

高速公路隧道施工技术的应用措施

张鹏鸽

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 高速公路隧道施工技术应用至关重要, 关乎工程整体质量与安全。本文围绕高速公路隧道施工技术展开探讨, 阐述了隧道爆破、开挖、支护及防排水等关键施工技术要点, 同时针对施工质量控制从施工前准备以及施工过程中等环节提出相应措施, 涵盖施工图纸会审、场地布置、材料及人员准备等多方面内容, 也对施工安全管理, 如制度建立、教育培训、风险评估、现场管理及应急救援体系建设等方面进行详细剖析, 旨在为高速公路隧道施工提供全面参考与指导。

关键词: 高速公路隧道; 施工技术; 应用措施

引言: 随着交通建设的持续推进, 高速公路不断向山区等复杂地形延伸, 隧道工程数量日益增多。高速公路隧道施工所处环境复杂, 面临地质多变、安全风险高等诸多挑战, 其施工技术的合理应用直接影响着隧道工程的质量、进度以及后续运营安全。鉴于此, 深入探究高速公路隧道施工技术以及与之紧密相关的质量控制和安全管理措施显得尤为必要, 这将有助于保障高速公路隧道工程的顺利实施, 提升交通网络的整体效能。

1 高速公路隧道施工技术概述

高速公路隧道施工技术是一个复杂且系统的工程技术体系, 旨在确保隧道建设的安全、高效与质量稳定。它涵盖了多种关键技术类型, 相互配合以应对复杂的地质条件与施工环境。隧道开挖技术是基础, 包括全断面开挖法、台阶法、分部开挖法等, 需依据围岩稳定性与地质状况灵活抉择, 以控制开挖对围岩的扰动并保障施工效率。支护技术对维持围岩稳定至关重要, 初期支护如锚杆、喷射混凝土和钢拱架能及时加固围岩, 二次支护则进一步增强隧道结构的承载与耐久性。防排水技术关系到隧道的使用寿命与行车安全, 通过铺设防水层与构建完善排水系统, 防止地下水渗漏与积水。超前地质预报与监控测量作为辅助技术, 可提前探知地质变化并实时监测施工动态, 为施工决策提供依据, 有效降低安全风险与质量隐患, 共同推动高速公路隧道工程的顺利进展与长期稳定运行^[1]。

2 高速公路隧道施工技术

2.1 隧道爆破技术

隧道爆破技术极为关键。需依据地质状况, 如岩石硬度、节理分布等确定爆破方案。精准计算炸药用量与炮孔布局, 采用光面爆破可使开挖面平整, 减少超挖与

欠挖。钻孔作业要求精确, 确保孔位、孔深和角度符合设计。起爆网络要可靠, 严格控制爆破震动速度, 防止对周边围岩及建筑物造成破坏。爆破后及时通风排烟, 检查效果并清理危石, 为后续施工创造安全稳定的作业面, 保障隧道施工顺利推进。

2.2 隧道开挖技术

隧道开挖技术决定施工进度与安全。全断面开挖法效率高, 但对围岩稳定性要求高, 常用于围岩坚固的地段。台阶法将断面分层, 能适应一定程度围岩变化, 上层开挖后可为下层提供作业空间与支护条件。分部开挖法针对围岩较差区域, 如CD法、CRD法等, 通过逐步开挖与及时支护控制围岩变形。施工时要密切关注围岩动态, 结合超前地质预报优化开挖方式, 确保施工安全与隧道成型质量。

2.3 隧道支护技术

初期支护迅速为围岩提供支撑, 锚杆深入围岩内部, 增强其整体性与承载能力; 喷射混凝土快速封闭围岩表面, 防止风化剥落; 钢拱架在围岩压力较大时发挥重要作用, 与锚杆、喷射混凝土协同受力。二次支护一般采用模筑混凝土衬砌, 在围岩变形稳定后施作, 进一步增强隧道结构强度与稳定性, 为隧道长期使用提供可靠保障, 二者相辅相成, 共同维护隧道结构完整。

2.4 隧道防排水技术

防水通过铺设防水层实现, 防水卷材或涂料在初期支护与二次支护间形成屏障, 施工时要注意卷材粘贴紧密、无破损, 涂料均匀无漏涂。对施工缝、变形缝等薄弱部位采用止水带、止水条等特殊处理。排水则依靠洞内排水沟收集地下水与渗漏水, 按一定坡度引至洞外, 洞外设置截水沟、排水渠等防止地表水倒灌。完善的防排水系统可有效避免水害, 延长隧道使用寿命^[2]。

3 高速公路隧道施工质量控制措施

3.1 施工前准备工作

3.1.1 施工图纸会审

施工图纸会审是隧道施工前的关键环节。建设、设计、施工、监理等各方共同参与，对隧道设计图纸进行全面细致审查。重点关注隧道的平纵断面、结构尺寸、支护参数、防排水设计等是否合理且符合规范标准。会审过程中，各方充分交流，及时发现并解决图纸中存在的矛盾、错误或不明确之处，如地质勘察资料与设计的匹配性、不同专业图纸间的衔接问题等。通过施工图纸会审，确保施工团队深刻理解设计意图，为后续精准施工、避免因图纸问题导致的质量事故与延误提供坚实保障，使施工有序开展。

3.1.2 施工场地布置

施工场地布置需综合考量多方面因素以服务隧道施工。合理规划材料堆放场地，根据材料种类、使用频率分区存放，做好防潮、防雨等防护措施，保障材料质量。机械设备停放场地应宽敞、坚实且便于维修保养，利于设备高效周转。生活区设置要满足施工人员居住、饮食、休息等需求，配备必要的生活设施与卫生设施。要规划好施工道路，确保道路畅通，能承受施工车辆的荷载，还要布置好供水、供电系统，保证施工期间水电供应稳定可靠，为隧道施工创造良好的外部环境条件，提高施工效率与质量。

3.1.3 施工材料准备

施工材料准备工作直接关系到隧道施工质量。依据施工进度计划与设计要求，精确计算各类材料的需求量，提前进行采购。对于钢材、水泥、砂石料等主要材料，选择质量稳定、信誉良好的供应商，并严格检验其质量证明文件。材料进场时，进行抽样检测，如钢材的力学性能检测、水泥的强度及安定性检测、砂石料的级配与含泥量检测等，确保材料各项指标符合国家标准与设计规范。对不合格材料坚决予以退回，防止其流入施工环节。

3.1.4 施工人员培训

施工人员培训是提升隧道施工质量的重要举措。针对不同岗位、不同专业的施工人员开展有针对性的培训。技术人员着重培训隧道施工的新技术、新工艺、新规范，使其掌握先进的施工方法与质量控制要点；一线工人重点培训操作技能、安全知识与质量意识，如隧道开挖、支护、衬砌等工序的正确操作流程，施工设备的安全使用规范等。通过案例分析、现场演示、实际操作等多种培训方式，加深施工人员对培训内容的理解与掌握。

3.2 施工过程中的质量控制

3.2.1 开挖质量控制

开挖质量控制是隧道施工的关键。首先要依据设计与地质状况精准选择开挖方法，如全断面、台阶法等，确保对围岩扰动最小。严格控制开挖轮廓，采用激光导向等技术，防止超挖与欠挖，超挖会增加成本与回填量，欠挖则影响衬砌厚度。在开挖过程中，实时监测围岩变化，根据监测数据调整施工参数，如钻爆法中的炸药量与起爆顺序。做好掌子面的稳定性维护，及时清除松动岩石，为后续支护作业提供安全稳定的作业面，保障隧道开挖符合质量要求。

3.2.2 支护质量控制

支护质量对隧道结构稳定至关重要。初期支护应紧跟开挖面，及时施作。对于锚杆支护，检查锚杆长度、间距、锚固力是否达标，确保其有效锚固围岩。喷射混凝土要控制厚度、强度与平整度，保证其均匀覆盖围岩且无空鼓、裂缝。钢拱架安装需检查其加工精度、安装位置与连接牢固性，确保能承受围岩压力。二次支护在围岩变形稳定后进行，衬砌混凝土要控制配合比、浇筑工艺，防止出现蜂窝、麻面、裂缝等质量缺陷，使支护体系发挥最大效能保障隧道安全。

3.2.3 防排水质量控制

防排水质量控制关乎隧道耐久性。防水方面，铺设防水层时确保基层平整、干燥，防水卷材粘贴牢固、无破损，搭接宽度符合要求，防水涂料涂刷均匀且厚度达标。对施工缝、变形缝等关键部位，严格按设计安装止水带、止水条并检查密封效果。排水方面，保证洞内排水沟坡度正确、无堵塞，排水管道连接紧密、畅通，洞外截水沟、排水渠位置合理且能有效拦截地表水，防止水渗入隧道结构，维持隧道内部干燥环境，延长隧道使用寿命。

3.2.4 混凝土衬砌质量控制

混凝土衬砌是隧道的最后防护屏障。在施工前，严格审核衬砌台车的结构与性能，确保其尺寸精准、移动平稳。混凝土制备要精确控制配合比，保证原材料质量稳定，搅拌均匀。浇筑过程中，控制浇筑速度、高度与振捣质量，防止出现离析、漏振现象，确保混凝土密实。衬砌背后要进行回填注浆，填充空隙，增强衬砌与围岩的整体性。加强对衬砌成品的养护，控制养护温度、湿度与时间，防止混凝土表面开裂，保证衬砌强度与耐久性满足设计要求^[2]。

4 高速公路隧道施工安全管理措施

4.1 建立健全安全管理制度

建立健全安全管理制度是高速公路隧道施工安全管

理的基石。明确各级管理人员与施工人员的安全职责,制定安全生产责任制,确保责任落实到每个岗位和每个人。建立安全检查制度,定期与不定期对隧道施工现场、机械设备、施工工艺等进行全面检查,及时发现并整改安全隐患。设立安全奖惩制度,对遵守安全规定、表现优秀的人员给予奖励,对违规作业者进行严厉惩处,形成良好的安全氛围。制定安全技术交底制度,在施工前详细向施工人员交底施工中的安全风险与应对措施,使其心中有数。

4.2 加强安全教育培训

加强安全教育培训是提升施工人员安全意识与技能的重要手段。针对所有参与隧道施工的人员开展多层次、多形式的培训。新员工入职时进行三级安全教育,包括公司级、项目级和班组级,使其全面了解隧道施工的基本安全知识、规章制度与操作流程。定期组织专项安全培训,如针对隧道爆破作业的安全培训,讲解炸药的储存、运输、使用规范以及爆破安全防护措施;对电气设备操作工人进行电气安全培训,包括用电安全知识与设备操作规程。

4.3 安全风险评估与控制

在施工前,组织专业人员对隧道施工全过程进行详细的安全风险评估,综合考虑地质条件、施工工艺、周边环境等因素,识别可能存在的塌方、涌水、瓦斯爆炸、岩爆等安全风险。根据风险评估结果,对风险进行分级分类,制定针对性的风险控制措施。对于高风险的塌方风险,在施工中加强超前地质预报,采用合理的开挖方法如分部开挖法,及时进行支护并增加支护强度;针对涌水风险,提前做好排水方案,设置足够的排水设备并进行预注浆堵水。

4.4 施工现场安全管理

施工现场安全管理是保障隧道施工安全的直观体现。在隧道入口设置明显的安全警示标志,限制无关人员进入。对隧道内的施工区域进行合理划分,设置专门的行人通道与车辆通道,避免人车混行。加强对施工机械设备的管理,定期进行检查、维护与保养,确保设备性能良好且安全防护装置齐全有效,如隧道掘进机的防护栏、通风机的防护罩等。对隧道内的通风、照明系统

进行严格管理,保证通风良好,空气质量达标,照明充足且无死角,为施工人员创造良好的作业环境。加强对火工品的管理,严格执行火工品的储存、领取、使用、退库等制度,防止火工品流失或爆炸事故发生。施工现场安全管理人员要加强巡查,及时纠正违规作业行为,发现并处理安全隐患,确保隧道施工现场始终处于安全可控状态。

4.5 应急救援体系建设

应急救援体系建设是应对隧道施工突发安全事故的最后防线。制定完善的应急救援预案,预案应涵盖隧道施工可能发生的各种安全事故类型,如塌方事故救援预案、涌水事故应急处理方案等。明确应急救援组织架构,包括指挥中心、抢险救援组、医疗救护组、后勤保障组等各小组的职责与分工。配备充足的应急救援物资与设备,如急救药品、担架、抢险工具、排水设备、通风设备等,并定期对应急物资与设备进行检查、维护与更新,确保其处于良好状态。定期组织应急演练,模拟真实的事故场景,让救援人员熟悉救援流程与技能,提高各小组之间的协同作战能力与应急响应速度^[4]。

结束语

在高速公路隧道施工中,各类施工技术的有效应用以及全面的质量控制与安全管理措施是确保工程顺利推进与长期稳定运行的关键所在。通过深入探究隧道爆破、开挖、支护、防排水等技术,并严格把控施工各阶段质量,强化安全管理体系建设,能够极大地提升隧道工程的质量水准,降低安全事故发生的概率,为高速公路的安全畅通奠定坚实基础。

参考文献

- [1]彭子江.高速公路隧道施工管理的注意事项[J].黑龙江交通科技,2020,43(11):123-124.
- [2]高庆力,宋玉良.高速公路隧道施工管理的问题及对策研究[J].居业,2020,38(2):139-140.
- [3]张玉堂.高速公路隧道施工管理的问题及对策探讨[J].城市建筑,2019,16(21):175-176.
- [4]田慧生.山区高速公路隧道施工安全控制[J].交通世界,2019,26(13):116-117.