

岩土工程勘察中钻探取样质量影响因素分析

陈 棋

卓尔国际工程技术有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：钻探取样品质是岩土工程勘察成果可靠程度的关键支撑，直接关系到整体工程设计与现场施工的安全稳定，本研究围绕钻探取样完整作业过程，深入分析取样设备、作业流程、地质条件及管控机制等核心因素对取样品质的内在作用与实际影响，探究多因素协同作用下取样品质的演变特征，为构建精准有效的质量控制方案、强化勘察成果的准确性与实用性提供理论支撑与应用指导。

【关键词】：岩土工程勘察；钻探取样；质量影响；取样器具；操作工艺

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.091

引言

岩土体构成工程建设的天然载体，物理力学参数的精确采集构成勘察作业的核心指向，钻探取样作为获取原状岩土体的直接方式，其品质水平直接决定勘察数据的真实程度与可靠程度，继而作用于工程设计的科学程度与施工环节的安全保障。复杂地质环境的多变特征与勘察作业的现场属性，让取样环节易受多重条件干扰，造成取样品质出现起伏，无法完整且真实呈现地层本身的分布特点，系统梳理取样品质的各类影响条件，厘清不同因素的作用方式与内在联系，是突破勘察质量制约、优化作业实施路径的重要基础，也是确保勘察工作支撑工程全周期稳定运行的必要保障。

1 钻探取样器具适配性对质量的制约

取样器具的类别、尺寸与运行状态直接决定取样品质，需与地层岩性及取样等级要求高度契合，软土、砂土等易受扰动地层宜采用固定活塞取土器、薄壁管式取土器等专用设备，防止因厚壁取土器造成土体挤压扰动，坚硬完整岩体可搭配金刚石钻头与双层岩芯管，降低岩芯破碎、采取率偏低的问题，器具尺寸需与勘察深度、钻孔孔径相互适配，避免对取样品质与作业效率产生不利影响^[1]。器具应保持密封可靠、内壁光滑，坚持常态化检修养护，使用前开展全面检查校准，调整相关参数、涂抹润滑介质，保障器具性能稳定、适配条件满足要求，从源头消除影响取样品质的潜在问题。

2 钻探操作工艺规范对质量的影响

2.1 钻进方式与参数控制要点

钻进方式与相关参数的选取及调控，直接关系到取样区域地层原有结构与应力环境，针对原状取样土层，可在预设取样位置上方改换回转钻进模式，规避冲洗冲击振动等易造成地层扰动的钻进形式，保障取样段土体维持原有状态，钻进参数需结合地层岩性灵活适配^[2]。在稳定性偏弱的地层环境中合理管控钻进尺度，减少孔壁失稳与土体扰动问题，地下水位以下的软弱地层可借助泥浆护壁手段稳定孔壁环境，同时调控泥浆相关指标，避免泥浆作用改变土体原有性状，坚硬地层则依据岩体

完整状况调整钻进状态，完整岩体可适度提升钻进效率，破碎岩体则放缓操作节奏，保障岩芯完整程度与获取效果，降低因参数控制失当带来的取样品质下降问题。

2.2 取样前清孔与孔壁维护操作

取样前的孔内清理与孔壁防护，是稳定取样品质的重要前置环节，孔底残留的松散土体与杂质需清理到位，将残余松散物质控制在合理范围，避免混入原状试样影响检测结果，清理过程保持操作轻柔，减少钻具对孔底土体的冲击与扰动，维护取样区域土体原有结构。孔壁防护需结合地层条件采取对应措施，松散易塌地层及时优化护壁方案，保障孔壁稳定避免坍塌破坏取样环境，采用套管辅助护壁时维持孔内水位稳定，使取样区域远离套管干扰，保持土体原有应力环境，清理结束后尽快开展取样作业，减少孔壁长期外露带来的坍塌与土体性状改变风险。

2.3 取样过程操作规范与细节

取样过程的操作规范与细节管控，直接影响原状试样的最终获取质量，下放取土装置时保持垂直居中状态，减少对孔壁的刮蹭影响，轻缓放置至孔底避免冲击扰动，原状土样获取可采用平稳静力压入方式，保持压入状态符合作业要求，规避速度异常带来的土体扰动与结构破坏，粘性较高的地层可在取土装置上提前进行适度回转。让试样与孔底土体自然分离，避免提拉时出现试样断裂问题，控制取土装置的压入深度，保障试样填充充分且避免过度挤压变形，取土装置提出孔口后采用专用工具完成卸取，防止器械损伤影响试样形态，及时对试样进行密封标识，区分土体原有朝向，避免摆放不当改变试样结构，为后续检测工作保留稳定的原状性状。

3 地层条件复杂性对取样质量的干扰

3.1 不同岩性地层取样难点与影响

不同岩性地层在结构组成与力学性状上存在明显区别，各类地层条件均会对钻探取样形成不同程度的制约并直接作用于最终取样效果，黏性土地层性状均匀且具备良好塑形条件，取样过程中更容易获得接近原始状态的试样，操作环节需对取

样装置的施加力度与推进状态进行合理管控,防止推进节奏异常造成土体结构受损或密实程度发生改变。砂类地层整体结构松散且自身稳定性较弱,取样环节容易出现孔壁失稳等现象,取样区域的完整状态难以维持,土体性状易受水环境影响进而改变相关指标真实性,卵石与砾石类地层硬度较高且内部空隙发育。钻进过程中器械损耗明显,孔壁稳定控制难度较大,完整试样获取率偏低,难以真实体现地层实际工程性状,坚硬岩体取样重点在于保障岩芯获取效果,破碎岩体则需借助专用取芯装置提升完整性,地层判断偏差与器械参数选择失当都会直接降低取样品质,难以达到勘察工作所需标准。

3.2 地层结构与埋深对取样的影响

地层组合形态与岩土体埋藏深度作为客观条件,对钻探取样效果形成稳定且显著的影响,层状与互层状地层内部不同介质分界面清晰,岩土体性状差异突出,取样位置需精准定位,防止不同层位介质混合影响数据针对性,含软弱结构面与薄弱夹层的土层应作为重点取样对象^[3]。借助专用装置与合理工艺保障结构完整度,位置把控偏差易造成关键信息缺失,进而影响工程整体稳定性评价,岩土体埋藏深度增加会使内部应力环境更趋复杂,孔壁稳定控制难度同步提升。深层取样对钻探装备性能与操作工艺提出更高要求,需强化参数管控与孔壁防护措施,降低土体扰动与孔壁失稳风险,深层岩土体受外部环境影响较小,原始结构保存状况相对良好,操作过程中需强化细节管控,维持试样原有应力环境与结构特征,保证勘察结果能够真实反映深部地层的实际性状。

3.3 水文地质条件对取样质量的作用

水文地质条件直接改变岩土体含水状态与应力环境,进而对钻探取样全过程形成干扰,地下水位高低与动态变化直接决定取样实施效果,水位以上地层若采用含水钻进方式易造成土体膨胀与结构破坏,适宜采用干法钻进维持原有湿度条件,水位以下软弱地层与砂类地层需借助泥浆护壁稳定孔壁,泥浆指标需与地层特性相适应,防止压力异常或介质侵入改变土体原有性状,降雨与地表水体等外部水文因素会改变孔内水位与土体含水状态,取样实施前应结合监测数据选择稳定作业时段。降低环境波动带来的试样扰动,易受水环境影响的岩土体取样后需及时密封防护,控制外部环境变化带来的结构破坏,同时优化转运与检测流程,减少水文因素对试样品质的不利影响,对水文地质条件的精准掌握与合理应对,是稳定取样效果、获取高质量原状试样的重要保障。

4 人员专业能力与管理体的保障作用

4.1 钻探取样质量管控相关要素

(1) 勘察人员专业素养与实操能力

勘察人员的专业积淀与实操水平是把控钻探取样品质的核心支撑,直接决定作业规范度与精准程度,人员需具备扎实

的地质学、岩土力学相关知识,能精准辨识地层岩性、结构特征及水文状况,合理选用取样器具、钻进模式与工艺参数,规避专业判断偏差引发的取样品质问题。实操层面需熟练掌握器具操作技巧及清孔、取样规范流程,可结合现场实际灵活调整作业方案、处置突发情况,孔壁坍塌风险较高的地层中能及时优化泥浆指标或采取套管护壁措施,维持孔壁稳定保障取样推进。人员需恪守勘察规范与技术标准,详实记录取样关键参数及地层信息,确保数据真实完整为后续分析试验提供可靠支撑,定期开展专业培训与技能考核,更新知识体系、提升实操能力,是持续保障取样品质的重要举措。

(2) 作业流程标准化与过程管控

作业流程标准化及全过程严格管控,是规避取样质量风险、维持品质稳定的关键路径,需构建覆盖勘察准备、现场钻探、取样、运输、试验全流程的标准化作业体系,明确各环节操作规范、质量标准与责任主体,杜绝流程混乱、操作随意引发的品质问题。钻探取样前需编制详细勘察纲要,明确取样品质等级、数量、器具选用及工艺要求,为作业提供清晰指引。现场作业期间安排专业技术人员全程旁站,核查取样器具、操作工艺合规性及取样位置、数量达标情况,及时纠正不规范操作。建立完善原始记录制度,详实记录取样深度、地层描述、器具型号、操作参数等信息,采用电子与纸质双备份确保数据可追溯、可核查,为质量追溯与问题分析提供支撑,通过流程标准化与过程管控实现取样质量全链条把控,降低品质波动风险

(3) 质量责任体系与监督考核机制

完善的质量责任体系与监督考核机制,是压实质量责任、保障取样品质的重要制度支撑,需明确各岗位人员质量职责,将取样品质与个人绩效、评优挂钩,构建“人人有责、层层负责”的责任链条,强化人员质量意识与责任担当^[4]。建立质量追溯机制,针对取样过程中出现的品质问题,及时追溯责任主体、剖析原因、制定整改措施,杜绝同类问题重复发生。监督考核机制涵盖日常作业检查、定期质量评估、问题专项核查等维度,采用现场检查、资料审核、试样抽检等方式全面评估取样品质,对质量表现优异的人员与团队予以表彰奖励,对存在品质问题的进行批评整改、依规处罚,情节严重的追究相应责任,通过责任与考核双重约束,推动人员恪守作业规范、主动把控取样品质,构建质量管控长效机制,确保取样品质持续满足勘察要求。

5 取样后处理与运输全流程管控

5.1 取样后试样密封与标识规范

取样后的密封与标识工作,是维系试样原状特征、杜绝信息混淆的关键环节,密封需结合岩土体特性选用适配材料与方式,易失水、易受冻的原状土样需采用密封蜡、保鲜膜等多层

防护,防止水分流失或温度波动破坏土体结构,岩芯试样需及时清理表面浮渣,用保鲜膜包裹后放入岩芯箱,避免碰撞磨损。标识需清晰规范且唯一,标签需标注试样编号、取样深度、地层岩性、取样日期及人员等关键信息,牢固粘贴于容器或岩芯箱,明确上下朝向,防止试样摆放不当改变结构。密封与标识需在取样后即刻完成,缩短试样暴露时长,降低外界环境干扰,确保试样原始特征与信息完好,为后续试验分析提供精准可靠的基础。

5.2 试样运输过程防护与时效控制

试样运输的防护与时效把控,直接决定取样质量的延续性,需杜绝运输环节造成的二次扰动,运输时需将密封试样装入专用试样箱,箱内填充海绵、泡沫等柔软缓冲材料固定试样,避免颠簸碰撞导致变形破损,易液化、水分离析的特殊土样,需借助低温运输设备维持稳定温度,防止性状改变^[5]。运输过程中规避剧烈震动,选择平稳路线并缩短耗时,保存时限有限的试样需合理规划运输方案,确保在规定时效内送达试验室。运输人员需熟悉防护要求并掌握应急措施,若出现试样破损、泄漏等情况,及时采取补救措施降低损失,保障试样质量不受运输影响。

参考文献:

- [1] 江迪,曾辉,晏世杰.岩土工程勘察在复杂地质条件下的技术应用分析[J].中华建设,2025,(12):153-155.
- [2] 赵浩然,聂遥,张友安.基于水平定向钻探技术在岩土工程勘察中的实践应用[J].新发现,2025,(15):82-84.
- [3] 李世权.复杂地质环境背景下岩土工程勘察技术探究[J].工程建设与设计,2025,(12):31-33.
- [4] 王珂.综合勘察技术在岩土工程中的应用探究[J].石材,2025,(06):42-44.
- [5] 钟伟.风化岩地区岩土工程勘察技术及其适用性分析[J].石化技术,2025,32(06):276-278.

5.3 试样接收与交接流程规范

试样接收与交接的流程规范,是保障试样信息完整、质量可控的重要环节,试验室接收时,需严格核对试样编号、数量、标识与取样记录,确保信息一致,杜绝混淆或遗漏。同时检查试样密封状态与外观完整性,发现密封破损、试样变形等问题,及时记录并与勘察单位沟通,评估对试验的影响。交接需建立完善记录,明确双方主体、交接时间及试样状态,签署交接文件,确保责任清晰可追溯。易失水、易氧化的特殊试样,接收后需立即按规范存放,避免长期暴露引发质量变化,通过规范交接实现现场与试验室无缝衔接,为后续试验顺利开展筑牢基础。

6 结语

本文围绕岩土工程勘察钻探取样品质开展系统剖析,明确取样器具适配程度、操作工艺标准、地层条件复杂程度、人员与管理机制、取样后处置五大核心维度的关键影响条件及作用路径,各因素相互关联、协同作用共同决定取样品质水准,精准把控器具选用、规范操作实施、适配复杂地层环境、强化人员管控、优化后处置环节,构建全流程、多维度质量管控机制,可有效规避品质风险、获取真实可靠的原状岩土试样,为岩土工程勘察成果的精准性筑牢支撑,助力工程建设安全高效推进。