

煤矿水害多源信息预测方法研究

崔三元, 崔若飞

(中国矿业大学, 江苏 徐州 221008)

摘要: 基于 MAPGIS 平台, 用 Visual C++ 对其进行二次开发, 研制了煤矿水害多源信息预测系统。通过对地震、电法、水文地质等多源数据进行处理后, 在 MAPGIS 系统下进行成图、配准和空间定量分析, 建立了预测模型。用该系统对煤矿实际资料进行了处理, 结果表明其预测结果较传统方法更为准确。

关键词: MAPGIS; 多源信息; 空间定量分析; 煤矿水害预测

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2005)06-0557-04

煤矿水害是煤炭生产中长期存在的一个严重问题。煤层顶、底板突水是一种受许多因素控制的动态现象, 主要因素有顶、底板承压含水层、隔水层厚度与隔水能力, 地质构造, 采矿活动等; 因此, 为矿井防治水提供水文地质依据, 对可能突水区进行预报, 是当前煤矿生产中亟待解决的重要课题。受多种因素影响的煤矿水害预测, 涉及到大量的空间数据及属性数据, 用一般手段难以处理分析, 而地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 刚好能处理这种大量的、空间的、有属性的数据, 而且可方便地生成各种专题图件。传统预测方法是人工绘制各种专题图件 (仅考虑单一因素), 然后经专业人员定性分析后编制预测图件, 确定突水靶区, 其特点是花费大量人力、物力及时间, 而预测精度很低^[1]。单一因素预测不符合客观规律, 利用多因素进行综合分析则更科学、更准确。随着科学的进步, 从 20 世纪 80 年代起, 各种地球物理勘探方法在煤矿生产中得到了广泛应用, 同时, 管理和研究空间数据的 GIS 技术飞速发展, 使得多源信息的处理、成图及空间分析变得可行。这些使煤矿水害预测方法产生了根本变化, 其特点是由单因素分析变为多因素分析, 由静态分析变为动态分析, 由定性分析变为定量分析。

1 多源信息与 GIS 简介

煤矿开采之前, 必须确定地下煤系地层及主要可采煤层的地质构造和水文地质情况, 以达到安全、高效生产。现行的勘探方法包括钻探、地震、电法等, 通过这些手段可以得到具有各自特点的各种

地质资料。处理这些资料, 并且从中提取出对分析煤矿水害有用的信息即为多源信息。GIS 又称为“地学信息系统”或“资源与环境信息系统”, 它在计算机硬、软件支持下, 对整个或部分地球表层空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述。MAPGIS 是国产的 GIS 软件, 提供完整的二次开发函数库^①, 其结构如图 1 所示。用户完全可以在 MAPGIS 平台上开发面向各自领域的应用系统。VC++ 开发环境汇集了 Microsoft 公司技术精华, 采用面向对象技术, 进行可视化编程及图形用户界面, 所以很受欢迎^[2]。煤矿水害多源信息预测系统是在 MAPGIS 平台上用 VC++ 进行二次开发而成的。

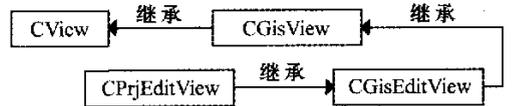


图 1 MAPGIS 二次开发类库结构

2 系统设计思路

地震、电法与水文地质等多源数据格式进行处理、成图、配准, 经空间分析, 建立模型并作实际预测, 流程见图 2。

3 数据准备

3.1 数据来源

煤矿水害预测所用到的数据涉及到所有有关突水因素的各种数据, 包括三维地震数据体 (从中可以

① MAPGIS 地理信息系统开发手册. 武汉中地公司. 2004.

收稿日期: 2005-06-20

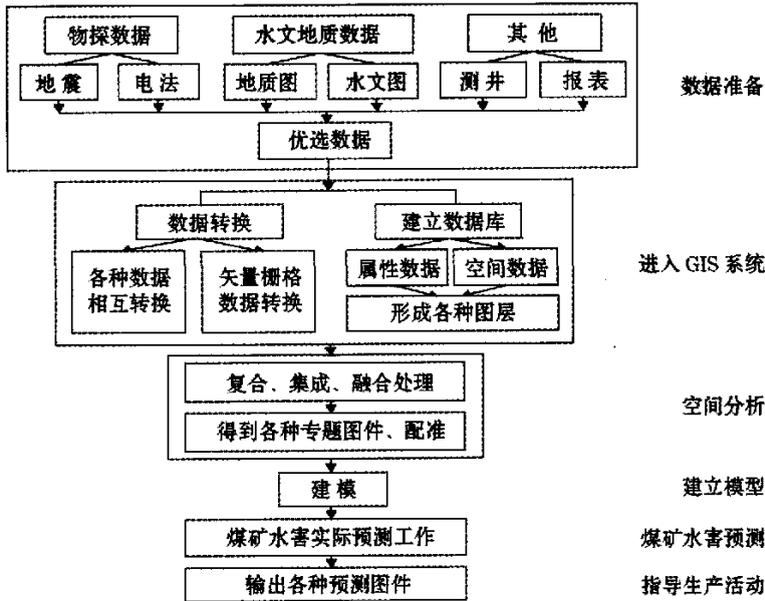


图2 系统设计流程

提取许多有关构造、岩性的属性参数),利用地震勘探得到的各种构造图件,电法勘探得到的断面图及水平视电阻率图件,各已知突水点的水量、位置、水压等资料,同时还有通过各工程钻孔得到的包含工区岩性的柱状图等。

3.2 数据预处理

面对大量的、格式不同的、复杂的空间与属性数据,要做好预处理及输入 GIS 系统,是一项繁琐而费时的工作。进入 GIS 系统之前必须对各种数据进行格式处理,统一后才能进入 GIS 系统进行配准、空间分析、建立模型等工作。

煤矿水害多源信息预测系统可以对各种数据进行预处理,包括纸质图件、文本文件、各种矢量化软件(如 AutoCAD 和 Surfer)等生成的图件等。

对于纸质载体图形,可首先经扫描,形成图像文件,如 TIF 格式,再在本系统下进行矢量化,存成 MAPGIS 内部格式的点、线、面文件。

文本数据可以来自多方面,包括各钻孔的资料、从三维地震数据体中提取的属性参数等。地震属性包括振幅、相位、频率等,它们对裂隙、断层及岩性都有很好的反映,在定量分析中起很大作用。本系统可将文本数据生成 MAPGIS 明码文件,再转成点、线、面文件。

对于各种矢量化软件生成的图件,如(电法勘探得到的)视电阻率等值线图、(地震勘探所得到的)煤层底板等高线图已经是图形文件,可以由系统直接将其转化成 MAPGIS 的内部文件。

3.3 MAPGIS 的数据库及空间数据与属性数据

数据是用以载荷信息的载体,可以是记录下来的某种可以识别的物理符号。数据的具体形式多种多样,如文本、图像、声音等都可以归入数据的范畴。MAPGIS 数据库管理分为网络数据库、地图库、属性库和影像库管理,常用的为地图库和属性库,这是为了更好地管理、存储及查询而设的,这些库都是在做好各类大量图件后再建立。通常只需要用工程文件管理多个文件,在每个文件中将空间的图形与属性相联系就可以了,其内部的复杂实现是 MAPGIS 系统完成,二次开发者不需要深入研究。在地理信息系统中,按照其基本特征数据可分为空间特征数据、时间属性数据和专题属性数据(图 3)。

(1)空间特征(定位数据),表示现象的空间位置或现在所处的地理位置。空间特征又称为几何特征或定位特征,一般以坐标数据表示,例如笛卡尔坐标等。

(2)属性特征(非定位数据),表示实际特征,例如级别、数量特征和名称等。

(3)时间特征(时间尺度),表示现象或物体随时间的变化,其变化的周期有超短期的、短期的、中期的、长期的等。

对于空间数据生成的图形来说,在 MAPGIS 每一图元都有其属性结构。如在线文件中有线的 ID 号、长度及用户编辑的高属性字段,所有的属性值都可以根据具体情况与需要而改变。图 4 即为同一图幅中各图元的图形与属性的显示,这样可以很方便

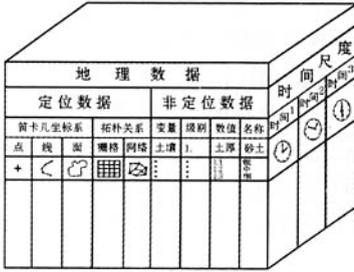


图3 地理数据的基本特性

地对各空间图元准确编辑其属性。

4 煤矿水害的定量化分析

4.1 煤矿突水的受控因素及其量化依据

煤矿水害是一种受多种因素影响的动态现象,主要可从3个方面考虑:一是煤矿水害的来源,也就是水是从哪里来的?二是煤矿突水的途径,也就是水从什么路径进入煤矿的?三是煤矿突水的力源,也就是迫使突水发生的动力。就以上3个问题,可以从地震、电法和水文等含有各自特点的多源数据中进行研究分析。

受控因素在各种数据中量化的依据是从问题发生的主要方面来着手考虑的。现有的、可以得到的物探方面有用的数据,包括地震、电法和相关水文等多源数据,它们都可以从具有各自特点的数据来对煤矿水害在不同程度上加以反映,所以,对它们进行定量化分析来研究煤矿水害是科学的、正确的。

4.2 受控因素在各种数据中的量化分析

表1列出了各种数据(仅指可得到的)的定量化分析方法。

(1)地震数据的量化 煤矿突水的途径包括裂隙、断层、陷落柱等构造,特别是断层的影响很大。利用煤田三维地震资料可以查明煤层的起伏形态和

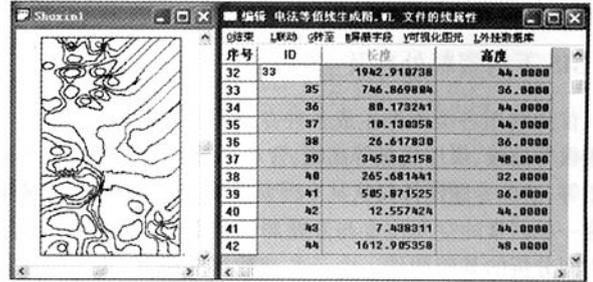


图4 图形与属性的显示

构造,所以要地震解释成果进行量化。对于断层,要考虑其落差和解释精度及断层延展长度。煤田地震勘探中,断层解释分为可靠、较可靠和供参考3种类型,隶属度值分别为1、0.8和0.6,正常区域的隶属度值为0。同理,可以对断层落差及延展长度进行量化。从三维地震数据体中提取各种属性参数^[3],主要研究煤层顶、底板的裂隙发育程度,定量化分析突水途径。

(2)水文地质数据的量化 如果煤层距含水层较近,二者之间的距离就是一个突水影响因素,将其量化即把距离变成突水隶属度(可能性)值。根据区域水文地质条件设定突水上下界限值,假如分别为100 m与10 m;煤层与含水层距离若大于100 m,隶属度值为0,即不会突水;二者距离如小于10 m,隶属度值为1,即肯定受突水影响;二者距离介于100 m与10 m之间,隶属度值为0~1,即突水影响随距离增加而减小。含水层厚度和隔水层厚度及其他水文数据,如水压(如果可得到),也可以利用上述方法将它们转变为突水隶属度值。

(3)电法数据的量化 对视电阻率平面图进行量化处理,根据区域地电条件,确定分类范围,将视电阻率值转变成突水隶属度值。

以上分析,是针对已知数据而言,如果能得到更

表1 数据定量化分析方法

地震	构造	根据工区实际情况,定出各项指标突水分类界限值,如断层落差值分别为30、15、5 m;断层可靠程度为可靠、较可靠、一般、其他	断层落差/m	≥30	>15 ~ <30	>5 ~ 15	≤5
			突水隶属度	1	0.9	0.8	0.6
地震参数	找出各参数的断层数据和正常数据,算出正常值与断层值,然后经系统的模糊综合评判法,确定各参数权重(0~1),计算地震属性最终隶属度值(0~1)	断层可靠程度	可靠	较可靠	一般	其他	
		突水隶属度	1	0.8	0.6	0	
电法	根据工区实际情况,定出突水分类界限值,如视电阻率的界值分别为20、30、40、50、60、70 Ω·m	$\rho_s / (\Omega \cdot m)$	>20 ~ 30	>30 ~ 40	>40 ~ 50	>50 ~ 60	>60 ~ 70
		中值	25	35	45	55	65
		归一化	0	0.25	0.5	0.75	1
		最后值	1	0.75	0.5	0.25	0
水文地质	根据工区实际情况,找出各含水层与日的煤层距离及隔水层厚度的突水上下界限值,如前者为100、30 m,后者为50、20 m,含水层厚度的突水界限值为50、5 m	含水层与煤层距离/m	≥100	>30 ~ <100	≤30		
		突水隶属度	0	0~1	1		
		含水层厚度/m	≥50	>5 ~ <50	≤5		
		突水隶属度	1	1~0	0		
		隔水层厚度/m	≥50	>20 ~ <50	≤20		
		突水隶属度	0	0~1	0		

多数据,分析方法相似。

5 GIS 下的资料处理及空间分析

首先利用各类数据生成各种专题图件,如新生界底板等高线、煤层底板等高线、含水层视电阻率平面图等;这些专题图件仅从某个因素出发,表示区域的这一单因素的空间位置与专题属性的关系,它们是空间分析的基础图件。由于各类数据的格式、比例尺、地图单位、图幅范围不同,各参数也不统一,所以必须首先进行处理与配准,统一地图坐标系和比例尺,使地图规范化、标准化。所有来源的数据最终

生成具有各自属性的区文件,以便进行后面的空间分析。属性编辑操作简单、直观(图5),同样,对于点、线文件也有类似操作。

用具有实际工区坐标的空间数据点与各区文件进行点对区相交空间分析,使各点具有各区文件的属性特性。图6为点对区空间分析的属性值变化,标志码为1和2的两点与标志码为1的区相交,使其有了区的b属性;这些属性数据可以由系统导出,然后建立适当的预测模型,对实际某区的资料进行预测,由此生成不同危险程度的突水预测成果图件,用以指导生产。

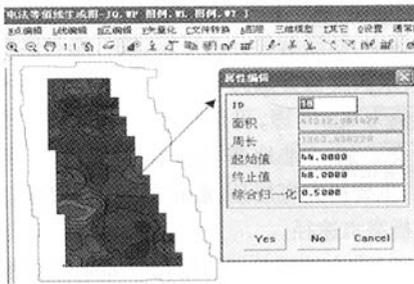


图5 区文件的属性编辑

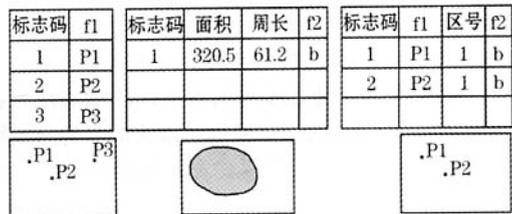


图6 点对区空间分析

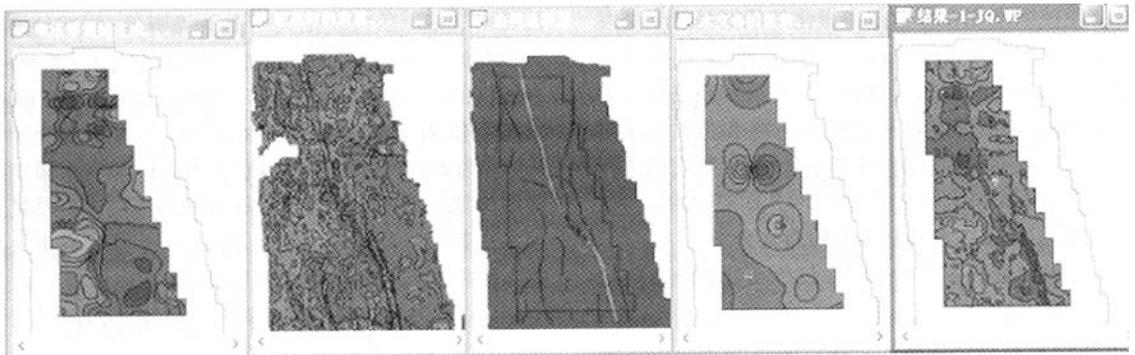


图7 预测成果

6 实际资料处理

本次研究用某煤矿的实际资料,图7前4张从左自右分别为由电法、属性、构造、水文单因素数据得到的突水隶属度平面图,最后一张图是综合它们所得到的最终预测成果。经煤矿生产实际验证,其预测结果较传统方法的更为准确。

7 结论

基于 MAPGIS 平台,用 Visual C++ 进行二次开发,研制了煤矿水害多源信息预测系统。在前人研究的基础上,首次提出把地震、电法、构造地质、水文地质等多元信息利用 GIS 进行融合、配准、定量化分

析,在煤矿水害预测上尽量做到更科学、更准确,为煤矿生产的水害预测与防治措施提供技术支撑。

当然本系统还有很多不足方面,需要在实践中不断完善和进一步提高,这样才能在煤矿生产中发挥更重要的作用。

参考文献:

- [1] 张大顺,郑世书,孙亚军,等.地理信息系统技术及其在煤矿水害预测中的应用[M].徐州:中国矿业大学出版社,1994.
- [2] Kruglinski D J.VC++ 6.0 技术内幕[M].北京:希望电子出版社,1999.
- [3] 崔岩飞.地震资料矿并构造解释方法及其应用[M].北京:煤炭工业出版社,1997.

THE REALIZATION OF THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF SEISMIC HORIZON ON THE BASIS OF JAVA-X3D

QIAN Rong-yi, TANG Ke-xue

(*China University of Geoscience, Beijing 100083, China*)

Abstract: The technology of three-dimensional visualization is very useful in that it can provide three-dimensional image which contains the information of structures and stratigraphic characteristics. The authors attempt to achieve the three-dimensional visualization of seismic horizon based on Java-X3D. Compared with the conventional methods, this technology has advantages of stepping platforms, real-time character, distribution feature, and the power of interaction. It can satisfy the demand of three-dimensional visualization of highly complicated calculation in the network environment. In this paper, the authors employ the bend surface using the coordinate of the horizon based on X3D, and apply the function of viewpoint switch.

Key words: seismic horizon; visualization; Java-X3D

作者简介: 钱荣毅(1971 -),男,副教授,在读博士,1993年中国地质大学(北京)应用地球物理系毕业,现主要从事地震勘探和工程地球物理的教学与科研工作,公开发表学术论文数篇。

上接 560 页

A STUDY OF THE MULTI-SOURCE INFORMATION FORECAST METHOD FOR COAL MINE WATER DISASTER

CUI San-yuan, CUI Ruo-fei

(*China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China*)

Abstract: On the basis of the MAPGIS platform, a multi-source information forecast system for coal mine water disaster has been developed and written with VC++ language. Multi-source data, including seismic, electrical and hydrological data, are processed. Special maps, registration and spatial quantitative analyses are made in the MAPGIS system. A forecast model is constructed. Using the system, the authors processed the actual data in some coal mines and, as a result, obtained more accurate forecasting results.

Key words: MAPGIS; multi-source information; spatial quantitative analysis; forecast of water disaster in coal mine

作者简介: 崔三元(1978 -),男,陕西杨凌人,中国矿业大学硕士研究生,从事煤田地球物理勘探及 GIS 开发的研究工作。