

隧道施工中喷射混凝土质量控制要点研究

吴酒泉

宁夏交通建设股份有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：随着隧道建设规模的不断扩大和工程要求的日益提高，喷射混凝土作为隧道施工中的重要材料，其质量控制显得尤为关键。本文深入研究了隧道喷射混凝土施工中的质量控制要点，涉及材料选择、施工过程监控以及质量检测等方面。通过优化施工工艺、强化质量控制措施，旨在确保喷射混凝土的性能达到设计要求，提高隧道工程的整体质量和安全性。这些研究成果将为隧道喷射混凝土施工的规范化、标准化提供有益参考。

关键词：隧道施工；喷射混凝土；质量控制；要点

引言：在隧道施工工程中，喷射混凝土技术的应用愈发广泛，其质量控制成为确保工程安全、提升结构性能的核心要素。本文旨在探讨隧道施工中喷射混凝土的质量控制要点，通过分析材料选择、配合比设计、施工参数控制以及质量检测等关键环节，旨在提出有效的质量控制措施。通过系统地研究和实践经验的总结，以期对隧道施工的喷射混凝土质量控制提供理论支持和实际操作指导，进而推动隧道建设行业的可持续发展。

1 隧道喷射混凝土质量控制理论基础

1.1 喷射混凝土的特点

喷射混凝土作为一种特殊的混凝土施工技术，在隧道施工中具有显著的优势和特点。首先，喷射混凝土具有较高的粘结力，能够与隧道围岩紧密结合，形成一个整体承载结构，增强隧道的稳定性和安全性。其次，喷射混凝土的施工速度快，不需要模板和振捣设备，可以迅速形成支护结构，缩短施工周期。此外，喷射混凝土还具有良好的密实性，能够有效地防止隧道渗水和侵蚀。最后，喷射混凝土能够适应复杂的隧道断面形状和不规则的表面，提高了隧道衬砌的适应性和耐久性。

1.2 喷射混凝土的质量控制原理

喷射混凝土的质量控制原理主要包括材料控制、配合比设计、施工参数控制和养护保护等方面。首先，材料质量是喷射混凝土质量控制的基础，包括水泥、骨料、外加剂等原材料的质量选择和控制。其次，配合比设计是影响喷射混凝土性能的关键因素，需要根据工程要求和原材料性能进行科学合理的配合比设计。施工参数控制包括喷射压力、喷射速度、喷射距离等参数的控制，这些参数直接影响喷射混凝土的密实性和强度。最后，喷射混凝土的养护保护也是质量控制的重要环节，需要采取适当的养护措施，确保混凝土在硬化过程中不受到不利因素的影响^[1]。

1.3 质量控制相关标准与规范

在隧道喷射混凝土的质量控制过程中，需要遵循一系列的标准与规范，以确保施工质量和工程安全。这些标准与规范包括国家及地方颁布的相关法律法规、工程建设标准、施工规范、验收标准等。例如，我国有《喷射混凝土支护技术规范》、《隧道工程施工质量验收规范》等针对喷射混凝土施工的具体标准和规范。这些规范对喷射混凝土的原材料质量、配合比设计、施工工艺、质量检测等方面都提出了明确的要求和规定，为隧道喷射混凝土的质量控制提供了有力的依据和指导。在实际施工过程中，施工单位应严格按照这些标准与规范进行质量控制，建立完善的质量管理体系和质量保证机制。同时，还需要加强对施工人员的培训和技术指导，提高施工人员的质量控制意识和技能水平。此外，施工过程中应加强质量监督和检查，及时发现和纠正施工中的质量问题，确保隧道喷射混凝土的施工质量符合设计要求和工程标准。

2 隧道喷射混凝土施工质量控制要点

2.1 材料质量控制

材料质量控制是隧道喷射混凝土施工中的首要环节，它直接关系到喷射混凝土的最终质量和工程的安全性。在隧道喷射混凝土施工前，必须对各种原材料进行严格的选择和检验，以确保其符合工程要求和相关标准。（1）水泥的选择与检验：作为喷射混凝土的主要胶凝材料，水泥的质量至关重要。选择水泥时，应首先考虑其等级和品质，确保所选水泥满足工程对强度和耐久性的要求。同时，考虑到隧道工程所处的环境条件，如湿度、温度等，选择适应性强的水泥类型。此外，对水泥进行质量检验也是必不可少的环节。通过检查水泥的出厂合格证、复试报告等文件，以及进行实际的质量检测，如强度试验、安定性试验等，确保所使用的水泥符

合国家标准和工程要求^[2]。(2) 骨料的选择与检验: 骨料是喷射混凝土的骨架, 其质量直接影响混凝土的力学性能和耐久性。在选择骨料时, 应关注其粒径分布、含泥量、有害物质含量等指标。骨料应具备良好的级配和足够的强度, 以确保喷射混凝土的密实性和稳定性。同时, 对骨料进行质量检验也是必不可少的。通过检查骨料的产地、规格、质量证明文件等, 以及进行实际的质量检测, 如粒径分析、含泥量测定等, 确保所使用的骨料符合规范和设计要求。(3) 外加剂的选择与检验: 外加剂在提高喷射混凝土的工作性能、强度和耐久性方面发挥着重要作用。在选择外加剂时, 应根据工程要求和混凝土性能需求, 选择合适的外加剂类型。例如, 对于需要提高流动性的混凝土, 可以选择减水剂; 对于需要提高抗渗性的混凝土, 可以选择防水剂等。同时, 对外加剂进行质量检验也是至关重要的。通过检查外加剂的厂家资质、产品合格证等文件, 以及进行实际的质量检测, 如与水泥的相容性试验、掺量优化试验等, 确保所使用的外加剂符合国家标准和规范要求。

2.2 施工过程质量控制

施工过程质量控制是确保隧道喷射混凝土质量的核心环节。在隧道喷射混凝土的施工过程中, 必须严格控制各项施工工艺参数和操作要求, 以保证喷射混凝土的质量和性能符合设计要求。(1) 喷射设备的选择与调试。选择性能稳定、操作简便的喷射设备对于保证喷射混凝土的质量至关重要。在选择喷射设备时, 应综合考虑工程规模、施工条件、混凝土性能等因素, 确保所选设备能够满足施工要求。同时, 设备在使用前应进行全面的调试和检查, 包括喷射压力、流量、速度等各项指标的校准, 确保设备在施工过程中能够稳定运行, 为喷射混凝土的质量提供有力保障。(2) 喷射施工工艺参数的控制。喷射施工工艺参数的控制是确保喷射混凝土质量的关键。在施工过程中, 应严格控制喷射压力、喷射速度、喷射距离等关键参数, 以确保喷射混凝土的密实性、均匀性和强度。具体而言, 喷射压力应根据混凝土的稠度和输送距离进行调整, 喷射速度应与喷射压力相匹配, 以保证混凝土能够均匀喷射到隧道壁面上。此外, 喷射距离也需合理控制, 避免过远或过近导致混凝土质量受损。通过精细控制这些工艺参数, 可以确保喷射混凝土的质量稳定可靠^[3]。(3) 喷射混凝土的养护与保护。喷射混凝土在硬化过程中需要适当的养护和保护措施, 以确保其性能得到充分发挥。在施工过程中, 应采取有效的养护措施, 如定期喷水、保持湿润环境等, 防止混凝土在硬化过程中出现干裂、起皮等现象。同

时, 还需采取保护措施, 如设置警示标志、防止外力撞击等, 确保喷射混凝土在施工期间不受损坏。通过科学合理的养护与保护措施, 可以进一步提高喷射混凝土的质量和耐久性。

2.3 质量检测与评定

在隧道工程中, 喷射混凝土作为隧道衬砌的主要结构材料, 其质量的优劣直接关系到隧道的安全性和使用寿命。为了确保喷射混凝土的质量与性能符合设计要求和规范标准, 质量检测与评定成为了一道不可或缺的关卡。(1) 质量检测方法与标准。质量检测是评定喷射混凝土质量的关键步骤, 其重要性不言而喻。在施工过程中, 需要采用一系列合适的检测方法, 来全面评估喷射混凝土的性能。这包括但不限于抗压强度试验、抗折强度试验、粘结力试验等, 它们能够精确测量喷射混凝土的力学性能和材料特性。但仅仅依靠检测方法是远远不够的, 为了确保检测结果的准确性和可靠性, 必须严格遵循相关的标准和规范。这意味着在检测过程中, 应严格按照既定的步骤进行操作, 保证数据的真实性和客观性。同时, 对于不合格的检测数据, 应及时进行复核和重新检测, 确保结果的准确性^[4]。(2) 质量评定指标与体系。质量评定是对喷射混凝土质量是否满足设计要求的直接判断。因此, 建立完善的质量评定指标和体系至关重要。这些指标和体系应涵盖喷射混凝土的多个方面, 如强度、耐久性、稳定性等, 确保全面、客观地评估其质量。在实施质量评定时, 不仅要注重各项指标的数值是否符合要求, 还要关注其在实际应用中的表现。例如, 喷射混凝土的耐久性指标不仅要满足规范要求, 还应考虑到其在隧道中的实际运行环境, 如湿度、温度等因素。只有这样, 才能确保喷射混凝土在隧道工程中具有良好的长期性能。此外, 质量评定工作还应与其他质量控制手段相结合, 形成一个完整的质量管理体系。这包括对施工过程的质量控制、对原材料的质量控制等。通过这一系列的质量控制手段, 可以及时发现并纠正施工过程中的问题, 确保喷射混凝土的质量始终处于可控状态。

3 隧道喷射混凝土质量控制对策与建议

3.1 加强材料质量控制, 确保原材料质量

材料质量是隧道喷射混凝土质量的基础, 因此必须加强材料的质量控制。首先, 应选择信誉良好的供应商, 确保所采购的水泥、骨料、外加剂等原材料符合国家标准和规范要求。其次, 应建立完善的质量检验和验收制度, 对每批进场的原材料进行严格检验, 确保其质量合格。同时, 对于不合格的材料, 应及时予以退换或

处理,严禁使用不合格材料。此外,还应加强材料的储存和管理,确保原材料在储存和使用过程中不受污染、不变质。

3.2 提高施工过程质量控制水平,优化施工工艺参数

施工过程质量控制是隧道喷射混凝土质量控制的关键环节。为了提高施工过程的质量控制水平,首先应选择性能稳定、操作简便的喷射设备,并进行定期维护和保养,确保其处于良好状态。其次,应制定详细的施工工艺流程和技术标准,明确各项施工工艺参数的控制范围和要求,确保施工过程符合设计要求。同时,还应加强施工现场管理,严格控制喷射压力、喷射速度、喷射距离等关键参数,确保喷射混凝土的均匀性和密实性。此外,还应加强施工现场的质量监督和检查,及时发现并纠正施工过程中的问题,确保施工质量。

3.3 完善质量检测与评定体系,确保工程质量

质量检测与评定是确保隧道喷射混凝土质量的重要手段。为了完善质量检测与评定体系,首先应建立完善的检测机构和检测制度,配备先进的检测设备和专业的检测人员,确保检测结果的准确性和可靠性。其次,应制定科学合理的质量评定指标和体系,全面评估喷射混凝土的强度、耐久性、稳定性等性能指标,确保其符合设计要求和规范标准。同时,还应加强质量检测的频率和力度,确保对喷射混凝土质量进行持续、全面的监控。此外,还应加强对质量检测数据的收集、整理和分析,及时发现并处理质量问题,为改进施工工艺和提高工程质量提供有力支持。

3.4 加强技术培训与人才培养,提升施工人员素质

施工人员的技术水平和素质对隧道喷射混凝土质量具有重要影响。因此,必须加强技术培训与人才培养,提升施工人员的专业素质。首先,应定期组织技术培训和技能考核,确保施工人员熟悉和掌握喷射混凝土的施工工艺和技术要求。其次,应加强对施工人员的质量意

识和安全教育,提高其质量意识和安全意识水平。同时,还应鼓励施工人员积极参与技术创新和研发活动,推动隧道喷射混凝土施工技术的不断进步和发展。

3.5 加强质量监督与管理,确保施工质量

质量监督与管理是确保隧道喷射混凝土施工质量的重要保障。为了加强质量监督与管理,首先应建立健全的质量管理体系和规章制度,明确各级管理人员和施工人员的职责和要求。其次,应加强对施工现场的监督检查和巡视力度,及时发现并纠正施工过程中的违规行为和质量问题。同时,还应建立质量奖惩机制,对施工质量优秀的单位和个人给予表彰和奖励,对施工质量差的单位和个人进行严肃处理。此外,还应加强与相关部门和单位的沟通协调,共同推进隧道喷射混凝土施工质量的提升。

结束语

隧道施工中喷射混凝土质量控制要点研究,不仅是对施工技术的一次深刻探讨,更是对工程质量与安全的严肃承诺。通过本研究,我们系统地梳理了喷射混凝土在隧道施工中的关键质量控制要点,为施工实践提供了有力的理论依据和操作指南。未来,我们将继续关注技术进步,不断完善质量控制体系,以期在隧道建设领域实现更高标准的工程质量和安全保障,为构筑安全畅通的交通网络贡献力量。

参考文献

- [1]卿尚辰.隧道工程混凝土喷射施工技术及其质量控制措施[J].四川建材,2020,46(03):80-81.
- [2]张小虎.隧道工程施工中的工序质量控制[J].河南科技,2020(05):119-121.
- [3]段长高.隧道工程混凝土喷射施工技术及其质量控制分析[J].交通世界,2019(20):114-115.
- [4]钟华.高铁隧道工程中湿喷混凝土的施工技术[J].建筑安全,2020,35(02):10-12.