

复杂地形条件下的建筑工程施工技术研究

姜倩倩 齐爱东

山东航空港建设工程集团有限公司 山东 济南 250101

摘要：随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断推进，建筑工程在复杂地形条件下的施工日益增多。复杂地形条件对建筑施工提出了严峻挑战，包括地形地貌的多样性、地质条件的复杂性以及施工环境的恶劣性等。本文旨在探讨复杂地形条件下的建筑工程施工技术，分析现有技术研究成果，并提出针对性的解决方案，以期对相关领域的研究和实践提供有益参考。

关键词：复杂地形；建筑工程；施工技术；地基处理；深基坑支护

引言

复杂地形条件下的建筑工程施工具有高度的复杂性和不确定性。不同地形地貌下的土壤性质、密实度及地下水位等条件差异显著，对建筑施工的技术选择和实施提出了严格要求。因此，研究复杂地形条件下的建筑工程施工技术，对于保障施工安全、提高施工质量具有重要意义。

1 复杂地形条件下的建筑工程施工技术挑战

在建筑工程建设中，复杂地形条件无疑给施工技术带来了前所未有的挑战。这些挑战不仅体现在地形地貌的多样性上，还深入到地质条件的复杂性和施工环境的恶劣性之中。

1.1 地形地貌的多样性

复杂地形涵盖了山地、丘陵、盆地、高原等多种类型，每一种地形都对其上的建筑物提出了独特的要求。山地地形崎岖不平，地基处理需特别考虑山体的稳定性和土壤的承载能力。丘陵地区则可能存在土层厚度不均、密实度差异大的问题，对基础施工造成困扰。盆地地形可能伴有低洼地带，地下水位较高，对地基的防水处理提出了更高要求。而高原地区气候寒冷，土壤冻结深度大，对地基的冻融稳定性是一大考验。这些地形的多样性要求施工人员在地基处理和基础施工时，必须根据具体地形特点，采取针对性的技术措施，确保施工的安全和稳定。

1.2 地质条件的复杂性

复杂地形下的地质条件往往多变且难以预测。软土地基、高地下水位、岩溶地质等问题频发，给建筑施工带来了诸多难题。软土地基承载力不足，易导致地基沉降，影响建筑物的稳定性；高地下水位则可能引发地下水渗漏，对建筑物的防水层造成破坏；岩溶地质则可能存在溶洞、暗河等，对地基的稳定性和建筑物的安全性

构成威胁^[1]。因此，在施工过程中，必须对地质条件进行详尽的勘察和分析，采取相应的地质处理措施，如地基加固、防水处理等，以确保施工的安全和顺利进行。

1.3 施工环境的恶劣性

复杂地形条件下的施工环境往往恶劣多变。在山区施工，需时刻警惕山体滑坡、泥石流等自然灾害的风险，采取必要的防护措施，确保施工人员和设备的安全。而在沙漠地区，高温、干旱等极端气候条件对施工过程产生严重影响，需采取防暑降温、保湿等措施，保障施工人员的身体健康和施工效率。这些恶劣的施工环境要求施工人员必须具备高度的安全意识和应变能力，确保施工过程的顺利进行。

2 复杂地形条件下的建筑工程施工技术研究

2.1 软土地基施工技术

软土地基是建筑工程中常见的一种地基类型，其特点主要表现为土壤颗粒间结构疏松、孔隙比较大、含水量较高。这种土壤类型的承载力低，沉降较大，且容易发生液化现象。为了克服软土地基的不利影响，施工人员需要采用一系列的加固与处理技术。地基处理是软土地基施工中的关键步骤。通过土石方填筑、振实、加固等手段，可以有效提高软土地基的承载力和稳定性。具体来说，土石方填筑可以采用分层填筑、压实的方法，确保每一层土壤都达到规定的密实度。振实则可以通过机械振动的方式，使土壤颗粒重新排列，减小孔隙比，提高土壤的密实度和承载力。加固处理则可以根据具体情况，采用化学加固、物理加固或生物加固等方法，进一步提高软土地基的稳定性。灌浆加固是另一种有效的软土地基处理技术。通过向土体中注入灌浆材料，如水泥浆、环氧树脂等，可以填充土壤孔隙，提高土体的强度和稳定性。灌浆材料的选择应根据土壤性质和工程要求来确定，确保灌浆效果达到最佳。桩基加固也是软土

地基施工中常用的一种方法。利用桩基承担建筑物荷载，将荷载分散到较深的稳定土层中，可以有效避免软土地基沉降和液化等问题。桩基的类型和数量应根据建筑物荷载、土壤性质和施工条件来确定，确保桩基的承载力和稳定性满足工程要求。

2.2 高地下水位施工技术

高地下水位是建筑工程中另一个常见的复杂地形条件。高地下水位会增加地基土的孔隙水压力，降低土体的承载力和抗剪强度，导致地基沉降、变形等问题。为了有效解决高地下水位下建筑施工所面临的挑战，需要采用科学合理的防水施工技术。防水施工技术是高地下水位施工中的关键环节。选择适当的防水材料和防水工艺进行地下结构的防水处理是防水施工的基础。防水材料应具有良好的耐水性、耐腐蚀性和耐久性，确保在长期使用过程中不会出现漏水现象。防水工艺则应根据地下结构的形状、尺寸和使用要求来确定，确保防水层与地下结构紧密结合，形成有效的防水屏障。采取有效的排水措施也是高地下水位施工中的重要一环。通过设置地下排水管网、抽水泵等设备，可以降低地下水位，减小地基土的孔隙水压力，提高土体的承载力和稳定性^[2]。排水管网的设计应根据地下水位、土壤性质和排水要求来确定，确保排水畅通无阻。抽水泵的选择和使用则应根据排水量和排水距离来确定，确保抽水效果达到最佳。改良地基也是提高高地下水位下土壤抗渗透性和稳定性的有效方法。通过添加固化剂、注浆加固等手段，可以改善土壤的性质，提高其抗渗透性和稳定性。固化剂的选择应根据土壤性质和工程要求来确定，确保固化效果达到最佳。注浆加固可以通过向土体中注入注浆材料，填充土壤孔隙，提高土体的密实度和抗渗透性。

2.3 岩溶地质施工技术

岩溶地质是建筑工程中另一种复杂的地形条件。由于岩石溶蚀作用而形成的地质条件，其特点包括地下水流动较大、岩层不稳定、地下空洞发育等。在岩溶地质条件下进行建筑施工会面临诸多困难和挑战。为了应对岩溶地质条件下的建筑施工挑战，需要研究和应用有效的支护与加固技术。灌浆加固是一种常用的方法，通过向岩溶空洞中注入灌浆材料，如水泥浆、聚氨酯等，可以填充空洞，提高地基的稳定性。灌浆材料的选择应根据空洞的大小、形状和工程要求来确定，确保灌浆效果达到最佳。固结灌浆也是岩溶地质施工中常用的一种方法。通过向岩层中注入固结灌浆材料，可以使岩层固结成一个整体，提高岩层的稳定性和承载力。固结灌浆材料的选择应根据岩层的性质和工程要求来确定，确保固

结效果达到最佳。注浆加固同样适用于岩溶地质条件下的建筑施工。通过向岩溶空洞和岩层裂缝中注入注浆材料，可以填充空洞和裂缝，提高地基的密实度和稳定性。注浆加固的施工过程应严格控制注浆压力和注浆量，确保注浆效果达到最佳。

2.4 深基坑支护技术

在复杂地形条件下，深基坑支护是确保施工安全的关键环节。深基坑的开挖往往会导致周边土体的应力状态发生变化，容易引发土体失稳、坍塌等安全事故。因此，必须采取有效的支护措施来确保深基坑的稳定性和安全性。常用的支护施工技术包括地下连续墙、土钉墙支护、排桩支护、搅拌桩支护、柱列式灌注桩和钢板桩支护等。地下连续墙是一种有效的支护方式，通过在地下连续浇筑混凝土墙体，可以形成连续的支护结构，提高深基坑的稳定性。土钉墙支护则是利用土钉将土体固定在支护结构上，形成稳定的土体-支护结构体系。排桩支护则是通过排列桩体来形成支护结构，承受土体压力。搅拌桩支护则是利用搅拌桩将土体加固，提高土体的抗剪强度和稳定性。柱列式灌注桩和钢板桩支护则是通过灌注桩或钢板桩来形成支护结构，承受土体压力和水压力。支护结构的设计应根据基坑的实际开挖深度、地质条件、周边建（构）筑物和各类管线的距离等因素综合考虑。确保支护结构能够满足工程要求，确保施工的安全和质量^[3]。同时，对于地下水位较高的深基坑施工，还需制定相应的止水方案。如采用止水帷幕等措施来阻止地下水流入基坑内，确保基坑的干燥和稳定。止水帷幕的设计和施工应严格控制其质量和密封性，确保止水效果达到最佳。

3 复杂地形条件下建筑工程施工技术的优化与创新

在复杂地形条件下进行建筑工程施工，无疑是一项充满挑战的任务。地形的复杂性不仅增加了施工难度，还对施工技术的选择和应用提出了更高要求。为了应对这些挑战，必须不断优化和创新施工技术，确保施工的安全、高效和质量。

3.1 提高地质勘察技术水平

地质勘察是复杂地形条件下建筑工程施工的首要步骤，其准确性直接关系到后续施工的安全和顺利进行。因此，必须不断提高地质勘察的技术水平，确保对施工区域的地质状况有全面、准确的了解。在施工前，应进行详细的地质勘察工作。通过地面勘察，可以粗略了解施工区域的地质构造、地层分布、岩土性质等基本情况，为后续的施工设计提供基础数据。同时，还应结合遥感技术、地球物理勘探等先进手段，对施工区域进行

更深入、更全面的探测，揭示潜在的地质问题和风险。除了施工前的地质勘察，还应在施工过程中对可能发生的地质灾害进行综合监测。通过安装监测设备、设置监测点等方式，实时监测地质条件的变化，如地面沉降、山体滑坡、泥石流等。一旦发现异常情况，应立即采取措施进行处理，确保施工过程的安全。为了提高地质勘察的技术水平，还应加强相关人员的培训和教育。通过组织专业培训课程、开展技术交流活动等方式，提高地质勘察人员的专业素养和技能水平，使他们能够更好地应对复杂地形条件下的地质勘察工作。

3.2 合理改进施工技术

针对复杂地形条件下的施工难题，需要不断合理改进施工技术，提高施工的效率和质量。以软弱围岩隧道施工为例，这类隧道在施工过程中容易遇到围岩稳定性差、易坍塌等问题，给施工带来极大的安全隐患。为了解决这个问题，可以采用超前支护技术。在隧道开挖前，先对前方围岩进行预支护，通过安装锚杆、钢架等支护结构，提高围岩的稳定性和承载能力。同时，还可以采用注浆加固技术，将水泥浆或其他加固材料注入围岩裂隙中，填充裂隙、固结岩体，进一步提高围岩的稳定性。除了软弱围岩隧道施工，其他复杂地形条件下的施工也需要不断改进施工技术。例如，在高边坡稳定施工中，可以采用坡率法、挡土墙法、抗滑桩法等多种方法进行边坡加固和稳定；在深基坑施工中，可以采用地下连续墙、土钉墙、排桩等支护结构来确保基坑的稳定和安全。在改进施工技术的过程中，还应注重技术的创新和应用。通过引进新技术、新设备，提高施工的自动化、智能化水平；通过开展技术研究和攻关，解决施工中的技术难题和瓶颈问题；通过推广先进施工技术和经验，提高整个行业的施工水平和技术能力。

3.3 加强施工监测与管理

在复杂地形条件下进行施工，加强施工监测与管理是确保施工安全和质量的重要保障。应该建立完善的施工监测体系，对施工过程中的各种参数和指标进行实时监测和记录。地质条件的变化是施工监测的重点之一。

应该通过安装地质监测设备、设置监测点等方式，实时监测地质条件的变化情况，如地层位移、地下水位变化等。一旦发现地质条件出现异常变化，应立即采取措施进行处理，防止地质灾害的发生。支护结构的变形也是施工监测的重要内容。在复杂地形条件下，支护结构的稳定性直接关系到施工的安全和质量。因此，应该对支护结构进行定期监测和检查，及时发现并处理支护结构的变形和破损问题^[4]。除了实时监测外，还应加强施工过程中的管理。通过制定完善的施工管理制度和流程，明确各方的职责和义务；通过加强施工现场的安全管理和文明施工管理，确保施工现场的秩序和安全；通过加强施工质量的控制和验收管理，确保施工质量的符合设计和规范要求。

结语

复杂地形条件下的建筑工程施工技术研究是一个涉及多学科、多领域的综合性课题。通过科学合理的技术手段和施工方法，可以有效克服复杂地形带来的各种问题，保障施工安全和工程质量。未来，随着科技的进步和工程技术的发展，复杂地形条件下的建筑工程施工技术将不断得到优化和创新，为城市建设和基础设施建设提供更加坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]胡梦云.复杂地形下的施工技术与设备选择[J].城建科技,2024,33(04):126-128.
- [2]王晓栋.复杂地形下基坑支护与挡土墙结合的设计与施工技术[J].石材,2023,(11):44-46.
- [3]戴连双,张丽,赵迎,等.复杂地形环境下的深基坑支护与土方开挖施工技术[J].建筑施工,2021,43(09):1725-1728.
- [4]马跃强,徐铭泽,孙保强.复杂3D地形下综合楼项目上下同步逆作法施工技术[C]//江西省土木建筑学会,江西省建工集团有限责任公司.第28届华东六省一市土木建筑工程建造技术交流会论文集.上海建工二建集团有限公司,;2022:4.