

地质勘查中钻孔编录数据的质量控制方法探讨

薛春杰

内蒙古宏冠地质勘探有限公司 内蒙古 赤峰 024000

摘 要：钻孔编录数据是地质勘查成果的核心基础，其质量直接决定地质建模与资源评价的可靠性。本文深入剖析了人员素养、技术体系及管理模式对数据质量的影响，构建了涵盖事前预防、事中控制及事后检验的全过程质量控制体系。同时，探讨了数字化管控路径，提出利用数字编录系统与智能校验功能削减人为误差，通过数据库建设实现数据全生命周期追溯，旨在为提升地质勘查编录数据的精准度与规范性提供理论依据与实践参考。

关键词：地质勘查；钻孔编录数据；质量控制

引言：地质勘查作为资源开发与工程建设的先行环节，其成果的科学性依赖于第一手资料的真实性。钻孔编录作为揭示地下地质特征的关键手段，其数据质量直接关乎矿产储量估算与地质构造判定的准确性。然而，受限于作业环境复杂、人工依赖度高及监管体系滞后等因素，编录数据常出现失真与偏差。本文旨在系统分析影响编录质量的多维因素，构建全过程质量控制体系，并结合数字化转型趋势，探索提升数据精准度与可追溯性的有效路径，以期为行业高质量发展提供技术支撑。

1 钻孔编录数据质量的基本内涵

1.1 钻孔编录的概念与工作流程

钻孔编录是地质勘查核心基础性工作，指勘查人员针对钻探施工取出的岩芯、矿芯及孔内地质现象，开展系统观察、识别、测量、记录与整理的专业工作，是精准掌握地下地质体特征、构建地层模型、探明矿产资源的关键依据。其完整工作流程具备闭环性与系统性，贯穿钻探施工全周期。前期需结合勘查项目设计方案，明确钻孔施工目的、勘查范围及编录精度标准，备好测量工具、记录台账及规范文件。中期跟随钻探进度，逐回次开展岩芯摆放、分层定名、厚度测量、岩性描述、取样编号等现场作业，同步记录钻进深度、岩层接触关系、构造破碎等关键信息。后期完成现场资料整理，核对原始数据、完善图文台账、梳理地质信息，最终形成标准化钻孔编录原始资料，为后续地质分析、成果编制提供基础支撑。

1.2 钻孔编录数据质量的定义

钻孔编录数据质量是衡量钻孔地质编录成果优劣的核心指标，特指编录所得原始数据、图文资料与地下真实地质情况的吻合程度，以及数据本身的规范性、完整性、准确性与可用性，是地质勘查成果质量的核心组成部分。从核心维度来看，准确性要求所有岩性定名、地

层厚度、产状数据、构造描述等内容真实贴合实地地质条件，无主观臆断、数据错记漏记问题^[1]。完整性要求严格按照勘查规范，完整记录各钻进回次、地层单元、地质现象及取样信息，无关键资料缺失。规范性体现在数据记录格式、术语使用、编号规则完全符合行业标准与项目要求，资料整理有序可查。可用性则强调数据能够直接服务于地层对比、资源储量估算、地质建模等后续工作，是保障地质勘查工作科学性、成果可靠性的根本前提。

2 钻孔编录数据质量的影响因素系统分析

2.1 人员因素

人员是钻孔编录工作的实施主体，其综合素养直接决定编录数据的基础质量，是影响数据质量的核心主观因素。专业能力层面，部分编录人员地质理论基础薄弱，对岩性识别、地层划分、构造判别等专业技能掌握不扎实，易出现岩性定名错误、地层分层偏差、地质现象漏判等问题。作业经验层面，新人缺乏现场实操经验，面对复杂地层、破碎岩芯、特殊地质构造时，无法精准捕捉关键地质信息，而部分资深人员易出现经验主义作业，忽视精细化核查流程。职业素养层面，少数人员责任意识不足，现场作业敷衍潦草，存在事后补记、篡改数据、随意简化描述等违规行为。同时人员岗前培训不足、常态化技能考核缺失，导致作业标准不统一，人为误差持续存在，大幅降低编录数据的真实性与规范性。

2.2 技术因素

技术体系的完善度与先进性，是制约钻孔编录数据质量的关键客观因素，涵盖作业技术、设备工具、技术标准多个维度。传统编录多采用人工目测、尺量、手写记录模式，测量工具精度有限，人工读数、计数易产生视觉误差与操作误差，尤其针对薄层岩层、细微构造的测量记录，误差问题更为突出。技术规范落地层面，部

分项目未结合勘查区域地质特点细化编录技术细则,通用规范适配性不足,导致编录尺度不统一。技术更新滞后问题普遍存在,多数基层勘查项目仍沿用传统人工编录模式,数字化、智能化编录技术普及率低,无法规避传统作业的固有缺陷^[2]。另外,复杂地质条件下,针对破碎地层、蚀变带、含水构造等特殊地质体的专项编录技术不完善,缺乏标准化作业方法,极易造成数据记录失真、信息缺失。

2.3 管理因素

科学完善的管理体系是保障编录数据质量的重要支撑,管理漏洞是引发数据质量问题的重要诱因。制度管理层面,部分勘查单位缺乏完善的编录质量管控制度,作业流程、质量标准、考核细则不明确,现场编录作业无据可依,规范化管控缺失。现场管理层面,项目管理人员对钻探及编录现场监管不到位,未开展常态化现场巡查、过程核查,无法及时发现并纠正不规范编录行为,任由错记、漏记问题积累。质控管理层面,质量审核流程流于形式,原始数据复核、成果校验环节把关不严,未建立分层级质量核查机制。同时,绩效考核体系不完善,质量奖惩机制不落地,作业人员质量管控积极性不足,加之资料归档管理混乱,易出现原始资料丢失、篡改、混乱等问题,严重影响编录数据的完整性与可追溯性。

3 钻孔编录数据全过程质量控制方法体系构建

3.1 事前预防:编录工作准备阶段的质量控制

事前预防是从源头规避编录数据质量问题的核心环节,核心目标是完善作业条件、统一作业标准,消除前期隐患。首先需开展技术筹备工作,结合项目勘查任务、区域地质资料及行业规范,编制专项钻孔编录作业指导书,明确岩性定名、分层标准、数据记录、取样规范等核心要求,针对区域特殊地质条件细化作业细则。其次落实人员筹备,组织全体编录及现场管理人员开展岗前专项培训,涵盖专业技能、作业流程、质量标准、违规风险等内容,通过实操考核筛选合格作业人员,杜绝无证上岗、能力不足上岗问题。同时完成设备与资料筹备,校验卷尺、罗盘、放大镜等编录工具精度,配齐标准化记录台账、地质图例、规范手册,提前梳理钻孔设计参数、施工方案等基础资料。最后建立前期质量交底机制,明确各岗位质量职责,划分作业责任区域,从人员、技术、设备、制度多维度筑牢前期质量防线。

3.2 事中控制:编录现场实施阶段的质量控制

事中控制是全过程质量控制的核心环节,聚焦现场作业全流程,实时管控编录数据真实性与规范性。现场

作业需严格遵循“随钻随录、实时记录”原则,杜绝事后补记、统一誊写等违规操作,每一回次钻探完成后,立即开展岩芯整理、观察识别、数据测量工作,精准记录钻进深度、岩芯长度、岩层厚度、岩性特征等核心数据^[3]。作业过程中落实双人作业制度,由主编人员完成记录描述,辅编人员同步核对数据、复核地质现象,及时纠正测量偏差、描述错误。现场管理人员开展常态化旁站巡查,重点核查复杂地层、构造位置、取样点位等关键环节的编录质量,对不规范作业立即叫停整改。同时做好岩芯摆放、标识与保管工作,避免岩芯混乱、破损导致地质信息失真,实时同步更新编录台账,保障现场数据与钻探进度、地质实况完全一致,杜绝各类人为质量问题。

3.3 事后检验:编录成果验收阶段的质量控制

事后检验是把控编录成果最终质量、剔除数据误差的关键收尾环节,需建立多层级、全方位的成果验收机制。首先开展班组自查,编录人员完成阶段性作业后,自主核对所有原始记录、图文资料、取样台账,修正笔误、数据偏差、描述不规范等基础问题,确保资料完整、数据逻辑自洽。其次开展项目复检,由项目技术负责人牵头,对照勘查规范、作业指导书及现场施工记录,重点核查地层分层合理性、岩性定名准确性、数据精度、地质现象完整性,排查隐蔽性质量问题。最后开展单位终审验收,结合区域地质规律、钻孔整体地质剖面,校验编录成果的逻辑性与合理性,对比相邻钻孔地质数据,排查地层对比矛盾、构造描述偏差等问题。对验收不合格的成果,下达整改通知书,明确整改时限与标准,完成闭环整改后方可归档,全面保障编录成果质量达标。

4 钻孔编录数据质量的数字化管控路径

4.1 数字编录系统的发展现状

当前地质勘查行业数字化转型持续推进,钻孔数字编录系统已逐步替代传统人工编录模式,成为行业主流发展趋势。国内现有数字编录系统融合了移动端采集、云端存储、实时同步等技术,可实现钻孔编录现场数据实时录入、岩芯影像拍摄、地质信息标准化记录,彻底改变了手写记录、事后整理的传统模式。目前系统功能持续迭代完善,基本覆盖数据采集、初步校验、图文生成、简易统计等基础功能,适配矿产勘查、地质调查、工程勘察等多场景作业需求。但行业整体应用仍存在短板,部分基层单位使用的系统功能单一,智能化程度不足,缺乏针对性的地质智能识别、深度数据校验功能。同时各系统数据标准不统一,兼容性较差,不同平台数

据难以互通共享,部分偏远作业区域网络受限,导致数字编录系统无法充分发挥效能,数字化管控普及深度与应用质量仍有待提升。

4.2 数字化采集对人为误差的削减机制

数字化采集技术从根源上规避了传统人工编录的固有缺陷,通过标准化、智能化作业模式大幅削减各类人为误差。传统人工编录的误差主要源于人工测量读数偏差、主观定名偏差、手写记录错漏、事后补记篡改等问题,而数字化采集依托精准电子测量设备、标准化录入模板,实现数据采集规范化。系统内置统一的地质术语库、岩性定名标准、数据精度阈值,作业人员仅需现场录入实测数据,系统自动规范文字描述、统一数据格式,杜绝主观随意性描述。同时,数字化采集实行“实时采集、实时上传”模式,数据录入后自动留存时间、位置、操作人员信息,无法随意篡改,从根本上杜绝事后补记、数据造假问题。另外,系统可自动计算岩层厚度、回次进尺等参数,替代人工计算,彻底消除人工运算误差,通过全流程标准化、智能化管控,最大化降低人为因素对数据质量的干扰。

4.3 数据校验功能的设计与应用

数据校验功能是数字编录系统保障数据质量的核心模块,通过智能化校验逻辑实现编录数据的实时自查与精准纠错。该功能主要分为实时动态校验与事后批量校验两大模块。在实时校验方面,系统依托内置的地质逻辑规则与数据阈值标准,在数据录入过程中同步开展校验。例如,针对进尺异常、岩层厚度不合理、地层顺序错乱、数据前后矛盾等问题,系统会实时弹窗预警,提醒作业人员即时修正,避免错误数据流入下一环节^[4]。事后批量校验则可针对整孔或批量钻孔数据开展系统性核查,自动筛选错记、漏记、数据超标、格式不规范等问题,并生成详细校验报告,精准标注问题点位与整改建议,为质控人员提供清晰的整改依据。同时系统支持自定义校验规则,可结合区域地质特点、项目质控要求增设专属校验标准,适配复杂勘查场景。该功能的全面应用,实现了数据质量“实时管控、精准纠错、批量核查”,弥补了人工校验效率低、误差大、漏检率高的短板,大幅提升编录数据精准度,为后续地质分析与成果

编制奠定可靠基础。

4.4 数据库管理与数据追溯能力建设

数据库管理与数据追溯能力是钻孔编录数据数字化长效管控的核心保障,直接决定数据的复用价值与质控闭环效果。标准化数据库建设需统一数据录入格式、存储标准、分类规则,将钻孔基础参数、现场编录数据、岩芯影像、取样信息、验收记录等全量数据集中存储,实现数据分类归档、统一管理、安全备份,有效规避传统纸质资料易丢失、破损、混乱的问题。系统搭建完善的数据权限管理体系,分级设置录入、审核、查阅、修改权限,保障数据存储安全与操作规范。数据追溯能力建设依托数据库日志记录功能,全程留存数据录入、修改、审核、归档的全流程信息,精准记录操作人员、操作时间、操作内容,实现每一条编录数据来源可查、过程可溯、责任可究。通过数据库与追溯体系联动,可快速核查数据质量问题成因、定位责任主体,同时为后续地质数据分析、成果复核、项目复盘提供完整数据支撑,构建起长效数字化质控体系,全面提升地质勘查数据的可信度与管理效能。

结束语

综上所述,钻孔编录数据质量是地质勘查工作的生命线,其管控水平直接制约着地质成果的转化效率与应用价值。通过构建“事前预防、事中控制、事后检验”的全过程闭环体系,并深度融合数字化采集、智能校验及数据库追溯技术,可有效破解传统作业中人为误差大、监管滞后的痛点。未来,随着智能化技术的持续迭代,编录工作将向标准化、自动化迈进,从而为地质找矿突破与工程建设安全提供更加坚实、可靠的数据保障。

参考文献

- [1]刘登言,袁孝刚.钻孔原始地质编录及常见的问题分析[J].中国金属通报,2023(2):231-233.
- [2]查翌灿.地球物理测井技术在地质灾害勘查中的应用[J].能源技术与管理,2026,51(1):145-148.
- [3]郭文弟,呼啸,张瑞,等.基于数字地质调查系统钻探数据录入方法实践[J].中国科技纵横,2025(7):141-143.
- [4]黄稳,张坤.基于地质勘查数据的岩土参数反演技术研究[J].华北自然资源,2026(2):22-25.