

# 石油地质勘探中先进测井技术的应用与发展

胡可心

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:** 在进行石油开采之前,需要使用测井技术进行勘探,以了解当前区域的地质情况、油气储量等信息。随着时代的发展,测井技术也在不断进步,目前已经进入了成像测井阶段,但在互联网技术的加持下,测井技术正向着AI智能方向发展。本文阐述了测井技术的定义,对目前几种常见的测井技术进行了概述,分析了目前测井技术的应用和后续的发展方向,希望能为相关从业者提供一定的理论依据。

**关键词:** 石油地质勘探;测井技术;应用与发展

## 前言

石油是十分重要的能源,根据调查得知,我国在2023年的石油消费量达到了7.56亿吨,其中大量的石油依赖于进口。为了更好的勘探和开采石油,尽可能避免需要大量进口石油,就需要优化测井技术。随着科技的飞速发展,测井技术也得到了极大的发展,数字化、自动化等技术的引入,让测井技术也走向了现代化,能够更快、更准确的勘测到油井中的数据,为后续的开采提供有力的数据支持。

### 1 测井技术的定义

测井技术在石油勘探工作中有着十分重要的作用,通过测井技术,工作人员就能对地下储层情况进行实时的监测和评估。在经过测井技术的辅助后,工作人员就能了解地下储层的地质构造、油气性、岩性等信息,为合理开采油田提供良好的数据支撑。

测井技术能够帮助工作人员了解到该区域低层的物理特性,例如,岩石密度、孔隙度、渗透率等。工作人员对这些信息数据进行分析,就能预测到储存内的含油性以及储量,这对于发现油田、评估油田大小有着重大作用,为后续的油田建设投入提供了良好的依据。

例如,工作人员经过勘探发现了A区域下存在石油,此时就可以使用测井技术对该区域进行勘探,了解当地地质情况,同时判断地下储层是否存在产油、产气能力,并评估其储油量。在确定这些信息后工作人员就能将评估数据上报,在建设采油井时,就能依靠这些数据进行,这能尽可能避免资源浪费,也能提升开采的效率和质量<sup>[1]</sup>。

## 2 目前常用的测井技术

### 2.1 电法测井

电法测井是目前最为常用的测井技术之一,通过井下的测井仪器向地面发射电流,之后在地面接收电流后

对其衰减情况进行分析,就能得出低层电阻率,从而对其地址结构、石油储量等进行评估。

常见的地层倾角测井、感应测井和侧向测井等测井方式,均属于电法测井延伸技术,都可归类于电法测井技术之中。不同延伸方向的电法测井技术有着各不相同的优势,但其基本原理完全一致,这也导致了其有着几乎相同的不足。

### 2.2 声波测井

声波测井也是常用的测井技术,其是通过对地层发射声波,测量出环井眼地层的声学性质,从而对地层特定、井眼工程情况进行测量。声波测井目前也出现了较多的延伸技术,如,声幅测井技术、声速测井技术等。

通过声波测井技术,能较好的发现井眼特点,是一种高效且便捷的测井技术。该技术一般用于推导原始与次生孔隙度、空隙压力、流体类型等。在成像技术的加持下,声波测井技术还能利用计算机形成可视化的图像,让勘测信息变得更加直观,这能够为工作人员的开展后续工作提供极大的帮助。

### 2.3 核测井

核测井技术又被称为放射性测井技术,通过对地层岩石、岩石孔隙流体的物理性质进行分析,了解其是否存在放射性、其放射性呈现为何种类型,来判断地下储层的情况。

根据放射性源、放射性类型以及岩石物理性质,可以将核测井技术分为伽马测井和中子测井。伽马测井是以测量伽马辐射为主的核测井方式,而中子测井则是主要研究中子、岩石和孔隙流体之间相互作用的核测井技术。这两种技术又可以分为密度测井、自然伽马测井、自然伽马能谱测井、中子孔隙度测井等,不同的测井技术有着各自的优势,但其原理基本一致。

### 2.4 电缆地层测试测井

电缆地层测试测井技术也是十分常用的测井技术，该技术主要是对流体性质、地层产能进行验证和评估。与普通的钻杆测井相比，电缆地层测试有着高效、经济、便捷等较多的优势。同时，电缆地层测试技术能够融入大量的传感器，通过传感器就能快速并准确的了解到地层的压力、温度变化。

电缆地层测试技术还可以与多探测测试器共同使用，能够直接对地层径向、地层渗透率进行测算。在融入一些光谱分析技术后，还能对流体类型进行判别。一般来说，使用电缆地层测试进行测井后，就能对流体密度、气、油、水情况进行较为准确的评估，并对地层有效渗透率进行评估，为后续的开采打下基础。

### 2.5 成像测井

成像测井是近些年融入了互联网技术的测井技术，相比于其他测井技术，成像测井具有分辨率高、数据量大等优势。在进行勘测后，数据信息会直接传输到计算机内，计算机会根据这些数据进行生成，将数据以图形、图像的方式呈现，这使得数据呈现变得更加直观。

成像测井技术主要需要使用到成像测井仪、核磁共振测井仪、数字看穿系统、计算机工作站等设备。相比于传统的测井技术，成像测井技术更加先进，有着极强的适应力，测井数据也更加准确，反映出的数据也更加直观，对于后续工作开展更加有利。但目前该技术还处在早期阶段，使用较为不便捷，并且成本较高<sup>[2]</sup>。

## 3 石油地质勘探中先进测井技术的应用

### 3.1 传感器在测井技术中的应用

传感器是互联网时代发展起来的全新设备，具有体积小、重量轻等优势，能够对各种信息进行收集，并将信息通过互联网上传到计算机中心进行处理。目前常用的传感器有好几种，例如，光纤传感器、激光传感器等。

光纤传感器能够在较为苛刻的条件下开展测量工作，例如，高温、高压、震动、冲击等环境，在工作中，光纤传感器几乎不会受到外界因素的干扰，能够较为准确的测量井场或是井筒内的信息。光纤传感器采用的是分布式测量法，能够对空间分布、坡道信息等数据进行精确测量，其传输效率也极高，但该传感器较为容易受到电磁干扰，如果周边存在较为严重的电磁干扰现象，该传感器就可能会出现信息异常问题。

激光传感器是将光纤技术和激光技术结合而来，不仅能对环境数据进行测量，还能对井下的液体进行测量。激光传感器有着精度高、体积小、功能多、能在严苛环境下进行工作的优点，使用该传感器进行测量，不仅能对岩石性质、岩石矿物成分进行分析，以绘制地层

岩性剖面图，还能对油、气、水层进行划分，并通过检测数据计算孔隙度、渗透率，这对于油田产能评估有着十分重要的作用。

### 3.2 网络传感器在测井技术中的应用

在信息化时代下，网络传感器技术得到了飞速发展，网络传感器能够对收集到的信息进行传输处理，让工作人员能够实时掌握井下的数据信息变动，从而了解井下的情况。

网络测井组合平台是将核磁共振、声波成像、地层测试等技术进行改进后，将其进行了融合，成为了目前普遍使用的网络测井技术。该技术能够对油、气、水层、岩石层等结构信息进行实时监控，也能通过数据分析来了解当前的情况，这样才能确保其开采稳定性。

例如，在A区域发现一大片储油后，工作人员利用网络测井技术开始测井。网络传感器在井中不断对地层、油层、水层的变化情况数据进行收集，通过对这些数据进行分析，工作人员就能找到地表下的变动情况，从而找到最合适的开采方式，这就能有效提升开采质量和开采效率，尽可能降低开采成本。同时，在收集数据的过程中，如果发现了明显的异常数据，工作人员也能迅速对异常数据进行分析，找到产生异常数据的原因，这也能为后续的石油开采提供良好的数据支持<sup>[3]</sup>。

### 3.3 随钻测井技术的应用

使用该技术进行测井工作，需要先将测井仪器固定在钻头上，之后将钻头打入地表，在这个过程中，仪器就会对地层信息进行精确的测量。该技术虽然操作较为不便，需要耗费一定的时间，但能够收集十分准确的数据。该技术的出现使得测井技术得到了极大的突破，通过该技术的加持，能够对地层倾斜角度方向、钻压等数据进行测量，这能让工作人员随时调整钻孔方向，以提升勘探效率和勘探准确度。

由于储油地层中存在大量的泥浆，使用传统测井技术还可能会被这些复杂地层情况所干扰。但该技术能够良好的避免泥浆侵入，对测量数据造成影响。同时，该技术能够被用于复杂地质情况下的测井，因此目前多被用于疑难井、水平井、大斜度井的测量。在这些复杂情况下的钻井中，该技术能够为工作人员提供极为详细的井眼周围信息，例如，应力状态、地质导向等，这能帮助工作人员更好的对地层进行评估，从而做出正确的决策<sup>[4]</sup>。

### 3.4 双侧向测井

该方法是利用电流屏蔽的方式，让主电极电流进行聚焦，之后这些电流会形成水平状电流束垂直于井轴侧向，并流入地层。随着电流的不断深入，分流作用于低

阻层对于电流的影响会逐渐减少，这就能让工作人员获得更加精确的井下数据。

双侧向测井技术能够有效减少井眼与周边岩石对于测井结果的影响，使用该技术能够有效提升测井数据的信息，真实、可靠的反应出该区域地层电阻率变化情况，为工作人员的下一步工作提供数据支持<sup>[5]</sup>。

#### 4 石油地质勘探中先进测井技术的发展

石油地质勘探开发包含了地质勘探、物探、钻井、录井、测井、固井、完井、射孔等环节，每个环节对于石油开采都十分重要。测井也被称为地球物理测井，是发现油气资源的重要手段，被誉为地质学家的“眼睛”。通过测井就能发现油层中的岩石物理参数，了解油层的特点和情况，为找到油层生成及聚集的有利区带及分布规律提供一定的技术支持。

测井技术早在百年前就已经出现，经过百年的发展，测井技术经过了模拟测井、数字测井、数控测井、成像测井四个发展阶段。最早期，人们进行测井时使用的是模拟记录的方式，由于技术手段十分有限，数据收集方式极为单一，人们会将数据手工绘制在图纸上，对油气层进行识别和定性。数字测井出现后，人们开始使用计算机来对数据进行处理，这极大的提升了数据处理能力，实现了油气的定量评价与综合分析，对于石油开采提供了极大的助力。在数控测井阶段，由于测井仪器和测井技术的飞速发展，人们已经能够更详细的掌握井下的数据，对于一些极为复杂的地质条件也能良好的进行处理。而最新阶段则是成像测井阶段，在互联网技术的支持下，目前已经实现了地层全方位测量，数据采集能力也大幅度提升，通过计算机对数据进行处理后，就能让其变为三维成像形式，更加直观的对地下情况进行展示。

随着互联网技术的不断发展，大数据、AI、云计算等技术开始出现，这些深度学习技术也开始被应用到了石油开采行业之中，人们开始尝试将深度学习技术与测井技术进行融合。通过人工智能和机器学习技术，能够对大量测井数据进行分析，这就能让计算机自动对地层

特征、油气储存情况进行识别，大幅度提升工作效率和质量。同时，深度学习技术的融入，还能有效提升信息收集能力，让其信息收集质量大幅度提高，这也有助于工作人员更好的对油气储量进行评估。

在深度学习技术的支持下，还能进一步加强当前的成像测井技术，通过将测井数据结果与地质模型进行结合，就能通过计算机快速、准确、真实的构建起三维地质模型，这对于后续的油田开采有着十分重要的作用<sup>[6]</sup>。

#### 结束语

石油是十分重要的化石能源，无论是汽车运行、工业生产、交通运输都离不开石油开采行业的支持。但石油开采有着一定的难度，特别是一些地质条件较为复杂的区域，想要顺利的进行石油开采，需要耗费大量的精力和资源。为了更好的开采石油，保证开采安全，就需要提前进行测井工作，收集大量的井下数据，这样才能确保开采工作高质量、高效率的开展。测井技术已经出现了百余年，在这百余年中，测井技术经历了四个阶段的发展，目前已经步入了成像测井阶段。但为了进一步提升测井技术的质量，就需要将深度学习技术融入其中，这不仅能提升其信息收集量、信息分析能力，这也是测井技术发展的未来趋势。

#### 参考文献

- [1]杨志强.测井技术在石油工程中的应用分析与发展思考[J].石油石化物资采购, 2021, 000(007):P.34-35.
- [2]刘阳.测井技术在石油工程中的应用分析与发展思考[J]. 2021(2018-17):107-107.
- [3]李岳.新型技术在石油地质勘探中的应用[J].中小企业管理与科技, 2022(4):184-186.
- [4]杨利军.矿井地质勘探中数字化测井技术的应用研究[J].内蒙古石油化工, 2022(007):048.
- [5]白海峰,唐建鑫,马斌,等.浅析测井技术在油气田勘探开发中的应用[J].名城绘, 2020, 000(010):P.1-1.
- [6]封强.新型技术在石油地质勘探中的应用分析[J].文存阅刊, 2020, 000(008):182.