

石油勘探中的测井技术与应用分析

谭 峰

中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300000

摘要: 测井技术在石油勘探中扮演着至关重要的角色,能够准确识别油气层、提供地层和岩石的详细信息,并监测固井质量和钻井操作。本文深入探讨了石油勘探中测井技术的价值,包括电法测井、声波测井、核测井和生产测井等主要技术。为加强测井技术的应用,提出了完善测井技术应用服务体系、优化测井方法和技术组合、提升测井仪器性能和可靠性以及加强测井技术的理论研究与实践应用等策略。这些策略旨在提高测井数据的准确性和可靠性,为石油勘探提供更加全面和有力的支持。

关键词: 石油勘探; 测井技术; 应用

引言: 测井技术,又称地球物理测井,是利用岩层的电化学特性、导电特性、声学特性、放射性等地球物理特性来测量地球物理参数的方法,是应用地球物理的重要方法之一。在石油勘探中,测井技术发挥着举足轻重的价值,它不仅能够帮助确定岩层结构、岩石物性、含油气饱和度、孔隙度、渗透率等关键信息,还能对油藏评价、储量计算、开采方案设计提供科学依据。以下是对石油勘探中测井技术价值的详细探讨。

1 石油勘探中的测井技术的价值

首先,测井技术是识别油气层的重要手段。对于油气勘探过程而言,准确地识别油气层是至关重要的。测井技术利用测量地层对电流的阻抗、自然放射性元素释放的伽马射线、声波在地层中传播的速度和衰减情况、地层的电子密度以及中子在地层中的散射情况等参数,可以实现对油气层的准确识别。

其次,测井技术能够提供地层和岩石的详细信息。测井技术能够精确测量地层的多种物理和化学性质,如密度、孔隙度、渗透率、岩石类型等。以上信息对于了解地下地层的结构和特性至关重要。在对这些信息分析的基础上,石油工程师可更加准确地评估地层的储集性能和含油气性能,进而为后续的开采方案设计提供重要依据。

此外,测井技术在监测固井质量和钻井操作中也发挥着重要作用。钻井过程中,固井质量的好坏决定着油气田的开发质量与效率^[1]。测井技术,如声波测井,可通过测量声波在地层中传播的速度和衰减情况来评估地层的孔隙度、岩石的弹性特性以及地层的结构特征,从而帮助判断固井质量。与此同时,随钻测井技术可在钻井过程中实时测量地层特性,指导钻井操作,优化钻井路径,提高钻井效率和安全性。

测井技术还在油藏管理和生产优化中发挥着重要作用。油田开发过程中,测井技术可用于监测各油层的工作情况,检查开发井的技术状况,为油田开发调整提供重要依据。利用测井数据的分析,可以了解油层的动态变化,进一步优化开采策略,最终提高油气采收率。

值得一提的是,测井技术的发展也为石油勘探带来了更多的可能性。现代科技的进步和测井技术本身的发展,促使新的测井方法和设备不断涌现,如成像测井、核磁共振测井等。这些新技术不仅提高了测井的精度和分辨率,还拓展了测井的应用领域,从而为石油勘探和开发提供了更多的选择和可能性。

2 石油勘探中的测井技术

2.1 电法测井技术

电法测井技术是石油勘探中最为常用的测井方法之一。它主要利用岩石的导电性和电阻率等特性来推断地下储层的情况。电法测井包括普通电阻率测井、侧向测井和感应测井等多种形式。普通电阻率测井是通过测量岩石的电阻率来评估其孔隙度和流体性质。当电流通过岩石时,电阻率的大小反映了岩石中孔隙和流体的情况。侧向测井则通过聚焦电流来减少井眼和泥浆对测量结果的影响,从而更准确地评估地层电阻率。感应测井则利用电磁感应原理,通过测量地层中感应电动势的变化来推断岩石的导电性和含油气情况。相对来说,电法测井技术的优点是测量速度快、数据准确度高,且能够直观地反映地层电阻率的变化情况,为石油勘探提供了可靠的数据支持。

2.2 声波测井技术

声波测井技术利用声波在岩石中的传播特性来评估地层的性质。声波在岩石中的传播速度、幅度和频率等参数,能够准确反映岩石的密度、弹性模量和孔隙度等

关键信息。声波测井主要包括声速测井和声波成像测井两种形式。声速测井通过测量声波在岩石中的传播速度来评估岩石的密度和弹性模量,进而推断地层的孔隙度和流体性质^[2]。声波成像测井则利用声波反射和散射原理,通过接收和分析声波信号来生成地层的二维或三维图像,从而直观地展示地层的结构和构造。声波测井技术的优点是测量精度高、适用范围广,且能够直观地反映地层的结构和构造情况,故而为石油勘探提供了重要的数据支持。

2.3 核测井技术

核测井技术利用放射性元素和核反应原理来测量地层的物理和化学性质。核测井主要包括自然伽马测井、中子测井和核磁共振测井等形式。自然伽马测井通过测量地层中放射性元素的辐射强度来评估岩石的组成和含油气情况。中子测井则利用中子与地层中的原子核发生相互作用来测量岩石的孔隙度和流体性质。核磁共振测井则通过测量地层中氢原子的核磁共振信号来评估孔隙度和流体类型。核测井技术的优点是测量灵敏度高、对流体敏感性强,且能够测量地层中多种物理和化学参数,为石油勘探提供了全面的数据支持。然而,核测井技术也存在一定的安全风险,需要在操作过程中严格遵守相关安全规定。

2.4 生产测井技术

生产测井技术主要用于监测油井的生产状态和评估储层的产能。其内容涵盖流量测井、压力测井、温度测井和井壁成像测井等多种形式。流量测井通过测量油井的流量来评估储层的产能和流体性质。压力测井则通过测量地层压力的变化来推断储层的流体动态和渗透率。温度测井则利用温度传感器来监测油井的温度变化,从而评估储层的热储能力和流体性质。井壁成像测井则利用声波或电磁波等原理,通过接收和分析反射信号来生成井壁的图像,从而直观地展示地层的结构和裂缝情况。生产测井技术的优点是能够提供实时的生产数据和储层信息,为油井的开采和储层管理提供了重要的数据支持。

3 石油勘探中的测井技术应用的策略

3.1 完善测井技术应用服务体系

构建完备的测井技术应用服务体系是强化其应用的首要环节。首先,应整合监理单位、测井单位、石油单位等多方力量,搭建起紧密协作的测井服务链条至关重要。为此,监理单位应肩负起全程质量监督之责,严格把控测井作业各个环节,从仪器设备的校准、测井流程的规范执行,到数据采集的完整性,确保每一步都符合

高标准^[3]。而测井单位作为核心执行主体,需配备精良的专业技术人员,按照既定规范操作先进仪器,精准采集数据。石油单位则依据勘探规划,提出明确需求,协同各方推进项目。各方需通过定期沟通会议、联合工作小组等形式,明晰各自权责与协作流程,保障测井工作有条不紊开展。

其次,强化测井技术人员培训教育是提升数据质量的关键所在。相关机构与石油勘探单位应定期组织内部培训,邀请业内资深专家授课,内容涵盖最新测井理论知识、复杂地质状况应对策略、仪器故障排查维修技巧等。在此基础上,选派技术骨干外出参加高端学术交流与实操培训,学习国际前沿测井技术与经验。除此之外,建立严格的人员考核机制,以技能实操、理论知识考核为抓手,激励技术人员持续提升专业素养。

再者,打造高效测井数据管理系统不可或缺。测井数据作为石油勘探的核心资源,其有效管理利用意义重大。构建集中式数据存储平台,统一存储各类测井数据,可最大程度上确保数据的安全性与完整性。运用专业数据处理软件,对原始数据进行清洗、校正、转换等预处理,去除噪声干扰,还原真实地层信息。借助云计算强大的计算能力,实现海量数据的快速分析;依托大数据技术挖掘数据潜在关联,如不同地层参数与油气储量的深度关系,为石油勘探呈上更具价值、更为精准的数据参考。

3.2 优化测井方法和技术组合

在石油勘探进程中,各类测井方法与技术的适用场景各异。故而,依据勘探目标与地质条件择取适配的测井方法及技术组合,是提升应用成效的关键路径。

3.2.1 深入探究各类测井方法特性

电法测井以地层导电性差异为切入点,向地层施加电流,通过测量电位变化推算地层孔隙度与流体性质。在孔隙发育、流体导电性有明显差异的储层,其优势尽显,能精准判断含油饱和度^[4]。声波测井利用声波在不同介质中的传播特性,发射声波脉冲并接收反射波,依据传播时间、幅度衰减等参数,解析储层密度与弹性模量,尤其在判断岩石致密程度、识别裂缝发育带方面表现卓越。核测井则聚焦地层放射性元素含量差异,利用伽马射线等探测手段,评估储层含油气状况,对隐蔽性油气藏的勘查独具慧眼。

3.2.2 因地制宜组合运用测井方法。面对复杂储层,单一测井方法往往收效甚微。如在砂泥岩交互、裂缝溶洞发育的储层,将电法测井、声波测井与核测井有机结合,电法测井初步圈定含流体区域,声波测井细化

岩石结构信息,核测井精准判别油气富集程度,三者协同,全方位、立体化呈现地层详情。并且,依勘探阶段灵活选配合适技术组合。勘探初期,为快速获取大面积地层概貌,采用电阻率测井、自然伽马测井等经济高效方法,初步筛定潜在储层区域;勘探后期,聚焦重点目标,引入成像测井、核磁共振测井等高精尖技术,精细刻画储层微观特征,为开采方案设计筑牢根基。

3.3 提升测井仪器的性能和可靠性

测井仪器的性能和可靠性是确保测井数据准确、全面和及时的关键因素,直接关系到石油勘探的效率和成功率。因此,为了加强测井技术的应用,我们必须致力于不断提升测井仪器的性能和可靠性。

第一,在测井仪器的研发和创新方面,需紧跟国际先进技术,持续加大投入,推动测井仪器的更新换代。当前,成像测井仪器、核磁共振测井仪器等高精度、高分辨率的测井仪器已经成为行业内的主流。这些仪器不仅能够提供更为准确、全面的地层信息,还能显著提升测井效率,降低勘探成本。所以,应该积极引进这些先进仪器,并鼓励国内企业进行自主研发和创新,形成具有自主知识产权的测井仪器产品。

第二,对于测井仪器的维护和保养,需特别重视。测井仪器在使用过程中,会受到各种环境因素的影响,如温度、压力、湿度等。这些因素可能导致仪器性能下降,甚至出现故障。因此,需建立一套完善的测井仪器维护和保养体系,定期对仪器进行检查和维修,确保仪器始终处于最佳工作状态^[5]。并且,还需加强对测井仪器的校准和验证工作,确保测量结果的准确性和可靠性。这不仅可以提高测井数据的利用率,还能为后续的勘探工作提供有力的数据支持。

3.4 加强测井技术的理论研究与实践应用

测井技术的理论研究与实践应用是相辅相成的,二者缺一不可。为了加强测井技术的应用,必须在理论研究和实践应用两个方面同时发力。

在理论研究方面,需加强对测井原理、方法和技术

的深入研究,不断推陈出新。当前,随着勘探技术的不断发展,新的测井方法和技术不断涌现,如多极子声波测井、三维成像测井等。这些新技术具有更高的分辨率和准确性,能够为我们提供更加全面、准确的地层信息。因而,应该加强对这些新技术的研究和探索,推动测井技术的不断进步。与此同时,还需要加强对测井数据的分析和解释工作,提高数据的利用效率和准确性。通过深入研究测井数据的规律和特征,我们可以更好地了解地层的结构和性质,为后续的勘探工作提供有力的数据支持。

在实践应用方面,则需不断加强对测井技术的现场应用和推广。实践应用,可使得员工不断积累经验和教训,完善测井技术的方法和流程。其中,值得一提的是,还可将测井技术与其他勘探技术相结合,形成综合勘探方法,提高勘探效率和成功率。

结语:综上所述,测井技术在石油勘探中发挥着举足轻重的价值。它不仅是识别油气层的重要手段,还能提供地层和岩石的详细信息,监测固井质量和钻井操作,以及支持油藏管理和生产优化。随着测井技术的不断发展和创新,相信它在未来的石油勘探和开发中将发挥更加重要的作用,为石油工业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]张明,李伟,刘丽丽.测井技术对油藏储量估算的影响分析[J].石油勘探与开发,2019,46(2):96-102.
- [2]韩晓东,赵亮,王凯.测井技术在海底油气勘探中的应用与展望[J].海洋科学,2020,44(3):38-45.
- [3]肖彦新.测井技术在石油工程中的应用及发展探究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,039(001):188-189,192.
- [4]刘似晏.石油行业测井技术的应用现状及发展趋势[J].化工管理,2020(12):131-132.
- [5]关营.石油开发过程中地质勘探技术的创新浅析[J].化工管理,2020(05):107-108.