

煤田三维地震采集设计中减少施工面积的方法

刘万金^{1,2}, 贾云花¹, 齐新¹, 周辉²

(1. 中国矿业大学 煤炭资源与安全开采国家重点实验室, 北京 100083; 2. 中国石油大学 油气资源与探测国家重点实验室, CNPC 物探重点实验室, 北京 102249)

摘要: 由于三维地震勘探方法的特殊性, 煤田三维地震采集的实际施工面积与要求控制的目标区满覆盖面积有很大出入。但矿方在计算成本时, 只考虑了目标区, 这就使得勘探施工方与矿方产生了经济分歧。针对这种情况, 在三维地震采集设计中, 在保证满足满覆盖面积的前提下, 笔者采用甩检波点方法来减少施工面积, 这样既保证了施工质量, 又降低了施工成本。

关键词: 三维地震采集; 观测系统; 满覆盖面积; 施工面积

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2012)05-0798-04

随着我国经济的发展, 能源的需求越来越大, 对煤炭资源的开发、利用显得越来越重要, 国家对煤田勘探、开发的投入越来越大, 对煤田采区的构造和断层的控制作用需要更加深入细致的了解, 煤田三维地震勘探在煤田构造探查方面已经是一种非常成熟的方法^[1]。由于地震勘探方法的特殊性, 实际施工面积与实际要求控制的目标区满覆盖面积有很大出入, 但是从事煤田勘探的部分技术人员对三维地震勘探认识不够, 在进行成本计算时, 只考虑了目标区, 在实际施工中, 成本却远远超出了预想范围。

煤田三维地震勘探中所用的观测系统常以中间放炮两边接收的束状对称观测系统为主, 这种观测系统存在大量零次覆盖区和覆盖次数渐减带^[2]。为了降低施工成本, 笔者针对煤田三维地震勘探中常用的束状对称观测系统, 在保证满覆盖区域不变的情况下, 采用了减小施工面积的观测系统布设方法, 以此来降低野外施工成本。

1 布设方法

束状对称观测系统有大量的零次覆盖区和覆盖次数渐减带, 在实际生产过程中可以在保证覆盖区域不变的情况下, 采用甩检波点的布设方法, 使束状对称观测系统中的零次覆盖和覆盖次数渐变带变小, 从而减少施工面积, 达到降低生产成本的目的。

将束状中间放炮对称接收观测系统沿束线方向进行投影, 得到一个二维中间放炮的观测系统, 在此二维观测系统上进行分析可以推广到三维束线方

向上去^[2]。

二维中间放炮观测系统覆盖次数计算公式为

$$n = n_0 \times \Delta r / (2 \times \Delta s), \quad (1)$$

其中, n 为该二维观测系统导出的满覆盖次数, 对应于三维观测系统沿束线方向的覆盖次数; n_0 为接收的检波器个数对应于三维观测系统中的道数; Δs 为炮点向前滚动的距离对应于三维观测系统中的炮线距, Δr 为检波距对应于三维观测系统中的道距^[2-4]。

为了保证满覆盖次数, 二维观测系统至少要向向前滚动 n 次。当滚动 n 次时, 第 n 个炮点对应的首个 CMP 点开始进入满覆盖区。炮点继续向前滚动, 满覆盖范围增大, 覆盖次数保持满覆盖不再增加。笔者所采用的 CMP 面元大小为道距的一半, 这也是观测系统中常用的面元大小。第 n 炮首个满覆盖 CMP 面元对应于第 $(n-1) \times (\Delta s / \Delta r) + 1$ 个检波器, 前面的 $(n-1) \times (\Delta s / \Delta r)$ 个检波器对后面的满覆盖范围没有任何贡献, 在施工完全可以甩掉, 不会影响工区的满覆盖范围。

下面用一个二维观测系统的覆盖次数分布图对上面的结论进行验证。该观测系统的参数为: $n_0 = 80$, $\Delta r = 20$ m, $\Delta s = 100$ m, 覆盖次数为 $n = 8$, 首检波点的位置为 0 m, 首炮点的位置为 790 m, 炮点滚动次数至少要大于 8 次。

从图 1 可以看出, 从第 8 炮对应的首个 CMP 面元开始进入满覆盖区, 而对应的检波点号为 36, 与上面推导公式相符, 而 36 号检波点前的 35 个检波

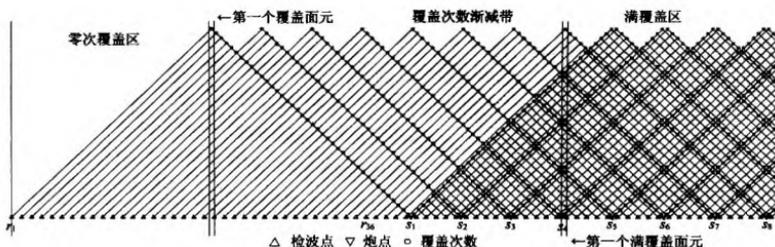


图1 二维观测系统覆盖次数分布

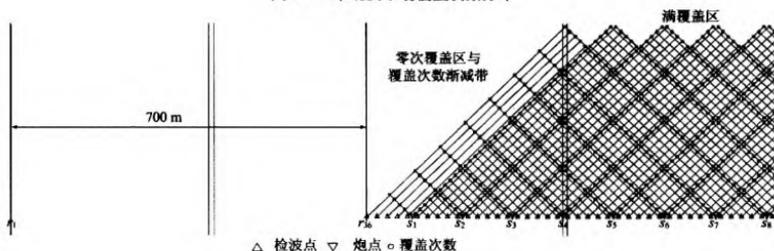


图2 二维观测系统去掉检波点后覆盖次数分布

点对满覆盖范围没有任何贡献,只是增加了零次覆盖和覆盖次数渐减带的范围。如图2所示,将前面的35个检波点去掉后,只是零次覆盖和覆盖次数渐减带的范围发生了变化,没有对后面的满覆盖区造成任何影响,而施工范围相应地减少了700 m,这样就节省了施工的成本。

同样,如果对三维观测系统进行横向投影,也可找到减少施工面积的方法,相对与纵向来说,横向的方法比较复杂,需要针对不同的观测系统进行分析,把握的原则就是只保留对满覆盖有贡献的检波线,甩掉前面对满覆盖没有贡献的检波线,达到减少施工面积的目的。

对观测系统8线8炮滚动半排列、12线8炮分别滚动两条线和一条线进行横向投影后,进行验证。

图3是8线8炮对称观测系统的横向投影,其

检波线距40 m,炮点距20 m,面元10 m,滚动距160 m,滚动两次,满覆盖次数4次,从图中可以看到所有检波线对满覆盖都有贡献,所以不能甩掉检波线。

图4是12线8炮对称观测系统的横向投影图,其检波线距80 m,炮点距10 m,面元5 m,滚动距160 m,滚动4次,满覆盖次数3次。从图4的局部放大图(图5)中可以看到,从第5条检波线起开始对满覆盖有贡献,故能够甩掉前面的4条检波线,达到减少施工面积的目的。

图6是12线8炮对称观测系统的横向投影图,其中检波线距80 m,炮点距10 m,面元5 m,滚动距80 m,滚动8次,满覆盖次数6次。图7是图6的局部放大,从图7中可以看到从第6条检波线起开始对满覆盖有贡献,能够甩掉前面的5条检波线,达到减少施工面积的目的。

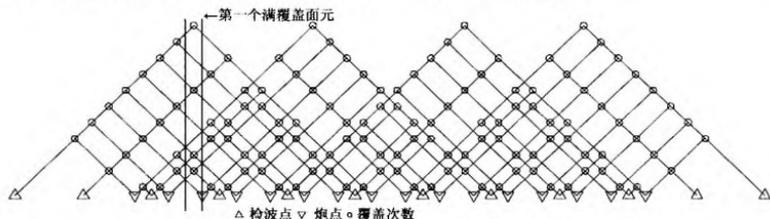


图3 8线8炮制对称观测系统的横向投影

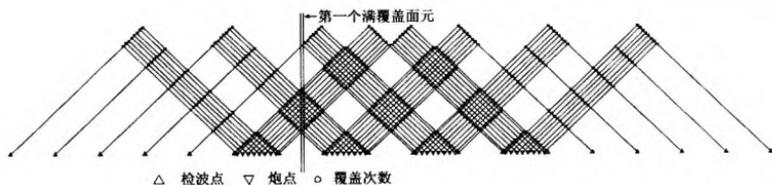


图4 12线8炮制对称观测系统滚动160m的横向投影

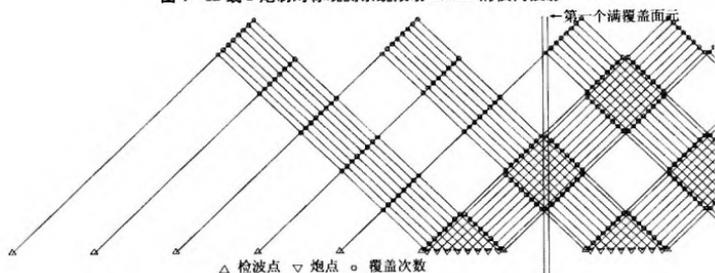


图5 图4局部放大

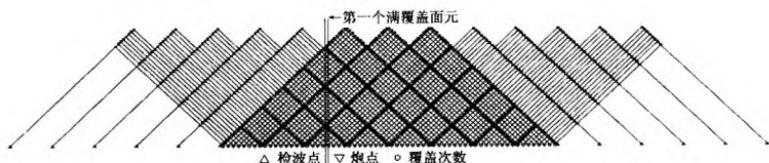


图6 12线8炮制对称观测系统滚动80m的横向投影

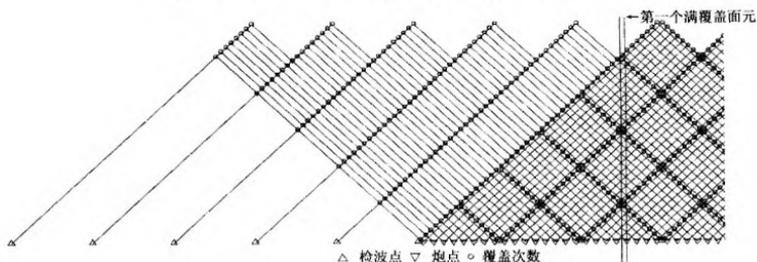


图7 图6的局部放大

在施工过程中,根据观测系统的对称性可以在两边甩掉检波器,原则是在保证满足设计满覆盖面积要求的情况下,尽量减少检波器的布设范围。

2 应用实例

勘探区域位于山西某矿区的东北部,根据招标文件提供的三维地震探测范围示意图,得到勘探满覆盖面积10.57 km²。勘探区域属吕梁山脉中段的

东翼,地势高峻,山峦叠嶂,沟壑纵横,为典型的高原地貌。总体呈西北高、东南低,最高点位于勘探区北部,海拔1701.87 m;最低点位于东南部,海拔1104.10 m,最大相对高差为597.77 m,区内基岩大面积裸露,仅梁、峁有黄土残存。

本次施工设计中的观测系统为12线96道中点8炮束状观测系统,检波线距80 m,检波点距10 m,炮点距10 m,炮线距120 m,CDP网格为5 m×5 m,

满覆盖次数 $3 \times 4 = 12$ 次,滚动距为横向 160 m,纵向 120 m,滚动次数为横向 28 次,纵向 25 次(如图 8a 所示),黑色边框表示实际的满覆盖边界,箭头所指方向为施工的纵向。在进行观测系统布设时,考虑到实际地形,采用了保证满覆盖面积不变而减少施工面积的方法,将纵向上两边各 36 道甩掉,横向上两边各甩掉 4 条检波线(如图 8b 所示),施工面积由原来的 19.916 km² 减少到 14.1816 km²(表 1),而满覆盖范围并没有发生改变(如图 9 所示),减少的面积接近满覆盖面积的一半,大大降低了施工成本。正是由于满覆盖面积没有发生变化,保证了以后的偏移处理的质量^[5-6]。

表 1 两种方法对比

布设参数	正常布设	本文方法
纵向长度/km	3.830	3.110
横向宽度/km	5.200	4.560
施工面积/km ²	19.916	14.1816
满覆盖面积/km ²	10.982	10.982

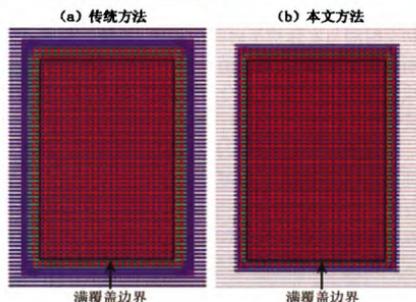


图 8 两种方法观测系统布设对比

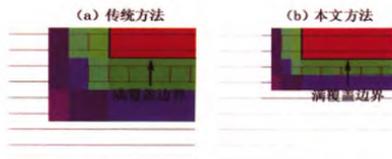


图 9 两种方法布设时满覆盖范围边界对比

3 结论

在煤田三维地震采集,尤其是在山地进行三维地震采集时,经济性是必须考虑的一项因素。笔者通过对中间放炮束线状对称观测系统布设方法的研究,采用甩掉部分检波器来减少施工面积的布设方法,并在实际生产中得到了验证,在小面积的煤田三维地震勘探中取得了较好的经济效益。

参考文献:

- [1] 张爱敏. 采区高分辨率三维地震勘探研究与应用[J]. 煤炭学报, 1996, 21(4): 348-352.
- [2] Cordson A, Peirce J W. 陆上三维地震勘探的设计与施工[R]. 俞寿朋, 译. 涿州: 石油地球物理勘探局, 1996: 20-25.
- [3] 陆基孟, 王永刚. 地震勘探原理[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2009: 74-76.
- [4] Andreas C. Planning land 3-D seismic surveys[G]//Geophysical Developments SEG, 2000, 9: 204.
- [5] 陈强, 常锁亮, 曾维望. 复杂地区煤田地震资料的叠前时间偏移处理[J]. 物探与化探, 2010, 34(6): 741-744.
- [6] 匡伟, 李德春, 赵娟娟, 等. 煤矿三维地震勘探质量管理信息系统研制与开发[J]. 物探与化探, 2009, 33(6): 723-725.

A METHOD FOR REDUCING CONSTRUCTION AREA IN THE DESIGN OF 3D SEISMIC EXPLORATION IN COAL MINE

LIU Wan-jin^{1,2}, JIA Yun-hua¹, QI Xin¹, ZHOU Hui²

(1. State Key Laboratory of Coal Resources and Mine Safety, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China; 2. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, CNPC Key Lab of Geophysical Exploration, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: Due to the particularity of the 3D seismic exploration method, there is a large gap between the practical construction area and the controlled target full fold area demanded in the acquisition of 3D seismic exploration of the coal field. In cost estimation, however, the coal mine only takes the target area into account, which results in economic differences between the construction team and the coal mine. Aimed at solving this problem, this paper brings forward a method that reduces the construction area by ignoring some receivers under the premise of guaranteeing the full fold area in designing 3D seismic acquisition, which not only ensures the construction quality but reduces the cost of the construction team as well.

Key words: 3D seismic acquisition; survey geometry; full fold area; construction area

作者简介: 刘万金(1980-),男,山东潍坊人,中国矿业大学(北京)在站博士后,主要研究方向为地震勘探。