

复杂场地环境下工程地质勘察要点及成果应用分析

苏前龙

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：在工程建设领域，复杂场地环境给工程地质勘察带来诸多挑战。本文梳理了复杂场地工程地质勘察的前期准备要点，涵盖场地环境特征梳理、勘察范围与深度确定、勘察方法选型适配等内容。阐述了勘察实施过程中的关键环节，如勘察点位布置、原位测试操作等。同时，对复杂场地地质条件勘察进行深入分析，包括地层分布、岩土体物理力学性质等方面。最后，探讨了勘察成果在工程设计、施工及维护阶段的应用，为复杂场地工程建设提供全面的地质依据。

关键词：复杂场地；工程地质勘察；勘察实施；地质条件；成果应用

引言：随着工程建设规模不断扩大，复杂场地环境下的工程项目日益增多。复杂场地往往具有独特的地形地貌、复杂的地质构造以及多样的水文地质条件，这些因素给工程建设带来诸多不确定性和潜在风险。工程地质勘察作为工程建设的前期重要环节，其准确性和全面性直接影响工程的设计、施工及后期维护。通过科学合理的工程地质勘察，能够深入了解场地地质条件，为工程建设提供可靠的地质参数和决策依据，有效降低工程风险，保障工程建设的顺利进行。

1 复杂场地工程地质勘察前期准备

1.1 场地环境特征梳理

复杂场地工程地质勘察前期，对场地环境特征的全梳理是首要任务。需从多个维度开展工作，涵盖地形地貌、地质构造、岩土体性质以及水文地质条件等方面^[1]。地形地貌方面，要详细记录场地的起伏状况、坡度变化、地貌单元类型等，不同地形地貌对工程建设的影响差异显著，例如山地地形可能存在滑坡、崩塌等地质灾害隐患，而平原地区则需重点关注软土分布等问题。地质构造层面，需查明场地内断层、褶皱等构造的分布、规模及性质，构造活动可能破坏岩土体的完整性，影响工程稳定性。岩土体性质研究要聚焦于土的颗粒组成、密实度、压缩性以及岩石的矿物成分、结构构造、强度等指标，这些性质直接决定了地基的承载能力与变形特性。水文地质条件考察包括地下水的类型、埋深、水位变化规律以及水化学特征等，地下水对工程的影响广泛，可能引发地基沉降、基坑突涌等问题，同时水化学特征还会影响岩土体的物理力学性质与耐久性。通过系统梳理场地环境特征，为后续勘察工作提供基础依据，确保勘察工作有的放矢。

1.2 勘察范围与深度确定

勘察范围与深度的合理确定是复杂场地工程地质勘察的关键环节。勘察范围应根据工程规模、类型以及场地环境特征综合确定，需充分考虑工程可能影响的区域以及周边环境对工程的制约因素。对于大型工程，勘察范围应适当扩大，以全面了解场地地质条件，避免因局部地质问题影响工程整体安全。勘察深度的确定需结合工程基础形式、荷载大小以及岩土体分布特征等因素，确保能够揭示对工程有影响的地质层。例如，对于采用桩基础的工程，勘察深度应满足桩端持力层与桩侧土层评价的要求；对于存在软弱下卧层的情况，勘察深度需穿透软弱层，评估其对工程的影响。

1.3 勘察方法选型适配

复杂场地工程地质条件复杂多样，勘察方法选型适配至关重要。需根据场地环境特征、勘察阶段以及工程要求等因素，选择多种勘察方法进行综合勘察。地质调查与测绘是基础方法，可快速获取场地宏观地质信息，为后续勘察工作提供指导。地球物理勘探方法具有效率高、成本低等优点，可用于探测地下地质结构、隐伏构造以及岩溶发育区等，但需结合其他方法进行验证。钻探与取样是获取岩土体实物资料的主要手段，可直接了解岩土体的性质与分布，但成本较高、周期较长。原位测试方法可在现场测定岩土体的物理力学性质指标，结果更贴近实际工程条件。室内试验则可对钻探取得的样品进行详细分析，获取更精确的岩土体参数。通过多种勘察方法的有机组合，实现优势互补，提高勘察成果的可靠性与准确性。

2 复杂场地工程地质勘察实施

2.1 勘察点位布置

复杂场地工程地质勘察中，勘察点位布置是获取全面准确地质信息的基础。依据前期梳理的场地环境特

征、确定的勘察范围与深度,结合工程结构特点与荷载分布情况,科学规划勘察点位^[2]。对于地质条件变化大、存在不良地质作用的区域,适当加密勘察点位,以详细查明地质情况。例如,在断层破碎带、岩溶发育区等部位,增加钻孔数量,确保能准确揭示地质构造与岩溶发育特征。而在地质条件相对均匀的区域,可适当放宽点位间距,提高勘察效率。同时,考虑工程建筑物的轮廓与基础形式,使勘察点位尽可能覆盖主要受力区域,为工程设计提供可靠依据。

2.2 原位测试操作

原位测试操作在复杂场地工程地质勘察里占据重要地位。原位测试能直接在现场测定岩土体的物理力学性质指标,反映岩土体在天然状态下的工程特性。进行静力触探试验时,将探头以匀速压入土中,通过测量探头阻力,判断土的密实度与强度变化。标准贯入试验中,利用一定质量的落锤自由落下,将标准规格的贯入器打入土中,根据贯入击数评价砂土的密实度与粉土的承载力。操作过程中,严格遵循相关规范要求,控制测试参数,如触探速度、落锤高度等,保证测试结果的准确性与可靠性。

2.3 室内试验执行

室内试验执行是对勘察取得的岩土样品进行深入分析的关键环节。将钻探获取的岩土样品妥善保存并运送至实验室,依据试验项目要求对样品进行加工处理。对于土样,进行颗粒分析、含水量测定、密度测试等试验,获取土的基本物理性质指标。对岩石样品,开展抗压强度试验、抗剪强度试验等,确定岩石的力学性质。试验过程中,采用精密仪器设备,按照标准试验方法操作,减少人为误差,确保试验数据真实反映岩土体的性质。

2.4 勘察数据采集与整理

勘察数据采集与整理是复杂场地工程地质勘察成果形成的重要步骤。在勘察过程中,及时、准确记录各类数据,包括勘察点位坐标、高程、原位测试数据、室内试验结果等。采用专业数据采集软件,提高数据记录的效率与准确性。数据采集完成后,对数据进行初步筛选,剔除明显错误或异常的数据。然后,按照一定规则对数据进行分类整理,建立数据档案,方便后续查询与分析。通过规范的数据采集与整理工作,为勘察报告编制与工程应用提供坚实的数据支撑。

3 复杂场地地质条件勘察

3.1 地层分布勘察

复杂场地地层分布勘察是全面了解场地地质结构的基础工作。在勘察过程中,运用多种技术手段,如钻

探、地球物理勘探等,获取地层信息。钻探通过钻机将钻具钻入地下,直接获取岩土芯样,直观呈现地层的岩性、颜色、结构及层序变化^[3]。地球物理勘探则利用岩土体的电性、磁性、弹性等物理性质差异,探测地下地层的分布形态与埋藏深度。不同地层具有独特的工程特性,例如,砂层透水性强,可能引发基坑涌水问题;黏土层压缩性高,易导致地基沉降。准确查明地层分布情况,能为后续工程设计与施工提供关键依据,避免因地层认识不清引发的工程事故。

3.2 岩土体物理力学性质勘察

岩土体物理力学性质勘察是评估场地工程承载能力与稳定性的重要环节。对岩土体进行物理性质测试,包括测定土的含水量、密度、孔隙比等指标,了解土的基本物理状态。含水量影响土的强度与压缩性,密度与孔隙比则反映土的密实程度。力学性质测试涵盖土的抗剪强度、压缩模量以及岩石的抗压强度、抗拉强度等。抗剪强度决定土体抵抗剪切破坏的能力,压缩模量反映土体在压力作用下的变形特性。通过一系列试验,精确获取岩土体物理力学性质参数,为工程地基处理、基础设计等提供量化指标。

3.3 地下水特征勘察

地下水特征勘察在复杂场地地质条件勘察中不容忽视。查明地下水的类型,如潜水、承压水等,不同类型的地下水对工程的影响方式与程度各异。测定地下水的埋深与水位变化规律,水位变化可能引起地基土的湿陷、膨胀等不良地质作用,影响建筑物稳定性。分析地下水的化学成分,了解水的腐蚀性,避免地下水对工程材料造成侵蚀破坏。同时,评估地下水与地表水的补给排泄关系,为工程防水、排水设计提供依据。

3.4 不良地质现象勘察

复杂场地常存在滑坡、岩溶、泥石流、软弱夹层等多种不良地质现象,对工程建设构成潜在威胁。针对不同类型的不良地质,勘察工作的侧重点也有所差异:滑坡勘察需查明滑坡体的范围、规模、滑动面位置及滑动方向,分析其形成的地质条件与触发因素,评估稳定性与危害程度;泥石流勘察需调查其形成区、流通区与堆积区特征,了解物质组成、流量与流速,为防治工程设计提供基础资料;岩溶勘察需探测其发育程度、分布规律与连通性,评估对地基稳定性的影响;软弱夹层勘察则需查明其层位、厚度与空间分布特征,获取抗剪强度等关键力学参数,为工程处理提供依据。针对各类不良地质现象,勘察阶段需明确对应的防控设计方向,具体勘察要点与工程防控措施整理如表1所示。

表1

不良地质类型	勘察重点内容	工程防控设计方向
滑坡	滑坡边界、滑动面、岩土结构、诱发因素	抗滑桩、挡土墙、削坡减载、排水疏导
岩溶	溶洞位置、规模、连通性、顶板厚度	地基换填、注浆加固、避让岩溶发育带
泥石流	物源分布、沟谷形态、堆积范围	拦挡坝、排导槽、边坡植被防护
软弱夹层	层位厚度、空间分布、抗剪参数	基础跨越、夹层置换、固结灌浆

4 复杂场地工程地质勘察成果应用

4.1 勘察成果内容梳理

复杂场地工程地质勘察结束后，对成果内容进行系统梳理是首要任务。需全面整合勘察过程中获取的各类数据与信息，涵盖地层分布、岩土体物理力学性质、地下水特征以及不良地质现象等方面。对地层分布数据，详细记录各层岩土的岩性、厚度、埋深及空间展布特征，绘制精确的地层剖面图与平面图^[4]。针对岩土体物理力学性质指标，进行统计分析，确定其变化范围与规律，为工程设计与施工提供可靠参数。对地下水特征，明确地下水的类型、水位动态变化及水化学性质，评估对工程的影响程度。对于不良地质现象，准确界定其范围、规模与危害程度，制定相应的防治措施建议。通过全面细致的梳理，形成完整、准确的勘察成果资料。

4.2 工程设计中的成果应用

勘察成果在工程设计中发挥着关键支撑作用。依据地层分布与岩土体物理力学性质指标，合理确定建筑物的基础形式与埋深。对于承载力较高的岩层，可采用独立基础或筏板基础；而在软弱土层分布区，则需考虑桩基础等深基础形式，以确保建筑物稳定性。根据地下水特征，进行防水与排水设计。若地下水位较高，需设置地下室防水层、集水井与排水管道，防止地下水渗入建筑物内部。针对不良地质现象，采取针对性设计措施。如在滑坡区域，设计抗滑桩、挡土墙等支挡结构；在岩溶地区，进行地基处理或避开岩溶发育强烈地段进行建设。

4.3 工程施工中的成果应用

在工程施工阶段，勘察成果为施工方案制定与施工过程控制提供重要依据。根据地层分布情况，选择合适的施工机械与施工方法。在坚硬岩层中，采用爆破开挖或大型机械破碎；在软土层中，则采用人工开挖或小型

机械轻挖，避免对周边土体造成过大扰动。依据地下水特征，合理安排降水施工。在地下水位较高的区域，提前进行降水作业，降低地下水位，为基坑开挖与基础施工创造干燥作业环境。施工过程中，参照勘察成果对施工质量进行实时监控。如对桩基础施工，根据岩土体承载力特征值控制桩的入土深度与承载力检测，确保桩基础施工质量符合设计要求。

4.4 工程维护中的成果应用

工程维护阶段同样离不开勘察成果的支持。定期对工程周边地质环境进行监测，对比勘察时的地质数据，及时发现地质条件变化情况。若发现地层沉降、地下水位异常上升等迹象，分析原因并采取相应维护措施。对于出现损坏的工程结构，依据勘察成果评估结构损坏与地质条件的关系，制定科学合理的维修加固方案^[5]。如建筑物出现不均匀沉降，根据地层分布与岩土体性质，采用注浆加固或托换技术等措施进行处理，保障工程长期安全运行。

结束语

复杂场地工程地质勘察贯穿工程建设全周期，从前期准备到实施，再到成果应用，每个环节都紧密相连、至关重要。前期充分准备为勘察工作奠定基础，实施过程严格把控确保数据准确可靠，而勘察成果的合理应用则为工程设计、施工及维护提供有力支撑。只有做好各环节工作，才能有效应对复杂场地带来的挑战，保障工程建设质量与安全，推动工程建设行业持续健康发展。

参考文献

[1]王晨,王卫东,李艳鸽.复杂山区铁路隧道勘察设计工程质量风险识别及耦合演化分析[J].铁道科学与工程学报,2024,21(8):3335-3346.

[2]冯启庄,王清治,杨勇昌,等.工程地质勘察与水文地质评价的分析要点[J].石材,2024(8):44-46.

[3]慕娟.复杂地质条件下水利工程基础灌浆施工技术要点研究[J].水上安全,2025(17):174-176.

[4]李家峰,邵吉亮,张亚坤.地质钻探技术在工程地质勘察中的应用分析[J].世界有色金属,2023(15):193-195.

[5]潘忠明.岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用研究[J].工程技术研究,2025,11(11):23-25.