

石油地质资源勘探技术的创新与发展

田霖

中州能源(天津)有限公司 天津 300450

摘要: 随着社会对石油资源需求的不断增长,石油地质资源勘探技术的创新与发展显得尤为重要。近年来,我国在物探、测井和钻井技术等方面取得了显著进展,如高分辨率地震技术、核磁共振测井技术及欠平衡钻井技术的应用。这些创新不仅提高了勘探精度和效率,还降低了成本。未来,随着科技的进一步发展,石油地质勘探技术将朝着更智能化、集成化的方向迈进。

关键词: 石油地质资源; 勘探技术; 创新; 发展

引言: 石油地质资源勘探技术的创新与发展,是应对全球能源需求增长、提升油气资源开发效率与保障国家能源安全的关键。随着科技的不断进步,勘探技术从传统的依赖经验判断向高精度、智能化转变。本文旨在探讨石油地质资源勘探技术的最新进展,分析技术创新如何推动行业发展,并展望未来的发展趋势,以期为我国油气资源勘探提供有益的参考和启示。

1 石油地质资源勘探技术概述

1.1 石油地质资源勘探的基本概念

石油地质资源勘探是指为了寻找和开发地下石油资源而采用的一系列技术和方法。由于石油资源大多储存在地下数千米的地层中,勘探工作需借助专业的技术手段,深入了解目标区域的地表环境、地层结构和地下构造等情况,以确保勘探开发的顺利进行。这一过程不仅关乎石油产量,还直接影响到国家能源安全 and 经济发展。

1.2 石油地质资源勘探的主要技术类型

(1) 物探技术。物探技术在石油地质勘探中占据重要地位,主要包括地震勘探、重力勘探、磁力勘探和电法勘探等。其中,地震勘探技术应用最为广泛,它通过人工激发地震波并观测其在地层中的传播规律,来揭示地下构造和地层信息。随着计算机技术的发展,三维地震技术、四维地震技术等先进方法已逐渐普及,极大地提高了勘探的准确性和效率。(2) 钻井技术。钻井技术是石油地质勘探中最直接、最关键的手段之一。它利用先进的钻机设备和钻井工艺,穿透地下数千米的地层,直接获取岩心样本和地层信息。现代钻井技术如定向钻井、水平钻井和欠平衡钻井等,不仅提高了钻井效率,还减少了对地层的伤害和破坏,为油气田的精细勘探和开发提供了有力支持。(3) 测井技术。测井技术通过在井筒内进行各类参数的测量,实时获取井眼周围地层的

地质信息。随着电子技术和计算机技术的发展,测井技术已实现了由数据型向成像型的转变,成像测井技术能够提供更多、更精确的地质数据,为油气层的判断和开发提供了“金标准”级的地质数据支持^[1]。

1.3 石油地质资源勘探技术的发展趋势

未来,石油地质资源勘探技术将朝着更高效、更精准、更环保的方向发展。随着大数据、人工智能等先进技术的应用,勘探数据的处理和分析将更加智能化和自动化。同时,新型勘探技术和设备的研发也将不断推进,为油气资源的勘探和开发提供更多有力支持。

2 石油地质资源勘探技术的创新应用

2.1 测井技术的创新

(1) 数据型向成像型的转变:传统的测井技术主要以数据记录为主,而现代测井技术已经实现了向成像型的转变。成像型测井技术通过多组成像测井仪的相互配合,实现了测量井眼范围的扩大和勘探深度的增加,同时采样率和分辨率也得到了显著提升。这种转变使得测井数据更加直观、准确,为地质解释提供了更为丰富的信息。(2) 核磁共振技术、随钻测井技术、快速平台测井技术的应用与优势:核磁共振测井技术以其高精度和高速度在测井领域备受关注。它能够提供更孔隙度、渗透率等关键地质参数,为油气藏的评价和开发提供了重要依据。随钻测井技术则具有成本低、组合随意、设备精简等特点,能够在钻井过程中实时获取地层信息,为钻井决策提供及时支持。快速平台测井技术则能够缩短测井时间,降低故障发生率,提高测井工作效率。

2.2 物理勘探技术的创新

(1) SSP地震散射技术、电磁勘探、重力勘探与高精测井技术的应用:SSP地震散射技术是一种基于非均匀地质模型的勘探方法,它通过波场分离、速度分析和偏移成像技术,能够获取地层波速与地质界面信息,提高

了采空区勘探的准确度。电磁勘探、重力勘探则分别通过测量地下岩石的电磁性质和重力值来研究地质构造和油气藏信息。高精测探技术则能够实现对地下微小构造的精确探测,为油气藏的精确定位提供了有力支持^[2]。

(2) 复杂地形、地质条件下的勘探方法优化:在复杂地形和地质条件下,传统的勘探方法往往难以取得理想效果。因此,勘探方法的优化成为物理勘探技术创新的重要方向。例如,在山区、沙漠等复杂地形条件下,可以采用三维地震勘探技术来克服地形障碍,获取更为准确的地层信息。在深层、非常规油气藏勘探中,则可以结合多种勘探方法进行综合解释,以提高勘探的准确性。

2.3 钻进技术的创新

(1) 自动化钻井技术、旋转导向钻井技术、智能钻井技术、水平井钻井技术、欠平衡钻井技术的应用:自动化钻井技术利用自动控制系统和远程控制技术实现了钻井过程的自动化和智能化,大大提高了钻井效率和钻井精度。旋转导向钻井技术则通过旋转钻头和定向钻井的方式实现了钻井过程中的方向控制和调整,提高了钻井质量和效率。智能钻井技术则利用传感器、人工智能和大数据等技术实现了钻井过程的智能化和自主化,为油气藏的精细勘探和开发提供了更为精准的数据支持。水平井钻井技术则通过控制钻头的方向和角度使钻井方向与地层走向平行或接近平行,大大提高了油气的采收率和勘探效率。欠平衡钻井技术则在钻井过程中保持井内压力低于地层压力,以减少对地层的伤害和破坏^[3]。

(2) 钻进效率与质量的提升案例分析:以青海油田为例,针对柴达木盆地勘探开发主体转向中深层、非常规、老区外围等油藏所面临的“一深三高两复杂”等地质难题,青海油田采用了多项钻进技术创新。如应用“高效钻头+大扭矩螺杆”提速技术,在跃北2井全井段平均机械钻速较跃北1井提高32.12%。在超深井钻井中,分段应用“休斯敦钻头+配套提速工艺”“高温涡轮+孕镶钻头”,在7170米同井深、地层温度180摄氏度的情况下,平均机速比昆2-2井提高18.1%。这些创新技术的应用不仅提高了钻进效率和质量,还为青海油田的勘探开发提供了有力支持。

3 石油地质资源勘探技术的最新发展

3.1 智慧地质与大数据、云计算、物联网的融合

(1) “地质云”平台的建设与功能。“地质云”平台的建设是地质勘探领域的一项重大突破。这一平台通过整合地质调查数据、产品和应用软件等资源,实现了资源的集中注册、安全认证和GIS平台等组件的高效运行。用户可以通过“地质云”平台实现地质调查信息的

高效共享和精准服务,从而极大地促进了地质勘探的效率和准确性。此外,“地质云”平台还提供了实时网络安全态势感知与安全防护体系,确保了云端资源的安全稳定运行。(2) 智慧地质在油气勘探中的应用前景。智慧地质是大数据、云计算、物联网等信息技术与地质研究深度融合的产物。在油气勘探领域,智慧地质的应用前景十分广阔。通过大数据分析,地质学家可以更准确地预测油气资源的分布和储量,提高勘探成功率。同时,云计算和物联网技术的应用使得地质数据的采集、处理和分析更加高效便捷,降低了勘探成本。未来,随着人工智能技术的不断发展,智慧地质将在油气勘探领域发挥更加重要的作用^[4]。

3.2 勘探开发一体化智能化协同平台的构建

(1) 多学科协作的重要性。油气勘探开发涉及地质、工程、物理、化学等多个学科领域,因此需要多学科协作才能取得最佳效果。多学科协作可以整合各方优势资源,形成合力,提高勘探开发的效率和成功率。

(2) 协同平台的功能与优势分析。勘探开发一体化智能化协同平台是一种集成了多学科数据和技术的综合性平台。它能够实现信息共享、技术创新、生产经营一体化等功能,大幅度提升勘探开发的数字化、网络化、智能化水平。通过协同平台,勘探开发人员可以实时获取地质、工程等多方面的数据和信息,进行综合分析和决策。同时,协同平台还可以实现远程监控和自动控制等功能,提高勘探开发的安全性和可靠性。

3.3 智能油田的建设与发展

(1) 数字油田向智能油田的转型。数字油田已经初步实现了数据化、网络化和自动化管理。然而,随着技术的不断进步和应用需求的提高,数字油田正在向智能油田转型。智能油田将通过人工智能、大数据等技术对海量数据进行分析处理,实现资源的合理调配、生产的优化运行以及故障判断和风险预警等功能。这将极大地提高油田的生产效率和安全性。(2) 智能油田的管理与运营优化。智能油田的管理和运营优化主要体现在对生产数据的实时监控和分析上。通过智能控制中心的分析处理,管理人员可以实时掌握油田的生产状况和设备运行状态,及时发现并解决潜在问题。同时,智能油田还可以根据生产数据优化生产计划、调整设备参数等,提高生产效率和降低运营成本。

3.4 其他新技术的发展与应用

(1) 纳米智能驱油技术、井下油水分离技术、地下原位改质技术等。纳米智能驱油技术利用纳米材料的特殊性质,能够更好地驱替油藏中的剩余油,提高原油采

收率。井下油水分离技术可以在井下直接将油和水分离,减少地面处理的工作量和成本。地下原位改质技术则能够将油页岩等非常规资源在地下直接转化为可开采的油气资源。(2)新技术在提高采收率、降低成本、环保等方面的作用。这些新技术的应用在提高采收率方面效果显著,能够挖掘出更多的油气资源。同时,通过减少地面处理环节和提高资源利用效率,有效降低了生产成本。在环保方面,井下油水分离技术减少了污水排放,地下原位改质技术避免了大规模开采对地表环境的破坏,符合可持续发展的要求。

4 石油地质资源勘探技术创新与发展的挑战与对策

4.1 技术创新面临的挑战

(1)技术瓶颈与难题。石油地质资源勘探技术涉及多个学科领域,技术复杂度高。当前,尽管技术取得了显著进步,但仍面临诸多瓶颈与难题。例如,在深层、超深层油气勘探中,由于地质条件复杂、储层特征多变,传统勘探技术难以有效应对。此外,随着油气资源的不断开发,剩余油气资源品位逐渐降低,勘探难度进一步加大。(2)资金投入与人才培养问题。技术创新需要充足的资金投入和高质量的人才支持。然而,在实际操作中,资金投入不足和人才短缺成为制约技术创新的重要因素。一方面,石油地质资源勘探项目投资大、周期长、风险高,导致资金投入不足;另一方面,由于行业特殊性,具备跨学科知识和实践经验的专业人才相对匮乏。

4.2 应对策略与建议

(1)加强技术研发与攻关力度。针对技术瓶颈与难题,应加强技术研发与攻关力度。一方面,要鼓励企业、高校和科研机构等多方力量参与技术研发,形成产学研用紧密结合的创新体系;另一方面,要聚焦关键技术领域,集中优势资源开展联合攻关,突破技术瓶颈。(2)拓宽资金来源渠道,加大人才培养与引进力度。为

解决资金投入不足和人才短缺问题,应拓宽资金来源渠道,加大人才培养与引进力度。一方面,要积极探索多元化融资方式,如政府引导基金、社会资本参与等,为技术创新提供充足的资金支持;另一方面,要加强与国内外高校、科研机构等的合作与交流,培养和引进具备跨学科知识和实践经验的专业人才。(3)加强国际合作与交流,共享创新成果。在全球经济一体化的大背景下,加强国际合作与交流对于推动石油地质资源勘探技术创新具有重要意义。通过与国际同行开展联合研发、技术引进与消化吸收等方式,可以加快技术创新步伐,提高我国石油地质资源勘探技术水平。同时,要积极参与国际标准制定和技术交流活动,共享创新成果,提升我国在国际石油地质资源勘探领域的影响力和话语权。

结束语

综上所述,石油地质资源勘探技术的持续创新与发展,不仅是提升油气资源开发效率的关键,更是保障国家能源安全与推动行业可持续发展的重要驱动力。面对日益复杂的勘探环境和挑战,我们应不断突破技术瓶颈,加强跨学科合作与国际化交流,推动勘探技术向智能化、高效化、绿色化迈进。展望未来,我们期待更多创新技术的涌现,为全球能源事业的繁荣发展贡献力量。

参考文献

- [1]陈军,孔令华,曾玉兰.石油地质勘探技术的创新应用及发展前景探析[J].中国设备工程,2025,(03):39-40.
- [2]李虹潘,任成,闫小璞.石油地质勘探技术探讨[J].石化技术,2024,(06):67-68.
- [3]韩鹏.复杂地质环境下的石油勘探技术分析[J].天津化工,2024,(11):117-118.
- [4]岑炜伟,柴华,伍岳.石油开发过程中地质勘探技术的应用[J].化工管理,2021,(14):187-188.