

煤炭科学研究总院西安分院资助出版

矿井

KUANGJING DUOYUAN DIZHI XINXI
JICHENG XITONG JIQI YINGYONG

多元地质信息集成系统 及其应用

程建远 曹丁涛 等著



煤炭工业出版社

煤炭科学研究总院西安分院资助出版

矿井多元地质信息集成系统及其应用

程建远 曹丁涛 郭恒庆 著
付金生 杨战宁 雷保林

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书从矿井多元地质信息集成系统的总体设计、信息提取、数据库建立、信息处理、预测预报、三维可视化、软件开发、应用实例和解释陷阱等几个方面,论述了如何在现有技术条件下进一步提高矿井地质条件预测预报水平和实时反应能力的一些思路 and 想法,结合一些工程实例和应用效果,阐述了构建矿井多元地质信息系统的技术途径,提出了今后建立矿井地质保障系统的推荐模式。

本书内容丰富,实用性强,可以作为煤炭行业技术人员,特别是从事矿井地质、地震勘探和矿井物探工作的技术人员的参考书,也适合科研院所、大专院校相关专业的科研人员、师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿井多元地质信息集成系统及其应用/程建远等著.

—北京:煤炭工业出版社,2004

ISBN 7-5020-2558-8

I. 矿… II. 程… III. 煤矿—矿山地质—信息处理系统—研究 IV. TD163

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第108248号

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居35号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京密云春雷印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm $1/16$ 印张 $10^{3/4}$

字数 248 千字 印数 1—1,000

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

社内编号 5329 定价 30.00 元



版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

一个煤田从勘探、开发到生产阶段,实施了大量的单项勘探工程,多层次、多渠道地获取了极为宝贵的地质信息,但是这些单项工程的成果缺乏从整体上、从动态解释角度上的综合分析与解释,在一定程度上造成了信息资源的极大浪费,也限制了地质保障综合能力的发挥。这是因为:以往这些单项勘探工作完成后,煤矿地测部门则直接将勘探成果用于指导生产,而在勘探成果与实际生产揭露情况出现较大偏差时,如何重新认识地质现象、及时修正原有成果、提高超前预报精度,缺少必要的技术手段;对于如何发挥不同阶段、不同单位完成的地质、物探、钻探、采掘等单项工程的整体效益,提高地质条件预测预报的精度和水平这个层次的工作,还存在着一定的欠缺;如何将矿井地质人员从日常的、琐碎的、重复性强的工作中解脱出来,通过采用先进的技术手段,将工作的重点转移到地质超前分析预报上,实现地质管理工作的信息化、数字化、可视化和地质预报的智能化、动态化和实时化,也是摆在我们面前的现实问题。

煤矿开采是一个动态的过程,采矿生产并不是一次完成,而是分阶段、分层次实施的;地质工作是一个渐进的认识过程。考虑目前生产矿井的采区、采面布置原则和先后顺序,不同阶段的地质目标要求是不同的,可以从设计采区、设计工作面 and 回采工作面几个方面,分阶段、分层次地从时间上、空间上去提高地质预报的精度和时效性。矿井多元地质信息集成系统,就是利用先进的计算机信息管理、数据处理技术,广泛地汲取以往各个阶段的勘探成果,将以上各个勘探阶段的成果有机地结合起来,逐步实现煤矿生产全过程中的地质动态解释和超前预报,提高解释精度,因此具有很大的现实意义和广阔的推广前景。

煤矿高效安全开采的地质保障技术是一个系统工程,“整体大于局部之和”是系统工程的一个基本观点。矿井多元地质信息集成系统,既是对以往获得的地质、钻探、物探、采掘等多元信息的集成,也是对目前井上下许多成熟技术的集成,这是以往任何一次单项勘探工程、研究项目所很难达到的。这种集成不是为集成而集成,而是围绕解决煤矿生产的实际地质问题,把多学科的成熟技术、知识创造性地集成起来,使之具备内在的和逻辑的紧密联系,真正形成系统、形成技术、形成产品。这种集成也是一种创新,因为任何一项新技术的突破,都是多种技术的综合作用和技术群系整体功能的发挥所取得的。可以预见,矿井多元地质信息集成系统是今后矿井地质预报工作最终走向智能化、动

态化、实时化、可视化预测预报的必由之路，它代表了未来矿井地质保障技术的总体发展趋势。

这里需要说明的是：书中引用的部分实例均已做了技术处理，仅用于说明观点与问题；书中列出的一些参考文献，可能还有部分遗漏，在此向作者和同仁们表示深深的感谢！

由于作者水平所限，书中不妥与错误之处在所难免，希望广大读者和同行批评指正。

著 者

2004年10月



程建远，男，1966年出生，陕西乾县人。1987年毕业于中国矿业大学，1990年获中国矿业大学物探专业硕士学位，2001年获得长安大学（原西安地质学院）工学博士学位。现任煤炭科学研究总院西安分院地震勘探研究所副所长、研究员，兼任煤炭工业技术委员会地质专业委员会委员、中国煤炭学会矿井地质专业委员会委员、《煤田地质与勘探》期刊编委、全国中英文核心期刊评审专家，同时担任长安大学、西安科技大学、煤炭科学研究总院西安分院硕士研究生导师。

长期从事高分辨率地震勘探技术的科研、生产和软件开发工作；先后负责完成科研项目14项，其中国家863计划项目1项，有5个项目获得了部级科技进步二等奖；主持完成的国内外重大技术服务项目28项；撰写科技论文38篇，出版专著两部、译著一部。



曹丁涛，男，1956年生，山东莘县人。1982年毕业于南京大学地质系水文地质工程地质专业，1992年获中国矿业大学经贸学院管理工程专业硕士学位，现任兖州煤业股份有限公司地质部部长，高级工程师。毕业后，长期从事水文地质、煤田地质、矿井地质的科研和技术管理工作，完成各类科研项目多项，先后在《水文地质工程地质》、《工程勘察》、《煤田地质与勘探》、《中国矿业大学学报》等刊物上公开发表学术论文35篇，出版著作2部。

目 录

绪论	1
1 矿井多元地质信息集成系统的总体设计	5
1.1 目的与意义	5
1.1.1 建立矿井多元地质信息集成系统的必要性	5
1.1.2 建立矿井多元地质信息集成系统的重要性	6
1.2 系统需求分析	6
1.2.1 用户分析	6
1.2.2 系统分析	7
1.3 系统总体设计	7
1.3.1 总体目标分解	7
1.3.2 系统设计思路	9
1.3.3 设计原则	13
1.3.4 设计流程	13
2 矿井多元地质信息的提取方法	15
2.1 矿井基础地质信息提取	15
2.1.1 矿井地质信息的分类	15
2.1.2 矿井地质信息的采集	15
2.1.3 矿井地质信息的整理	16
2.2 三维地震属性信息的提取	17
2.2.1 地震属性分析技术	17
2.2.2 地震属性参数的提取种类	22
2.2.3 地震属性参数的提取方法	23
2.3 矿井物探数据信息提取	30
2.3.1 矿井物探信息的特点与分类	30
2.3.2 矿井无线电坑透信息的提取	32
3 矿井多元地质信息数据库的建立	33
3.1 关系数据库技术概述	33
3.2 系统组成与模块结构	34
3.3 地质数据库管理子系统	36
3.3.1 结构设计	36
3.3.2 主要功能	43
3.4 地震数据库管理子系统	46
3.4.1 地震属性数据表结构设计	46

3.4.2	地震属性数据表字段定义	46
3.4.3	系统功能	50
3.5	图形数据库管理子系统	52
3.5.1	图形图像的分类	52
3.5.2	图形图像的生成	53
3.5.3	图形图像的管理与操作	54
3.6	标准地质图例管理子系统	55
3.6.1	井下工程	55
3.6.2	地面工程	55
4	矿井多元地质信息的处理方法	56
4.1	矿井地质信息的数据处理	56
4.1.1	矿井地质数据的栅格化	56
4.1.2	矿井地质数据的多元统计	60
4.1.3	矿井地质数据的分析预测	63
4.2	三维地震信息的数据处理	64
4.2.1	三维地震信息的预处理	64
4.2.2	三维地震属性的优选方法	67
4.3	三维地震属性的图像处理	67
4.3.1	假彩色合成	67
4.3.2	图像增强	68
4.3.3	图像运算	71
4.3.4	图像滤波	72
4.3.5	图像合成	72
4.3.6	图像检测	75
4.4	矿井物探数据的处理方法	75
4.4.1	层析成像的常规算法	75
4.4.2	层析成像的改进算法	76
4.4.3	某工作面无线电坑透应用实例	78
5	矿井多元地质信息智能化预测预报技术	81
5.1	概述	81
5.2	煤层底板深度的智能化计算	82
5.2.1	煤层底板深度的智能化计算方法	82
5.2.2	任意形状地质平、剖面的自动化切割	83
5.2.3	平、剖面图坐标系统的自动转换	84
5.3	人工神经网络技术	85
5.3.1	基本原理	85
5.3.2	BP网络的学习算法	87
5.3.3	BP网络的标准测试	89
5.3.4	BP网络影响因素分析	90

5.4	煤层厚度的预测预报	98
5.4.1	煤层厚度的简易预报	98
5.4.2	煤层厚度的神经网络预测	99
5.5	工作面内煤层储量的自动计算	100
5.6	小断层的神经网络预测预报	101
6	三维数据可视化与地质绘图	104
6.1	三维地震成果数据体的可视化	104
6.1.1	三维地震成果可视化的必要性	104
6.1.2	三维地震数据体微机可视化方法	105
6.1.3	三维地震成果的微机可视化功能	108
6.2	矿井三维地质成果可视化	112
6.2.1	总体结构设计	112
6.2.2	软件详细设计	113
6.2.3	主要功能	115
6.3	矿井地质剖面图自动绘制	118
6.4	矿井地质平面图自动绘制	119
7	矿井多元地质信息集成系统的软件开发	121
7.1	软件设计原则	121
7.1.1	模块化原则	121
7.1.2	数据共享原则	121
7.1.3	重用化原则	121
7.1.4	实用化原则	122
7.2	软件开发环境	122
7.2.1	硬件环境	122
7.2.2	软件环境	122
7.3	程序结构设计	122
7.3.1	程序设计思路	123
7.3.2	面向对象设计	123
7.4	系统实现功能简介	125
7.4.1	主要菜单及功能	125
7.4.2	工具栏	129
7.4.3	联机帮助	129
8	矿井多元地质信息集成系统的初步应用	130
8.1	济宁二号煤矿的地质概况	130
8.1.1	全矿井断层统计	131
8.1.2	断层发育规律	132
8.1.3	采区断层地质预测	134
8.2	采区超前地质预报	136
8.2.1	二采区基本情况	136

8.2.2	矿井基础地质信息提取	137
8.2.3	三维地震属性提取与处理	137
8.2.4	二采区工作面地质条件预测预报	138
8.3	巷道掘进地质预报	143
8.3.1	1308 综放工作面简况	143
8.3.2	1308 工作面掘进地质预报	143
8.4	设计工作面地质预报	145
8.4.1	三采区概况	145
8.4.2	设计工作面地质预报	145
9	矿井多元地质信息综合解释的误区和陷阱	151
9.1	地震信息的解释“陷阱”	151
9.1.1	野外数据采集的“脚印”	152
9.1.2	地形影响“静校不净”	152
9.1.3	多次波“压制失当”	153
9.1.4	地震解释的“速度陷阱”	153
9.1.5	地震解释的“屏蔽误区”	155
9.2	基础地质信息的可靠性	156
9.3	矿井物探的复杂性	157
10	煤矿高效安全生产的地质保障模式	158
10.1	煤矿生产地质保障系统的“木桶效应”	158
10.2	煤矿高效安全生产的地质保障模式	159
10.3	高产高效矿井地质保障技术的应用前景	161
	参考文献	162

绪 论

1 国内外地学发展现状与趋势

随着计算机技术、通讯技术和自动化控制技术的迅速发展,人类社会已经进入了“信息社会”、“网络时代”或称为“知识经济时代”的新纪元,目前Internet网已经成为全世界最大的信息资源库。与此同时,地质学科(以下简称“地学”)作为一门实践性很强的基础学科,在信息获取、输入、存储、传输、检索、分析和交换等方面也得到很大增强。地学信息是一种宝贵的“资源信息”,它的获取需要付出巨大的人力、物力与财力,因此地学信息的采集、整理、存储和处理已经引起了世界各国的高度重视。

1.1 国外地学发展现状与趋势

1.1.1 地学领域信息采集

从20世纪60年代起,世界上一些发达国家着手建设国家级地球科学数据库,到80年代初世界上已有约500个大型地球科学数据库;从20世纪90年代起,已经建立起各种地学数据库和信息管理系统;近年来,随着“3S”(GIS-Geographical Information System; GPS-Global Positioning System; RS-Remote Sensing)技术的发展,促进了空间数据库和空间信息系统的融合,地球科学信息已经逐渐从独立的数据库向数据库联网发展、从单一数据向数据集成发展、从区域信息系统向全球信息系统发展,多源地学信息综合分析与解释成为重点。

近几年被国外评价为最有发展前途的数据采掘技术(Data Mining),就是采掘出隐藏在原始数据中对决策有用的信息,为管理和研究服务。它是利用先进的计算机工具,面对量大、面宽、更新速度快的资料而开发出的一种新的获取信息的技术。目前主要向数据仓库(data warehouse)方面发展,而对于统计分析、人工智能较少涉及。

1.1.2 地学领域信息处理

多源地学信息包括来自于航空、航天、地面钻探与地球物理、地下采掘等多层面、多来源的信息。多源地学信息的综合分析处理技术,是以计算机数字处理为基础,实现多层、异源地学信息集成的过程。

20世纪70年代,随着空间遥感技术的迅速发展,美国、加拿大等国利用图像处理技术,进行空间遥感、地球物理、地球化学以及地质信息的集成与处理,如加拿大在CDC CYBER 74计算机上,开发了“地质图像分析程序包(GIAPP)”;斯坦福大学应用图像处理方法综合分析陆地卫星、航磁和航空放射性数据。70年代后期到80年代,各种多元统计分析方法开始应用于多元数据的综合处理中,特别是1983年以来,加拿大、美国、澳大利亚、芬兰、丹麦、西德、法国、英国、荷兰、挪威、印度等国也陆续开展了多元地学信息综合分析与研究工作。在数据的智能综合方面,斯坦福研究所(SRI)在1970年发展了“勘探者”专家系统,进行勘探设计。90年代初,石油工业界提出共同研究信息集成技术和建立软件集成

平台标准,目前已经得到120家以上单位的响应和支持,同期Landmark公司等推出许多专业软件,实现了地质的概念模型与地球物理数值模型的有机结合;GeoGraphix公司已经成功地微机Windows环境上开发出GES软件(GeoGraphix Exploration System),将地质、地震、测井资料综合在一个平台上进行统一管理。

1.1.3 地学领域信息集成

近年来,随着“3S”技术的发展,空间图像分析与空间数据库和空间信息系统相结合,发展了多种基于栅格数据的地理信息系统和空间数据库系统等,多源地学信息的集成处理与分析水平达到了新高度。除了常规的信息集成外,更加注重不同学科之间的交叉与融合、不同专业技术人员的协作与综合。如:Philips公司将地质、地球物理、油藏工程师、计算机人员等组成“协同勘探组”,发挥“复合型人才”的优势,进行多学科研究,使得石油勘探成本下降到不足大公司的1/2,探明储量是大石油公司的2.8倍,取得了显著成效。

1.2 国内石油、地矿系统技术发展现状

20世纪70年代以前,我国地学界在多源地学信息的提取、综合等方面发展缓慢,大量的工作局限于单一技术方法的研究上。70年代,随着航空航天、遥感技术、地球物理、地球化学等技术的发展成熟,石油、地矿系统在遥感、重磁电、化探、地质、地震、测井等大量信息的分析处理中,开始注重发挥多方法综合解释、多学科相互渗透、多专业协同作业的作用。1982年中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所,开发出了“多源地学信息综合处理系统(MGIPS)”。1983~1985年石油勘探开发科学研究院遥感所建立了“油气资源评价系统”。同期,中国有色金属总公司北京矿产地质研究所、桂林地质学院、地矿部遥感中心、核工业总公司、中国科学院等单位也开展了大量的工作。在90年代初,我国地矿部门开发研制出具有自主知识产权的MAPGIS、CITYSTAR等GIS基础平台,建立了国家级矿产资源远景评价系统、全国矿产资源储量数据库,我国的大庆油田、胜利油田、北京石油勘探开发研究院、石油大学和中国海洋石油勘探开发研究中心,也都开发了自己的盆地模拟和油气资源评价软件。近年来,已经进入了综合利用地学、将当代成矿理论与现代高新综合勘察技术结合起来、将传统的定量数值科学方法与计算机GIS图形图像信息可视化技术结合起来的全新发展阶段。调查表明,即使在现有的技术环境中,石油地质开发研究人员仍要花费60%~80%的时间收集和用于分析的资料数据,而仅有20%的时间用于他们所专长的分析和解释工作,每个勘探项目为此增加14%的费用支出。为此,石油系统从1996年起,历时5年,投资9000余万元,组建“数据仓库”和“数据中心”,为中国石油的信息化建设奠定了坚实的基础。

多学科综合管理、集成技术应用已经成为今后一个时期地矿、石油系统进行资源评价、油田开发的一大技术发展趋势。

2 国内煤炭系统技术发展现状

中国是世界上少数几个以煤为主要一次性能源的国家。中国工程院预测在今后50年内,煤炭仍将是中国的主要能源,煤炭工业在我国能源工业中的主体地位不可动摇。

一个煤矿从勘探、建设、生产直至矿井关闭的各个阶段,积累了大量的资料和数据。在20世纪70年代以前,煤炭系统对矿井多元信息(如地面钻探、地面物探、矿井地质、矿山测量等)的管理、分析和研究完全是人工完成的;80年代,许多局矿开始建立了计算中心

或计算站,开发了包括财务管理系统、生产调度指挥系统、微机生产监控系统等专业软件;90年代初,适应于煤矿地测信息系统的软件也逐渐发展成熟,煤炭科学研究总院西安分院的门桂珍等开发出基于数学地质、AutoCAD的煤矿地质成图计算机软件;90年代末至今,北京大学的毛善军、煤炭科学研究总院西安分院的姜在柄、中国矿业大学的许友志、山东科技大学的徐泮林等专家和学者,将Internet、GIS、CAD、VR(VR—Virtual Reality)等技术引入煤矿地测信息系统,开发出各具特色的地质、测量、水文、储量综合管理与计算机成图的软件,这一切都极大地推动了煤矿地测行业的技术进步。1998年,国家煤炭工业局召开了专门会议,10多家煤炭企业联合发出了“中国煤炭企业信息化工程倡议书”,建设煤矿系统“信息高速公路”的步伐明显加快。

目前,煤炭系统不少大的企业集团(如兖州、淮南、开滦等),积极发挥“产、学、研”相结合的优势,利用高新技术改造传统的煤炭生产模式;与此同时,中国矿业大学的刘天放、彭苏萍、崔若飞与煤炭科学研究总院西安分院等单位的专家学者,利用采矿、地质、物探、水文、遥感等多元地学信息,综合发挥多学科交叉、多元信息综合处理、解释、集成、显示等技术优势,推动煤矿地质工作向着综合化、程序化、量化、自动化和可视化发展,开展了大量细致的工作,并已经取得了初步的成效。

总体来看,我国煤炭工业在计算机应用、信息化建设等方面存在着很大的差距。根据统计资料显示:全国1.5万家企业建有自己的网站,其中煤炭企业只有120家,仅占0.8%。尽管煤矿计算机的应用在有关专题研究领域取得较好的应用效果,诸如计算机辅助设计(CAD)、办公自动化(OA)、管理信息系统(MIS)、资源地理信息系统(RGIS)等已经在煤矿企业得到不同程度的应用,但是总体技术水平仍落后于其他行业。

综观国内外地测行业同类技术的现状和发展趋势,可以概括为:“地质勘探立体化、信息采集多元化、信息处理自动化、预测预报智能化”几大发展趋势。

3 本书的主要内容

本书绪论中对国内外地学信息处理与集成方面的发展现状进行了回顾,全书共分10章。

第1章介绍了建立矿井多元地质信息集成系统的必要性和重要性以及该系统的总体设计思路与技术流程;

第2章提出了矿井基础地质信息(包括静态和动态)、三维地震属性信息和矿井物探信息的大致分类和提取方法;

第3章建立了矿井基础地质信息数据库、三维地震属性信息数据库和地质图形图例数据库,便于信息管理与共享,是后续工作的基础;杨光明工程师、周爱华硕士完成了部分文字编写和软件编制工作;

第4章论述了矿井多元地质信息的处理方法,重点讲述了三维地震属性信息的图像处理、空间叠合和分类方法,王琦高工参与了部分工作;

第5章提出了煤层底板、煤层厚度和小断层的预测预报模型和实施办法,是该书的核心内容;朱红娟硕士完成了部分文字编写和软件调试工作;

第6章实现了三维地震成果数据体微机可视化解释和地质成果三维地质可视化功能;徐泮林教授、周爱华硕士完成了部分文字编写和软件编制工作;

第7章设计了矿井多元地质信息集成系统的程序结构和主要功能；

第8章结合工程实例，利用该系统进行了设计采区、设计工作面和掘进巷道地质条件超前预测预报，杨文钦硕士参与了大量的实际工作；

第9章总结了矿井多元地质信息集成系统应用中可能存在的误区和陷阱；

第10章展望了今后煤矿高效安全开采地质保障技术的应用前景。

全书各章节相对独立，可以分开阅读，整体编排上各章节之间存在着递进的内在联系。

本书在3年来的撰写工作中，始终得到了兖矿集团、济宁二号煤矿、煤炭科学研究总院西安分院、山东科技大学等单位各级领导的重视和支持，提出了不少中肯的指导意见，也得到了现场技术人员的热情帮助和密切合作；同时，中国矿业大学王桂梁教授、崔若飞教授、潘冬明副教授和长安大学朱光明教授、李庆春教授等给予了很大的帮助和鼓励，本书的写作与他们的支持是分不开的，煤炭科学研究总院西安分院的潘振武研究员多次仔细地审阅文稿，并提出了宝贵的修改意见，在此一并致以诚挚的谢意！

1 矿井多元地质信息集成系统的总体设计

1.1 目的与意义

1.1.1 建立矿井多元地质信息集成系统的必要性

1.1.1.1 矿井地质问题严重制约煤矿生产

矿井地质工作既是煤炭工业的基础,也贯穿于煤炭生产和利用的全过程。煤矿中水、火、瓦斯、顶板、煤尘5大灾害无一不与地质条件相关。根据不完全统计,在1982~1992年国有煤矿的重大事故中,与地质条件有关的瓦斯、顶板、水灾、火灾事故发生次数占各类重大事故总数的近90%;进入21世纪更趋严重;由于采区地质条件不清,导致某些综采工作面无法正常推进,个别工作面甚至被迫下马,从而造成巨大的经济损失。煤矿开采机械化、自动化程度的提高,要求地质工作能够预先查明开采前方的精细地质变化。因此,矿井地质保障系统已经成为煤矿高效、安全开采的关键技术之一,列入高产高效矿井的5大保障体系。

我国煤矿的矿井地质工作,从1954年煤炭工业部成立了矿井地质测量机构起,历经近50年的技术发展,已经初步建立起包括开采地质条件综合量化评价、采区高分辨率地震勘探技术、综采煤层综合探测技术以及各种矿井物探技术在内的科学体系,在高产高效矿井建设中发挥着愈来愈大的作用。但是,由于地下地质体是复杂的非均质体,矿井地质所面对的研究对象并不是一个掌握完全信息的确定性对象,而是一个具有不完全信息的非确定性对象,因此矿井地质具有很强的实践性和预测性,其解决生产地质问题的精度和能力距离高产高效矿井建设的要求还存在着很大的差距。从一定程度上讲,煤矿地质工作已经成为成为制约煤炭企业高效安全生产的“瓶颈”之一。

1.1.1.2 矿井地质的技术发展相对滞后

近50年来,与煤炭生产密切相关的技术领域发展很快,例如煤矿建井过程中的快速冻结成井技术、巷道掘进过程中的光面爆破快速掘进技术、煤岩巷支护中的锚杆锚网支护技术、综采技术与综放技术、矿井指挥通讯技术、采掘运机电一体化技术等等,基本上实现了煤矿企业从“粗放型”到“集约型”的重大改变、从“劳动密集型”向“资本密集型”和“技术密集型”的转变,煤矿生产的机械化、自动化水平迈上了一个新的台阶。从上个世纪90年代开始,煤炭工业提出了建设高产高效矿井、力争实现“一矿一井一面”的奋斗目标,神华集团、兖煤集团等在全国通过引进先进设备、内部技术改造等手段,率先达到了这一目标,实现了全员效率的全国以至世界最高记录。

近年来,煤矿矿井地质领域在采区地质条件三维地震探测、煤矿地测信息系统建立等方面取得了很大的发展。煤矿矿井地质技术的发展比起其他专业技术而言,还是相对滞后的,具体表现在:技术人员偏少、装备条件较差、知识更新不快等。地质人员的工作量大、劳动强度高,但是大多数时间基本上是在忙于事务性工作,难以对一些地质现象进行深入

细致的分析研究。尽管不少煤矿地测部门都配备了计算机以及支持软件,根据目前调研情况来看,地测部门大多数配备的功能软件是以计算机自动绘图为主要目的,同时具备一些数据库管理功能,可以减少地质人员的一些重复劳动的机械工作量;但这些软件本身不具备矿井多元信息自动分析、处理与系统集成功能,并不能给地质人员的综合解释提供技术支持。

1.1.2 建立矿井多元地质信息集成系统的重要性

建设“双高”矿井是我国煤炭行业集约化经营的必由之路,其特点为高度机械化、集约化生产,即在提高采煤工作面单产的基础上基本实现“一井一面”或“一井两面”的布局。因此,一旦开采场地的选择出现偏差或者工作面内地质情况不清,导致工作面提前搬家或不能充分发挥综采设备的效能,势必影响煤矿生产的正常运转,更谈不上矿井的高产高效,甚至危及到煤矿的安全生产。

本次选取兖州煤业公司济宁二号煤矿作为示范研究基地,该矿是一对设计生产能力400万t/a的特大型矿井,按照矿井长远开采规划,需要将生产能力尽快提升到年产600万t/a。济宁二号煤矿地质构造十分复杂,该矿近几年投入了近千万元资金,对现有生产采区和接续采区普遍进行了地面高分辨率三维地震勘探,取得了很好的成效。按照目前国内外三维地震勘探的技术发展水平,在地震条件有利地区三维地震勘探能够查清落差大于5m以上的断层。但是,该矿由于地表障碍物较多、地下存在岩浆岩屏蔽等不利因素,三维地震的地质效果受到一定影响。根据不完全统计:济宁二号煤矿三维地震勘探的验证回报率约为70%,部分落差大于5m的断层也有遗漏,落差小于5m的断层难以查清,给煤矿高效安全开采造成很大影响。例如,矿井在已回采结束的16个工作面中,有12个工作面因遇断层提前开切眼,11个工作面因断层提前停采、废巷率高达42%,造成了采掘失调的被动局面。

近几年来的实际生产表明,因开采地质条件不清,严重地制约了综采设备效能的发挥。如果能够在采前尽可能查清未采区地质条件变化,避免因地质条件不清造成的废巷,从而达到优化采区设计、降低万吨掘进率、减少决策风险的目的,无疑具有很大的现实意义。

1.2 系统需求分析

1.2.1 用户分析

矿井多元地质信息集成系统的开发,主要是面向长期在煤矿生产第一线的地质技术人员,因此充分了解用户的需求是该系统开发成功与否的关键。矿井地质是应用地质学中一门多学科结合、内容丰富、实践性强的专业学科,矿井地质人员日常的主要工作包括:

- (1) 准确掌握全井田的地质构造发育规律与煤层的赋存、煤质的变化规律。
- (2) 分析矿井水文地质条件,预计矿井涌水量。
- (3) 参与采掘设计和生产计划的编制,提供所需要的地质资料,包括与掘进地质、回采地质与采后总结等有关的文字与图纸资料等。
- (4) 对于生产中遇到的地质问题,必要时提出矿井补充地质勘探的方案等。
- (5) 随时根据井下采掘的进展情况,进行实际测量,补充完善井上下对照图。
- (6) 根据掌握的地质情况,及时进行地质预测预报。