

岩土工程勘察在复杂地质条件下的技术应用

王 政

中煤浙江勘测设计有限公司 浙江宁波 315000

摘 要: 伴随着工程建设的深入,遇到的地质条件越来越复杂化,特别是开展岩土工程勘察工作中,复杂的地质环境对勘察工作提出了越来越显著的挑战。岩土工程勘察在工程建设中起着前提和基础的作用,旨在为工程设计和建设提供详细而精确的地质资料和工程参数,从而保证工程稳定和安全。文章将着重分析复杂地质条件下应如何高效运用先进技术方法开展岩土工程勘察工作,希望能够对相关方面的研究和实践有所借鉴和参考。

关键词: 岩土工程; 勘察技术; 复杂地质; 技术应用

引言

在城市化不断推进的过程中,建筑工程规模也越来越大。而建筑工程稳固性与安全性从根本上来说依赖于穷尽与准确的勘察成果。勘察技术选择如果不恰当,就不能够对项目地下地质状况进行深刻揭示,继而可能会造成设计方案实用性大大降低,甚至会造成施工期间设计变更较大,严重延误施工进度。尤其对于地质条件复杂的地区,对于岩土工程勘察精确性提出了更加严格的要求。在此形势下,建立全面多维度勘察技术体系具有重要意义。采用钻探技术、地球物理勘探、原位测试及室内试验相结合的勘察手段可以对项目所处地层结构的岩土物理力学性质及各种可能产生的不良地质现象有一个较清楚的把握。这些有价值的资料将会对后续工程设计起到扎实可靠的支持作用,保证建筑物的安全稳定运行。

一、岩土工程勘察的基本原理与方法

岩土工程勘察作为保障建筑工程安全,稳定,经济的一项基础性工作,其目的就是要通过系统调查分析来准确地评价地质环境对于工程项目所产生的影响。在这一过程中涉及到许多原理和方法,以地质调查为依据,通过全面分析地表及地下地质结构来揭示岩石的类型,分布状况,结构特征及变化规律等。地震,电磁,重力及磁力等物理勘探方法是通过测定地下岩石与土壤物理性质的不同来间接地反映地下结构。这些方法能够提供地层界面深度、地下水位、岩石裂隙发育程度的关键信息。利用钻孔勘察技术,特别是深度钻探方法,能够直接穿透地层并收集岩土样本,这是获取地下真实状况的

最直观手段。通过进行现场测试,如标准贯入试验和静力触探试验等,我们可以进一步获取土壤的密实度和承载力等关键参数,从而为工程设计提供更为精确的参考依据。另外,地下水勘察既注重地下水位动态变化又涉及到水质分析问题,这对于防止地基液化和控制地下水位变化有着十分重要的意义。这些勘察方法及原则的运用需要针对工程的具体需求以及复杂的地质条件进行灵活地选择和调整以保证勘察结果准确可靠,为工程建设顺利实施提供了稳固的地质信息支撑。在实际操作中,岩土工程勘察会融合地质、地理信息系统(GIS)、遥感等先进的信息技术手段,以提升数据处理和解析的速度和准确性,确保工程的安全性和经济效益得到最佳的结合。

二、复杂地质条件概述

(一) 复杂地质条件的类型与特点

复杂地质条件涉及到很多类型,每种类型都有其独特之处,这对岩土工程勘察工作提出了相当大的难题。断裂与褶皱地质作为一种常见且复杂的地质类型,是由地壳运动形成的,断裂带有可能会穿过工程区域并威胁到工程稳定性;褶皱可能会引起地层的错位,导致岩土层的分布不均匀,从而增加了勘察的难度。岩溶地质又是一种复杂的地质条件,主要存在于石灰岩,大理石和其它可溶性岩石地区。在岩溶地貌中,地下空间如溶洞,暗河等十分发育,它们的出现不仅会影响地基稳定性,而且也会影响地下水流动与贮存,为工程造成不确定性。软土地区又属于复杂地质条件之一,软土含水量较高,压缩性较大,强度较低,这就决定了在这些区域开展工程建设时需格外注意地基承载力与变形。软土

地区岩土工程勘察需更为详细与深入才能保证工程安全与稳定。另外，地震活动区是复杂地质条件下的一类重要区域。地震活动区地壳运动强烈，地震频发，严重威胁工程建设安全。在这些区域开展岩土工程勘察中，需格外重视地震给工程带来的冲击，并采取相关抗震设计与施工。这些复杂的地质条件既有其独特之处，又常常交织叠加在一起，使岩土工程勘察工作更为复杂与艰巨。在这些区域开展工程建设，必须将多种勘察技术与手段结合起来，对地质条件进行准确识别，从而为工程设计与建设提供可靠地质依据，保障工程安全与稳定。

(二) 复杂地质条件对岩土工程勘察的影响

复杂地质条件给岩土工程勘察带来了深刻影响，并呈现多元化发展。由于地质构造复杂且不确定，例如出现断裂、褶皱、岩溶等情况，导致在勘察时很难对岩土层分布，物理力学性质及地下水状况做出准确的判断。这样不仅会加大勘察难度与工作量，而且可能会对勘察结果准确性与可靠性产生直接的影响。与此同时，在复杂的地质条件下常常会伴有一些不良地质现象出现，例如滑坡，泥石流等等，这类地质现象的出现直接威胁着项目的安全，这就给勘察工作带来了较大的需求。所以，从事复杂地质条件岩土工程勘察工作的勘察人员必须要有丰富的专业知识与实践经验，并能综合利用多种勘察技术与手段来迎接多种复杂地质现象所提出的各种挑战。与此同时，还要强化现场管理及安全防护措施以保证勘察工作顺利开展以及勘察人员安全。唯有如此，才能够对地质条件进行精准的识别，从而为工程设计与建设提供可靠地质依据，保障工程安全稳定运行。

三、复杂地质条件下的勘察技术应用

(一) 适应性地质勘察技术选择

适应性地质勘察技术的选择关键是要根据具体工程项目及复杂多变地质环境灵活应用各种勘察技术和手段，保证勘察结果准确实用。实施中通过项目区域初步地质资料的采集和分析，并结合遥感影像以及地表地质调查初步查明了地质结构特征以及可能出现的断层，洞穴以及滑坡体地质问题。考虑到这些地质属性，我们选择了适当的物理探测技术，例如在断裂带附近采用电阻率法和地震波速度测量，以准确确定断层的位置和属性，而且在洞穴发育的地区可能更加注重使用地质雷达探测技术。进一步的钻孔探查和实地测试，例如标准贯入试验、静力触探试验、孔压力测试等，都是根据初步勘察的结果，有针对性地进行布置的，为了获得更细致，更深入

地岩土层结构、物理力学性质、地下水情况等资料。随着勘察工作不断深入，所收集的资料会经过专业分析软件综合解析后生成地质剖面图及工程地质报告，以保证各勘察点资料对工程设计及施工具有现实参考价值。以大型基础设施工程为例，钻孔深度可以达到几百米，各勘探点地质数据包括岩石类型、密度、孔隙率和含水量，这些因素都会直接影响到工程设计的各种参数，包括基础结构、工程尺寸以及施工计划的选取。地质勘察全过程要求勘察团队专业知识高、实践经验丰富、精通现代勘察技术与仪器，保证了能针对地质条件具体特征选择最适合的勘察方法的前提下，在数据分析与判读方面准确无误，从而为工程设计与建设提供科学合理的地质依据。对适应性地质勘察技术进行合理的选择与运用不仅能够有效地减少工程风险，而且能够较大幅度地节省工程成本、提升工程质量与安全性。

(二) 高精度和深层次的物探技术应用

高精度、深层次物探技术的运用对岩土工程勘察起到了关键作用，特别是对深埋地质结构及细微地质变化的检测显示出了特有的优越性。通过对地下岩石与土壤在电阻率，磁性，密度以及声波速度等物理性质上的差异进行测量，这些技术可以准确地揭示地下结构分布特点，从而为工程设计提供了重要地质信息。如地震反射法可以探测到几千米深处的地质结构及其资料处理解释技术的发展使地层界面乃至微小断裂带都可以以更高分辨率被识别出来。电磁法，特别是控源音频大地电磁法（CSAMT），在对深层地质结构和地下水进行研究时，展示了相当高的分辨能力和探测深度，这种技术可以扩展到几百米至几千米的距离，非常有效地用于确定地下水的存在条件和岩石的性质变化。这些高精度物探技术运用到实际施工资料中，不但提高资料精度，还大大提高工作效率。以地震反射法为例，对一大型水利工程项目进行研究，利用此法成功揭示出预定坝址以下深层不连续面的分布规律，包括断层的位置及倾斜方向等，从而为坝体设计提供科学的依据。另外，在城市地下管线勘察中，高精度地质雷达（GPR）技术的运用能够准确地确定管线的位置并揭示其埋藏深度，这极大地降低了施工过程中对现有地下设施造成损害的风险。高精度物探技术要想进一步应用就必须与先进数据处理以及三维可视化技术相配合。对采集的地质物理数据深入分析并进行三维建模可直观显示地下结构三维分布情况，从而为工程设计与施工决策提供更直接、更全面的支持。

（三）特殊钻探技术和设备的使用

特殊钻探技术与装备的应用对于应对复杂地质条件岩土工程勘察起到了关键作用，这些技术与装备可以适应地质环境的变化，保证了困难地质情况下，钻探任务同样能够高效、精准的完成。这类技术与装备主要有但不限于定向钻探技术，深孔钻探，冻土钻探，水下钻探以及岩石芯取样技术。定向钻探技术，使工程师可以对钻头方向进行控制，并能准确地钻达到复杂地形条件下的规定地点，对城市地下空间开发及山区隧道工程具有特别重要意义。深孔钻探技术使钻探深度可达数千米，在地热能开发、深基坑支护等深基础设施建设中起着关键的作用。采用专用钻探设备对岩芯取样可达到高回收率收集完整岩芯的目的，对地下岩石物理、化学性质精确分析具有重要意义。以某高速公路隧道工程为例，利用先进的钻探工具，在深达200米的地下成功地进行了岩芯取样，岩芯的回收率超过了95%，这为隧道的设计和建设提供了宝贵的地质信息。另外冻土钻探技术对于寒冷地区基础设施建设也是很有帮助的，其通过围绕钻头进行冷却剂循环来避免钻探时周边土壤融化从而保证钻探稳定安全。在一个多年冻土区油气勘探工程中，利用这一技术成功地钻穿了厚达几百米的永久性冻土层，显示出特殊钻探技术对极端情况的价值。水下钻探设备对于桥梁建设和海上风电基础方面的工程也起到至关重要的作用，它们可以准确的完成水下钻探工作并获得水下地质数据。利用远程操作的水下钻探平台，在某海上风电项目中进行了深度达50米的钻探作业，成功地评估了海底岩石的承载能力，为风电塔基的设计提供了准确的数据。

（四）高难度取样和测试方法

岩土工程勘察领域中高难度取样与测试方法对保障工程安全性，可靠性具有重要意义，特别是地质条件比较复杂或者极端环境中更是如此。其中有但不限于无扰动取样技术，深海底质取样和高温高压岩石物理性能测试。无扰动取样技术能最大限度地保留原状土结构与特性，对准确评价软土地基力学性能特别关键。例如，在一个位于软土区的大规模基础设施项目中，通过采用先进的无扰动取样设备，成功地获取了20米深的土壤样本，随后的室内测试表明：这些样品的物理、力学参数均与现场试验结果高度吻合，从而为工程设计提供极其

重要的数据支撑。深海底质取样对海洋工程勘察有着举足轻重的影响，尤其对海上风电和跨海大桥工程基础设计具有重要意义。该技术可在几百米深处采集海底土壤及岩石样本，有利于工程师对海床承载力及稳定性进行精确评价。在某海洋风电项目中，应用深海取样技术，在50米水深的海域中成功取得了底质样本，通过后续的颗粒大小分析和压缩试验，为风电塔基的设计提供了科学依据。对高温高压下作业的岩石进行物理性能测试对开发深地热能和设计地下储存设施都有十分重要的意义。这些试验可以通过模拟深地下高温高压环境对岩石力学性能、流体渗透性及其他关键参数进行评价。在一项地热能开发项目中，岩石样本在模拟深度为2千米的高温（约200℃）和高压（约30MPa）条件下进行物性测试，研究表明该岩石强度及渗透性能符合工程需要，可为高效开发深层地热能提供可靠数据支撑。

结束语

岩土工程勘察对工程建设起着决定性作用，尤其是面对复杂地质环境，实用性与必要性更加突出。在岩土勘察中必须要对各个环节给予高度的重视，采用合适而有效的勘察技术才能保证得到的勘察数据不仅准确而且值得信赖，才能为工程建设顺利进行打下坚实基础。未来在岩土工程勘察技术研发上应该进一步增加投入，既要精细地优化和提升已有技术，又要大胆探索，勇于创新，发展更加前沿勘察技术。从而更好的适应工程建设多元化的需求，并为工程建设提供更全面和更专业的服务支持。

参考文献

- [1] 刘志强. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用研究[J]. 建筑与装饰, 2021(13).
- [2] 张达. 复杂地质条件下岩土工程勘察的应用与实践重点分析[J]. 装饰装修天地, 2020(9).
- [3] 甘磊, 袁伟. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(2).
- [4] 郝彦猛, 杨海雨. 豫西湿陷性黄土地区岩土工程勘察和地基处理措施探讨[J]. 低碳世界, 2021(5): 79-80.
- [5] 朱鹏飞. 基于岩土工程勘察地基均匀性和稳定性评价方法研究[J]. 安徽建筑, 2021(4): 104-105.