煤矿三维地震勘探质量管理信息系统研制与开发

匡伟,李德春,赵娟娟,崔伟雄
(中国矿业大学 资源学院,江苏 徐州 221008)

摘 要:三维地震勘探野外数据采集是一项工程量庞大的野外作业,根据现阶段煤矿三维地震勘探实际需要及存在的问题,把质量管理的思想应用到野外采集中,可以减少人为因素带来的误差,提高工作效率。结合目前勘探队和煤矿管理人员的需求,研制并开发了煤矿三维地震勘探质量管理信息系统,其主要功能包括工区管理,文件管理,炮点、检波点分布及覆盖次数定量计算,施工面积统计,方位角、炮检距计算,单炮记录定量分析、统计及交互评价等。系统在实际生产运用中,取得了良好的效果。

关键词:三维地震勘探;煤矿;管理信息系统;定量分析
中图分类号:P631.4;TP31 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8918(2009)06-0723-03

三维地震勘探是煤矿构造勘探中精度最高的方法之一,自20世纪90年代推广以来,在各矿区推广应用中取得了显著的地质效果。随着煤矿生产开采的进行,对构造控制精度的要求越来越高,提高勘探精度是煤矿生产设计首选之策。

对于三维地震勘探,前期野外数据采集尤为重要。考虑到施工过程中地表条件的复杂性,环境噪声人为因素等影响,如何对野外数据采集进行科学、全面地质量监控,是保证三维地震勘探精度和继续扩大三维地震勘探应用范围亟待解决的问题。

煤矿三维地震勘探的质量控制,特别是野外数据采集施工质量,在现阶段主要还是通过施工方的自律,业主方和监理方的检查和监督来实现的,但从煤矿三维地震勘探的施工特点及现阶段市场状况看,有以下几点已成为质量监管的难点:

(1)野外数据采集每天由数万个检波点和数百个炮点,采集数据量大,质量控制范围广,难以做到全面管理;

(2)施工环节多,从招投标、设计、野外生产、数据处理、中间成果、提交报告等也为质量控制带来不便;

(3)采集质量的监控以及评价基本由手工来实现,烦琐的工作耗费了大量人力物力,而且在整个施工过程中不可避免地包含了很多人为因素,很难保证数据管理的科学性和完整性,工作也很难按照统一的标准进行;

(4)对于国内外采集质量管理软件,大多是在基于工作站的Unix平台下操作,其价格昂贵,而且使用不同于Windows系统界面,使用难度较大。

因此,结合煤矿三维地震勘探施工的特点,研制与开发适合煤矿的煤矿三维地震勘探质量管理信息系统具有重要的意义和广泛的应用前景。

1 系统模块结构

系统开发的目的是建立一套科学、定量的,可视化的野外地震资料采集质量监控及评价系统,使重复繁杂的质量控制和评价变得简单化。系统以此为出发点,分为五大功能模块:工区管理模块、系统文件管理模块、覆盖次数定量计算模块、单炮记录定量分析模块和质量评价与统计模块(图1)。

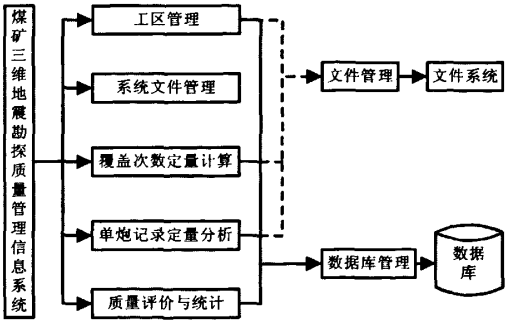


图1 系统模块设计结构

2 质量管理信息系统

系统的开发选用Windows操作系统为平台,VC6.0为开发工具,主要实现了以下功能:工区管

收稿日期:2009-05-07

万方数据

理、工程文件管理、覆盖次数定量计算、单炮记录定量分析和质量评价与统计等。

2.1 工区管理

工区管理是为了系统方便地管理工区数据和资源而设计的,其主要实现了工区的新建、数据的导入等功能。工区管理的单位是工区,工区由束线构成,束线是野外施工的最小单位,其由炮构成,工区管理以树状的结构完成了数据和资源的管理工作。工区管理最重要的工作是新建工区,其包括:数据库的建立,地震数据的导入,数据错误检测,炮点坐标、检波点坐标、班报数据的导入,补充炮点、检波点数据的导入,变观数据的导入(图 2)。

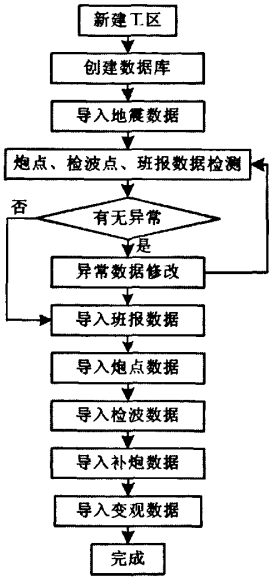


图 2 数据的导入过程

2.2 工程文件管理

三维地震勘探工程从招标、投标,观测系统设计到野外生产、甲方文件、乙方和监理方施工中间成果、提交报告等大量的文件需要进行整理以备查阅。系统以 Windows 文件管理的方式在相应的工区文件目录下建立文件夹,并对各种文件分类管理,方便文件存储与查阅。该功能主要实现了对施工过程中文件的分类管理。

2.3 覆盖次数定量计算

覆盖次数是观测系统设计合理性检验的一个重要参考标准。系统在工区新建完成后,通过覆盖次数的定量计算,可以来评价观测系统设计的合理性,其包括覆盖次数计算、方位角计算、炮检距计算、满覆盖次数面积统计等。图 3 为某矿区三维地震勘探工区实际的施工材料图,其显示了炮点、检波点的野外位置分布。图 4 为图 3 计算出的覆盖次数,显示了当前观测系统覆盖次数的分布情况。图 5 为图 4 所选范围内的方位角分布。图 6 为图 4 所选范围内的炮检距分布,其也是评价观测系统设计合理性的重要参数依据。

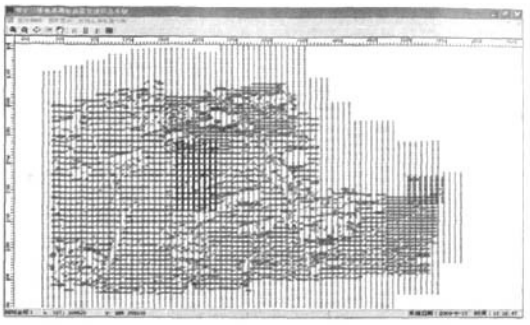


图 3 施工材料图

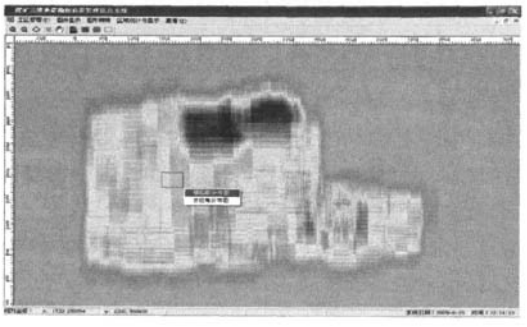


图 4 覆盖次数图

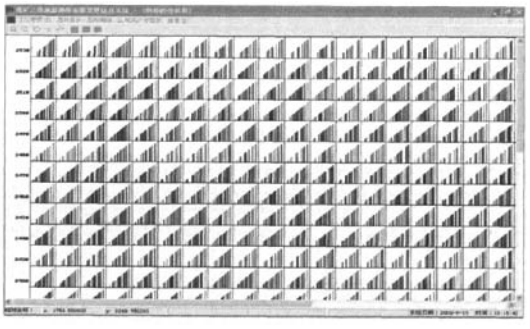


图 5 方位角分布

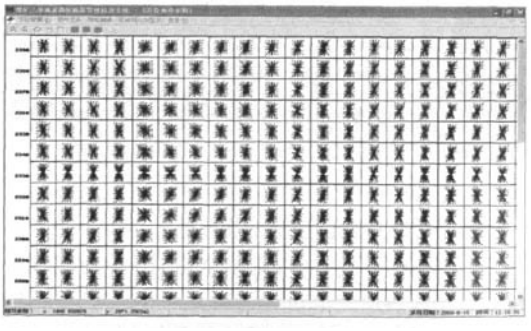


图 6 炮检距分布

万方数据

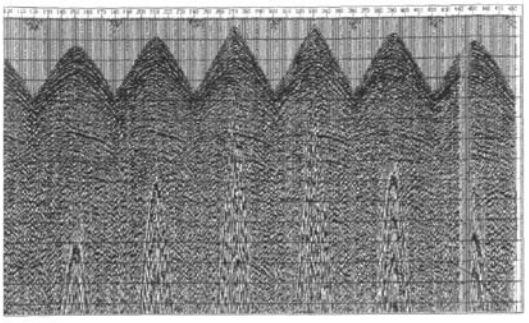


图 7　单炮记录显示

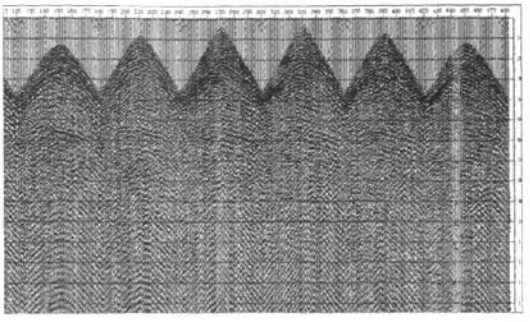


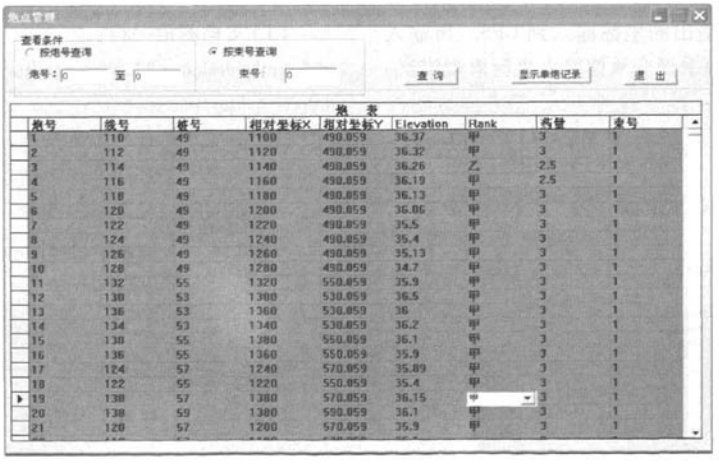
图 8　数字滤波

2.4　单炮记录定量分析模块

单炮记录分析往往还是依靠技术人员的经验来进行,参照的标准也不尽相同,不同的技术人员得出的分析结果往往差别较大。为了避免人为因素带来的不确定影响,可以以定量分析的结果为依据来进行质量评价。系统中单炮记录定量分析模块内容包括:单炮记录显示,数字滤波,频谱分析,F-K 谱分析,频率扫描,能量分析,信噪比、分辨率分析,野值点数统计,50 周道数统计等。图 7 为一单炮记录图,增益时窗为300ms,其中有较强的面波干扰,目的层反射波隐约可见。图 8 为该单炮记录数字滤波后的效果图,大部分面波已被滤除,目的层反射波更为清晰,有利于技术人员直观的评价该单炮记录的质量。

2.5　单炮记录质量评价与统计

单炮记录质量评价是系统的核心,自动评价是一种理想的功能。现阶段系统还是采用交互评价的方法,评价内容建立在单炮记录定量分析的基础上,最终以用户的标准来评价单炮记录的等级,评价结果存入数据库,对束线品质分布统计等资料提供依据。单炮井深、药量、质量评级及统计等见图 9。



炮号	线号	桩号	相对坐标X	相对坐标Y	Elevation	Rank	药量	束号
1	110	49	1100	490.059	36.37	甲	3	1
2	112	49	1120	490.059	36.32	甲	3	1
3	114	49	1140	490.059	36.26	乙	2.5	1
4	116	49	1160	490.059	36.19	甲	2.5	1
5	118	49	1180	490.059	36.13	甲	3	1
6	120	49	1200	490.059	36.06	甲	3	1
7	122	49	1220	490.059	35.5	甲	3	1
8	124	49	1240	490.059	35.4	甲	3	1
9	126	49	1260	490.059	35.13	甲	3	1
10	128	49	1280	490.059	34.7	甲	3	1
11	132	55	1320	550.059	35.9	甲	3	1
12	130	53	1300	530.059	36.5	甲	3	1
13	136	53	1360	530.059	36	甲	3	1
14	134	53	1340	530.059	36.2	甲	3	1
15	138	55	1380	550.059	36.1	甲	3	1
16	136	55	1360	550.059	35.9	甲	3	1
17	124	57	1240	570.059	35.89	甲	3	1
18	122	55	1220	550.059	35.4	甲	3	1
19	138	57	1380	570.059	36.15	甲	3	1
20	138	59	1380	590.059	36.1	甲	3	1
21	120	57	1200	570.059	35.9	甲	3	1

图 9　单炮质量及统计

3　结论

通过分析研究和代码编写,基本完成了五大模块功能:工区管理、工程文件管理、覆盖次数计算、单炮记录定量分析、质量统计与评价进行测试。通过系统测试和现场试用表明:系统基本可以承担工程资料信息的统一管理,方便对数据资料进行监控,对工程质量有一定的促进作用。系统不足之处是:评价工作没有实现自动化,自动化评价以及监理报告的自动生成等是系统发展的一个方向。

参考文献:

[1]　中国石油天然气总公司人事教育局. 野外地震勘探[M]. 北京:石油工业出版社. 1992.

[2]　陆基孟. 地震勘探原理[M]. 东营:石油大学出版社,1993.

[3]　张爱敏. 采区高分辨率三维地震勘探[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,1997.

[4]　吴经龙. 物探生产综合可视化管理系统的开发与应用[D]. 青岛:中国海洋大学,2003.

下转 732 页

万方数据

[10] 方建立,应松,贾进. 地质雷达在公路隧道超前地质预报中的应用[J]. 中国岩溶,2005,24(2).

[11] 王洪勇,张继奎,李志辉. 长大隧道红外辐射测温超前预报含水体方法研究与应用实例分析[J]. 物探化探计算技术,2003,25(1).

THE THEORY OF THREE-DIMENSIONAL DC FOCUSING RESISTIVITY TECHNIQUE IN TUNNEL ADVANCED EXPLORATION

RUAN Bai-rao[1], QIANG Jian-ke[2], ZHOU Jun-jie[2]

(1. *Department of Resources and Environment Engineering, Guilin University of Technology, Guilin* 541004, *China*; 2. *College of Information and Physical Engineering, Central South University, Changsha* 410083, *China*)

Abstract: In tunnel advanced exploration, the lateral focusing resistivity method has become a common method in logging. The authors carried out researches on the electrode assemblage of the three-dimensional tunnel DC focusing method. Based on the calculation and analysis of the current distribution regularity of two like point electric sources, this paper points out that, due to the mutual repellency of the current, the current density will produce the maximum value at a certain depth below the perpendicular bisector of the two point electric sources, and this depth is in direct proportion with the distance between the two point sources. On such a basis, the authors designed three kinds of electrode assemblages, i. e. four-point electric sources, five-point electric sources and nine – point electric sources. Then, the three-dimensional finite element digital simulation method was used to calculate the spatial potential distribution of these three electrode systems. The results show that the nine-point electric source type can yield fairly good current beam bunching effect and, moreover, the effect of the current seems to be the best when the current of the principal electrode is lower than the current of the shielded electrode.

Key words: three-dimensional tunnel DC focusing method; tunnel advanced exploration; resistivity method; current focusing

作者简介: 阮百尧(1962 –),男,教授,主要从事地球物理电磁法正反演研究。

上接 725 页

[5] 邓飞. 基于 Q_i 的地震资料采集质量监控及评价系统的开发与研究[D]. 成都:成都理工大学,2004.

[6] 潘树林. 地震资料采集质量监控与评价系统的研究与开发[D]. 成都:成都理工大学,2005.

[7] 王红玲,詹毅,张朝霞. 地震资料信噪比估算方法改进[J]. 物探化探计算技术,2007,29(3):189 – 192.

[8] 杨永红,陈传仁. 地震资料信噪比的定量分析[J]. 江汉石油学院学报,2004, 26:230 – 231.

[9] 云美厚. 地震分辨率[J]. 勘探地球物理进展,2005,28(1):12 – 17.

[10] 程建远. 三维地震资料微机解释性处理技术[M]. 北京:石油工业出版社,2002.

THE QUALITY MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM FOR 3D SEISMIC EXPLORATION IN THE COAL FIELD

KUANG Wei, LI De-chun, ZHAO Juan-juan, CUI Wei-xiong

(*School of Resources and Earth Sciences, China Universite of Mining and Technology, Xuzhou* 221008, *China*)

Abstract: In the light of the present requirement and existent problems of 3D seismic data acquisition in the coal filed, the authors applied the information management skill to the 3D seismic exploration, which could reduce man-made error and improve efficiency. According to the demands of the exploration party and coal mine manager, the quality management information system for 3D seismic survey exploration in the coal field was developed. The main functions of this system include area management, file management, shot geophone distribution, fold calculation, construction area statistics, shot to geophone distance or orientation angle display, seismic data quality analysis and evaluation etc. The application of this system to actual production has yielded satisfactory results.

Key words: 3D seismic exploration; coal mining; management information system; quantitative analysis

作者简介: 匡伟(1983 –),男,汉族,江苏丹阳人,全日制硕士研究生,就读于江苏徐州中国矿业大学资源学院固体地球物理专业,主要从事于煤田地震勘探野外资料采集与解释工作,公开发表学术论文数篇。

万方数据