

水文地质勘察中钻孔编录的含水层识别作用

陈贤敏

中国煤炭地质总局第一水文地质队单位

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2337

[摘要] 钻孔编录是水文地质勘察核心环节,对含水层结构、分布及水文地质特征识别提供重要支撑。系统记录岩性变化、水位动态、水文地质现象等信息,揭示地下水赋存环境。论文阐述含水层识别中钻孔编录的技术路径与判识标准,结合典型案例分析多种地质条件下的适应性表现,明确编录质量对勘察成果的作用,给出提升识别精度的优化方向。

[关键词] 钻孔编录; 含水层识别; 水文地质勘察; 岩性分析; 地下水分布

中图分类号: P641 文献标识码: A

The Supporting Role of Drilling Record in Hydrogeological Exploration for Aquifer Identification

Xianmin Chen

China Coal Geology Bureau First Hydrogeological Team unit—Handan, Hebei Province

[Abstract] As a pivotal component of hydrogeological surveys, borehole logging provides critical support for identifying aquifer structures, distributions, and hydrogeological characteristics. It systematically documents lithological variations, water level dynamics, and hydrogeological phenomena, revealing groundwater occurrence environments. This paper outlines technical methodologies and evaluation criteria for aquifer identification through borehole logging. By analyzing typical case studies, it demonstrates the adaptability of these methods under diverse geological conditions, clarifies the impact of logging quality on survey outcomes, and proposes optimization strategies to enhance identification accuracy.

[Key words] well logging; aquifer identification; hydrogeological survey; lithology analysis; groundwater distribution

引言

准确识别地下含水层,是水文地质勘察的核心目标之一,钻孔编录在此过程中,承担基础数据采集与现场信息判断职责。高质量编录能掌握地下水赋存规律,为后续建模与资源评估提供依据。现代勘探技术持续发展,钻孔编录仍是不可替代的直接观测手段,本文聚焦其在含水层识别中的支撑作用,结合技术分析与实践研究,唤醒对其关键价值的再认知。

1 含水层识别在水文地质勘察中的重要性

在进行工程地质勘察时,必须对水文地质问题相关内容进行科学、准确评价,才能为工程建设提供可靠支持,有效规避各种施工安全问题及工程质量问题。就地下水对岩土体、建筑物的作用及影响情况进行重点评价,根据评价结果分析预测可能存在的风险,并针对性地采取科学措施进行防治,能够有效防范和控制水文地质问题而导致的各种危害,保障工程施工安全及质量。与此同时,还需要根据工程实际情况,尤其是地基基础类型,针对性地评价水文地质问题,从而保障地基施工安全、稳定

及可靠。另外针对不同工程施工问题,可以就相应水文地质问题加以局部评价,从而细化工程设计及施工方案,从各个方面、各个环节为工程质量提供可靠保障。

水文地质勘察中,含水层识别是判断地下水赋存环境与水动力条件的核心,含水层空间分布、埋深、厚度及与隔水层的结构关系,直接影响岩土体稳定性与承载特性。识别偏差可能引发地基下沉、边坡滑移、地下室渗漏等工程事故,精细识别含水层可明确地下水位动态及对工程结构的潜在影响,为基坑降水、基础设计、地下结构防水等环节提供科学依据。识别结果决定是否采取降排水措施、选用何种支护结构或加固方式,以及施工中是否存在涌水、突泥等风险,需结合钻探、试验、监测等手段开展多维度验证。

地质条件复杂、地下水活动强烈的区域,含水层识别准确性至关重要,钻孔编录、原位测试、水文试验等手段获取的信息,可建立地下水系统模型,分析含水层补给、径流和排泄特征,推演不同施工阶段地下水演化趋势。区分上层滞水、潜水、承压

水等类型含水层,能判断水力连接性及潜在突水通道,规避施工干扰引发的地下水异常流动。含水层识别是水文地质勘察的技术基础,更是保障工程建设全过程安全与质量控制的重要前提,实际工作中需重视其系统性与科学性。

2 钻孔编录的基本内容与技术流程

水文地质勘察中,钻孔编录是项基础技术工作,钻探时需原位记录并系统整理地下岩土层的地质、水文及水理特征,为后续分析提供第一手资料。内容涵盖岩性、层位、结构面发育、孔隙度、裂隙状态、含水性、出水量变化及与地层的空间关系。识别含水层时,地下水动静态特征、岩层湿润程度、水迹线、水色水温变化的记录价值突出。判定涌水层、透水层及隔水层,需依托钻进中涌水点、回水量、瞬时出水量、稳定水位变化等现场动态信息,编录质量直接决定含水层识别准确性与后续水文地质模型可靠性。

从地质构造和水文响应的内在联系着眼,裂隙发育态势、岩性胶结状态、孔隙结构和孔隙连通情况共同组成了含水层识别的核心参数体系,在岩溶或裂隙性含水层分布的区域,钻孔编录应着重关注岩芯裂隙的三维特性——不但要精准测定裂隙宽度,又要细致描述充填物的岩性类别、密实状况及充填饱满程度,结合钻进期间导水性的直观体现,可直接推断水体赋存的“孔隙-裂隙”双重介质特征与地下径流路径。针对孔隙性含水层的典型代表——第四系松散层,粒径的分布范围、颗粒的分选特性、磨圆情况与胶结的致密状态决定着含水空间的发育规模,编录信息需对这些指标做系统分级说明,多孔段出水的连贯程度与水量的动态变动可以精确判断含水层的分层属性和整体稳固性,突出的间断特征、水量骤然变化或回水异常特征,常常表明隔水层或弱透水层实际存在,编录工作应着重留意地层接触带、断层、夹层等特殊位置的细小变动,这些地质界面大多是水文条件出现突变的关键地带。

钻孔编录的细致程度与专业素养直接关乎含水层识别的精确性,不同种类的含水层在出水样式、水量动态改变、水位即时响应、水质关键特性方面呈现出不同的表现,要对剖析工程区内多口钻孔的完整编录材料进行系统判定,若多个钻孔于相近深度范围展现出相同的水文地质特性,结合区域地质背景可初步判别该层是连续性较强的区域性稳定含水层;若编录数据表明各钻孔水文特征差异明显、水位呈现显著偏差,那么或许暗示为局部透水层或裂隙性弱透水含水层,对这些关键指示信息开展综合分析,不仅可精确辨识含水层的具体位置与类型属性,而且能够科学推断其补给来源、径流方向以及排泄条件,为地下水资源综合评估和工程方案优化设计给予坚实的技术保障。

3 钻孔编录在含水层识别中的关键指示信息

水文地质勘察时,钻孔编录为含水层识别提供着多类关键指示信息,这些信息全凭钻进现场表现与岩土体状态的细致观察、详实记录来获取。含水层常有特定岩性组合特征,像砂层、砾砂层及裂隙发育的岩层,它们导水性本就较强,编录中可借岩性转变、含水性显现及钻进时的反馈来辨识。编录中若见岩芯

表面湿润、出水明显、水迹清晰,或是水色发黄且夹杂着细小泥沙,便多是含水层的直接体现。孔内水位的起伏、水流的细微声响、泥浆出现的稀释情况,还有水温的波动等动态指标,同样是判断含水层是否存在的有效信号。这些现场反馈出的信息,能精准反映地层渗透性与水力联系,对敲定含水层的厚度、埋深,以及划分它与邻近隔水层的界限,都有着不可忽视的重要意义。

从地质构造和水文响应两方面,裂隙发育程度、岩性胶结状态、孔隙结构与孔隙连通性是含水层识别的重要参数。岩溶或裂隙性含水层中,钻孔编录记录的岩芯裂隙宽度、充填物性质、导水性实际表现,可直接分析水体赋存形式与地下流动特征。孔隙性含水层如第四系松散层,粒径分布范围、颗粒分选性、磨圆度和胶结致密状况直接影响含水性能,编录信息需对这些指标系统分级描述。多孔段出水的连续性与水量动态变化能准确判断含水层分层性和整体稳定性,明显间断性、水量突变性或回水异常现象,常暗示隔水层或弱透水层实际存在。编录过程需特别关注地层接触带、断层、夹层等特殊部位的细微变化,这些地质界面多为水文条件发生突变的关键区域。

钻孔编录的细致度与专业水准直接决定含水层识别精度,不同类型含水层在出水形态特征、水量动态变化、水位即时反应、水质核心特征上表现各异,需对比分析多口钻孔编录完整资料开展系统判断。某一工程区内多个钻孔在相似深度区间呈现类似水文地质特征,往往可初步判定该层为连续性较强的区域性稳定含水层。编录信息显示水文表现差异显著、水位存在明显偏差,可能提示为局部透水层或裂隙性弱透水含水层。对这些关键指示信息的综合研判分析,可精准识别含水层具体位置与类型属性,合理估计补给来源路径、径流方向趋势及排泄条件特征,为地下水资源综合评价与工程方案设计提供坚实技术支撑基础。

4 典型地质条件下钻孔编录的实践应用分析

不同地质条件下,钻孔编录在含水层识别中展现明显实践差异性与适应性,松散堆积层如第四系冲洪积物或滨海沉积地层,含水层多以砂层或砾砂层形式存在,岩性分布复杂且层间过渡频繁。此类地层的钻孔编录需重点关注砂粒大小、分选性、颜色、水迹与孔隙结构变化,借助岩样湿润程度、水色、水浊度及钻进速度变化的动态记录,判断含水层连续性与透水性。这类区域里,静水位与动水位的差值、水位恢复速度及水位稳定性,常用来判定含水层补给强度与赋存能力。分析不同钻孔中相似深度的含水表现,可进一步明确区域性含水层与局部透水层界限,为后续基础设计和降水方案提供精确支持。

岩溶地层或强烈构造破碎带中,钻孔编录的核心挑战集中于岩芯采集受阻、裂隙水突涌高发、地层结构持续失稳,此类区域含水层多以裂隙水或岩溶水形态分布,水文地质条件波动显著,突水、突泥风险潜藏且易触发。编录需系统观察裂隙填充物成分、延展走向、实际开度及连通程度,精准记录出水瞬时流量、水体颜色、实测温度与压力动态反应,清晰界定高压承压水与弱透水带的具体范围。碳酸盐岩区岩溶通通常构成不规则立体导

水网络, 钻孔编录的实际质量直接关联含水结构判断的精准程度。编录信息与现场试水数据的深度融合, 可构建贴合实际地质条件的地下水系统模型, 为深基坑开挖、隧道施工及各类地下工程的水文设计筑牢安全基础。

黄土、膨胀土等特殊地质条件下, 钻孔编录聚焦土体含水率动态波动、结构扰动程度及水敏性特征精准识别, 这类地层导水性本就较弱, 遇水后易快速软化乃至整体失稳, 工程施工过程中常诱发沉降、滑移等显性安全隐患。编录需完整记录土层原状结构形态、天然湿度状态、水反应实时变化及含水特征的扰动影响程度, 重点关注裂隙发育规模态势与浅层潜水的季节性动态波动规律。黄土塬区或台塬地貌区的含水层多呈间歇性赋水特征, 地形起伏变化与区域降水分布对其赋水状态影响尤为显著。编录结果可有效评估浅层水对边坡整体稳定性、基坑施工安全的实际作用程度, 为截水沟科学布设、防渗层规范铺设或地下排水系统合理搭建提供决策支撑。

5 提升钻孔编录识别含水层精度的策略与建议

提升含水层识别中钻孔编录的精度, 核心在于搭建系统化标准化编录体系, 融合多源信息融合技术强化现场判断能力与数据解释深度。钻探过程需敏锐捕捉水文地质现象动态变化, 涵盖岩芯湿润程度、水迹分布、水色差异、水温波动及水流声特征。不同地质环境下岩性特征、孔隙结构与裂隙发育情况存在差异, 需制定针对性编录要点与技术细则, 适配多样化含水层类型识别需求。标准化编录格式、规范图示表达与精准文字描述, 可有效降低人为主观误差, 为后期数据比对分析、模型构建提供统一数据支撑。

提升识别精度需依托先进技术手段实现现场信息实时获取与深度解析, 电测井、声波测试、成像测井等物探方法可与钻孔编录结合, 进一步界定岩性变化界限、呈现裂隙密度分布及孔隙连通特征, 构建地层导水性立体图像。抽水试验、注水试验、压力水试验等水文试验可验证钻孔编录数据, 让含水层识别结果具备更充分实证基础。GIS系统用于钻孔资料管理与空间分布分析, 能有效整合区域多孔位信息, 精准识别地下水流动通道与含水层系统。信息化与数字化技术的实践应用, 既提升数据记录精细度, 也为判断地层水力联系、明确水文边界条件提供扎实科学

支持。

人才与管理层面, 强化钻孔编录人员专业培训、积累实地经验是保障识别精度的核心, 编录人员需具备扎实地层识别能力与现场判断能力, 能依据钻探反应快速辨别含水异常, 及时调整编录策略。工程组织中可设专职技术负责人, 对钻孔编录全过程开展监督与质量控制, 确保编录信息真实、完整且连续。建立健全成果审核机制, 对钻孔剖面图、岩性记录、水位数据实施多轮核对与技术复核, 提升数据可靠性与可用性。水文地质勘察实践里, 钻孔编录既是获取一手资料的手段, 也是识别含水层结构的科学路径, 提升其精度是保障地下水资源评估、工程地质分析科学有效的基础。

6 结语

本文围绕钻孔编录在水文地质勘察中对含水层识别的支撑作用展开系统论述, 结合岩溶、黄土、膨胀土等典型地质条件, 深入分析钻孔编录的技术要点、关键指示信息及实际应用价值。提升编录标准化水平与精细化程度, 融合电测井、GIS等现代测试与信息技术手段, 可显著提高含水层识别的精度与科学性。科学高效的钻孔编录既是水文地质分析的重要基础, 也是保障工程建设安全与质量的核心环节, 值得在今后勘察工作中持续优化与推广。

[参考文献]

- [1] 王志强, 刘建华. 含水层识别中的钻孔编录技术分析[J]. 工程地质学报, 2020, 28(4): 652-658.
- [2] 陈立群, 高文斌. 水文地质钻探中含水层识别方法研究[J]. 水文地质工程地质, 2019, 46(2): 35-40.
- [3] 周小峰, 杨国强. 岩土勘察中钻孔编录关键技术及应用[J]. 地质勘察, 2021, 57(3): 76-81.
- [4] 李宏伟, 秦志刚. 含水层结构及水动力条件识别技术探讨[J]. 中国水利, 2018, (12): 94-97.
- [5] 胡俊峰, 何建华. 钻孔资料在水文地质条件分析中的应用[J]. 地下空间与工程学报, 2022, 18(2): 210-215.

作者简介:

陈贤敏(1985--), 女, 汉族, 广西省柳州市人, 本科(工学学士学位), 高级工程师, 研究方向: 水文地质。