

铁路隧道工程岩溶段施工技术

张圆圆¹ 张玲莉² 邱朋博³

1. 中铁二十局集团第三工程有限公司 重庆 400000

2.3 西安长大公路工程检测中心有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 铁路隧道工程是铁路建设的重要组成部分,而岩溶段施工则是其中的一项关键环节。岩溶是一种常见的地质现象,它是由地下水与可溶性岩石相互作用而形成的。在铁路隧道工程中,岩溶段的施工具有特殊的意义和重要性。因此对铁路隧道工程岩溶段施工技术进行深入研究和探讨是非常有必要的。论文将从多个方面探讨铁路隧道工程岩溶段施工的重要性,以期为相关从业者提供一些建议和参考,进而推动我国铁路隧道工程岩溶段施工技术的进步。

关键词: 铁路隧道工程;岩溶段;施工技术

引言

在铁路工程建设中,隧道施工尤为关键。然而,在隧道施工中,岩溶段的施工又是最具挑战性的部分。岩溶是指可溶性岩石在地下水作用下,经过长时间的溶解和侵蚀形成的地质现象。在铁路隧道工程中,岩溶段的施工涉及到诸多复杂的技术问题。在实际施工中,由于岩溶发育的不确定性,经常会出现一些技术难题,如突水、突泥、围岩大变形等。因此,采取合适的施工技术对于保障铁路隧道工程的质量和安全性具有重要意义。

1 铁路隧道工程岩溶段施工的重要性

1.1 确保工程安全

在铁路隧道工程施工中,岩溶段是最容易出现安全问题的区域之一。由于岩溶发育的不确定性和复杂性,加上地下水流的干扰,施工难度较大^[1]。因此,采取正确的施工方法和措施,确保施工安全和人员安全至关重要。针对不同的岩溶形态和施工条件,制定相应的施工方案和技术措施,可以有效降低安全风险,保障施工顺利进行。

1.2 提高工程质量

岩溶段施工是铁路隧道工程的关键环节之一,其施工质量直接关系到整个工程的质量和使用寿命。在岩溶段施工中,应采取科学合理的施工工艺和技术措施,确保隧道结构的稳定性和耐久性。同时,加强施工过程的监控和检测,及时发现和处理可能出现的质量问题,可以提高工程质量,延长隧道的使用寿命。

1.3 降低工程成本

在铁路隧道工程中,岩溶段的施工往往需要采取特殊的技术措施和方案,以确保施工安全和质量。然而,如果缺乏合理的规划和有效的管理,可能会导致工程成本增加。因此,在岩溶段施工中,应进行科学合理的

成本管理和资源优化配置,降低工程成本。通过优化设计方案、选择合适的施工方法、合理安排施工进度等措施,可以实现成本控制和效益最大化。

1.4 保护生态环境

铁路隧道工程岩溶段施工往往会涉及到地下水和生态环境的保护问题。在施工过程中,应采取有效的措施保护地下水不受污染和浪费,同时减少对周边生态环境的影响^[2]。通过合理安排施工顺序、采取水土保持措施、加强废水处理等措施,可以降低对生态环境的破坏和污染。此外,在施工过程中还应关注生态修复和后期治理问题,恢复受施工影响的地段生态环境,实现可持续发展目标。

1.5 推动技术进步和发展

铁路隧道工程岩溶段施工是一个技术难度较大的领域,需要不断探索和创新。通过研究和开发新的施工工艺和技术措施,可以提高施工效率和质量水平,降低工程成本和风险。同时,这些新技术的应用和发展也将推动相关领域的技术进步和发展。因此,在岩溶段施工中应注重技术研发和创新实践,为推动行业技术进步和发展做出贡献。

2 铁路隧道工程岩溶段的施工技术

2.1 超前地质预报

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中,超前地质预报扮演着至关重要的角色。由于岩溶地质的复杂性和不确定性,隧道开挖过程中常常会遇到突水、突泥、坍塌等地质灾害。为了提前了解和掌握隧道前方地质情况,预防和应对可能发生的地质灾害,超前地质预报就显得尤为重要。

超前地质预报的主要方法包括地质雷达、超前钻探、红外探测、TSP超前水平探孔、瞬变电磁探测法等。

这些方法可以通过对隧道前方地质条件的探测,提供有关岩溶发育程度、岩层稳定性、地下水情况等重要信息。根据这些信息,可以制定更加合理、安全的施工方案,有效避免或减少地质灾害的发生。

2.2 预加固技术

在铁路隧道工程岩溶段的施工中,预加固技术是提高围岩稳定性的重要手段。预加固技术主要包括注浆加固、锚杆加固、钢板桩加固等。1) 注浆加固^[3]。注浆加固是一种通过将水泥浆或化学浆液注入岩体裂隙中,以提高岩体强度和稳定性的方法。在岩溶隧道中,注浆加固可以有效地堵截地下水,防止涌水、突泥等地质灾害的发生,同时提高围岩的自承能力。2) 锚杆加固。锚杆加固是一种通过在岩体中钻孔、插入锚杆并施加预应力,将松散的岩体加固成整体的方法。在岩溶隧道中,锚杆加固可以有效地提高围岩的整体性和稳定性,防止隧道开挖过程中的坍塌现象。3) 钢板桩加固。钢板桩加固是一种通过将钢板桩打入地下,形成一道连续的支护结构,以增强隧道围岩的承载能力和稳定性。在岩溶隧道中,钢板桩加固可以有效地防止涌水、突泥等地质灾害的发生,同时提高隧道的施工安全性。

2.3 开挖技术

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中,开挖是一个关键环节。根据岩溶发育程度、隧道跨度、围岩稳定性等因素选择合适的开挖技术,可以有效保证施工安全和质量。常用的开挖技术包括全断面开挖、台阶开挖、预留核心土开挖等。1) 全断面开挖。全断面开挖是一种在一次开挖过程中完成整个断面开挖的工艺方法。在岩溶隧道中,全断面开挖可以减少对围岩的扰动次数,提高施工效率,但需要较高的施工技术和设备支持。2) 台阶开挖。台阶开挖是一种将隧道断面分成两个或多个部分进行开挖的工艺方法^[4]。在岩溶隧道中,台阶开挖可以降低施工难度,减少对围岩的扰动,但需要控制台阶长度和高度等参数。3) 预留核心土开挖。预留核心土开挖是一种在隧道开挖过程中保留一部分核心土,以平衡围岩压力的工艺方法。在岩溶隧道中,预留核心土开挖可以增强围岩的自承能力,减少坍塌现象的发生。

2.4 支护技术

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中,支护是非常重要的一项工作。常用的支护技术包括初期支护和二次衬砌。初期支护是指在隧道开挖后立即进行的支护措施,包括喷射混凝土、钢支撑等;二次衬砌是指在初期支护完成后进行的加强支护措施,一般采用钢筋混凝土或混凝土进行衬砌。在选择支护技术时,应根据围岩稳

定性、隧道跨度、设计要求等因素进行综合考虑。1) 喷射混凝土支护。喷射混凝土支护是一种通过喷射水泥混凝土到围岩表面,以形成一定厚度的混凝土层,起到支护作用的工艺方法。在岩溶隧道中,喷射混凝土支护可以有效地提高围岩的稳定性,防止坍塌现象的发生。2) 钢支撑支护。钢支撑支护是一种通过安装钢支撑来承受和传递围岩压力的工艺方法。在岩溶隧道中,钢支撑支护可以有效地提高围岩的承载能力和稳定性,防止隧道变形和坍塌现象的发生。

3 铁路隧道工程岩溶段施工技术应用的实际问题

3.1 突水、突泥问题

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中,突水、突泥问题通常是最具挑战性的问题之一。由于岩溶发育的不确定性,施工队伍可能会在开挖过程中遇到暗河、溶洞等地下水或泥沙突然涌出的情况。这种情况可能会引发以下几个问题:1) 安全风险:突然的地下水或泥沙涌出可能造成工人溺水、掩埋等安全事故,对工人生命安全构成严重威胁。2) 施工延误:一旦发生突水、突泥,施工队伍可能需要花费额外的时间和资源进行止水、排水和清理工作,这将会导致施工进度受到严重影响。3) 工程质量问题:地下水或泥沙的突然涌出可能会改变围岩的物理性质和受力状态,影响隧道工程的稳定性和耐久性。

3.2 围岩大变形问题

在铁路隧道工程岩溶段的施工中,由于岩溶发育的影响,围岩的稳定性往往较差。在开挖过程中,可能会出现围岩大变形现象,如拱顶下沉、边墙侧移等,给施工安全和质量带来极大的威胁。这种围岩大变形问题具体表现在以下几个方面:1) 结构破坏:围岩大变形可能导致隧道结构破坏,使衬砌开裂、脱落,严重影响工程质量和安全^[5]。2) 设备损坏:围岩变形可能导致施工设备损坏,如挖掘机、通风设备等,影响施工进度。3) 安全隐患:围岩大变形可能导致隧道内路面起伏不平,给车辆行驶带来安全隐患。

3.3 支护问题

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中,支护是非常重要的一项工作。然而,由于岩溶发育的不确定性,围岩的稳定性往往较差,给支护工作带来极大的困难。在初期支护和二次衬砌过程中,可能会出现支护不足、衬砌开裂等问题,给施工安全和质量带来极大的威胁。具体表现在以下几个方面:1) 支护结构不牢固:由于岩溶发育的不确定性,支护结构可能无法承受围岩的压力和位移,导致支护结构破坏或下沉。2) 衬砌开裂:在初期支护和二次衬砌过程中,由于围岩压力、温度变化等因

素,可能导致衬砌开裂或脱落,严重影响工程质量和安全。3) 止水问题:在支护过程中,如果止水措施不到位或不及时,可能会导致地下水泄漏或淹没作业面,影响施工进度和质量。三、铁路隧道工程岩溶段施工技术问题的解决措施

4 铁路隧道工程岩溶段施工技术应用措施

4.1 加强超前地质预报工作

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中,应加强超前地质预报工作。通过采用地质雷达、超前钻探等方法,可以有效地探测到前方的地质情况,如岩溶发育程度、岩层稳定性等,从而为制定合理的施工方案提供依据。同时,应注重信息化施工,加强现场监控量测和信息反馈工作利用信息化施工原则能够及时调整施工方案以保证施工的顺利进行。

4.2 采取合理的开挖技术

在铁路隧道工程岩溶段的施工过程中针对岩溶发育程度的不同采取合理的开挖技术以保证施工质量和安全是至关重要的。例如针对小型溶洞可直接采用短进尺开挖的方法;针对大型溶洞则需采取加强支护及迂回绕行通过的措施确保安全通过。同时在大跨度软弱围岩地段可采用双侧壁导坑法进行开挖以减小跨度并防止围岩失稳;而在破碎带地段则需采用CD法或CRD法进行开挖以保证施工质量和安全。

4.3 优化支护措施

在铁路隧道工程岩溶段的施工中,由于岩溶地质的复杂性和不确定性,围岩的稳定性往往较差,因此支护措施显得尤为重要。针对围岩大变形问题,应采取以下优化支护措施:1) 加强初期支护。在开挖后应及时进行初期支护,包括喷射混凝土、钢支撑等,以防止围岩进一步变形或坍塌。喷射混凝土应采用早强喷射混凝土,并严格控制喷射厚度和质量,确保喷射混凝土与围岩紧密结合。钢支撑应选用合适的大小和规格,并根据现场实际情况进行合理布置,以确保有效的支撑效果^[6]。2) 加强二次衬砌。二次衬砌是铁路隧道工程中重要的支护措施之一,需根据实际情况选择合适的材料和方式,以确保衬砌结构的稳定性。在衬砌过程中,应加强混凝土的养护工作,确保衬砌结构的强度和質量达到设计要求。同时,应注意对钢支撑的合理设计和安装,以确保有效的支撑效果,减轻围岩的压力负担。3) 加强支撑和加固措施。针对围岩大变形问题,应采取合理的支撑和

加固措施。在钢支撑安装过程中,应加强支撑的稳固性和刚度,确保支撑能够有效承受围岩的压力。4) 加强现场监控和信息反馈。在铁路隧道工程中,应加强现场监控和信息反馈工作。通过实时监测围岩的变形情况、衬砌结构的受力状态等参数,及时调整施工方案和支护措施,确保施工安全和质量。同时,应根据实际情况对支护措施进行优化和改进,以提高支护效果和降低工程成本。

4.4 加强防排水措施

针对铁路隧道工程中可能出现的突水、突泥问题应采取有效的防排水措施。首先在施工前应详细了解工程地质和水文地质资料以评估地下水的发育情况;其次应加强隧道内部的排水系统建设包括设置排水沟、集水坑等设施以便将地下水及时排出隧道外;最后若出现突水、突泥现象时应立即采取应急措施如加固支撑、堵塞漏洞等以避免事故进一步扩大确保施工安全和质量。同时在进行注浆堵水时需要合理选择注浆材料及配合比以确保有效的止水效果;若出现钢支撑锈蚀问题还需及时采取措施进行除锈及更换以保证支撑的稳定性及安全性。

结语

铁路隧道工程岩溶段施工是铁路建设中的重要环节之一,具有特殊的意义和重要性。确保工程安全、提高工程质量、降低工程成本、保护生态环境以及推动技术进步和发展等方面都是岩溶段施工的重要性和必要性所在。为了更好地进行铁路隧道工程岩溶段的施工管理,相关单位和人员需充分认识到这些重要性并采取相应的措施和方法进行应对和完善。

参考文献

- [1] 龚伦,王义军,王建军,等.铁路隧道工程岩溶段施工技术的应用分析[J].中国铁路,2019(4):94-98.
- [2] 刘华,张敏,王宁,等.基于岩溶地质的铁路隧道工程关键技术研究[J].铁道工程学报,2020(3):40-45.
- [3] 马丽,王晓军,王建平,等.岩溶隧道施工安全控制技术[J].现代隧道技术,2021(1):1-7.
- [4] 张丽娟,王丽娟,刘志刚,等.岩溶隧道涌水灾害防治技术应用研究[J].铁道工程学报,2022(2):45-50.
- [5] 李明,陈伟,黄新民,等.基于BIM技术的岩溶隧道施工协同管理研究[J].中国铁路,2023(1):89-93.
- [6] 高志华,王晓军等.基于GIS的岩溶隧道地质信息管理研究[J].现代隧道技术,2023(6):1-7.