

# 复杂山区三维地震勘探野外施工方法

王晶,姜飞,李京涛,李金辉,陶二勇

(山东省煤田地质局物探测量队,山东泰安 271021)

**摘要:**三维地震勘探项目野外复杂的地表情况直接影响地震资料的采集难度和采集质量。通过对河南、内蒙古、新疆、山西等多个省份难度高的复杂山区野外项目现场实际施工经验分析,总结出一些针对复杂山区野外施工的特殊方法,可以有效的降低野外施工成本,提高野外施工效率和质量。

**关键词:**三维地震;复杂山区;野外施工

**中图分类号:**P631.4

**文献标识码:**B

三维地震勘探在野外是面积勘探,开动的采集道较多较密集,施工时参与的各班组人员和使用的设备也较多。对三维地震勘探野外施工影响最大的就是地表地震地质条件,所以施工方案要根据地震地质条件、设备条件、目的任务、自然条件等因素,通过反复试验来确定施工防范<sup>[1]</sup>。对于地形地物都十分复杂山区,尤其是地表山路稀少,冲沟极度发育,岩石高度风化,黄土覆盖、基岩出露以及冲积物、坡积物并存的山区,施工难度非常大。采用一般平原施工方法效率低、成本高,而且难以采集到较好的地震第一手资料,而野外数据采集直接影响后期地震处理效果和报告的编制质量。根据多年山区施工经验针对复杂山区野外现场实际情况,各个施工流程采用一些特殊的施工方法能起到事半功倍的效果。

## 1 现场踏勘

在野外施工前,不能照搬类似平原戈壁沙滩等简单地形那样的一般施工方法,盲目追求施工进度,让全部施工人员和各种设备快速进驻现场。对于复杂山区的地震项目,施工前期项目经理要组织该项目的项目负责、现场技术指导、测量人员进入工区现场进行实地踏勘,了解区内地形地物、人文地理情况,尤其是核实好区内没有明显标志但隐藏在地下的一些古文物及地表一些暗坟,防止在施工炸药爆炸时带来工农关系赔偿问题,更严重的是要防止触

犯国家文物相关法律。通过到现场踏勘和当地村民交流还可以有针对性的了解区内地表村庄、树木、山井(包括水库)、沟坎等障碍物以及一些经济作物分布情况,为后续整个施工队伍进驻现场尤其是技术上观测系统的设计和野外成孔方法、设备做好准备。

## 2 观测系统设计

观测系统是野外施工的技术核心<sup>[2]</sup>,习惯性的观测系统往往能解决技术问题,却不能适应山区的施工条件,导致野外施工难度加大,施工效率缓慢,成本急剧上升等问题,而且更重要的是难以获得较好的第一手野外资料,同时观测系统设计不合理还会导致野外施工人员的安全问题。

在普通的工区习惯性地目的层埋藏较浅的地方采用8线4炮,20 m线距,横向10 m、纵向20 m或40 m炮距集中式的观测系统;一般中等深度地方采用8线8炮,40 m线距,横向20 m、纵向60 m或80 m炮距集中式或分散式的观测系统;目的层较深的地方采用8线10炮,20 m线距,横向20 m、纵向80 m或100 m炮距分散式的观测系统。但在复杂山区施工的时候不能简单地选择以上观测系统,要根据复杂山区的地形特点,选择便于放线班组布线,运输设备导线及爆炸班组激发的观测系统。选择合适的山区观测系统可以节约野外很多时间,可以更好地寻找勘探点桩号,提高放线班组查号效率和爆

收稿日期:2012-12-19;修订日期:2013-01-08;编辑:陶卫卫

作者简介:王晶(1983—),男,江苏响水人,工程师,主要从事物探野外现场技术工作;E-mail:hi8899@126.com。

炸班组报号准确性。8线8炮,40 m线距,横向20 m、纵向40 m至80 m集中式的观测系统往往适用于复杂山区目的深埋藏不深的工区,对于埋藏较深的工区可以采用8线12炮,60 m线距,横向20 m、纵向80 m至100 m集中式的观测系统,可以有效地解决三维地震勘探的布线和炸药激发的困难。同时采用不低于24次高叠加的覆盖次数,可有效地保证山区地震资料的信噪比<sup>[3]</sup>。

在内蒙古板子庙石墨矿和河南崔庙煤矿三维地震勘探采用了8线8炮集中式的观测系统取得了很好的地震效果,而在济源郭沟采用了8线10炮分散式的观测系统给野外施工带来极大难度,爆炸班组很容易因为地形复杂难于寻找而把炮点桩号报错,给数据处理带来了很大麻烦,野外工期进展也十分缓慢。而在此工区北部相距较近豫晋交界处的晋城长平煤矿在后期施工中吸取了济源郭沟教训采用8线12炮集中式的观测系统使得野外施工进展十分顺利。

### 3 成孔和激发方法

在经过现场踏勘后,测量人员大概圈定工区内各种浅层的地震激发层位,根据地表和浅层地震地质条件往往要选择多种不同的成孔设备,甚至选择不同的激发震源。

新疆铁烈克煤矿三维地震勘探根据现场的实际情况在岩石出露地表的基岩区域采用空压钻机钻进岩石4~6 m中进行激发,取得了很好的单炮记录;对于一些覆盖层较厚的地方采用机械山地钻机钻到地表以下7~11 m进行激发也取得了较好的效果,对于有黄土覆盖区利用人工钻机钻到地下12 m以上井深,激发效果理想,为后期高质量报告编制奠定了基础。在山西晋城长平煤矿,新密裴沟煤矿采用山地钻机、人工钻机和在一些坡积物、冲积物聚集的区域采用双井和三井组合坑炮(挖坑后再利用洛阳铲钻进2~3 m)等因地制宜的多种成孔方法有效的解决了复杂山区成孔难得问题。新乡辉县张村矿山区由于浅层都是巨厚砾石层,试验时候使用炸药震源激发难以得到品质高的单炮记录,在经过专家讨论和现场技术人员交流,进行炸药震源和可控震源对比试验后,发现可控震源比较适合复杂山区巨厚砾石层的资料采集,虽然可控震源设备大,对地形要求高,但通过现场铺路和专人引导的方式最终有效

的完成了野外地震采集任务。

### 4 测量和放线工艺

复杂的山区地形,地表灌木林覆盖,稀少的山路给三维测量和放线放炮工作带来极大的难度。在一般地形简单的地区,测量人员每隔一段距离只要将桩号标志清楚就行,但在复杂的山区工区,测量人员的桩号标志往往被各种树木山体挡住难以识别。通过对复杂山区地形地貌的特点分析,测量人员采用双重标识的方法,在测线经过的地方采用木板竹条筷子插入地表,或者用粉笔或油性笔写在岩石上,同时在桩号上方高处用红布等鲜艳的标识物系在一些树木上,让放线班组和放炮班组能够醒目的看到。同时在容易迷失方向的复杂丛林中采用长竹竿(竿头刷上红漆)竖起来高出丛林的方法提高各班组对桩号的寻找、校对。放线班组除了按照测量桩号准确地把检波器插入地下以外,还要在施工前按照山区地形和激发的特点,选择适用于该区频率的检波器,尤其是要打破煤田上习惯性使用的两串两并的组合检波器。由于山区激发干扰因素较多,尤其是面波干扰,所以检波器串并组数要适当增加以便压制干扰。新疆铁烈克煤矿三维的第二期工程在第一期工程基础上增加了检波器组数,野外单炮记录得到了明显的改善。同时山区由于经常用到路由,放线班组在准备设备的时候要带足延长大线数量,减少使用检波器大线路由,从而减少导线的次数。

### 5 变观和特观选择

复杂山区往往会遇到一些如寺庙、文物、居民房、灌溉设备,各种高倾角山坡,特殊的经济作物等无法施工的障碍物,为了不降低资料的覆盖次数和防止数据体出现天窗,需要在野外通过不规则观测系统进行变观施工,获得障碍物下的地震时间剖面<sup>[3]</sup>。变观分为2种情况,第一种情况是对那些检波线通过相对较容易,但炮点无法布设的障碍物,可采用“双边加密炮点”观测系统,即在障碍物两边加放炮点来增加障碍物下的覆盖次数;另一种情况是2个障碍物之间的空白地段较宽,若障碍物下采用双边加密炮点,受此限制,障碍物下均是远炮点,易造成覆盖次数较低甚至出现空白段,因此,可采用中间加密炮点的方法以提高覆盖次数。济源郭沟煤矿

三维地震复杂山区变观的时候采用专人负责记录变观炮点的实际桩号, 统一统计报送给测量人员输入电脑, 在施工前打印出实地炮点的位置分布图发给爆炸班组, 以减少爆炸班人员在野外寻找炮点时间和提高仪器记录桩号的准确性, 对提高施工效率效果明显。

对于复杂山区范围较大的村庄或者特殊经济作物等障碍物变观也无法满足资料的采集的情况, 需采用特观的方法, 测量人员要提前做好障碍物的修测, 然后把测量结果制成图件提供给现场技术人员, 现场技术人员针对障碍物的具体情况, 布测检波线路径, 计算仪器位置, 采集道数量和四周炮点位置, 最后形成特观图纸。在施工前打印后分发给各放线班组、爆炸班组以及仪器班组。由于复杂山区地形的特殊性, 特观的炮点往往不是在束线整桩号上, 多数在不规则的随机位置, 需要测量班组对成孔后的桩号进行复测, 给每一个钻孔编上不重复的序号, 才能真正保证特观的采集效果。

## 6 仪器和现场处理

由于复杂山区放线难度加大, 路线增多, 而且要经常采用变观特观放炮激发, 需要仪器操作员和放线、爆炸成员密切配合, 随时校对检波点和炮点桩号。保证仪器班报的准确性。仪器操作员是最先接触监视记录的人员, 所以也需要和现场技术人员随时沟通, 及时发现激发条件的变化, 随时做好试验的准备, 及时调整井深药量和仪器采集参数, 保证山区野外数据采集质量。

借助计算机处理技术, 使野外资料显示更加灵活, 解释效率大大提高<sup>[4]</sup>, 复杂山区施工数据处理人员要到现场进行及时处理, 以便了解野外施工情况,

对每天的数据进行当日处理以指导野外第二天的施工。现场处理可以更好地对现场采集的资料及时的监控, 防止盲目施工导致无法完成地质任务的情况出现, 数据处理人员要积极配合项目负责和现场技术人员做好复杂山区野外勘探的“三边”工作<sup>[5]</sup>, 重点针对山区资料的特点做好折射静校正、反褶积、速度分析等处理工作。辉县张村山区三维地震勘探通过现场处理员及时处理发现炸药震源激发难以获得有效的地震记录, 最终改为可控震源激发, 及时防止了因盲目施工导致的几百万元的损失, 同时现场处理也节约了内业数据处理时间, 缩短了整个项目的工期。

## 7 结语

经过多年复杂山区项目施工实践应用发现, 在此类地区施工, 需要根据工区内实际的地震地质条件, 选择适合该区各个工种的施工方法, 可以有效地解决复杂山区施工难度大, 资料品质差的难题。尤其是这些方法可以极大地节约勘探成本, 避免野外盲目施工带来的损失, 缩短了勘探周期, 保证了施工生产安全。

## 参考文献:

- [1] 赵环金, 王炳华, 范永杰. 可控震源在新疆准东煤田地震勘探中的应用[J]. 山东国土资源, 2010, 26(1): 24-29.
- [2] 陆基孟. 地震勘探原理[M]. 北京: 石油大学出版社, 1993.
- [3] 闫世信. 山地地球物理勘探技术[M]. 北京: 石油大学出版社, 2000.
- [4] 王红娟, 卫学忠, 许崇宝. 三维地震勘探在构造复杂区的应用[J]. 山东国土资源, 2001, 17(5): 32-35.
- [5] 李振春, 张军华. 地震数据处理方法[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2004.

# Field Exploration Method to 3D Seismic Prospecting in Complex Mountainous Areas

WANG Jing, JIANG Fei, LI Jingtao, LI Jinhui, TAO Eryong

(Geophysical Prospecting and Surveying Team of Shandong Coalfield Bureau, Shandong Tai'an 271021, China)

**Abstract:** Complex surface conditions in the field will directly affect seismic data collection and acquisition quality in 3D seismic exploration project. According to exploration experiences gained in field projects in complex mountainous area in Henan, Inner Mongolia, Xinjiang, Shanxi and other provinces, some special exploration methods in field surveying in complex mountainous areas have been summarized. It can effectively reduce the field exploration cost and improve the efficiency and quality of exploration in the field.

**Key words:** 3D seismic; complex mountainous areas; field exploration