石油地质勘探技术的应用

崔立冬

中州能源(天津)有限公司 天津 300457

摘要:石油地质勘探技术在石油资源开发中意义重大。核心应用包括:地震勘探利用地震波探测地质构造;测井技术获取地层物理信息;重力与磁法勘探依据岩石密度和磁性差异判断油气层;地球化学勘探分析化学特征助力找油。随着科技发展,石油地质勘探技术不断革新,走向智能化,运用智能传感器、人工智能等提升效率;践行绿色勘探,降低对环境的影响;推进多技术融合,整合不同技术优势,提高勘探的精准度与可靠性,为石油行业发展提供有力支撑。

关键词:石油;地质勘探技术;应用

引言:石油作为全球重要的能源资源,对经济发展和社会稳定起着关键作用。石油地质勘探技术则是开启石油资源宝库的钥匙,其应用成效直接关系到石油的发现与开采。随着全球对石油需求的持续增长以及易开采石油资源的逐渐减少,勘探难度不断加大。在此背景下,深入研究石油地质勘探技术的应用,充分发挥各类技术的优势,不断推动技术创新与发展,对于提高石油勘探效率、保障能源供应安全具有重要的现实意义。

1 石油地质勘探技术概述

石油作为世界上最主要的能源之一,在全球经济和社会发展中占据着至关重要的地位。而石油地质勘探技术则是石油开采的基础,其发展水平直接影响着石油资源的发现和开发效率。石油地质勘探技术旨在寻找地下潜在的石油资源,确定其位置、储量和品质等信息。目前,常用的石油地质勘探技术主要包括地震勘探技术、测井技术以及重力、磁力和电磁技术等。地震勘探技术是应用最为广泛的一种方法,它通过在地下注入震源能量,利用地震波在各种岩石中传播的速度、反射和折射规律,推断地下的岩性、含油气层的分布以及油气藏的大小和形态。如今,地震勘探技术已从传统的2D向3D发展,3D地震勘探大大提高了勘探效率和精度,有利于发掘更多的石油资源。测井技术则是通过对钻井时获取的地层样品进行分析,推断不同层位的岩石性质和储层特征^[1]。目前已发展出井下核磁共振测井、井下微波测井等多种技术形式,这些技术的创新和发展,使测井技术在石油地质勘探中发挥着越来越重要的作用。重力和磁力技术通过观测地球重力场和磁场变化,推断地下各种物质的分布情况;电磁技术则通过电磁波与地下介质的相互作用,推断地下岩层的物性和储层的厚度等信息。

2 石油地质勘探技术的核心应用

2.1 地震勘探技术

2.1.1 四维地震技术

四维地震技术,又称时间推移地震技术,是在一定时间内对研究油藏进行多次地震勘探。其核心在于通过监测油藏随时间变化引起的地震响应特征变化,反演出油藏特征。国外对该技术研究起步早,已实现商业化应用。我国虽起步晚,但经过多年理论与实践探索,在多个油田应用后,在提高油气资源采收率方面取得重大突破。它能帮助石油企业更好地了解油藏动态变化,优化开采方案,提高石油开采效率和效益。

2.1.2 垂直地震剖面技术

垂直地震剖面技术简称VSP,是近年来新兴的石油地震勘探技术。在众多科研和现场人员的努力下,该技术已在我国各大油田发挥重要作用。它可以完善常规地质构造的解释,还能测定地层的衰减系数、纵横波速度以及平均速度等重要参数。通过VSP技术获取的信息,能更准确地了解地下地质结构,为石油勘探和开发提供更精确的指导,有助于发现潜在的油气藏。

2.1.3 地震属性技术

地震属性技术主要是分析地震获取的数据,结合具体区块资料,确定地层构造及岩性特征,进而确定油藏模型,为后续钻井开发决策提供指导。自20世纪60年代开展烃类检测以来,该技术经历了起伏,目前已逐步完善。它是地震处理解释的主要研究内容,通过对地震属性的深入分析,可以更清晰地了解地下油藏的分布和特征,提高石油勘探的成功率和开发效益。

2.2 测井技术

测井技术是石油地质勘探中不可或缺的核心技术,它能够为石油勘探和开发提供地层的多种物理信息,对于发现油气藏、评估油气储量及其产量至关重要。以下

是几种常见测井技术的介绍：（1）电法测井：采用专业井下探测装置向地面发射一定电流值，测定地面电位后获取地层电阻率，包含感应式测井、倾角测井与侧向测井等多种方法，能为勘探提供相关数据。（2）电缆地层测试：依据流体特性与性质评估地层实际产能，具有测试效率高、设备价格低、操作简便等优势，可用于单井压力剖面构建、流体实际密度测算等工作。（3）成像测井：包含多种模式，分辨率极高且数据采集量大，可通过计算机工作子站分析处理测量数据并以图像形式表达，提升了测井工作效率。（4）声波测井：借助声学特性测量地层性质与井眼工程，能揭示井眼特征，适用于孔隙度测算、压力测定等。（5）核测井：以放射性元素测量为依据，测量岩石体物理化学性质，可细分为伽马测井与中子测井。

2.3 重力与磁法勘探

重力与磁法勘探是石油地质勘探中重要的地球物理方法，在寻找石油资源方面发挥着关键作用。重力勘探主要依据岩石、矿物具有不同的重力，根据岩石、矿物之间的密度差异性，对不同密度的岩石进行重力测量，进而判断出油气层。在石油勘探中，通过高精度的重力测量仪器，获取地下地质体的重力异常信息。例如在塔里木盆地，全区存在三个主要密度界面，新生界与中生界、中生界与古生界、古生界、震旦系与前震旦系之间分别存在一定的密度差异，巴楚凸起缺失中生界，只存在两个密度界面。通过分析这些重力异常特征，可以推断地下地质构造和地层分布情况，为寻找潜在的油气藏提供线索^[2]。磁法勘探则以岩石、矿物之间的磁力差异性为基本探测标准，利用磁力测量仪器结合地质勘探技术对地层进行磁性测量。塔里木盆地内沉积岩基本无磁性，元古界具有一定磁性但相对较弱，太古界的磁性较强，是引起强磁异常的主要原因。通过对磁异常的分析，可以识别地下的磁性地质体，辅助判断可能存在的油气构造。重力与磁法勘探常与其他勘探方法结合使用，提高石油勘探的准确性和效率。

2.4 地球化学勘探

地球化学勘探是石油地质勘探中极具特色的核心技术，它通过分析石油和地球的化学特征，为勘探人员提供宝贵信息，助力寻找潜在石油资源。在岩性分析方面，石油勘探人员运用地球化学技术对不同岩石进行化学分析，获取岩石组成、矿物组成和地球化学特征等重要信息，这对确定石油储层的类型、分布和质量起着关键作用。比如，通过分析岩石中某些特定元素的含量和比例，能推断岩石的形成环境和性质，进而判断其是否

有利于石油的储存。沉积环境分析也是地球化学勘探的重要应用，勘探人员采集地下岩石样本进行地球化学分析，推测当时的沉积环境，从而更好地预测潜在的石油资源。因为不同的沉积环境会影响石油的生成和聚集，了解沉积环境有助于缩小勘探范围。有机地球化学分析同样不可忽视，通过分析地下沉积物中的有机物质，如烃类化合物、胺类化合物等，能判断石油的含量、类型和质量，为石油勘探提供直接的依据。地球化学勘探在石油地质勘探中有着不可替代的作用。

3 石油地质勘探技术的发展

3.1 智能化

3.1.1 智能传感器的应用

智能传感器在石油地质勘探中发挥着至关重要的作用。它能够实时、精准地采集地下地质信息，如温度、压力、湿度、岩石成分等。这些传感器具备高精度、高稳定性和高可靠性的特点，可适应复杂恶劣的地下环境。例如，在深海或高温高压的地层中，智能传感器依然能准确工作。通过对采集到的数据进行实时分析和处理，勘探人员可以及时了解地下地质情况的变化，为后续的勘探决策提供有力支持，大大提高了勘探的效率和准确性。

3.1.2 人工智能数据分析

人工智能数据分析技术为石油地质勘探带来了革命性的变化。它可以对海量的勘探数据进行快速、高效的分析和处理，挖掘出数据背后隐藏的规律和信息。利用机器学习算法，能够对地质构造、油气分布等进行精准预测。例如，通过对历史勘探数据的学习，人工智能可以建立起准确的地质模型，帮助勘探人员更准确地定位潜在的油气藏。同时，人工智能还能对勘探过程进行实时监控和优化，提高勘探的成功率和效益。

3.1.3 自动化勘探设备

自动化勘探设备的出现，使得石油地质勘探更加高效、安全。这些设备可以在无人干预的情况下自动完成勘探任务，如自动钻井、自动采集样本等。自动化勘探设备具有高度的智能化和自动化水平，能够根据预设的程序和算法进行操作，减少了人为因素的干扰和误差。例如，自动化钻井设备可以根据地下地质情况自动调整钻井参数，提高钻井效率和质量。此外，自动化勘探设备还能在危险环境中作业，保障了勘探人员的安全。

3.2 绿色勘探

在全球倡导可持续发展的大背景下，石油地质勘探技术正朝着绿色勘探的方向发展，旨在减少对环境影响，实现经济发展与环境保护的双赢。绿色勘探首先体

现在能源利用的优化上,传统勘探设备能耗高,而如今新型设备采用了更节能的技术和设计。例如,一些地震勘探设备采用了高效的动力系统,降低了燃油消耗,同时提高了能源利用效率。部分设备还开始尝试使用清洁能源,如太阳能、风能等,减少了对传统化石能源的依赖,降低了碳排放。在废弃物处理方面,绿色勘探也有了显著改进。勘探过程中会产生大量废弃物,如钻井泥浆、岩屑等。现在采用了先进的处理技术,对这些废弃物进行分类处理和回收利用。钻井泥浆经过处理后可以循环使用,减少了新泥浆的制备量;岩屑经过处理后可以用于道路铺设等,实现了资源的再利用,减少了废弃物对环境的污染^[3]。绿色勘探还注重对生态环境的保护,在勘探前会对勘探区域的生态环境进行详细评估,制定相应的保护措施。在勘探过程中,尽量减少对植被、野生动物栖息地的破坏。例如,采用更环保的施工方式,避免大规模的土地扰动。勘探结束后,及时对勘探区域进行生态修复,促进生态环境的恢复和改善。绿色勘探是石油地质勘探技术发展的必然趋势,将为石油行业的可持续发展奠定坚实基础。

3.3 多技术融合

随着石油勘探难度的不断增加,单一的勘探技术已难以满足需求,多技术融合成为石油地质勘探技术发展的重要趋势,它能整合不同技术的优势,提高勘探的准确性和效率。(1)地球物理与地质分析融合:地球物理方法如地震、重力、磁力勘探可获得地下地质结构信息,而地质分析能提供岩石类型、地层年代等资料。两者结合,能更准确地构建地质模型,确定潜在油气藏的位置和规模。例如,通过地震勘探发现地下构造异常,再结合地质分析判断该构造是否有利于油气聚集。(2)遥感与地理信息系统结合:遥感技术可大面积快速获取地表信息,地理信息系统则能对这些信息进行存储、分析和处理。将两者结合,能更好地分析区域地质特征、构造格局和地貌形态,为勘探区域的选择和规划提供依

据。比如,利用遥感影像识别地质构造和地层分布,再通过地理信息系统进行空间分析和预测。(3)测井与油藏模拟融合:测井技术能提供井筒周围地层的详细信息,油藏模拟则可对油藏的动态变化进行预测。两者结合,能更深入地了解油藏的性质和特征,优化油藏开发方案。例如,根据测井数据建立油藏模型,再通过油藏模拟预测油藏的开采动态。(4)人工智能与传统勘探技术结合:人工智能可对海量勘探数据进行快速分析和处理,挖掘数据中的潜在信息。与传统勘探技术结合,能提高勘探决策的科学性和准确性。比如,利用人工智能算法对地震数据进行处理和解释,识别潜在的油气异常。(5)纳米技术与勘探技术结合:纳米技术可用于开发新型传感器和材料,提高勘探设备的性能和精度。与勘探技术结合,能实现对地下微小油气藏的探测和开发。例如,利用纳米传感器检测地下油气的微量泄漏。

结语

未来,石油地质勘探领域需持续投入研发,推动技术创新,加强国际交流合作,充分发挥各类技术优势,以此为保障国家能源安全、促进经济可持续发展贡献更多力量。持续投入研发可提升现有地震、测井等技术的精度与效率,为发现更多油气资源提供支撑。推动技术创新能催生新理论、新方法,应对复杂地质条件下的勘探难题。加强国际交流合作可借鉴国外先进经验,实现资源与技术共享。发挥各类技术优势,将不同技术有机融合,能形成强大的勘探合力,确保国家能源供应稳定,推动经济高质量、可持续发展。

参考文献

- [1]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.
- [2]王康,胡亮,周阿明.新型技术在石油地质勘探中的应用研究[J].中国化工贸易,2020,12(28):105-106.
- [3]李开发.石油地质勘探技术探析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(21):165-167.