

北京涞宝新线高速建设新理念实践研究

乔培贞¹, 尹吉州²

(1.北京市首发高速公路建设管理有限责任公司,北京市 101118; 2.北京市市政工程设计研究总院有限公司,北京市 100082)

摘要:为系统总结“23·7”特大暴雨洪涝灾害经验教训,落实国家“平急两用”公共基础设施建设战略,依托北京市房山区西南部拒马河走廊带,建设全长30 km、设计时速80 km的涞宝新线高速公路。以“一个项目、双重功能”为顶层规划,突破传统高速公路单一功能定位,构建“平急两用”骨干路网,实现了公路的多元化升级,在平时服务于区域旅游经济协同发展,在急时承担应急救援主通道的关键功能。围绕路线布局、路基路面、桥隧、交叉互通及交通工程,构建“安全、韧性、绿色、智慧”技术体系,在基础设施功能复合、机电系统备用共享、全周期韧性提升等方面开展系统化创新设计。项目实现交通与应急保障深度融合,为生态脆弱、灾害高危地区战略性骨干交通设施建设提供借鉴。

关键词:涞宝新线高速公路;平急两用;生命通道;韧性提升;绿色建造;智慧公路;山区高速公路

中图分类号:U415.1;TU997

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2026)06-0198-07

Research on the Practice of New Design Concepts for Beijing-Laibao New Line Expressway

QIAO Peizhen¹, YIN Jizhou²

(1. Beijing Capital Highway Development Group Co., Ltd, Beijing 101118, China; 2. Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100082, China)

Abstract: To draw lessons from the catastrophic flood disaster of "23·7" and implement the national strategy of "Dual-Use for Daily and Emergency Purposes" public infrastructure, the Laibao New Line Expressway is constructed in the Juma River corridor, southwestern Fangshan District, Beijing. With a total length of 30 km and a design speed of 80 km/h, the project adopts the top-level design of "One Project, Dual Functions", breaking the single transportation function of traditional expressways. It serves regional tourism and economic development in normal times and acts as a main emergency rescue corridor in critical conditions. A "Safe, Resilient, Green and Intelligent" technical system is established in route layout, subgrade and pavement, bridges and tunnels, interchanges and traffic engineering. Systematic innovative designs are carried out in functional integration of infrastructure, backup and sharing of electromechanical systems, and full-cycle resilience enhancement. The integration of transportation and emergency support provides a reference for the planning and construction of strategic backbone transportation facilities in ecologically fragile and disaster-prone areas.

Keywords: Laibao Expressway; dual-use for peacetime and emergency; life channel; resilience improvement; green construction; intelligent highway; mountainous expressway

0 引言

涞宝新线高速公路工程位于北京市房山区西南部山区,总体呈东西走向。路线东起G5京昆高速,穿越大石窝、张坊、十渡三镇,西至京冀界,北京段全长约30 km(见图1)^[1-10]。项目按双向4车道高速公

路标准建设,设计速度80 km/h,路基标准宽度25.5 m(整体式)或12.75 m(分离式)^[10]。全线桥隧比高达88.5%(桥梁占比22.5%,隧道占比66%),设互通立交4座、U形转弯匝道1处、综合服务区1处。作为《北京“23·7”特大暴雨洪涝灾害灾后恢复重建交通专项规划》中打造西部山区“三横三纵”主通道体系的关键“一横”,该项目具有超越常规交通作用的多重功能^[2-13]。2023年“23·7”特大暴雨导致拒马河流域唯一通道涞宝路旧路严重损毁,给抢险救援及村民自救带来较大困难,暴露出西部山区路网结构单一、抗灾韧性不足的严峻短板。本项目的建设具有重要的意义。

收稿日期:2026-03-04

作者简介:乔培贞(1972—),男,工学学士,高级工程师,从事道路桥梁建设、科研等工作。

通信作者:尹吉州(1978—),男,工学硕士,教授级高工,从事道路设计与科研工作。电子信箱:yjz614@163.com

(1) 构建“平急两用”骨干路网,铸就山区生命防线。项目采用“穿山越岭”形式,旨在填补生命主通道空白,极大提升了区域防灾减灾能力与整体韧性^[2]。

(2) 促进旅游经济融合发展,助力灾后振兴。项目有机串联云居寺、十渡、野三坡等国家级风景区,大幅提升景点间交通转换效率,为沿线经济复苏与乡村振兴注入动力。

(3) 完善高速路网,服务京津冀协同发展。项目远期衔接大兴机场北线高速西延,将形成一条横穿北京南部、连接河北、直达大兴国际机场的东西向快速通道,强化机场辐射能力,推动京津冀交通一体化与协同发展^[2,13]。

(4) 贯彻新时代交通建设方针。项目全面探索在复杂山区条件下,实现“安全、环保、经济、便捷”与“创新、灵活、精细、服务”的高标准、高质量发展路径。

1 总体方案

项目在设计中贯彻安全主导、以人为本、生态优先、低碳集约、平急两用、韧性提升的新设计理念,在传统设计手段的基础上,积极利用新技术和新工具,采用数字化、一体化的设计手段,实现项目整体最优的设计目标。

1.1 路线与总体

路线设计突破传统的几何设计,深入贯彻新设计理念,为整体设计目标的实现打好基础。

1.1.1 做好水毁调查、夯实项目基础数据

23·7 超百年特大暴雨在造成灾害的同时,也为项目基础数据的积累提供了宝贵契机,水毁后第一时间进驻现场,对沿线的水毁情况进行调查,主要包括^[9]:测量沿线洪痕数据,调查现况道路、桥梁主要损坏情况,总结水毁原因,调查沿线沟峪的自然灾害情况(包括泥石流、滑坡等)。为提升公路韧性,相关调查资料在设计中加以应用,为项目开展提供了强有力支撑。

(1) 道路跨越河沟处,尽量避开河道弯道处,在河道顺直段布设桥跨^[3]。

(2) 跨河沟桥梁孔径适当放大,结合 23·7 洪痕调查,桥梁跨径应适当满足超标洪水的泄洪需求^[3]。

(3) 道路路基临河段,结合 23·7 洪水调查,设计中必须注意其主沟位置,路基应尽量在河沟洪水漫溢范围外布设。

(4) 全线路面高程满足 100 年一遇防洪标准,同时核对 23·7 洪水水位,应同时满足。

(5) 穿山路基段避开 23·7 洪水中泥石流高发山洪沟,如必须穿行,则以高架桥方式跨越^[4]。

(6) 隧道洞口选择严格避开山洪沟,从无集中汇水的山体坡面进出洞。

(7) 山洪沟的涵洞设置以一孔通过,不压缩沟道为主,并适当加大设计余高在 0.5 ~1 m 左右,涵洞形式应为矩形涵和拱涵为主,涵洞底应有一定坡度并作好涵洞进出口的处理,以免引起大石块阻塞涵洞和山洪冲刷,造成水毁^[3-5]。

(8) 加强路基、桥梁冲刷等防护工程的设置,结合 23·7 洪水冲刷深度调查、适当提高防护工程的防护级别^[6]。

1.1.2 走廊带综合优选

综合考虑地形、地貌,沿线村镇分布、立交节点及相关设施设置条件,对拒马河南北两岸进行深入比选,推荐北岸走廊带。该走廊带山势相对平缓,纵向沟峪相对开阔且村镇分布多,更利于服务沿线并发挥生命通道的辐射作用(见图 1)。



图1 涞宝新线高速公路规划线路示意图

1.1.3 BIM 与 GIS 融合选线

整合地形、地质、环境敏感点等多源数据,实现三维可视化选线,精准避让拒马河水生动物自然保护区、一级水源保护地、地质公园一级保护区及地质灾害高风险区,同时积极开展生态红线不可避免论证,力求将对生态保护红线影响降到最低。

1.1.4 运行速度一致性设计

基于预测运行速度图谱动态检验路线指标均衡性,优化路线平纵设计,从源头提升行车安全^[11],本项目设计速度 80 km/h,隧道内圆曲线最小半径 715 m,最大纵坡 3%。小型车运行速度基本在 80~100 km/h 之间,大型车运行速度基本在 70~80 km/h,速度一致性相对较好。大多数路段小型车基本能够以 100 km/h

的速度运行,小型车与大型车运行速度变化趋势一致。本项目相邻路段运行速度差值的绝对值 $|\Delta V_{85}|$ 最大为13.4 km/h,运行速度梯度的绝对值 $|\Delta V|$ 最大为7.8 km/(h·m)。线形设计协调性较好,运行速度差大于10 km/h的路段主要为平曲线路段及隧道出入口路段。

结合运营速度检验,同时考虑本项目桥隧比较高,立交节点处路桥段长度受限,本项目在设计中加强了出口预告措施,设置互通出口300、200、100 m出口预告标志,基于项目位于隧道出口,距离受限,存在明洞效应,同时设置相应出口预告地面文字。

1.2 路基、路面工程

路基、路面设计积极贯彻安全耐久、绿色低碳、海绵城市和低影响开发的设计理念。

1.2.1 高模量沥青混合料提高路面耐久性

本项目下面层采用ATB-25高模量沥青混合料,提高路面整体刚度和耐久性,落实长寿命路面的设计理念。

1.2.2 功能性路面提高运营安全

项目在隧道进出口、主线进出口段铺设低冰点沥青路面,实现路面“小雪可融,大雪不黏”的效果,提高冬季雨雪天气的运营安全。

所有隧道内上面层采用阻燃沥青,避免隧道内发生火灾时沥青混合料参与燃烧释放大量烟气,为人员逃生创造更有利条件,同时可减少环境污染。

隧道内沥青混凝土采用温拌沥青,可大大减少沥青混合料生产过程中的燃料消耗,同时可减少沥青混合料由于温度过高产生的沥青烟,减少有害气体排放,贯彻绿色低碳理念。解决公路隧道内沥青路面施工中排放有毒、有害气体对施工人员的健康危害。

1.2.3 隧道洞渣资源化利用

本工程隧道洞渣约378万 m^3 ,采用路基填筑、碎石化利用的方式消纳,剩余洞渣与地方政府协调,将洞渣进行资源化处理。实现“零弃渣”目标,不再设置取弃土场,最大限度保护环境。

1.2.4 积极落实海绵城市及低影响开发的设计理念

根据预防为主、保护优先、防治结合、综合治理的设计原则,本工程排水采取工程措施和非工程措施相结合的综合管理手段。根据环评要求,同时考虑本工程排水需求,在立交区、分离式路基之间或高架桥下,结合现场地形建设梯田式人工湿地4处(见图2),兼具雨水控制、消能等功能,部分湿地兼具应

急池和沉淀池的作用。另单独设置应急池1座,沉淀池2座。



(a)



(b)

图2 人工湿地

1.3 桥涵工程

设计荷载:公路—I级,设计基准期100年。桥梁设计注重标准化、轻型化,践行环保理念。

(1)上部结构:常规桥梁推荐采用预制预应力混凝土T形梁(跨径30~40 m),便于山区装配化施工;跨越深谷景区(如东湖港、西湖港)推荐采用连续刚构桥,结构轻盈、景观协调。

(2)下部结构:广泛采用柱式墩、矩形薄壁墩,减少对山体的破坏。桥台优先采用埋置式,避免大开挖。

(3)水环境保护:跨越水源保护区的桥梁,设置完整的桥面径流收集系统,引至应急事故池,防止水体污染。

1.4 隧道工程

1.4.1 隧道建筑限界:差异化精准设计,控造价保安全

严格遵循《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1—2018),以功能适配、分级管控为原则,按隧道长度与交通特征实施差异化断面设计。短隧道采用12.75 m净宽断面,与路基、桥梁标准断面一致,保证路幅连续性、行车舒适性与视距条件,避免路幅突变引发事故。中、长及特长隧道采用10.25 m净宽断面,在满足车道宽度、侧向余宽、检修道与消防设施布设前提下,合理收缩内轮廓。

1.4.2 线位与洞口优化:源头把控安全、环保与可实施性

以运行速度一致性、环境友好、少拆少迁为目标,在设计阶段开展多轮线位与洞口方案比选,从源头降低征地拆迁、边坡失稳、运营安全风险,提升工程可实施性与全寿命周期经济性。隧道平面线性设计优先采用大半径曲线,尽量避免设置超高、加宽,同时严格控制纵坡与坡长,保证隧道内停车视距与

通行能力。隧道洞口主动远离村庄、居民区、敏感建筑,降低施工扰动、运营噪声及灯光影响,采用零开挖、早进洞、晚出洞原则,减少山体开挖与边坡高度,保护原生植被与水土保持。

1.4.3 “长隧短打”与动态设计:新奥法引领,安全高效施工

针对特长隧道施工工期、通风、安全管控难题,开展有无斜井方案专项比选,综合地质、地形、工期、造价、通风确定辅助坑道设置。通过斜井增加掌子面,实现多工作面同步掘进,压缩总工期,改善施工通风与出渣条件。基于实时监测数据动态调整支护参数、开挖工法、闭合时机,软弱围岩及时封闭成环,严控变形。

1.4.4 完善防灾救援体系:全场景、全链条安全保障

以快速疏散、智能联动为目标,构建隧道分级防灾救援系统。洞口条件适宜段设置转向联络车道,满足事故状态下车辆掉头、救援车辆快速进入。隧道内按规范设置车行横通道与人行横通道,形成横向疏散网络。构建监控中心统一指挥平台,实现火灾报警—交通管控—通风排烟—照明切换—应急广播全自动联动,提升应急处置效率。

1.5 路线交叉与交通工程

1.5.1 基于“平急两用”需求及控制条件合理设置立交节点

项目沿线共有相交等级道路5条,其中高速公路1条(项目起点),一级公路1条,二级公路3条,考虑交通需求,主要是沿线村庄与景点的服务,且需兼顾紧急情况下的抢险救援^[14],共设置立交节点4座,U转1处(见图3~图7)。由于山体陡峭,相交沟峪相对狭窄,其中2座立交为半互通立交,通过相邻U转匝道互通,解决全方向的交通转换。立交的选型结合地形地貌,考虑螺旋展线、利用山势展线,相邻U转互补等。

1.5.2 智慧公路系统构建了全方位保障体系

(1)应急指挥调度系统:以日常监控监测预防管理为基础,及时以处置突发事件为中心,以应急事件全过程处理为业务主线,满足日常值守、信息发布、信息采集、应急事件处置、应急资源保障、预案流程定义、现场监控视频查看与情报板交通诱导信息发布等业务管理功能的要求^[12]。

(2)资产管理及智能机电运维平台:基于全周期理念,融合GIS、4G/5G通讯、物联网等技术,构建资产管理和机电运维管理系统,从道路基础设施数据

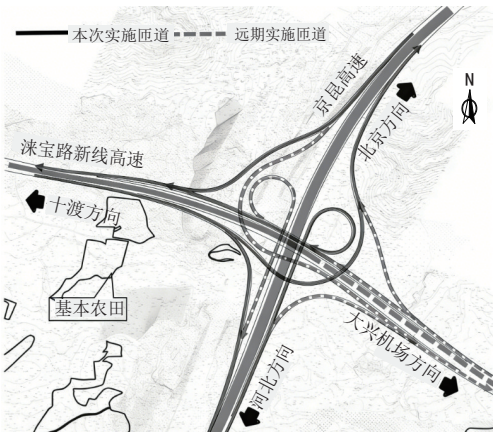


图3 大石窝立交

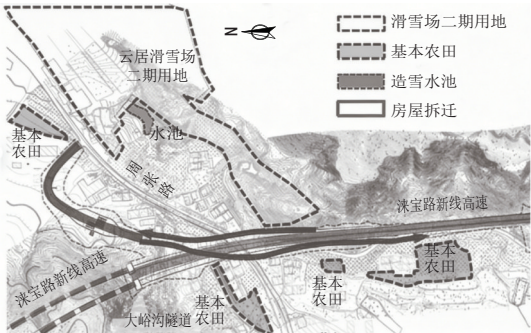


图4 张坊立交

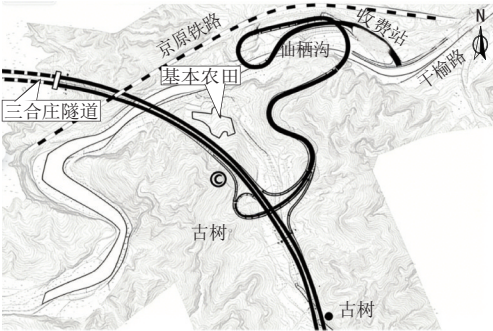


图5 三合庄立交

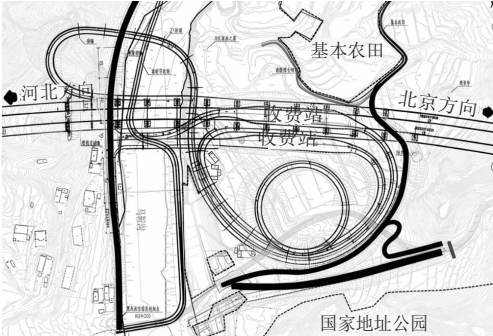


图6 十渡立交

智能采集、挖掘处理和应用着手,可及时掌握资产现状、定期准确评估资产运营状况、高效响应资产养护运维需求,为公路的安全畅通运行和智慧服务提供数据保障。

(3)行车安全诱导系统:本项目沿河道修建,且

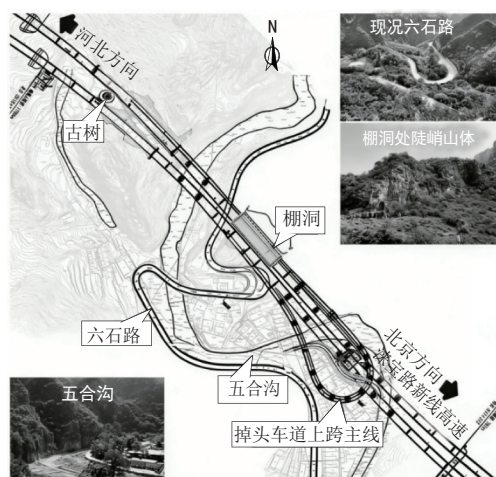


图7 六合村U转匝道

在重山丘区,不良气象条件如大雾等会对行车安全构成很大的威胁。行车安全诱导系统通过整合气象监测、智能灯标等设备,能有效地解决险危道路(特别是雾区)交通安全问题。

(4)互通区安全提升系统:高速公路上下匝道的分合流区、因双方车道车辆运行速度差异以及视野遮蔽等情况,易发生交通事故。互通区安全提升系统通过设置可变限速标志、雷达测速仪、合流区预警设备和智慧路桩进行局部安全提升。

(5)智慧服务区:本项目拟将平峪村服务区打造成智慧服务区,并由服务区管控平台系统、服务区视频监控系统、WIFI交通信息服务系统、信息发布系统、停车诱导系统、视频卡口系统、智慧厕所7个系统组成。

1.6 环境保护与景观

项目严格落实环保要求,绿化设计师法自然,尊重沿途优美的自然景观。秉承花园城市理念,对现状景观进行最大限度的保护,构建了人与自然和谐共处的动感山水画廊^[7-8],创造良好的交通环境。

(1)构建花园城市景观视廊体系:展现生态魅力,强化对远山植被、山体形态、近景水岸、远景水体的视线通达,构建山峰、水体、建筑等多景观要素相依的视觉廊道,塑造充实有致、层次丰富的山水背景,达成“观山水”的视觉效果。保护传统历史景观,合理利用自然与人文资源,演绎历史园林情致,及观历史。

(2)塑造层次丰富的景观视廊界面:注重前、中、后景观层次的塑造,通过重点强化近景树木配置,有效烘托出中景建筑(公路)体量与形式色彩,并与远景山水共同构建首都恢宏大气、古今交融的城市格局。同时,强化山水生态背景下的风貌引导,重点聚

焦城市中等尺度景观的景观品质。

(3)带动周边景区,凸显旅游经济,形成山回路转、车移景异、人景合一的视觉效果,实现道路与山水环境的有机融合。涞宝路新线高速公路全长约30 km,设计结合动视觉原理和车速变化,体现“一线五景”的丰富空间序列变化。

一线:全线景观统一中有变化,以秋色叶为基调,与远景山水共同呈现出首都恢宏美的景观气质。

五景:结合全线开合节奏变化,融合花园城市要求,结合四处立交及一处服务区,打造对应路移景异的五处大景观。

1.7 绿色低碳与可持续发展

积极响应“双碳”国家战略,考虑工程的整体情况,本项目在边坡位置设置光伏发电系统,光伏组件主要拟建在4座立交附近的边坡,共计5处区域布置,光伏面积8 450 m²,安装容量约1 856 kW。边坡光伏发电为立交桥处的5座综合箱变并网,为照明系统、监控外场设备和收费系统等设施供电。

2 平急两用理念的实践

涞宝路新线高速的主要创新在于将“平时高效服务”与“急时生命保障”双重功能深度融合,并系统性地渗入工程细部。

2.1 功能定位目标

项目从规划阶段即明确“平时服务、灾时应急”的双重功能定位,并将其作为所有设计决策的出发点和检验标准。在设计中,从增功能和提韧性两方面实现项目“平急两用”需求。

2.2 增功能兼顾“平急两用”

项目设计阶段通过立交设置、服务区场地布局、永临结合、能源通信保障、紧急连接道设置等方面,实现项目平急两用功能的保障。

2.2.1 立交设置

沿线共设置互通立交4座(1座枢纽立交、3座一般立交),直接服务沿线3个乡镇,互通平均间距约6.8 km,能够满足高速公路与地方道路的交通转换,服务沿线所有乡镇上下高速,构建灾情时西部山区对外的“生命通道”,提升区域防灾、减灾能力。

2.2.2 服务区布置

本项目设置1处综合服务区:平峪综合服务区,不仅作为旅游休憩区,且在规划时已预留场地与建筑,可在“急时”转换功能^[15],实现平急转换和平疫转换(见图8~图10)。

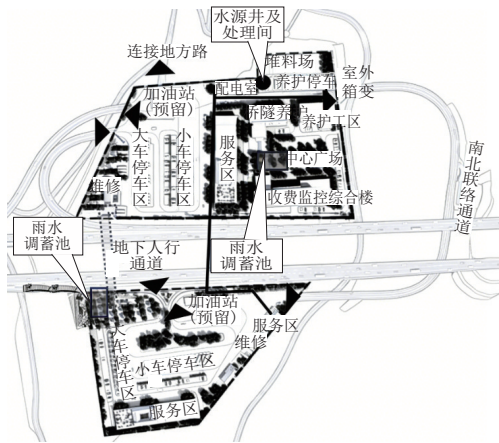


图8 平时布局

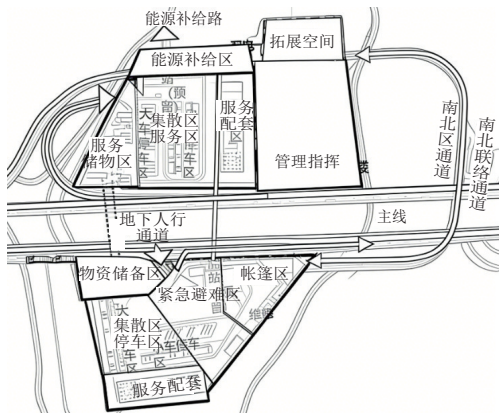


图9 平急转换布局

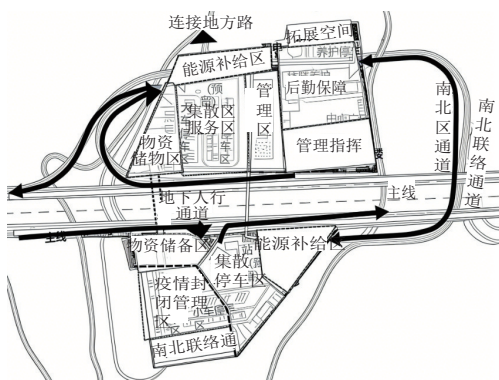


图10 平疫转换布局

平时布局:提供常规加油、充电、停车、购物、餐饮、住宿等功能,并与周边旅居集散基地的餐饮、住宿、休闲娱乐、应急隔离等功能整合,充分利用空间资源,发挥整体效益,实现优势互补,服务地方促进经济发展。

平急转换:应对自然灾害等紧急情况,对建筑功能、人员流向、停车物资等进行调整优化,实现平急转化;紧急情况结束后,可快速便捷恢复原有日常使用功能和需求,利用服务区及管理中心原有建筑作为应急指挥、应急住宿及库房等使用,场地作为应急仓储及救援场所使用,现有停车场作为集散区停车

区,紧急情况下能将现有布局转换为“管理区、物资区、停车区、休息区”。

平疫转换:突发疫情时,南侧服务区可单独封闭,实现平疫转化。紧急情况结束后,可快速便捷恢复原有日常使用功能和需求。利用南侧服务区用地、南服务区综合楼作为封闭管理用地及疫情期间管理指挥用房。北侧服务区及管理中心原有建筑作为非感染区应急指挥、应急住宿及库房等使用;场地作为应急仓储及救援场所使用;现有停车场作为集散区停车区。

2.2.3 紧急横向联络通道

本工程全线在隧道洞口外设置8处联络道,保证紧急情况下掉头或对向交通导行。另外本工程隧道内每间隔750~1000 m设置车行横通道,每间隔250~350 m设置人行横通道,在突发情况下,亦可用于紧急掉头、对向交通导行、人员逃生等需求。

2.2.4 紧急人行通道开口

结合现状地方路,在村庄附近,预留紧急人行通道开口2处,平时封闭,紧急情况下开通供人进入高速等待救援。

2.2.5 “永临结合”联络道

结合施工便道设置情况和周边村镇需求,将施工便道保留,设置“永临结合”联络道3处,平时封闭,紧急情况下可立即启用,实现高速公路救援力量向沿线村镇的快速辐射,解决了生命通道“最后一公里”的接入问题。

1#通道位于大峪沟,2#通道主要服务于六石路,隧道洞口施工便道保留作为与地方道路的紧急联络道,紧急情况下服务沿线村庄。3#通道为平峪服务区与地方路设置的开口,主要服务于平峪村、西石门村及西部十大路沿线,根据需要,除紧急情况外在旅游高峰也可作为临时通道实现与景区的联系,实现交融。

2.2.6 能源及通讯

电力冗余与共享:项目新建的双路10 kV供电线路,与沿线现有村庄10 kV供电线路路由基本平行。后期如村庄需应急用电,供电公司可根据村庄用电负荷及高速公路新建10 kV用电负荷情况,将分界室、开闭器的备用回路(村庄现状10 kV电力与本次高速公路新建10 kV电力对接)分给沿线村庄供电。

通信骨干网应急备份:项目敷设的主干通信光缆,在沿线乡镇附近预留接口,可作为周边公共通信网络的应急备用骨干链路,在极端灾害导致公共通

信中断时,为应急指挥提供关键保障。本项目在每个收费站、服务区、管理中心、隧道口变电站配置卫星电话,在光缆通信中断情况作为应急通信使用,从而保障紧急情况下的通信。

2.3 全周期韧性提升体系构建

项目将“提升韧性”作为重要目标,构建了多层次韧性体系。

(1)提标准:在满足既有标准体系的情况下利用23·7水毁调查数据复核,适当提高相关设计标准,强化结构安全冗余度、保障全天候通行能力等一系列具体技术措施,实现提升工程抗洪能力、增强结构耐久性及确保应急响应通达性的目标。

(2)结构韧性:采用高性能材料,并加强桥梁抗震设计,同时重视隧道不良地质处治,确保主体工程在灾害冲击下的稳固性。

(3)网络韧性:通过与现况涞宝路、十大路形成“双通道”格局,构建路网冗余,避免交通完全瘫痪。

(4)管理韧性:设计完备的智慧监控系统、应急预案及多部门联动机制,提升对突发事件的实时感知、快速响应与协同处置能力。

3 结 论

北京涞宝路新线高速公路工程,是在国家推动“平急两用”公共基础设施建设、提升城市韧性、促进区域协同发展等重大战略背景下,诞生的一项标志性交通基础设施项目。它创新性地将“生命救援通道”、“旅游经济走廊”、“区域协同干线”三大功能融为一体,实现了工程价值的最大化。

涞宝高速设计基于一套系统性的创新设计理念:以“平急两用”为核心功能导向,以“安全、韧性”

为根本技术底线,以“绿色、环保”为生态红线,以“智慧、创新”为重要实施手段。通过走廊带优选、桥隧结构优化、资源循环利用、智慧系统集成以及紧急连接道等细部设计,将宏观战略落地为工程设计实践。涞宝高速公路的设计,通过前瞻性融入多重社会责任,采用精细化、一体化的设计创新思路,为国内高速公路平急两用设计实践开创了新路径,其技术经验可为类似山区高速公路及生命线工程设计提供参考。

参考文献:

- [1] 北京市市政工程设计研究总院有限公司. 涞宝路新线高速公路初步设计说明书[Z]. 北京:北京市市政工程设计研究总院有限公司, 2024.
- [2] 北京市交通委员会. 北京“23·7”特大暴雨洪涝灾害灾后恢复重建交通专项规划[Z]. 北京:北京市交通委员会, 2023.
- [3] 北京市规划和自然资源委员会. 北京市公路工程防洪设计指南[EB/OL]. 北京市规划和自然资源委员会, (2026-03-04)[2025-06-10]. https://ghzrzyw.beijing.gov.cn/biaozhunganli/bz/szjgdjt/202506/t20250610_4110208.html.
- [4] 潘可明,路文发. 北京山区桥梁水毁灾后重建设计思考[C].//2024年全国桥梁学术会议. 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2024.
- [5] JTG C30—2015 公路工程水文勘测设计规范[S].
- [6] 甘肃省交通科学研究院集团有限公司. 甘肃省公路水毁灾后恢复重建工程技术指南[M]. 北京:人民交通出版社, 2021.
- [7] 穆祥纯. 基于创新理念的城市桥梁及市政建设[M]. 北京:人民交通出版社, 2012.
- [8] JTG B04—2010 公路环境保护设计规范[S].
- [9] JTG/T C10—2007 公路勘测细则[S].
- [10] JTG 1001—2017 公路工程标准体系[S].
- [11] DB41/T 419—2005 高速公路设计指南[S].
- [12] DB42/T 2463—2025 高速公路智慧化设计指南[S].
- [13] CJJ 129—2009 城市快速路设计规程[S].
- [14] JTG D80—2006 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范[S].
- [15] DB61/T 2017—2025 高速公路绿色服务区评估指南[S].