

## 煤矿地质测量网络管理系统

炭科学研究总院西安分院

**摘要：**煤矿地质测量工作是煤矿生产最基础和最重要的工作之一，对煤矿的安全生产和煤矿生产能力具有重要的影响。本文分析了煤矿地质测量网络管理系统的框架体系及其相关的关键技术，重点介绍了其中的数据采集、平台设计、专业图形的自动化处理及其3D建模技术。

**关键词：**体系结构，面向对象技术，3D空间模型，关键技术

### 1 概述

随着信息科学技术的快速发展以及社会经济发展的稳步前进，信息技术逐步广泛应用于社会的不同领域，信息化与网络化成为各行业数字化的重要基础手段，在企业应用中起到十分重要的作用。与现代化技术先进国家比较，我国煤矿企业信息化基础设施相对落后，煤矿管理过于粗放，煤矿生产各部门的系统开发相对孤立，没有形成统一的信息化标准体系和共享机制，再加之煤矿生产信息本身的灰色性和动态性，导致了煤矿企业信息化与网络化工作的相对滞后。近年来，煤矿数字化和信息化有了长足的发展，信息技术正以其广泛的渗透性和无与伦比的先进性与传统产业相结合，信息化已成为改造传统煤矿产业的助力器。

煤矿地质测量资料是一种活跃的、动态变化的、与空间位置密切相关的信息，而且具有一定的不确定性。煤矿地质测量工作是煤矿生产最基础和最重要的工作之一，对煤矿的安全生产和煤矿生产能力具有重要的影响。随着煤矿生产过程的推进，煤矿地质测量资料的积累逐步丰富，人们对煤矿开采地质条件的认识也由灰变白。因此，采用人工检索、分析和处理地质测量信息资料难以满足煤矿现代化生产与技术管理的需要，尤其是为了准确预防和快速处理矿井重大灾害事故，及时提供采矿设计与经营决策的基础数据，更有必要利用计算机和网络技术来实现煤矿地质测量数据的自动化管理、地质测量专业各种基础图件的自动生成以及对井下突发事件的快速、准确地进行分析与决策[1]。

### 2 煤矿地质测量网络管理系统的体系结构

根据煤矿地质测量部门的实际要求和作业流程，煤矿地质测量网络管理系统是以煤矿地质测量采掘空间数据库为基础，在网络环境中实现各专业部门用户对数据的获取、更新、数据的处理与存储、信息的提取与分析，同时建立相应专业的应用模型库和图形库。从图1可以看出，一个典型的煤矿地质测量网络管理系统应满足用户3个层次的需要。第一个层次是以煤矿地质测量基础数据为中心，实现数据的录入、修改、查询、处理与汇总，形成煤矿生产所需的专业成果图件和统计表格；第二个层次是在网络环境下实现煤矿地质测量数据的Web查询与浏览，为其它专业应用软件提供开放数据接口；第三个层次是在原始资料的积累及成果图件编制的基础上为煤矿的安全生产提供智能化的辅助决策依据。

### 安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

[更多>>](#)

### 专家答疑

- ◆ 主巷道的风力
- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题
- ◆ 抽出式局部风机的用途

[更多>>](#)

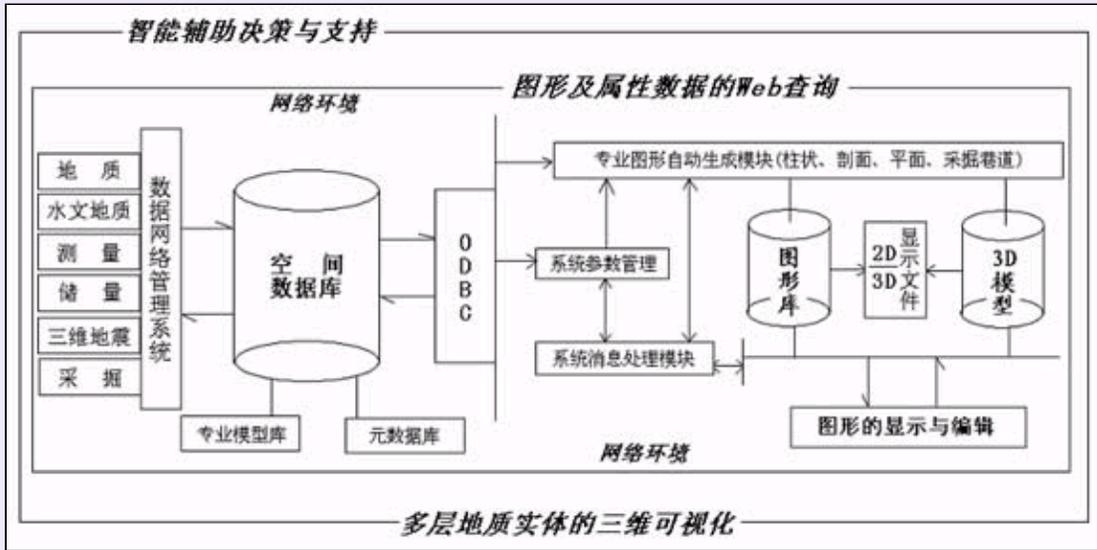


图1 系统结构示意图

### 3 数据网络管理系统

一个矿务局（集团公司）一般包括多个煤矿，由于地域的分布特征，有相当部分资料存在共性。在同一生产矿井，不同专业之间的数据也存在内在的联系。因此，开发基于网络管理的应用系统将有助于实现数据的一次输入、完全共享，使煤矿专业应用与全局服务相一致。

Intranet内联网的出现给实用化的企业网络系统构建带来了巨大活力。采用全新的Intranet技术，可以实现信息的完全共享，从而实现企业信息管理的网络化、快速化。煤矿地测工作直接关系到煤矿生产的安全管理。实现地测数据与成果图件的实时网络管理与远程查询是煤矿企业领导监督管理的重要手段。

目前煤矿所采用的地测信息系统的数据库大多采用桌面数据库。而桌面数据库的缺点是资料的独立性太强，共享困难。这就造成了各个煤矿“各自为政”，矿务局的统一管理非常困难；达不到资源共享的目的，同时还增加了冗余数据；信息的传递速度也慢，统计、汇总麻烦，造成大量人力、物力、财力的浪费。采用客户端/服务器（C/S）与浏览器/服务器（B/S）相结合的二级管理模式可以很好的满足局矿两级网络化管理的需要。也就是说，针对地测专业的技术人员，他们通过C-S模式操作基础数据，完成地测部门日常工作对数据的动态修改与维护，而对矿级或局级的领导，他们通过B-S模式来访问基础数据库中的数据，查询关心的信息，指导现场生产。

基础数据网络管理系统涉及了地质、测量、水文地质、储量、采掘、三维地震等基础资料，其作用主要在3个方面：其一是要满足用户录入、查询、修改、统计分析及编制报表的需要；其二要为专业制图系统准备必要的基础数据，以完成煤矿常用基础图件的计算机绘制；其三是对现有资料的深层次利用。一是提高资料利用的深度和广度，通过改进现有方法与手段，开发新的方法和手段，提高资料自身的利用水平，挖掘其潜在的信息资源。二是综合利用，将多源信息组合、叠加以获取新的信息，通过对比、分析，动态交互不断提高认识水平，从而实现对地质资料认识的由灰变白。

从信息获取的角度，煤矿地质测量网络管理信息的获取手段越来越丰富。从以往单一的钻探手段发展为集遥感、数字摄影、GPS（全球定位系统），以及三维地震勘探和其它地面物探、矿井物探等手段为一体的立体勘探模式。在数据内容上则以煤矿地质、水文地质、测量、采掘信息为基础，更多地融入地面物探（如地震、瞬变电磁勘探）、矿井物探（如槽波、坑透、瑞雷波勘探），测井及其它地压、瓦斯资料等多源地质信息。在表现形式上，更多地呈现出集图、文、声、像为一体的多媒体特征。

在数据组织上一般通过以下三种途径来实现基础数据的采集：

## ①建立煤矿地质、测量、采掘等多源基础数据库

煤矿生产是一个动态、活跃的过程，在生产过程中会揭露大量的实测资料，通过数据库来对其进行管理是一种理想的选择。在内容上至少应包含矿井地质、测量、水文地质、储量、采掘等基本信息。在功能上应满足用户对这些基础数据录入、查询、修改及统计、报表的需要，并且要为计算机成图系统提供数据接口。为满足局矿两级网络化管理的需要，一般选用中、大型关系数据库作为数据库基础平台，如：Oracle7、Sybase、Db2、SqlSever2000等，前台操作界面则可选用Dephi、Vb、PowerBuild等开发。

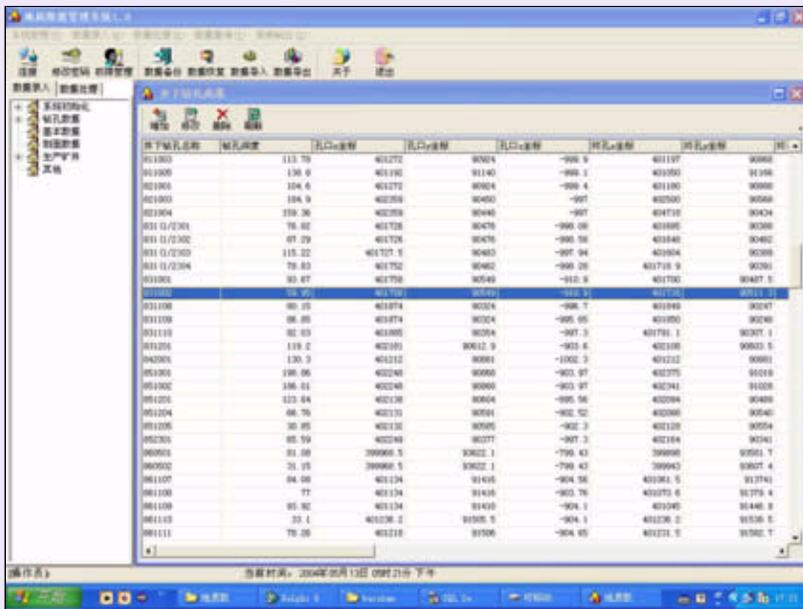


图2 地质数据库录入界面

## ②从现有煤矿生产专业图件上获取数据

很多生产矿井都已经开采了一定的年份，积累了一定的生产资料和大量的生产图件。由于图件的编制除却基础资料以外，还受到专业认识的影响。已有的经过积累、修改所形成的现阶段的成果图件很难通过不太完善的资料来自动生成，因此，从现有煤矿生产专业图件上获取数据就成了一项重要的途径。

### I 手扶跟踪数字化

将专业图件平放在数字化仪的台面上，用一个带有十字丝的游标，手扶跟踪等高线或其它地物符号，按等距离间隔的数据流模式记录平面坐标。按这种方式获取的向量形式的的数据在计算机中比较容易处理；缺点是速度慢、人工劳动强度大。

### II 扫描数字化

利用平台式扫描仪或滚筒式扫描仪将专业图件扫描得到栅格形式的地图数据，然后利用矢量化软件将栅格数据转换成矢量数据。



图3 基础数据远程管理界面

数字化后的图形通过地质测量专业GIS平台对其赋予相关属性。

### ③通过其他通用软件接口获取数据

在煤矿地质测量专业软件出现以前，很多煤矿生产单位已经在一些通用软件（如AutoCAD、MapGis、MapInfo等）上编制了大量的专业图件，也积累了相应的数据。因此，一个专业的煤矿地质测量空间信息系统必须具备与其他通用软件的接口，通过接口直接获取图形及属性数据。

## 4 煤矿地质测量专用GIS平台MsGis3.0

### 4.1 煤矿地质测量专业GIS平台的设计

面向对象的软件开发方法OMT (Object Modeling Technique) 以面向对象的思想为基础，通过对问题进行抽象，构造出一组相关的模型，从而能全面地捕捉问题空间的信息[2]。图形数据库或图形文件可以看作是对专业数据模型进行描述的一套数据结构，它包含了一系列的对象、作用于对象的操作以及定义操作实施的规则。在煤矿地质测量专业GIS平台的设计中，层次结构的图形数据结构设计是一种理想的选择，它不仅描述方便，而且便于管理。图形数据结构中的每一个对象都由其成员数据和作用于成员数据的操作所组成，面向对象技术和Windows的消息驱动结构使得软件开发有了一个根本性的飞跃。通过对象的封装性和继承性使得软件的模块化、稳定性、可操作性、可维护性以及代码的可重用性都大大地提高。

此外，作为一个专业的煤矿地质测量图形数据库还要充分考虑其专业性[3]，其中有：①成分特征：独特的点型、线形、岩石符号、以及专业对象的表现形式；②时代特征：地层时代的先后顺序；③空间特征：地层和地层之间，地层和构造之间以及构造与构造之间的空间拓扑关系；④动态特征：实体信息由灰变白，空间关系逐渐明朗。

### 4.2 煤矿地质测量专业图形的自动生成

在煤矿的勘探、开采设计及生产过程中，地质和测量图件是设计、生产的基础资料和依据，是地测工作最终成果的重要组成部分和形象化的表现形式。常用的图件主要包括：柱状类：钻孔柱状图、综合柱状图、煤层小柱状、煤岩层对比图；剖面类：地质剖面图、采区剖面图、巷道素描图；平面类：煤层底板等高线与储量计算图，各类等值线图，三下压煤图，水平切面图，采掘工程平面图，井上下对照图、通风系统图、排水系统图、井下避灾线路图、采区布置图、采掘衔接计划图、工作面循环图表等。煤矿地质测量常用图件绘制的自动化程度、信息更新的动态编辑能力以及图件之间信息的共享程度是衡量一个专业Gis平台优劣的一个主要标志。

#### 4.2.1柱状类图形的处理

柱状图是地质图件中最为规范化的一种。它是对区域地层或钻孔穿过地层的一种说明性描述。柱状图绘制的技术关键有三点：一是岩性符号柱状的绘制；二是地层系统与岩层的一些描述性文字处理；三是各栏之间的关系协调（缓冲线）。此外，还应考虑柱状图格式的自由定义，测井曲线的自动绘制等。

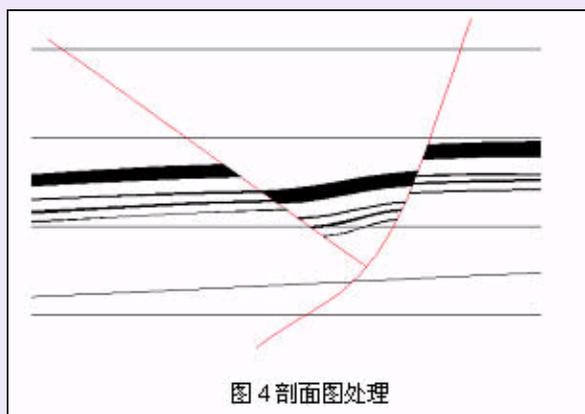
#### 4.2.2剖面类图形的处理

地质剖面图一般是沿勘探和主要石门方向切绘的，图形反映了该剖面上的煤层、标志层、地层界线、含水层的位置和构造形态以及与井巷之间的相互关系。它是分析研究矿区地质构造、编制其它综合地质图件、进行储量计算、采掘设计和布置生产勘探工程的基础资料，也是矿井地质工作的三大基本图件之一。

##### ①剖面基础数据的准备

一条剖面的绘制涉及到钻孔、巷道、断层、各种边界等基础数据。数据的获取一般有两种方式。其一是通过数据库来组织这些数据；其二是利用剖面线与煤矿地质测量空间数据体的相交关系来获取这些数据。

##### ②剖面处理技术



以离散的数据（钻孔和采矿数据）绘制地质剖面图，其难度主要是在绘制煤层、标志层和地层界线时，所绘制曲线在断层两盘，上、下层位之间的形态应该协调。即通常所说的剖面断层处理和地层形态协调。

以下简单介绍其实现步骤。

第一步：处理断层间的相对关系，对剖面断层作必要的延伸与扩展以形成剖面处理所需的扩充断层数据。

第二步：根据断层的初始或上次求得的平错与落差，恢复地层连续。

第三步：地层扩展。

第四步：求每一地层被每一条断层切错的平错与落差；求每一地层与每一条断层的交点。

第五步：重复1-4步，直至求每一地层对每一条断层切错的平错与落差满足地得到。

第六步：输出。

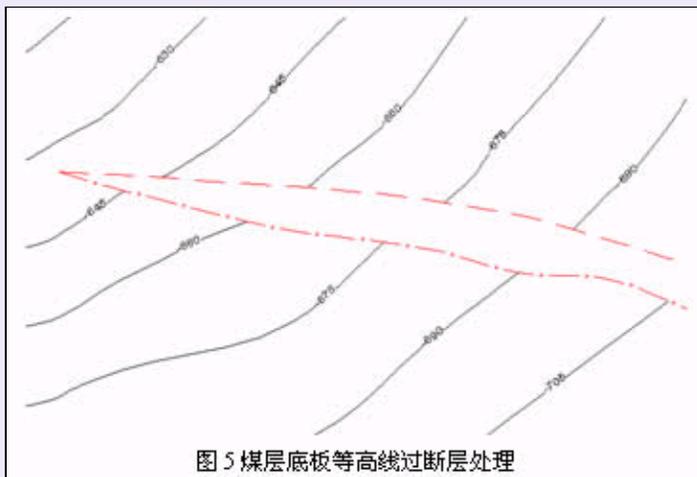
#### 4.2.3平面类图形的处理

平面图所包含的内容很多，如一些点状标志（工程点、钻孔标志、地物，……），区域边界、等值线、文字标注等等，一般通过组合的方式，绘制图框、钻孔标志、煤层小柱状、各类等值线、储量计算块段、各类边界曲线和采掘工程等内容。

在平面类图形的处理过程中，需要研究解决这样一些关键技术：复杂地质条件下（包括大量正逆断层）TIN的自动生成、平面与剖面的自动对应与动态修改、任意剖面、平面图上储量与损失量的自动计算、采掘工程平面图上巷道的自动延伸与巷道空间交叉关系的自动处理等。其中，复杂地质条件下（包括大量正逆断层）TIN的自动生成又是煤层底板等高线绘制的基础，也是工作量最大的一个方面。

Cline 和 Renka（1990）提出了一种约束Delaunay三角形剖分方法，这种方法首先将点按无约束Delaunay方法进行剖分。然后将所需的边加进去，形成对这种结构进行描述的数据矩阵[4]。

实际计算时，有如下算法：



- ①找到所有与要求的连接线相矛盾的三角形，将其中的内边去掉，构成一个多边形；
- ②将所要求的连接线加入到该多边形内；
- ③按照所对的顶点内角最大的原则，继续形成剩余的三角形边。

#### 4.2.4 煤矿地质测量3D模型的构建

煤矿地质测量3D模型的构建与可视化将大大提高煤矿工作人员对煤矿生产各个环节的直观认识。但是由于数据采集的难度以及生成算法的复杂性，基于数字化矿山全景式真三维建模与显示为目的3D软件的开发尚处在摸索之中。目前，许多煤炭行业的地学工作者将工作的重点放在多煤层地质实体及井巷工程的3D建模与可视化研究方面。

多煤层地质实体及井巷工程的3D模型可以由点、线、面、体来构建。对离散点的强约束Delaunay三角形剖分，可看作3D表面建模的基础，通过对某一煤层顶、底板的Delaunay三角形剖分来实现类三棱柱法[5]对体模型的描述（具体实现过程将另文阐述）。

### 5、开发应用实例

MSGIS3.0是由煤炭科学研究总院西安分院最新研制的煤矿地质测量空间信息网络管理系统。它是在基于上述理论与框架体系上开发的专业应用系统（文中所附图4-5均由该系统生成）。主要由地质测量基础数据网络管理系统、煤矿地质测量专业GIS平台、煤矿地质测量3D建模系统以及地质测量图形与数据的远程管理系统等几部分组成。该系统实现了煤矿生产过程中从地质测量原始数据的采集、计算、统计、制图、分析到各类地质测量资料的网络化远程管理，能满足用户从勘探、生产到辅助开采设计的实际需要，在全国四十多对生产矿井和煤田地质队得到了较好的推广使用。

参考文献:

[1]姜在炳. 煤矿地质测量信息系统(MSGIS2.5)[J] 煤田地质与勘探,2003,31(5):4-5

[2]李强 贾云霞. Visual C++ 项目开发与实践[M],北京:中国铁道出版社,2003,6-16

[3]萨贤春、姜在炳、孙涛等. 煤矿地测信息系统(MSGIS)[J],地质论评,2000,46(增刊):150-154

[4]孟小红,王卫民等著. 地质模型计算机辅助设计原理与应用[M],北京:地质出版社,2001,18-25

[5]齐安文、吴立新、李冰等. 一种新的三维地学空间构模方法—类三棱柱法[J],煤炭学报,2002,27(2):158-163

[版权声明](#) [商铺介绍](#) [理事会章程](#) [广告招商](#) [CCTE网站联盟](#) [友情链接](#) [帮助中心](#)

主办单位:煤矿与煤炭城市发展工作委员会

协办单位:北京嘉诚禾力广告有限公司

联系地址:北京市海淀区恩济庄18号院4号楼 邮政编码:100036

电话:010-88124838 88127046 传真:010-88127046

E-mail:master@mtsbxxn.com mtsbxxn@163.com

网站备案号:京ICP备05035317号

