

综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用

张文建

宁夏海辉岩土工程有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：综合勘察技术融合多种手段，为岩土工程勘察提供精准数据支撑。通过工程地质测绘、地球物理勘探、钻探取样及原位测试等技术协同应用，可全面获取岩土体工程地质信息。在实际应用中，技术集成、复杂地质适应、人才成本等问题凸显。为此，需加强技术研发与集成，优化勘察方案，强化人才培养与成本控制。该技术的合理应用与发展，对提升岩土工程勘察质量、保障工程建设安全意义重大。

关键词：综合勘察技术；岩土工程勘察；应用

引言

随着基础设施建设规模与复杂度不断攀升，岩土工程勘察面临更高要求。传统单一勘察手段存在局限性，难以全面反映复杂地质条件下岩土体特性。综合勘察技术凭借多技术协同优势，成为获取准确地质信息的关键。本文深入探讨综合勘察技术在岩土工程勘察中的具体应用，分析其面临的技术集成、复杂地质适应及人才成本等挑战，并针对性提出应对策略，为推动岩土工程勘察技术发展提供参考。

1 综合勘察技术概述

综合勘察技术是集成多种先进方法与技术手段，对工程建设场地及周边区域开展全方位、系统性地质与环境信息获取的专业技术体系。该技术体系涵盖地形地貌测绘、工程地质勘察、水文地质勘察、地球物理勘探等多领域技术，通过多源数据的协同采集与综合分析，精准揭示勘察区域的地质结构、岩土工程特性及水文地质条件，为各类工程建设项目提供科学、可靠的基础数据支撑。地形地貌测绘作为综合勘察的基础环节，借助卫星遥感、无人机航测、全站仪测量等技术，快速获取高精度地形数据，构建三维地形模型，清晰展现地表形态、高程变化及地物分布特征，为工程选址与规划提供直观的地形依据。工程地质勘察则采用钻探、坑探、原位测试等手段，深入地下获取岩芯样本，测定岩土体的物理力学性质，分析地层结构、岩土类型及地质构造，评估地基承载能力、稳定性等关键工程地质问题。水文地质勘察聚焦地下水系统研究，通过水位监测、抽水试验、水质分析等方法，明确地下水的赋存状态、补给径流排泄条件、水质特征及腐蚀性，预判地下水对工程建设的影响，为基础抗浮设计、地下水污染防治等提供数据支持。地球物理勘探利用不同岩土体物理性质差异，通过电阻率法、地震波法、探地雷达等物探技术，实现

对地下地质体的非侵入式探测，快速圈定异常地质体分布范围，与钻探等手段相互验证补充，提高勘察效率与精度。综合勘察技术通过多技术手段的有机融合与优势互补，突破单一方法的局限性，实现对勘察区域地质环境的立体化认知，为工程设计、施工及运营阶段的科学决策提供全面、准确的基础资料，在交通、能源、建筑等各类重大工程建设中发挥着不可或缺的关键作用。

2 综合勘察技术在岩土工程勘察中的具体应用

2.1 工程地质测绘

(1) 工程地质测绘是岩土工程勘察的基础工作，通过对地表地质现象的详细观察与描述，绘制工程地质图件。其工作内容涵盖地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件等多方面。运用罗盘、地质锤等工具，结合遥感影像解译，对岩土体露头进行细致研究，识别不同地层的分界线、岩性特征及地质构造形迹，以此构建区域地质结构的宏观框架。(2) 在实际操作中，工程地质测绘需遵循由整体到局部、由宏观到微观的原则。先进行大范围的路线调查，确定主要地质界线 and 地质单元的分布，再针对重点区域开展详细测绘。通过对各类地质现象的成因分析与演化研究，能够判断岩土体的稳定性，预测潜在地质灾害的发生区域，为后续勘察工作提供目标指向与重点区域划分依据。(3) 工程地质测绘的成果不仅直观反映了工程场地的地质背景，还为地球物理勘探、钻探等后续勘察手段的布置提供关键参考。其绘制的工程地质图件能够清晰展示岩土体的空间分布规律，帮助工程师从整体上把握场地地质条件，对合理选择工程建设方案、优化工程设计具有重要意义^[1]。

2.2 地球物理勘探

(1) 地球物理勘探基于岩土体的物理性质差异，如密度、电阻率、弹性波速度等，通过相应的仪器设备激发和接收地球物理场信号，进而推断地下地质结构和岩

土体特性。常见的方法有电阻率法、地震勘探法、地质雷达法等。以电阻率法为例,利用不同岩土体导电性的差异,通过测量地下电场分布,获取地层电阻率数据,从而识别地下含水层、软弱夹层等地质体。(2)地球物理勘探具有探测范围广、效率高、非侵入性等特点。在大面积场地勘察中,能够快速获取地下地质信息的大致分布情况,为钻探和原位测试等工作提供宏观指导。通过多种地球物理方法的综合运用,可以相互验证和补充,提高勘察结果的准确性。例如,将地震勘探与地质雷达相结合,既能了解深部地层结构,又能详细探查浅部地层的细微变化。(3)该技术在岩土工程勘察中发挥着重要作用,尤其适用于难以进行钻探的区域或需要快速获取初步地质信息的场景。其提供的连续剖面数据和三维地质模型,有助于工程师更全面、直观地认识地下地质条件,对潜在地质隐患进行早期识别,为岩土工程设计和施工方案制定提供可靠的数据支撑。

2.3 钻探与取样

(1)钻探是获取地下岩土体实物样本的重要手段,通过钻机在预定位置钻孔,深入地下不同深度,直接揭示地层岩性、厚度及地质构造变化。在钻探过程中,根据不同的岩土类型和勘察要求,选择合适的钻探设备和钻进方法,如回转钻进、冲击钻进等。对钻进过程中的各种参数,如进尺速度、钻压、冲洗液消耗量等进行详细记录,以辅助判断地层性质。(2)取样是钻探工作的关键环节,旨在获取具有代表性的岩土样本,用于室内试验分析。为保证样本的原状性和完整性,采用专门的取样工具和技术,如薄壁取土器、活塞取土器等。对于不同类型的岩土体,取样要求和方法也有所不同。例如,对于软土等敏感性土样,需严格控制取样过程中的扰动程度,以确保试验数据能够真实反映岩土体的工程特性。(3)钻探与取样获取的岩土样本在室内进行物理力学性质试验,如密度、含水量、压缩性、抗剪强度等测试,为岩土工程设计提供关键的参数依据。准确的钻探和取样工作能够直接影响试验结果的可靠性,进而关系到工程设计的合理性与安全性,是连接现场勘察与室内分析的重要桥梁^[2]。

2.4 原位测试

(1)原位测试是在岩土体的原始状态下,对其工程性质进行直接测定的技术手段。与室内试验相比,原位测试避免了岩土体取样过程中的扰动,能够更真实地反映岩土体在天然状态下的力学特性和工程性能。常见的原位测试方法包括标准贯入试验、静力触探试验、载荷试验等。例如,标准贯入试验通过测定重锤打入土层的

锤击数,评价土层的密实度和强度。(2)不同的原位测试方法适用于不同的岩土条件和勘察目的。静力触探试验能够连续、快速地获取土层的力学参数,尤其适用于软土地区;载荷试验则可以直接测定岩土体的承载力和变形特性,为基础设计提供准确数据。通过多种原位测试方法的联合应用,能够从多个角度对岩土体的工程性质进行综合评价,提高勘察结果的可靠性和准确性。

(3)原位测试结果不仅可用于岩土体的工程分类和参数确定,还能为地基处理方案的选择、基础形式的设计提供直接依据。在复杂地质条件下,原位测试可精准捕捉岩土体特性变化,及时发现岩土体的异常情况,为后续勘察和设计工作的调整指明方向,在岩土工程勘察中具有不可替代的重要作用。

3 综合勘察技术在岩土工程勘察应用中面临的挑战与应对策略

3.1 面临的挑战

3.1.1 技术集成难度大

综合勘察技术涉及地球物理勘探、钻探取样、原位测试等多种手段,各技术原理、数据采集与处理方式差异显著,导致技术集成存在固有复杂性。地球物理勘探中的电阻率法、地震波法分别基于介质电学特性与弹性波传播原理,其数据采集频率、精度要求不同,且数据格式与钻探获取的岩芯样本信息难以直接匹配融合。不同技术设备产生的海量数据在时空尺度上存在差异,传统的数据处理平台难以满足多源异构数据的高效分析需求,使得综合勘察技术难以充分发挥协同优势,无法精准构建岩土工程地质模型,制约勘察成果的准确性与可靠性。

3.1.2 复杂地质条件适应性不足

在岩溶、断裂带、软土等复杂地质区域,现有综合勘察技术的适应性问题凸显。岩溶地区发育的溶洞、土洞空间分布随机性强,地球物理勘探方法受限于异常响应的多解性,难以准确界定溶洞边界与充填情况;钻探手段受布孔密度限制,易遗漏小型溶洞,导致勘察结果存在盲区。在断裂带区域,破碎岩体的力学性质变化剧烈,原位测试获取的参数离散性大,难以反映真实地质条件。软土地区高含水量、高压缩性的特性,使得钻探过程中易出现孔壁坍塌,地球物理勘探信号衰减严重,增加了勘察数据获取的难度与误差,影响岩土工程设计的安全性^[3]。

3.1.3 人才短缺与成本压力

综合勘察技术的跨学科特性对从业人员提出了较高要求,需同时掌握地质学、地球物理学、岩土力学等多

学科知识,并能熟练操作多种勘察设备。目前行业内精通多技术手段的复合型人才稀缺,多数技术人员仅擅长单一勘察方法,难以有效整合多源数据,导致勘察方案设计不合理,数据解读偏差。综合勘察所需的高精度地球物理勘探设备、先进钻探机械购置成本高昂,且设备维护、耗材更换、数据处理软件使用等后续投入持续,加之复杂地质条件下需增加勘察工作量,进一步推高成本,压缩项目利润空间,限制了综合勘察技术在岩土工程中的广泛应用。

3.2 应对策略

3.2.1 加强技术研发与集成

聚焦多技术融合的关键环节开展技术研发,研发智能化数据融合算法与平台,通过深度学习、机器学习等人工智能技术,自动识别与匹配不同勘察技术获取的数据特征,实现多源数据的无缝对接与协同分析。开发适用于综合勘察的新型地球物理勘探设备,优化其与钻探、原位测试技术的兼容性,提高设备的集成化程度。例如,研制集电阻率探测与声波测试功能于一体的便携式设备,减少设备更换与场地布置时间,提升勘察效率。建立标准化的数据格式与处理流程,促进不同技术数据的交互共享,为准确构建岩土工程地质模型提供技术支持。

3.2.2 优化勘察方案与方法组合

针对复杂地质条件,在勘察前期需充分收集区域地质资料,运用地理信息系统(GIS)与三维建模技术,对勘察区域地质条件进行初步分析与预判,制定差异化勘察方案。对于岩溶地区,采用高密度电阻率法结合探地雷达进行大面积扫描,圈定异常区域后,再利用钻探进行精准验证;在断裂带区域,将地震波CT技术与钻孔弹模测试相结合,获取岩体完整性与力学参数。根据不同勘察阶段的需求,合理选择勘察方法组合,在可行性研究阶段以地球物理勘探为主进行宏观地质调查,在详细勘察阶段增加钻探与原位测试密度,确保勘察结果既能

满足工程设计要求,又能有效控制勘察成本。

3.2.3 加强人才培养与成本控制

企业应建立完善的内部培训体系,定期组织技术人员参加多技术融合应用的培训课程与实践操作演练,邀请行业专家进行技术指导,提升技术人员对综合勘察技术的理解与应用能力。鼓励技术人员开展跨学科学习,通过项目实践积累多技术协同勘察经验,培养复合型人才队伍。在成本控制方面,通过优化设备配置方案,根据项目需求选择性价比高的勘察设备,避免盲目采购高端设备。建立设备维护管理数据库,对设备使用频率、维护周期、故障情况进行实时监控与分析,合理安排设备维护计划,降低设备故障率与维护成本。通过精细化的勘察设计,减少不必要的勘察工作量,提高数据利用率,实现综合勘察技术在岩土工程中的高效经济应用^[4]。

结语

综上所述,综合勘察技术凭借多技术融合优势,在岩土工程勘察中发挥重要作用。通过工程地质测绘、地球物理勘探等多种手段协同,能有效获取地质信息。技术集成、复杂地质适应及人才成本等问题制约其发展。未来需持续推进技术研发与集成,优化勘察方案,加强人才队伍建设与成本管理,进一步提升综合勘察技术水平,为岩土工程勘察提供更可靠保障,助力工程建设高质量发展。

参考文献

- [1]于海朋.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用[J].工程建设与设计,2024(1):61-63.
- [2]陈雅雯.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用[J].技术与市场,2024,31(5):100-103.
- [3]张庆彬.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用分析[J].建材与装饰,2024,20(9):142-144.
- [4]屈鸣.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用研究[J].现代工程科技,2023,2(6):97-100.