

# 水平井地质录井技术难点分析

贾庆峰

天浩工程技术服务(天津)有限公司 天津 300457

**摘要:** 水平井地质录井技术在实际应用中,由于井眼轨迹复杂、地层变化多端,常面临岩屑细小、混杂,难以准确识别与描述的难题。同时,气测数据受钻井液循环、气体逸散等因素影响,解释过程复杂且充满不确定性。此外,钻时资料的真实性也常因钻头磨损、钻井参数调整等因素而受到影响。为解决这些技术难点,需从技术创新、流程优化、数据质量提升等多方面入手,确保录井结果的准确性和可靠性,为油气勘探开发提供更加坚实的地质依据。

**关键词:** 水平井;地质录井;技术难点

引言:随着当今油气勘探开发向更复杂、更深层次不断深入,水平井技术凭借其在提高油气采收率、增加产量方面的高效优势,在油气勘探开发领域中日渐凸显其重要性,日益受到广泛的重视。在这样的背景下,对水平井地质录井技术所面临的难点展开深入、全面、细致的分析,进而积极探索出科学、合理、有效的解决对策,已经成为当务之急。这对于显著提升录井技术的整体水平、大力推动油气勘探开发的进程具有至关重要的意义和价值。

## 1 水平井地质录井技术概述

水平井地质录井技术,作为油气勘探与开发领域的璀璨明珠,其重要性不言而喻。在深入探索地下油气宝藏的征途中,该技术如同一双锐利的眼睛,尤其在面对复杂多变的地质构造时,展现出无可替代的价值。它不仅能够实时监测钻井过程中的地质变化,精准描绘地层特征,为钻井决策提供科学依据,还能有效指导后续的开发方案制定,确保油气资源的高效开采。随着科技的进步和应用的深入,水平井地质录井技术正不断突破自我,向着更加智能化、精细化的方向发展,为油气行业的可持续发展注入强劲动力。该技术通过直接观察和描述钻井过程中产生的岩屑、岩心、钻井液等信息,结合地球化学、地球物理等多学科原理和方法,对地下岩石性质、地层结构、油气显示等地质特征进行综合分析和评价<sup>[1]</sup>。水平井地质录井技术涵盖了岩屑录井、岩心录井、钻时录井、荧光录井、钻井液录井及气测录井等多种方法。在钻井过程中,这些技术能够实时提供钻头位置和地层情况的信息,为钻井工程师提供准确的地质导向,确保钻头能够按照预定轨迹穿越目标地层。同时,通过对岩屑、岩心等样品的详细分析和描述,可以精确识别和评价油气显示层,为后续的油气层测试和开采提供科学依据。随着科技的进步,水平井地质录井技术不

断向自动化、智能化方向发展。现代化的录井设备和技术手段使得数据采集更加高效、准确,数据分析更加深入、全面。通过综合运用多种录井技术和方法,可以更加准确地获取地下地层的各项参数,为油气勘探开发提供有力支持。

## 2 水平井地质录井技术难点

### 2.1 岩屑识别与描述困难

在水平井地质录井过程中,岩屑识别与描述是一项极具挑战性的任务,其难点主要体现在以下几个方面:第一,水平井钻井过程中,岩屑往往经历了复杂的破碎、研磨和混合过程,导致岩屑形态多样、大小不一,且可能含有多种矿物成分,使得准确识别岩屑类型变得十分困难。此外,岩屑的运移和沉积规律在水平井中也可能发生变化,进一步增加了识别的难度。第二,水平井钻井速度较快,岩屑返回地面的时间较短,这要求录井人员具备极高的专业素质和反应速度,能够在短时间内对大量岩屑进行快速、准确的识别与描述。然而,在实际操作中,由于人员经验、技术水平等因素的限制,往往难以达到这一要求。第三,岩屑识别与描述还受到钻井液性质、钻井参数等多种因素的影响。钻井液的密度、粘度等性质会影响岩屑的携带和沉积效果,而钻井参数的调整也可能改变岩屑的破碎程度和分布状态。这些因素的综合作用使得岩屑识别与描述更加复杂和困难。

### 2.2 气测数据解释难度大

#### 2.2.1 储层非均质性的影响

储层非均质性,即储层内部物理、化学性质的差异性,对气测数据解释构成显著挑战。非均质性导致气体在储层中的分布和运移规律复杂多变,使得气测数据难以直接反映真实储层特征,增加了数据解释的复杂性和不确定性。

#### 2.2.2 钻井液循环与气体逸散问题

钻井液循环过程中, 钻井液与地层岩石相互作用, 可能改变气体在钻井液中的溶解度和运移状态。此外, 气体在钻井液循环过程中易发生逸散, 导致气测数据收集不完整或失真, 进而影响对储层含气性的准确判断。

### 2.2.3 水平段气体运移规律复杂

在水平井的水平段, 由于井眼轨迹的特殊性, 气体运移规律变得尤为复杂。水平段内气体可能受到地层压力、温度、流体性质等多重因素的影响, 其运移路径和速度难以预测, 导致气测数据波动大, 解释难度大。

### 2.3 钻时资料的准确性受影响

钻时资料的准确性在水平井地质录井技术中扮演着至关重要的角色, 因为它直接关系到井段地质特征的准确解释和油田勘探开发的有效性。然而, 钻时资料的准确性却往往受到多种因素的影响, 由于水平井地质录井涉及到长水平井段的测量, 钻时资料的准确性容易受到井深、井斜、井径等复杂条件的影响, 导致数据误差较大。录井设备的稳定性和精度直接影响着钻时资料的采集质量, 因此仪器的精度及使用是否正确也是影响准确性的重要因素<sup>[2]</sup>。录井过程中设备的工作状态、井下环境条件(如井眼光洁度、井眼液位等)、井下流体性质等因素均可能对钻时资料的准确性产生影响。录井人员的专业水平和操作技能对数据准确性同样具有重要意义, 操作中的误差和偏差都会直接影响到钻时资料的质量。

## 3 解决水平井地质录井技术难点的对策

### 3.1 改进岩屑录井技术与方法

面对水平井地质录井中岩屑识别与描述的困难, 我们可以从多方面入手, 改进岩屑录井技术与方法, 以提升其准确性和效率。一方面, 强化岩屑样品的收集与处理流程是关键。通过优化钻井液性能, 确保岩屑能够完整、清晰地返回地面, 减少破碎和混合现象。同时, 在岩屑收集过程中, 采用更精细的分级筛分技术, 将岩屑按照粒径大小进行分类, 便于后续的观察和分析。此外, 加强岩屑的清洗和干燥处理, 去除附着在岩屑表面的钻井液和其他杂质, 提高岩屑的纯净度和可观察性。另一方面, 引入先进的岩屑识别技术也是必要的。例如, 利用显微镜、扫描电镜等高精度仪器对岩屑进行微观观察, 结合矿物学、岩石学等专业知识, 对岩屑的矿物成分、结构构造进行准确鉴定。同时, 可以开发和应用智能识别软件, 通过图像处理和机器学习算法, 对岩屑图像进行自动识别和分类, 提高识别速度和准确性。加强录井人员的培训和教育也是不可忽视的, 通过定期组织专业培训、技术交流和案例分析等活动, 提升录井人员的专业素养和技能水平, 使他们能够熟练掌握岩屑

识别与描述的方法和技巧, 提高工作质量和效率。改进岩屑录井技术与方法需要从多个方面入手, 包括优化岩屑收集与处理流程、引入先进识别技术、加强人员培训等。这些措施的实施将有效提升水平井地质录井中岩屑识别与描述的准确性和效率, 为油气勘探开发提供更加可靠的地质信息。

### 3.2 提高气测数据解释的准确性

#### 3.2.1 建立多因素气测解释模型

面对气测数据解释的复杂性, 我们亟需构建综合多因素的气测解释模型。该模型深度融合地层压力、温度、流体特性、钻井液性能及工艺参数, 运用先进数学与统计方法, 精准捕捉气体运移规律, 透视储层含气奥秘。此模型如同地质密码的破译者, 让气测数据背后的丰富信息得以全面展现, 显著提升解释精度与可靠性, 为油气勘探开发提供坚实数据支撑与科学决策依据。

#### 3.2.2 结合其他录井资料进行综合分析

为了提高气测数据解释的精准度, 我们必须采取更加全面与深入的分析策略。将气测资料与岩屑录井、钻时录井、钻井液录井等多维度录井资料紧密结合, 形成一张详尽的地质信息网。这种多源数据的交叉验证, 如同拼图游戏般, 每一块数据都是解开地下世界奥秘的关键碎片。它们相互补充, 相互印证, 共同描绘出一幅更加清晰、准确的地质画卷。通过这种综合分析, 我们能够更加立体地把握储层特征, 精准判断含气性, 为油气勘探开发决策提供坚实的数据基石与科学的理论依据。

#### 3.2.3 应用先进的气体分析仪器与技术

科技的浪潮正以前所未有的速度推动着油气勘探领域的革新。随着高灵敏度气体传感器、高精度气相色谱仪等尖端仪器的问世, 气测数据的捕捉能力实现了质的飞跃, 检测精度与分辨率均达到新高度。我们不仅要积极拥抱这些技术革新, 更要将其深度融合于勘探实践中, 让科技的力量在地下世界的探索中大放异彩。同时, 借助人工智能、大数据分析等现代数据处理与分析利器, 对海量气测数据进行深度剖析与智能解读, 挖掘隐藏于数据背后的深层规律与价值, 推动气测数据解释向更加精准、高效的方向迈进。

### 3.3 优化钻时录井数据采集与处理

钻时录井数据在水平井地质录井中具有重要作用, 但由于水平井特殊的钻井方式和井眼轨迹, 其数据的准确性受到诸多因素影响。在数据采集环节, 应实时监测与校正钻具参数。由于水平井钻进过程中钻具组合和钻进参数会不断变化, 如钻压、转速、钻头类型等, 这些变化会直接影响钻时数据。通过安装高精度的传感器和

监测系统,对钻进参数进行实时监测和记录,并结合井深、井斜等数据,对钻具参数的变化进行校正,从而提高钻时数据的准确性<sup>[3]</sup>。不同的地层岩性、物性和含油气性会导致钻进速度的差异。通过收集大量的钻井数据和地质资料,建立起不同地层条件下的钻时参考标准。在实际钻井过程中,将实时钻时数据与建立的标准进行对比分析,及时判断地层变化,为地质解释提供依据。传统的钻时测量方法存在一定的局限性,而新的测量技术如随钻测量系统(MWD)中的钻时测量模块,能够实时、连续地测量钻时数据,大大提高了数据的精度和分辨率。同时,结合地质导向系统,实现钻时数据与地质导向数据的融合分析,更好地服务于水平井的地质录井工作。在数据处理方面,应运用数据滤波、平滑和拟合等算法,去除噪声和异常数据,提高钻时数据的质量。同时,建立数据管理系统,对采集到的钻时数据进行统一管理和存储,方便后续的查询、分析和应用。通过以上措施,可以显著优化钻时录井数据的采集与处理,提高水平井地质录井的质量和效率。

#### 3.4 提升随钻测井数据质量与解释水平

在水平井地质录井中,随钻测井数据的质量与解释水平对准确认识地层特性和地质构造至关重要。一方面,要强化数据采集过程中的质量控制,选用高精度、高稳定性的随钻测井仪器,确保仪器在复杂的井下环境中能够稳定运行和准确测量。在仪器下井前,进行严格的校准和检测,保证其初始参数的准确性。同时,优化仪器的安装和配置,使其能够更好地适应水平井的特殊井眼轨迹和钻进工况。另一方面,发展先进的数据处理与解释方法,由于随钻测井数据受到多种因素干扰,如钻井液的影响、井眼不规则性等,需要采用先进的滤波、去噪和校正算法,以去除干扰信号,提高数据的信噪比和准确性。此外,结合地质模型和先验知识,利用人工智能和机器学习技术,对大量的历史测井数据进行

学习和训练,建立智能化的解释模型,实现对随钻测井数据的快速、准确解释。加强多学科交叉融合也是提升的关键,地质学家、地球物理学家、钻井工程师和数据分析师等专业人员应密切合作,共同对随钻测井数据进行综合分析。地质学家提供区域地质背景和地层特征信息,地球物理学家运用专业知识对测井数据进行物理分析,钻井工程师提供钻井过程中的工程参数,数据分析师则运用数据分析技术对数据进行处理和解释,通过多学科的协同工作,提高数据解释的可靠性和科学性。建立完善的数据质量评估体系,对采集到的随钻测井数据进行实时质量评估,及时发现和解决数据质量问题。同时,定期对数据处理和解释方法进行验证和更新,以适应不断变化的地质条件和工程需求,从而不断提升随钻测井数据质量与解释水平。

#### 结语

未来,科技的飞速发展和跨学科合作的日益紧密,我们将迎来前所未有的机遇。通过汇聚地质学、信息技术、材料科学等多领域的智慧与力量,我们能够深入剖析水平井地质录井技术的核心难题,实现技术创新的飞跃。同时,加大人才培养力度,培养更多具备创新思维和实践能力专业人才,为技术的持续进步提供坚实的人才保障。这样,我们不仅能够攻克现有技术壁垒,更能引领水平井地质录井技术迈向智能化、高效化、绿色化的新高度,为油气资源的可持续开发开辟更广阔的道路。

#### 参考文献

- [1]王洪亮.水平井地质录井技术应用与发展[J].石油地质与工程,2023,37(4):92-96.
- [2]张敏.水平井地质录井的难点与对策探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(12):157-159.
- [3]李建国,刘志强.水平井地质录井关键技术研究[J].地质学报,2023,97(6):2011-2018.