

道路桥梁隧道工程施工中的难点和养护技术

栗鹏程

四川公路桥梁建设集团有限公司 四川 成都 610000

摘要：本文围绕道路桥梁隧道工程施工难点与养护技术展开系统研究。首先，分析了施工中地质条件复杂多变、结构施工精度控制难度大、工艺适配性不足及施工环境不利影响四大核心难点的具体表现，指出软弱围岩失稳、桥梁基础沉降、工艺执行偏差及极端气象条件是主要制约因素。其次，阐述了日常巡检、结构病害处置、防护加固及养护质量控制四项关键养护技术，涵盖路面裂缝灌缝、梁体碳纤维加固、隧道衬砌注浆堵水及养护材料与工艺全过程管控等内容。研究表明，精准识别施工难点并科学实施养护技术，是保障道路桥梁隧道工程全寿命周期安全运行的重要途径。

关键词：道路桥梁隧道；工程施工；施工难点；养护技术

引言：道路桥梁隧道工程是交通基础设施建设的核心组成部分，其施工质量与养护水平直接关系到交通运输安全与工程使用寿命。然而，此类工程属于典型的线性基础设施项目，施工过程中面临地质条件复杂多变、结构施工精度要求高、工艺衔接难度大及施工环境制约等多重难点，各难点相互关联、相互制约，严重影响工程建设质量与进度。同时，工程投入运营后，受交通荷载反复作用与自然环境侵蚀，结构易产生裂缝、渗水、沉降等各类病害，养护技术的科学性与规范性成为保障结构长期安全运行的关键。本文系统梳理道路桥梁隧道工程施工中的核心难点及其具体表现，深入分析日常巡检、结构病害处置、防护加固及养护质量控制等关键养护技术，旨在为工程施工管理与后期养护工作提供系统性技术参考。

1 道路桥梁隧道工程施工中的核心难点

道路桥梁隧道工程属于线性基础设施建设项目，施工过程涉及多种复杂工况叠加，其核心难点主要集中在地质条件适配、结构施工精度、工艺衔接及施工环境适应四个方面，各难点之间相互关联、相互制约，直接影响工程施工质量与建设进度。（1）在地质条件适配方面，道路桥梁隧道工程往往穿越不同地质单元，可能面临软弱围岩、断层破碎带、高地下水位、岩溶发育区、膨胀性地层等复杂地质条件。不同地质段落对支护参数、开挖方法、防水方案的要求差异显著，施工过程中地质条件的不确定性易导致围岩失稳、突水突泥、地表沉降等工程事故，增加了施工方案动态调整的难度。（2）在结构施工精度方面，桥梁工程对墩台定位、梁体线形控制、预应力张拉及合龙段精度的要求极高，隧道工程对洞身开挖轮廓、衬砌厚度、仰拱及二次衬砌的几

何尺寸控制同样严格。施工过程中受测量误差、模板变形、混凝土收缩徐变及温度效应等因素影响，结构实际尺寸与设计值之间易产生偏差，给施工质量控制带来较大挑战。（3）在工艺衔接方面，道路桥梁隧道工程涵盖土方开挖、桩基施工、结构浇筑、预制构件安装、防水处理等多道工序，各工序之间的衔接时序与质量传递要求严格。任何一道工序的延误或质量缺陷，均会对后续工序的正常开展产生连锁影响，增加了施工组织管理的复杂度。（4）在施工环境适应方面，工程多处于野外露天作业环境，受高温、严寒、雨季、大风等气象条件及交通导改、管线迁改等既有设施约束的影响，有效施工窗口期有限，施工组织难度大，安全风险较高^[1]。

2 道路桥梁隧道工程施工难点的具体表现

2.1 地质条件复杂多变的制约

地质条件是制约道路桥梁隧道工程施工的首要因素，不同区域地质差异显著，岩土体物理力学性质、地下水赋存状态及地质构造发育程度的不同，均会给施工带来多重阻碍。（1）隧道施工中，常遇到软弱围岩、岩溶发育、断层破碎带及高地下水位等复杂地质情况。软弱围岩自稳能力差，开挖过程中极易发生掌子面坍塌、初期支护变形及围岩松动等问题，增加施工安全风险；岩溶发育区域存在溶洞、溶槽等不良地质体，易引发突水突泥事故；地下水丰富区域若排水措施不到位，将导致洞内积水严重，不仅影响施工作业面推进，还可能侵蚀混凝土及钢材，降低结构耐久性。（2）桥梁施工中，地基地质条件直接决定基础施工质量。若地基承载力不足或存在不均匀沉降隐患，会导致桩基偏位、承台开裂及墩台倾斜，进而影响上部结构的整体稳定性与使用安全。道路施工中，软土、冻土、膨胀土及滑坡体等不良

地质路段,易出现路基不均匀沉降、纵向开裂及边坡失稳等问题,增加路基填筑与压实施工难度,且运营期易引发路面结构破损与行车安全隐患^[2]。

2.2 结构施工精度控制难度大

道路桥梁隧道工程结构复杂,对施工精度要求极高,尤其是桥梁上部结构、隧道衬砌结构及道路平整度的控制,稍有偏差就可能影响工程质量和使用安全。桥梁施工中,预应力张拉、梁体浇筑、支座安装等环节,需严格控制尺寸偏差和受力均匀性,若预应力张拉力度不足或偏差过大,会导致梁体开裂、变形;梁体浇筑过程中,若模板安装不牢固、混凝土浇筑不均匀,会影响梁体外观质量和结构强度。隧道施工中,衬砌施工的厚度、平整度及衬砌与围岩的贴合度控制难度较大,衬砌厚度不足会降低隧道承载能力,贴合度不够易产生空隙,引发衬砌开裂、渗水等病害。道路施工中,路基压实度、路面平整度的控制难度较高,压实度不足会导致路基沉降,路面平整度不达标会影响行车舒适性,且易加剧路面磨损。

2.3 施工工艺适配性不足的问题

道路桥梁隧道工程施工工艺多样,不同工程部位、不同地质条件需适配对应的施工工艺,若工艺选择不当或工艺执行不到位,会导致施工质量隐患。隧道施工中,开挖工艺、支护工艺的适配性直接影响施工安全和效率,如软弱围岩路段若采用刚性开挖工艺,易引发围岩坍塌;支护工艺执行不规范,如锚杆安装深度不足、喷射混凝土强度不够,会降低支护效果。桥梁施工中,基础施工工艺、上部结构安装工艺的适配性至关重要,如深水基础施工若未结合水深、地质条件选择合适的施工工艺,会导致基础施工困难、质量不达标;预制梁安装过程中,若吊装工艺不当,会导致梁体碰撞、移位,影响安装精度。道路施工中,路基填筑、路面摊铺工艺的执行质量直接影响工程质量,如路基填筑未分层压实、路面摊铺厚度不均匀,会导致路基路面出现破损、沉降等问题^[3]。

2.4 施工环境的不利影响

道路桥梁隧道工程多在露天及开放环境下作业,极易受到自然气候条件与周边既有环境的双重制约,显著增加施工组织难度与工程风险。(1)在自然环境方面,高温、暴雨、严寒、大风等极端气象条件对施工进度与工程质量产生直接负面影响。高温天气下,混凝土水分蒸发速率加快,易产生塑性收缩裂缝,沥青混合料摊铺温度控制难度增大;暴雨天气易引发路基边坡冲刷、基坑积水及围堰溃堤,严重威胁施工安全与结构稳定性;严寒环境下,

混凝土拌合物入模温度难以保证,水泥水化反应受阻,早期强度增长缓慢,同时施工机械液压系统响应迟钝、柴油发动机启动困难,影响设备正常运转。(2)在周边环境方面,部分工程需在城市建成区、居民密集区或河道邻近区域施工,作业空间受限,受既有交通流量、周边建筑物基础保护及地下管线迁改等因素制约,大型机械调度与材料运输效率显著降低。同时,施工过程中产生的噪声、振动及扬尘污染受到环保法规与居民投诉的严格管控,迫使施工单位调整作业时间与工艺方案,进一步制约施工进度与工艺选择的灵活性。

3 道路桥梁隧道工程的养护技术

3.1 日常巡检养护技术

日常巡检是道路桥梁隧道工程养护工作的基础环节,通过建立定期、系统、全面的巡检机制,能够及时发现结构表面及内部存在的轻微病害与潜在隐患,为后续养护决策与处置方案的制定提供可靠依据。(1)道路巡检重点关注路面平整度、横向与纵向裂缝、坑槽、车辙、沉降等病害类型,采用人工目视巡检与专业仪器检测相结合的方式,定期对路面结构层厚度、压实度、弯沉值及平整度指数进行量化检测,同时及时清除路面堆积杂物与积水,防止水分下渗导致路基强度降低,避免病害持续发展。(2)桥梁巡检重点检查桥梁基础、支座系统、梁体结构及桥面铺装等关键部位,仔细观察基础是否存在不均匀沉降与开裂现象,支座是否存在移位、老化损坏及脱空情况,梁体是否存在受力裂缝、混凝土剥落与钢筋锈蚀,桥面是否存在铺装层破损与排水不畅等问题,对发现的轻微隐患及时进行修补处理,防止病害扩展影响结构安全。(3)隧道巡检重点检查衬砌结构、洞内路面及排水系统运行状况,观察衬砌是否存在环向裂缝、渗漏水、混凝土剥落与空鼓,路面是否存在破损、积水,排水沟及盲管是否畅通,及时清理隧道内杂物、疏通排水管道,确保隧道结构安全与正常通行。

3.2 结构病害处置技术

道路桥梁隧道工程投入使用后,受荷载、环境等因素影响,易产生各类结构病害,需针对性采用处置技术,及时修复病害,恢复结构性能。(1)道路病害处置方面,针对路面裂缝,可采用灌缝、贴缝等技术,填充裂缝,防止雨水渗入路基;针对路面坑槽,采用切割、清理、填补、压实等工序,修复坑槽,恢复路面平整度;针对车辙,可采用铣刨、重铺等技术,改善路面行驶性能。(2)桥梁病害处置方面,针对梁体裂缝,根据裂缝宽度和深度,采用灌浆、粘贴碳纤维布等技术,加固梁体,防止裂缝扩大;针对支座损坏,及时更换支

座,确保支座受力均匀;针对基础沉降,采用注浆加固等技术,提高地基承载力,控制沉降量。(3)隧道病害处置方面,针对衬砌裂缝,采用灌浆、喷射混凝土等技术,修复裂缝,增强衬砌强度;针对衬砌渗水,采用防水卷材铺设、注浆堵水等技术,完善防水系统;针对衬砌剥落,清理破损部位,重新喷射混凝土或粘贴衬砌材料,恢复衬砌完整性^[4]。

3.3 防护加固技术

防护加固技术主要用于提升道路桥梁隧道结构的承载能力和稳定性,预防病害发生,适用于结构出现老化、承载力不足等情况。(1)道路防护加固方面,针对路基稳定性不足,采用加筋土、锚杆支护等技术,增强路基抗沉降、抗冲刷能力;针对路面承载力不足,采用加厚路面、铺设土工合成材料等技术,提升路面承载性能。(2)桥梁防护加固方面,针对梁体承载能力不足,采用粘贴碳纤维布、增设预应力等技术,加固梁体结构;针对桥梁墩柱,采用外包钢板、注浆加固等技术,增强墩柱强度和稳定性;针对桥面,采用铺设防水涂层、增设防滑层等技术,提升桥面防水、防滑性能。(3)隧道防护加固方面,针对围岩稳定性不足,采用锚杆、锚索、喷射混凝土联合支护等技术,增强围岩承载力;针对衬砌结构老化,采用粘贴钢板、注浆加固等技术,提升衬砌强度;针对隧道进出口边坡,采用喷锚支护、挡墙防护等技术,防止边坡坍塌。

3.4 养护质量控制技术

养护质量控制是保障道路桥梁隧道工程养护效果的关键环节,需通过科学的技术手段与管理措施,对养护过程、养护材料及养护工艺实施全过程严格控制,确保养护作业达到预期技术标准。(1)在养护材料控制方面,应严格筛选符合工程设计要求与现行规范标准的材料,包括混凝土修补料、沥青混合料、防水卷材、碳纤维布加固材料及化学灌浆液等,所有材料进场前须进行性能检测与质量验收,确保其强度、粘结力、耐久性 etc 指标满足养护需求,杜绝因材料质量缺陷导致养护效果不达标。在养护工艺控制方面,须严格按照养护技术规

范与专项施工方案执行各项作业,对灌浆、粘贴碳纤维布、裂缝修补、压实等关键工序制定明确的操作标准与质量验收要求,规范各工序的施工参数与操作流程,确保工艺执行到位,提升养护质量的稳定性与可靠性。

(2)在养护过程控制方面,应建立完善的养护技术台账,详细记录每次巡检结果、病害类型与处置措施、养护作业内容及材料用量等信息,定期对养护效果进行检测评估,依据评估数据动态调整养护方案。同时,应加强养护人员的专业技术培训,提升其操作技能与质量意识,保障养护作业的规范性与专业性^[5]。

结束语

道路桥梁隧道工程施工难点与养护技术研究对于保障交通基础设施安全运行具有重要的工程价值。本文系统剖析了地质条件、施工精度、工艺衔接及环境适应四方面施工难点,明确了软弱围岩、基础沉降、工艺偏差等关键制约因素,并从日常巡检、病害处置、防护加固及质量控制四个维度构建了养护技术体系。研究表明,施工阶段需强化地质预判与工艺适配,运营阶段需落实全过程质量管控与科学养护,二者协同方能保障工程全寿命周期性能。未来,随着智能监测、新型加固材料及数字化管理技术的深度应用,道路桥梁隧道工程的施工精细化水平与养护智能化程度将持续提升,为交通基础设施高质量发展提供坚实技术支撑。

参考文献

- [1]盛建军,苏卫.道路桥梁隧道工程施工中的难点和养护技术[J].中国高新科技,2024(3):146-148.
- [2]刘鑫.道路桥梁隧道工程施工中的难点和养护技术研析[J].汽车周刊,2024(10):0124-0126.
- [3]邓永宇.分析道路桥梁隧道工程施工中的难点和养护技术[J].建筑与装饰,2024(12):61-63.
- [4]刘凯运.探析道路桥梁隧道工程施工中的难点和养护技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(5):0057-0060.
- [5]徐来明.道路桥梁隧道工程施工中的难点与养护技术分析[J].散装水泥,2024(4):74-76+82.