

复杂地质条件下建筑基础施工技术难点及解决方案

汪 旭

麻城立业建设工程有限公司 湖北 麻城 438300

摘要：本文聚焦复杂地质条件下建筑基础施工技术难点与解决方案。先对典型复杂地质类型及对基础施工的影响机制进行分析，阐述地基处理、基坑支护与降水等方面技术难点。接着提出针对性解决方案，包括地基处理技术优化、基坑支护体系创新等。最后展望未来研究方向，涵盖地质勘探、地基处理等多领域，旨在为复杂地质建筑基础施工提供全面指导，提升施工安全与质量。

关键词：复杂地质；建筑基础；施工技术

引言：在建筑工程中，复杂地质条件给基础施工带来诸多挑战。不同地质类型，如软土、岩溶、断层破碎带、膨胀土等，具有独特工程特性，对地基承载力、沉降、基坑稳定性及施工设备工艺适配性等产生多方面影响。这些影响贯穿施工各环节，若处理不当，会引发严重质量问题与安全隐患。因此，深入剖析复杂地质条件下基础施工技术难点并提出有效解决方案，对保障建筑安全与质量意义重大。

1 复杂地质条件分类及工程特性分析

1.1 典型复杂地质类型

复杂地质条件类型多样，各有特性。软土地质常见，含水量高、孔隙比大、压缩性高、强度低。沿海地区软土层深厚，基础施工时地基承载力常难达标，易致较大沉降与不均匀沉降，影响建筑物正常使用与安全，处理不当会出现墙体开裂、地面下沉等问题。岩溶地质存在大量溶洞等形态，空洞影响地基稳定，施工可能遇溶洞突水、塌陷等灾害，且发育不均增加地基处理难度^[1]。断层破碎带是岩石破裂错动区，岩石破碎、力学性质差，施工时地基稳定与承载力难保证，易引发边坡失稳等问题，还可能成地下水通道，增基坑涌水风险。膨胀土有吸水膨胀、失水收缩特性，基础施工要考虑土体胀缩变形对建筑物影响，处理不当建筑物会开裂、倾斜，影响寿命与安全。

1.2 地质条件对基础施工的影响机制

地质条件对基础施工影响多面，机制涉及多环节。地基承载力上，不同地质决定地基土物理力学性质，影响承载能力，如软土地基承载力低需加固，岩土地基在断层破碎带或岩溶区承载力也降低。沉降方面，地质不均匀致地基不均匀沉降，使建筑物产生附加应力，引发结构问题，如软土与硬土交界处易出现不均匀沉降。基坑稳定性上，地质决定土体力学性质与地下水情况，软

土基坑边坡易滑坡坍塌，岩溶基坑可能突水塌陷，断层破碎带基坑易边坡失稳，地下水影响基坑安全。施工设备与工艺也受地质制约，软土地基用轻型履带设备，岩土地基用钻孔设备，施工工艺也需依地质调整，如岩溶区地基处理要先探明溶洞再填充加固。

2 复杂地质条件下基础施工核心技术难点

2.1 地基处理技术难点

复杂地质下地基处理技术难点颇多。软土地基常用换填、排水固结、强夯法，但均有局限。换填法处理深厚软土层工程量大、成本高，材料质量与压实度难保证；排水固结法周期长，设排水通道增难度与成本；强夯法对高含水量软土效果受影响，还可能引发土体液化。岩溶地区关键是处理溶洞，其大小、形状各异，处理难。注浆加固选材和参数要依溶洞情况定，但易出现浆液流失、不均匀问题；跨越和梁板法适用于大溶洞，要搭临时支撑，难度大、成本高。断层破碎带地区要解决岩石破碎等问题，灌浆加固选材和工艺难，效果难保证；锚杆支护确定参数要求高。

2.2 基坑支护与降水技术难点

复杂地质下基坑支护与降水挑战大。软土地基基坑边坡稳定性差，常用排桩、地下连续墙、土钉墙支护。排桩在软土中桩身侧向位移大；地下连续墙成本高、周期长、要求高；土钉墙在软土中锚固力难保证。岩溶地区基坑支护要考虑溶洞影响，开挖前要探测处理，设计支护结构需加固，且降水难，不当降水会引发问题。断层破碎带地区岩石破碎，地下水易渗透，基坑涌水风险大，支护要增加锚杆等加强措施，降水要选合适方法并合理布井。

2.3 施工设备与工艺适配性难点

复杂地质条件对施工设备与工艺的适配性提出了更高的要求。不同的地质条件需要采用不同的施工设备和

工艺,但在实际施工中,往往存在设备与工艺不匹配的问题。例如,在软土地基上施工时,若采用重型施工设备,会对地基产生较大的压力,导致地基沉降过大,影响施工安全和工程质量^[2]。而在岩土地基上,若采用不合适的钻孔设备,可能会导致钻孔效率低下、钻孔质量差等问题。施工工艺的选择也需要根据地质条件进行调整。例如,在桩基础施工中,不同的地质条件需要采用不同的成桩工艺。在软土地基中,适合采用静压桩工艺,而在岩土地基中,则需要采用钻孔灌注桩工艺。但在实际施工中,由于施工人员对地质条件的认识不足或施工设备限制等原因,可能会选择不合适的施工工艺,导致施工质量问题的发生。施工设备与工艺的适配性还受到施工环境的影响。在复杂地质条件下,施工环境往往较为恶劣,如场地狭窄、地下水位较高等,这给施工设备和工艺的选择带来了更大的困难。

2.4 动态监测与信息化施工难点

动态监测与信息化施工作为保障复杂地质基础施工安全与质量的关键手段,在实际推进过程中却面临诸多棘手难点。动态监测方面,需实时精准获取地基沉降、位移等关键数据。然而在复杂地质条件下,监测点的合理布置与监测设备的恰当选择困难重重。以岩溶地区为例,溶洞分布毫无规律,监测点难以全面覆盖所有潜在风险区域;在断层破碎带,岩石破碎松散,监测设备安装固定极为困难,稍有不慎就可能因岩石滑落而损坏。信息化施工环节,要将监测数据及时、稳定地传输至管理平台,为决策提供可靠依据。但施工现场环境复杂,各类电子设备众多,信号干扰大,数据传输的稳定性和及时性难以保证,时常出现数据丢失、传输延迟等情况。数据分析的准确性和可靠性也存在一定问题,现有的分析方法大多基于经验公式和理论模型,面对复杂多变的地质数据,往往无法准确反映实际情况,进而可能导致决策失误,给施工安全和质量带来严重隐患。

3 针对性解决方案与技术创新

3.1 地基处理技术优化

针对复杂地质条件下的地基处理技术难点,可以进行多方面的优化。对于软土地基,可以采用复合地基处理方法,如水泥搅拌桩复合地基、砂石桩复合地基等。复合地基通过在软土中设置增强体,提高地基的承载力和减少沉降。水泥搅拌桩复合地基利用水泥作为固化剂,通过搅拌机械将软土和水泥强制搅拌,使软土硬结,形成具有一定强度的桩体。砂石桩复合地基则是通过在软土中打入砂石桩,利用砂石桩的排水和挤密作用,提高软土地基的承载力。在岩溶地区,可以采用精准注浆技

术。通过先进的探测技术,如地质雷达、钻孔电视等,准确探明溶洞的位置、规模和填充情况,然后根据溶洞的具体情况选择合适的注浆材料和注浆工艺。例如,对于空洞较大的溶洞,可以采用双液注浆技术,提高注浆的凝固速度和强度;对于填充有软弱物质的溶洞,可以采用高压喷射注浆技术,将填充物置换为高强度的注浆体。对于断层破碎带地区,可以采用灌浆与锚杆联合加固技术。先采用灌浆方法填充岩石的裂隙和空洞,提高岩石的整体性和强度,然后采用锚杆支护技术,将锚杆锚入稳定的岩层中,增强边坡的稳定性。同时,可以根据断层破碎带的具体情况,调整锚杆的间距、长度和锚固力等参数,以达到最佳的加固效果。

3.2 基坑支护体系创新

在复杂地质条件下,需要创新基坑支护体系,以提高基坑的安全性和稳定性。对于软土地基,可以采用组合式支护结构,如排桩与内支撑组合支护、地下连续墙与锚索组合支护等。组合式支护结构结合了不同支护结构的优点,能够更好地适应软土地基的特点^[3]。例如,排桩与内支撑组合支护结构中,排桩承受土压力,内支撑提供水平支撑力,共同保证基坑的稳定性。在岩溶地区,可以采用可调节式支护结构,可调节式支护结构可以根据溶洞的位置和规模进行调整,提高支护的针对性和有效性。例如,采用可调节长度的锚杆,根据溶洞的深度调整锚杆的长度,确保锚杆能够锚入稳定的岩层中。同时,可以在支护结构中设置监测元件,实时监测支护结构的变形和受力情况,及时调整支护参数。对于断层破碎带地区,可以采用加强型支护结构。加强型支护结构通过增加支护结构的强度和刚度,提高其抵抗边坡失稳的能力。例如,在排桩支护结构中,增加桩的直径和配筋率;在土钉墙支护结构中,增加土钉的长度和直径,提高土钉的锚固力。

3.3 施工工艺改进

针对复杂地质条件下的施工设备与工艺适配性难点,可以改进施工工艺。在桩基础施工中,对于软土地基,可以采用静压桩与钻孔灌注桩相结合的工艺。先采用静压桩工艺施工部分桩,提高地基的承载力,减少沉降,然后再采用钻孔灌注桩工艺施工剩余桩,确保桩基础的整体质量。在岩土地基中,可以采用多级钻孔工艺,先采用小直径钻头钻孔,然后再换用大直径钻头扩孔,提高钻孔效率和质量。在基坑开挖施工中,可以采用分层分段开挖工艺。根据基坑的深度和地质条件,将基坑分成若干层和若干段,分层分段进行开挖。每层开挖深度不宜过大,每段开挖长度也应根据实际情况进行控制。在

开挖过程中,及时进行支护和降水,确保基坑的稳定性。同时,可以采用信息化施工方法,根据监测数据及时调整开挖参数和支护措施。

3.4 数字化施工管理平台

为了解决动态监测与信息化施工难点,可以建立数字化施工管理平台。数字化施工管理平台集成了数据采集、传输、分析和处理等功能,能够实时、准确地获取施工过程中的各种数据,并通过数据分析为施工决策提供依据。在数据采集方面,可以采用先进的监测设备,如高精度沉降仪、位移传感器、水位计等,实时监测地基沉降、基坑位移、地下水位等参数。在数据传输方面,采用无线通信技术,确保数据传输的稳定性和及时性。在数据分析方面,利用大数据分析和人工智能技术,建立施工数据模型,对监测数据进行实时分析和预测。通过数据分析,可以及时发现施工过程中的安全隐患和质量问题,并提前采取措施进行预防和处理。数字化施工管理平台还可以实现施工过程的可视化管理,通过三维模型和虚拟现实技术,直观展示施工进度、质量情况和安全状况,提高施工管理的效率和水平。

4 未来研究方向

未来,复杂地质条件下基础施工的研究将朝着更加深入、全面和智能化的方向发展。在地质勘探技术方面,需要进一步提高勘探的精度和深度,开发更加先进的勘探设备和方法,如高分辨率地质雷达、三维地震勘探等,以便更准确地了解地下地质情况,为施工设计和决策提供更加可靠的依据。在地基处理技术方面,需要研发更加高效、环保、经济的地基处理方法和技术。例如,研究新型的固化材料和注浆材料,提高地基处理的效果和质量;探索绿色地基处理技术,减少对环境的影响。同时,需要加强对地基处理效果的长期监测和评估,建立完善的地基处理质量评价体系。在基坑支护与降水技术方面,需要创新基坑支护结构和降水方法,提高基坑的安全性和稳定性。例如,研发新型的支护结构材料和连接方式,

提高支护结构的强度和刚度;探索更加有效的降水技术和设备,降低降水对周围环境的影响。另外,还需要加强对基坑施工过程中的风险评估和预警研究,建立完善的风险管理体系。在施工设备和工艺方面,需要研发更加先进、智能化的施工设备和工艺,提高施工效率和质量^[4]。例如,开发具有自适应功能的施工设备,能够根据地质条件自动调整施工参数;研究智能化的施工工艺,实现施工过程的自动化和智能化控制。同时,需要加强施工设备与工艺的标准化和规范化研究,提高施工的标准化水平。在数字化施工管理方面,需要进一步完善数字化施工管理平台的功能,提高平台的智能化水平。例如,利用物联网技术实现施工设备和监测设备的互联互通,实现数据的自动采集和传输;利用人工智能技术实现施工数据的智能分析和决策支持,提高施工管理的科学性和精准性。此外,还需要加强数字化施工管理的推广和应用,提高行业整体的数字化水平。

结束语

复杂地质条件下建筑基础施工面临诸多挑战,本文详细分析了各类技术难点并提出了针对性解决方案与创新思路。未来,随着地质勘探、地基处理、基坑支护等技术的不断进步,以及数字化施工管理的深入应用,复杂地质建筑基础施工将更加安全、高效、环保。相关从业者应持续关注技术发展动态,积极应用新技术、新方法,不断提升施工水平,推动建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1]张文.建筑玻璃幕墙施工技术难点与应对措施[J].石材,2024,(03):28-30.
- [2]洪标.复杂地质条件下港口工程桩基施工技术[J].珠江水运,2024,(04):71-73.
- [3]牛飞,姜二虎,孟祥兵,等.复杂地质条件下工作面扩安一体化工艺实践[J].陕西煤炭,2024,43(10):158-162+178.
- [4]贾豫蓉.基于复杂地质条件下岩土勘察工程的策略分析[J].大众标准化,2024,(16):92-94.