

三维高精度快速自动避障预设计方法及应用

郝晓敏 (中石化石油工程地球物理有限公司科技研发中心, 江苏 南京 211000)

摘要: 传统变观设计方法缺陷较多, 在遇到地表障碍时, 地震采集的效果和效率很难得到保证。因此, 本文提出了三维采集高精度快速自动避障预设计方法, 实际应用结果表明, 该方法不但可以提高地震采集作业的质量和效率, 而且可以确保地震资料的完整性和观测资料的均匀性, 同时也可以降低生产成本, 提高地震采集作业的安全性。

关键词: 复杂地表; 变观设计; 避障预设计; 炮检距分布; 资料品质

0 引言

目前, 各大油田的勘探开发程度日益加深, 难度逐渐加大, 而且勘探目标的地表和地下条件都十分复杂, 尤其是地震采集工区中的障碍物越来越多, 如城镇、公路、铁路、河流、养殖区等, 不但降低了地震采集的质量和效率, 而且也会对后续的油气勘探开发造成不可预估的影响^[1,2]。通常情况下, 地震采集人员都是采用变观设计方法来解决地表障碍物较多所带来的问题, 但是这种方法的质量和效率很难得到有效保证, 影响了后续地震资料的成像精度^[2,3]。

因此, 本文提出了三维高精度快速自动避障预设计方法, 这种方法是基于反射面元需求的观测系统变观优化设计, 在一定程度上可以确保激发能量的均衡性、观测属性的均匀性, 不但可以提高地震采集的质量和效率, 而且可以降低地震采集作业的成本, 也能取全取好地震资料。

1 三维高精度自动避障预设计方法

1.1 以往设计方法

以往遇到地表障碍物时, 地震采集人员都是采用变观设计方法来进行三维观测系统的设计, 该方法只注重点、线, 没有面的概念, 并且为了提高覆盖次数以及减少浅层地震资料缺口, 盲目的增加炮点数量, 使得障碍物附近的覆盖次数非常高, 并且所使用的药量却非常小, 但是地震资料的品质仍然得不到有效的改善。变观设计是采取先测量后设计的方式, 不但耗时费力, 而且还会增加生产成本, 也很难顾及药量比例以及能量均衡等问题, 并且在后期发现问题时, 在解决过程中也存在被动和严重滞后, 在一定程度上影响了地震采集作业的进度^[3,4]。

1.2 方法提出

三维高精度快速自动避障预设计方法是从观测系统的基本属性而言, 针对障碍物的分布情况, 并且结合地质任务要求以及采集目标的需求, 利用高精度的卫星图片进行预设计, 对设计之后的观测系统进行分析, 综合考虑多方面的因素, 如地震资料品质、可行性以及安全性等, 在确保安全距离以及药量合适的情况下, 最大限度地提高地震资料的完整性和观测属性的均匀性, 最终获得合理药量的设计方案。这种方法无人为干预, 可以

自动进行激发点的优选, 从而确保地震采样的均匀性。

1.3 方法实施

1.3.1 避障设计

利用“3S”技术, 参照高清卫星图片, 对不同障碍物进行分颜色拾取, 然后根据最小安全距离, 对障碍区进行扩展, 对落在既定标准范围和障碍区中的激发点进行自动避障, 获得整个工区激发点的位置分布。

1.3.2 三维正演模拟分析

根据避障设计之后得到的激发点分布情况, 对目的层进行 CRP 三维正演模拟分析。在正演过程中, 充分考虑到反射面元属性分布的规则性以及均匀性, 确保可以获得目的层特别是倾斜地层的反射信息。其次, 对优化前后目的层的属性进行对比分析, 主要有效覆盖次数、炮检距以及方位角等, 然后对自动避障参数进行不断调整, 优化激发点位, 尽可能确保炮检点采样均匀, 减少浅层缺口, 达到既定的技术设计要求。

1.3.3 药量设计

在对激发点进行优化之后, 再根据既定的安全距离, 向障碍区外围进行扩展, 最终确定每个激发点的药量。对扩展范围之中的激发点赋不同的药量, 并将其推广应用到整个工区, 从而获得整个工区的激发点药量分布。三维高精度快速自动避障预设计方法可以使激发点数和药量设计达到最优化。同时, 测量施工中将预设计后的激发点直接实地放样, 根据实际情况将能提高药量的激发点由低向高调整, 不但可以保证能量均衡、观测属性分布均匀, 而且还可以提高野外放样可实施性。

2 应用实例

苏北盆地高邮凹陷车逻-发财庄三维工区地表复杂, 障碍物类型多样, 主要障碍物有城镇、高铁、高邮湖、工厂、养殖区等, 禁炮区影响范围大, 造成局部地震资料空白区。通过应用快速自动避障预设计方法, 合理布设炮点, 总覆盖次数达到设计要求、炮检距、方位角分布均匀, 得到资料浅层损失较小, 目的层资料获得较完整。

本文以工区内高铁线周围禁炮区应用快速自动避障预设计方法来做分析。高铁区域按规定安全爆破距离为两侧各 1km, 西气东输两侧各 200m, 南部高铁和西气东输纵向并排, 并在局部交错, 形成了大面积的禁炮区。

若高铁区域禁炮后,区内小炮检距缺失较多,将形成纵向上的资料“天窗”,影响地质任务的完成。通过采用快速自动避障预设计方法得到很好的解决,具体设计流程如下:

①分析高铁线禁炮区对目的层的影响,发现高铁线周围目的层受到影响:存在资料空白区、面元炮检距缺失、方位角分布不均匀;

②利用“3S”技术对高铁禁炮区域激发点进行自动避障,得到优化后的激发点位置分布;

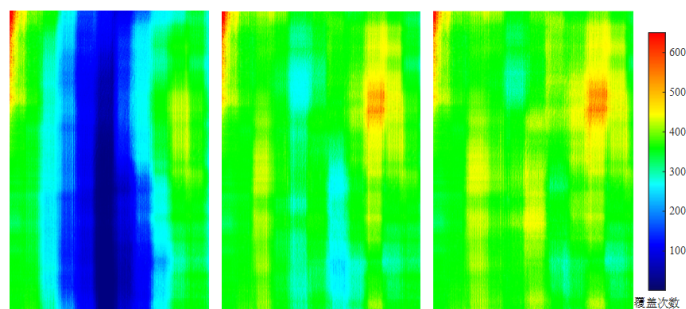
③在三维速度模型的基础上根据地下目的层反射面元需求,对上一步激发点采用高斯射线追踪来调整地面最佳激发点位置;

④分析观测系统属性,保证覆盖次数达到设计要求,炮检距、方位角分布均匀,缺口损失减小,确定最终预设计方案;

⑤对设计好的激发点,根据与高铁线的距离设计不同的药量。

2.1 避障预设计后属性分析

对预设计前后高铁区域观测系统的属性进行分析,包括面元内覆盖次数、方位角和炮检距的均匀性。高铁区禁炮后覆盖次数远没有达到满覆盖次数的5/6(267次),通过自动避障预设计后覆盖次数满足勘探要求,实际采集的覆盖次数得到进一步改善(图1)。其次,自动避障预设计后的观测系统面元内属性分布明显变好,近偏移距得到弥补,面元内方位角更宽,炮检距分布更加均匀。方位角、炮检距、各目的层覆盖次数等属性与理论设计接近92%,有利于拓宽地震数据的频带,提高主频,达到预期目标。



a) 高铁区禁炮后 b) 预设计后 c) 实际采集

图1 高铁区域覆盖次数分布图

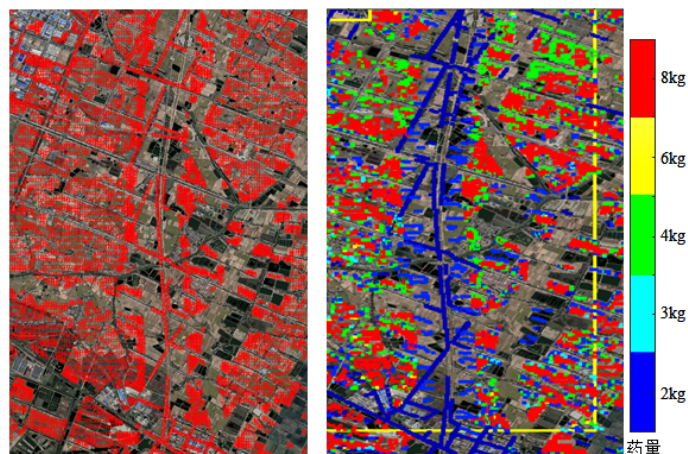
2.1.1 药量设计

根据激发点与高铁区域向外扩展的距离确定每个激发点药量。给落在不同障碍物距离内的激发点赋不同的属性值即不同的药量,得到高铁区域激发点的药量分布(图2)。该方法的药量设计与传统的设计方法相比,平均药量和大药量比例得到提高,同时增加的炮数比例得到降低,而且高风险点的药量明显减少,在一定程度上也提高了采集项目的安全性。

2.1.2 应用效果

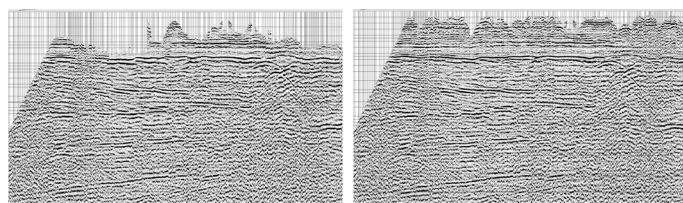
通过高铁区域禁炮和自动避障预设计后叠加剖面对比分析,自动避障预设计后浅层资料缺口从700ms减小

到400ms,总体上弥补了资料空白,目的层资料获得较完整,中深层波组连续性提升,深层反射能量加强,资料信噪比得到提高,满足采集任务要求(图3)。



a) 药量设计前 b) 药量设计后

图2 高铁区域不同药量分布图



a) 禁炮后叠加剖面 b) 自动避障预设计后叠加剖面

图3 高铁区域禁炮和自动避障预设计后叠加剖面对比

3 结论

①三维高精度快速自动避障预设计方法依据“地表服从地下”、“地面满足地下”的设计理念,自动完成障碍物炮点的优化布设,先设计后放样,针对性强,目的明确,提高了地震采集跨越复杂障碍的能力,能够快速、科学、合理地完成设计方案;

②通过复杂障碍区观测系统自动避障预设计,为评估野外采集方法、降低勘探成本、避免安全风险、优化采集观测系统提供更为科学的分析技术和依据,为下一步资料的处理及解释打下了坚实的基础,是解决大面积障碍区地震采集的重要技术手段。

参考文献:

- [1] 彭仁艳,刘文峰,王军锋,等.下扬子南部地震波激发介质优选[J].石油地质与工程,2020,34(06):13-19.
- [2] 张光德,丁伟,胡立新,等.城区三维地震观测系统设计及应用效果[J].石油地球物理勘探,2006,41(2):129-132.
- [3] 刘远志,刘胜,曹蔚蔚,等.城区特大型障碍物变观三维观测系统设计及应用[J].复杂油气藏,2011,4(4):32-36.
- [4] 周胜.高精度三维复杂城镇障碍区地震采集方法研究[J].石油天然气学报,2010,32(1):237-240.

作者简介:

郝晓敏(1988-),男,汉族,山西静乐人,本科,工程师,主要从事地震采集方法研究工作。