

数字化技术在岩土工程地质勘察工作效率提升中的应用研究

李根云

山东省地质矿产勘查开发局第一地质大队（山东省第一地质矿产勘查院） 山东 济南 250000

摘 要：传统岩土工程地质勘察依赖人工操作，存在作业流程繁琐、数据误差较大、信息流转滞后等诸多短板，难以适配现代化工程精细化建设需求。本文结合岩土勘察全作业流程，系统梳理各类适配岩土勘察场景的数字化技术，分析各类技术在勘察踏勘、数据采集、数据处理、建模归档等环节的具体应用形式。研究依托作业设备、人员能力、流程规范等维度制定优化策略，可完善岩土勘察数字化作业体系，推动传统勘察模式转型升级，有效提升地质勘察整体作业质量与工作效率。

关键词：岩土工程；地质勘察；数字化技术；数据处理；三维建模

引言：岩土工程地质勘察是工程建设前期的核心基础工作，勘察作业的质量与效率，直接影响工程设计、施工建设的整体推进质量。传统人工勘察模式受作业方式、处理手段、存储形式限制，整体作业局限性突出，无法精准高效完成复杂场地的地质勘测工作。随着工程建设标准不断升级，岩土勘察工作朝着精细化、智能化、立体化方向持续发展。数字化技术的融入，能够弥补传统勘察模式的各类短板，革新传统作业工序与数据处理方式，为岩土地质勘察行业提质增效提供全新的发展方向。

1 岩土工程地质勘察传统作业模式与现存问题

1.1 传统地质勘察作业流程体系

岩土工程传统地质勘察以人工操作为核心载体，整套工作流程具备固定的推进逻辑。场地前期调研依靠人员实地走访巡查，通过现场观测、手工记录的方式收集地表地貌、场地环境等基础信息。勘察点位布置依托人员从业经验判断，结合纸质图纸完成点位规划与标注工作。野外钻探、取样、现场测试等基础工序完成后，统一归集所有岩土样本与现场原始资料。室内工作针对收集资料开展数据整理、参数核算与图纸绘制，完成地质情况的梳理总结^[1]。整套流程工序繁杂，各环节衔接依靠人工对接，工作推进节奏死板，整体工作质量极大依托人员从业经验。

1.2 传统勘察外业作业短板

地质勘察外业工作场地环境复杂，人工作业模式存在诸多不足。野外场地地形起伏多变，地貌分布杂乱，人工巡查覆盖范围存在局限，很多隐蔽地质隐患无法有

效排查。点位定位、钻孔布设依靠人工测量放线，人为操作疏忽会造成点位偏移，影响勘察点位的代表性。取样、现场试验等精细操作依靠人工把控，作业质量会受人员状态、操作习惯影响。野外数据记录多采用纸质台账，书写潦草、漏记错填的问题时有发生。

1.3 传统勘察内业数据处理弊端

外业采集的原始数据需要转入室内完成后续处理，传统处理方式存在明显缺陷。所有现场数据依靠人工逐条录入整理，重复工作量大，整体工作效率偏低。岩土参数换算、数据统计分类等基础工作依靠人工运算，人为失误会造成数据偏差，影响资料准确性。地质图纸、勘察报表依靠传统工具手工制作，呈现形式单一，制图精度有限。资料保存多为纸质存档或简易电子存档，分类规整程度不足，后期查阅调取流程繁琐，不利于勘察资料的长期管理与复用。

1.4 传统勘察模式的作业局限

传统地质勘察模式适配性较低，难以适配现阶段复杂岩土工程的建设标准。数据采集渠道单一，只能获取表层与局部地质信息，难以完整捕捉场地深层、隐蔽的地质结构特征。各作业环节信息流转闭塞，数据互通程度不足，容易出现信息脱节的情况。工作开展高度依赖人员经验积累，新手成长周期长，团队作业质量难以统一。传统作业模式无法实现地质数据立体化展示，地质分析深度不足，难以满足现代岩土工程精细化设计的工作需求。

2 岩土工程地质勘察常用数字化技术类型

2.1 空间测绘数字化技术

空间测绘数字化技术依托现代空间传感与测绘设备

开展场地勘测工作,改变传统人工测绘的作业形式。这类技术依托精密测绘设备捕捉场地地形地貌信息,完成勘察区域空间位置、地形形态的精准采集。设备可以快速捕捉大范围场地的地表特征,梳理地形起伏、地貌分布等基础信息^[2]。测绘作业摆脱人工丈量、手工标注的老旧模式,弱化人工作业带来的勘测偏差。空间测绘数字化技术可以适配复杂场地环境,精准捕捉特殊地形的空间分布特征,为后续勘察点位布设、场地分析提供精准的空间数据支撑。

2.2 地质数据智能采集技术

地质数据智能采集技术依靠智能化设备完成野外地质信息的自动收集与录入。各类智能传感设备、自动钻探采集装置,可在野外作业中自动捕捉地层性状、岩土参数、地层分布等关键信息。设备作业可以覆盖人工勘测难以触及的深层地层与隐蔽地质区域,丰富勘察数据的覆盖范围。采集过程依托设备程序自动记录数据,减少人工手写记录产生的疏漏与错误。标准化的设备采集模式可以统一数据录入标准,提升野外勘察数据的规整度,为后续内业处理提供完整、规范的原始资料。

2.3 岩土数据信息化处理技术

岩土数据信息化处理技术以信息化程序与数据处理系统为载体,完成勘察数据的整理与加工。系统可批量收纳野外采集的各类岩土数据,自动完成数据分类、参数换算与信息梳理。替代人工逐条计算、统计的繁琐工序,简化内业数据处理流程。程序内置标准化运算逻辑,按照岩土勘察统一标准完成数据修正与整理,规避人工运算带来的误差问题。信息化处理模式可以规整各类零散数据,梳理数据内在关联,提升勘察数据的规整性与可用性。

2.4 三维地质建模数字化技术

三维地质建模数字化技术依托收集的勘察数据构建场地立体地质模型。技术依托专业建模程序录入各类地层数据、岩土参数与空间信息,生成贴合场地实际状态的三维模型。模型可以直观展现地层分层、地质构造、不良地质分布等隐性地质信息,打破传统二维图纸的展示局限。立体的地质呈现形式,能够清晰展示场地地质空间分布状态,帮助工作人员直观掌握场地整体地质条件,完善地质分析的基础维度。

2.5 勘察数据云端联动技术

勘察数据云端联动技术依托网络云端平台实现勘察数据的存储与流转。野外采集、内业处理的各类勘察数据可统一上传至云端空间,完成数字化归档存储。云端

存储空间可以长期保存海量勘察资料,规避纸质资料损毁、丢失的问题。平台支持多端口数据访问与调取,打通勘察各作业环节的数据壁垒。数据资源可实现常态化留存与复用,为地质勘察工作的持续推进、后续工程设计提供稳定的数据支撑。

3 数字化技术在地质勘察全流程中的应用方式

3.1 勘察前期选址与踏勘环节数字化应用

地质勘察前期筹备工作是工程开展的基础,数字化技术能够优化场地踏勘与选址工作的整体质量。各类数字化测绘设备可快速获取勘察区域的地形、地貌以及空间分布信息,替代传统人工巡查与纸质记录的作业模式。工作人员依托数字化终端设备完成场地信息快速摸排,快速识别场地地形特点与潜在地质风险^[3]。依托数字化测绘成果规划勘察范围与作业点位,让选址工作更具科学性。数字化踏勘模式可以拓宽场地排查范围,减少人工踏勘存在的盲区问题,为后续勘察方案编制提供可靠的前期依据。

3.2 野外现场数据采集环节数字化应用

野外数据采集是地质勘察获取原始资料的核心环节,数字化设备可全面优化外业作业质量。智能钻探设备与传感装置可自动捕捉地层结构、岩土物理特性等各类地质信息,自动完成数据记录与储存。设备可深入复杂地层完成数据采集工作,弥补人工勘测能力不足的短板。野外作业人员只需通过智能终端完成作业调控与信息收录,减少人工手写记录产生的错漏问题。标准化的数字化采集模式,能够统一各类原始数据的录入标准,提升野外勘察资料的完整度与规范性。

3.3 室内数据整理与分析环节数字化应用

室内数据处理工作繁琐且精细,数字化信息系统可简化整体作业流程。勘察系统可批量导入野外收集的原始数据,自动完成数据分类、参数换算与信息筛选。系统内置标准化运算逻辑,依据行业规范完成数据修正与整理,降低人工计算产生的误差。数字化处理模式可梳理各类零散数据的内在关联,挖掘数据包含的地质信息。高效的数据处理方式,大幅精简内业工作步骤,提升地质数据分析的精细程度,保障数据分析工作的稳定推进。

3.4 地质模型构建与资料生成数字化应用

数字化建模工具可以依托整理完成的勘察数据,搭建直观立体的场地地质模型。软件系统可整合地层数据、岩土参数与空间信息,还原真实的场地地质结构。模型能够直观呈现地层分层、地质构造与不良地质分布

情况,改变传统二维图纸单一的展示形式。系统可依托成型模型自动生成各类勘察图表与技术资料,简化人工制图与资料编撰工序,提升勘察成果输出的规范性与专业性。

3.5 勘察资料归档与动态更新数字化应用

数字化云端平台可为勘察资料提供稳定的存储与管理载体,改变传统纸质归档的落后模式。所有勘察数据、模型资料与成果文件均可上传云端完成统一归档,规避资料损坏、丢失的问题。云端系统支持资料分类存储、线上调取与查阅,简化资料管理流程。后续场地地质条件出现变动或补充勘察工作开展后,工作人员可随时更新平台数据,实现勘察资料的动态迭代,持续保障地质资料的时效性与参考价值。

4 数字化技术优化岩土勘察工作的实施策略

4.1 勘察作业数字化设备配置与适配策略

数字化硬件设备支撑岩土勘察数字化转型的整体落地。勘察工作开展前,需要结合场地地质条件和作业难度合理选配设备。地质构造复杂的区域,选用探测深度 50m 以上、高精度的智能设备,保障深层地质信息采集质量。常规作业场地选用轻量化设备,提升野外作业灵活度。各类设备投入使用前,必须完成全方位精度校准,将设备误差控制在规范允许范围内,消除设备误差带来的勘察偏差^[4]。设备使用周期达到 3-5 年需完成性能检测,及时淘汰老化、性能衰减的设备,补齐硬件配置短板,搭建适配不同勘察场景的数字化硬件体系,为勘察工作提供稳定设备支撑。

4.2 勘察人员数字化操作能力提升策略

数字化勘察模式的落地效果,依托作业人员的专业操作水平。从业单位可每年组织不少于 4 次勘察团队专项技能培训,细化讲解智能设备操作、数字化系统运用和数据处理的核心要点。培训内容区分岗位需求设置,外业人员侧重设备实操与现场数据采集规范,内业人员侧重数据整理、模型构建和成果编制技能。搭建常态化学习机制,每月开展 1 次实操实训,持续普及数字化勘察知识,帮助工作人员熟练掌握新型作业模式。通过日常实操积累作业经验,持续提升团队数字化作业的专业素养。

4.3 勘察工作数字化流程标准化搭建策略

标准化流程能够规范数字化勘察的各项作业行为,规避不规范操作引发的质量问题。结合岩土勘察行业作业要求与数字化作业特点,梳理踏勘采集、数据处理、成果编制、资料归档的完整作业工序。明确各环节操作规范、数据录入标准和成果输出要求,统一数据处理、模型搭建的作业标准。清晰划分各岗位工作权责,理顺各工序衔接关系,规避作业混乱的情况。逐步搭建流程规整、权责清晰、运行稳定的数字化勘察作业体系,提升整体作业规范性。

4.4 岩土勘察数字化体系优化与完善策略

岩土勘察数字化体系建设属于持续性工作,需要在作业实践中不断打磨完善。结合现场作业反馈调整设备搭配与系统应用方式,有效解决数字化作业中的各类实操问题。整合零散的数字化作业模块,打通各工序的数据流转壁垒,实现勘察数据高效利用。主动吸纳行业前沿数字化技术与作业思路,更新传统作业方式。紧跟工程行业发展节奏迭代优化勘察体系,让数字化作业模式适配各类复杂岩土施工场景,稳步提升勘察工作的整体质量与作业效率。

结束语

岩土工程传统地质勘察模式存在外业采集、内业处理、资料管理等多方面缺陷,作业提质增效面临较大阻碍。各类数字化技术可全方位覆盖勘察作业全流程,优化场地踏勘、数据采集、模型构建与资料归档等核心工序。通过优化设备配置、提升人员素养、规范作业流程、完善技术体系等方式,能够充分发挥数字化技术的应用优势,改善传统勘察作业弊端,持续优化岩土工程地质勘察的作业模式与整体质量。

参考文献

- [1] 董乐亮. 数字化技术在岩土工程地质勘察工作效率提升中的应用研究 [J]. 张江科技评论,2026(1):67-69.
- [2] 张勇. 基于数字化的岩土工程勘察技术分析 [J]. 智能建筑与智慧城市,2023(06):55-57.
- [3] 欧阳军晖. 数字化技术在岩土工程勘察中的应用分析 [J]. 智能建筑与智慧城市,2023(06):61-63.
- [4] 王春周. 基于数字化的岩土工程勘察技术分析 [J]. 智能建筑与智慧城市,2022(01):90-92.