

下穿交通涵建造关键技术研究与应用

王泽阳

国能朔黄铁路发展有限责任公司车辆分公司 河北 沧州 062350

摘要: 通过深入探讨下穿交通涵建造的关键技术研究与应用,涵盖地质勘察、设计优化、新材料应用、智能施工、数字化管理及绿色环保等多个方面。通过详细分析下穿交通涵建造的工艺流程、质量控制、技术创新及可持续发展策略,揭示当前技术应用的最新进展与趋势。研究表明,关键技术的突破与创新不仅提升建造效率与质量,还促进行业向绿色、智能、可持续方向发展。

关键词: 下穿交通涵; 关键技术; 建造技术; 应用研究

引言: 随着城市化进程的加速,下穿交通涵作为缓解城市交通压力、提升道路通行能力的重要设施,其建造技术日益受到关注。本文旨在探讨下穿交通涵建造过程中的关键技术研究与应用,包括地质勘察、基础处理、结构设计、施工工艺、智能管理等多个方面。通过深入分析这些关键技术的最新进展与实际应用效果,为下穿交通涵的安全、高效、绿色建造提供理论支持与实践指导。

1 下穿交通涵建造概述

下穿交通涵,作为现代城市交通建设中的重要组成部分,旨在缓解地面交通压力,优化城市路网结构,确保行人、车辆及各类交通方式的安全顺畅通行。下穿交通涵通过挖掘地下空间,构建一条或多条穿越繁忙路段的通道,使部分交通流能够不受干扰地穿越上方道路,有效减少红绿灯等待时间,提升交通效率。设计之初,需详尽勘察地质条件,确保结构安全稳定;随后,采用先进的施工技术,如盾构法、明挖法等,逐步开挖并构建涵体结构,同时做好防水、排水措施,以应对地下复杂环境。施工过程中,还需严控质量,确保结构强度与耐久性。最终,通过精细的装修与照明设计,使下穿交通涵既满足交通功能需求,又具备良好的使用体验,成为城市地下交通网络中的一道亮丽风景线。

2 下穿交通涵建造的常用材料和结构形式

下穿交通涵的建造通常采用多种材料以确保结构的稳固与安全,同时结合不同的结构形式以适应各种地质条件和交通需求。常用材料方面,混凝土因其良好的抗压、耐久性能成为主体结构的首选。钢筋混凝土结构不仅承载能力强,还能通过钢筋的加入提高抗拉性能,有效应对地下空间可能遭遇的各种应力变化^[1]。对于防水要求较高的部位,如涵洞壁、顶板等,还会采用防水混凝土或在外层铺设防水卷材,以确保结构内部干燥无渗

漏。结构形式方面,下穿交通涵根据具体工程条件可采用箱形涵洞、拱形涵洞等多种形式。箱形涵洞因其空间利用率高、施工方便等特点而广泛应用于城市下穿工程中,其顶部可设计为平板式或肋板式,以适应不同的覆土厚度和荷载要求。拱形涵洞则凭借其良好的受力性能和优美的外观,在某些特定场合也备受青睐。这些结构形式的选择旨在实现经济性与功能性的最佳平衡,确保下穿交通涵既安全又高效。

3 下穿交通涵建造关键技术研究

3.1 地质勘察与设计方案的制定

在下穿交通涵的建造过程中,地质勘察是首要且至关重要的环节,它直接关系到后续设计方案的科学性、合理性和可行性。地质勘察工作需全面、细致地进行,包括但不限于对拟建区域的岩土地质条件、地下水文状况、不良地质现象(如滑坡、泥石流、岩溶等)以及地下管线分布的详细调查。通过钻探、物探、原位试验等多种手段,获取准确的地质数据,为后续设计提供坚实依据。设计方案制定是在地质勘察基础上进行的创造性活动。设计团队需综合考虑交通流量、行车速度、结构安全、环境影响、成本效益等多方面因素,进行多方案比选和优化。设计过程中,应特别关注结构的稳定性、耐久性、防水性以及施工便利性。对于地质条件复杂的区域,还需采取针对性的技术措施,如设置桩基、进行地基加固等,以确保结构的安全可靠,设计方案还需充分考虑未来城市发展的需求,预留必要的扩建和改造空间,使下穿交通涵成为城市基础设施中的长远之计。

3.2 基础处理与施工工艺

基础处理是下穿交通涵建造中的关键环节,它直接关系到整个结构的稳定性和安全性。针对不同地质条件,需采取不同的基础处理措施。例如,在软弱地基上,可采用换填法、桩基法、注浆加固等方法提高地基

承载力；在岩溶发育区，则需进行溶洞探测和填充处理，防止施工过程中发生局部坍塌。施工工艺的选择和实施对于保证工程质量和进度至关重要，下穿交通涵的施工常采用明挖法、盖挖法或盾构法等。明挖法施工简单直接，但需注意基坑开挖过程中的支护与降水问题；盖挖法则能在一定程度上减少对地面交通的影响，但施工难度和成本相对较高；盾构法则适用于长距离、大断面的隧道施工，具有自动化程度高、对地面干扰小的优点。在施工过程中，需严格遵循施工规范，加强现场管理，确保每一道工序都达到设计要求。防水与排水措施也是下穿交通涵施工中不可忽视的问题，由于地下环境潮湿且易积水，因此必须采取有效措施防止水分渗透入结构内部。这包括在结构外表面铺设防水卷材、在结构内部设置排水沟和集水井等，还需做好施工缝、变形缝等关键部位的防水处理，确保整个结构的防水性能^[2]。

3.3 结构设计优化与施工监管

结构设计优化是下穿交通涵建造中的一项重要工作。通过合理的结构设计，可以在保证结构安全的前提下，降低工程造价，提高经济效益。设计优化需从多个方面入手，如优化结构断面形式、减轻结构自重、提高材料利用率等。同时，还需考虑结构的耐久性和可维护性，确保结构在长期使用过程中能够保持良好的性能状态。施工监管是确保下穿交通涵建造质量的重要手段，监管部门需建立健全的质量管理体系和安全生产责任制，加强对施工过程的监督和检查。这包括对施工材料的质量检测、对施工工艺的监督检查、对施工人员的技能培训和安全教育等。在施工过程中，还需及时发现和纠正存在的问题和隐患，确保工程质量和安全。随着信息化技术的发展，越来越多的下穿交通涵建造项目开始采用BIM（建筑信息模型）等先进技术进行施工管理。BIM技术能够实现设计、施工、运维等各阶段信息的集成与共享，提高施工效率和管理水平。通过BIM技术，可以更加直观地展示结构设计方案、模拟施工过程、预测潜在风险，为下穿交通涵的建造提供更加科学、高效的技术支持。

4 下穿交通涵建造关键技术应用

4.1 下穿交通涵建造工艺流程及控制

下穿交通涵的建造工艺流程是一个复杂而精细的过程，它涵盖了从前期准备到后期验收的各个阶段。首先，是项目启动与规划阶段，这包括地质勘察、设计方案制定、施工许可申请等前期工作。在这一阶段，精确的地质勘察数据和科学的设计方案是后续施工的基础。进入施工阶段后，工艺流程主要包括基坑开挖、基础处

理、主体结构施工、防水与排水系统安装、回填与恢复地面等步骤。基坑开挖需严格控制开挖深度、边坡坡度及支护结构的安全性能，确保基坑稳定。基础处理则根据地质条件采取相应措施，如桩基施工、地基加固等，以提高地基承载力。主体结构施工是核心环节，需严格按照设计图纸进行，确保结构尺寸、强度、耐久性满足要求。防水与排水系统安装至关重要，它直接关系到结构的安全与使用寿命。最后，回填与恢复地面工作需精心组织，确保回填材料质量及回填密实度，同时恢复地面交通及景观。在工艺流程控制方面，采用先进的项目管理方法和信息技术手段至关重要。通过制定详细的施工计划、采用BIM技术进行三维建模与碰撞检测、实施严格的质量控制体系、加强安全监管等措施，可以实现对整个施工过程的全面控制，还需注重各工序之间的衔接与协调，确保施工流程顺畅无阻。

4.2 现场施工管理与质量控制

现场施工管理与质量控制是下穿交通涵建造中的关键环节。施工现场管理需遵循“安全第一、质量为本”的原则，建立健全的安全生产责任制和质量管理体系。在安全管理方面，需加强安全教育培训，提高施工人员的安全意识和操作技能；定期开展安全隐患排查与整改工作，确保施工现场安全无事故。在质量管理方面，需建立严格的质量检测与验收制度，对原材料、半成品、成品等进行全面检测；加强施工过程的监督检查，确保每道工序都符合设计要求和质量标准。还需注重施工环境的保护与改善。通过采取降噪、防尘、减振等措施，减少对周边居民和环境的影响；加强施工废弃物的管理与处置工作，实现资源的循环利用和环境的可持续发展。

4.3 聚焦关键技术应用案例分析

案例一：某城市下穿隧道工程中，采用大直径盾构施工技术。该技术具有自动化程度高、施工速度快、对地面干扰小等优点。在施工过程中，通过精确控制盾构机的推进速度、姿态及注浆压力等参数，成功穿越了复杂的地质层段，确保隧道的顺利贯通。该工程还采用先进的防水技术，在隧道外表面铺设高性能防水卷材，并在隧道内部设置了多道防水层，有效防止地下水的渗漏问题。

案例二：另一城市下穿通道项目中，针对软弱地基问题采用了桩基加固技术。通过在软弱土层中打入大量预制桩或灌注桩，并与上部结构形成整体受力体系，显著提高了地基的承载力和稳定性^[3]。在施工过程中，还采用了先进的施工监测技术，对桩基的沉降、位移等数据进行实时监测和分析，确保了施工的安全性和可靠性。

案例三：某下穿交通涵在结构设计上进行了创新优化。通过采用轻质高强材料、优化结构断面形式等措施，减轻了结构自重并提高了材料利用率。同时，该工程还注重结构的耐久性和可维护性设计，在结构表面涂刷了防腐涂料并设置了定期检查与维护机制，确保了结构在长期使用过程中的性能稳定和安全可靠。这些案例充分展示了关键技术在下穿交通涵建造中的应用价值和实际效果。随着科技的不断进步和创新，相信未来将有更多先进的技术被应用于这一领域，推动下穿交通涵建造技术的不断发展和完善。

5 下穿交通涵建造关键技术应用的发展趋势

5.1 新材料应用与技术创新

在下穿交通涵的建造领域，新材料的应用与技术创新是推动行业发展的重要驱动力。随着材料科学的不断进步，高性能、轻量化、耐久性强的新型材料正逐步替代传统材料，成为下穿交通涵建造的首选。随着纳米技术和生物技术的融入，未来可能会出现更多具有特殊功能的新材料，如防水自洁材料、智能感应材料等，进一步拓展下穿交通涵的建造可能性。技术创新方面，设计理念的更新和施工技术的革新同样重要，设计团队将更加注重结构的优化与创新，通过引入先进的计算分析方法和模拟技术，实现设计方案的精准预测与优化。施工技术的创新也将不断涌现，如预制装配式施工技术、机器人辅助施工等，这些技术将极大提高施工效率和质量，降低人力成本和环境影响。

5.2 智能施工与数字化管理

随着信息技术的飞速发展，智能施工与数字化管理已成为下穿交通涵建造领域的重要趋势。智能施工通过集成物联网、大数据、人工智能等先进技术，实现施工过程的智能化控制和精细化管理。数字化管理则强调信息的集成与共享，通过构建数字化管理平台，实现项目全生命周期的信息化管理。从项目策划、设计、施工到运维等各个阶段，都可以借助数字化手段进行高效协同和精准控制。这不仅提高了项目管理的透明度和效率，

还有助于降低成本、提升质量，并为后续项目的持续改进和优化提供数据支持。

5.3 绿色环保和可持续发展

在环保意识日益增强的今天，绿色环保和可持续发展已成为下穿交通涵建造不可忽视的重要方面。未来，下穿交通涵的建造将更加注重资源的高效利用和环境的友好保护^[4]。一方面，通过采用节能材料、优化结构设计等措施，降低能源消耗和碳排放；另一方面，加强施工过程中的环保管理，减少噪音、粉尘等污染物的排放，保护周边生态环境。下穿交通涵的建造还将更加注重与周边环境的和谐共生。通过融入城市景观、改善交通环境等方式，提升项目的综合效益和社会价值，注重项目的长期运营和维护管理，确保其在全生命周期内都能保持良好的运行状态和环保性能。

结束语

下穿交通涵建造关键技术的研究与应用是推动城市交通基础设施高质量发展的重要保障。面对未来城市交通的多元化需求与挑战，应继续深化关键技术的研究与创新，加强新材料、智能施工及数字化管理等先进技术的应用与推广。同时注重绿色环保和可持续发展理念的融入，为构建更加安全、高效、绿色、智能的城市交通体系贡献力量。

参考文献

- [1]钱王革,漆泰岳,乐弋.盾构隧道下穿高速铁路的安全因素分析及应用[J].铁道科学与工程学报,2020(11):83-89.
- [2]夏梦然.深基坑基底注浆加固效果数值模拟分析[J].土木与环境工程学报(中英文),2020,42(1):64-69.
- [3]万巧,吴彪,王杰.某城市道路下穿既有铁路桥梁施工安全影响分析[J].交通科技,2019(4):26-28.
- [4]钱王革,漆泰岳,乐弋,等.盾构隧道下穿高速铁路的安全因素分析及应用[J].铁道科学与工程学报,2020,14(11):2283-2289.