

探析地震勘探采集技术在石油勘探中的应用

王 鑫

中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司 河北保定 072750

摘要: 地震勘探采集技术在近年来出现了许多创新和进步,广泛应用于石油勘探和地质调查等领域。随着科学技术的不断发展,预计地震勘探采集技术将进一步提高其分辨率和可靠性,并在更多的应用领域发挥作用。而地震勘探采集技术在石油勘探中起着不可替代的作用,其通过获取地下岩层的信息,帮助勘探人员确定储层位置、估计储量、评估勘探目标,并辅助油藏的开发、监测与管理。但仍然需要进一步对其研究和创新以应对新的挑战和需求。

关键词: 地震勘探; 采集技术; 石油勘探; 运用

On the application of seismic exploration and acquisition technology in petroleum exploration

Xin Wang

Bureau of Geophysical Prospecting INC., China National Petroleum Corporation, Hebei Province, Baoding City, 072750

Abstract: Seismic exploration acquisition technology has witnessed numerous innovations and advancements in recent years, finding widespread application in fields such as petroleum exploration and geological surveys. With the continual development of science and technology, it is anticipated that seismic exploration acquisition technology will further enhance its resolution and reliability, expanding its utility in even more application domains. Seismic exploration acquisition technology plays an irreplaceable role in petroleum exploration, enabling exploration professionals to determine reservoir locations, estimate reserves, assess exploration targets, and assist in reservoir development, monitoring, and management by acquiring information about underground rock formations. Nevertheless, further research and innovation are still required to address new challenges and demands in this field.

Keywords: Seismic Exploration; Acquisition Technology; Petroleum Exploration; Application

一、解析地震勘探采集技术的运用现状

地震勘探采集技术是一种广泛应用于石油勘探和地质调查领域的技术,其应用现状可以从以下几个方面进行分析:①收集设备。地震勘探采集技术的应用现状很大程度上依赖于收集设备的发展和进步。随着科学技术和工程技术的不断发展,地震勘探采集设备逐渐朝着数字化、多元化和智能化方向发展。例如,传统的地震记录器逐渐被数字式地震记录系统取代,多道技术得到广泛应用。此外,传感器技术、通信技术以及无人机和卫星遥感等新兴技术的应用也为地震勘探采集提供了更多的选择和可能性。②数据处理与解释。地震勘探采集的关键在于数据的处理与解释。现代地震勘探采集技术加强了对复杂地下地质结构的探测能力,并提供了更加清晰、精确的地震数据。随着计算机技术和地球物理学算

法的不断发展,数据处理与解释的方法也在不断改进。通过高级处理和解释技术,可以获得更准确的地质模型和勘探目标,为石油勘探和地质工程提供更可靠的依据。③应用领域的拓展。地震勘探采集技术的应用领域也在不断拓展。除了传统的石油勘探,地震勘探技术在地下水资源勘探、地质灾害预测、环境地质调查、城市建设规划等领域也得到了广泛应用。地震勘探采集技术的高分辨率和非破坏性特点,使得它成为多个领域的重要工具。④持续创新和挑战。尽管地震勘探采集技术在许多方面取得了重要的进展,但仍然存在着一些挑战和难题。例如,复杂地质条件下数据质量的提高、地震波传播与反演的精确性等问题需要不断的研究和改进。此外,地震勘探与环境保护之间的平衡也是一个值得深入研究的问题。

二、地震勘探采集技术在石油勘探中的运用

地震勘探采集技术在石油勘探中扮演着重要的角色。其通过测量和分析地下地震波的传播及其反射、折射等特征,从而获取地下岩石层的信息,包括地层结构、孔隙性质、岩性等,进而确定潜在的石油储层位置、储量估计和勘探目标的评估。

1. 三维地震勘探技术

三维地震勘探技术是通过收集、处理和应用地震数据来获取地下地质信息的先进方法。其跟传统的二维地震勘探技术相比,能够提供更加详细和准确的地质结构信息,帮助勘探人员更好地理解石油储集层的特征和分布。三维地震勘探技术通常包括以下步骤:首先,在野外进行地震勘探时,需要在地表或井下布设地震仪器,记录地震波的传播和反射情况。这些数据可以包括地震震源的产生、地震波在地下传播经过地层反射和折射产生的回波等信息。数据采集需要考虑地震仪器的布设位置和参数设置,以获得高质量的地震数据。其次,通过使用计算机软件和算法对收集到的地震数据进行处理和分析。处理过程包括噪音去除、数据校正、地震波形拟合、波速分析等步骤。这些处理步骤旨在提高数据的清晰度和可解释性,准确地揭示地下地质结构的特征。最后,经过数据处理后,勘探人员可以利用三维地震数据进行解释和分析。通过建立地下模型和密度结构,可以识别储层的位置、形状和特征,评估石油储量和潜在勘探目标的价值。这些分析结果对于决策制定、资源管理和油田开发具有重要意义。总之,为了确保三维地震勘探技术的有效应用,对工作人员的专业技能要求较高。要求有关人员具备深入的地质和地震学知识,熟悉相关的软件工具和处理方法。此外,现代计算机技术的应用也为数据处理和可视化提供了强大的支持,使石油勘探工作更加高效和精确。通过广泛应用三维地震勘探技术,我国的石油勘探行业能够更准确地识别潜在储层,提高勘探成功率,优化资源开发方案,实现石油勘探与生产的有效管理,从而促进我国经济效益的不断发展。

2. 多波地震勘探采集技术

多波地震勘探采集技术是一种基于横波和纵波波形的地震勘探方法,旨在更全面地获取地下地质层结构和石油资源的分布情况,以提高勘探效率和准确性。该技术对设备和系统的要求较高,只有符合标准的设备和系统才能充分发挥其作用。在多波地震勘探中,通过采集不同类型的波形数据,包括横波和纵波,可以获得更准确和高效的采集结果。一般而言,横波传播时间较短,主要用于地下垂直介质的勘探,如排井震源。横波具有较高的分辨率,可以对细致的地质层结构进行分析和研究。而纵波具有分析各种异性介质的能力,主要应用于海上石油勘探领域。

该技术能够利用两种波形共同作用的优势,发现一些嵌藏在地质层结构裂缝中的石油资源。借助高质量的成像效果,对这些石油资源的具体含量进行研究。在使用多波地震勘探采集技术时,需要对生产的各种数据信息进行详细记录。此外,在展开具体的勘探工作之前,还需要对石油勘探区域的环境进行分析和研究。这样做可以为石油勘探工作提供充分的准备,从而提高多波地震勘探采集技术的准确性和可靠性。多波地震勘探采集技术的应用为石油勘探行业提供了更为全面和高效的勘探途径,有助于优化资源开发方案和提高勘探成功率。这对于促进我国石油勘探行业的发展,推动经济效益的增长具有重要意义。

3. 储层定位与辨识

地震勘探采集技术可以提供详细的石油储层地下结构图像,这是石油勘探中最常用和有效的方法之一。地震勘探的基本原理是通过在地表或海底放置震源(如爆炸物或震源车)产生地震波,然后使用地震接收器(地震仪)记录地震波在地下地层中的传播路径和速度。这些地震波在地下地层中发生反射、折射和干涉,从而形成地震记录。地震数据可以包含来自横波和纵波的信息。通过对地震数据的处理和解释,勘探人员可以确定地下地层的分界面、构造特征和储层的空间分布情况。一种常用的方法是进行地震反演,通过对地震数据进行成像和模拟,重建地下地层的模型。

地震勘探技术可以提供以下方面的信息:地震数据可以揭示地下不同岩层之间的分界面,帮助勘探人员了解地层的层序、厚度和变化;地震数据可以揭示地下构造,如断层、褶皱和断裂等,这些构造对石油的运聚条件有重要影响;地震数据可以帮助勘探人员识别石油储层,包括油气层或含油气的岩石层,并提供有关储层的信息,如厚度、孔隙度、饱和度和岩性等;通过分析地震数据,可以对储层进行三维建模,估算石油储量,为开发决策提供依据。总之,地震勘探采集技术在石油勘探中扮演着重要的角色,通过分析地震数据,可以帮助勘探人员获取详细的地下结构图像,识别石油储层的分布和特征,为石油勘探提供关键信息

4. 油藏开发

地震勘探采集技术运用在油藏开发中,通过油田中部署地震仪器并进行地震震源激发,可以获取到地下岩石的反射波数据。这些数据提供了有关油藏的动态信息,对油气在地下的流动特征、储层的结构和裂缝网络等进行了详细描绘。

利用地震勘探数据,油田开发者可以获得以下关键信息:地震数据可以提供地下岩石层的几何形态和分布信息。通过解释和解析地震反射波形,可以确定油气储层、盖层和底界的位置和厚度。这对于确定开采目标区

域、设计钻井和井网布局非常重要。其次,地震勘探数据可以揭示油气在地下的流动特征。通过分析地震反射强度和波形的变化,可以推断出油气的运移方向、油藏的连通性以及可能存在的裂缝网络。这些信息有助于确定最佳的注采井位置,优化油藏开发方案,提高开采效率。另外,地震勘探数据与储量估算密切相关。结合地震数据中蕴含的速度、密度等物理属性信息,可以建立地震反射强度与储层物性参数之间的关系模型。通过解释地震数据,可以估算油气储量,评估潜在的可采储量和开采方案的可行性。另外一方面,地震勘探数据可以提供有关油藏地质性质和构造的信息。通过分析地震数据中的异常或异常反射形态,可以识别潜在的地质风险,如断层、坍塌带或流动性差的岩层。对这些风险进行评估可以减少开发过程中的意外事件和损失。

5. 油藏监测与管理

地震勘探采集技术在油藏的监测与管理中发挥着重要的作用。通过定期进行地震勘探采集,可以获取油藏内部的动态信息,包括油层的产能变化、水平移动以及其他地下构造的变化情况。具体来说,地震勘探采集技术可以帮助监测以下几个方面的信息:通过不同时间点的地震勘探采集,可以比较不同时期的地震数据,观察油层的产能变化。这有助于评估油田的生产潜力,并及时调整开发策略,例如调整注采井的位置和工艺,优化生产方案,以提高采收率;地震勘探采集技术可以监测油藏内部岩石层的水平移动和变形情况。这对于了解油藏压力分布、水驱或气驱过程以及可能的裂缝网络变化至关重要。通过及时监测并分析这些变化,可以采取相应的管理措施,以保持油藏的稳定性和开采效率;地震勘探采集技术可以提供关于油藏填充和排采过程的信息。通过解释地震数据,可以获得油气相的分布情况、压力分布等重要参数,进而评估油藏的排采效率以及补给来源。这有助于优化注采井布置、调整生产策略以提高产出效益。通过地震勘探采集技术对油藏进行定期监测,可以使油田开发者及时获得关键的地下信息,为决策提供依据。优化的管理策略可以更好地利用油藏资源,提高生产效率,延长油田的寿命,并减少开发中的风险和不确定性。

三、未来展望

地震勘探采集技术在石油勘探领域有着广阔的未来展望。随着科技的发展和 innovation,地震勘探采集技术将变得更加高效、精确和智能化,为石油勘探带来更多的机遇和挑战。以下是地震勘探采集技术在石油勘探中的未来发展方向:①高分辨率成像。未来地震勘探采集技术将朝着更高分辨率的方向发展,能够提供更详细、精确的地下成像图像。通过改进和创新成像算法、采集设备和数据处理技术,可以提高对油藏地质信息的解析度,

从而更准确地确定油田的位置、体积和性质。②多参数地震。传统的地震勘探采集主要基于地震波的强度、速度和方向等单一参数。未来地震勘探将更加注重多参数地震的应用,包括弹性参数、频率特征等。通过收集和分析更多的地震参数,可以更全面地了解岩石的物理性质和油气储集条件,提高勘探的准确性和成功率。③大规模数据处理。随着勘探数据的快速增长,未来地震勘探采集技术将面临大规模数据处理和分析的挑战。智能化、自动化的数据处理技术将逐渐成为发展趋势,包括机器学习、人工智能等。这些技术可以加快数据处理速度、提高数据解释的准确性,有效地挖掘隐藏在海量数据中的有价值信息。④实时监测与反馈。未来地震勘探采集技术将更加注重实时监测和反馈,以支持快速决策和调整勘探策略。利用先进的传感器技术和实时数据处理算法,可以实时获取地震数据,并通过实时成像和模拟技术,在勘探过程中提供准确的地下结构和油藏特征信息。这将帮助勘探人员更快速地了解油田的状态和变化,并及时采取措施进行调整。⑤环境友好型技术。在未来,石油勘探行业将更加关注环境保护和可持续发展。地震勘探采集技术也将积极发展环境友好型技术,减少地震勘探对环境的影响。例如,改进传感器技术和采集设备,减少对地下水和生态系统的干扰;采用低能耗的数据处理算法,降低勘探活动产生的碳排放。总之,随着技术的发展和 innovation,地震勘探采集技术在石油勘探中的未来展望非常广阔。高分辨率成像、多参数地震、大规模数据处理、实时监测与反馈以及环境友好型技术将成为未来地震勘探的重要发展方向,在提高油田勘探效率、减少环境影响和实现可持续发展方面发挥重要作用。

四、结语

综上所述,地震勘探采集技术在油藏开发中提供了重要的动态信息,协助开发者优化开采方案、提高开采效率,并降低风险。通过准确获取地下岩石属性和油气流动特征,可以更好地理解油藏的特征和潜力,从而做出科学决策,实现可持续且高效的油田开发。

参考文献:

- [1]刘金凤.地震勘探技术在石油地质勘探中的应用及发展[J].石化技术, 2020(10).
- [2]程纪星,王德利,李子伟.地震勘探技术在地浸砂岩型铀矿勘探开发中的应用前景分析[J].铀矿地质, 2022(02).
- [3]乔得福.地震勘探在岩土工程勘察中的应用[J].世界有色金属, 2020(22).
- [4]“高密度宽方位地震勘探技术创新及重大成效”入选2015~2016石油石化科技创新十大进展[J].石油地球物理勘探, 2017(03).