

大断面铁路隧道斜井下穿公路施工技术探讨

赖 标

北京铁城工程咨询有限公司 北京 100855

摘要：大断面铁路隧道斜井下穿公路施工具有技术难度大、安全风险高、环境影响复杂等特点，需综合考虑地形地质条件、施工安全、施工进度和质量控制等多方面因素。同时，强调施工过程监控与风险管理的重要性，构建监控体系和风险预警机制，并提出应急预案与事故处置策略。这些措施共同确保大断面铁路隧道斜井下穿公路施工的平稳、安全进行。

关键词：大断面；铁路隧道；斜井下穿公路

1 大断面铁路隧道施工技术概述

大断面铁路隧道施工是铁路工程建设中的重要环节，具有技术难度大、安全风险高、环境影响复杂等特点。在施工过程中，需综合考虑地形地质条件、施工安全、施工进度和质量控制等多方面因素。施工技术方面，大断面铁路隧道通常采用全断面开挖法或台阶开挖法。全断面开挖法适用于地质条件较好、岩石坚硬的隧道段，可以一次性开挖整个断面，施工效率高，但对支护和排水措施要求严格。台阶开挖法适用于地质条件较差、岩石破碎的隧道段，通过分台阶开挖，减小开挖对围岩的扰动，有利于保持隧道的稳定性。在施工过程中，施工安全和质量控制是关键。必须采取有效的支护措施，如喷射混凝土、锚杆支护等，确保隧道围岩的稳定性和施工安全。要加强施工过程中的监控和检测，及时发现和处理可能存在的安全隐患，确保施工质量和安全。大断面铁路隧道施工还需注意环保和节能^[1]。施工过程中应采取有效的防尘、降噪、减排等措施，减少对周边环境的影响。同时，应合理利用资源，推广使用环保材料和节能设备，降低能耗和排放，实现绿色施工。

2 斜井下穿公路施工技术的挑战

2.1 地形地质条件的影响

斜井下穿公路施工技术是铁路隧道施工中的一项重要技术，在实际施工过程中，地形地质条件往往会对这一技术带来诸多挑战。第一，复杂的地形条件会增加施工的难度。例如，在山区或丘陵地带，地形起伏大，地势陡峭，施工场地有限，这给斜井的开挖和支护工作带来了极大的困难。不同地形的稳定性也有所差异，需要施工人员根据实际情况采取相应的支护措施，确保施工安全。第二，地质条件对斜井下穿公路施工技术的影响更为显著。不同的地质条件，如岩石类型、地层结构、地质构造等，都会对斜井的开挖和支护产生不同的影

响。例如，在软弱岩层或破碎带中施工，岩石的稳定性较差，容易发生坍塌或滑移，给施工安全带来严重威胁。同时，地质条件的不同也会导致地下水位的差异，给隧道的防水排水工作带来挑战。

2.2 施工过程中的安全问题

施工过程中，由于多种因素的交织影响，安全问题变得复杂而多样。斜井的施工往往涉及到高边坡和陡峭地形，这使得施工区域的工作环境十分恶劣。在高边坡上作业，工人面临着高处坠落、滑坡等风险，而陡峭的地形则增加物料运输和机械操作的难度，容易引发机械故障或操作失误。斜井开挖过程中，地质条件的不稳定性也是一个重要的安全隐患。软弱岩层、断层破碎带等不良地质条件可能导致隧道顶部的坍塌或侧壁的滑移，给工人的生命安全带来严重威胁。地下水的存在也可能导致突水突泥等事故，进一步增加安全施工的难度。斜井下的施工空间相对狭窄，通风条件差，容易导致有毒有害气体聚集，对工人的健康构成威胁。同时，施工现场的用电安全、防火防爆等问题也不容忽视。

3 大断面铁路隧道斜井下穿公路施工方案设计与优化

3.1 施工方案的设计原则

在进行大断面铁路隧道斜井下穿公路的施工方案设计时，必须遵循一系列核心原则，以确保项目的顺利进行和工程质量的提升。（1）安全第一，预防为主：施工方案的首要原则始终是将工人的安全和健康放在首位。设计中要充分考虑各种潜在的安全风险，并提前制定有效的预防措施和应急预案，确保施工过程中的安全可控^[2]。（2）适应性原则：施工方案应紧密结合工程所在地的地质、地形、气候等实际情况，确保设计的科学性和合理性。在设计 and 施工过程中，要灵活调整方案，以适应不断变化的施工环境和条件。（3）技术先进，经济合理：施工方案应体现技术的先进性和创新性，采用先进的施工工艺和设

备,以提高施工效率和质量。方案的设计也要充分考虑经济因素,合理控制成本,确保项目的经济效益。(4)绿色环保,可持续发展:施工方案应注重环境保护和可持续发展。在设计和施工过程中,要尽量减少对环境的影响,采用环保材料和技术,降低能耗和排放,实现绿色施工。

(5)协调性原则:施工方案的设计应注重与周边工程的协调性和兼容性,确保隧道施工与周围环境和谐共存,减少对周边交通和居民生活的影响。(6)灵活性原则:由于地质和施工条件的不确定性,施工方案应具有一定的灵活性和可调整性。在设计和施工过程中,要根据实际情况及时调整方案,确保施工的顺利进行。

3.2 关键施工工艺研究

针对大断面铁路隧道斜井下穿公路这一复杂工程,关键施工工艺的研究与优化是确保施工方案可行性和有效性的核心环节。第一,斜井开挖技术是关键。考虑到大断面和斜井的特殊性,开挖方法的选择至关重要。这包括确定开挖顺序、选择合适的开挖机械、实施有效的排水措施等。为确保开挖过程的稳定性,还需深入研究支护结构设计和施工技术。第二,斜井支护技术也是研究的重点。支护结构的设计和施工是确保隧道稳定性和安全性的重要保障。研究内容包括支护材料的选择、支护结构的布置和连接方式、支护施工过程中的质量控制等。第三,防水排水技术的研究也不容忽视。大断面铁路隧道穿越复杂地质环境,防水排水工作至关重要。研究需关注防水材料的选择、排水系统的设计和施工、防水层的施工质量控制等方面。第四,施工安全技术研究也是关键施工工艺研究的一部分。考虑到施工过程中可能遇到的各种风险,如坍塌、突水突泥等,研究需针对这些风险提出有效的安全技术措施,如应急预案的制定、安全监测系统的建立等^[3]。

3.3 施工方案优化策略

采用先进的技术和工艺,如盾构法、TBM掘进等,以提高施工效率和质量。同时,引入智能化和自动化施工设备,减少人工干预,提高施工安全性。根据施工不同阶段的需求,合理配置施工资源。包括人力、机械、材料等方面的优化调度,确保施工过程中的资源充分利用,降低浪费。对施工过程中可能出现的风险进行全面评估,制定相应的预防和控制措施。通过加强施工现场的安全管理、质量监控和应急预案的制定,降低潜在风险对施工进度和质量的影响。重视环境保护,采取绿色施工措施。选择环保材料、降低噪音和扬尘污染、减少废水排放等,确保施工过程与环境保护的平衡发展。考虑到施工过程中的不确定性和地质条件的变化,施工

方案应具备一定的灵活性和可调整性。根据施工实际情况,及时调整施工方案,确保施工顺利进行。

3.4 成本控制与经济效益

施工方案的设计之初,就要充分考虑到工程成本的控制,确保在确保安全和质量的前提下,尽可能地降低施工成本。这包括但不限于材料的选择、施工工艺的确定、机械设备的调配等方面。要选择性价比高的材料,既能满足工程要求,又能有效控制成本。对于材料的采购和存储也要进行合理的规划,避免材料的浪费和损失。选择成熟、稳定的施工工艺,避免施工过程中出现技术难题和质量问题,从而减少因返工和修复带来的额外成本。机械设备的调配也是成本控制的重要环节;要合理配置和使用施工机械设备,提高设备的使用效率,减少闲置和浪费。对于设备的维护和保养也要重视,确保设备的良好状态,避免因设备故障造成的停工和损失。在经济效益方面,施工方案的优化不仅要考虑成本控制,还要考虑施工效率的提高;通过优化施工方案,可以缩短工期,提前完成工程,从而加快资金的回笼和利用。优化的施工方案还可以提高工程质量,提升企业的形象和信誉,为企业赢得更多的市场份额和商机。通过合理的材料选择、施工工艺的确定和机械设备的调配,以及施工效率的提高,可以实现工程成本的有效控制和经济效益的最大化。

4 施工过程监控与风险管理

4.1 施工过程监控体系构建

针对大断面铁路隧道斜井下穿公路这一具有挑战性和高风险的工程项目,构建完善的施工过程监控体系是至关重要的。第一,要确立清晰的监控目标。这包括确保施工过程的安全性、施工质量的符合性、施工进度准时性以及环境保护的有效性。明确的监控目标可以为整个监控体系提供指导。第二,需要建立全面的监控网络。该网络应涵盖施工现场的各个方面,包括地质条件、支护结构、开挖进度、排水系统等。通过设置关键监测点,实时收集和分析数据,以了解施工过程中的变形、应力、位移等关键参数的变化^[4]。第三,要建立高效的数据处理和分析机制。收集到的监控数据需要及时处、分析和解读,以发现潜在的风险和问题。这要求有专业的数据处理团队和先进的分析软件,以确保数据的准确性和可靠性。第四,还要建立快速响应机制。一旦发现异常情况或潜在风险,需要立即启动应急预案,采取有效措施进行处理。这要求有完善的应急预案和高效的应急管理团队,以确保施工过程的稳定性和连续性。第五,要强调过程改进和持续优化。施工过程监控不仅是

风险管理的手段,也是施工过程改进的依据。通过对监控数据的分析,可以发现施工过程中的问题和不足,进而提出改进措施和优化方案,提高施工效率和质量。

4.2 风险评估与预警机制

在大断面铁路隧道斜井下穿公路施工过程中,风险评估与预警机制的构建是确保施工安全和质量的关键环节。进行全面的风险评估;通过识别和分析施工过程中可能遇到的各种风险因素,如地质条件的不确定性、施工技术的复杂性、环境因素的影响等,评估其对施工安全和质量的影响程度和可能性。建立风险预警指标体系;基于风险评估结果,构建一套科学合理的风险预警指标体系,该体系应包括地质稳定性、施工安全、环境保护等方面的关键指标。通过实时监测和分析这些指标的变化,可以及时发现潜在的施工风险。设置风险预警阈值;根据工程实际情况和预警指标的历史数据,设定合理的预警阈值。当监测到的指标值达到或超过预警阈值时,系统应自动触发预警,提醒施工人员和管理人员采取相应的应对措施。建立快速反应机制;一旦收到风险预警,需要立即启动应急预案,组织专业团队进行现场调查和评估,并采取有效的风险控制措施,防止风险进一步扩散和升级。强调风险信息的沟通与共享;施工过程中,各级管理人员、施工队伍和相关部门应建立有效的沟通机制,及时共享风险信息和应对措施,确保风险管理工作的高效协同。

4.3 应急预案与事故处置

针对此类高风险工程,应急预案的制定显得尤为关键。要进行系统的风险评估,全面识别施工过程中可能遇到的风险源,如地质条件变化、施工机械故障、环境灾害等,并评估它们对施工进度、质量和安全可能造成的影响。基于这些评估结果,制定详细的应急预案,明确应对各种突发情况的策略、流程和措施。预案中应涵

盖应急响应机制、资源调配方案、救援队伍的组织与协调、事故现场的安全保障等内容。同时,还应建立高效的事故处置流程,确保一旦发生事故,能够迅速启动应急响应,组织专业人员进行现场救援,及时控制事故的发展,并减少损失。事故处置过程中,密切关注事故现场的动态变化,不断调整应急策略,确保救援行动的科学性和有效性。事故处理完毕后,应组织专业的团队进行事故原因的调查与分析,总结经验教训,修订和完善应急预案,为未来的施工提供更好的安全保障。通过这一系列的努力,构建一个全面、科学、有效的应急预案与事故处置机制,为大断面铁路隧道斜井下穿公路施工过程的平稳、安全进行提供坚实的保障。

结束语

大断面铁路隧道斜井下穿公路施工技术是当代交通建设领域的重难点。通过本文的探讨,可以看到,随着科技的进步和工程经验的积累,施工技术不断创新和完善,为工程安全、质量、进度和经济效益的提升提供有力支撑。未来,随着新材料、新工艺和新技术的应用,这一施工技术将进一步优化和发展,为交通建设事业的繁荣做出更大贡献。

参考文献

- [1]陈运波.大断面铁路隧道爆破冲击波传播规律研究[J].智能建筑与工程机械,2022,4(5):121-125.
- [2]赵春平.超大断面铁路隧道施工技术要点探讨[J].建材与装饰,2017(32):276-277.
- [3]许红飞.软弱地层大断面铁路隧道进洞方法研究与实践[J].中国标准化,2019(10):57-58. DOI:10.3969/j.issn.1002-5944.2019.10.025.
- [4]田佳,李金鹏.软弱围岩地层隧道大断面机械化施工工法应用[J].隧道建设(中英文).2018,38(8).DOI:10.3973/j.issn.2096-4498.2018.08.012.