

文章编号:1673-9468(2008)04-0082-04

## 矿井水文地质信息系统的设计与实现

张颖<sup>1</sup>,刘惠德<sup>1</sup>,侯旭辉<sup>1</sup>,赵新卓<sup>1</sup>,贾向新<sup>2</sup>

(1.河北工程大学资源学院,河北邯郸 056038;2.河北省建设勘察研究院有限公司,河北石家庄 050031)

**摘要:**运用地理信息系统技术,设计开发了矿井水文地质信息系统。系统采用 ArcGIS Engine 平台,将 ArcGIS Engine 技术、组建式开发技术、数据库技术和相应的编程语言进行集成。实现了矿井水文地质中数据的管理、数据的空间分析和结果的预测分析等功能,对指导矿井生产和矿井灾害的防治具有十分重要的意义。

**关键词:**ArcGIS Engine;空间分析;预测分析

中图分类号:P5

文献标识码:A

### Researches on spatial analysis and forecast of mine hydrogeology based on ArcGIS Engine

ZHANG Ying<sup>1</sup>, LIU Hui-de<sup>1</sup>, HOU Xu-hui<sup>1</sup>, ZHAO Xin-zhuo<sup>1</sup>, JIA Xiang-xin<sup>2</sup>

(1. College of Natural Resource, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. Hebei Province Constructs of Reconnaissance Research Institute Ltd., Shijiazhuang 050031, China)

**Abstract:** Mine hydrological geology is developed by using the technology of the geography information system. The ArcGIS Engine technology is used under this kind of situation which integrated the technology of ArcGIS Engine, the technology of COM, the technology of database and the corresponding programming language. It realized the function of the management of the data, the spatial analysis of the data and the forecast of the result. It has the important meaning to guide the mine production and the prevention of the mine disastrous.

**Key words:** ArcGIS Engine; spatial analysis forecast; forecast analysis

矿井水文地质工程是矿山生产中直接影响煤矿安全、投资巨大的一项浩大工程。它不仅是长期的矿井建设工程,而且是非常复杂的系统工程,涉及多学科多领域。矿井水文地质不仅是对生产结构的合理调整,也是矿产资源在经济建设和维护之间的重新配置<sup>[1]</sup>。多年来,我国在矿井水文地质基础理论、应用技术、配套政策等方面取得了显著的成果,相关研究单位对矿井水文地质系统管理平台进行了研究和开发,取得了很大的成果。但是在水害评价预测方面还存在欠缺<sup>[2]</sup>。因此,至今仍没有建立起一套专门针对矿井水文地质决策层和使用层,提供全套、完善的矿井水文地质的空间分析及预测系统。

本文针对矿井水文地质的关键问题,保证水

文地质数据的有效利用,监测矿井水文地质的实地情况,有效指导矿井水文地质,为矿井的综合治理开发、经济建设、及可持续发展提供重要科技保障。

### 1 系统目标

系统将矿井水文地质离散的数据库和信息资源以地理信息系统为基础平台进行综合处理和应用,实现多层次、多方位直观地显示相关数据、空间分析及预测功能,建立一个规范标准的地理信息系统;实现矿井水文地质的数据管理、查询、空间分析及预测的综合信息系统,达到矿井水文地质的数字化管理。

收稿日期:2008-06-26

作者简介:张颖(1983-),女,河北秦皇岛人,硕士研究生,从事地理信息系统、矿井水文地质研究。

### 2 系统体系结构介绍

系统结合地理信息系统技术,利用 Arc Engine 嵌入式的地理信息系统(GIS)组件和 Microsoft Visual Studio.NET 2005 的 C# .NET 编程语言建立矿井水文地质的空间分析及预测模型。空间分析和预测模型是在空间数据基础上建立起来的,是分析型和辅助决策型 GIS 区别于管理型 GIS 的一个重要特征,是空间数据综合分析和应用的主要实现手段,是联系 GIS 应用系统与专业领域的纽带<sup>[3]</sup>。本系统结合现有的水文地质数据,从数据的准备、水文地质模型的构建、信息管理、空间信息查询、空间分析等方面进行了分析研究,构建矿山水文地质的空间分析及预测模型,实现对矿区水文地质的数字化管理。

基于 ArcGIS Engine 的矿井水文地质空间分析及预测系统研究的总体框架如图 1 所示。

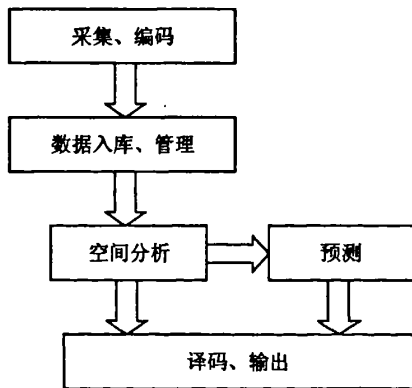


图1 空间分析和预测系统的总体框架

Fig.1 The overall frame of the the spatial analysis and the predict analysis of the mine hydrological geology

首先采集各种矿井水文地质数据,经过编码录入数据库,满足管理数据的需要。利用建立起的矿井水文地质数据库实现空间分析功能,并在空间分析的基础上预测矿井涌水量。空间分析和预测的结果可以分别译码、输出。构建的总体框架有效的满足了矿井水文地质信息管理的需求,适应矿井水文地质信息管理的办公流程,提高矿井管理的自动化程度,系统在功能上做到了齐全、简便。

### 3 系统数据结构介绍

矿井水文地质数据来源包括:既有的以图纸和成果表的形式保存的数据;外业测绘采集的数据;钻孔原始资料(钻孔基本资料、钻孔综合确定资料等);其它系统或数据格式的数据。利用 ArcGIS Engine 的相应模块把这些数据存入空间数据库,空间数据库主要用于存储、管理环境和地质灾害的空间信息和属性信息<sup>[4]</sup>。上述各种形式的数据入库流程一般如图 2 所示。

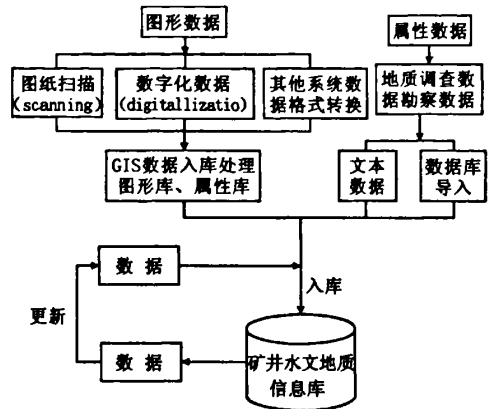


图2 数据入库流程图

Fig.2 The flow process diagram of the data entry

系统主要通过外业采集和矢量化现有的纸质地图(即地图数字化)获取空间数据,现有的地形地质图中没有各种水文地质钻孔、抽水试验、漏(涌)水、水质、矿井突水点、新生界地层等厚线、含(隔)水层露头线等更为详细的图层,需要通过矢量化这些参数的纸质资料来获得。

### 4 系统开发

#### 4.1 系统开发工具

强大的空间分析功能是 ArcGIS 9 的特点与核心之一。无论是栅格数据还是矢量数据,低维的点、线、面对象还是三维动态对象,都可以通过其空间分析功能得到较为理想的结果。空间分析模块是 ArcGIS 9 进行空间分析的主要模块,ArcGIS 9 的空间分析功能主要包括空间分析模块、3D 分析模块、地统计分析模块、网络分析模块、跟踪分析模块等。空间分析功能的实现,各模块具有各自

的特点和优势<sup>[5]</sup>。

系统用 ArcGIS Engine 9.1 来开发组件, ArcGIS Engine 为开发人员提供了新型改良工具, 以及新的配置选项和资源<sup>[6]</sup>。ArcGIS Engine 结合使用 COM, NET, Java 以及 C++ 等语言就构建出了跨平台应用软件。

#### 4.2 系统功能设计

系统的设计和建模采用系统软件工程的新设计思想, 严格地按照软件工程的开发步骤进行, 以 GIS 软件 ArcGIS Engine 为平台, 采用 ArcGIS Engine 9.1 的地理信息模块, 运用 SQL Server 2005 数据库管理系统, 开发工具采用 Microsoft Visual Studio .NET 2005 Visual C#.NET 语言编程完成。

根据模块之间联系的紧密程度, 可以分为空间数据输入、空间数据输出、空间数据管理、属性数据管理、基本分析、水文地质专题应用六个子系统, 每个模块完成各自不同的功能, 最终组合到一起形成一个整体。

根据具体需求, 每个功能模块应具有各自的功能, 具体分析如下:

1) 空间数据输入。包括文件的新建、打开、保存、导入、矿井水文地质资料的输入与编辑等。

2) 空间数据输出。包括文件的保存、备份数据库数据、导出数据及图件、格式转换、打印数据库数据等。

3) 空间数据管理。用户对输入或导入的数据进行复制、粘贴、取消、选择、修改、捕捉设置、属性编辑等基础功能, 还包括将输入的空间数据生成多种图形对象, 并对图形数据分层管理, 包括点、线、面、文本标注等的绘制、修改、删除; 以及图形数据的查询和分析。

4) 属性数据管理。包括图形属性数据的输入、输出, 属性数据转换成点数据、统一赋值、单字段运算、双字段运算、函数运算、控制查询等。

5) 查询功能。包括图形属性双向查询与地理对象的空间关系查询。前者是指地理信息系统既能根据地理对象的图形查询相应的属性信息, 又能按照属性信息的特点, 查询对应的地理目标。后者是指按照特定方式查询地理对象的空间关联关系与位置关系<sup>[7]</sup>。

6) 基本分析。通过对水文地质属性数据的多图层叠加(溶解、拼接、剪切、相交、联合、结合)、网络分析、缓冲区分析、栅格分析及三维分析, 借助

图形和属性数据资料, 对水文地质条件进行评价, 并得出预测数据。

7) 水文地质专题应用。专题地图是分析和表现数据的一种强有力的方式, 通过对数据图形化, 使数据形象的表现地图上, 可以清楚地看到数据在属性列表中或没有做专题地图时几乎不可能发现的模式和趋势。用户可以采用不同的专题图模板, 生成不同风格的专题图<sup>[8]</sup>。如在表示温度变化的专题地图中可以一目了然温度变化的趋势。因此对普通的数据做了专题图的渲染之后, 可以使数据变得更有说服力, 更形象, 更真实。通过制作出的水文地质专题图, 可以对水文地质数据进行管理, 分析它们的空间关系, 同时预测可能发生的灾害, 在此基础上建立基于 ArcGIS Engine 的矿井水文地质空间分析和预测模型。

#### 5 系统部分成果演示

本系统调用 ArcGIS Engine 的接口功能, 调用 esri3DAnalyst、esriArcCatalog、esriArcGlobe、esriArcMap、esriCarto、esriCatalog、esriDataSourcesGDB、esriDataSourcesOleDB、esriDataSourcesRaster、esriEditor、esriFramework、esriLocation、esriOutput、esriSystem、esriSystemUI 等动态链接库。位于地理信息应用包之下, 功能由该类库调用。

空间分析是系统的主要功能, 它特有的对地理信息(特别是隐含信息)的提取、表现和传输功能, 是地理信息系统区别于一般信息系统的主要功能特征。空间分析中的汇水量分析界面见图 3 所示。



图3 空间分析中汇水量分析界面

Fig. 3 The catchment quantity analysis chart of the spatial analyst

缓冲区分析是系统最重要的和最基本的空

间分析功能之一。缓冲区分析是指以点、线、面等实体为基础,自动建立其周围一定宽度范围内的多边形实体,从而实现空间数据在水平方向得以扩展的信息分析方法。例如,以巷道为中心,建立半径3m的缓冲区,分析拓宽3m的巷道会不会揭露断层,分析的结果如图4所示。

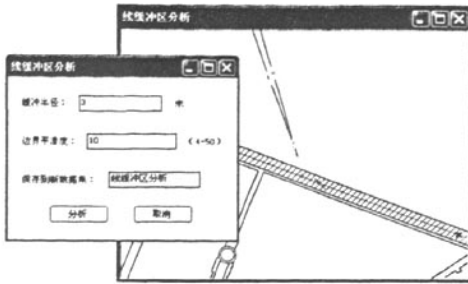


图4 线缓冲区分析

Fig. 4 Line buffering area analysis

在矿井涌水量预测系统中,预测的结果以柱状图的形式表现。微软为C#操作Excel提供了完备的接口,可以将预测数据从头生成统计图。矿井总排水量与充水含水层水位降深的关系预测通过Excel以柱状图的形式表现出来,如图5所示。

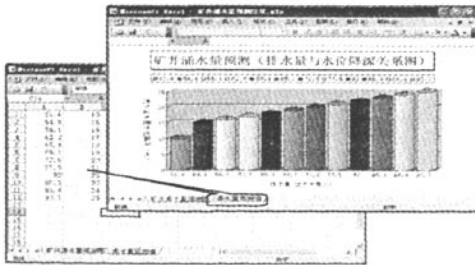


图5 矿井涌水量预测结果

Fig. 5 Result of the forecast for mine discharge

通过切换Excel下面的标签,来显示矿井涌水

量预测图和涌水量预测值。

## 6 结束语

地理信息系统应用于矿井水文地质领域是大势所趋,实践证明这种专业渗透与集成应用将会更加深入。专业地理信息系统的开发逐渐被组件化和面向对象的开发方式所取代,近年来成功推出的新一代GIS平台组件化的趋势越来越明显,越来越彻底,其优势在许多行业应用中已体现出来。

基于ArcGIS Engine的开发方法,将内容复杂,标准多样的矿井水文地质工程以项目的方式进行了科学的归类管理,成功地探索了矿井水文地质管理系统的研究方法,并对其他相关行业的信息系统开发建设起到一定的参考作用。

## 参考文献:

- [1] 努纳. 水文地质学引论[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2005.
- [2] 戚文云,刘惠德,郭向坤. 基于GIS的矿山水文地质信息管理系统研究[J]. 矿业快报,2007,(3):46-47.
- [3] 朱长青,史文忠. 空间分析建模与原理[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [4] 杨耀栋,谭海樵. 基于GIS构建数字城市地质环境管理平台[J]. 河北建筑科技学院学报,2005,22(1):68-69.
- [5] 汤国安,杨昕. ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [6] 崔铁军. 地理空间数据库原理[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [7] 戚文云,刘惠德,郭向坤. 基于WebGIS的邯郸市旅游信息系统研究与开发[J]. 河北工程大学学报(自然科学版),2007,24(2):86-87.
- [8] 杨大兵,刘惠德,王启宝,等. 基于GIS的煤矿社区管理系统的设计与实现[J]. 河北建筑科技学院学报,2005,22(3):96-97.

(责任编辑 闫纯有)