Broad Review Of Scientific Stories

油田开发区二次三维地震采集效果分析

刘洋

(中国石油辽河油田分公司勘探开发研究院地震资料处理中心, 辽宁 盘锦 124000)

摘 要 辽河油田是我国最大的稠油、高凝油生产基地,开发对象可分成辽河盆地陆上、盆地滩海和外围盆地三个区域,即使是在勘探成熟区仍然保存有丰富的石油天然气资源,具有一定的开采价值。但实际上,这类地区的地震数据都是历年积累下来,并利用不同设备采集的,因此其数据质量参差不齐、参考价值各有不同,这显然不符合新时期石油天然气资源开采需求。本文就以辽河油田相关区块的实际情况为出发点,对油田开发区二次三维地震采集效果进行深入研究,希望可以对石油资源开采勘探工作有所裨益。

关键词 辽河油田 二次三维地震采集 激发参数优选技术

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)03-0109-03

石油资源是经济建设中必不可少的重要自然资源之一,它能够为工业化生产、人民群众出行等方面提供巨大的支持,因此党和政府始终高度重视石油资源开采勘探的相关工作,并在辽河油田等大型油田中实现了现代化建设。尤其是近十年间,辽河油田更是在现代技术应用方面取得了突破性进展,三维地震采集技术的引进和应用,让传统模式下采集到的质量得不到保证的地震数据更加清晰而准确,解决了过去构造勘探要求低、设备先进性差等问题。在这种情况下,对油田开发区二次三维地震采集效果进行分析,显然具有不可估量的现实意义。

1 二次三维地震采集方法

辽河油田的石油天然气资源极其丰富,而在石油资源日益紧缺、开采压力越来越大的今天,技术人员顺应技术发展和现代化建设新潮流,借助各种新技术实现了勘探工作的又一轮发展,各种各样的先进仪器设备、勘探采集技术以及设计分析软件,都为油田开发区二次三维地震采集提供了有力支持。经过二十年间的持续努力,辽河油田根据国内其他油田三维地震采集经验,根据本油田的实际地震地质条件,开展了20多个精细采集项目,在观测系统设计、表层调查、激发、接收等方面取得了前所未有的成果,实现了三维地震采集的相关工作目标。以下以辽河油田的实际情况为例,对二次三维地震采集方法进行分析。

1.1 油气开发区资源潜力分析

油气开发区资源潜力分析是三维二次采集准备阶段的重中之重,工作人员需要对辽河油田开发区的石

油地质条件及资源潜力情况进行全面调查。通过调查工作,了解以下几方面问题: (1)油气开发区所处的地质背景。比如,石油储层的地质构造、石油资源的来源成因等。(2)油气开发区内主要目的层分布特征。比如,该区域的沉积环境、岩性组合以及油层组、砂层组、单油层厚度及其平面分布等。(3)油气藏类型。对辽河油田已有开发区的油藏特征进行分析,结合实际情况判断该区域的圈闭类型及控制油气成藏的关键因素等。(4)开发区现在的石油资源开发情况。明确过去工作中已经探明的石油资源储量以及储存面积等,并根据开采资料确定已经开采的部分和未开采的部分。

1.2 基于目标的观测系统设计技术

回顾过去辽河油田地震勘探工作情况可以发现,在进入二十一世纪之前,受到各种因素的影响,其大部分三维区块地震资料的信噪比都不符合新要求,而且不同区块的地震资料形式也不统一,这严重影响了后续工作质量。所以在后续野外观测系统设计工作中,工作人员务必要明确地震资料品质和成像精度的影响因素,并以此为基础对采集面元尺寸、炮检距大小和援盖次数等进行调整,在充分了解面元属性分析结果的基础上,选择恰当的观测系统,从根本上优化二次三维地震采集观测系统。同时,还需要在持续的模拟中发现问题所在,对覆盖次数分布、炮检距分布及方位角分布等属性加以研究,保证观测系统设计的质量。

1.3 激发参数优选技术

除了要对基于目标的观测系统设计进行调整之外, 工作人员还需要对激发参数进行优选。首先,要借助 Broad Review Of Scientific Stories

双井微测井、岩性取心和小折射等技术,对待勘探位置的表面地质结构进行探索,为后续工作打下坚实的基础。其次,要结合地震信号的最高频率、炸药的爆炸半径以及虚反射界面深度等,明确最佳的激发参数,让地震波能够更好地传达到地层当中,进而获得更加准确而具有参考价值的地震数据,为后续石油资源开采工作提供有力支持^[2]。

1.4 高精度检波器接收技术

地震勘探技术十分复杂,想要让高频信号和反馈出来的深层弱信号都能被及时准确地接收到,工作人员还需要利用高精度检波器接收技术,解决传统接收技术中接收带宽过小、地震信号记录灵敏度差等一系列问题,切实提升地震记录的信噪比,为后续的地震资料分析以及开采提供有力支持。具体来说,可将检波器埋入地下 30cm 左右,从而解决地表振动带来的影响,同时对接收到的规律的、持续的噪声能量进行分析,明确检波器的组内距和组合基距是否合理,在不损伤高频信号的基础上调整信号频段,降低干扰效果,保证地震数据采集准确度。

1.5 环境噪声压制技术

油田开发区二次三维地震采集工作往往是在十分复杂的产区条件下进行的,因此不可避免地会受到各种环境因素的影响,在这种情况下想要做好采集和勘探工作,显然十分困难。因此,工作人员应尽快利用环境噪声压制技术来保证野外采集工作的顺利进行,同时还需要对设备监控功能进行强化,从而准确地判断地震道工作信息,对不正常的地震道以及强干扰进行规避。环境噪声压制系统具有排列片宽、不同炮检距范围覆盖次数分布比较均匀、炮检距比较均匀等一系列应用特点,和过去常见的手段相比较,具有更突出的应用价值。同时,在地震波激发和接收中,工作人员还可以借助双井微测井表层调查技术明确表层结构,在此基础上合理确定工作方案^[3]。

1.6 目标区块的确定

油田开发区二次三维地震采集效果受到多方面因素的共同影响,在今后的发展中,工作人员应根据开发区实际情况,对优先采集的开发区块进行选择,并在分析其储层条件、地质构造的基础上,明确油田开发区二次三维地震采集方案。另外,为了更好地完成开发区地质构造解释,工作人员应保证新采集到的地震数据具有准确度高、分辨率高等优势,从而使视频率达到分辨油层组的要求。

1.7 采集的实施

为了确保油田开发区二次三维地震采集效果,工作人员应对地震数据采集过程进行进一步优化。辽河油田的技术人员就根据实际情况,建立了新的地震采集设计模式,保证了其能够在不同的地质条件下发挥作用,通过高分辨率采集技术、滩海区采集技术等,更好地适应了辽河油田多样化开采区块的实际情况。同时,工作人员还提升了地震数据采集工作的过程控制,确保了采集到的数据准确清晰而具有参考价值,为后续的石油资源开采打下了坚实的基础。

2 三维二次采集效果

辽河油田在先进技术研发方面始终处在领先地位,特别是在各类勘探技术方面更是取得了不可忽略的研究成果,油田开发区二次三维地震采集技术正是其诸多研究成果中比较具有代表性的一种技术。而经过一段时间的尝试后,辽河油田将油田开发区二次三维地震采集技术应用到了诸多区块中,取得的成果也比较明显,仅从获得的地震资料的信噪比和分辨率等方面就可见一斑。具体的油田开发区二次三维地震采集效果如下。

2.1 A 区块二次三维采集效果

A 区块一次三维地震采集数据是二十世纪八十年 代中期以及九十年代初期获得的,分别采取了总道数 为240道、观测系统为4线6炮、覆盖次数为2×10 的窄方位角观测方式以及总道数为120道、观测系统 为3线10炮、覆盖次数为2×10的窄方位角观测方式, 在当时取得了比较可观的成果。但是从现阶段来看, 当时的设备不够先进,不能保证覆盖次数,进入深层 地质构造的地震信号也基本衰减殆尽,得出来的一次 三位地震数据不再具有应用价值, 无法满足新时期开 采需求。根据对辽河油田 A 区块实际情况的分析, 工 作人员提出了利用8线5炮960道束线状面元细分观 测系统、覆盖次数为 48 次、将常规的 25m×25m 面元 细分为 4 个 12.5m×12.5m 的子面元等一系列新思路, 这就解决了过去深层地震采集信噪比过低的问题,还 保证了浅层地震信号接收的清晰度,相比于传统的三 维地震采集技术而言,这样的调整保证了采集的效率 和准确性。同时,工作人员还适当地调整了井深和药 量等地震采集技术参数,保证了激发井深的合理性, 解决了过去井深不合理、药量不合理导致的信号失真 及模糊问题。根据A区块地区两次三维采集的资料来 看,经过新技术的应用以及各种参数的调整以后,开

Broad Review Of Scientific Stories

发区地震采集资料的参考价值得到了根本性提升,相比于过去的资料而言,新地震资料具有反射能量强、连续性好、地震反射特征清楚等优势^[4]。

2.2 B 区块二次三维采集效果

B区块一次三维资料是二十世纪九十年代初获得 的,当时采取的是4线6炮、240道单边激发观测方案, 获得的地震资料在当时为石油资源开采提供了有力支 持。但是经过二十多年的技术发展后, 当时的地震资 料中存在的分辨率和信噪比低、波组特征不明显、断 点不清等问题越来越突出,不能再作为二次深度开发 的参考数据,在这种情况下工作人员进行了B区块油 田开发区二次三维地震采集工作。经过细致分析,工 作人员发现了油田开发区二次三维地震采集中的一些 难题,并从观测系统设计、激发和干扰波压制等方面 入手,确定了有针对性的采集方案,比如说在观测系 统设计中, 技术人员就根据 B 区块地下地质特点和第 一次进行三维地震采集时获得的材料等, 重新确定了 观测目标,并选择 25m×25m 面元, 使之能够更好地 在开发区断裂发育、断层非常复杂的情况下发挥作用, 这保证了油田开发区二次三维地震资料的分辨率以及 细节真实性,能够解决表层干扰带来的一系列影响, 保证了油田开发区二次三维地震采集效果。根据B区 块两次三维采集的资料对比情况不难发现,进行第二 次三维地震采集工作以后得到的资料,具有更加清晰、 勘探深度进一步增加的优势,即使是过去难以探知的 深层地质情况,也比一次地震采集中更加清晰而详细, 这让工作人员能够更好地完成区内精细构造解释和研 究储层特征分析工作[5]。

2.3 C 区块二次三维采集效果

C 区块的一次三维地震资料是二十世纪末取得的,受到当时技术条件的限制,其具有信噪比和分辨率低、深层反射弱、砂体难以落实等一系列不足之处,想要更好地对开发区精细地质构造进行分析,显然不能依靠一次三维地震资料。在油田开发区二次三维地震采集工作中,工作人员制定了提升深层信噪比、提高地震资料分辨率、落实砂体分布规律等一系列具体的目标。在精细化采集目标的支持下,工作人员结合 C 区块的实力地质构造和物理性质等,提出了一种不规则观测系统构想,在工作之初利用常规的地质观测技术进行地震信号采集,在此基础上把特殊的物理点布设到 C 区块地物分布比较特殊的卫星照片上,这样一来就能够结合卫星照片的情况,确定调整后的覆盖次数、

炮检距及方位角分布规律。如果得出来的资料不符合 要求,可进一步进行适当地调整,最后再把确定下来 的点位移交给工作人员进行放样测量等,确定具体的 地震采集激发点以及数据接收点, 在此基础上进行油 田开发区二次三维地震采集效果,往往能取得比较可 观的效果。特别需要提到的是,为确保油田开发区二 次三维地震采集质量,工作人员应考虑以下几方面问 题: (1) 在进行观测系统设计的过程中, 必须要以高 精度数字卫星照片为基础,避免因照片不清晰而给实 地作业带来的一系列问题。(2)要合理确定物理点调 整方法,兼用小范围调整与整数倍移动策略,在大范 围调整确定基本位置的基础上,进行小范围的调整方 向,保证最终的物理点准确度。(3)设置激发点的时候, 一般应以垂直炮排线为基础进行调整,而设置接收点 也需要按照垂直接收线调整。经过一系列的努力和尝 试,工作人员顺利完成了 C 区块油田开发区二次三维 地震采集工作,获得的资料十分清晰且分辨率比较高, 同时各种复杂的干扰信号也被有效压制。根据后续工 作的情况来看,油田开发区二次三维地震采集效果比 较突出,为工作人员进行开发区复杂地质情况解释等 提供了稳定的数据支持。

3 结论

石油资源勘探和地质分析工作有不可忽视的复杂性,尤其是在对开发区进行分析时,更是会遇到传统资料不清晰等问题,这给工作人员带来了巨大的挑战。为了解决这一问题,辽河油田通过进行油田开发区二次三维地震采集,重新对部分开发区进行地震数据采集,取得了突破性进展。在今后的工作中,技术人员应结合油田开发区具体情况,对油田开发区二次三维地震采集方案进行调整,以便于获得更准确的资料。

参考文献:

[1] 黄博. 大规模地震体可视化自适应优化及图像远程传输技术 [D]. 北京: 中国石油大学 (北京),2019.

[2] 卞保力.基于高密度三维地震河道砂体储层预测方法研究与应用[D].成都:成都理工大学,2019.

[3] 李广超.三维SH波地震勘探关键技术研究[D]. 武汉:中国地质大学,2019.

[4] 崔庆辉,尚新民,滕厚华,等.高密度三维地震观测系统设计技术与应用[J]. 石油物探,2020,59(01):12-22,59. [5] 刘彦琼.高精度三维各向异性 RTM 在油田研究与开发[J]. 石化技术,2020,27(01):96-97.