

岩溶地区建筑地基基础施工风险防控

高天鹏

南宁经济技术开发区建设发展局 广西壮族自治区 南宁 530031

【摘要】：岩溶地区地质环境复杂多变，地基基础施工过程中面临诸多风险因素，如岩溶洞穴、滑坡、地基不均匀沉降等问题。这些地质特征使得建筑施工面临较高的技术挑战，施工安全难度增加。针对这一问题，需要采取切实可行的防控措施，包括科学评估岩溶地质特征、制定精准的施工方案以及实施高效的监测技术等。工程团队还需具备应对突发地质变化的应急处理能力。通过合理的风险管理和防控策略，可以有效降低施工过程中的风险，提高建筑的安全性和稳定性。

【关键词】：岩溶地区；建筑地基；风险防控；施工安全；地质特征

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.010

引言

岩溶地区的建筑施工因其独特的地质特征，往往面临着复杂的地基问题。岩溶地貌不仅带来地下水流动、土壤松软等困难，还可能导致溶洞和裂隙的存在，这些因素使得施工过程中不可见的风险大幅增加。为了确保工程的顺利推进，必须在设计阶段进行详细的地质调查，并结合岩溶区的实际情况制定科学合理的施工方案。施工过程中，如何实时掌握地质变化，并根据现场条件灵活调整施工策略，是确保项目成功的关键。在岩溶地区进行建筑施工，要求施工团队具备高水平的专业知识和丰富的应急处理经验，只有通过精确的风险评估与防控措施，才能有效避免地质风险带来的安全隐患。

1 岩溶地区建筑施工中的主要风险

(1) 岩溶地质特征对施工的影响：岩溶地区的地质特征通常包含丰富的溶洞、裂隙以及不均匀的地下水流，这些都对建筑施工带来显著影响。地基基础的承载力可能受到局部软弱土层或溶洞的影响，导致基础沉降不均，甚至出现不稳定的情况。岩溶地貌的复杂性使得施工团队在进行地质勘察时必须采用更为精细的勘察技术，如三维地质雷达扫描、钻探等手段，以全面了解地层的变动情况。地下水的流动特性也会对施工过程中的土方开挖、基础灌浆等工序带来一定难度，需要采取有效的防水和排水措施，以确保施工安全。

(2) 岩溶地区常见的施工风险类型：在岩溶地区施工时，常见的风险类型主要体现在基础不均匀沉降、地面塌陷、滑坡及岩层突变等方面。由于岩溶地区地下溶洞的存在，土层结构可能极其松软，施工过程中容易出现局部沉降或整体下沉，造成基础不稳定^[1]。滑坡风险在岩溶地区尤为突出，尤其在施工期间若遇

到暴雨等极端天气，地表土壤和岩层容易发生滑动。溶洞的突发暴露也会导致严重的施工风险，直接影响施工进度和工程安全。这些潜在风险需要通过精确的勘察和实时监控进行有效预防与控制。

(3) 施工过程中可能发生的突发事件：在岩溶地区的施工中，突发事件往往与地质变化密切相关，尤其是岩溶地貌的动态特性。突然发现地下溶洞或者岩层的破裂，可能会导致施工现场局部坍塌或大面积地面塌陷。由于岩溶地区地下水的高变化性，暴雨或地震等自然灾害可能引发地面滑坡、地裂缝或地下水位上升等意外情况，进而影响施工安全。处理这些突发事件时，施工人员必须具备快速反应的能力，同时依赖于先进的监测设备，如实时地质监测系统 and 应急救援方案，确保突发事件得到及时有效的应对，最大限度减少事故损失。

2 岩溶地区建筑地基基础施工风险评估方法

(1) 岩溶地区地质勘察技术：岩溶地区的建筑地基基础施工风险评估离不开精确的地质勘察。针对岩溶地区复杂的地质条件，常规的勘察方法往往难以全面揭示地下岩溶特征。因此，现代地质勘察技术采用了多种高效的手段，包括三维地质雷达探测、地面与地下电阻率探测、钻探与取样等技术。三维地质雷达探测可以实时捕捉地下溶洞和裂隙的分布，为后续的基础设计提供可靠依据。电阻率法则通过分析地下电导率的变化，确定岩溶带的分布范围。钻探技术则结合现场取样分析，可以获取岩土层的物理力学性质，确保风险评估的精确度。还需进行连续监测，以应对潜在的地下水变动和地质活动，从而全面评估岩溶区的施工风险。

(2) 风险评估模型与方法的应用：风险评估模型在岩溶地区建筑施工中具有重要作用，能够帮助设计

和施工团队预测和评估潜在风险。风险评估的方法通常采用定量与定性相结合的方式进行分析。定量模型依托于地质勘察数据,运用概率分析、蒙特卡洛模拟等方法,对岩溶地区的土层稳定性、地基承载力及地震、滑坡等外部风险因素进行量化评估^[2]。定性分析则通过专家判断、历史数据及案例分析,识别潜在风险类型及其发生概率。结合这些评估方法,工程团队可以提前规划防控措施,并根据地质风险的变化及时调整施工策略,避免意外事故的发生。为进一步提高模型的精度,逐步引入机器学习与人工智能技术,结合大数据分析,为复杂的岩溶地区施工提供更为科学的风险预测。

(3) 数据分析与监测技术的结合:通过地质监测系统采集大量的数据,包括地下水位、地面沉降、岩层应变等信息,可以实时掌握施工现场的地质变化。采用高精度的位移传感器、压力传感器及温湿度传感器等设备,不仅能准确反映土壤和岩石的力学特性,还能及时发现地基的不均匀沉降和可能的溶洞变动。在此基础上,数据分析技术将这些数据进行实时处理,结合风险评估模型,生成直观的风险预警图。通过大数据平台对历史数据和实时数据的整合分析,施工团队能够识别潜在的施工隐患,提前采取措施。智能化的风险预警系统能够实时监测溶洞的出现及地下水的变化趋势,及时调整施工计划,确保施工安全。

3 岩溶地区建筑施工的防控措施

(1) 基础设计中的特殊考虑:岩溶地带的土层常常不均匀,存在大量的溶洞、裂隙和软弱土层,这就要求在基础设计时,充分考虑基础的承载力和稳定性。设计师需要根据地质勘察结果,通过计算地基的承载力、沉降变形及抗震能力等指标,合理确定基础的类型和结构。在岩溶地区,桩基础、深层搅拌桩或注浆加固技术等常被用来增强基础的稳定性。考虑到岩溶地区可能出现的地下水变动,防水设计成为基础设计中的重要环节,合理的排水和防渗措施能够有效避免地下水对基础的影响。对特殊地质体的处理,如溶洞的充填、软弱层的加固、裂隙的封堵等,都需要进行严格的技术审定与试验验证,确保基础设计能够应对不确定的地质环境。

(2) 施工过程中的安全管理:施工过程中,岩溶地区的建筑工程需要高度关注安全管理,以应对可能出现的突发地质风险。由于岩溶地区复杂的地质条件,施工现场经常会遇到不可预测的土层变化,施工人员应时刻保持警惕,特别是在进行土方开挖、地下结构施工等关键环节时,需要依据实时监测数据及时调整

施工方案。安全管理的核心在于全面的风险识别与持续的安全检查^[3]。施工期间,应通过精密的地质监测系统、气象监测、土壤位移监测等手段,掌握地质和环境变化,实时评估施工区域的风险。施工人员必须经过专业培训,掌握突发状况下的应急处理流程,如应对溶洞暴露、滑坡等自然灾害的防范措施。现场应定期进行安全演练,确保所有参与人员都能在突发事件中做到快速反应,避免人员伤亡和工程损失。

(3) 风险防控的应急预案与应对策略:针对岩溶地区建筑施工中可能出现的各种风险,必须制定详细的应急预案,并采取有效的应对策略。这些预案包括对突发地质变化、地下水突升、溶洞暴露等事件的应急响应。施工现场应设置完备的监测设施,实时跟踪地质变化并对潜在风险进行预警。若出现地下溶洞或软弱土层暴露,应立即停止施工,并对事故区域进行加固处理,避免进一步扩展。在施工过程中,必须建立紧急撤离通道和避难设施,确保发生突发事件时能够迅速安全地疏散人员。同时,应急预案还需包括灾后恢复措施,如岩溶地区发生滑坡、地基沉降等情况下,迅速启动土层加固、基础重建等补救方案,确保施工不受阻碍。应急预案的制定还应结合先进的智能化技术,通过大数据分析和模拟系统,预测地质灾害的发生概率和发展趋势,为应对突发风险提供科学依据。

4 岩溶地区建筑施工的技术创新与发展

(1) 新型材料的应用:在岩溶地区建筑施工中,传统建筑材料往往无法应对复杂的地质环境,因此新型材料的应用变得至关重要。高性能混凝土、钢纤维混凝土和改性树脂等新型建筑材料广泛用于岩溶地区的基础施工。这些材料不仅提高了混凝土的抗渗性和抗压强度,还能有效改善地基的稳定性。改性树脂能够填充和加固溶洞区域,有效阻止地下水的渗透,增强地基的承载能力。钢纤维混凝土则通过增强抗拉强度和韧性,提高基础设施的抗震能力。智能复合材料的使用也开始得到推广,这类材料能够根据外部环境的变化自动调整其物理性能,提升建筑结构的适应性和耐久性。

(2) 施工设备的创新:岩溶地区的特殊地质条件要求施工设备必须具备高效和灵活性,才能适应复杂的地面和地下环境。近年来,先进的地质勘探钻机、高效土方开挖设备及定向钻进技术得到了广泛应用^[4]。地质勘探钻机通过精确控制钻进深度和方向,能够及时发现地下溶洞和裂隙,从而避免施工中可能遇到的风险。土方开挖设备则具有更高的适应性,可以

根据土质变化自动调整操作参数,提高施工效率。定向钻进技术用于地下管道铺设时,能够有效避免扰动土层,减少对岩溶区域的破坏。装配式建筑设备的应用也逐渐兴起,它能够加速施工进度,减少对现场环境的依赖。

(3)智能化施工监测技术:岩溶地区施工过程中,实时监控施工环境的变化对于保证安全至关重要。智能化施工监测技术的引入,为施工现场提供了实时数据支持。通过安装地质传感器、温湿度传感器、位移传感器等设备,可以在施工过程中实时监测地下水位、土层沉降和岩石裂变等情况。数据采集后,智能分析系统能迅速处理并生成风险评估报告,帮助施工人员判断潜在风险并采取有效的防控措施。基于大数据和物联网技术的施工监控平台,可以将多个监测点的数据进行实时传输、分析和处理,从而提供更加精准的风险预警。智能化技术的应用不仅提高了施工安全性,还优化了施工管理流程,减少了人为操作的失误。

5 岩溶地区建筑施工风险防控的综合管理

(1)综合风险管理框架:岩溶地区建筑施工的综合风险管理框架,要求从项目的规划、设计到施工阶段进行全面的风险评估与管控。该框架不仅关注地质风险,还涉及施工过程中的所有可能风险,如人员安全、施工设备故障和环境影响等。在设计阶段,需对岩溶地质进行深入勘察,并结合工程特点制定详细的风险防控计划。施工过程中,管理框架强调实时监测和动态调整,确保在发生突发地质变化时可以迅速响应。该框架还应整合跨学科的专业技术,如地质、结构工程、环境保护等,为风险防控提供多层次、多维度的支撑。通过构建风险数据库和信息共享平台,项目管理团队能实时了解风险变化,并采取适当的控制措施,确保工程顺利推进。

(2)施工人员的培训与应急演练:由于岩溶地区

的地质环境复杂,施工人员必须具备较强的应急处置能力,尤其是在遇到突发事件时,能够快速判断情况并采取有效措施^[5]。培训内容应包括地质灾害的预防与应对方法、安全施工操作规程、设备使用与维护、以及个人安全防护措施等。定期的应急演练是提高施工人员应对突发风险能力的有效途径,演练的场景应模拟岩溶地区可能发生的溶洞暴露、滑坡等风险,确保施工人员在实际灾害发生时能够迅速、安全地作出反应。通过加强培训与演练,不仅可以减少人为失误,还能在风险发生时最大限度地保障人员安全和工程顺利进行。

(3)风险防控体系的持续改进:岩溶地区建筑施工的风险防控体系需要在实践中不断改进,以应对日益变化的地质环境和施工技术需求。防控体系的持续改进首先依赖于数据反馈和现场实践的总结,定期对已发生的事故和未发生的潜在风险进行评估,更新防控策略和技术措施。随着新技术的不断涌现,防控体系应融入先进的监测设备、智能化技术及大数据分析工具,提高预测风险和实时响应的能力。防控体系的完善还需要与施工项目的实际情况紧密结合,通过多方协作,确保各项风险管理措施得到有效执行。持续改进的过程还包括加强与相关监管部门、研究机构的合作,借鉴最新的行业标准和技术,为施工安全提供有力保障。

6 结语

岩溶地区建筑施工面临复杂的地质风险,实施有效的风险防控措施至关重要。通过对地质勘察技术、施工安全管理及应急预案等方面的研究与探讨,可以有效降低施工过程中的风险,确保工程的安全与稳定。随着新技术的发展,风险防控体系的持续改进和施工人员的专业培训将进一步提升施工安全水平。只有不断创新与优化管理策略,才能应对不断变化的地质环境,实现岩溶地区建筑施工的可持续发展。

参考文献:

- [1] 张第,刘宏昊.岩溶地区建筑工程 CFG 桩复合地基施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(33):128-130.
- [2] 周培阳.岩溶地区城市高层建筑小区地基设计与施工研究[J].新城建科技,2024,33(12):144-146.
- [3] 许大建.岩溶地区建构物地基稳定性分析与评价研究[J].工程与建设,2023,37(05):1474-1478.
- [4] 张明,顾兴海,刘启安,等.深圳岩溶地区建筑工程溶洞处理技术探讨[J].广东土木与建筑,2023,30(08):28-31.
- [5] 徐永波.岩溶地区某多层框架结构地基基础设计与施工探讨[J].安徽建筑,2020,27(07):95-97.