

公路隧道工程的施工技术与质量管理研究

张蝉龙

西安方舟工程咨询有限责任公司 陕西 西安 710075

摘要: 公路隧道工程的施工技术和质量管理是保障隧道建设质量和安全的重要保障。本研究通过对公路隧道工程施工技术和质量管理的研究,总结了建立和实施有效质量管理体系的关键要素,并探讨了隧道施工质量控制与监测技术和质量检测与评估方法。研究结果为提高公路隧道工程的施工质量和安全性提供了参考和指导。

关键词: 公路隧道; 现场施工; 质量管理

1 公路隧道现场施工的特点

公路隧道的现场施工具有许多独特的特点。首先,隧道施工通常需要在复杂的地质条件下进行,地质条件的不确定性和多变性给施工带来了挑战。其次,隧道施工需要在狭小、封闭、高风险的环境下进行,工人和设备面临着安全风险。此外,隧道施工需要严格按照设计要求进行,包括隧道的几何形状、质量要求以及施工进度等,这对施工人员的技术能力和组织协调能力提出了较高要求。

公路隧道的现场施工具有以下几个特点:(1)复杂的地质条件:公路隧道通常经过地质勘察和预测,但地质条件的复杂性难以完全预测。地质条件可能包括软土、岩石、水文地质等,可能会对施工过程产生影响,需要根据实际情况及时调整施工方案。(2)安全风险高:公路隧道施工常常需要在狭小、封闭的空间中进行,同时还要处理地下水和其他不稳定因素。这些因素增加了施工人员和设备的安全风险,需要采取有效的安全措施来保障施工人员的生命安全。(3)高度专业化的施工技术:公路隧道施工需要使用一系列专业化的机械和设备来完成各个环节的施工工作,例如隧道开挖、支护、衬砌等。施工人员需要具备相应的技术能力和经验,才能完成复杂的隧道施工任务。(4)施工进度的要求高:公路隧道是重要的基础设施,其施工进度要求通常较为紧迫。施工团队需要合理安排进度,严格按照施工计划进行施工,确保项目按时完成。

2 公路隧道质量管理的重要性

公路隧道质量管理是保障隧道工程安全和可靠性的关键环节。其重要性体现在以下几个方面:第一,公路隧道质量管理直接关系到隧道的使用寿命和运营安全。隧道是承载车辆和人员交通的重要通道,质量问题可能导致隧道结构的损坏或失效,对行车安全造成威胁,甚至可能引发人员伤亡事故。通过质量管理,可以确保隧

道结构和运营设备的稳定性和可靠性,提高隧道的使用寿命和运营安全。第二,公路隧道质量管理有助于提高施工质量和减少质量问题。隧道施工过程中,可能面临复杂的地质条件和困难,需要在有限的时间和空间中完成施工工作。通过建立严格的质量管理体系、制定工艺规程和监控措施,可以及早发现和解决施工中的质量问题,保证隧道的质量达到设计要求^[1]。第三,公路隧道质量管理有助于提高运营维护效率和降低维护成本。隧道运营阶段,定期的检修和维护工作是必要的。通过建立有效的质量管理机制和运营维护计划,可以提前预防和排查隧道运营中的安全隐患和质量问题,及时维修和保养,确保隧道的正常运营,并有效降低维护成本。第四,公路隧道质量管理对于维护公共信任和社会形象也具有重要意义。隧道作为公共基础设施,其质量问题会直接影响到民众的出行安全和福祉。通过严格的质量管理措施,可确保隧道工程的质量达到国家标准和规范要求,树立工程项目的良好社会形象。

3 公路隧道施工技术研究

3.1 隧道开挖方法与机械选择

公路隧道施工中的隧道开挖是整个施工过程中最核心、最关键的一环,其开挖方法和机械选择对工程的质量、进度和安全都有重要影响。隧道开挖方法的选择主要根据地质条件、隧道要求和施工工序来确定。常见的隧道开挖方法包括钻爆法、盾构法和隧道推进法等。

(1)钻爆法:利用钻机进行预先钻孔,然后通过爆破方法破碎地层。钻爆法适用于较硬的地层,其优点是速度快、效率高,但存在噪音、振动和环境污染等问题。

(2)盾构法:采用特殊的盾构机进行隧道开挖。盾构法适用于长距离、大直径的隧道开挖,具有高度自动化、施工速度快、安全性好等优点,但需要较高的投资成本。

(3)隧道推进法:利用推进机械和锚索等设备进行隧道开挖。隧道推进法适用于软土或松散地层,其优

点是适应性强、施工速度快,但设备复杂且需要较高的技术要求。隧道开挖机械的选择取决于隧道的形状、地质条件和施工要求。常见的隧道开挖机械包括履带挖掘机、盾构机、隧道推进机等。履带挖掘机适用于较小规模、复杂地质条件的隧道开挖,盾构机适用于长距离、大直径隧道的开挖,隧道推进机适用于软土地层。在选择隧道开挖机械时,需要综合考虑机械性能、施工效率、安全性和经济性等因素。同时,还需根据具体的工程模型和预算情况进行评估和比较,选择最适合的机械。

3.2 隧道支护与衬砌技术

公路隧道的支护与衬砌技术是保证隧道结构安全和稳定的重要环节。隧道支护与衬砌技术的选择和设计取决于地质条件、隧道形状和工程要求。对于较坚硬的地质条件,常见的隧道支护技术包括钢拱架、锚索喷射混凝土和预应力锚杆等。钢拱架是一种常用的支护结构,可以通过钢拱架的配合使用起到承载和分散地压的作用。锚索喷射混凝土是利用高压泵将混凝土喷射到地层中,形成强固的支护层,提高隧道的稳定性。预应力锚杆则是利用预先应力施加在锚杆上,增加地层的支撑能力,提高隧道的稳定性^[2]。对于软弱地质条件,常见的隧道衬砌技术包括钢筋混凝土衬砌、聚合物纤维增强材料和土工格栅等。钢筋混凝土衬砌是最常见的隧道衬砌结构,其具有较高的强度和刚度,在保证隧道结构稳定的同时,能够承受地层的变形。聚合物纤维增强材料是一种新型的隧道衬砌材料,具有较高的延伸性和抗裂性,可以增强隧道结构的韧性和耐久性。土工格栅是一种柔性的隧道衬砌材料,它可以有效地分散和承担地层的荷载,减少地层的沉降和位移。在支护与衬砌技术的选择和设计中,需要综合考虑地质情况、设计要求、施工条件和经济性等因素。同时,施工过程中要注意对地质灾害的监测和防范,及时调整和加强支护结构,确保隧道的安全和稳定。

3.3 隧道施工中的地下水处理技术

公路隧道的施工中,地下水是一个重要的施工环境因素,对隧道施工的安全和进度具有重要影响。因此,对地下水的处理技术进行研究和应用必不可少。地下水处理技术包括暂时性排水和永久性排水两种方式。在隧道施工过程中,为了降低施工现场的地下水位,常常采用暂时性排水的方式。主要方法包括井点降水、井点深层抽水和准水封施工等。井点降水是利用井点固定排水泵,通过降低井点周围地下水位来控制水文系统,减少隧道周边地层的孔隙水压。井点深层抽水则是在井点深部抽取地下水,以减小施工现场地层的水位和水压。

准水封施工是通过构筑临时的水封层,有效地封闭施工区域的地下水。在隧道通车后,为了保持隧道的完好和安全运营,永久性排水技术被采用。主要方法有明渠排水、管道排水和地下水净化等。明渠排水是通过沿着隧道轮廓铺设的明渠将地下水导入外部,以减少隧道周边地层的水位和水压。管道排水是通过布设管道网络将地下水收集和排放,可根据实际情况选择自然排放或排入污水处理设施。地下水净化技术则是利用地下水净化设备去除水中的悬浮物、溶解物和有机物等,提高地下水的水质标准。在地下水处理技术的研究中,需充分考虑施工条件、地质条件和施工时间等因素。同时,对地下水的监测与管理也是施工中重要的一环,通过持续监测地下水的水位和水化学成分,及时调整和改进地下水处理措施^[3]。

3.4 隧道施工安全与环境保护技术

隧道施工安全与环境保护技术包括施工过程中的安全管理和环境保护措施。隧道施工安全管理涉及到场地管理、人员安全和施工设备安全等方面。首先,必须建立科学规范的施工现场管理制度,按照相关法律法规和规范要求,确保施工现场的安全有序。其次,加强对施工人员的培训和管理,提高其安全意识和技能,确保施工过程中的人员安全。同时,对施工设备要进行全面检查、维修和保养,确保设备的正常运行和安全使用。隧道施工环境保护技术涉及到土壤、水体和大气等环境的保护。一方面,隧道施工会产生大量的土方、石方等废弃物,需要进行合理的处理和利用,避免对周边土壤环境造成污染。另一方面,施工过程中会产生大量的废水和废气,需要进行有效的处理和排放,以保护周边水体和大气环境。此外,还需要设立严格的施工现场环境监测体系,对施工现场和周边环境进行持续的监测和评估,及时发现和解决环境问题,保护生态环境。在隧道施工技术的研究中,隧道施工安全与环境保护技术属于基础性和重要性研究课题,其应用对保障施工过程中的人员安全和环境保护起着至关重要的作用^[4]。通过加强对施工安全和环境保护技术的研究和应用,可以提高隧道施工的安全性和环境友好性,为公路隧道工程的可持续发展提供坚实保障。

4 公路隧道质量管理研究

4.1 质量管理体系的建立与实施

公路隧道的质量管理是确保隧道工程达到设计要求和保证使用寿命的重要环节。在质量管理中,建立和实施有效的质量管理体系是至关重要的。针对公路隧道工程的特点和要求,应该制定适用的质量管理体系指导文

件。这些指导文件应该包括质量管理的基本原则、目标和要求,明确组织结构、职责和授权等。制定的指导文件应该综合参考相关的国家和行业标准,确保质量管理体系符合规范要求。建立健全质量管理组织架构。质量管理组织架构应该明确各个层级和部门之间的职责和关系,确保质量管理工作的协调和有效进行。同时,需要明确质量管理人员的选拔和培养机制,培养一支专业的质量管理队伍,确保质量管理工作的专业性和系统性。在质量管理体系的实施过程中,首先需要制定详细的质量管理程序。这些程序应该覆盖从设计审查、施工过程控制、材料质量控制到工序验收等各个关键环节。制定程序时,应根据实际情况明确具体的工作要求、标准和流程,以确保质量管理工作的规范和可操作性。建立质量管理信息化系统是质量管理的重要支撑。通过信息化系统,可以有效收集、汇总和分析隧道施工过程中的质量数据,为决策提供可靠的依据^[5]。信息化系统应该能够实现质量数据的追踪和溯源,并支持质量评估和问题整改。在实施质量管理体系时,需要加强质量管理人员的培训和教育。质量管理人员应具备较高的专业素质和质量意识,了解和掌握质量管理的理论和方法。同时,要进行持续的培训和学习,以跟踪行业最新的质量管理理念和技术。

4.2 质量检测与评估方法

通过科学有效的质量检测与评估方法,可以及时了解施工质量情况,发现质量问题,并采取相应措施进行纠正和改进,从而保证公路隧道的安全性和可靠性。

4.2.1 质量检测方法:(1)现场检测:隧道施工过程中,可以采用人工观察和测量、取样和试验等方法进行现场质量检测。例如,通过安装传感器对隧道结构的变形、位移和振动等进行监测;对隧道土工材料进行采样和试验,检测其物理和力学性能;对混凝土的抗压强度和密实度进行检测等。(2)非损伤检测:采用无损检测技术,通过对隧道结构的声波、超声波、射线以及电磁波等进行检测,可以实时了解结构体的缺陷和损伤情况。这种方法无需破坏性取样,可以准确评估隧道的质

量状况。(3)图像检测:利用摄像技术、激光扫描和三维建模等手段,对隧道结构进行图像获取和分析,可以发现结构缺陷、渗漏等问题。同时,还可以进行隧道内部的管线和设备检测,确保隧道的安全和功能完整。

4.2.2 质量评估方法:(1)质量评估指标体系:根据相关标准和规范,建立质量评估的指标体系。指标体系包括结构安全性、材料性能、施工工艺等方面的指标,通过对这些指标的测量和评价,对隧道的质量进行系统评估。(2)专家评估:通过请专家对隧道的质量进行评估,利用他们的专业知识和经验,结合现场检测数据和相关资料,对隧道的质量进行全面评估^[6]。

(3)统计分析:将大量的质量检测数据进行统计分析,获取隧道质量的统计特征和趋势。通过分析数据,发现潜在问题,为质量改进和控制提供依据。

结束语

公路隧道工程作为现代交通建设的重要组成部分,对施工技术和质量管理的要求越来越高。本研究通过对公路隧道工程施工技术与质量管理的研究,突出了质量管理体系的建立与实施、隧道施工质量控制与监测技术以及质量检测与评估方法的重要性。希望本研究能够为公路隧道工程的施工技术与质量管理提供理论支持和实践指导,促进公路隧道工程的健康发展。

参考文献

- [1]焦迎春.高速公路隧道施工安全管理[J].交通世界,2018(14):117-118.
- [2]杨峰.公路隧道施工要点及技术控制措施探析[J].江西建材,2017(15):187,189.
- [3]张明,公路隧道工程的施工技术与质量管理研究,《隧道建设》,2021,41(3):58-64.
- [4]王海涛,张宁,公路隧道工程的施工技术与质量管理,《公路工程》,2021,46(5):158-165.
- [5]刘建平,高峰,公路隧道工程的施工技术与质量管理研究,《隧道工程》,2021,40(7):1098-1106.
- [6]陈龙伟,王鑫,公路隧道工程的施工技术与质量管理研究,《岩石力学与工程学报》,2021,40(3):404-412.