

技术方法

弯线地震技术在黄土高原区煤田中的应用分析

——以山西省河东煤矿为例

刘兴金, 曾爱平

(山东省煤田地质局物探测量队, 山东 泰安 271021)

摘要:黄土高原地区一直是地震勘探攻克的难点,主要原因是黄土层较厚、干燥松散,潜水位较深,地震波被强烈的吸收衰减,激发和接收条件极差,难以获得信噪比较高的地震剖面,达不到解决地质问题的能力。通过在山西河东煤田石楼普查区采用避开巨厚黄土层,沿沟谷布设炮、检波点弯线地震方案,不但获得质量较高的地震剖面,达到地震勘探的效果,而且提高施工效率节约了勘探成本,但是弯线地震勘探受沟谷走向及弯曲程度影响,造成地下共反射点离散,影响剖面叠加效果,易产生地质假象,为保证地震剖面的真实性,需从采集和处理2方面控制炮、检波点的分散范围。

关键词:黄土高原;地震勘探;共反射点;地震剖面;河东煤田;山西省

中图分类号:P631.4 **文献标识码:**B

引文格式:刘兴金,曾爱平.弯线地震技术在黄土高原区煤田中的应用分析——以山西省河东煤矿为例[J].山东国土资源,2015,31(11):59-62.LIU Xingjin,ZENG Aiping.Application of Curved Lines Seismic Technology in Coal Mines in Loess Plateau Region[J].Shandong Land and Resources,2015,31(11):59-62.

0 引言

河东煤田位于山西省西部,黄河以东,吕梁山以西,含煤地层为石炭纪太原组和二叠纪山西组,含煤面积15 285.5 km²,总资源量2 335.2 亿 t,是我国优质的炼焦基地之一,石楼普查区位于河东煤田的中南部,石楼县城以北10 km处,面积66.12 km²,以往勘查程度较低,需通过地震勘探来了解区内的煤层赋存情况及构造发育状况^①。

该文在分析区内地震地质条件的基础上,结合以往石油、煤田等地质部门在类似地区一些成功经验,论述弯线地震技术应用效果以及在资料采集和处理2方面应注意的一些问题。

1 勘探区概况

1.1 地形地貌

区内属典型黄土地貌,由黄土崩、坪、塬、梁、沟

地貌组成^[1],地形复杂,切割强烈,沟谷多呈“V”字型,普查区标高在798.6~1 095.6 m,相对高差297.0 m,属中—高山区,复杂的地表条件给野外施工带来较大的困难。

1.2 地震地质条件

该区地表大部分被第四纪黄土覆盖,厚度0~150 m,波速较低,一般为300~500 m/s,对地震波有较强的吸收衰减作用,地形复杂,无潜水面,表、浅层条件极为复杂。

煤层顶底板岩性多为泥岩、长石石英砂岩等,煤层与围岩波阻抗差异较大,存在明显的波阻抗界面,能形成良好的反射波组,深层地质条件较好。

2 地震数据采集

2.1 测线布设原则

地震勘探多次覆盖技术是建立在共中心点叠加的基础上^[2],而弯线地震勘探不符合严格共中心点

收稿日期:2015-01-29;修订日期:2015-02-05;编辑:陶卫卫

作者简介:刘兴金(1982—),男,宁夏中卫人,工程师,主要从事地震资料采集、解释工作;E-mail:284102093@qq.com

①山东省煤田地质局物探队,刘兴金、曾爱平、王真,山西省河东煤田石楼县后庄勘查区煤炭普查二维地震勘探报告,2013年。

叠加的定义,一个面元内共反射点分布在一个条带内,围绕理论的共中心点面元中心线有一个合理的分散范围,为了使共反射点更逼近中心线位置,测线布设应遵循“能直不弯、转折角能小不大,角度不大于 30°^[3]、转折角太大时测线能交不连”的原则,在测线弯曲处,接收排列不易过大,采取加密炮点的方式提高覆盖次数。

2.2 激发方式选取

针对黄土和基岩区分别开展了点试验工作(图 1),基岩出露区将炸药埋置基岩面 2~3 m 以下,采用单井激发,井深 4~5 m,药量 2 kg,将炮孔封死,保证能量往下传播,所得单炮记录面貌良好,初至波清晰,目的层反射波同相轴连续性好;黄土塬区采用三井组合,井深 13 m,单孔药量 2 kg,所获记录信噪比较低,面波发育,目的层反射波模糊不清,效果较差,从试验单炮记录来看在沟谷基岩地段激发单炮品质要远好于黄土层覆盖区。

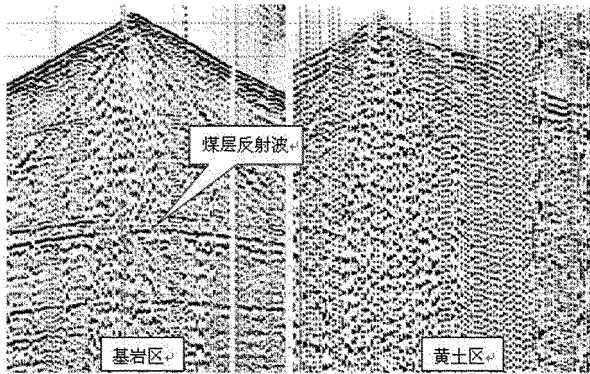


图 1 点试验单炮记录

3 地震数据处理

弯线地震资料与常规直测线资料在处理流程、参数等选择上基本一致,最大的区别在于叠加方式的不同,直测线是共反射点叠加^[4],弯线是共发射面元叠加。弯线资料处理首先沿分布在一个条带内的共反射点拾取面元中心线,以固定的面元尺寸进行面元网格化,以此共面元道集进行叠加。在测线弯曲地段,共反射点离散程度明显增大(图 2),导致覆盖次数不均匀、各面元叠加道同向性差,在正常剖面段上的单相位强反射波可能变为双相位或多相位,发生相位反转和分叉,以及频率变低、振幅变弱和连续性变差等现象,在地震剖面中易形成地质假象,给解释工作增加了难度。因此测线弯曲程度较

大地段应作为资料处理工作的重点,对影响剖面质量的离散较大反射点进行剔除,原则上在保证资料真实的前提下,让更多的共反射点参与叠加,提高地震剖面信噪比。

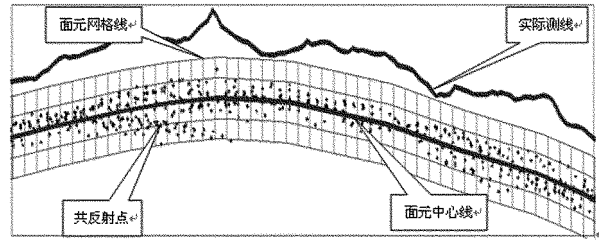


图 2 DXL1 线共反射点分布及面元中心线选取示意图

4 弯线地震技术应用效果

根据钻孔资料揭露的目的层埋藏深度和孔旁时间(表 1),绘制了 4 煤、9 煤层时深转换曲线(图 3、图 4),从图上可见速度随煤层的埋藏深度增加而增大,规律性较强,速度点离散距小,通过时深转换获得煤层底板精度较高^①。

表 1 钻孔数据统计

孔号	4 煤校正	4 煤 T0	9 煤校正	9 煤 T0
	深度 (m)	(ms)	深度 (m)	(ms)
ZK5-3	1344.75	658	1417.74	700
ZK6-1	1423.19	690	1494.63	725
ZK7-3	1332	663	1409.03	706
ZK8-5	1272.7	651	未达	
ZK11-4	1231.73	619	1305.2	664
ZK12-1	1381.11	677	1467.08	717
ZK19-5	1204.19	603	1277.29	646
ZK21-1	1272.37	650	未达	
ZK2	1195.49	604	1276.13	648
ZK3	1143.9	576	1226.76	622
ZK4	1167.34	592	1245.75	634
ZK5	1268.27	646	1335.08	690

该次石楼普查共获得 10 条弯线地震剖面,地震时间剖面品质均较高,反射波特征与煤层结构关系对应良好,反射波所反映的煤层参数与实际钻孔资料相吻合,能够真实的反映地下煤层情况,图 5 位于中部 DXL3 线地震时间剖面上, T4、T9 波能量强、同相轴连续性好,对应的 ZK3 钻孔揭露 4 煤与 9 煤层也均较厚,达到 3 m 左右。

① 山东省煤田地质局物探测量队,刘兴金、曾爱平、王真,山西省河东煤田石楼县后庄勘查区煤炭普查二维地震勘探报告,2013 年。

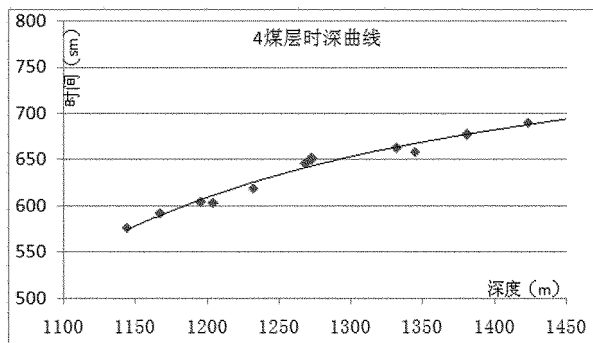


图 3 4 煤层时间-深度转换曲线图

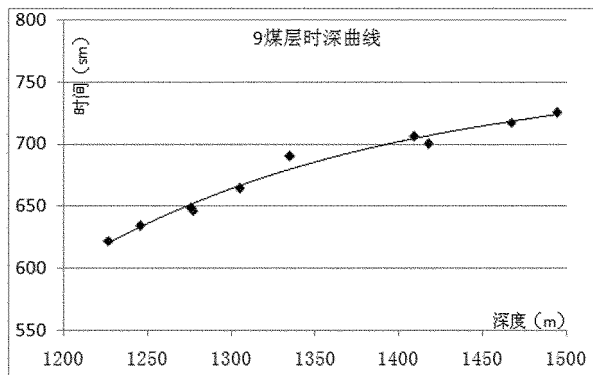


图 4 9 煤层时间-深度转换曲线图

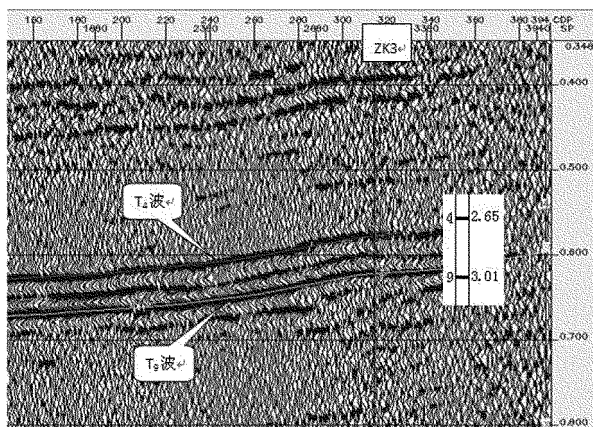


图 5 DXL3 线(中部)地震时间剖面图

图 6 中,南部 DXL1 线地震剖面上 4 煤与 9 煤层底板背斜构造反映清晰, T4 波能量和连续性要好于 T9 波, 分析产生的原因, 一是受上部 4 煤层的屏蔽作用, 二是 9 煤层厚度要薄于 4 煤层, 经后期施工 ZK19-5, ZK2 钻孔验证, 9 煤层比 4 煤层厚度要薄 1 m 左右, 符合当煤层厚度在 0~8 m 时反射波振幅和能量随煤厚的增加而变强的规律, 根据各煤层反射波能量、振幅强度可以定性的解释 4 煤、9 煤层的厚度变化趋势。

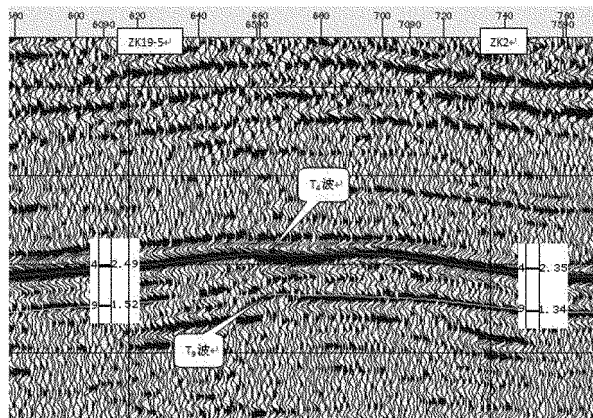


图 6 DXL1 线(南部)地震时间剖面图

通过该次弯线地震勘探获得高质量的地震剖面结合钻探资料, 初步查明了区内 4 煤、9 煤层的赋存范围, 煤层底板起伏形态和埋藏深度, 构造发育情况, 了解了各煤层的厚度变化趋势, 为下一步精细勘探提供了可靠的地质资料。

5 结论

在黄土高原区采用弯线地震勘探技术解决了地震激发和接收问题^[5], 采集到质量较高的原始数据, 通过前期踏勘和精确的测量, 合理的布设炮、检波点的分布位置, 减小共反射点的离散程度, 采用弯线处理技术, 获得真实可靠、信噪比较高的地震剖面, 地震主测线(纵向)与联络线(横向)交点处浅、中、深层反射波组特征相同, 资料一致性较好, 闭合时差均小于 5 ms, 实现了高精度地震勘探, 达到了地震勘探效果, 为今后在黄土高原地区地震勘探施工积累了经验。

参考文献:

- [1] 王文忠, 田雪丰, 梁延广. 地震勘探弯线技术在巨厚黄土塬区沟谷条件下的应用[J]. 中国煤田地质, 2007, 19(6): 65-69.
- [2] 陆基孟. 地震勘探原理[M]. 东营: 石油大学出版社, 1980.
- [3] 王永奎, 殷全增, 李攀峰. 地震弯线技术在地形复杂地区煤田勘探中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2010, 22(5): 59-62.
- [4] 杨庆道, 王伟锋, 尹以东, 等. 弯线地震勘探技术应用中的若干问题[J]. 石油地球物理勘探, 2011, 46(3): 364-369.
- [5] 郭良红, 田小平. 黄土塬区煤田弯线地震勘探采集技术的应用[J]. 中国煤田地质, 2006, 18(6): 43-45.

Application of Curved Lines Seismic Technology in Coal Mines in Loess Plateau Region

LIU Xingjin, ZENG Aiping

(Geophysical Prospecting and Surveying Brigade of Shandong Coal Geology Bureau, Shandong Tai'an 271021, China)

Abstract: The Loess Plateau has always been difficult to use seismic technology due to its thick, dry and loose layer of loess, deep phreatic, strong attenuation of seismic waves, and poor condition for shooting and receiving. It is difficult to obtain seismic profile with high signal-to-noise ratio and solve geological problems. In Shilou surveying area of Hedong coal mine in Shanxi province, by avoiding thick layer of loess, placing guns along the valley and curved lines of seismic geophone program, high quality seismic profiles can be obtained and seismic exploration results be gained, construction efficiency be reached and exploration costs be solved. But due to the curved line of seismic exploration and influence degree of bending toward the valley, underground discrete reflection points have been formed, the superposition effect has been affected, and geological false appearances can be caused easily. In order to ensure authenticity of seismic profiles, dispersion range of guns and detection points should be controlled by collection and conduction.

Key words: Loess Plateau; seismic exploration; Hedong coalfield; common reflection point; seismic section