

延崇高速公路(北京段)绿色公路探索与实践

李智¹,张骐¹,周盛²

(1.北京市首都公路发展集团有限公司,北京 100073; 2.中交公路规划设计院有限公司,北京 100088)

摘要:在交通运输部大力推进绿色公路建设的行业背景下,延庆—崇礼高速公路被列为第一批绿色公路典型示范工程中的首个项目。笔者基于区域自然、人文环境特点,根据延崇高速公路(北京段)建设需求,设计了5大理念,共25项绿色、生态环保新技术,以缓解延崇高速公路(北京段)建设对周边生态环境的影响。绿色、生态环保新技术的应用可为北京市及全国绿色公路建设探索与实践创新提供依据和参考。

关键词:延崇高速公路;绿色公路;节能环保;智慧创新

中图分类号: U 412.366 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7767(2019)03-0017-04

Exploration and Practice of Green Expressway from Yanqing to Chongli in Beijing Section

Li Zhi, Zhang Qi, Zhou Sheng

1 绿色公路建设背景

自1988年中国大陆第1条高速公路建成以来,我国高速公路建设得到了飞速发展,并倍受世界瞩目;截至2017年末,我国高速公路以13.26万km的总里程位居世界首位,平均每年建成高速公路4.5万余km^[1]。已有研究表明,大型跨省跨地区高速公路建成后,破坏了公路沿线生态环境,给沿线环境造成了严重的损失。例如:改变了沿线原有土地利用方式、植被类型;破坏了当地稀有物种原有的栖息地类型,降低了区域生物多样性等^[2-5]。

如何从绿色、生态的角度出发,结合现代先进科学技术,来缓解高速公路建设对沿线生态环境的破坏,成了绿色公路建设中的重点问题^[6-8]。国外主要从评价体系入手,提出了缓解高速公路建设对周边环境产生的影响,例如美国提出的《绿色公路评价体系》和《基础设施可持续性评价体系》;加拿大提出的《路面可持续评价体系》和《加拿大道路建设者道路节能指南》^[9-11]。国内主要发布了绿色公路建设的系列通知,如交通运输部发布的《关于开展绿色公路典型示范工程建设的通知》和《关于实施绿色公路建设的指导意见》。

延崇高速公路被我国交通运输部列为第一批绿色公路典型示范工程中的首个项目,是服务于2019年延庆世园会、2022年北京冬奥会重要赛场的联络线。该

研究综合项目区自然环境特征,分析冬奥会、世园会和绿色公路建设需求后,构建了由5大理念共25项绿色、生态环保新技术组成的延崇高速公路生态环保技术实践体系,力求运用诸多绿色、生态环保新技术,缓解高速公路建设对沿线生态环境的影响,为绿色公路建设和持续发展打下良好基础。

2 项目概况

延崇高速公路(北京段)位于北京市西北部,道路起点位于京藏高速公路营城子互通立交,接兴延高速公路,终点位于张山营镇京冀界,全长约33.7km,桥隧比高达92%,是北京通向河北张家口、山西大同、内蒙古等西北地区的交通要道。项目沿线植被较茂密,地下水资源丰富,道路沿线穿越北京松山国家级自然保护区,毗邻官厅水库一级水源保护区、野鸭湖国家湿地公园、妫水河一级水源地保护区、佛峪口水库、玉渡山风景区、蔡家河湿地、汤泉观温泉等众多生态环境敏感点,环保要求高,建设周期短,建设难度大。

3 延崇高速绿色公路建设实践探索

结合项目区自然、人文环境特征及《关于实施绿色公路建设的指导意见》中涉及的技术,分析项目建设前期、建设期和运营期可能对沿线生态环境产生的影响后,分别从生态引领、低碳集约、景观融入、服务共享、智慧创新5大理念,设计应用了25项绿色、生态环保

新技术(见图1),用以缓解延崇高速公路(北京段)建设对沿线声环境、水环境及重点野生动植物保护区等的影响。

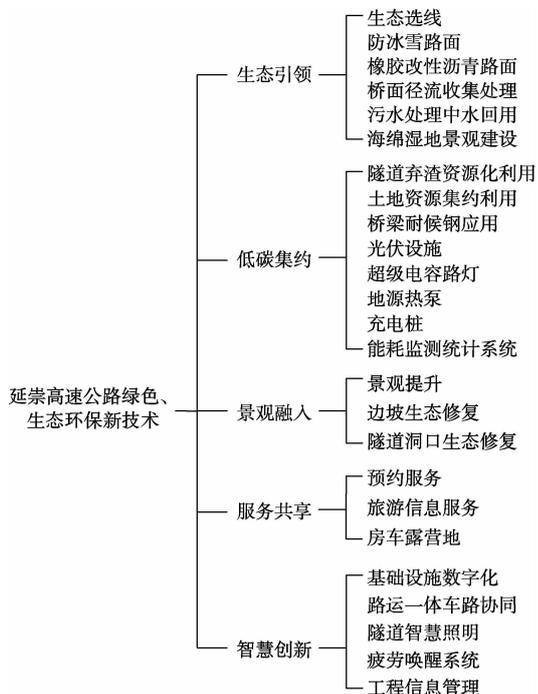


图1 延崇高速公路绿色环保、生态环保新技术实践体系

3.1 生态引领

项目从生态选线、防冰雪路面、橡胶改性沥青路面、桥面径流收集处理、污水处理中水回用、海绵湿地景观建设6大类别实现生态引领。

1)生态选线:为避让生态环境敏感区,对拟建路线进行生态选线。平原段避让妫水河一级水源地保护区、野鸭湖国家湿地公园;山区段避让松山国家级自然保护区的核心区和玉渡山风景区(见图2)。



图2 避让松山国家级自然保护区的核心区

2)防冰雪路面:项目研发了有机盐类抗凝冰,将甲

酸钠、缓释剂、粘结剂等通过制药造粒工艺制备为沥青路面外加剂,掺入沥青混合料中,在妫水河隧道两侧大纵坡路段试验铺设防冰雪路面675m(见图3),降雪后路面饱水状态下有机盐分随动水析出,通过降低路表水膜冰点来防止路面凝冰,提高冰雪天气下过往车辆的行驶安全,同时减少了人工除雪的成本和无机盐类融雪添加剂对动植物、结构物、土壤的影响。



图3 防冰雪路面效果图

3)橡胶改性沥青路面:将废旧轮胎加工成细小颗粒,经过一系列物理、化学反应,制成橡胶改性沥青,平原段主、辅路各采用橡胶改性沥青路面8km和5km,山区段全线采用橡胶改性沥青路面,有效降低车辆行驶中的噪声,并消耗废旧轮胎。

4)桥面径流收集处理:在项目水环境敏感区(官厅水库、温泉大桥)设计桥面雨水收集系统,并在桥下收集池中设计径流收集池和生态滤床,确保桥面径流达标排放。

5)污水处理中水回用:在妫川路管理养护区(K0+940.580)、山区隧道管理所(K15+548.168)、妫水河隧道管理所(K5+997)及阪泉服务区(K12+664)设计污水处理、中水循环利用系统,实现污水“零排放”。

6)海绵湿地景观建设:结合自然地形,在京新高速—国道110立交桥桥区构建梯级雨水海绵湿地工程。海绵湿地占地约25hm²,汇水面积41hm²,桥区新建雨水收集设施的有效容积为8400m³。在收集雨水资源的同时,增加了雨水的消纳和净化,减少了高速公路建设对周边水文环境的不利影响。

3.2 低碳集约

项目建设过程中,通过集约利用土地资源,合理使用隧道弃渣,应用耐候钢桥梁、光伏设施、超级电容路灯、地源热泵、充电桩和能耗监测统计系统等达到低碳集约的目的。

1)隧道弃渣资源化利用:项目隧道出渣约600万m³,

路基填筑利用约320万 m³,剩下弃渣作为建材资源,供冬奥会、世园会及沿线有关乡镇使用。

2)土地资源集约利用:项目桥隧比高达92%,较公路用地指标少占地约100 hm²,减少对土地占用。

3)桥梁耐候钢应用:上跨大秦铁路转体桥采用耐候钢箱梁,减少涂装对环境的影响和后期养护成本。

4)光伏设施:综合美国宇航局(NASA)卫星观测资料和METEONORM太阳能辐射资源数据,得出项目所在地年辐照量可达5 169.6 MJ/(m²·a),资源水平属于2类地区,适合开发建设光储充项目。在起点管理区餐厅屋顶、车棚及花架棚顶,蔡家河服务区东西两侧停车服务设施和设备用房,山体隧道管理所和隧道间遮阳棚等位置设计光伏设施,为道路沿线照明、服务区电动汽车充电桩及其他用电设备提供电能。

5)超级电容路灯:项目试验段设计1 km 超级电容路灯,共55杆,具备快速充电、超宽工作温度、深度充放电、低电压和低内阻等特性,突破了光伏照明的传统储能技术瓶颈,无需利用市电,达到运营期节能减排效果。

6)地源热泵:在阪泉服务区内预设地源热泵系统,具有环境和经济效益显著、节省空间、维护简单、污染小等优点。

7)充电桩:在阪泉服务区内设计充电桩,为新能源汽车提供电能,支持新能源汽车的发展和推广应用。

8)能耗监测统计系统:项目在能耗设备上加装了分级计量设备及数据传输系统,准确计算高速公路路基、路面、桥梁、隧道、互通、机电、房建等工程建设期的能耗,实时动态展示耗能及污染物以及车流量情况,实现精细化管理及服务水平的提升和功能分析。

3.3 景观融入

结合项目区域文化特征,通过沿线景观提升、边坡生态修复、隧道洞口生态修复实现沿线景观融入,并设计地域化门户景观展示地域文化。

1)景观提升:基于景观生态学、景观美学和行为心理学理论,将长城、冬奥、古崖和山戎文化融入到隧道洞口、服务区、养护区房建设计等方面,满足城市居民旅游出行的城际高速要求,带动沿线旅游资源的开发利用,促进生态型公共产品的输出。

2)边坡生态修复:项目自主研发了植被混凝土和多孔质建筑混凝土边坡生态修复技术,结合传统拱形骨架护坡、六棱花饰护坡、SNS主动防护网和锚杆框架

结构等方式,在自然保护区和生态环境敏感区,对沿线边坡进行生态修复,构建沿线完整的绿色生态廊道。

3)隧道洞口生态修复:基于景观生态学理论,结合地域文化,对沿线隧道洞口进行生态修复和地域文化融入。例如,妫水河隧道洞口融入了长城文化(见图4)。



图4 妫水河隧道洞口效果图

3.4 服务共享

延崇高速公路坚持“以人为本”的原则,通过增设预约服务、旅游信息服务、房车露营地,提升高速公路服务水平。

1)预约服务:项目设计了车位、滑雪及周围景点门票预约服务系统,服务区内设计有智能售卖和信息服务机器人,提高高速公路人性化服务。

2)旅游信息服务:公路沿线增设观景台、停车区、小型服务站、旅游信息指示与引导等游憩服务设施,充分展示“景观视廊”,为游客和司乘人员提供便捷、舒适的乘车体验。

3)房车露营地:阪泉服务区内拟布设房车露营地,支持阪泉郊野公园旅游开发,为公众提供旅游服务。

3.5 智慧创新

通过基础设施数字化、路运一体车路协同、隧道智慧照明、疲劳唤醒系统、施工期环境监测和工程信息管理等内容,提升延崇高速公路全线智能化设计。

1)基础设施数字化:选取社会影响大、安全风险高的大跨高墩桥梁2座(温泉大桥、上跨大秦铁路转体桥)、长大隧道3处(妫水河隧道、玉渡山隧道、松山隧道)、超高边坡3处(2个路堑边坡和填方路基)和保护区水质1处(妫水河和松山保护区),通过Web端、PC端和手机APP端,对桥梁高墩的跨中挠度、隧道外围断面收敛、边坡表面位移指标、水资源水质状况进行监测和管理。

2)路运一体车路协同:试验段设计车路协同、自

自动驾驶系统,实现多场景下的人车路有效协同,保证交通安全,提高通行效率,建成安全、高效、环保的延崇高速交通系统,其西沙屯无人驾驶测试场地如图5所示。



图5 西沙屯无人驾驶测试场地

3)隧道智慧照明:采用智能化高精度、高效率的光能调控技术,隧道内色温、亮度可根据隧道外(天气、时段)自然光的变化而变化,解决“黑洞”或“白洞”效应,满足驾驶员安全舒适视认的要求,解决隧道洞口驾驶员眼部适应问题,同时达到节能减排的效果,其效果如图6所示。

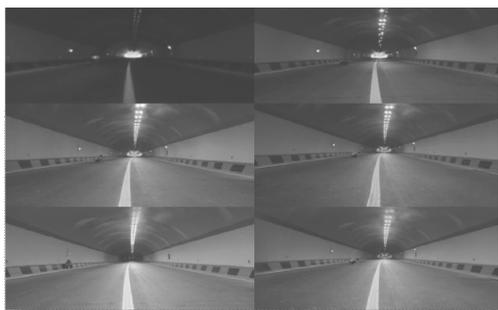


图6 隧道智慧照明

4)疲劳唤醒系统:研究表明,驾驶员在进入长隧道内约3.8 km处易产生疲劳,蓝、紫、青光对疲劳唤醒程度最高,唤醒刺激时间以6~7 s为宜(景观段长度为150~200 m)。拟在松山、玉渡山特长隧道内试验设计疲劳唤醒系统,通过景观和颜色的变化调节激素水平,起到唤醒作用。

4 结语

延崇高速公路(北京段)通过践行生态文明和交通强国战略,结合世园会和冬奥会的绿色环保要求,构建了延崇高速公路生态环保技术实践体系,对带动京

津冀地区绿色公路的建设、促进高速公路的绿色转型升级积累了宝贵的经验,发挥着重要而积极的意义。建议:1)在高速公路前期设计阶段,结合实地情况,重点考虑避让生态红线区、自然保护区、饮用水水源保护区和重点野生动植物栖息地,探索生态环保新技术在项目中的应用;2)在高速公路施工阶段,重点考虑并控制施工噪声、生活污水、施工机械扰动等对周边环境产生的影响;3)在高速公路运营阶段,考虑桥面径流初期雨水、环境风险事故的影响,并重点考虑基础设施的节能减排管理。MET

参考文献:

- [1] 席悦.我国高速公路发展历程[J].中国物流与采购,2018(18):35-36.
- [2] KOEMLE D,ZINNGREBE Y,YU X H. Highway construction and wildlife populations:evidence from Austria[J]. Land use policy, 2018,73:447-457.
- [3] COFFIN A W. From roadkill to road ecology:a review of the ecological effects of roads [J]. Journal of transport geography,2007,15(5):396-406.
- [4] PAUKERT C,SCHLOESSER J,FISCHER J,et al. Effect of in-stream sand dredging on fish communities in the Kansas River USA: current and historical perspectives[J]. Journal of freshwater ecology, 2008,23(4):623-633.
- [5] CHEN Y S,VIADERO R C,WEI X C,et al. Effects of highway construction on stream water quality and macroinvertebrate condition in a Mid-Atlantic Highlands watershed, USA[J]. Journal of environmental quality,2009,38(4):1672.
- [6] 王莉.生态护坡在云南高速公路建设中的应用[D].昆明:昆明理工大学,2009.
- [7] 吴芬.漳梅高速公路建设的环境影响与对策研究[D].福州:福建农林大学,2015.
- [8] 舒翔,杜娟,曹映泓,等.生态工程在高速公路岩石边坡防护工程中的应用[J].公路,2001(7):86-89.
- [9] 樊友庆,王吉庆,张琦.赣南山区公路建设节能环保技术体系构建初探[J].公路,2017(2):167-170.
- [10] 张琴.基于可持续发展理念的绿色公路评价研究[D].重庆:重庆交通大学,2011.
- [11] 黄裕婕,沈毅,秦晓春.绿色公路定量研究的构思[J].公路交通科技(应用技术版),2010(10):304-307.

收稿日期:2019-01-30

作者简介:李智,男,工程师、经济师,硕士,主要从事智慧公路、绿色公路规划设计及科研相关工作。