

复杂地质条件下的公路工程施工技术挑战与对策

李 磊

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 831300

摘要: 在复杂地质条件下进行公路工程施工, 技术难度和风险因素显著增加。本文深入探讨了这些技术挑战背后的具体问题和影响因素, 并提出了相应的对策和解决方案, 旨在提高在此类条件下的施工效率和质量, 为公路工程建设提供有益的参考。

关键词: 复杂地质条件; 公路工程; 施工技术; 挑战与对策

引言

随着我国经济的持续发展和城市化进程的加速推进, 公路工程建设在各类复杂地质条件下的需求也日益增长。复杂地质条件, 如高山地貌、岩溶地貌、断裂带、软土地基等, 不仅增加了施工的难度, 也提高了工程质量控制的复杂性。本文将从技术角度出发, 系统分析这些挑战, 并提出有效的应对策略, 以期为类似工程提供借鉴。

1 复杂地质条件下的技术挑战

1.1 地质勘探困难

在复杂地质条件下, 地质勘探工作面临的挑战是前所未有的。特别是在岩溶、高山、断裂带等地区, 地质构造的复杂性和不确定性使得勘探任务变得异常艰巨。这些地区的地质情况多变, 可能存在着大量的隐伏岩溶洞穴、断裂构造、地下水系等, 这些因素都为勘探工作带来了巨大的困扰。首先, 岩溶地区的地质勘探尤为困难。岩溶地貌是由于地下水对可溶性岩石进行溶蚀和侵蚀作用而形成的, 其特点是地表和地下存在着大量的岩溶洞穴、溶蚀裂隙和地下河等。这些复杂的地下空间结构使得勘探人员难以准确探测到地下的真实情况, 勘探数据的误差率相对较高。此外, 岩溶洞穴内的水流动态复杂, 地下水的流动和补给机制难以摸清, 这也增加了勘探的难度。其次, 高山地区的地质勘探同样面临着诸多挑战。高山地区地势陡峭, 地形复杂, 交通不便, 给勘探工作带来了极大的困难。同时, 高山地区的气候条件恶劣, 勘探工作往往需要在严寒、雨雪、雷电等恶劣天气下进行, 这不仅增加了勘探的难度, 也对勘探人员的安全构成了威胁。最后, 断裂带地区的地质勘探也是一项极具挑战性的任务。断裂带是地球上比较脆弱的地方, 容易发生地震等地质灾害^[1]。在断裂带地区进行勘探, 需要特别注意安全问题。同时, 断裂带地区的地质构造复杂, 岩层破碎、节理发育, 给勘探工作带来了很

大的不确定性。勘探人员需要具备丰富的地质知识和实践经验, 才能准确判断地下的地质情况。

1.2 地基处理难题

在复杂地质条件下进行公路工程施工, 地基处理无疑是一个重大的技术难题。地基的稳定性直接关系到公路工程的安全与持久性, 特别是在岩溶、山体、软土等特殊地质环境下, 地基处理显得尤为重要。岩溶地区的地基处理尤为复杂。由于岩溶地貌的特点, 地下存在着大量的岩溶洞穴和溶蚀裂隙, 这些不规则的地下空间结构会严重影响地基的稳定性。路基塌陷是岩溶地区常见的地质灾害之一, 它可能由于地下岩溶洞穴的坍塌或地下水的冲刷等原因而引发。这种塌陷不仅会导致路面的损坏, 还可能对行车安全构成严重威胁。山体滑坡也是复杂地质条件下地基处理的另一个难题。在山区, 由于地势陡峭、岩层节理发育, 山体滑坡的风险显著增加。特别是在雨季或地震等自然灾害发生后, 山体滑坡的可能性更大。地基处理时, 必须充分考虑山体滑坡的风险, 确保路基的稳定性。此外, 在软土地基上进行地基处理同样具有挑战性。软土具有含水量高、压缩性大、透水性差等特点, 因此在软土地基上建设公路工程时, 地基的沉降问题尤为突出。地基沉降不仅会导致路面的不平整, 还可能影响公路的正常使用的安全性能。

1.3 施工材料选择

在复杂地质环境下的公路工程施工中, 施工材料的选择显得尤为关键, 它不仅直接关系到工程的质量、安全和耐久性, 还影响着工程的整体经济效益。由于不同地质条件对材料的性能要求各异, 因此, 如何精准地选用既满足工程需求又适应当地特殊地质环境的材料, 成为施工中一项极具挑战性的任务。特别是在岩溶、断裂带、软土等复杂地质区域, 材料的抗腐蚀性、抗压强度、耐久性等方面都有着特殊的要求。例如, 在岩溶地区, 由于地下水的侵蚀作用强烈, 要求使用能够抵御化

学腐蚀的材料；而在断裂带或地震活动频繁的区域，则需要选择具有良好韧性和抗震性能的材料来确保工程结构在地质灾害中的稳定性。除了材料性能的要求外，地质条件还可能对材料的采购、运输和储存等环节产生影响。在偏远山区或交通不便的地区，材料的运输成本可能会显著增加，而且运输过程中的材料损耗也会相应增大。同时，地质条件的不稳定性可能要求施工材料能够快速适应环境变化，这就对材料的灵活性和适应性提出了更高的要求。更为复杂的是，施工材料的选择还需要考虑到与当地生态环境的兼容性。在某些生态敏感区域，使用某些材料可能会对周围环境造成不良影响，因此在材料选择上需要更加谨慎，以避免对生态环境的破坏。

1.4 环境保护压力

在复杂地质条件下的公路工程施工，经常需要穿越自然保护区、水源地或其他生态敏感地带。这些区域往往生物多样性丰富，生态环境脆弱，任何不当的施工行为都可能对其造成不可逆的损害。因此，施工过程中的环境保护压力尤为突出。自然保护区和水源地等敏感区域的生态系统经过多年的自然演化和人类保护，已经形成了一个相对稳定的生态平衡。公路工程的施工，尤其是土方开挖、排水系统设置等环节，很容易破坏原有的植被覆盖，干扰地下水位，甚至导致水土流失和生态破坏。如何在这样的地质和施工条件下，确保工程质量和生态保护双赢，是施工中必须深思的问题^[2]。除了对自然生态的影响，施工过程中产生的噪音、扬尘等也是不容忽视的环境问题。大型施工机械的轰鸣声会打破原有的宁静，对周边动植物造成干扰，甚至影响人类居民的生活质量。同时，土方作业和运输过程中产生的扬尘不仅影响空气质量，还可能对周边植被造成污染。更为复杂的是，这些环境问题可能引发连锁反应。比如，施工导致的植被破坏可能会影响到该地区的微气候，进而影响到其他生物的生存。噪音和扬尘污染也可能对周边居民的健康造成长期影响。

2 对策与建议

2.1 加强地质勘察与预测

为了应对复杂地质条件下的公路工程施工挑战，加强地质勘察与预测工作显得尤为重要。高精度地质勘探设备和技术在这一环节中发挥着不可或缺的作用。例如，地质雷达作为一种无损检测技术，能够有效地探测地下的岩溶洞穴、断裂构造等异常情况，为施工提供准确的地质信息。其工作原理是通过发射高频电磁波并接收其反射波，从而判断地下介质的结构和性质。除了地质雷达，三维地震勘探也是一种先进的地质勘探技术。

它利用人工震源激发地震波，在地层中传播后被检波器接收并记录，通过处理这些数据，可以精确地了解地下的地质构造和岩性分布。这种技术在复杂地质条件下尤为重要，因为它能够提供更详细、更全面的地质信息，帮助施工人员准确判断地质情况，从而制定合理的施工方案。在进行地质勘察时，还应充分利用历史资料和先前勘探的数据。这些数据不仅可以帮助我们了解区域地质背景和演化历史，还可以为当前施工提供有价值的参考。例如，在历史资料中可能会记录有该区域过去发生的地质灾害、地下水动态等信息，这些信息对于评估施工风险和制定应对措施具有重要意义^[3]。结合地质勘察数据和历史资料，进行施工前的风险评估和预测是确保施工安全的关键步骤。通过综合分析地质构造、地下水条件、岩性评价等多方面因素，可以预测施工中可能遇到的地质问题和风险点，从而提前制定相应的防范措施和应急预案。

2.2 优化地基处理技术

在复杂地质条件下进行公路工程施工，地基的稳定性是确保整个工程质量与安全的关键因素。因此，优化地基处理技术显得尤为重要。注浆加固技术是一种常用的地基处理方法，它通过将特定的浆液注入地基中的裂隙或空洞，能够有效改善地基的物理力学性能，提高其稳定性和承载能力。注浆材料的选择应根据地质条件和工程要求进行，以确保注浆效果达到最佳。桩基加固是另一种有效的地基处理方法，特别适用于软土地基或地质条件较差的区域。通过在地基中打入桩基，能够将上部结构的荷载有效传递到深层地基中，从而提高地基的承载能力。桩基的类型、尺寸和布置方式应根据工程要求进行详细设计，以确保其加固效果。地下连续墙技术则适用于需要较高侧向支撑力的地基处理情况。该技术通过在地下挖掘连续沟槽，并在其中浇筑混凝土形成连续的墙体，能够有效抵抗侧向土压力和水压力，提高地基的稳定性^[4]。地下连续墙的设计和施工应充分考虑地质条件、周围环境和工程要求，以确保其安全性和经济性。在实施地基处理过程中，加强施工过程中的质量监控和安全管理至关重要。应建立完善的质量管理体系，对地基处理过程中的各项参数进行实时监测和记录，确保施工质量符合设计要求。同时，应重视施工现场的安全管理，制定完善的安全规章制度，加强施工人员的安全教育和培训，确保地基处理过程的安全顺利进行。

2.3 合理选择施工材料

在复杂地质条件下的公路工程施工中，施工材料的选择至关重要。这不仅关系到工程的质量和安

接影响到工程的经济效益和环境影响。因此,必须根据具体地质条件和工程要求,综合考虑多方面因素,进行合理选择。首先,材料的性能是选择的首要考虑因素。在岩溶、高山、断裂带等复杂地质条件下,施工材料需要具备良好的耐久性、稳定性和抗腐蚀性。例如,在岩溶地区,应选用能够抵御化学侵蚀和地下水侵蚀的材料,以确保工程的长期稳定性。其次,价格和可获得性也是选择施工材料时需要考虑的重要因素。在满足工程性能要求的前提下,应尽量选择性价比高的材料,以降低工程成本。同时,要确保所选材料在市场上容易获得,避免因材料供应不足而影响工程进度。此外,与供应商的沟通和协作也是确保材料质量稳定可靠的关键。施工单位应与供应商建立良好的合作关系,及时沟通材料需求和供应情况,确保材料按时、按质、按量供应。同时,施工单位还应应对进场的材料进行严格的质量检查,杜绝不合格材料进入施工现场。随着环保意识的日益增强,积极探索新型环保材料的应用也成为当前的一个重要趋势。新型环保材料不仅具有优异的性能,还能有效降低工程对环境的负担。例如,使用可再生材料、低碳材料等,可以减少对自然资源的消耗和废弃物的产生,从而实现工程与环境的和谐发展。合理选择施工材料是确保复杂地质条件下公路工程施工质量和效益的关键环节。通过综合考虑材料的性能、价格、可获得性等因素,加强与供应商的沟通和协作,以及积极探索新型环保材料的应用,我们可以为公路工程的顺利进行提供有力保障。

2.4 强化环境保护措施

在公路工程施工过程中,环境保护不仅仅是一种社会责任,更是法律要求和行业发展的必然趋势。为了强化环境保护措施,施工单位必须严格遵守国家及地方的环境保护法规和相关规定,确保每一项施工活动都在法律允许的范围内进行。为了实现这一目标,施工前必须制定详细的环境保护方案。这一方案应涵盖施工全过程中可能产生的所有环境问题,包括但不限于噪音、扬尘、废水、废渣等污染物的控制和处理。方案的制定应基于对施工区域环境现状的深入了解和评估,确保其实用性和可操作性。合理安排施工时间是减少环境破坏和污染的关键。例如,在居民区附近施工时,应尽量避免

在夜间或午休时间进行高噪音作业,以减少对周边居民的影响。同时,优化施工工艺也能显著降低环境负担。例如,选择低噪音、低振动的施工方法和设备,或者采用预制构件等方式,减少现场作业量和施工废弃物。使用环保型施工机械是另一项重要措施。这些机械通常配备有先进的排放控制系统,能有效降低废气、废水和噪音的排放。此外,施工单位还应定期对机械设备进行维护和更新,确保其始终处于最佳工作状态,减少不必要的环境污染^[5]。除了上述措施外,加强施工人员的环保意识培训和教育也至关重要。通过定期的培训课程,使施工人员充分认识到环境保护的重要性,并掌握在实际施工中如何有效落实环保措施。这样不仅能提升整个施工团队的环保素养,还能在施工过程中形成自觉的环保行为。强化环境保护措施需要施工单位从多个方面入手,包括制定详细的环境保护方案、合理安排施工时间、优化施工工艺、使用环保型施工机械以及加强施工人员的环保意识培训和教育。这些措施的实施将有效减少对环境的破坏和污染,实现公路工程施工与环境保护的和谐共生。

结语

复杂地质条件下的公路工程施工面临着诸多技术挑战和风险因素。通过加强地质勘察与预测、优化地基处理技术、合理选择施工材料以及强化环境保护措施等对策的实施,可以有效地应对这些挑战并降低风险水平。在未来的公路工程建设中应持续关注新技术和新材料的研究与应用进展以适应更加复杂多变的地质条件并推动公路工程建设行业的持续发展。

参考文献

- [1]唐宇俊.公路工程施工技术管理和控制研究[J].信息系统工程,2023(03):85-87.
- [2]夏万旭.公路工程项目建设管理思路与施工技术要点控制[J].交通建设与管理,2022(05):142-143.
- [3]张琳洁.公路工程施工技术要素及公路工程质量控制[J].建材发展导向,2023,21(24):33-35.
- [4]孙吕红.公路工程施工技术管理与质量控制[J].工程建设与设计,2023,(15):232-234.
- [5]贾威.公路工程的施工技术质量控制方法研究[J].住宅与房地产,2022,(20):64-68.