公路桥梁与隧道施工中的技术难点与对策

梁 军

宁波路桥工程建设有限公司 浙江 宁波 315000

摘 要：公路桥梁与隧道施工面临诸多技术难点，如地质条件复杂、结构稳定性要求高、施工环境恶劣等。针对这些难点，本文提出一系列对策，包括进行详细地质勘察与实时监测、引入先进施工技术与设备、改善施工环境与加强安全保障等。这些对策旨在提升施工效率和质量，降低施工风险和成本，为公路桥梁与隧道施工的安全、顺利进行提供有力保障。通过实践应用，这些对策已取得显著成效，为类似工程的施工提供有益借鉴。

关键词：公路桥梁；隧道施工；技术难点；对策

1 公路桥梁与隧道工程的重要性

公路桥梁与隧道工程在国家经济发展和建设中扮演着举足轻重的角色。它们不仅是交通运输网络的关键组成部分，更是连接各地经济、促进文化交流的重要纽带。桥梁工程能够跨越天然障碍，如河流、峡谷等，使交通线路得以延续，极大地缩短了地区间的通行时间，提高运输效率。而隧道工程则能够穿越山体等难以逾越的地形，不仅优化交通路线，还减少对自然环境的破坏，保护生态平衡。从经济发展的角度来看，公路桥梁与隧道工程的建设能够带动相关产业的发展，如建筑材料、施工机械、运输服务等，从而创造大量的就业机会，促进区域经济的繁荣。这些工程还能够提升地区的物流能力，吸引更多的投资，推动产业升级和结构调整。在社会层面，公路桥梁与隧道工程的建设对于提高人民生活水平、增强社会凝聚力具有重要意义。它们使得人们的出行更加便捷，促进了城乡之间的交流与融合，有助于缩小城乡差距，实现共同富裕。这些工程还能够提升应对自然灾害的能力，如洪水、地震等，为人民群众的生命财产安全提供更加坚实的保障。

2 公路桥梁施工技术难点分析

2.1 结构施工难度大

公路桥梁的结构施工难度大，主要体现在桥梁结构的复杂性和多样性上。桥梁设计需考虑到载荷分布、材料性能、施工技术等多种因素的综合影响，以确保结构的稳定性和耐久性。桥梁往往需跨越河流、峡谷等复杂地形，这增加了施工的难度和风险。例如，在桥梁的过渡段施工中，容易出现结构变形情况，导致桥头跳车等现象，这对施工技术的要求极高^[1]。桥梁结构的复杂性还体现在预制构件的应用上，这些构件体积庞大、重量巨大，给运输、安装带来了新的挑战。

2.2 专业技术水平要求高

公路桥梁施工需要高水平的专业技术支撑。这包括桥梁设计、施工监控、结构分析等多个方面。在桥梁设计阶段，工程师需根据地质勘察结果和交通需求，制定科学合理的施工方案。在施工监控阶段，需对桥梁的施工过程进行实时监测，确保施工质量和安全。结构分析则涉及到桥梁的受力分析、稳定性计算等，要求工程师具备扎实的力学基础和计算能力，随着工程技术的发展，新型材料、新技术的应用也使得施工技术的要求不断提高。

2.3 施工环境复杂多变

公路桥梁的施工环境复杂多变，这是施工过程中的一大难点。施工环境的不确定性主要来源于自然条件与人为因素的多样性。自然条件方面，桥梁施工往往位于多种地质结构交错的区域，如软土层、岩石层等，每种地质条件都有特定的技术难题与风险。气候条件的变化，如暴雨、高温、寒冷等，也会影响施工安全和进度。人为因素方面，施工过程中需协调的利益相关方众多，如政府部门、环保组织、周边居民等，他们的要求和影响力都会造成施工条件的改变。

3 隧道施工技术难点分析

3.1 地质条件复杂

隧道施工面临的首要技术难点在于地质条件的复杂性。隧道穿越的地层可能包含软土、硬岩、断层、岩溶、地下水等多种地质构造，每种地质条件对隧道施工都提出了不同的挑战。例如，软土地层可能导致隧道掘进时地面沉降，硬岩地层则可能增加掘进难度和成本。断层和岩溶等不良地质条件更可能引发隧道塌方、涌水等严重安全事故。

3.2 施工技术要求高

隧道施工技术要求极高，这主要体现在掘进技术、支护技术、防水技术等多个方面。掘进技术需根据地质

条件选择合适的掘进方法,如钻爆法、盾构法等,并确保掘进过程中的精度和效率。支护技术则是隧道施工中的关键环节,需根据围岩的稳定性和掘进进度选择合适的支护形式,如锚杆、钢架、喷射混凝土等,以确保隧道的稳定性。防水技术则要求隧道施工过程中采取有效措施防止地下水渗漏,保护隧道结构和设备的正常运行。这些技术不仅要求施工人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,还需不断更新和升级,以适应不断变化的地质条件和施工需求^[2]。

3.3 施工环境恶劣

隧道施工环境通常十分恶劣,这主要体现在空间狭小、通风不良、照明不足等方面。隧道掘进过程中,施工人员需在狭小的空间内进行高强度作业,这不仅增加了施工难度和安全隐患,还可能影响施工人员的身心健康。隧道内的通风和照明条件往往受限,这可能导致空气质量差、能见度低等问题,进一步加剧了施工环境的恶劣程度。

4 公路桥梁施工技术难点对策

4.1 加强技术培训与人才引进

面对公路桥梁施工技术难点的挑战,加强技术培训与人才引进是提升施工能力和质量的关键对策。首先,技术培训是提升现有施工人员技能水平的有效途径。通过定期组织专业技能培训、邀请行业专家进行授课、开展现场实操演练等多种方式,可以系统性地提升施工队伍在桥梁结构施工、材料应用、安全控制等方面的专业技能。培训内容应涵盖最新的施工技术和行业标准,确保施工人员能够及时掌握最新的知识和技术动态,提升施工效率和安全性。在技术培训的同时,人才引进也是解决技术难题的重要策略。通过校企合作、人才引进计划等方式,吸引具有丰富经验和专业技能的高端人才加入施工团队。这些人才不仅能够带来先进的施工理念和技术手段,还能在团队中起到传帮带的作用,带动整体技术水平的提升。建立合理的激励机制,鼓励员工参加各类技能竞赛和资格认证,不仅能够激发员工的积极性和创造力,还能为团队储备更多的人才资源。在加强技术培训与人才引进的过程中,还需注重知识的传承与创新。通过建立内部知识库、技术交流平台等机制,促进施工团队内部的知识共享和经验交流,加速新技术的推广和应用。

4.2 优化施工设备与工艺

在设备选择方面,应根据施工项目的具体需求和地质条件,选用合适的施工机械设备。随着科技的发展,智能化、自动化的施工设备逐渐普及,如无人机巡检、

智能监控系统等,这些设备的应用能够大幅提升施工过程的精准度和安全性。在施工工艺方面,应注重技术创新和流程优化。通过引入先进的施工技术,如预应力技术、模板施工技术等,能够提升施工质量和效率。对传统的施工工艺进行流程优化,如通过精细化施工管理,减少施工过程中的浪费和重复劳动,提升施工效率。还应注重施工过程中的质量控制,通过严格的检验和测试,确保每个施工环节都符合设计要求和质量标准^[3]。在优化施工设备与工艺的过程中,还需注重设备的维护和保养。定期对施工设备进行检查和维护,确保设备的正常运行和安全性。建立设备管理制度,对施工设备的使用、保养、维修等环节进行规范化管理,延长设备的使用寿命,降低施工成本。

4.3 强化施工环境管理

在施工现场管理方面,应注重施工区域的合理规划,确保施工道路畅通、材料堆放有序、施工机械合理布局,以提升施工效率和安全性。建立严格的施工管理制度,对施工人员的行为进行规范和约束,防止施工过程中的违规行为和安全事故。在环境保护方面,应注重施工过程中的节能减排和生态保护。通过采用环保型施工材料、优化施工工艺、加强废弃物处理等措施,减少施工过程中的环境污染和生态破坏。建立环保监测体系,对施工过程中的环境质量进行实时监测和评估,确保施工活动符合环保要求。在保障施工人员身心健康方面,应注重施工环境的改善和劳动保护。通过加强通风、照明、降噪等措施,改善施工环境,减少施工过程中的职业病风险。提供必要的劳动保护用品和设施,如安全帽、防护服、防护眼镜等,确保施工人员的安全。还应建立健康管理制度,定期对施工人员进行健康检查和职业病筛查,及时发现和处理健康问题。

5 隧道施工技术难点对策

5.1 详细地质勘察与实时监测

针对隧道施工技术难点,首要对策在于进行详细的地质勘察与实时监测。地质勘察是隧道施工前不可或缺的一环,它直接关系到隧道施工的安全性和效率。在施工准备阶段,应组织专业地质勘探队伍,利用地质雷达、钻探取样等多种手段,对隧道穿越区域的地质构造、岩层分布、地下水情况等进行全面、细致的勘探。通过地质勘察,可以准确掌握隧道沿线地质条件的变化规律,为施工方案的制定提供科学依据。地质条件往往具有复杂性和不确定性,仅凭一次性的地质勘察难以完全预见施工中的所有地质风险。实时监测主要依赖于各种传感器和监测设备,如应力应变监测仪、位移监测

仪、地下水监测井等,这些设备能够实时采集隧道掘进过程中的地质数据,如围岩变形、地下水压力变化等。通过对这些数据的分析,可以及时发现地质异常情况,为施工决策提供及时、准确的信息支持。在实施详细地质勘察与实时监测的过程中,还需注重数据的整合与分析。建立地质信息数据库,将地质勘察和实时监测数据纳入统一管理,利用大数据和人工智能技术,对数据进行深度挖掘和分析,揭示地质条件与施工风险之间的内在联系,为施工方案的优化和调整提供科学依据,建立预警机制,当监测数据达到预设的阈值时,自动触发预警信号,提醒施工人员采取相应措施,避免事故的发生。

5.2 引入先进施工技术与设备

随着科技的进步,隧道施工技术不断更新换代,如全断面掘进机(TBM)、盾构机等大型机械化施工设备的广泛应用,极大地提高了隧道掘进的效率和安全性。这些设备具有掘进速度快、自动化程度高、对地质条件适应性强等特点,能够显著降低施工风险和成本。除了大型机械化施工设备外,还应注重施工技术的创新与应用。例如,采用超前支护技术,通过预注浆、锚杆支护等手段,提前加固隧道前方的围岩,提高隧道的稳定性;采用信息化施工技术,利用BIM(建筑信息模型)技术,对隧道施工过程进行三维模拟和可视化展示,帮助施工人员更好地理解施工流程,提高施工精度和效率;采用智能化监控系统,通过集成传感器、视频监控等技术,对隧道施工过程中的关键参数进行实时监测和控制,确保施工质量和安全^[4]。

5.3 改善施工环境与安全保障

隧道恶劣施工环境危及人员健康与施工安全,改善环境、强化安保刻不容缓。通风照明上,装大功率通风设备,保障空气流通,稀释有害气体,提升空气质量;精心建设维护照明设施,确保光线充足,增强人员可见度与作业效率。安全保障层面,配全安全帽、防护服、安全鞋等个人防护装备,立严格制度规范人员操作,防违规事故。强化应急管理 with 救援能力,制应急预案、组救援队伍,事故发生能迅疾响应、妥善处置。关注人员身心健康,定期体检筛查,开展心理健康教育辅导,帮施工人员疏解压力、增强心理韧性,营造安全高效施工

环境。(1)隧道照明具体设置:隧道照明需分区段精细规划,入口段亮度要求最高,一般需达到2000-3000lux,以帮助驾驶员快速适应从亮处到暗处的视觉变化,该区域照明灯具间距通常设为3-5米,采用高亮度、显色性好的LED灯具,呈双侧对称布置,保障光线均匀度。过渡段亮度逐步递减,灯具间距可适当拉大至5-8米,照明亮度调整至500-1000lux。中间段保持稳定照明,满足基本行车可视需求,亮度维持在100-300lux,灯具间距8-12米。出口段与入口段类似,亮度提升,方便驾驶员适应外部强光,灯具间距3-5米。所有灯具需定期清洁、维护,确保照明效果始终达标。(2)隧洞通风排风机设置:隧洞通风要依隧道长度、断面大小、施工进度与地质条件综合考量。短隧道(小于1000米),可在洞口两端各设一台轴流风机,采取压入式通风,让新鲜空气直入隧道,风机功率依隧道断面面积计算,每平方米适配10-15立方米/分钟的通风量。长隧道(大于1000米),需接力式通风,每隔500-800米设通风竖井或斜井,搭配射流风机辅助,射流风机安装在隧道顶部或侧壁,间距100-150米,保障风流稳定、空气循环顺畅。施工期间,持续监测空气质量,按需调整风机运行参数,保障洞内氧气充足、有害气体浓度合规。

结束语

综上所述,公路桥梁与隧道施工中的技术难点不容忽视,但通过科学合理的对策和措施,这些难点可以得到有效解决。本文提出的对策不仅具有理论意义,更具有重要的实践价值。随着科技的不断进步和施工技术的不断创新,相信未来公路桥梁与隧道施工将会更加安全、高效、环保。期待更多的专家学者和施工人员共同探索和实践,为公路桥梁与隧道施工事业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]余文魁.公路桥梁隧道工程开挖防护施工技术研究[J].运输经理世界,2022(15):95-97.
- [2]李宝玺.路桥隧道工程开挖支护的施工技术[J].中国新技术新产品,2021(21):105-107.
- [3]吴双良.公路桥梁公路桥梁隧道工程施工中灌浆加固技术的应用研究[J].工程技术研究,2021(24):60-62.
- [4]罗汉勇.公路桥梁公路桥梁隧道工程施工中灌浆加固技术的运用研究[J].中国设备工程,2021(18):169-170.