

# 石油地质勘探中测井技术的创新与实践

邹继民

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:** 做好地质勘探工作可以为石油开发奠定基础,但地质勘探的难度相对较大,需要专业技术与设备的支持。而测井技术在石油地质勘探中发挥着重要作用,因此利用文献分析法等方法对石油地质勘探中测井技术的创新与实践进行了探究。在探究过程中分析了石油地质勘探与测井的概念,之后分析了测井技术的创新与实践。探究结果表明,在技术不断创新的背景下,电法测井、随钻测井等测井技术为石油地质勘探提供了有效支持,应提高对各种测井技术的重视程度并将其应用在地质数据采集、地层识别等各个环节中,提高地质勘探效率与质量。

**关键词:** 石油;地质勘探;测井技术

## 前言

石油被称之为“工业的血液”,在工业生产与社会经济发展中占据着重要地位。地壳上层部分地区有石油储存,而若想找到石油资源就需要做好地质勘探工作。灵活应用各种测井技术可以为石油地质勘探提供支持,所以应在现有研究结果的基础上分析石油地质勘探中的测井技术。

## 1 石油地质勘探与测井概述

### 1.1 石油地质勘探

石油地质勘探指的是为了寻找油气资源而利用各种勘探手段在地球表面和地下进行钻探、观察和测量,在充分了解地质状况的基础上分析生油、储油、油气运移、聚集、保存等各方面条件并评价含油气远景,从而明确油气聚集的有利地区并明确油气田的大概面积<sup>[1]</sup>。石油地质勘探涉及到调查与勘探这两个阶段,其中调查阶段指的是在区域普查和综合普查的过程中通过地面地质调查或地球物理测量等方法调查油气藏存在的条件,而勘探阶段指的是在预探、初探以及详探阶段利用钻探井等方法证实油气层是否存在。

### 1.2 测井

测井即地球物理测井,一般是利用岩层的导电特性、电化学特性、放射性、声学特性等地球物理特性测量地球物理参数。在石油地质勘探中应用测井技术可以获得各种石油地质及工程技术资料,需提高对测井技术的重视程度。

## 2 石油地质勘探中的传统与创新型测井技术

### 2.1 传统测井技术

#### 2.1.1 电法测井技术

电法测井是常用的三大测井方法之一,主要是根据电阻率、电导率以及介电常数等电学性质进行地质剖面

的分析、岩性的判断、油气水层的划分、储集层特性的分析。电法测井涉及到多种手段,如电阻率测井、自然电位测井、侧向测井、感应测井等,其中电阻率测井技术可以采集岩石电阻率信息并根据数据信息明确岩石孔隙度、含油饱和度等各项参数,在应用该技术时需通过稳定电流场测量井下介质的电阻率;自然电位测井主要是根据电化学反应产生的自然电场进行测量,可以获得自然电位测井曲线并明确渗透性地层、估算地层的泥质含量、计算地层的电阻率;侧向测井多被应用在地层较薄且电阻率较高的情况中,可以通过三电极侧向测井等手段进行测量;感应测井可以通过电磁感应原理测量地层的电导率,在石油地质勘探中具有重要作用<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 电磁波测井技术

电磁波测井技术即电磁波传播测井,可以通过发射与接收过程中电磁波的相位差以及幅

度比进行测量,从而判断地层的含水饱和度以及油水层。在应用这一技术时应可优先选择2MHz这一测量频率,在特殊情况下可以选择400kHz、500kHz或1MHz,尽可能地增加探测深度。

## 2.2 创新型测井技术

近年来,我国加大了对测井技术的研究与创新力度,研发出了随钻测井、成像测井等新型技术手段,进一步提高了石油地质勘探的效率。

### 2.2.1 随钻测井技术

随钻测井是一种较为先进的测井技术,指的是在钻井的过程中测量地层岩石物理参数并利用数据遥测系统传输测量结果<sup>[3]</sup>。相比于其他测井手段,随钻测井技术可以获取地层地质特征与岩石物理变量的实时数据,有利于增强测量结果的准确性与实时性。在技术不断更新的过程中,随钻测井技术越来越成熟,出现了随钻电阻

率伽马测井技术、随钻方位电磁波电阻率测井技术等。第一，电阻率伽马测井技术可以通过探测器准确测量地层中放射性元素衰变产生的自然伽马射线并将其转变为脉冲信号，之后识别岩性与地层，在水平井等特殊井的测量中发挥着重要作用，例如可以为储层流体类型的评价、含水饱和度的计算、油气水界面的划分等环节提供准确的测井资料。第二，随钻方位电磁波电阻率测井技术可以获取方向性地质信号以及电阻率信息并在此基础上对储层边界进行反演，从而明确地层边界的情况、地层结构的情况。第三，随钻中子密度技术可以通过密度测井仪采集地层的数据信息，如密度值、孔隙度值等，可以为地层成像以及油藏储量分析提供支持。在应用该技术时可以进行中子孔隙度测井，通过地层中氢对中子的影响明确地层的孔隙度情况。

### 2.2.2 成像测井技术

成像测井技术即根据钻孔中地球物理场的观测情况对井壁与井周物体进行物理参数成像，主要包括井壁、井边以及井间成像，其中井壁成像主要应用声波成像与地层微电阻率扫描成像等技术；井边成像主要应用电阻率成像技术；井间成像多应用声波、电磁波以及电阻率成像等技术。成像测井技术具有较强的直观性，可以有效反应井周的地层特征与分布状况；具有较强的准确性与广泛性，不仅可以明确地层的构造特征与倾角等情况，也可以明确裂缝的发育程度、几何形态等情况；具有较强的描述性，可以准确描述溶蚀孔等非均质地层的情况。因此，应提高对成像测井技术的重视与应用程度。例如，在应用该技术时可以利用测井仪、共振仪等设备采集横向与纵向声波，之后再通过先进技术手段进行成像，明确井内的具体情况，从而增强勘探准确性并降低勘探成本。

### 2.2.3 声学测井技术

在信息化水平不断提升的过程中，声学测井技术的应用越来越广泛，可以为石油地质勘探提供支持。灵活应用声学测井技术可以对地层当中的大量波段进行准确测量并采集岩石数据。常用的声学测井仪器有很多，如补偿声学测井仪、长源距声学测井仪等，其中补偿声学测井仪主要包括两个发送与接收设备且采用了井眼补偿这种方式，具有精度高等优势，可以根据井眼裂缝的尺寸明确储层的岩性并分析储层的裂缝；长源距声学测井仪涉及到发射机与接收机，可以根据资源时间差进行数据计算，继而实现自动化测量；阵列声学测井仪涉及到多台测井设备，可有效采集横波、纵波以及斯通利波等信息，且在进行阵列式测量时可以强化对声速的测量以

及对波形的变化，有利于增强测量的准确度<sup>[4]</sup>。

### 2.2.4 核测井技术

核测井技术又被称之为放射性测井技术，可以根据岩石及其孔隙流体的核物理性质研究井的地质剖面情况。常用的核测井技术有很多，例如中子测井、放射性核素示踪测井等，其中中子测井包括一般中子测井、中子寿命测井等手段，可以通过单探测器中子与补偿中子进行测井；放射性核素示踪测井可以将放射核素添加到注入到井内的流体中，使放射核素进入到井内孔隙的空间当中，之后再对示踪剂进行追踪测量，从而明确流体的分布规律；核成像测井包括核磁共振成像测井等<sup>[5]</sup>。在应用核测井技术时也需要做好信息处理工作，即应用传感器技术、射线源技术等手段进行信息的采集、处理。

### 2.2.5 地层测井技术

地层测井可以在测量地层能量、分析地层压力的基础上获取地层流体性能、地层温湿度、地层渗透率等数据信息。相比于其他技术手段，应用地层测井技术可以准确分析地质的压力变化情况，且可以分析地质勘探体系中的数据信息并估算出地层中的石油资源含量。

## 3 石油地质勘探中测井技术的实践应用

实际情况表明，灵活永远应用测井技术可以加快石油地质勘探速度，降低勘探成本，所以应做好测井技术的应用工作。

### 3.1 在地层识别中的应用

地层是一切成层岩石的统称，主要包括岩性地层、生物地层等类型，做好地层识别工作可以降低地质勘探的难度。为此在进行石油地质勘探时需要利用核测井技术等手段测量地层中的核磁共振信号并根据这些信号分析岩石的类型以及厚度，继而明确储层的结构与分布情况，为钻井与采收计划的制定提供信息<sup>[6]</sup>。

### 3.2 在储层评价中的应用

进行储层评价是石油地质勘探中的关键环节，应科学应用电法测井、声学测井等技术手段获取岩石类型、渗透率、孔隙度等关于储层的数据信息并根据这些信息明确储层的储量潜力以及可采性。例如，可以利用电法测井技术获取地下岩石的电阻率并估算油气储层的含水饱和度，为后续石油开发计划的制定奠定基础。

### 3.3 在油气藏描述中的应用

在进行石油地质勘探时需要根据各种数据信息进行油气藏描述，为此应将测井技术应用在油气藏的分析与描述中。即利用电阻率测井、放射性测井等测井技术获得岩石信息并通过岩芯测井等方式明确岩芯性能，之后在此基础上明确油气藏的位置以及深度。同时，应根据

其他地质信息明确油气的聚集状态以及油气藏的类型与结构、边水与底水的分布情况,为后期油气藏的开发提供支持。

#### 4 石油地质勘探中测井技术的应用创新策略

虽然测井技术至关重要,但测井技术的应用仍然存在一些问题,需要通过设备创新等手段实现技术创新。

##### 4.1 加强设备创新

任何一种测井技术都需要专业设备的支持,但传统测井设备仍然存在运行效率低、准确性低等问题,在一定程度上影响到了测井技术的应用,所以应加大对各种测井设备的研究力度,促进测井设备向专业化、标准化等方向发展。首先,应促进测井仪器测量方法的创新。在这一过程中应重点关注国内外测井仪器的最新成果并根据企业的实际需求对仪器的测量方法进行创新,实现测井技术的优化。其次,应促进测井探测器的创新。探测器是测井仪中的关键构成部分,技术人员应对现有探测器进行改进与优化,即对探测器的数量、类型以及排列位置进行优化<sup>[7]</sup>。此外,应促进测井仪器的软件创新。例如,可以在测井仪器中增设信号分析软件,通过该软件处理探测器所采集的信号。

##### 4.2 加强数据采集创新

应用测井技术主要是为了采集地质信息,所以在进行测井技术创新时需要加强数据采集创新,优化测井技术的应用效果。一方面,应促进测井数据采集向集成化与方阵化方向发展。例如,技术人员可以利用新型基点数据采集方式代替传统的单项数据采集方式,从而满足非均质地质层的勘探需求。另一方面,应灵活应用先进的数据采集手段。例如,可以应用由传感器、模拟信号调理器、数据采集电路以及微机系统共同构成的DAS这种数据采集系统采集温度、压力、流量、位移等数据信息并通过计算机进行数据信息的储存与处理。同时,可以将集中采集式与分散采集式结合起来,提高数据采集效率。

##### 4.3 加强数据应用创新

应用测井技术可以获取多种数据信息,但部分勘探人员没有做好数据信息的应用工作,导致测井技术应用效果不佳,为此应做好数据应用的创新工作,充分发挥测井技术在石油地质勘探中的作用。例如,在工作过程中可以通过测井技术实时获取动态数据并通过专业的测井软件对这些数据信息进行整理、分析、计算与预测,继而增强石油勘探的整体性与融合性。

#### 结束语

石油地质勘探涉及到地质调查与勘探等多个方面,具有较强的专业性与复杂性,对技术水平要求较高。而灵活应用测井技术可以准确获取测井曲线资料以及相应的地质数据,继而增强地质勘探的准确性。为此应高度重视电法测井、随钻测井、成像测井等各种技术手段,充分发挥测井技术的作用,为石油的高效开发奠定基础。

#### 参考文献

- [1]刘君成.石油开发过程中地质勘探技术的应用策略[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(23):178-180.
- [2]李刚汉,邱海涛.油气田勘探开发中测井技术的应用[J].石化技术,2023,30(11):123-125.
- [3]王昊.随钻测井技术在我国石油勘探开发中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(24):175-177.
- [4]高跃元.浅谈声学测井技术在石油工程中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(18):178-180.
- [5]王成荣,刘春辉,孟学军等.固体同位素+示踪流量注入剖面测井技术研究应用[J].石油管材与仪器,2021,7(05):69-72+77.DOI:10.19459/j.cnki.61-1500/te.2021.05.015.
- [6]白利,何绪全,王跃祥等.岩性扫描测井技术在四川盆地侏罗系凉高山组页岩油中的应用[C]//中国石油学会天然气专业委员会.第33届全国天然气学术年会(2023)论文集(01地质勘探).中国石油西南油气田公司勘探开发研究院,2023:5.
- [7]赵亚平,刘振.提高石油测井数据采集质量和效率的措施[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(24):27-29.