

岩土工程野外勘察及室内土工试验

胡梦娇¹ 李 华² 鲁吉祥¹

1. 浙江省自然资源集团空间信息有限公司 浙江 绍兴 312099

2. 浙江有色地勘集团有限公司 浙江 绍兴 312099

摘要: 岩土工程野外勘察与室内土工试验对工程建设至关重要, 野外勘察常见方法有钻探法, 可获取岩芯样本; 触探法能确定土层性质; 物探法利用物理特性推断地下地质结构; 坑探法可直接观察地层结构并取原状土样。室内土工试验项目包括物理性质试验, 测定土的基本物理特性; 力学性质试验, 评估土的力学性能; 特殊土试验, 针对膨胀土、黄土、冻土等特殊土类, 了解其独特性质, 为工程设计和施工提供关键依据。

关键词: 岩土工程; 野外勘察; 室内土工试验

引言: 在各类工程建设中, 岩土体作为基础支撑, 其工程性质对工程的安全与稳定起着决定性作用。岩土工程野外勘察及室内土工试验作为了解岩土体性质的重要手段, 具有不可替代的地位。通过野外勘察, 能直观获取场地的地质构造、地层分布等信息; 室内土工试验则可精确测定岩土的物理力学参数。准确把握这些信息和参数, 能为工程设计提供科学依据, 避免因岩土问题引发工程事故。因此, 深入研究岩土工程野外勘察及室内土工试验意义重大。

1 岩土工程野外勘察的基本概念

岩土工程野外勘察是一门在土木工程实践中发展起来的重要技术, 它在各类工程建设中扮演着关键角色, 是保障工程安全、稳定与经济可行的基础工作。岩土工程野外勘察的主要目的在于全面了解建筑场地的地质条件, 为后续的工程设计、施工提供准确且详细的地质资料。在工程建设中, 如果对场地地质条件了解不足, 可能会导致基础沉降过大、边坡失稳等严重问题, 从而影响工程的正常使用甚至危及生命财产安全。通过野外勘察, 可以提前发现潜在的地质问题, 并采取相应的措施加以解决。其研究对象涵盖了岩体和土体的各种工程问题, 从地基与基础方面来看, 需要确定地基土的承载能力、变形特性等参数, 以设计出合理的基础形式和尺寸。对于边坡工程, 要分析边坡的稳定性, 评估可能存在的滑坡、崩塌等地质灾害风险。在地下工程中, 如隧道、地下室等, 需要了解围岩的性质, 为支护设计提供依据。野外勘察工作主要包括地质调查与测绘、勘探与取样、原位测试等环节。地质调查与测绘是对场地的地形、地貌、地层岩性、地质构造等进行全面的观察和记录, 绘制地质图件, 为后续工作提供宏观的地质背景信息^[1]。勘探与取样则是通过钻探、井探等手段获取地下岩土体的样品, 以

便进行室内试验分析。原位测试是在现场对岩土体进行测试, 如静力触探、标准贯入试验等, 以获取岩土体的原位力学性质。在实际操作中, 野外勘察需要遵循一定的规范和标准。勘察人员要具备扎实的专业知识和丰富的实践经验, 能够准确地识别地质现象, 合理地选择勘察方法和测试手段。

2 常见的野外勘察方法

2.1 钻探法

钻探法是岩土工程野外勘察中获取地质资料的重要方式。(1) 钻机类型选择。钻机一般分为冲击式和回转式两种。冲击式钻机利用卷扬机借钢丝绳带动有一定重量的钻具上下反复冲击, 击碎孔底地层; 回转式钻机则利用钻机的回转器带动钻具旋转, 磨消孔底地层钻进。需根据不同地质条件合理选择。(2) 钻进工艺。在钻进过程中, 要根据地层特点采用合适的工艺。如在第四纪覆盖层细粒土中可采用重锤干砸, 卵石层采用重锤干砸配合金刚石钻头回转钻进, 基岩层采用清水回转钻进等。(3) 岩芯采取。钻探的主要任务之一是获取岩芯或原状土试样。使用管状钻具的回转式钻机通常能取柱状岩芯样品, 在操作时要尽量保持岩芯的完整性, 以保证后续试验分析的准确性。(4) 孔深控制。要严格按照勘察要求控制钻孔深度, 确保能获取足够的地质信息。不同的工程和地质条件对孔深要求不同, 需精准把握。(5) 数据记录。钻进过程中要详细记录各项数据, 如钻进速度、岩芯特征、地下水情况等, 为后续的地质分析和报告编制提供依据。

2.2 触探法

触探法是岩土工程野外勘察中用于确定土层性质和工程特性的重要手段。(1) 方法分类。触探法主要分为圆锥动力触探试验和标准贯入试验。圆锥动力触探又有轻型、中型、重型和超重型之分, 轻型、中型适用于一

般粘质土及素填土, 重型适用于中粗砾砂和碎石土, 超重型适用于卵石砾石类土; 标准贯入试验则广泛应用于各类土层。(2) 工作原理。利用一定的落锤能量, 将与触探杆相连接的探头打入土中, 根据打入的难度, 即贯入锤击数, 判定土层名称及其工程性质。锤击数的大小直接反映了动贯入阻力的大小, 体现被贯入土层的密实程度和力学性质。(3) 设备要求。不同类型的触探试验对设备有不同要求。轻型和中型动力触探可用手动, 起拔触探杆时可用探杆起拔器; 重型和超重型动力触探设备须有自动落锤装置, 以确保穿心锤自由下落, 锤的落距能控制在规定范围。(4) 指标确定。触探指标定义为每贯入一定深度所需的锤击数。轻型动力触探以每贯入300mm的锤击数表示, 中型、重型和超重型动力触探以每贯入100mm所需的锤击数表示。(5) 成果应用。可用于进行地基土的力学分层、定性评价地基土的均匀性和物理性质、查明土洞和软硬土层界面位置等, 还能评定地基土的强度和变形参数、估算单桩承载力等。

2.3 物探法

物探法即地球物理勘探方法, 是岩土工程野外勘察中常用的重要手段, 具有高效、经济等优点。物探法的原理是利用岩土体的物理性质差异, 如导电性、磁性、弹性等, 通过专门的仪器设备观测和分析地球物理场的变化, 从而推断地下岩土体的分布、结构和性质。常见的物探方法有多种, 电法勘探利用岩土体的导电性差异, 通过测量电场分布来了解地下地质结构, 如高密度电阻率法, 能有效探测地下空洞、断层等^[2]。地震勘探则基于岩土体的弹性差异, 通过激发和接收地震波, 分析其传播特性来确定地层的分层和构造情况。磁法勘探利用岩土体的磁性差异, 寻找与磁性有关的地质体, 如含铁矿体等。物探法在野外勘察中能快速获取大面积的地质信息, 为后续的勘探工作提供宏观指导, 减少不必要的钻探工作量。但它也有一定局限性, 结果解释需要结合地质资料和其他勘察方法进行综合分析。

2.4 坑探法

坑探法是岩土工程野外勘察中一种直接获取直观资料 and 原状土样的常用方法, 不依赖专用机具, 能为工程设计和施工提供可靠依据。坑探法主要包括探槽、探坑和探井。探槽是挖掘成长条形且两壁常为倾斜上宽下窄的槽子, 其断面有梯形或阶梯型两种, 适用于了解地表浅层地质情况, 如地层岩性、地质构造等。探坑深度相对较浅, 可用于局部地质条件的详细勘察。探井深度一般大于3.0m, 断面形状为方形、矩形和圆形, 能深入地底获取更深层的地质信息。在坑探过程中, 采取原状土

样是关键环节。先在井底或井壁的指定深度处挖一直径大于土筒的土柱, 将土柱顶面削平, 套上两端开口的金属筒并削去筒外多余的土, 一面削土一面将筒压入, 直至筒完全套入土柱体后切断土体柱。然后削去两端多余的土体, 盖上筒盖, 用熔蜡密封后贴上标签并注明土柱的上下方向、编号等。坑探法虽然可达深度较浅, 但能直接观察地层结构和变化, 为岩土工程勘察提供重要的第一手资料。

3 常见的土工试验项目

3.1 物理性质试验

土工物理性质试验能为岩土工程设计与施工提供基础参数, 以下是常见的试验项目。(1) 含水率试验。土的含水率是指土中水的质量与土颗粒质量的比值, 以百分率表示。该试验采用烘干法, 将代表性土样放入105~110°C的烘箱中烘至恒量, 通过计算湿土与干土质量之差和干土质量的比值得到含水率。此指标对土的力学性质影响显著, 如影响土的压实性、强度等。(2) 密度试验。密度是单位体积土的质量, 常用环刀法测定细粒土的密度。将环刀打入土中, 称取环刀与土的合质量, 减去环刀质量得到土的质量, 再除以环刀体积即得土的密度。它反映了土的密实程度, 是判断土的工程性质的重要依据。(3) 比重试验。土粒比重是土粒质量与同体积4°C时纯水质量之比, 一般用比重瓶法测定。通过测量土粒在水中的质量变化, 计算出土粒比重, 该指标可用于计算土的孔隙比、饱和度等其他物理性质指标。(4) 颗粒分析试验。土是各种颗粒粒径的集合体, 颗粒分析试验可确定土的粒度成分。对于粒径大于0.075mm的土, 采用筛分法; 小于0.075mm的土, 用密度计法或移液管法。其结果用于土的分类和评价土的工程性质。(5) 界限含水率试验。黏性土从一种状态转变为另一种状态的分界含水率称为界限含水率, 包括液限、塑限和缩限。常用液塑限联合测定法, 通过圆锥仪沉入土中的深度与含水率的关系, 确定液限和塑限, 进而计算塑性指数, 以评价土的可塑性和稠度状态。

3.2 力学性质试验

土工力学性质试验是评估岩土工程稳定性和安全性的重要依据, 主要包括压缩试验、抗剪强度试验等项目。压缩试验能测定土在侧限与轴向排水条件下的变形和压力关系, 可计算出单位沉降量、压缩系数、压缩指数等参数, 这些参数对预估地基沉降、确定地基处理方案至关重要, 比如通过压缩系数可判断土的压缩性高低, 为基础设计提供参考。抗剪强度试验与众多工程问题相关, 土作为土工构筑物材料时, 如土坝、路堤等填方边坡及

天然土坡的稳定性依赖于土的抗剪强度；土作为工程构筑物环境时，挡土墙、地下结构等周围土体的强度破坏会影响墙体安全；土作为建筑物地基时，其承载力也与抗剪强度密切相关。室内常用直剪试验和三轴试验测定抗剪强度，直剪试验操作简便但无法严格控制排水和量测孔隙水压力变化，三轴试验则能弥补这些不足，可更精准地测定抗剪强度指标^[3]。除上述试验外，无侧限抗压强度试验适用于饱和粘性土，通过测定无侧限抗压强度可计算土的灵敏度等指标，灵敏度反映了土的结构性强弱，对判断土的工程性质有重要意义。砂层的振动液化试验用于评估饱和砂层在地震等动力作用下发生液化的可能性，这对于在砂土地基上进行工程建设尤为重要，可提前采取措施防止因砂层液化导致的工程事故。

3.3 特殊土试验

特殊土由于其独特的物理、化学和工程性质，在工程建设中常带来特殊问题，特殊土试验能为工程设计、施工及后期维护提供关键依据。膨胀土试验是特殊土试验中的重要一项，膨胀土富含亲水性矿物，吸水膨胀、失水收缩特性明显。自由膨胀率试验可初步判断土样是否为膨胀土，将烘干土样放入量筒中，加入蒸馏水，土样吸水膨胀，通过测量膨胀后的体积计算自由膨胀率。膨胀力试验则测定土样在体积不变时因浸水膨胀产生的最大内应力，为基础设计和地基处理提供重要参数。此外，膨胀率和收缩系数的测定能帮助了解膨胀土在不同湿度条件下的变形规律，以便采取改良土性、设置防水措施等应对策略。黄土具有湿陷性，即受水浸湿后在自重或附加压力下结构迅速破坏而产生显著附加下沉。黄土湿陷性试验需测定湿陷系数和自重湿陷系数。通过室内压缩试验，对比土样在浸水前后的变形量来计算湿陷系数，

判断黄土的湿陷程度^[4]。根据自重湿陷系数可确定场地的湿陷类型，进而确定地基处理方法，如强夯法、挤密桩法等消除或减小黄土的湿陷性。冻土在寒冷地区广泛分布，其冻胀和融沉特性会对工程造成危害。冻土试验主要测定冻胀率和融沉系数。冻胀率试验模拟冻土在自然条件下的冻结过程，测量土样冻结后的体积变化率。融沉系数试验则观察冻土融化后的下沉情况。依据这些试验结果，在寒区工程建设中可采取保温、排水等措施，确保工程结构的安全稳定。

结语：

未来，科技的飞速发展将为岩土工程野外勘察及室内土工试验带来全新变革。智能化、自动化设备会在野外勘察中大显身手，凭借先进的传感器和智能算法，快速且精准地采集各类数据，大幅提升勘察效率与质量。室内土工试验也不甘落后，朝着高精度、高效率的方向大步迈进，大数据和人工智能技术深度融合结果分析，挖掘数据背后的潜在规律。此外，多学科融合的趋势将越发明显，地质学、物理学、计算机科学等学科相互交织，为复杂地质条件下的工程建设量身定制更科学、更合理的解决方案，助力岩土工程不断攀登新的高峰。

参考文献：

- [1]刘琰.岩土工程勘察中岩土室内试验技术及其应用[J].建材发展导向,2025,23(5):124-126.
- [2]梁中燕.岩土工程勘察土工试验数据作用与案例分析[J].福建建设科技,2025(3):26-29.
- [3]李朝龙.岩土工程试验技术在岩土工程勘察中的应用[J].江苏建材,2025(3):56-58.
- [4]刘敏,王宁,兰传琦,郝国栋.提高岩土工程勘察室内土工试验效率的研究[J].科学与信息化,2023(13):22-26.