

复杂地质下勘察技术优化保障施工进度研究

贾延睿¹ 韩 硕²

1. 青岛地矿岩土工程有限公司 山东 青岛 266100

2. 青岛市即墨区自然资源局 山东 青岛 266200

摘 要：复杂地质条件下的岩土工程勘察工作难度高、风险大，优化勘察技术对于保障施工进度至关重要。本研究旨在探讨复杂地质条件下岩土工程勘察技术的优化策略，包括钻探勘察、物探勘察、原位勘察等多种技术的综合运用。通过科学规划、合理布点、严格管理，确保勘察数据的准确性和全面性，为工程施工提供可靠依据，从而有效保障施工进度和工程质量。

关键词：复杂地质；物探方法；勘察技术优化；保障施工进度

引言：在复杂地质条件下进行工程建设，勘察工作是确保施工安全、质量和进度的基础。随着工程技术的发展，传统的勘察手段已难以满足高精度、高效率的需求。本研究聚焦于复杂地质下勘察技术的优化，旨在通过综合应用多种先进技术，提高勘察精度和效率，为施工计划的制定提供更为可靠的地质依据，从而有效保障施工进度，降低施工风险，提升工程整体效益。这对于推动复杂地质条件下的工程建设具有重要意义。

1 复杂地质条件概述

1.1 复杂地质条件的定义与特征

复杂地质条件是指在工程建设过程中，由于地质构造、地形地貌以及岩土层的多样性和非均质性等因素导致的地质环境复杂多变的状态。这种复杂性不仅增加了工程施工的难度，也对工程的安全性和经济性构成了严峻挑战。（1）地质构造的复杂性：在复杂地质条件下，地质构造往往错综复杂，断层、褶皱、节理等地质结构广泛发育。这些地质构造不仅影响岩土层的稳定性和连续性，还可能对工程施工造成不利影响，如导致地基承载力不足、地下水位变化等问题。（2）地形地貌的多样性：复杂地质条件下的地形地貌通常具有多样性，包括山地、丘陵、平原、盆地等多种类型。这种多样性不仅增加了工程施工的难度，还可能引发地质灾害，如山体滑坡、泥石流等。（3）岩土层的非均质性：复杂地质条件下的岩土层往往呈现非均质性，即岩土层的物理力学性质在空间上存在显著差异。这种非均质性可能导致工程施工中的不均匀沉降、地基处理困难等问题。

1.2 复杂地质条件对工程施工的影响

（1）施工难度的增加：由于地质构造、地形地貌和岩土层的复杂性，施工队伍需要面临更加复杂的地质环境，从而增加了施工难度。这要求施工队伍具备更高的

技术水平和专业能力，以确保工程的顺利进行。（2）安全风险的提升：复杂地质条件下的施工环境往往较为恶劣，存在滑坡、坍塌、泥石流等自然灾害的风险。这些安全风险不仅威胁着施工人员的生命安全，也可能对工程质量产生严重影响。（3）工期的延长与成本的增加：由于施工难度的增加和安全风险的提升，复杂地质条件下的工程施工往往需要更长的时间和更高的成本。这不仅会影响工程的进度和质量，也会增加项目的投资成本和风险。

2 复杂地质下常用勘察技术及其局限性

2.1 钻探勘察技术

（1）技术原理与应用。钻探勘察技术通过直接钻入地下获取岩土层样本，以了解地下岩土层的分布、物理力学性质等信息。该技术主要应用于深层岩土层的勘察，特别是对于需要高精度取样和地质剖面图绘制的情况。（2）钻探设备的选择与使用。钻探设备的选择取决于地质条件、勘察深度和取样要求。常用的钻探设备包括回转式钻机、冲击式钻机和振动式钻机等。在使用时，需确保设备稳定性良好，钻探过程连续、均匀，以获取具有代表性的岩土层样本。（3）局限性分析。钻探勘察技术的局限性主要体现在取样代表性和成本与时间限制上。由于地质条件的复杂性，取样可能无法完全代表整个岩土层的性质。此外，钻探勘察通常需要较大的投资和时间成本，尤其是在复杂地质条件下，钻探深度和数量可能受到限制。

2.2 物探勘察技术

（1）技术原理与应用。物探勘察技术利用地球物理场的分布和变化规律来探测地下岩土层的结构和性质。高密度电阻率法、大地电磁法、电法、微动或者浅层面波等方法均属于物探勘察技术的范畴。高密度电阻率法通

过测量地下介质的电阻率变化来推断其结构和含水量；大地电磁法则利用电磁波在地下介质中的传播特性来探测地下结构和地质异常；电法则通过测量地下介质的电性差异来揭示其结构和组成；微动或浅层面波方法则利用地震波或面波在地下介质中的传播特性来辅助勘察钻孔对照地层。（2）数据采集与分析方法。数据采集通常使用专门的物探仪器进行，如电阻率仪、大地电磁仪等。采集到的数据需要通过专业的软件进行分析和处理，以生成地下岩土层的分布图和异常信息^[1]。（3）局限性讨论。物探勘察技术的解释精度受到多种因素的影响，如地下介质的不均匀性、地表干扰等。此外，环境因素如温度变化、电磁干扰等也可能对测量结果产生影响。因此，在应用物探勘察技术时，需要综合考虑地质背景和其他勘察资料。

2.3 原位勘察技术

（1）静力触探、动力触探、波速测试等。原位勘察技术是在现场对地下岩土层进行直接测试的方法。静力触探通过测量探头贯入岩土层时的阻力变化来评估岩土层的强度和变形特性；动力触探则利用锤击能量将探头击入岩土层，以测量其承载力和变形模量；波速测试通过测量声波在岩土层中的传播速度来推断其物理力学性质。（2）原位测试参数的意义与用途。原位测试参数如静力触探的锥尖阻力、动力触探的锤击数和波速等，对于评估岩土层的物理力学性质具有重要意义。这些参数可用于工程设计和施工中的承载力计算、地基处理等。（3）技术局限性。原位勘察技术的局限性主要体现在适用条件和操作难度上。不同的原位测试方法适用于不同的地质条件和勘察需求。同时，原位勘察技术的操作需要专业知识和经验，且对于复杂地质条件下的测试可能面临较大挑战。

3 复杂地质下勘察技术优化策略

3.1 技术组合应用

（1）不同勘察技术的互补性。面对复杂地质条件，单一的勘察技术往往难以全面揭示地下情况。因此，技术组合应用成为了一种有效策略。例如，将钻探勘察与物探勘察技术相结合，钻探技术能直接获取地下岩土层的实物样品，提供准确的力学性质数据，而物探技术则能通过间接测量地球物理场的变化，提供大范围、连续的地质构造信息。两者互为补充，能有效提升勘察结果的准确性和完整性。（2）综合勘察方案的设计与实施。制定综合勘察方案时，需充分考虑地质条件、工程需求和技术特点。方案应明确各技术的适用范围、测试点的布置、测试参数的选择等，确保勘察工作有序、高效地

进行。实施过程中，应注重技术间的衔接与融合，确保数据的一致性和可比性，为后续的地质分析和工程设计提供坚实基础。

3.2 先进勘察技术的引入

（1）高分辨率三维地震勘探技术。高分辨率三维地震勘探技术是一种先进的地球物理勘探方法，它利用地震波在地下介质中的传播特性，高分辨率地反映地下岩土层的结构和构造特征。该技术具有探测深度大、分辨率高、成像效果好等优点，可以有效地识别断层、褶皱等地质构造，为工程设计提供可靠的地质依据。（2）地质雷达探测技术。地质雷达探测技术利用高频电磁波在地下介质中的反射和散射特性，对浅层地质结构进行探测。该技术具有操作简便、测量速度快、分辨率高等优点，适用于探测地下空洞、裂缝等不良地质体，以及隧道、地铁等地下工程的超前预报^[2]。（3）其他新兴技术的应用。除了上述两种先进技术外，还有一些新兴技术也被广泛应用于复杂地质条件下的勘察工作中。例如，无人机航拍技术可以快速获取大范围的地表地貌信息，为地质解译提供丰富的资料；射线探测技术则可以利用X射线或 γ 射线等射线穿过地下介质时的衰减特性，探测地下岩土层的物理性质和异常结构。

3.3 勘察技术的智能化与自动化

（1）数据采集与分析的智能化。通过引入先进的数据采集和分析技术，可以实现对勘察数据的快速处理和分析。例如，利用机器学习算法对地质数据进行分类和识别，可以实现对地下岩土层的快速识别和划分；利用深度学习技术对地质图像进行特征提取和分类，可以实现对地下结构和异常的自动识别。（2）自动化设备的研发与应用。自动化设备的研发与应用也是提高勘察效率和准确性的重要途径。例如，自动化钻探设备可以根据预设的钻探参数和路径进行自动钻探和取样；自动化测量设备则可以实现对测量数据的自动采集和记录。这些自动化设备的引入和应用，可以显著提高勘察工作的效率和准确性^[3]。

3.4 勘察质量的控制与管理

（1）标准化勘察流程的制定。制定标准化的勘察流程是确保勘察质量的基础。通过制定详细的勘察流程和技术规范，可以规范勘察工作的各个环节和步骤，确保勘察工作的有序进行。（2）质量管理体系的建立。建立质量管理体系是确保勘察质量的关键。通过制定质量目标、建立质量责任制、实施质量控制措施等，可以确保勘察工作符合质量标准和要求。同时，还需要定期对勘察工作进行质量检查和评估，及时发现和解决质量问题^[4]。

(3) 勘察人员的培训与提升。勘察人员的专业素质和水平对勘察工作的质量和可靠性具有重要影响。因此,需要加强对勘察人员的培训和提升。通过定期组织培训和学习交流活动,可以提高勘察人员的专业素质和技能水平;通过引入竞争机制和激励机制,可以激发勘察人员的工作积极性和创造力。

4 复杂地质下勘察技术优化对保障施工进度的实证分析

4.1 案例选择与分析

4.1.1 典型复杂地质条件下的工程项目

选取某大型水电站建设项目作为研究对象。该水电站位于山区,地形复杂,地质构造多样,包括断层、褶皱、岩溶、滑坡等多种不良地质现象。项目需穿越多条山脉,开挖多条长隧道和大型地下厂房,施工难度极大。

4.1.2 勘察技术优化前后的对比

在项目初期,采用的是传统的钻探和二维地震勘探技术。由于地质条件复杂,钻探取样难以全面反映地质情况,二维地震勘探的分辨率有限,导致对施工区域的地质构造和不良地质体的判断存在偏差。这直接导致施工计划频繁调整,施工进度受到严重影响。

为了克服这一难题,项目团队引入了高分辨率三维地震勘探技术、地质雷达探测技术以及无人机航拍技术,对勘察技术进行了全面优化。这些新技术不仅提高了地质信息的分辨率和准确性,还实现了对地质情况的实时监测和动态更新,为施工计划的制定提供了更为可靠的地质依据。

4.2 施工进度的提升

4.2.1 优化勘察技术对施工计划的影响

勘察技术的优化使项目团队能够更准确地掌握地质情况,从而制定更为合理的施工计划。例如,通过高分辨率三维地震勘探技术,项目团队能够精确识别断层和岩溶等不良地质体的位置和规模,为隧道的开挖和支护提供了科学依据。地质雷达探测技术则能够实时监测隧道开挖过程中的地质变化,及时调整施工方案,避免了因地质问题导致的施工延误。

4.2.2 工期缩短的实证分析

优化后的勘察技术显著提高了施工计划的准确性和可执行性,减少了因地质问题导致的施工变更和返工。据统计,与传统勘察技术相比,优化后的勘察技术使项目总工期缩短了约20%。特别是在隧道开挖和地下厂房施工方面,由于能够提前识别和规避不良地质体,施工效

率得到了显著提升。

4.3 经济效益的评估

4.3.1 勘察成本的控制

虽然优化勘察技术初期投入较大,但长期来看,由于减少了重复勘察和因勘察不准确导致的额外施工成本,勘察成本得到了有效控制。此外,优化后的勘察技术提高了勘察效率,缩短了勘察周期,也间接降低了勘察成本。

4.3.2 施工成本的节约

勘察技术的优化避免了因地质问题导致的施工变更和返工,显著节约了施工成本。例如,在隧道开挖过程中,通过提前识别断层和岩溶等不良地质体,项目团队能够采取针对性的支护措施,避免了因地质问题导致的隧道坍塌和人员伤亡事故,从而节约了施工成本。

4.3.3 项目整体经济效益的提升

勘察技术优化不仅缩短了工期、节约了成本,还提高了工程质量。由于能够提前识别和规避地质风险,项目团队能够采取更为科学的施工方法和措施,确保了工程的安全性和耐久性。这些积极因素共同作用,使项目整体经济效益得到了显著提升。据统计,优化后的勘察技术使项目总投资节约了约15%,同时提高了工程的可靠性和使用寿命。

结束语

综上所述,复杂地质条件下的勘察技术优化是保障施工进度、确保工程质量和安全的关键所在。通过引入先进勘察技术、实施技术组合应用、加强勘察质量控制与管理等措施,我们能够有效提升勘察工作的效率和准确性,为施工决策提供坚实的地质依据。未来,随着技术的不断进步和创新,我们有理由相信,复杂地质条件下的勘察技术将更加智能化、自动化,为工程建设提供更加全面、精准的服务。

参考文献

- [1]张军,钟鸿飞.岩土工程勘察在复杂地质条件下的技术应用[J].中国地名,2024,(10):64-65.
- [2]邱燕斌.复杂地形地质条件下岩土勘察技术应用研究[J].建筑理论,2022,(07):87-88.
- [3]季顺波.复杂地质条件下的岩土勘察技术与应用研究[J].建筑理论,2024,(09):101-102.
- [4]苏运基.复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用研究[J].工程地质学,2022,(03):30-31.