

铁路施工中隧道工程的施工技术及质量控制

魏 杰

国能朔黄铁路原平分公司东冶工务工队 山西 忻州 原平 034100

摘 要：隧道工程是铁路施工中一个重要且复杂的环节，对施工技术和质量控制要求较高。通过综合梳理隧道工程施工技术，包括施工方法、施工过程管控等方面的内容，针对隧道工程的质量控制，包括质量管理体系、锚固与喷砼技术、支护结构质量控制、地下空间检测与监控等方面进行了详细阐述。

关键词：铁路隧道工程；防水施工技术；施工质量管理

1 铁路隧道工程施工质量控制的重要性

铁路隧道工程是铁路建设的重要组成部分，其施工质量直接关系到铁路工程的质量安全。因此，加强铁路隧道工程施工质量控制具有极其重要的意义。首先，铁路隧道工程施工质量控制是确保铁路工程整体质量安全的关键环节。铁路隧道工程是铁路建设中的难点之一，其施工环境复杂多变，技术要求高，施工难度大。如果施工质量得不到有效控制，不仅会影响铁路工程的整体质量，还会给铁路运营带来极大的安全隐患。加强铁路隧道工程施工质量控制，是确保铁路工程整体质量安全的重要保障。其次，铁路隧道工程施工质量控制是提高铁路建设管理水平的重要手段。通过加强铁路隧道工程施工质量控制，可以推动铁路建设管理水平的提高。在施工过程中，需要对各项技术指标进行严格把控，对施工现场进行全面管理，对施工质量进行全程监控。通过这些措施的实施，可以逐步提高铁路建设管理水平，使铁路工程建设更加科学、规范、有序^[1]。最后，铁路隧道工程施工质量控制也是促进铁路行业发展的重要支撑。随着国家对基础设施建设的不断投入，铁路行业迎来了前所未有的发展机遇。加强铁路隧道工程施工质量控制，不仅可以提高铁路工程的质量水平，还可以推动相关产业的发展，提高行业的整体竞争力。

2 铁路隧道工程施工中存在的质量问题

铁路隧道工程施工是一项复杂且技术含量较高的工程，由于其施工环境的不确定性和施工技术的难度，导致铁路隧道工程施工中存在着一些质量问题。第一，隧道渗漏是铁路隧道工程施工中常见的质量问题。由于隧道衬砌材料的质量不过关或者施工工艺不合理，导致隧道出现渗漏现象。这种质量问题不仅影响隧道的正常使用，还会加速隧道结构的腐蚀和破坏，影响铁路运营的安全。第二，隧道变形也是铁路隧道工程施工中常见的质量问题。隧道变形主要是由于隧道衬砌材料变形或者

背后空洞引起的。这种质量问题会导致隧道结构的不稳定，影响隧道的正常使用和寿命^[2]。第三，铁路隧道工程施工中还存在着其他一些质量问题，例如：施工过程中的临时支护措施不到位，导致隧道结构的不稳定；隧道通风设施不合理，导致隧道内空气流通不畅；施工工艺不规范，导致隧道的几何尺寸不符合设计要求等等。

3 铁路施工中隧道施工工艺技术

3.1 隧道施工方法

3.1.1 传统隧道施工方法

传统隧道施工方法主要包括矿山法和明挖法。矿山法是以钻爆法开挖为主，明挖法是以基坑开挖为主。传统隧道施工方法存在一些缺点，如施工速度较慢、对周围环境影响较大等，已逐渐被新方法和新技术所取代。矿山法是传统隧道施工的主要方法之一，该方法采用钻爆法进行开挖，同时采用钢支撑和喷射混凝土等支护方式。由于矿山法对地质条件要求较高，因此要在施工前进行详细的地质勘探和调查，确定合适的开挖方案和支护措施。在矿山法的施工过程中，需要注意安全问题，如及时进行支护、控制爆破强度等。明挖法也是传统隧道施工的另一方法。该方法适用于浅埋隧道或城市地下工程中地表条件较好的地段。明挖法通过开挖地表或基坑来进行隧道施工，具有施工速度快、对周围环境影响较小等优点。但是，明挖法需要大量的土方开挖和回填，对周围环境和交通影响较大，因此在城市地区使用时需要慎重考虑^[3]。

3.1.2 新型隧道施工方法

新型隧道施工方法主要是基于传统隧道施工方法的基础上发展而来的，结合了新技术和新材料，以提高隧道的施工效率和施工质量。（1）锚杆加固法：锚杆加固法是一种新型的隧道支护方法。该方法采用高强度锚杆深入到围岩中，通过加固围岩来提高隧道的稳定性。锚杆加固法具有施工速度快、对周围环境影响小等优点，

适用于各种地质条件的隧道施工。(2) 喷射混凝土加固法: 喷射混凝土加固法是一种新型的隧道加固方法。该方法通过喷射高性能混凝土和纤维材料, 对隧道内壁进行加固。喷射混凝土加固法具有施工速度快、加固效果显著等优点, 适用于各种地质条件的隧道施工。(3) 地质雷达检测法: 地质雷达检测法是一种新型的隧道检测方法。该方法利用地质雷达对隧道内壁进行无损检测, 可以快速、准确地检测出隧道内壁的缺陷和损伤。地质雷达检测法适用于各种类型的隧道施工, 具有检测精度高、对周围环境影响小等优点^[4]。(4) 水平冻结法: 水平冻结法是一种新型的软土地层隧道施工方法。该方法通过在软土地层中插入水平冻结管, 利用低温将软土地层冻结成固体状态, 以方便隧道的开挖和支护。水平冻结法适用于各种类型的软土地层隧道施工, 具有施工速度快、对周围环境影响小等优点。(5) 超前注浆法: 超前注浆法是一种新型的软弱围岩隧道施工方法。该方法通过在隧道开挖前对围岩进行注浆加固, 以提高围岩的稳定性和承载能力。超前注浆法适用于各种类型的软弱围岩隧道施工, 具有加固效果好、对周围环境影响小等优点。

3.2 隧道掘进技术

隧道掘进技术是隧道施工中的一项核心工艺技术, 其施工方法、设备和工艺流程对隧道的施工质量、安全和效率有着重要影响。常见的隧道掘进技术包括钻爆法、机械开挖法、掘进机法和顶管法等。钻爆法是最常用的隧道掘进方法, 其原理是利用炸药爆破来开挖隧道。在钻爆法中, 钻孔设备用于在岩石或土壤中钻孔, 然后装入炸药进行爆破。爆破后, 需要进行通风、排尘和清渣等作业, 以确保施工安全和效率。钻爆法适用于各种地质条件的隧道施工, 但施工精度和速度相对较低。机械开挖法是利用机械力来开挖隧道的方法。常见的机械开挖设备包括挖掘机、装载机和破碎机等。机械开挖法适用于软土地层和岩石地质条件的隧道施工, 具有施工速度快、对周围环境影响小等优点。但机械开挖法的施工精度相对较低, 需要配合其他工艺技术来提高施工质量。掘进机法是一种先进的隧道掘进方法, 利用大型掘进机械来开挖隧道。掘进机法适用于各种地质条件的隧道施工, 具有施工速度快、精度高、对周围环境影响小等优点。但掘进机法的设备成本和维护成本较高, 需要充分考虑经济效益和技术可行性。顶管法是一种非开挖的隧道施工方法, 利用顶推机械将管道逐节顶入地下。顶管法适用于城市地下工程中地表条件较差的地段, 具有施工速度快、对周围环境影响小等优点。但

顶管法的施工精度要求较高, 需要充分考虑地质条件、管道材料和施工设备等因素。除了以上常见的隧道掘进技术外, 还有一些新型的隧道掘进技术正在逐步推广和应用, 如水平定向钻进、地下连续墙等。这些新型的隧道掘进技术具有更高的施工精度和效率, 能够更好地满足现代铁路施工的需求^[1]。

3.3 锚固与喷砼技术

锚固与喷砼技术是铁路隧道施工中非常重要的工艺, 它们的有效应用能够显著提高隧道的稳定性和安全性。锚固技术主要通过锚杆和锚索对隧道周围岩体进行加固。锚杆主要由钢筋、树脂等材料制成, 通过粘结力与岩体紧密结合, 对岩体进行加固。锚索则是一种具有较大刚度和承载能力的钢绞线, 常用于深度较大或地质条件较为复杂的隧道。在锚固施工过程中, 需要根据隧道的地质条件和设计要求, 选择合适的锚杆和锚索类型, 并确定合理的布置方式和长度。喷射混凝土技术是隧道施工中的另一种重要工艺, 主要用于加固隧道衬砌和防止渗水。喷射混凝土通过喷射设备将混凝土材料均匀地喷射到隧道衬砌上, 形成一层保护层, 提高衬砌的强度和耐久性。喷射混凝土还可以堵塞衬砌中的缝隙, 防止地下水的渗透^[2]。在喷射混凝土施工过程中, 需要选择合适的混凝土类型和配合比, 并确定合适的喷射设备和操作工艺。喷射后的混凝土需要进行修整、养护等表面处理, 以确保表面的平整度和美观度。锚固和喷射混凝土技术的成功应用, 需要施工技术人员具备丰富的经验和技能。

4 铁路施工中隧道工程质量控制

4.1 质量管理体系

为了确保隧道工程的质量, 建立一个健全而有效的质量管理体系是必不可少的。首先, 质量管理体系的核心是建立一个健全、高效的质量管理机构。这个机构应当职责分明, 权责一致, 以便在隧道施工过程中能有效地进行质量管理。从项目经理到现场施工员, 每个人都应明确自己的质量责任, 并在此基础上建立一套完善的质量管理网络。其次, 制定严格的质量管理制度是质量管理体系的重要保障。这些制度应包括材料设备采购、施工过程质量控制、质量检查与验收、质量奖惩等多个方面。通过这些制度的执行, 可以有效地保证隧道施工过程中的质量控制。加强材料设备的质量管理也是非常重要的。所有的材料和设备在进场前都应进行严格的质量检查, 确保其符合设计要求和相关标准。同时, 在施工过程中, 还要定期对材料和设备进行检查和维护, 确保其在使用过程中始终处于良好的状态。最后, 完善的

质量检测体系是保证隧道工程质量的最后一道防线。在施工过程中,应定期对工程进行质量检测,包括施工过程中的质量抽查、隐蔽工程验收、竣工验收等。

4.2 支护结构质量控制

为了确保隧道工程的质量,首先,我们要明确的是,支护结构是隧道工程中最为核心的组成部分之一,其质量直接关系到整个隧道工程的安全性和稳定性。因此,在施工前,需要对支护结构的设计进行严格的审查和论证,确保其符合相关规范和标准。在施工过程中,采取一系列有效的措施,对支护结构的质量进行全面控制。其次,材料的质量是支护结构质量控制的基础^[3]。因此,需要对进场的材料进行严格的质量检查,包括钢材、水泥、砂石等主要材料。对于这些材料,需要检查其质量证明文件、规格型号、性能指标等是否符合设计要求和相关标准。对于不符合要求的材料,进行退回或降级使用。在施工过程中,需要采取一系列有效的措施,对支护结构的质量进行全面控制。最为重要的措施之一是按照设计要求进行施工。根据设计图纸和相关规范,确定合理的施工工艺和操作流程。在施工过程中,进行严格的质量检查和验收,确保每道工序的质量符合要求。

4.3 地下空间检测与监控

4.3.1 地下空间检测

(1) 地质雷达技术:地质雷达是一种无损探测技术,通过发射高频电磁波并接收反射回来的信号,可以探测到地下空间的分布、岩层界面、溶洞、涌水量等地质信息。在隧道施工前,使用地质雷达进行地质勘察,可以为设计提供详细的工程地质资料,避免施工中可能出现的安全隐患^[4]。

(2) 红外线探测技术:红外线探测技术利用不同物质对红外线的吸收和反射不同的原理,对地下空间中的水体、气体等物质进行检测。例如,在隧道施工过程中,通过红外线探测技术可以快速有效地检测出地下空间中的涌水、瓦斯等危险因素。

(3) 激光扫描技术:激光扫描技术利用激光测距原理,对隧道周围的岩石表面进行扫描测量,获取其三维坐标信息。通过分析这些数据,可以精确地计算出隧道轴线的偏移量、断面尺寸等参数,从而对隧道施工过程中的形变进行监测和控制。

4.3.2 地下空间监控

(1) 视频监控系统:在隧道施工中,安装视频监控系统可以实时监控施工现场的安全状况。通过在关键位置设置摄像头,可以全面覆盖施工现场的各个区域,及时发现安全隐患并采取相应的措施进行处理。

(2) 应力应变监测:在隧道衬砌和围岩中布置应力应变监测设备,可以实时监测围岩和衬砌的应力应变情况。通过分析这些数据,可以判断围岩的稳定性和衬砌结构的承载能力,为施工质量控制提供科学依据。

(3) 环境因素监测:在隧道施工中,对环境因素进行监测也是非常重要的。例如,对空气成分、温度、湿度、气压等环境因素进行监测,可以及时掌握隧道内的环境状况,为施工质量控制提供依据。

结语

隧道工程是铁路施工中的重要组成部分,其施工技术和质量控制直接关系到整个铁路工程的安全性和稳定性。在未来的铁路施工中,需要不断探索和研究新的施工技术和管理手段,加强隧道工程的质量控制和管理水平,共同推动铁路事业的发展和应用。

参考文献

- [1]赵兴龙.铁路隧道工程防水施工技术及其质量控制研究[J].建筑技术开发,2019,46(24):36-37.
- [2]晋鹏.铁路隧道工程施工中防水施工技术及其质量控制[J].绿色环保建材,2020(06):118-119.
- [3]阳露.铁路隧道工程施工中防水施工技术及其质量控制[J].门窗,2019(21):196.
- [4]李响.铁路隧道工程施工中的防水施工技术及其质量控制研究[J].建筑技术开发,2019,46(17):45-46.