

石油行业测井技术的应用现状及发展趋势

王 鹤

中石化经纬公司胜利测井公司 山东 东营 257000

摘要: 随着全球能源需求的不断增长,石油资源的勘探与开发成为保障能源安全的重要任务。测井技术作为石油勘探与开发的核心环节,是精准评估油气藏、优化开采方案的关键,其重要性不言而喻。本文分析了当前测井技术的应用现状,包括电法测井技术、放射性测井、声波测井等多种技术的广泛应用。探讨了测井技术与设备的智能化、集成化方向,测井资料应用的多元化与高效化趋势,以及数据挖掘技术在测井技术中的应用前景和地层压力检测技术的最新进展等发展趋势,旨在为石油行业测井技术的发展提供参考与指导。

关键词: 石油行业;测井技术;应用现状;发展趋势

引言: 随着全球能源需求的持续增长,石油资源的勘探与开发面临着前所未有的挑战,尤其是在深层与复杂地质条件下的高效开采成为关键,测井技术是石油开采过程中重要的技术。近年来,随着信息技术的飞速发展,特别是计算机技术与传感器技术的融合应用,测井技术不断革新,为精确识别油气层、评估地层参数提供了强有力的技术支持。本文旨在探讨当前声波测井等先进测井技术的应用现状,并展望其未来发展趋势,以期提升石油勘探与开发效率提供借鉴。

1 石油开采过程中测井技术的重要性

在石油开采过程中,测井技术的重要性不言而喻。作为油气勘探开发的关键环节,测井技术不仅是勘探的“眼睛”,更是确保开采安全与效率的重要基石。而测井技术的重要性主要可以从以下几点进行论述。(1)测井技术通过测量地层的地球物理特性,能够精准识别并评价油气层,为石油储量计算和开发方案制定提供科学依据。这一技术在油气层识别中发挥着核心作用,能够准确划分油气层有效厚度,计算孔隙度、含油饱和度、渗透率等关键储层参数,进而为油田开发提供详尽的地质数据支持^[1]。(2)测井技术在保障开采安全方面也具有不可替代的作用。在开采过程中,井内压力平衡的控制至关重要。通过测井技术实时监测地层压力变化,可以及时调整钻井液密度等参数,维持井底压力和地层压力在合理范围内,有效避免井喷等安全事故的发生。测井技术还能帮助工程师评估井筒稳定性,为井身结构设计提供重要参考。(3)随着科技的不断进步,测井技术也在持续创新与发展。现代测井技术已经实现了从二维向三维的跨越,能够更加直观地展示地下地质结构,提高勘探精度和效率。同时数据挖掘、人工智能等先进技术的应用,实现了对复杂地质环境的精准解析与快速

响应,有效提升了石油勘探与开发效率,降低了开发风险与成本。测井技术将更加智能化、集成化,为石油行业的可持续发展注入强劲动力。测井技术在石油开采过程中具有不可替代的重要性,它不仅是油气勘探开发的“眼睛”,更是确保开采安全与效率的技术保障。随着科技的不断发展,我们有理由相信,测井技术将在未来的石油行业中发挥更加重要的作用,为石油工业的可持续发展贡献更大的力量。

2 石油行业中测井技术的应用现状

2.1 电法测井技术

在石油行业中,电法测井技术作为核心勘探手段之一,展现出了高度的技术先进性与应用广泛性。该技术核心在于利用精密测井仪器,向地下岩层发射特定频率的电流信号。这些信号在穿越不同地层时,会因地层电阻率的差异而发生不同程度的衰减与反射。通过精确捕捉并分析这些返回的电位信号,电法测井技术能够深入揭示地下岩层的电性特征,如电阻率分布、地层厚度及倾角等关键参数。电法测井技术不断融合现代电子技术、信号处理技术及计算机模拟技术,实现了测量精度的显著提升与数据处理的高效化。例如,阵列感应测井、微电阻率扫描成像测井等先进技术的应用,不仅拓宽了电法测井的探测范围,还极大地提高了地层评价的准确性与分辨率,为石油勘探与开发提供了更为详尽、可靠的地质信息。

2.2 放射性石油测井技术

在石油行业的深入探索中,放射性石油测井技术以其独特的视角和精准的分析能力,占据了举足轻重的地位。这项技术主要依赖于地层岩石孔隙中自然存在的放射性源或人工引入的放射性物质,通过精密的探测装置,捕捉并分析这些放射性射线所携带的地质信息。放

放射性石油测井技术可以根据检测射线的不同而进行进一步的划分,主要是以伽马测井技术以及中子测井技术这两种最为常见。(1)伽马测井技术作为放射性测井的重要组成部分,利用地层中放射性元素衰变释放的伽马射线,通过测量其强度与分布,推断地层岩性、孔隙度及流体性质^[2]。该技术不仅能够有效区分不同岩性,还能油气储层的识别与评估提供重要依据。(2)中子测井技术,则巧妙利用中子与地层物质的相互作用特性。通过向地层发射中子束,并观测中子散射、俘获等现象,中子测井技术能够深入探测地层中的含氢量,进而评估油气储层的含水饱和度、孔隙结构等关键参数。这一技术尤其适用于复杂储层条件的精细描述,为油气田开发方案的优化提供了有力支持。随着科技的进步,放射性石油测井技术也在不断演进,如高分辨率伽马能谱测井、脉冲中子测井等新技术不断涌现,进一步提升了测井数据的精度与解析能力,为石油行业的持续发展注入了新的活力。

2.3 声波测井技术

声波测井技术在石油勘探领域广泛应用,以其独特的声学特性成为钻孔测井的关键手段。该技术核心在于利用声波在井孔及周围地层中的传播特性,通过发射声波并接收其反射、透射信号,实现对地层结构的精细刻画。全波列测井技术通过记录声波在地层中的完整波形变化,提供丰富的地层物理参数;声速测井则聚焦于声波传播速度,直接反映地层的弹性模量及密度分布;声幅测井则关注声波幅度的衰减,与地层孔隙度、流体性质紧密相关。这些技术方法不仅提升了测井数据的分辨率,还拓宽了地层评价的维度,为石油勘探与开发提供了更为精确、全面的地质信息。随着技术的不断进步,声波测井技术正朝着更高精度、更广应用领域的发展方向。

2.4 管套测井技术

管套测井技术作为石油工业中的重要工具,其应用跨越了新井勘探与老井再评价两大领域。该技术通过特制的测井仪器在套管内作业,直接测量并记录油井内的流体动态参数,如产油量、出水量等关键数据,为评估油层饱和度提供了直接依据。其优势在于不受作业时间限制,能即时响应油田管理需求,提供高精度的实时监测数据。在技术上,管套测井技术集成了多种传感器与数据处理算法,能够准确解析井下复杂环境中的流体特性,包括油水界面的精确识别、流动速度的实时监测等。这对于优化生产策略、提高采收率至关重要。特别是在老油田开发中,该技术有效延长了油井的经济寿命,通过精细管理提升了剩余油藏的开采价值,实现了

资源的最大化利用。

2.5 成像测井技术

成像测井技术指的是将收集到的数据以虚拟三维空间的方式来进行展示的技术内容,因此在该技术的应用过程中需要利用计算机设备,相比于复杂的实验数据,数学模型的形式能够为技术人员提供更加清晰的信息内容,帮助技术人员更加深层次地理解油井下的具体情况,并且由于信息内容的丰富性、收集效率高等优势,已经逐渐替代了传统的探测技术。目前来看,这一技术主要以声波、电成像以及核磁共振这三种形式最为常见,对于石油资源的开发效率与质量的提升有着明显的推动效果。

3 石油行业中测井技术的发展趋势

3.1 石油测井相关技术和设备的发展趋势

在石油行业的测井技术领域,技术革新与设备升级正引领着行业向更高效、更精准、更环保的方向发展。随着地质勘探需求的复杂化,测井技术不断突破传统界限,向多维度、智能化、信息化迈进。测井技术正加速向多接收器、多波形、波谱分析的高级阶段演进,这不仅增强了数据的丰富性和准确性,还推动了从二维参数计算向三维立体成像的跨越。三维成像技术作为现代测井的核心辅助手段,能够精确描绘地下复杂地质结构,为钻井作业提供直观、全面的信息支持。传感器技术、供电系统与数据传输线路的集成化设计,不仅简化了操作流程,还显著提升了作业效率与成本效益。随钻测井(LWD)技术作为近年来的一大亮点,正通过提升信息传输速度、优化设备性能与安全性,持续拓宽其在复杂地质条件下的应用边界。这一技术革新不仅提高了勘探效率,还增强了钻井过程中的实时决策能力^[3]。展望未来,石油测井技术将更加深度融合智能与信息化元素,利用大数据分析和人工智能算法,实现测量数据的即时处理与精准解析,为勘探决策提供科学依据。针对深海、极地等极端环境,研发特种耐压、抗寒的探测装备已成为行业共识,以应对更加严苛的自然条件挑战。绿色环保理念的深入贯彻将促使测井材料与工艺不断创新,减少作业过程中的环境负担,推动石油勘探行业向更加可持续的方向发展。通过这一系列技术革新与理念升级,石油测井技术将在保障能源安全、促进经济发展的同时,也为地球环境的保护贡献力量。

3.2 石油测井资料应用的发展趋势

在石油行业,测井技术的资料应用正迈向新的高度。随着数据处理能力的飞跃,测井资料不再局限于单井分析,而是向多井、跨区域综合处理转变,极大地

提升了决策效率与精准度。这一趋势强调实时性与动态性，促使静态测井数据向动态监测过渡，为油藏管理提供即时反馈。面对复杂多变的非均质与异向地层，测井资料的综合应用成为关键，通过高级算法与软件集成，实现日志自动化处理、数据深度挖掘与智能解释，进一步强化了测井技术的实用性与前瞻性。测井资料的应用将更加紧密地融入跨学科体系，与地质学、地球物理学及油藏工程等领域深度融合，构建全方位、多维度的油气藏评价体系。这种跨领域的数据整合与分析，不仅能够深化对地下油气藏结构的理解，还能优化勘探开发策略，提高资源采收率。随着技术的持续进步，石油测井资料的应用正步入一个全新的纪元。数据处理能力的飞跃不仅拓宽了资料应用的广度，更挖掘了其深度价值。多源数据融合与实时分析技术的结合，让测井资料成为油藏动态管理的核心驱动力，精准制定勘探开发策略，推动石油行业向更加智能化、精细化的未来迈进。

3.3 数据挖掘技术应用于测井技术当中

将数据挖掘的理论方法运用到对测井与井控的轨迹研究上，就能够有效挖掘出其背后的原理与结果。根据不同测量任务的各个环节往往采用的技术也多种多样，基于传统的机器学习的技术包括了决策树、随机森林、聚类算法和粗糙集等，而基于深度学习的技术，被广泛应用于分析与回归任务的各个环节中。在强大数据挖掘技术的背景下，我们可以通过测井技术所掌握的大量的信息通过计算机知识与深度学习进行了分析和计算，以便更好地研究信息背后存在的规律，更好地为原油开发提供决策支持，有效提升原油开发的品质与效益。在测井技术的现代化改造中，数据挖掘研究扮演着不可或缺的作用。技术方法层面，除了传统机器学习算法的不断完善和应用，如利用集成学习提高了预测安全性和预测准确性外，也涌现出了较多的前沿技术融合趋势^[4]。比如，迁移学习技术被探索用于解决测井数据标注稀缺的问题，通过利用相关领域已标注数据的知识迁移，加速测井模型的训练与适应过程。深度学习领域的发展也为测井数据分析带来了新的突破点。自动编码器（Autoencoder）等无监督学习模型被用于测井数据的降维与特征学习，有

效提取出对后续分析更为关键的低维表示。生成对抗网络（GAN）等生成模型也开始被尝试用于测井数据的增强与模拟，以应对实际数据不足的挑战，进一步拓宽了数据挖掘技术在测井领域的应用边界。

3.4 地层压力检测技术的应用

在石油行业测井技术的演进中，地层压力检测技术的革新尤为关键。面对深层油井的挑战，传统泥岩密度法因钻取难度增加及数据可信度下降而逐渐显现局限性。随钻检测法作为新兴技术前沿，正逐步成为主流。该方法的核心在于实时、动态地监测钻井过程中地层压力的变化，克服了传统方法的时间滞后性。随钻检测法通过集成在钻头上的高精度传感器，直接收集钻井过程中的地层信息，如岩石力学参数、孔隙压力等。这些数据经过实时处理与分析，能够即时反馈地层压力状态，为钻井决策提供科学依据。我国工程师团队已成功研发出配套的地层压力检测系统，该系统不仅提升了检测精度，还简化了操作流程，实现了对油田地下压力的快速、精准监测，为深层油气勘探开发提供了强有力的技术支持。

结束语：石油行业测井技术正朝着智能化、集成化、高效化的方向快速发展。随着技术的不断进步和创新，测井技术与设备的性能将得到进一步提升，测井资料的应用也将更加广泛和深入。数据挖掘技术和地层压力检测技术等新兴技术的引入，将为石油勘探与开发带来更多的可能性与挑战。展望未来，我们有理由相信，测井技术将在保障全球能源安全、推动石油行业可持续发展中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]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.
- [2]康延,温进平.石油行业测井技术的应用现状及发展趋势[J].化工管理,2019(27):97-98.
- [3]吕勇.石油行业测井技术的应用现状及发展趋势[J].化工管理,2019(16):95-96.
- [4]方德文.浅谈石油测井技术现状与发展趋势[J].科技创新与应用,2019,34(25):348.