污水排入沿线水体，对公路沿线施工营地生活污水采用以下措施：

（1）施工营地建议设置化粪池，生活污水经处理后，用于肥田，不得外排，施工结束后将化粪池覆土掩埋。

（2）生活垃圾装入垃圾桶定时清运。

（3）施工人员就餐和洗涤等集中统一管理，如集中就餐、洗涤等，尽量减少产生生活污水的数量。洗涤过程中控制洗涤剂的用量，采用先用餐巾布擦试后再用热水或其它方法替代洗涤剂的使用，以减少污水中洗涤剂的含量。

7.2.3.4 泉域保护措施

为了更好地保护泉域水环境，除前面的地表水和地下水环境保护措施外，本报告提出泉域的针对性减缓措施。

（1）严格遵守《中华人民共和国水污染防治法》、《山西省岩溶泉域水资源保护条例》等法律法规的规定，促使建设单位和施工单位重视对泉域水环境的保护。

（2）施工过程中严格施工管理，加强环境监理工作，特别是在隧道位于霍泉泉域裸露岩溶区路段，严禁将施工废水和生活污水直接排放，施工物料和松散土方不得随意堆弃。

（3）合理安排施工期，缩短雨季节施工时间，施工中严格控制施工范围，禁止跨界施工。尽量避开雨天施工，减小地表水下渗将污染物带入深层地下水。

(4) 泉域范围内严禁随意倾倒、排放生活垃圾、污水；严禁利用渗坑、渗井排放施工废水。

(5) 项目建设期产生的建筑垃圾应按相关部门要求堆存到指定的堆放场地；弃渣运至指定弃渣场；建设和运行期产生的生活垃圾应定点收集，由当地环卫部门定期清运。

(6) 根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告》要求，施工中还应采取以下措施：① 施工中沥青、油料、化学品等施工材料应妥善保管，施工人员生活污水尽量收集处理回用，防治被雨水冲刷入渗对地下水造成污染。② 在设计阶段要做好公路的勘查和设计工作，掌握地下水埋深数据，以及地下水动态变化资料，应尽可能地减小开挖深度，保证开挖深度小于洪水期的最高孔隙水位及岩溶水位；③ 隧道施工洞内涌水应尽量收集沉淀处理，爆破产生的物质、岩石等及时清运；④ 保证施工环境的清洁，对生产生活垃圾与废污水要制定处理方案，减少侵占灰岩裸露区面积，弃渣合理堆放，保护霍泉泉域水环境。

7.2.3.5 其它水环境保护措施

(1) 项目砂料要求从符合环保要求的合法单位购买，在运输和贮存过程中采取篷布遮盖、拦挡等措施，防止对砂、石料进入水体污染水质。

(2) 本项目施工过程若影响到沿线村庄用水设施（如隧道入口段，存在村庄水源输水管线），建设单位应及时修复，并采用专用运水车，负责每天向有影响居民运水，以保证在修复用水设施期间居民正常饮水。

(3) 隧道施工过程中加强水文观测和超前地质预报工作，加强动态设计和施工管理，隧道施工期间采取“以堵为主，堵排结合”的治水思路。

7.2.4 声环境保护

(1) 选用低噪声施工机械、设备和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的运转，以便从根本上降低噪声源强。

(2) 加强施工管理，合理安排施工作业时段，在声环境敏感点路段施工时，禁止在中午午休和夜间（22:00~06:00）进行施工作业，同时夜间严禁打桩作业。因生产工艺要求而必需夜间连续进行施工作业时，必须得到当地县级以上人民政府或者有关主管部门的批准，并事先做好宣传工作，最大程度的缓解噪声影响。

(3) 建设单位应在沿线各施工标段设置公众投诉电话，对投诉问题业主应及时会同当地环保部门给以解决，以免产生环保纠纷。

7.2.5 大气环境质量保护

7.2.5.1 沥青烟气防治措施

本项目路面工程所需沥青，全部依托《青兰国家高速公路长治至延安联络线

《（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中的沥青拌合站，分别位于 S29 和 S32，本项目临时工程不设置沥青拌合站。因此，本项目沥青烟仅在沥青摊铺过程中产生，沥青拌合铺路是公路建设的后期工序，该工序对实施时间较为短暂，类比山西省同类公路建设的情况，沥青摊铺作业场地下风向 100m 处沥青烟浓度值可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中沥青烟（建筑搅拌）无组织排放要求，对周围大气环境质量无明显不利影响。

7.2.5.2 施工生产生活区综合防尘措施

按照《山西省生态环境保护委员会关于印发〈山西省深入推进扬尘污染防治工作方案〉的通知》（晋环委办函〔2022〕4 号），针对本项目施工期产生的扬尘，做到确保扬尘污染控制达到“6 个 100%”和“施工控尘十项强制规定”，有效控制建设项目施工期间对环境造成的影响。确保在施工期间既无扰民事件发生，又无自身污染无须外排。环评要求建设单位在以下几个方面加强扬尘防治工作：

（1）建设单位在施工工地公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息，确保做到工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”，具体要求为：

① 施工场地远离环境敏感目标，对弃土场采取严格的处理措施，包括临时覆盖、及时进行生态恢复等，防止生成新尘源，临时堆土采用编织物或塑料薄膜进行覆盖。

② 施工场地周围按照规范要求设置硬质密闭围挡或者围墙；施工工地内的车行道路硬化，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施。

③ 施工工地出入口内侧安装车辆冲洗设备，车辆冲洗干净后方可驶出。

④ 施工人员炊事及取暖设备建议使用自带的燃油、液化气等清洁能源，严禁砍伐植物做薪材。

⑤ 土方、拆除、爆破等易产生扬尘的工程作业时，采取洒水抑尘措施；在工地内堆放砂石、土方及其他易产生扬尘物料的，采取覆盖防尘布或者防尘网、定期喷洒抑尘剂或者洒水等措施。

⑥ 按照临汾市机动车和非道路移动机械排气污染防治有关规定，使用符合要求的运输车辆。

（2）路基施工时应及时分层压实，并注意洒水降尘；喷射混凝土拌和站的选址充分考虑对环境的影响，避开居民集中区等环境敏感点，尽量远离居民区域。

（3）粉状材料如水泥、石灰等应罐装或袋装，禁止散装运输，严禁运输途中扬尘、散落，必须加盖毡布。

（4）粉状筑路材料堆放地点选在环境敏感点主导风向下风向，距离在 300m 以上，减少堆存量并及时利用，堆放时应采取防风防雨措施，设置围栏，施工单

位应配备一定的洒水车，对施工现场及主要运输道路定期洒水，防止尘土飞扬，遇恶劣天气加盖毡布。

(5) 对施工、运输道路表面采取硬化措施，定期洒水，在干旱大风天气应加强洒水，适当增加洒水次数。另外，施工便道应充分利用现道路以及铺设石屑、碎石路面，控制机动车轮碾压的影响，从根本上减少扬尘的污染。

(6) 建筑施工工地内道路及材料堆放场地应进行硬化处理，采用桩基础的施工场地要实行全封闭和硬地坪施工。

(7) 加强施工场地管理，对施工场地进行围挡，施工物料堆放进行全覆盖，工程渣土车辆应密闭拉运，对施工现场出入车辆冲洗清洁，施工现场地面硬化平整、对拆迁工地湿做法作业等。

(8) 各类工地在施工前，必须按照文明施工要求，制订控制扬尘污染方案。建设单位应当将防治扬尘污染的费用列入工程造价，并在工程承发包合同中明确施工单位控制扬尘污染的责任。

7.2.5.3 隧道施工环保措施

(1) 采用可降尘的施工机械（湿式凿岩机）。

(2) 采用先进的降尘施工工艺（湿喷法喷射混凝土、水封爆破、水炮泥封堵炮眼、高压射流、水雾降尘、个人佩戴防尘面罩）。

(3) 根据国家有关法律法规及标准对作业环境进行定期监测，根据监测结果对措施作出合理调整和完善。

(4) 隧道弃渣运输为容易引发扬尘的施工环节，特别是离隧道口较近的敏感路段的运输，施工期间应加密洒水的次数，最大限度地降低起尘。

7.2.5.4 大风天气下施工措施

(1) 对施工、运输道路表面采取硬化措施，或采取洒水等方法处理，在干旱大风天气应加强洒水，适当增加洒水次数。另外，施工便道应充分利用现有的黑色路面以及铺设石屑、碎石路面，控制机动车轮碾压的影响，从根本上减少扬尘的污染。

(2) 对易散失材料堆放加强管理，四周设置挡风墙（网），合理安排堆垛位置，必要时在堆垛表面掺和外加剂或喷洒润滑剂以使材料稳定，减少可能的起尘量。

7.3 营运期环境保护措施

7.3.1 生态保护

7.3.1.1 生态恢复措施

(1) 保护区内生态保护措施

保护区内营运期生态保护措施详见 7.4 自然保护区和森林公园保护措施章节。

（2）保护区外生态保护措施

① 及时实施公路绿化工程，并加强对绿化植物管理与养护，使之保证成活。

② 组建完善的道路管理、维护队伍，及时修复受损路面和设施，适时修整道路绿化工程，按需浇水，保证路面完好、绿化带的成活率和美观性。

（3）隧道绿化工程

主要为隧道洞口绿化。对分离式隧道进出口根据地形情况采取绿化美化措施，种植观赏植物、利用花灌木组成优美的图案，一方面与周围景观相协调，另一方面起到诱导视线的作用。绿化乔木树种主要选用油松、木槿、红宝石海棠等，灌木树种主要有连翘、珍珠梅等，草种主要为早熟禾、紫羊茅、黑麦草等。经统计，主体设计隧道进出口绿化共植乔木 2218 株，植灌木 950 株，种草 26740m²。

7.3.1.2 生态管理措施

强化公路沿线固体废弃物污染治理的监督检查工作，要求运输含尘物料的汽车加盖篷布，生活垃圾等固体废物均要组织回收、分类，并且定期集中运往附近城镇垃圾场处理，不得随意堆弃于站区及站区外环境。

7.3.1.3 生态监测措施

（1）监测点位

主要根据沿线生态环境条件、动植物分布情况以及生态措施实施点位等来确定，既要涵盖公路影响范围也要体现代表性，重点布设在生态敏感区路段，并兼顾非生态敏感区路段，包括重点主体工程、弃渣场、施工生产生活区、施工便道等临时工程生态保护措施位置。重点主体工程、动物样线等生态监测点位应尽量与施工期生态监测点位一致。

① 植物：重点布设在拟建公路沿线两侧、隧道和斜井的洞口、洞顶、弃渣场、施工便道、施工生产生活区位置，共设监测点位 14 处，包括隧道和斜井洞口、洞顶 5 处，施工便道 3 处，弃渣场 3 处，代表性施工生产生活区 3 处。

② 动物：动物样线重点布设在拟建公路沿线两侧，尽量与环评阶段、施工期动物调查、监测样线一致。全线共设监测点位 3 处，均为陆生动物监测样线。

（2）监测对象

监测对象包括植物、动物等，重点监测重要物种。

（3）监测因子

监测指标包括植物指标、动物指标等，重点监测重要物种、外来物种入侵风险。

植物：植被类型、面积、覆盖度及其变化情况，重点监测重要物种类型、面积、覆盖度及其变化情况，外来物种入侵风险；施工便道等临时工程：人工植被恢复类型、面积、成活率、生长量、恢复率、覆盖度及变化率。

7 环境保护措施及其可行性论证

动物：野生动物类型、数量、活动、生境、觅食情况及其变化情况，重点监测重要物种类型、种群数量、生境质量、定期来访频次及其变化情况。

(4) 监测方法

以样线法、样方法为基础，进行周期性抽样调查。

(5) 监测时段和周期

为跟踪监测公路运营对生态环境的影响情况、生态保护措施的有效性，营运期进行生态监测，监测期为5年，5年后视实际变化决定是否继续监测。植被监测选在生长旺盛的季节（5月~9月）；陆生野生动物监测繁殖期（6月~9月）、候鸟迁徙期（2月~4月、10月~11月）。

(6) 监测报告

记录每年、每期、每个监测点位的监测情况，形成记录表并存档。

营运期生态监测见表7.3，布点见图7.4，生态恢复措施图见图7.5。

表 7.3 拟建公路营运期生态监测方案一览表

序号	项目		内容	
1	监测点位	植物	监测点位 14 处，包括隧道和斜井洞口、洞顶 5 处，施工便道 3 处，弃渣场 3 处，代表性施工生产生活区 3 处	
		动物	监测点位 3 处，均为陆生动物监测样线	
2	监测对象	植物	拟建公路隧道洞顶、施工便道两侧植被，重要物种	
		动物	陆生野生动物，重要物种	
3	监测因子	植物	植被类型、面积、覆盖度及其变化情况，重点监测重要物种类型、面积、覆盖度及其变化情况，外来物种入侵风险 施工便道等临时工程：人工植被恢复类型、面积、成活率、生长量、恢复率、覆盖度及变化率	
		动物	野生动物类型、数量、栖息环境、觅食情况及其变化情况，重点监测重要物种类型、种群数量、定期来访频次及其变化情况	
4	监测方法		样线法、样方法	
4	监测时段、周期	时段	植物	选在植被生长旺盛的季节（5月~9月）
			动物	陆生野生动物繁殖期（6月~9月）、候鸟迁徙期（2月~4月、10月~11月）
		周期	植物	每年定期监测 1 次，监测期为 5 年，5 年后视植被恢复、变化情况决定是否继续监测
			动物	每年每期定期监测 1 次，监测期为 5 年，5 年后视变化情况决定是否继续监测
5	监测报告		记录每年、每期、每个监测点位的监测情况，形成记录表并存档	

7.3.2 地表水环境保护

7.3.2.1 路面径流治理措施

（1）本项目是黎霍高速公路的重要组成部分，建成后将会有一定比例的货运车辆，要求货运车辆，特别是散装货物的运输车辆，加盖篷布或采用灌装车，不得散装运输，并限制防冻融雪剂的使用。

（2）公路将建设完善的排水防护设施，在一定程度上减小了路面径流对环境的影响。在霍泉泉域裸露岩溶区路段，隧道排水沟末端均要求设置事故水收集池，隧道排水沟和事故水收集池要求作防渗处理，以最大限度降低营运期危险化学品运输事故对沿线水环境的影响。

（3）加强本项目的交通运输管理，设置完善的交通指示、限速、隔离等设施，减少交通事故发生概率。尤其是危险化学品运输车辆，要求采取押运、限时通行等措施。在沿线环境敏感路段应储备一定的危险化学品事故应急物资，一旦发生危险化学品运输事故可以在最短的时间内进行处理。

（4）本项目属于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的一部分，依托青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的应急网络、应急事故领导小组等机构，严格执行其制定的“危险化学品运输事故应急预案”。

7.3.2.2 水库保护措施

加强本项目隧道洞体穿越的水峪沟下游杨家庄库区段渗水观察，设置专人每天巡查。

7.3.3 地下水环境保护

（1）隧道管理站、隧道救援管理站污水处理设施及蓄水池均应采取防渗措施，防止污水下渗对地下水环境造成污染。

（2）在管理设施的机械堆放场地四周设置截水沟，防止在雨天机械油污随雨水冲刷进入周围环境造成污染，并将截水沟收集的污水统一由该处设置的污水处理系统进行处理。

（3）隧道进出口两端设置具有防渗功能的事故水收集池、警示牌、隧道内设施防渗排水沟等，防止发生危险品泄露事故影响地下水。

（4）制定供水预案，若发生危险品泄露事故影响到沿线村镇饮用水源，应及时通知沿线村庄居民，并由建设单位跟相应村委协商解决居民饮水问题，所有费用由建设单位解决。

（5）泉域水环境保护措施

①加强泉域路段的交通运输管理，设置完善的交通指示、限速、隔离等设施，减少交通事故发生概率。尤其是危险化学品运输车辆，要求采取押运、限时通行等措施。

②本次评价将霍泉泉域裸露岩溶区路段作为危险化学品环境风险重点防范路

段，要求隧道进出口段两端各设1处警示牌，标明“进入霍泉泉域裸露岩溶区，减速谨慎驾驶”；在隧道内设置防渗排水沟，两端均要求设置事故水收集池，要求作防渗处理。事故状态下收集池收集的污染液体交由资质的单位处理。同时要求太岳山隧道管理站、隧道救援管理站储备足够的危险化学品事故应急物资，一旦发生危险化学品运输事故可以在最短的时间内进行处理，减少其对地下水的污染。

③根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，在泉域岩溶裸露区内设置隧道管理站1处，采用一体化生物转盘（RBC）等二级生化处理与三级物化处理相结合的处理工艺，将产生的生活污水集中收集处理后，用于场站内扫洒、绿化等，不外排；同时要求设施区设置与污水量匹配的蓄水池，蓄水池做防渗处理，用于处理后污水一定时期内的储备。

④根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告》要求，运营期还应采取以下措施：公路路面要求全部硬化，泉内灰岩裸露区段路面渗透系数不大于 $1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ ，项目运营期应加强日常的公路管理，公路两侧设净化池等沉淀路面径流的设施，运送可能造成路面抛货物的车辆要求加盖篷布或全封闭运输，及时清理生活垃圾和路面清扫，从根本上降低路面径流中污染物的含量，保护公路带的泉域环境质量。公路管理部门应对运输危险品车辆实行申报管理制度，在公路入口处，还应检查三证是否齐全、货单是否一致、货物是否超载等，对包装不牢、破损及标志不明显的化学物品和不符合全要求的罐体不得放行。一般应安排危险品运输车辆交通量较少且事故率较低的时段通行。

7.3.4 声环境保护

(1) 加强自然保护区内隧道口的绿化，隧道口采取乔灌草结合的绿化措施。

(2) 加强交通管理，严格执行限速和禁止超载等交通规则，自然保护区段设置禁鸣标志，以减少交通噪声扰民问题。

(3) 加强本项目沿线的声环境质量的环境监测工作，实行环境噪声定期监测制度，根据因交通量增大引起的声环境污染程度，及时采取相应的减缓措施。

(4) 养护路面，维持道路良好路况，保证本项目的路面清洁。

7.3.5 大气环境保护

(1) 加强道路管理和路面养护，保持道路良好运营状态。

(2) 加强运载散体材料的车辆管理工作，要求采取加盖篷布等封闭运输措施。

(3) 建议规划部门制定和审批城镇建设规划时，对在公路附近建设住宅、学校等加以限制。

7.4 自然保护区和森林公园保护措施

7.4.1 自然保护区环境保护措施及建议

7.4.1.1 施工阶段

（1）环境管理措施

① 建立工程施工进度报告制度

施工单位应建立施工进度报告制度，在施工前期及过程中与地方环保部门、自然保护区管理部门加强联系，共同协作开展工作，制定最大限度有利于生态环境和重点野生保护动物保护的施工方案。

② 开工前设立宣传、警示牌

在施工人员进入保护区路段施工前，应在工地设立宣传、警示牌，简要写明保护区主要保护的内容、重点保护野生动物类别及习性、施工注意事项、偷捕盗猎处罚规定、野生动物救护和举报电话等。

③ 加强施工人员管理，严禁捕猎野生动物

必须加强施工人员的管理、教育，认真贯彻国家有关自然保护区保护野生动物方面的法律法规，严禁乱捕乱猎野生保护动物。

④ 加强施工环境监理工作，严格控制施工范围，禁止越界施工。

⑤ 合理选择施工时间，避开鸟类迁徙活动高峰期。

在经过保护区的施工路段应合理设计施工方案，尽量缩短在保护区内施工的时间，早晨、黄昏和晚上是鸟类活动、繁殖和觅食的高峰段，夜间 18:00~次日 6:00 之间严禁施工。

⑥ 施工单位应制定相应制度，严格控制进入保护区内的人员、机具设备数量和施工作业时段，严格限制高噪声、强振动设备和大功率远光灯具的使用；施工场地内发现珍稀动物受伤或者生病时须及时上报，通知保护区管理部门及时救护和处理。

⑦ 加强防火工作，严禁在保护区内使用明火，施工生产生活区配备灭火设置，配备专职人员搞好巡查工作，防止火灾发生。

（2）隧道、斜井施工环境保护措施

① 严格控制隧道、斜井开挖范围，同时要并做好水土保持工作，防治水土流失，减少对洞口植被的破坏。施工过程中应注意保护山坡，可采取先修接长明洞再修洞门，然后采用在明洞里暗洞施工，小型爆破进洞的方法，以减少植被破坏。

② 隧道、斜井弃渣不得随意堆弃，运至指定弃渣场处置，减少植被破坏。

③ 施工机械要定期在保护区外清洗，加强维修，保持良好工况，减少机械油污的跑、冒、滴、漏。

④ 隧道、斜井施工工艺及保护性替代方案

目前国内外特长山岭隧道采用的施工方法主要有：钻爆法和掘进机法（TBM法），其中钻爆法应用最为广泛，我国铁路、公路长大隧道大多采用长隧短打、多设辅助坑道增加工作面的钻爆法施工。钻爆法主要分为传统矿山法和新奥法，根据设计资料，太岳山隧道采用钻爆法。近年来随着 TBM 机械及施工技术的提高，出现多座隧道采用钻爆与 TBM 法结合的施工方法。

TBM 是一种集机、电、液压、传感、信息技术于一体的隧道施工设备，可以实现连续掘进，能同时完成破岩、导向、出渣、支护等作业，实现了工厂化施工。采用 TBM 施工在隧道一次成型、施工进度、施工安全、施工环保、工程质量、工作环境和劳动强度等方面较传统钻爆法施工具有明显优势，具有施工安全性高、环保、有利于职业健康保护、施工效率高、具有超前探明地质的作用等优点，目前国内铁路、水利、市政等行业采用 TBM 施工的工程越来越多，施工技术越来越成熟，是今后长大隧道施工的发展趋势。

本次评价建议将钻爆与 TBM 法作为太岳山隧道施工环保替代工艺，可根据隧道地形条件以及周围建设环境，在稳定性良好、中~厚埋深、中~高强度的岩层路段考虑采用 TBM 法。

（3）临时工程设置要求措施

① 自然保护区内除批复的施工便道、施工场地外，不得设置取、弃土场以及拌合站等其他设施，弃渣场、拌合站应设于自然保护区外。

② 施工两侧设置临时围挡，施工区域不得有裸露的临时堆土，以降低工程施工对自然保护区大气环境质量的影响。

③ 自然保护区内严禁进行拌合作业，所有拌合物料由本项目设置的施工生产生活区或拟依托的黎霍高速公路施工生产生活区集中拌合统一供给。

④ 本次评价要求保护区路段施工便道要严格按照批复要求设置，并将施工作业红线范围控制在 6.5m 内，同时要求红线边界设彩钢板临时围挡，严禁越界施工。临时占地应按照相关法律规定办理占用手续，加强施工便道两侧生态保护措施，及时对施工破坏植被进行绿化恢复。植物恢复选用自然保护区物种，植物恢复方案恢复方案应与自然保护区主管部门共同确定，建设单位应按规定缴纳森林植被恢复费，由自然保护区主管部门依照有关规定统一安排植树造林。

（4）工程污染控制措施

① 自然保护区内施工路段物料运输车辆应加盖篷布，防止物料洒落和产生扬尘；穿越自然保护区路段应采用洒水、抑尘剂等降尘措施，降低施工扬尘对保护区大气环境质量的影响程度和范围。

② 噪声级高的施工机械，应采取加防振垫、包裹和隔声罩等有效措施；合理安排作业时间，尽量避免夜间施工，承担运输的车辆禁止在施工区域鸣笛。

③ 施工结束后应及时清理施工痕迹，恢复地表原貌，防止水土流失等。

④ 禁止在自然保护区内排放生产和生活污水。

(5) 野生动物保护措施

① 加强《中华人民共和国野生动物保护法》等法律法规的宣传，在施工场地、营地悬挂重点保护野生动物图片，提高施工人员的保护意识。

② 施工人员要严格遵守国家法令，严禁施工人员猎捕野生动物；严禁施工人员随意在施工区域以外的保护区范围内活动，减少对野生动物的干扰。

③ 减少夜间作业，避免灯光、噪声对野生动物活动的惊扰。

④ 针对金钱豹、褐马鸡等重点保护野生动物的措施

a. 尽量减轻太岳山特长隧道开山爆破噪声对金钱豹、褐马鸡等保护动物的惊扰。上述保护动物大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食，正午是休息时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山放炮等。

b. 施工时间应尽量避免主要保护对象金钱豹、褐马鸡等保护动物交配繁殖时期。

⑤ 环保监理单位开展相应环境监理，确保对野生动物的影响降到最低。

(6) 水土保持措施

① 施工期间应做好水土保持工作，减少施工物料、开挖土石方等经雨水冲刷流入自然保护区内水体。

② 工程弃渣及时清运至指定的弃渣场处置，临时堆放时，要求在公路永久征地范围内，并采取临时挡护措施，防止被雨水冲刷增加水土流失。

③ 施工后期，及时对工程用地范围内裸露地带进行绿化，减少水土流失。

(7) 施工期自然保护区拟采取保护措施总结

施工阶段，本项目穿越山西省霍山自然保护区路段拟采取的保护措施，详见表 7.4。

表 7.4 自然保护区路段施工阶段拟采取的保护措施一览表

桩号	采取措施
太岳山特长隧道 (K136+190~K144+820 路段)、斜井作业区、施 工便道等	设立宣传、警示牌
	防止越界施工，设置临时围挡
	除批复的施工作业场地和施工便道外，不得设置弃渣场、拌合站等其他临时工程
	加强施工便道两侧生态保护措施，及时对施工破坏的植被进行绿化
	施工废料、施工垃圾弃入弃渣场
	使用低噪声设备，夜间 22:00~次日 6:00 之间严禁施工
	严禁捕猎野生动物

7.4.1.2 营运阶段

(1) 穿越自然保护区路段进出口(K133+655、K144+820)设置警示标志牌与野生动植物宣传牌(上述路段起终点),提醒过往车辆已经进入自然保护区的范围,要求过往司机及旅客保护自然保护区野生动植物;同时,为避免公路上行驶车辆产生的交通噪声、灯光污染可能对野生动物的影响,在自然保护区路段进出口(K133+655、K144+820)设置限速、禁鸣和远光灯限制标志,要求限速驾驶、禁止鸣笛及控制远光灯的使用等。

(2) 强化自然保护区路段沿线的固体废弃物污染治理的监督工作,除向司乘人员加强宣传教育工作外,项目沿线的固体废弃物按路段承包,每天进行清理。强化公路沿线固体废弃物污染治理的监督工作,严禁过往车辆乱扔方便袋、饮料罐等固体垃圾。运输含尘物料的汽车要求加盖蓬布。

(3) 自然保护区管理机构要派出专门技术人员加强巡护和监测。

(4) 生态补偿和恢复措施

①生态补偿与恢复原则

本项目保护区路段工程占地所导致的自然植被面积损失约 11.1hm^2 ,其中永久占地面积 2.83hm^2 ,临时占地 8.27hm^2 ,均为林地,施工结束后应进行生态恢复。

按照《土地管理法》(2004年修订)和《关于山西省建设项目征地补偿意见的通知》(晋国土资发〔2007〕193号)等相关规定要求,建设单位应办理土地征用手续及补偿手续。对于占用林地的,工程征地经县级以上林业部门同意后,依照有关土地管理的法律、行政法规办理建设用地审批手续,并按规定缴纳森林植被恢复费。森林植被恢复费专款专用,由自然保护区管理部门依照有关规定统一安排植树造林,恢复森林植被,植树造林面积不得少于因占用、征用林地而减少的森林植被面积。

按照国家相关的法律法规和项目建设可能给自然保护区造成的影响,建设单位应按照《中华人民共和国土地管理法》(2019年修订)和《关于山西省建设项目征地补偿意见的通知》(晋国土资发〔2007〕,193号)的相关规定、《自然保护区工程项目建设标准》(建标195-2018)、《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34号)、《山西省永久性生态公益林保护条例》、《关于规范建设项目使用国家级公益林地和省级公益林地等有关问题的通知》(晋林办资〔2019〕57号)等有关规定,实行“总量控制、趋于稳定、动态管理、增减平衡”的管理体制,采用受益补偿、政府主导与市场参与、协商和参与、透明等原则达到高效补偿。

植被恢复费用:由林业主管部门依照有关规定统一安排植树造林,根据地貌特征、水土条件确定树种和植物种群组合在原地进行恢复与重建,植树造林面积

不得少于因占用、征用林地而减少的森林植被面积。通过合理开展人工造林等恢复森林植被措施，实现区域内林地和森林资源的占补平衡。植被恢复以本土树种为主，在营林前期或未形成覆盖度之前，撒播禾本科植物以提高防护作用，待成林后将形成较强的立体防护效应，既可有效控制水土流失，又可促进生态恢复与重建。

使用林地补偿：对项目建设所需占地，需严格按照林地征占用程序进行审批，不得未批先建，按照国家相关规定，缴纳相应的林地补偿费。应根据林业及相关主管部门要求采取林地异地补偿措施，临时占用林地应根据地貌特征、水土条件确定树种和植物种群组合在原地进行植被恢复与重建；项目建设永久占用林地待施工期结束后须按照山西省财政厅、山西省林业厅关于转发《财政部国家林业局关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》（晋财综〔2016〕14号）的有关规定，对征收的森林植被恢复费将按照一定比例返还给征占地所在林业主管部门，用于实施异地造林、植被恢复，补偿面积应不小于项目实际征地而减少的林地面积，按照《山西省林业厅关于加强森林植被恢复费项目管理的通知》（晋林资发〔2013〕14号），编制使用森林植被恢复费实施方案，实施异地造林。通过合理开展人工造林等恢复森林植被措施，实现区域内林地和森林资源的占补平衡。施工时将临时占用的树木移植，施工结束后再进行回植，补偿面积不少于临时征占林地面积。对施工中可能存在的树木移植问题，需由林业部门调查后确定移植方案，由建设单位出资按照技术方案和制定的地点进行移植，并尽可能保证成活。

② 主体工程生态恢复与补偿措施

本项目隧道出口、1#（部分）、2#、3#斜井施工作业区和路基工程位于自然保护区实验区，新增占用保护区土地 2.83hm^2 。永久占用的林地应采取林地异地补偿措施，补偿面积不小于 2.83hm^2 。建设单位在取得项目用地审批手续后，按规定缴纳森林植被恢复费，绿化恢复方案应与自然保护区管理部门共同确定，选用保护区物种，植被恢复由林业主管部门依照有关规定统一安排实施。

③ 临时工程生态恢复与补偿措施

本项目保护区内临时占地包括2处施工作业场地及施工便道，新增占地面积 8.27hm^2 ，临时占用的林地采取就地恢复措施，施工时将临时占用的树木移植，施工结束后再进行回植，补偿面积不少于 8.27hm^2 。绿化恢复方案应与自然保护区管理部门共同确定，选用保护区物种，植被恢复由林业主管部门依照有关规定统一安排实施。

④ 其他生态恢复与补偿措施

隧道施工产生的次生裸地，及时进行清理、平整，并进行生态恢复。生态恢

7 环境保护措施及其可行性论证

复应选用保护区内物种进行植树种草，防止外来物种入侵，绿化方案应与自然保护区管理部门共同确定，建设单位应按规定缴纳森林植被恢复费，由林业主管部门依照有关规定统一安排植树造林，恢复森林植被，植树造林面积不得少于因占用林地而减少的森林植被面积。

(5) 生态监测

采用定性和定量相结合的方法，主要针对本项目施工期间对保护区路段生态环境造成的破坏，监测各类生态防护及恢复措施实施的生态效果，如施工便道两侧绿化恢复措施的实施效果，砍伐树木异地补偿效果，公路路域生态环境处于恢复期且逐年好转；特别是公路运行对重点保护野生动植物种类、数量及变化进行长期的跟踪监测，同时落实对保护动物采取的措施是否落实到位。

营运阶段，本项目穿越山西省霍山自然保护区路段拟采取的保护措施，详见表 7.5。

表 7.5 自然保护区路段营运阶段拟采取的保护措施一览表

桩号	采取措施
太岳山特长隧道路段 (K136+190~K144+820)、 斜井作业区	穿越保护区路段进出口 (K133+655、K144+820) 设置警示标志牌与野生动植物宣传牌，以及限速、禁鸣和远光灯限制标志
	太岳山隧道进出口洞口、斜井出口段进行景观绿化
	生态恢复与生态补偿：针对保护区路段工程占地破坏的植被，采取交纳占地补偿金的方式，由林业等相关部门组织实施植被恢复及补偿工作
	加强自然保护区路段绿化措施和综合防护措施的养护

7.4.2 森林公园环境保护措施及建议

由于本项目穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区的核心景观区与项目穿越山西省霍山自然保护区路段重叠，本次评价要求，穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区路段生态保护措施严格要求，环保措施要求与穿越山西省霍山自然保护区路段一致，本小节内容不再重复陈述，详见“7.4.1 自然保护区环境保护措施及建议”中评价内容。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理计划

8.1.1 环境管理目的

通过环境管理计划的实施，以达到如下目的：

（1）使本项目的建设满足国家环境保护“三同时”制度的要求，为环保措施的落实及监督、项目环境保护审批及环境保护竣工验收提供依据。

（2）通过环境管理计划的实施，将本项目对沿线环境带来的不利影响减小至最低程度，使该项目的经济效益和环境效益得以协调发展。

8.1.2 环境管理机构及职责

本项目施工阶段的环境管理机构见图 8.1，营运期环境管理机构见图 8.2。本项目环境管理机构的相关职责见表 8.1。



图 8.1 本项目施工期环境管理机构示意图

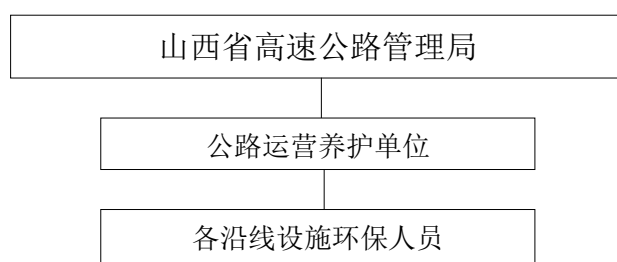


图 8.2 本项目营运期环境管理机构示意图

表 8.1 本项目环境管理机构主要职责

机构名称	机构职责	备注
山西省交通运输厅	总体负责本项目在内的交通建设项目的环境保护工作	
建设单位	负责本项目施工期环境计划的实施与管理工作	施工期成立环保领导小组，下设环保办，具体负责施工期环境管理工作
运营单位	负责项目营运期环境保护工作	营运期设立环保科
环境监测机构	承担项目施工期与营运期的环境监测工作	
主体工程设计单位	根据环评报告书提出的环保措施与要求，在设计文件中落实	
环保工程设计单位	负责绿化工程等环保工程的设计	
环评单位	承担本项目的环评工作	
承包商	负责本单位施工标段内的环境保护工作，具体落实环评报告提出的环保措施与要求	项目部成立环保小组，由某一部门兼环保办，配备 1 名以上专职环保人员
工程环境监理机构	负责施工期工程环境监理工作	环境监理纳入工程监理范畴，设置专职环境保护专业监理工程师和兼职环境监理工程师

8.1.3 环境管理计划

为使本项目环境问题及时落实，特制定本项目环境管理计划，详见表 8.2。

表 8.2 本项目环境管理计划一览表

环境问题	减缓措施	实施机构	监督机构
可行性研究阶段			
前期	项目的环境影响评价	环评单位	建设单位
	工程可行性研究中落实环保措施与要求	设计单位	
设计阶段			
选线	路线方案选择和位置应得到有关部门和地方政府的认可； 路线方案尽可能避让环境敏感区	设计单位	建设单位
土壤侵蚀	公路绿化工程设计；路基边坡防护工程、排水工程设计； 不良地质路段特殊设计；弃渣场的选址、防护工程设计及 恢复设计	设计单位	建设单位
空气污染	施工过程中所产生的扬尘等问题对周围环境的影响	设计单位	建设单位
噪声	根据具体情况，尽量减少营运期交通噪声影响	环保工程 设计单位	建设单位

表 8.2 本项目环境管理计划一览表（续）

环境问题	减缓措施	实施机构	监督机构
水污染、环境风险	施工期生产废水和生活污水回用，不外排；隧道两端要求设置事故水收集池，隧道排水沟、事故水收集池要求作防渗处理	设计单位	建设单位
景观保护	对全线开展景观设计；弃渣场设置考虑景观影响	设计单位	建设单位
施工生产生活区、施工便道	施工生产生活区尽量利用永久占地范围，以减少对耕地和林地的占用；施工便道尽量利用已有道路，新建施工便道尽量远离城镇及大型村庄；施工生产生活区应尽量避免开山西省霍山自然保护区等环境敏感区	设计单位	建设单位
耕地保护	对路线经过的耕地集中分布、路堤较高的路段进行收缩边坡、降低路基填土高度等方案的比选，在技术经济条件允许的情况下，应尽量采取直立式挡土墙路基	设计单位	建设单位
施工期			
空气污染	在干旱季节应对施工区域及主要运料公路采用洒水措施	承包商	建设单位 监理单位
土壤侵蚀	弃渣场选择在易防护的侵沟部位，禁止随地乱弃和沿河弃渣；弃土作业前应做好排水和拦挡措施，先挡后弃；路基完工后应及时在边坡和本项目可绿化处植树种草，如现有的灌溉或排水系统已损坏，要采取适当的措施修复或重建；在建造永久性的排水系统前须建造用于灌溉和排水的临时性沟渠或水管；路基工程施工过程中，设置临时水土保持设施，并做好施工生产生活区、施工便道、弃渣场等临时设施的水保工作；砂石料外购时，施工单位应向合法砂石料场购买，在外购合同中明确砂石料场的水土保持责任由出卖方负责，合同款包含水土流失防治费用	承包商	建设单位 监理单位
水污染	施工生产废水和生活污水处理后回用，不得排入环境；机械油料的泄漏，或废油料倾倒进入环境后将会引起污染，所以应加强环境管理，开展环保教育，防患于未然；施工材料不应堆放在沿线河道内，并配备临时遮挡的帆布，防止暴雨冲刷而进入河道	承包商	建设单位 监理单位
噪声	严禁夜间施工，临近居民住户施工时应设临时隔声措施；加强对机械和车辆的维修以使它们保持较低的噪声	承包商	建设单位 监理单位
生态保护	施工过程中，在可能产生雨水地面径流处开挖路基时，应设置临时性土沉淀池，以拦截泥沙。待路建成涵管铺设完毕，绿化或还耕；临时占地应尽可能少，尽量少占水田，严禁占用基本农田；筑路与绿化、护坡、修排水沟应同时施工同时交工验收；对施工临时占地，应将原有土地表层耕作的熟土推在一旁堆放，待施工完毕将这些熟土再推平，恢复土地表层以利于生物的多样化；加强对施工人员的环保教育工作，禁止施工人员随意破坏植被和猎捕野生动物；将生态保护方案计入招标和合同条款，作为选用施工单位和对其进行考核的重要指标；加强森林路段的施工和生产用火与爆破管理，避免引发森林火灾	承包商	建设单位 监理单位

表 8.2 本项目环境管理计划一览表（续）

环境问题	减缓措施	实施机构	监督机构
山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园	开工前对施工人员进行野生动植物保护教育；施工中严禁猎捕野生动物；严格控制施工范围，禁止跨界施工	承包商	建设单位 监理单位
施工驻地	在施工驻地应设置垃圾箱和卫生处理设施。箱内的垃圾和生活污水、施工机械产生的油污水不可直接排入水体中，必须设置旱厕，应集中定期处理，用于肥田。饮用水须符合国家饮用水标准，防止生活污水和固体废弃物污染水体	承包商	建设单位 监理单位
景观保护	严格按设计操作恢复景观质量；弃渣场施工结束后应绿化	承包商	建设单位 监理单位
环境监测	按施工期环境监测计划进行	环境监测机构	建设单位
环境监理	按施工期工程环境监理计划进行，纳入工程监理范畴	监理单位	建设单位
运营期			
噪声	采取绿化、限速、禁鸣措施情况	运营单位	交通主管部门
空气污染	公路两侧尤其是敏感点附近加强乔灌木植物种植密度，以净化和吸收车辆尾气污染物	运营单位	
环境风险	制定应急预案，严格危险化学品运输车辆申报制度；穿越霍泉泉域裸露岩溶区路段采取管理、工程等措施降低环境风险	运营单位 交警支队	
环境监测	按运营期环境监测计划进行	环境监测机构	

8.2 环境监测计划

8.2.1 监测目的

(1) 对环境影响报告书中提出的本项目潜在环境影响的结论加以核实，确定实际的影响程度，核实环境保护措施的有效性和适当性，确认和评价预期不利影响的程度、范围。

(2) 根据监测结果适时调整环境保护实施方案，为环保措施的实施时间和实施方案提供依据。

8.2.2 监测机构

由建设单位委托具有相应资质的环境监测机构进行。

8.2.3 环境监测计划

根据《高速公路施工期环境监测技术规范》(DB14/T 1035-2014)和《高速公路运营期环境监测技术规范》(DB14/T 1036-2014)制定本项目的施工期环境监测计划见表 8.3，运营期环境监测计划见表 8.4。

表 8.3 本项目施工期环境监测计划

内容	监测点位	监测项目	监测频次	监测历时	采样时间	实施机构	负责机构	监督机构
噪声	施工生产生活区	施工场界噪声	6次/季	2天	施工时间内昼、夜各1次	有资质的环境监测机构	建设单位	市生态环境局各县分局
大气环境	施工区域附近居民住户	TSP、PM ₁₀ 、PM _{2.5} （选测）	4次/季	7天	拌合设备运转时采样			
地表水	本项目隧道口临近的热流河、李曹河	pH、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、石油类、SS	1次/期	3天	枯水期、平水期、丰水期			
生态	山西省霍山自然保护区、山西省太岳山国家森林公园	主要保护对象	日常	2年	日常		保护区管理部门	

表 8.4 本项目运营期环境监测计划

内容	监测地点	监测项目	监测频次	监测历时	采样时间	实施机构	负责机构	监督机构
环境空气	尖阳村	NO ₂ 、CO	1次/半年	3天	24h连续监测	有资质的环境监测机构	运营公司	市生态环境局各县分局
生态	隧道出口、路基路段、3处斜井出口	公路运行对自然保护区重点保护野生动植物种类、数量的变化	日常	长期	日常			自然保护区管理机构

8.2.4 监测费用

施工期环境监测费用估算每年 10 万元，2 年施工期合计约 20 万元。运营期环境监测费用估算每年 2 万元，20 年运营期合计 40 万元。本项目环境监测费用估算共计 60 万元。

8.2.5 监测报告制度

监测报告制度流程见图 8.3 所示。每次监测工作结束后，监测单位应提交监测报告，并逐级上报。本项目建设单位、运营单位应分别在施工期每半年一次、运营期每年一次向临汾市生态环境局提交环境监测报告。

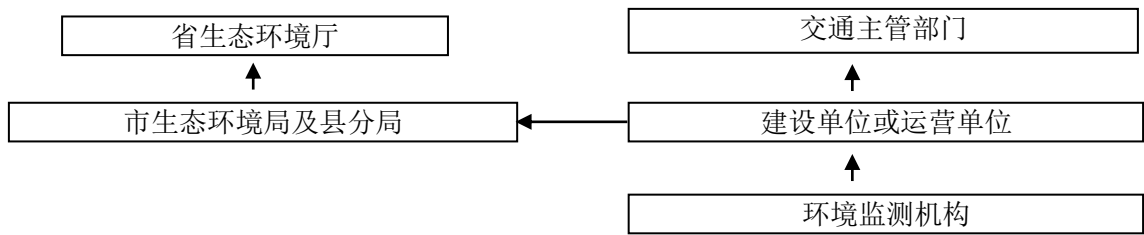


图 8.3 监测报告程序示意图

8.3 工程环境监理计划

8.3.1 监理依据

本项目开展工程环境监理的主要依据包括：

- (1) 国家与山西省有关环境保护的法律、法规；
- (2) 国家和交通运输部有关标准、规范；
- (3) 本项目的环境影响评价报告书和水土保持方案报告书及相关批复；
- (4) 本项目施工图设计文件和图纸；
- (5) 《施工监理服务合同》和《施工承包合同》；
- (6) 业主认可的有关工程环境保护会议决定、电函和文字记载。

8.3.2 监理阶段

与主体工程监理阶段划分一致，本项目的工程环境监理阶段分为施工准备阶段、施工阶段以及交工验收与缺陷责任期三个阶段。

8.3.3 监理范围、内容及方式

本项目工程环境监理范围为公路工程项目建设区与工程直接影响区域，包括公路主体工程、临时工程的施工便道、施工场地以及承担大量工程运输的当地现有公路。

监理内容包括生态保护、水土保持、地质灾害防治、绿化、污染防治以及社会环境等环境保护工作的所有方面。

根据《关于开展交通工程环境监理工作的通知》（交通部、交环发〔2004〕314号），本项目的工程环境监理工作作为工程监理的一个重要组成部分，纳入主体工程监理体系。

8.3.4 监理工作内容

本项目工程环境监理的工作内容包括环保达标监理和环保工程监理。

环保达标监理指对主体工程的施工过程是否符合环境保护的要求进行监理，如噪声、废气、污水等排放应达到有关的标准等，施工是否造成水土流失和生态破坏，是否符合有关环境保护法律、法规规定等进行监理。

环保工程监理是指对为保护施工和营运期环境而建设的各项环保设施（包括

临时工程）进行监理，如路基边坡绿化、施工场地和弃土场的生态恢复等。

8.3.5 监理组织机构及工作制度

（1）监理组织机构

根据山西省其他公路建设实际经验，本项目将采取总监理工程师（简称“总监”）负责的二级监理体系，即工程监理体系由总监理工程师办公室（简称“总监办”）和驻地监理工程师办公室（简称“驻地办”）组成。环境保护工作纳入主体工程监理体系，其组织机构见图 8.4。

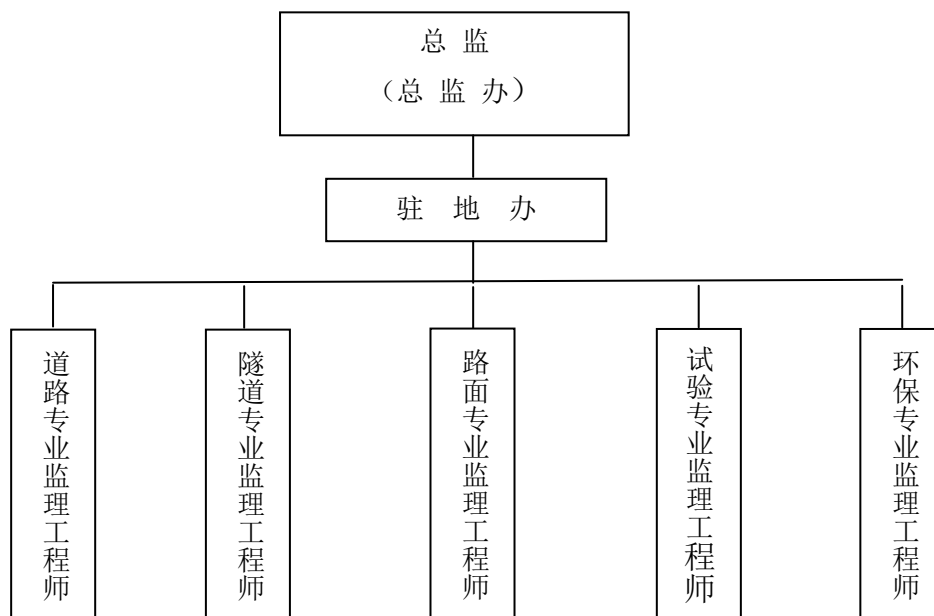


图 8.4 本项目工程监理组织机构图

其中，总监主管整个项目的工程环境监理工作，总监办负责组织与具体实施中的管理，总监办配备环保专业工程师 2 名；各驻地办具体承担工程环境监理任务，现场环境监理工程师由驻地办环保专业监理工程师及道路、路面、隧道以及试验专业监理工程师组成。

（2）工作制度

主要包括：环境监理会议制度、环境监理记录与报告制度、人员培训制度、函件来往制度、环境监理奖惩制度以及环境监理资料归档制度。环境监理的工作制度同主体工程监理。

8.3.6 工程环境监理重点

（1）环保达标监理

本项目环保达标监理的重点为路基工程、路面工程、隧道工程以及弃土场、施工场地等。本项目环保达标监理内容要点见表 8.5。

（2）环保工程监理

环保工程与其他公路主体工程一样，实施质量、进度和费用监理，其建立

的重点为质量监理。环保工程的质量监理内容及方法按交通行业有关标准、规范进行。

8.3.7 工程环境监理费用估算

(1) 环境监理工程师数量估算

根据山西省公路工程施工组织经验，本项目将设立总监理工程师领导下的二级监理体系，即设立 1 个总监办和 2 个驻地办。总监办配备专职环保专业工程师 2 名；每个驻地办配备 2 名专职环保监理，驻地办道路、路面、隧道以及试验专业监理工程师兼任环境监理工程师，驻地办按 4 名兼职环境监理工程师估算，则本项目共有专职环境监理工程师 6 人、兼职环境监理工程师 8 人，共计 14 人。

(2) 环境监理工程工作量

环境监理工作时间只考虑施工期，缺陷责任期由工程监理组统一考虑，此处不重复计算。本项目施工期为 24 个月。

则工程环境监理工作量为：

兼职人员：8 人×24 月=192 人·月

专职人员：6 人×24 月=144 人·月

总工作量=192+144=336 人·月

(3) 工程环境监理人员费用

专职环境监理工程师每人按 5000 元/月、兼职按每人补助 800 元/月进行估算，则本项目工程环境监理人员费用为 87.36 万元。

(4) 工程环境监理监测费用

对噪声、污水以及粉尘等进行监测，通过监测结果判断施工行为是否满足有关环保要求是环保达标监理的重要手段。环保达标监理进行的监测属环境监理工程师的监理行为，不同于施工期定点监测，其由环境监理工程师进行监测。因此，承担工程环境监理工作的单位应具备进行监测的设备和人员，其监测费用应纳入工程环境监理总费用。

驻地办工程环境监理监测费用按 2000 元/月进行估算，则本项目 24 个月的工程环境监理监测费用为 4.8 万元。

(5) 工程环境监理总费用

综上，本项目开展工程环境监理工作的总费用为 92.16 万元。

表 8.5 本项目环保达标监理重点及内容

单位工程	监理地点	监理方法	监理重点及内容
路面工程	与敏感点对应的施工路段	旁站 现场监测 巡视	监督旱季洒水措施的实施情况； 检查石灰、粉煤灰等路用粉状材料运输和堆放的遮盖措施，其混合料拌和情况
弃渣场	沿线弃渣场	巡视	审批弃土场的选址，严禁施工单位在自然保护区、森林公园内设置弃土场； 审核弃土场的变更； 检查弃渣场拦渣工程的建设情况，先挡后弃，未建设拦渣工程的弃渣场禁止弃渣； 检查施工完毕后的绿化恢复和复垦情况
施工场地、 施工便道	全路段	现场监 测、巡视	审批施工场地的选址及占地规模； 检查施工场地的生产废水是否按有关要求处理、是否乱排； 检查拌合站下风向 300m 内是否有居民点、学校等敏感点； 现场监测拌合站大气污染物排放达标情况； 检查拌合设备是否采用了密封作业和除尘设备； 检查监督旱季施工定期洒水情况； 检查材料仓库和临时材料堆放场的防止物料散漏污染措施

8.3.8 竣工环境保护验收

通过竣工环保验收，使本报告书针对本项目建设过程中产生的负面环境影响所提出的防治或减缓措施，在该项目的设计、施工和营运中逐步得到落实，从而使得环境建设和公路主体工程建设符合国家同步设计、同步实施和同步投产使用的“三同时”制度要求。

本项目推荐方案环保措施竣工验收一览表 8.6。

表 8.6 本项目沿线环保措施验收一览表

行政区	环境要素	敏感目标情况		环保设施工程内容
古县	生态	主体景观绿化工程	隧道进口	隧道进口进行景观绿化，绿化面积 0.62hm ² ，选用当地树种
			1#斜井出口	斜井进口进行景观绿化，绿化面积 0.51hm ² ，选用保护区内树种
		临时工程生态恢复	2 处弃渣场	弃渣前将 30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草进行绿化，面积 11.22hm ²
			3 处施工生产生活区	施工结束后，覆 30cm 表层种植土，进行复耕或绿化，复垦面积 1.01hm ² ，绿化面积 2.83hm ² ，选用当地树种
			施工便道	施工结束后，铲除新建便道硬壳予以绿化和复垦，绿化面积 3.97hm ²
	山西省霍山自然保护区和山西省太岳山国家森林公园		太岳山隧道古县端进口设置警示标志牌与野生动植物宣传牌 1 处；限速、禁鸣和远光灯限制标志 1 处，要求隧道进口应进行景观绿化，选用当地树种	
	危化品环境风险防范	古县县域范围内隧道	防渗排水沟	隧道内设 12050m 防渗排水沟，公路路面全部硬化，霍泉泉域内灰岩裸露区路面渗透系数不大于 1×10 ⁻¹⁰ cm/s
		K133+655~K137+080 段（穿越霍泉泉域裸露岩溶区）	警示牌	隧道进口设置 1 处警示牌，标明“进入霍泉泉域裸露岩溶区，减速谨慎驾驶”，共计 1 处（右幅洞设置）
			隧道口事故水收集池	泉域裸露岩溶区路段隧道进口处要求设置事故水收集池，要求作防渗处理，共计 2 处（左右幅各 1 处）
		其他防范措施		严格限制有毒有害物质和危险化学品的运输，开展视频监控

表 8.6 本项目沿线环保措施验收一览表（续）

行政区	环境要素	敏感目标情况		环保设施工程内容
霍州市	生态	主体景观绿化工程	隧道出口	隧道进口进行景观绿化，绿化面积 0.69hm ² ，绿化树种选用保护区内物种，恢复方案要经保护区主管部门同意，并由林业主管部门负责实施
			2#、3#斜井出口	斜井进口进行景观绿化，绿化面积 0.82hm ² ，绿化树种选用保护区内物种，恢复方案要经保护区主管部门同意，并由林业主管部门负责实施
		临时工程生态恢复	1 处弃渣场	弃渣前将 30cm 表土层剥离，弃渣后回填表土覆盖在废渣上，随后植树种草进行绿化和复垦，恢复植被面积 4.15hm ²
			5 处施工生产生活区	施工结束后，覆 30cm 表层种植土，进行绿化，绿化面积 9.85hm ² ，复耕面积 1.50hm ² 。保护区路段生态恢复树种选用保护区内物种，恢复方案要经保护区主管部门同意，并由林业主管部门负责实施；保护区外生态恢复选用当地树种
			施工便道	施工结束后，铲除新建便道硬壳予以绿化和复垦，绿化面积 4.73hm ² ；其中自然保护区内绿化面积 4.33hm ² ，保护区路段生态恢复树种选用保护区内物种，恢复方案要经保护区主管部门同意，并由林业主管部门负责实施；保护区外生态恢复选用当地树种
		山西省霍山自然保护区和山西省太岳山国家森林公园	太岳山隧道出口设置警示标志牌与野生动植物宣传牌 1 处；限速、禁鸣和远光灯限制标志 1 处，要求隧道出口应进行景观绿化；路基两侧设置铁丝防护网，共 100m	
	危化品环境风险防范	防渗措施	公路路面全部硬化，霍州市市域范围内太岳山隧道内设 10380m 防渗排水沟，	
		警示牌	隧道出口设置 1 处警示牌，标明“进入霍泉泉域裸露岩溶区，减速谨慎驾驶”，共计 1 处（左幅洞设置 1 处）	
		隧道口事故水收集池	泉域裸露岩溶区路段隧道进出口处要求设置事故水收集池，要求作防渗处理，共计 2 处（左右幅洞各 1 处）	
		其他防范措施	严格限制有毒有害物质和危险化学品的运输，开展视频监控	

9 环境影响经济损益分析

9.1 国民经济效益分析

公路建设项目的环境经济损益分析涉及面广，内容繁多，包括对本项目沿线地区的自然环境、社会环境以及交通运输环境等多方面的分析与评述。本项目环境经济损益分析采用定性定量相结合的分析方法进行，着重论述本项目工程建成投入营运后的综合效益，并对该项目的环保投资费用做出初步估算。

根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》项目工程可行性研究报告有关国民经济评价成果，青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的国民经济效益十分显著。评价期经济内部收益率达到 10.12%（>8%社会折现率），说明本项目具有良好的经济效益。但是本项目财务内部收益率为 0.76%，大于 0，但低于财务基准折现率 1.96%，表明项目抗风险能力较差。建议加强工程设计与施工的专题研究优化方案，在设计、施工、采购等各个环节按照招标法的规定实行招投标，以确保项目的工程质量和运营安全，并在建设期和运营期分别进行投保，以规避和控制建设与运营期的风险，以保证项目财务持续稳定地发展。

9.2 环境经济损益分析

9.2.1 环境经济效益分析

随着改革开放政策的不断深入，国民经济的飞速发展，对交通基础设施的需求日益加强，机动车数量与日俱增。而机动车增加必然导致汽油、柴油等燃料消耗量增加，进而加重机动车尾气排放对区域环境质量的影响程度。

目前，本项目沿线交通条件较差，交通量较大，尤其是大型运煤车较多，常常出现交通拥堵的现象，制约了该地区的经济发展。本项目的建成将从根本上改变现有公路的交通状况，必将降低交通类大气环境污染物排放总量和缓解区域的汽车尾气对大气环境的污染程度。同时，由于路面条件的改变，公路沿线的扬尘污染也将得到明显的改善。

9.2.2 环境影响损失分析

公路工程建设通常将要占用一定量的农用地资源，破坏地表植被，造成农业和生态效益损失。

9.2.3 环境影响损益分析

对受本项目影响的主要环境因素，分别采用补偿法、专家打分法等分析方法对本项目的环境经济损益进行定性分析，其结果见表 9.1。

表 9.1 本项目环境影响的经济效益分析表

序号	环境要素	影响、措施及投资	效益	备注
1	声、气环境	本项目沿线声、气环境质量提高	-1	按影响程度由小到大分别打1、2、3分；“+”正效益；“-”负效益
2	水环境	可能影响水量、水质	-1	
3	人群健康	无显著不利影响，交通方便有利于就医	+1	
4	动物	对野生动物及其生存环境基本上无影响	0	
5	植物	占用一定面积的林地和灌草地，造成了一定的植被损失，但本项目实施绿化工程，增加植被覆盖度	-1	
6	旅游资源	无显著的不利影响，有利于资源开发	+1	
7	矿产	有利于矿产资源的开发利用	+2	
8	农业	占地影响农业生产，但加速地区间的物流交换	-1	
9	城镇规划	与沿线城市总体规划、路网规划等相协调	+1	
10	景观绿化美化	增加环保投资，改善沿线环境质量	+1	
11	水土保持	无显著的不利影响，但增加防护、排水工程及环保措施	-1	
12	征地拆迁	征地拆迁货币补偿	-1	
13	间接社会效益	体现社会共同进步、公平原则，改善投资环境、促进经济发展、增强环境意识	+3	
14	环保措施	增加工程投资	-1	
合计		正效益：(+9)；负效益：(-7)；正效益/负效益=1.3	+2	

环境影响损益分析结果表明，本项目环境正效益分别是负效益的 1.3 倍，说明本项目所产生的环境经济的正效益占主导地位，从环保角度来看该项目是可行的。

9.3 环保投资估算及其效益简析

10.3.1 环保措施一次性投资估算

根据工程中已具有的环保措施及本评价提出的环保措施，估算本项目所需环境保护投资（含水土保持新增投资）见表 9.2。

本项目环保投资估算为 694.36 万元，约占工程总投资的 0.30%。

9.3.2 环保投资的效益分析

(1) 直接效益

本项目机动车尾气排放和交通噪声辐射会对居民生活质量产生不利影响，对当地生态产生一定的负面影响，其给项目沿线区域带来的环境问题是复杂的、多方面的。因此，采取操作性强的、切实可行的环保措施后，每年所挽回的经济损失，亦即环保投资的直接效益是显而易见的，但目前很难用具体货币形式来衡量。只能对若不采取措施，因工程建设而导致的生态、声环境和大气环境质量的变化所引起的对沿线人体健康、生活质量以及农业生产等方面的经济损失作粗略计算或定性分析用以反馈环保投资的直接经济效益。

(2) 间接效益

在实施有效的环保措施后，会产生以下的间接效益：保证沿线学校教学秩序和居民的生活质量，维持居民的环境心理健康和减轻居民的烦躁情绪，减少社会

不稳定的诱发因素等。所有这些间接效益在目前很难用货币形式来度量，但可以肯定的是，它应是环保投资所获取的社会效益的主要组成部分。

表 9.2 本项目环境保护投资估算一览表

序号	投资项目（工程措施）		单位	数量	投资 (万元)	备注	
—	环境污染治理投资						
1	大气环境污染治理						
1.1	施工期 降尘措施	洒水车（6000L）	台	2	20.0	每标段 1 台，以 10 万计	
		旱季洒水费用（包括施工车辆清洗）	月	18	10.8	平均每标段每月洒水 15 次，每次洒水费用为 200 元/台	
1.2	大气污染治理措施费用小计				30.8		
2	水污染环境治理						
2.1	施工期	7#施工生产生活区罐车洗罐废水沉淀池	处	1	3	设于施工生产生活区内，以 3 万元/处计	
		隧道进出口、斜井出口隧道涌水沉淀池	处	6	18	设于每处隧道进出口，以 3 万元/处计	
		施工生产生活区旱厕	处	7	7	以 1 万元/处计	
2.2	危化品 环境风险防范	隧道工程	隧道口事故水收集池	个	4	40	10 万元/座
			防渗排水沟	m	22330	223.3	100 元/延米
			警示牌	个	2	2	1 万元/处
			路面防渗	km	11.215	/	计算到工程投资中
2.3	水污染治理部分小计		—	—	293.3		
3	环境污染治理投资合计		—	—	324.1		

表 9.2 本项目环境保护投资估算一览表（续）

序号	投资项目（工程措施）		单位	数量	投资（万元）	备注
二	生态保护投资					
1	水保措施		—	—	52.6	新增水土保持投资
2	公路绿化				25.5	
3	山西省霍山自然保护区和山西省太岳山国家森林公园路段保护措施	设置警示标志牌与野生动植物宣传牌	处	2	6	3 万元/处
		限速、禁鸣和远光灯限制标志	处	2	4	2 万元/处
4	生态保护投资合计		-	-	88.1	
三	环境管理投资					
1	环境监测费用	施工期	年	2	20.0	项目环境监测计划
		营运期	年	20	40.0	
2	工程环境监理费用		月	24	92.16	工程环境监理计划
3	人员培训		次	2 次	10.0	按 2 万元/次，每年 1 次
4	本部分小计				162.16	
四	环保咨询、设计与科研费用					
1	环境影响评价		-	-	10	
2	环保工程设计		-	-	40	
3	竣工环保验收调查		-	-	60	
4	应急预案编制				10	

表 9.2 本项目环境保护投资估算一览表 (续)

序号	投资项目 (工程措施)	单位	数量	投资 (万元)	备注
5	本部分小计			120	
五	总计			694.36	

10 环境影响评价结论

10.1 建设项目工程概况

本项目为黎霍高速公路 K133+655~K144+820 路段（其中 K136+190~K144+820 路段位于山西省霍山自然保护区实验区内），是青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的控制性工程。青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程是《国家公路网规划》中“东西横线中主线 G22 青岛—兰州的联络线 G2211 长治—延安”的重要组成部分，是《山西省省道网规划（2021~2035 年）》中第十横“黎城下浣~永和永和关（329km）”的重要组成部分。

本项目起点位于古县北平镇二道河村西南侧 270m 处，设置太岳山隧道穿越太岳山，终点位于霍州市李曹镇杨家庄村南侧 550m 处，路线全长 11.165km。穿越山西省霍山自然保护区路段全长 8.63km，全部位于实验区。采用双向四车道高速公路，设计速度 80km/h，隧道工程采用分离式隧道，隧道断面采用三心圆净空断面形式，净宽 10.25m，净高 5.0m。主要工程量为挖方 253.30 万 m³，填方 0 万 m³，路面工程 28.60 万 m²，排水及防护 11.58 万 m³。

工程总投资估算为 23.07 亿元，2021 年 12 月开工，2024 年 12 月底竣工，建设工期 3 年。

10.2 环境现状调查与评价结论

10.2.1 生态

（1）本项目 K136+190~K139+680 段位于省级重点生态功能区；K139+680~K144+820 段位于国家级农产品主产区，涉及霍山省级自然保护区和太岳山国家森林公园等禁止开发区。

（2）根据《山西省生态功能区划》，本项目全线位于“II 东部太行山山地丘陵暖温带落叶阔叶林灌草丛生态区”中“II B 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区”，“II 东部太行山山地丘陵暖温带落叶阔叶林灌草丛生态区”中“II B 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区”，项目建设与其生态功能区发展规划相一致。

（3）根据《中国植被及其地理格局》和《山西植被》，本项目全线位于“III 暖温带落叶阔叶林区域-IIIi 暖温带北部落叶栎林地带-IIIi-9 晋南油松林辽东栎林区-IIIi-9d 太岳山地油松、辽东栎林及次生灌丛小区”。评价路段评价范围内主要为侵蚀剥蚀中起伏中山区以及喀斯特侵蚀大起伏中山区等地形地貌，土壤类型主要为灰褐土。

（4）拟建公路生态敏感区路段评价范围内植被主要为针叶林，其次为阔叶林，

针阔叶混交林位列第三，栽培植被、灌丛、草丛植被面积相对较小。树种以中幼龄树为主，有油松、侧柏、华北落叶松、山杨、辽东栎、白桦林等，集中分布在评价范围内中低山区山体中上部区域，呈团状、片状或带状分布；灌丛有黄刺玫、荆条、小叶鼠李等；草丛主要有白羊草、铁杆蒿、黄花蒿等蒿类草丛、早熟禾、苔草等。评价范围内共涉及重要物种 9 种，包括国家重点保护野生植物 1 种，为水曲柳；山西省重点保护野生植物 6 种，为脱皮榆、漆树、文冠果、刺楸、党参、桔梗；易危物种 2 种，包括水曲柳、核桃楸。生态野外调查期间，评价范围发现水曲柳 2 株，核桃楸 10 株，未发现其他重要物种，距离水曲柳最近约 14m，距离核桃楸最近约 30m，均不在工程占地范围内。

拟建公路非生态敏感区路段评价范围内植被主要为阔叶林，其次为灌丛，栽培植被位列第三，草丛面积相对较小；针叶、阔叶林主要有油松、辽东栎、山杨等，主要在隧道入口段等地呈块状或带状分布；灌丛有黄刺玫、荆条、小叶鼠李等，在隧道入口段分布较广；草丛主要有铁杆蒿、黄花蒿等蒿类草丛、早熟禾、苔草、披碱草等；粮食作物以春（冬）小麦、玉米、谷子、大豆、莜麦、马铃薯等，经济作物主要有苹果、梨、桃、杏等。

(5) 拟建公路生态敏感区路段调查范围内有陆栖脊椎动物 17 目 41 科 73 种，包括两栖类 1 目 2 科 3 种，爬行类 1 目 3 科 5 种，鸟类 10 目 28 科 53 种，哺乳类 5 目 9 科 12 种；非生态敏感区路段中哺乳纲中以啮齿类为主，鸟纲中以雀形目种类较为常见，两栖纲以蛙科为主，爬行纲中以蜥蜴和蛇目占主要地位。本项目评价范围内河流、水库水生生物调查范围内地表水水质较好。由于沿线冬季较长，生物生长期短，水温低，水生生物资源贫乏，种类单一，数量少，主要为少量浮游生物和很少的常见野生鱼类。据调查，本项目调查范围内未发现国家及山西省重点保护野生鱼类，也未发现有鱼类的产卵场、繁殖场、索饵场和洄游通道。

拟建公路评价范围共有重要物种 48 种，其中国家 II 级重点保护野生动物的有 12 种，包括鸟类 9 种：勺鸡、凤头蜂鹰、雀鹰、苍鹰、大鵟、普通鵟、红角鸮、红隼、红脚隼，哺乳类 3 种：赤狐、黄喉貂、豹猫。山西省重点保护野生动物中国林蛙、中介蝮、虎斑颈槽蛇、大杜鹃、灰头绿啄木鸟、红尾伯劳、北红尾鸲、白鹡鸰、沼泽山雀、黄喉鹀、东北刺猬、黄鼬、狍、猪獾等 33 种。易危物种 3 种，包括赤峰锦蛇、大鵟、豹猫。根据 2022 年 10 月 28 日~2022 年 10 月 31 日、2020 年 10 月 9 日~2020 年 10 月 10 日、2021 年 7 月 9 日~2021 年 7 月 10 日多次生态野外调查结果，评价范围发现重点保护野生动物银喉长尾山雀、北红尾鸲、狍、凤头蜂鹰、普通鵟、大斑啄木鸟、煤山雀、黄鹡鸰、戴胜个体或粪便、足迹、鸣叫等。

(6) 拟建公路生态敏感区路段评价范围内的土地利用类型主要为土地利用类

型主要为林地，占比 92.50%，在评价区内广泛分布；其次为耕地，占比 5.23%；草地、交通运输用地、住宅用地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地较少，占比分别为 0.97%、0.16%、0.65%、0.10%、0.09%。非生态敏感区路段评价范围内的土地利用类型主要为林地，林地面积 148.68hm²，占比 80.51%；其次为耕地，面积 29.91hm²，占比 16.20%；草地、交通运输用地较少，占比分别为 3.06%、0.23%。

10.2.2 地表水环境

本项目评价范围内的河流为季节性河流，无常流水，本次评价未进行现状监测。本项目涉及的洪安涧河支流热流河、南涧河支流李曹河，流域范围水资源尚未被开发利用于农业及工业用水，河流水质不受农业面源、工业废水的影响。

10.2.3 地下水环境

（1）根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》，本项目属于IV类建设项目，不进行地下水环境影响评价。

（2）根据现场调查中逐村访谈，结合咨询沿线水利、环保等部门，本项目不涉及饮用水水源地保护区，本次评价的隧址北东部约 5.0km 分布有北平镇集中式饮用水水源地保护区二级保护区、隧址南约 1.45km 分布有古县“三合一饮水工程”供水水源地二级保护区。

（3）本项目 K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K137+080~K140+050 段约 2970m 位于泉域黄土覆盖区内，K133+655~K137+080 段约 3425m 位于泉域裸露岩溶区范围内，但不涉及泉域重点保护区，距离重点保护区边界最近距离约 26.8km。

10.2.4 声环境

（1）本项目沿线为农村地区和山西省霍山自然保护区，未进行声环境功能区划，属于 1 类声环境功能区。

（2）本项目评价范围内无村庄等敏感建筑物，主要关注噪声对山西省霍山自然保护区重点保护野生动物的影响。

（3）本次评价对隧道进出口的村庄开展声环境现状监测，监测期间交里村、刘家山村昼间、夜间环境噪声均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准限值。因此，类比可得本项目沿线两侧山西省霍山自然保护区实验区内声环境质量现状满足 1 类标准限值。

10.2.5 大气环境

（1）本项目沿线区域为乡村地区，尚未进行大气环境功能区划。根据《大气环境质量标准》（GB3095-2012）中规定，本项目沿线位于山西省霍山自然保护区属于一类区域，执行一级标准，其余区域为二类区域（适用于居住区、商业交通居民混和区、文化区、工业区和农村地区），执行二级标准。

沿线无大型工矿企业分布，主要环境污染有现有公路汽车尾气、公路扬尘以及人群生产生活所产生的一氧化碳和总悬浮颗粒物等。

(2) 根据收集到的区域环境空气质量例行监测数据可以看出：沿线涉及的 2 个县市区的 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 和 O_3 均有不同程度超标，其他主要污染物均满足《大气环境质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求，本项目所在区域属不达标区域。

(3) 本次评价在古县尖阳村设置环境空气质量现状监测点，类比尖阳村对山西省霍山自然保护区所在区域的环境空气质量现状进行现状评价。根据监测结果分析，尖阳村紧邻山西省霍山自然保护区边缘地带，TSP、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 不能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的一级标准限值，其余监测指标均能满足一级标准。TSP、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 超标率均为 100%，最大浓度占标率为 190.8%、226%、182.9%，超标的主要原因是所在区域人群生产生活所产生的悬浮颗粒物导致。

10.3 环境影响预测与评价结论

10.3.1 生态

(1) 本项目 K136+190~K139+680 段位于省级重点生态功能区；K139+680~K144+820 段位于国家级农产品主产区，涉及霍山省级自然保护区和太岳山国家森林公园等禁止开发区。限制或禁止开发，特指在这类区域限制或禁止进行大规模高强度的工业化城镇化开发，并不是限制或禁止所有的开发行为。与大规模高强度的工业化城镇化开发相比，本项目的建设为线性工程，总体上对生态及农业的影响较小，且公路在建设过程中十分重视对生态及农业的保护，例如对占用的临时占地及时进行植被恢复或复垦，对占用的林地进行补偿，对边坡及公路沿线两侧一定区域内进行绿化等。因此，本项目的建设与《山西省主体功能区规划》是基本相符的。

(2) 本项目全线于“II B 太岳山山地丘陵针阔叶混交林与农牧业生态亚区-II B-1 太岳山水源涵养与生物多样性保护生态功能区”。根据《古县生态功能区划》，本项目 K133+655~K139+680 路段及 1#斜井位于“IA 北古岳西山地生物多样性保护生态功能小区”。根据《霍州市生态功能区划》，本项目 K139+680~K144+820 路段位于“III-C 霍山自然保护区生物多样性保护生态功能小区”。通过采用有关生态保护措施，本项目与项目区域内生态功能区划要求和发展方向是一致的。

(3) 拟建公路生态敏感区路段永久占地以灌丛为主，其次为针叶林，针叶林、阔叶林、灌丛等自然植被面积分别为 0.77hm^2 、 0.55hm^2 、 1.51hm^2 ，分别占植被总损失面积的 27.21%、19.43%和 53.36%，占评价范围内该类型面积的 0.04%、0.05%和 1.72%。公路建设前后，评价范围内植被覆盖度 0~0.15 区间的面积增加 1.52hm^2 ，增加比率 11.84%；0.12~0.25 区间面积减少 0.28hm^2 ，下降比率 1.97%；

0.25~0.35 区间的面积减少 1.24hm²，下降比率 0.77%；0.35~0.58 区间的面积无变化。总之，公路建成后，评价范围内植被覆盖度总体下降，植被覆盖度区间下降比率 0~1.97%，下降比率较小，对评价范围内植被覆盖度变化影响总体较小。

拟建公路非生态敏感区路段占用的植被主要为灌丛，针叶、阔叶林相对较少，树种均为区内常见物种，群落结构极为简单，物种组成较为单一、常见，且占评价范围内该植被类型面积比例较小，拟建公路的建设对所在区域内现有植被类型组成及分布格局的影响很小，不会影响区域自然生态系统的完整性。

（4）拟建公路评价范围内陆生野生动物以陆生野生脊椎动物为主，物种多样性较好，尤其是生态敏感区路段各类野生动物的数量均较多。施工期对野生动物的影响主要表现为：施工人员的施工活动、生活活动对动物栖息地生境的干扰和破坏，施工机械噪声对动物的干扰等。营运期主要是因公路对生态环境的分割会对野生动物（尤其是两栖类和爬行类）产生阻隔影响和环境污染对动物的影响，但由于主体工程均为地下工程，基本不影响野生动物的迁徙、觅食、求偶等活动。施工便道利用保护区现有道路，现有道路存在已久，沿线动物对其适应性较强，对野生动物迁徙、觅食、求偶等活动的阻隔影响较小。

（5）本项目永久占地共 4.13hm²，均为林地，未占用耕地。对工程占地范围内的林地采用采伐形式，缴纳植被恢复费，待省林业和草原局审核同意后项目自建建设单位将森林植被恢复费缴纳至省财政专户，由政府减少的国家级和省级公益林等按照“占一补一”的原则和划定程序进行调整补充，并保证质量。

（6）临时工程的影响虽是暂时的，但如不及时采取措施，也会给当地生态造成不利影响。本项目设置弃渣场 3 处，施工生产生活区 8 处，设置施工便道 27.723km。施工完毕后，根据周围植被、地形地貌，上述临时工程复耕或恢复绿化。

（7）本项目的建设对周围的景观也有一定的影响。减缓影响的方法主要在于加强公路的绿化工作，既可以掩饰公路在色彩、质感上的不协调，又可以起到点缀、缓冲和美化的作用，使公路尽量与周围景观相协调，使项目实施对景观的不良影响可以最大限度的减轻。

（8）项目建设施工及营运期对生态环境会造成一定的不利影响，只要落实报告书中提到的占用林地补偿措施、野生动物保护措施、永久占地范围内的合理绿化，以及弃渣场、其他临时用地的复耕、绿化措施，其对生态环境的不利影响可以得到减轻或消除，并能为环境所接受，不会降低当地环境质量。

10.3.2 水环境影响

10.3.2.1 地表水环境

（1）地表水

①本项目施工期对沿线地表水体的影响包括施工营地生活污水、生产废水（包括隧道施工生产废水、混凝土搅拌站生产废水）及建筑材料储运等对地表水环境的影响。

② 本项目施工期应加强施工管理，对施工场地的生产废水、生活污水全部处理后回用，不外排。加强施工期物料、油料、化学品堆放管理，远离地表水体堆放，同时堆放地设置一定的防渗区域，专门存放油料及化学品物质。

（2）水库

隧道洞体穿越杨家庄水库库区上游的水峪沟，在施工过程中需提前做好防范预案并采取有效措施严加管控。施工前对隧道下穿水峪沟段洞顶的第四系和断层破碎带进行高压注浆加固，尽可能阻断和弱化隧道洞室地下水径流裂隙系统的连通性提高围岩稳定性，降低洞室内涌水量。此外，在洞顶设置排水沟，对地表水进行引排。采取以上措施可减少本项目建设对杨家庄水库的影响。

（3）地表水水源地

古县城区三合一地表集中式饮用水水源地位于本项目隧道南部，根据《黎霍高速太岳山隧道水文地质专项评价报告》，三合一集中式地表水水源地水源主要来自变质岩强~中风化裂隙带含水层直接补给，仅有少部分来自断层破碎带裂隙水补给；水源组成以浅层风化裂隙水为主，主要浅层潜水含水层底板平均标高约为1350m以上。而洞体对应的影响段底板标高为1150~1185m，相对高差大于200m；洞体内地下水主要为断层构造裂隙水和微风化基岩裂隙水。隧道施工不会切割或破坏浅层风化裂隙水的隔水底板，对浅层风化裂隙水无影响。同时水源地与本次评价的隧道区间有F35等逆断层分割为南北多个水文单元，水源地风化裂隙带含水层与隧址区深部的微风化含水层间基本属于各自独立的地下水系统，因此隧道内出水与水源间水力联系极弱，影响较小，本次评价要求在建设中必须采取有效的断层止水措施，将与水源地的相互影响降低到最小，既确保施工安全、又保证水源地免遭轻微破坏。采取以上措施，本次评价的隧道工程对三合一地表集中式饮用水水源地的影响程度总体较小。

北平集中式饮用水水源地位于本项目隧道北部，根据《黎霍高速太岳山隧道水文地质专项评价报告》，北平集中式饮用水水源地水源主要来自变质岩强~中风化裂隙带含水层直接补给，水源地含水层底板出露地势较高，水源地含水层底板受宽平~北平北西西向断裂构造控制，南部分布寒武系底部区域性隔水边界，与本项目隧道隧址区间无水力联系，其建设不会对该水源地造成影响。

10.3.2.2 地下水

（1）本项目隧道洞体范围稳定的地下水类型为变质岩裂隙水和断层构造裂隙水。隧道施工过程中，采用的是分段掘进、边开挖边衬砌的施工工艺，排水时间

比预测时间短，故隧道施工涌水量可能比计算值小，不会引起地下水流场或地下水水位变化，不会导致环境水文地质问题；同时隧道施工采用施工废水与隧道涌水分质处理，施工废水回用，隧道涌水达标外排的原则，隧道施工生产废水采用防渗措施的多级沉淀池处理后全部回用，不会对地下水水质产生影响，总体来讲，只要加强施工管理、严禁排放施工废水，减少雨天施工，雨天施工做好施工涌水的导排和封堵措施，在采取相关措施后，本项目施工对所在区域地下水水量和水质不会产生明显影响。

（2）营运期正常情况下路面径流收集沉淀、隔油处理后排入地表河流，处理设施均采取防渗措施，不会影响地下水水质。

10.3.2.3 泉域

本项目 K133+655~K140+020 长约 6.365km 路段位于霍泉泉域范围内，其中 K137+080~K140+050 段约 2970m 位于泉域黄土覆盖区内，K133+655~K137+080 段约 3425m 位于泉域裸露岩溶区范围内，但不涉及泉域重点保护区，距离重点保护区边界最近距离约 26.8km。

泉域的补给来源主要是大气降水在裸露岩溶区的入渗，其次是河流渗漏。本项目在霍泉泉域内主要为隧道工程，其中隧道进口段约 3.385km 位于该泉域裸露岩溶区内，但洞体内基本无地下水，仅在洞体穿越碳酸盐岩底部区域隔水边界的上部局部段落可能存在少量的岩溶裂隙水，出水状态为隧道掌子面或洞壁局部小范围淋雨状滴渗水，易于回渗至碳酸盐岩内，在隧道掌子面不会形成积水，对隧道工程施工及后期运营影响轻微，水资源无流失，对地下水平衡无影响；同时山西省水利厅以晋水审批决〔2020〕463 号《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程对霍泉泉域水环境影响评价报告审批准予行政许可决定书》（2020 年 12 月 16 日）明确太岳山隧道工程施工不会触及到霍泉泉域岩溶含水层，基本不会对泉域岩溶地下水产生明显影响。因此，本项目建设不会对泉域水量造成明显影响；施工期应加强施工管理，严格控制施工范围，严禁排放污水和堆弃废弃物，切实保护泉域环境。营运期应加强危险化学品运输车辆管理，采取设置警示牌、隧道排水沟防渗、隧道两端设置防渗事故水池等措施。在采取相关严格保护措施后，本项目对霍泉泉域影响小。

10.3.3 声环境

（1）施工机械与设备噪声为施工期主要噪声源，其影响范围为白天距施工场地 70m 以内，夜间则达 220m 以内，施工噪声将对沿线声环境质量产生一定影响。

（2）本项目评价范围内无村庄等敏感建筑物，主要关注噪声对山西省霍山自然保护区的影响，本次评价对自然保护区开展隧道口噪声贡献值预测。隧道进口不同距离的交通噪声贡献值预测可知，昼间 160m、夜间 200m 处可达到《声环境

质量标准》(GB3096-2008)中2类限值要求。隧道出口不同距离的交通噪声贡献值预测可知,昼间190m、夜间250m处可达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中1类限值要求。

(3)本次评价要求在自然保护区内隧道口加强绿化,采取乔灌草相结合的绿化措施,路段采取禁鸣、限速措施,降低车辆噪声声源源强,此外,加强营运期的交通噪声的监测,有效预防对自然保护区内的保护动物噪声影响。

10.3.4 大气环境

(1)公路施工期的大气环境污染源主要为施工时混凝土拌合扬尘、储料场扬尘、材料运输过程漏散造成的扬尘、临时道路及未铺装道路路面起尘、摊铺沥青烟以及隧道施工粉尘等,评价因子为总悬浮颗粒物(TSP)。其中储料场和散体材料运输通过加盖篷布、施工便道和场地通过洒水均能较好地控制扬尘污染。

(2)类比分析结果表明,本项目沿线隧道洞口外的一定距离(小于100m)的污染物浓度在营运各期均能达到《大气环境质量标准》(GB3095-2012)中的相应标准,隧道污染物的排放对洞口周围村庄影响较小。

10.4 生态敏感区影响评价结论

10.4.1 山西省霍山自然保护区环境影响评价

(1) 环境现状调查与评价

山西省霍山自然保护区位处太岳山脉南端的洪洞、霍州、古县三县(市)的交汇处,于2002年6月经山西省人民政府批准建立,属省级自然保护区,是以保护国家重点保护野生动植物金钱豹、褐马鸡、原麝、黑鹳、金雕、核桃楸、水曲柳及森林生态系统,是集生态保护、科学研究、宣传教育和持续利用等多种功能于一体的综合性自然保护区。目前,该自然保护区总面积17960.2hm²,分别划有核心区、缓冲区和实验区三个功能区。

根据野外调查结果和研究,该自然保护区共有种子植物95科406属830种,占山西省种子植物的63.8%,47.4%,36.2%,包括国家II级重点保护植物6种,山西省重点保护野生植物8种。自然保护区内野生动物较多,共有脊椎动物24目65科153种,属于国家I级重点保护野生动物有8种,国家II级重点保护野生动物34种,山西省级重点保护野生动物有90种。

(2) 环境影响预测与评价

本项目K136+190~K144+820段,共计8.63km路段穿越该自然保护区实验区,工程内容包括隧道8.63km、1#、2#、3#斜井及必要的运渣便道、施工作业场地;未在保护区内设置隧道管理站等管理设施,以及弃渣场、拌合站等其他临时工程。经论证,项目以隧道下穿方式通过保护区实验区,基本符合无害化穿越要求,对保护区实验区影响较小;本项目永久占地中保护区路段占2.83hm²,均位于自然保

保护区实验区内，且占地面积相对整个自然保护区较小，对自然保护区生态系统完整性和生物多样性影响相对较小；本次评价要求加强施工和营运期间自然保护区路段生态保护措施，及时对施工破坏植被进行恢复绿化，对保护区生态环境影响较小。

2019年8月31日，山西省林业和草原局发文原则同意该项目路线走向。2020年12月28日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2022年10月13日，山西省林业和草原局出具《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号），同意调整后的保护区实验区路段进入自然保护区施工。

10.4.2 山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区环境影响评价

（1）环境现状调查与评价

该森林公园于1992年10月批复成立，属于国家级森林公园，是集度假养生、休闲娱乐、历史民俗、科普教育、宗教文化等多功能于一体的特大型综合性国家级森林公园。根据《山西省太岳山国家森林公园总体规划（2011-2020年）》，该森林公园位于山西省中南部，总规划面积6万 hm^2 ，包括绵山景区、红崖峡谷景区、石膏山景区、好地方景区、油盆峪景区、七里峪景区、灵空山景区、悬泉山景区、兴唐寺景区和大南坪景区等十个景区。

本项目涉及的该森林公园悬泉山景区位于山西省太岳山国家森林公园中南部，涉及霍州市陶唐峪乡和李曹镇，包括悬泉山和陶唐峪两个主要景点，总面积6656.7 hm^2 ，分为核心景观区、一般游憩区、管理服务区和生态保育区4个功能区，包括悬泉山和陶唐峪两个主要景点。

根据野外调查结果及统计表明，该森林公园中共有种子植物95科407属816种，占山西省种子植物的63.8%，47.5%，35.6%。其中有国家重点二级保护野生植物2种，为水曲柳、野大豆；山西省重点保护野生植物8种，包括文冠果、刺楸、流苏树、络石、锦带花、桔梗、党参、山胡椒。经初步调查并参考以往的研究资料，该森林公园分布的陆栖脊椎动物共计216种，占山西省陆栖脊椎动物总数的49.2%。其中两栖类5种，隶属于1目3科，占山西省两栖类总数的（13种）38.1%；爬行动物12种，隶属于2目5科，占山西省爬行动物总数（27种）44.4%；鸟类163种，隶属16目40科，占山西省鸟类总数（328种）的49.7%；哺乳动物36种，隶属7目16科，占山西省哺乳动物总数（71种）的50.7%。

(2) 环境影响预测与评价

本项目 K140+840~K144+820 长约 3.98km 路段穿越该森林公园中悬泉山景区的核心景观区，建设内容包括隧道 3.98km、2#、3#斜井及其必要的运渣便道、施工作业场地，未在森林公园内设置弃渣场、拌合站等其他临时工程，工程占地面积相对整个森林公园较小，对保护区生态系统完整性和生物多样性影响相对较小；本次评价要求加强施工和营运期间保护区路段生态保护措施，及时对施工破坏植被进行恢复绿化，对整个森林公园较小，对森林公园动植物资源、主要景观资源影响相对较小。由于本项目穿越山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区的核心景观区与项目穿越山西省霍山自然保护区路段重叠，故本次评价中对森林公园动植物资源影响及采取的保护措施与自然保护区路段基本一致。

2019年8月31日，山西省林业和草原局出具了《关于对〈青兰国家高速公路长治至延安联络（G2211）山西境黎城至霍州段项目选址研究报告〉有关意见的函》（晋林资函〔2019〕370号），原则同意黎霍高速公路路线走向，同意以隧道形式穿越太岳山国家森林公园，项目实施前应按规定办理森林公园相关手续。2020年12月28日，山西省林业和草原局出具了《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设的批复》（晋林保函〔2020〕439号），同意青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。2022年10月13日，山西省林业和草原局出具《关于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程（太岳山隧道）在霍山省级自然保护区构筑设施的行政许可决定》（晋林保许准〔2022〕15号），同意调整后的保护区实验区路段进入自然保护区施工。

10.5 环境风险评价

(1) 本项目运营期的环境风险因素主要为危险化学品运输事故。

(2) 本项目建成通车后，考核路段预测年危险品运输事故概率较小，概率为0.062744~0.114506次/年。

(3) 事故防范措施

本项目危化品环境风险重点防范路段共设置警示牌、限速标志和限速监控各2处，隧道内路基防渗排水沟6850m，隧道口事故收集池4处。

(4) 本项目弃渣场环境风险等级为一般。弃渣场溃坝后只要采取措施及时清理弃渣，然后进行生态恢复，不会对环境造成永久性损害。但这一过程会加重水土流失和造成植被破坏，故必须委托有资质单位进行专门设计，采取严格的防范措施，避免溃坝事故的发生。

10.6 环境影响经济损益分析

(1) 本项目具有良好的经济效益，还能够节约能源，改善区域汽车尾气排放效益；项目本身无抗风险能力，建议加强工程优化并进行投保以规避风险。

(2) 根据《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》，对受本项目影响的主要环境因素，分别采用补偿法、专家打分法等分析方法对本项目的环境经济损益进行定性分析，本项目的环境正负效益比为 1.3，表明本项目工程所产生的环境经济的正效益占主导地位。从环保角度来看该项目是可行的。

(3) 本项目环保投资估算为 694.36 万元，约占工程总投资的 0.30%。

10.7 方案比选

(1) 本项目主要包括 K133+655~K144+820 路段（其中 K136+190~K144+820 路段位于山西省霍山自然保护区内），为《青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程环境影响报告书》中比选确定的推荐方案中太岳山隧道路段，由于上次环评已开展综合比选，确定了穿越山西省霍山自然保护区核心区、缓冲区和实验区、山西省太岳山国家森林公园悬泉山景区核心景观区的推荐方案，本次评价工程内容为太岳山隧道路段，因此，本次评价不再进行方案比选。

(2) 本项目太岳山隧道进、出口选址从环境角度分析可行。综合工程、环境因素，斜竖井设置方案中方案二优于方案一，本次评价斜、竖井设置方案推荐方案二。

10.8 公众意见调查

公众参与调查对象主要为沿线受公路建设影响的村庄居民，根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 部令第 4 号）等相关文件的规定，建设单位在网站对本项目环境影响评价工作进行了第一次公告，报告征求意见稿完成后在上述网站、公路沿线村庄现场和当地报纸进行了第二次公告。

网站公告、现场公告及报纸公告期间，未收到沿线群众反馈意见。

10.9 综合评价结论

黎霍高速公路太岳山隧道工程的实施对于青兰国家高速公路长治至延安联络线（G2211）山西境黎城至霍州段工程的按期通车具有决定性作用，黎霍高速公路的通车直接连通青兰高速长邯段、二广高速公路、京昆高速公路及霍永高速公路，构建国家和山西省高速公路网、改善区域交通运输条件、发展社会经济等方面具有十分重要的意义。经调查与评价，本项目选线考虑了环境保护的要求；但由于受公路网规划、地形地貌、工程地质、煤炭采空区、路线起终点接线位置、自然保护区等环境敏感区分布条件所限，黎霍高速公路拟以隧道方式穿越山西霍山省

级自然保护区实验区、山西省太岳山国家森林公园等环境敏感区。目前黎霍高速公路太岳山隧道工程未评价路段为功能区调整前位于霍山省级自然保护区核心区、缓冲区路段，但是由于黎霍高速公路 K133+655~K144+820 路段为太岳山隧道工程，根据隧道工程特点、环境影响特征及自然保护区生态影响完整性等因素，为了全面评价黎霍高速公路太岳山隧道路段对山西霍山省级自然保护区的环境影响，本次评价对黎霍高速公路太岳山隧道工程，即 K133+655~K144+820 路段，整体开展环境影响评价。经评价，在采取报告书提出的生态保护和污染控制措施后，对自然保护区的影响在可接受范围。山西省人民政府和山西省林业和草原局原则同意黎霍高速公路路线方案，山西省林业和草原局以晋林保许准〔2022〕15 号文同意黎霍高速公路在山西霍山省级自然保护区实验区施工建设。黎霍高速公路 K133+655~K144+820 路段（即太岳山隧道路段）建设将会对沿线地区的生态、水环境、声环境和大气环境产生一定的不利影响，但只要认真落实本报告所提出的减缓措施，真正落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度，所产生的负面影响是可以得到有效控制，污染物可以做到达标排放，对沿线群众公众参与无反馈意见，环境风险在可控范围，其建设从环境保护角度是可行的。