

矿产勘查中矿区地质信息系统研究

薛吉勤^{1,2}, 谈俊忠¹

(1. 南京大学 城市与资源学系, 南京 210093;

2. 中国冶金地质勘查工程总局 第 1 地质勘查院张家口分院, 河北 宣化 075100)

摘 要: 通过对矿区地质勘查工作内容的分析和对 GIS 的深入研究, 探讨了基于 GIS 的矿区地质信息系统建设的目标、结构与功能、系统和数据库设计、建库和系统开发等方面的一些问题。

关键词: GIS 应用; 矿区地质; 信息系统

中图分类号: P208; P624 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2005)01-0071-004

地质矿产勘查中, 矿区地质勘查是对以往区域地质调查、区域评价进行最终验证的阶段, 也是国家矿产资源/储量资料的直接来源和资料汇总整理的“细胞”。近年来随着 GIS 浪潮的推进, 地质矿产勘查领域中也开始了不同层次、不同方面的信息化。但目前阶段主要集中于区域地质调查。矿区地质勘查是地勘单位对已有区调资料(如小比例尺地质图、航磁成果、区域化探等)中矿化较好或成矿条件理想的矿化区开展地质勘查(普查、详查、勘探), 以求得一定资源/储量、找到可供开采的矿产为最终目标。

矿区地质勘查的目的是查明矿区内各地质体, 尤其是矿(化)体的空间分布、规模、岩性、时代、含矿性, 以及其中有益组分的特征和所蕴藏的资源/储量。GIS 是集空间、属性信息管理于一体的新兴技术, 尤其是在空间信息的分析、管理方面独具优势。建立基于 GIS 的矿区地质信息系统已成为矿区地质勘查、已汇交矿区地质资料“二次开发”的必然趋势。

随着矿区勘查程度的提高和矿山生产的推进, 大量的矿区地质资料积累成堆, 而且分散管理、数字化程度低、共享性差、安全性无法保证。与此形成强烈反差的是地勘单位和国家矿产管理部门得不到新的地质资料, 无法开展危机矿山接替资源的战略研究和外围勘查, 显然传统矿区地质信息的工作方式不能满足现实矿山生产和矿产勘查的需求。矿区地质信息具有既要继承以往成果、又要不断更新补充的特点, 其生命周期长, 影响域广, 是国家矿产资源开发和可持续发展的重要信息资源, 因此建立矿区

地质信息系统可使矿山、地勘单位、国家矿产管理部门实现地质资料的共享和管理信息化, 并将有力地促进基础地质研究、区域地质调查和矿产预测水平的发展和提高, 同时也是“数字地球”的重要内容之一。建立和发展该系统已成为国家矿产战略和国民经济, 尤其是资源、可持续发展的迫切需求。

1 系统目标

系统首先依据国家颁布的技术标准、行业规范、专业习惯, 对矿区地质勘查中的各种数据、岩石符号、岩性花纹进行分类、编码, 实现已有地质资料(地质图件、像片、文档、数据等)的数字化存储, 并应用计算机的软硬件和 GIS 技术实现对矿区地质信息的管理。在此基础上根据矿区所属区域基础地质研究的进展、新的成矿理论、新的勘查手段、对矿区的新认识以及矿山在生产或勘查中进行勘探工程加密所获得的新思路、新资料实现矿区地质的分析、计算、评价、预测和资源/储量的估算等功能。为矿区研究的深入、矿山寿命的延长、矿产资源开发最优化服务。

2 系统的总体结构与功能

2.1 系统结构

收稿日期: 2004-09-14

作者简介: 薛吉勤(1974), 男, 山西方山人, 工程师, 硕士研究生, 1996年毕业于长春地质学院地质学专业, 现为南京大学地图学与地理信息系统专业在读硕士生, 主要研究方向为矿产地质勘查与 GIS 应用。

该系统应面向矿区的所有地质信息。其内容广泛,数据量巨大,数据类型纷繁复杂,系统类型应属于综合性。从专业角度出发,该系统可以分为:区域地质信息子系统、矿区地质信息子系统、矿床地质信息子系统、地形和勘探工程信息子系统、资源/储量估算信息子系统。

(1) 区域地质信息子系统:以矿区所属区域内所有的地质体、地质现象为研究对象,分析地层、构造、岩浆岩、变质作用、风化作用等对成矿元素的富集规律。它包含的信息极为广泛,有岩相、岩性、元素丰度值、蚀变矿物组合等等。

(2) 矿区地质信息子系统:全面详细地介绍矿区内的地层、构造、岩浆岩、变质作用、风化强度等,其主要包含各地层的岩石名称、岩性描述、产状、分布、有益元素的含量、对矿体控制作用信息;各构造形迹的类型、空间位置、规模、产状及其相互间的组合方式、对地层和矿体的作用信息;各种岩浆岩的名称、岩相、岩性描述、分布、含矿性、岩石化学分析数据、对成矿的贡献等信息;各种变质作用的类型、变质程

度、变质矿物组合与成矿作用的关系信息;风化作用的强弱及其对矿石质量的影响、对围岩稳定性的影响信息。

(3) 矿床地质信息子系统:这是矿区勘查的核心,侧重于矿体空间特征和矿石质量特征的研究内容。其主要内容是矿床的量化特征:矿体的产状、规模、数目、含矿率、空间变化;矿石的化学成分及含量、主要有用组分和伴生有益、有害组分的含量、赋存状态、变化规律。

(4) 地形和勘探工程信息子系统:全面准确记录地形测绘成果和各探矿工程(钻孔、坑道、探槽)的空间位置、规模以及对矿体的控制程度。

(5) 资源/储量估算信息子系统:这是矿区勘查的关键环节。该子系统根据地形和勘探工程信息子系统提供的工程施工情况,结合矿区地质信息子系统和矿床地质信息子系统,依据工业指标合理地探求矿石资源/储量。其主要信息有:工程控制的矿体倾角、厚度、样品的长度、品位、工程间距、外推距离。所求储量及储量级别等。

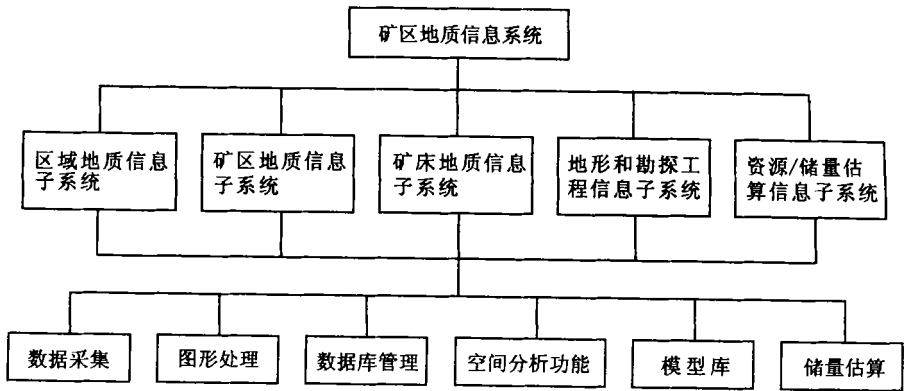


图 1 系统结构

Fig. 1 Structure of the ore deposit information system

2.2 系统的开发

结合当前地勘单位的设备配置情况和经济上可行原则,本系统的开发宜在 GIS 软件 MAPGIS 6.5 平台和 WINDOWS 2000 可视化环境下进行,并将地质测绘、填图中运用广泛的 AUTOCAD 集成于其中,这样的优点是省时省力省钱。由于是二次开发,在系统的使用中可以直接利用 MAPGIS 平台的许多现有功能模块。在开发过程中以 VB 6.0 来实现矿区地质勘查专业算法上的灵活性,以 MAPGIS 实现矿区地质勘查中的空间分析功能。

2.3 系统功能设计

设计原则:充分利用 MAPGIS 现有功能,结合矿区地质勘查专业特色进行功能扩充,特别是专业模型的集成。

(1) 数据采集功能:这是系统的基本功能,包括键盘输入、扫描数字化、手扶数字化、全站型测量仪器、CAD 以及其他系统的数据转换。

(2) 图形处理模块:包括地图的缩放、漫游、分层显示、编辑、专题图制作、图形整饰、图形输出等等。

(3) 数据库管理:对表的修改、拷贝、删除、合并、

SQL 查询、数据统计、数据一致性维护、数据库安全控制等。

(4) 空间分析功能: 根据空间地质要素进行统计、提取、试算。如统计成矿期断裂的产状数据、判断与成矿作用密切相关的断裂的主要类型、发现矿石品位剧变的空间位置、推测某条断层是否对矿体有破坏作用, 依据某一地段的蚀变程度评估矿化强度、采用不同工业指标和不同外推参数所圈定矿体的对比等。地质勘查技术当前的工作方式: 根据点、线、面上获得的地质认识来推测地质体、地质现象的三维特征, 因此 GIS 系统所提供的叠置分析、缓冲区分析、布尔逻辑运算等功能可以为上述功能的实现提供技术保障。

(5) 模型库: 矿区地质信息子系统是一个专业性很强的信息系统, 要求有各种专业分析模型来实现特定的分析、计算。当前矿区地质勘查中的模型应用首先是矿床模型(用于从总体上把握矿体的分布特征和矿石品位变化特征), 然后是储量估算模型(用于确定应采用的储量估算方法的类型)。考虑到矿区地质勘查中所应用的地质学学科领域与 GIS 界对空间客体、现象表述的不一致性和矿区勘查资料包罗万象的特征, 本系统在实现专业模型和 GIS 集成时采用以松散集成为主、矿区条件简单情况下的紧密集成为辅。松散集成时二者相互独立, 自成体系, 通过中间文件系统交换数据。紧密集成时二者有公共界面, 有共享的文件系统。

储量估算功能: 根据空间分析中圈定的矿体形状和储量估算模型中选用的储量估算方法, 依据矿床模型特征和勘探工程的控矿情况, 比较计算不同工业指标和不同外推参数所圈定矿体的资源/储量及其差异程度。从中优选出一组经济上可行、资源开采最大化的指标参数, 并以该组指标参数计算所得资源/储量数值作为勘查报告的最终结果。

3 系统数据库

数据库是一个信息系统的基础, 而且是主要的组成部分。空间数据库是地理信息系统中空间数据的存储场所, 在系统的工作过程中发挥着核心作用。地理信息系统中空间数据和属性数据的组织形式是数据库的关键。因此在数据采集时, 首先对数据进行分类, 按照不同的数据信息进行空间数据库的设计, 力求建立合理可行的空间数据库。在本系统设

计中数据库的建立应服从以下准则: 按子系统内容分别存储, 尽可能减少空间参数。

3.1 数据源

矿区地质信息系统的数据应包括全站型测量仪器的测绘成果、地理图数据、区域地质图数据、区域物探图(或物探成果记录表)、区域化探图(或化探成果记录表)、相关图片、各种测试及统计分析数据以及与矿区相关的其他形式的数据和地质文献、地质规范文本。

3.2 数据组织

系统数据库所涉及的内容有空间点、线、面、图形数据以及空间图片组合图层、图类等。数据库建设一般以 GIS 图层为基本出发点, 采用层状树形结构管理各图层; 其他的属性数据、文本数据、表格数据, 采用关系数据库系统(RDBMS)管理; 并利用 OLE DB 等数据通信技术实现空间数据和属性数据的同时存储。以便于系统实现综合查询、数据统计、制图输出、数据表现等应用。

该系统的数据库采用上述方案, 根据所划分的子系统进行分块管理, 具体按 5 个专题库建设。

(1) 区域地质数据库: 区域地质图、区域物探图、区域化探图、区域地质剖面图、区域地质柱状图。

(2) 矿区地质数据库: 矿区所填地质图(全站型测量仪器成果)。

(3) 矿床地质数据库: 全站型测量仪器成果(关于矿体)、罗盘和皮尺测量数据、化验分析结果、统计数据。

(4) 地形和勘探工程数据库: 全站型测量仪器成果(用 CAD 所绘制的地形图和各工程的坐标值序列)。

(5) 资源/储量估算库: 工业指标、外推间距、圈定的矿体剖面(或块段)图、矿体的厚度、品位、体重。

3.3 建库工作流程

建设准确高效的数据库无疑是地质数据分析研究的重要基础, 也是整个系统建设中工作量最大的部分。数据库的质量直接关系到功能的实现和执行效率, 一个高质量的数据库将使 GIS 系统的功能得到最大限度的发挥。

具体操作时, 已往的零散数据、文献、资料应规范化、统一入库。对于已建成的区域方面的资料可直接导入, 但要进行结构转换以实现与系统数据的连接。新产生的文档、表格可以键盘录入。图的建库应包括统一坐标系、分专题、分层数字化、建立拓扑关系。主要工作流程为图层划分、编制属性表、图

件扫描、矢量化、坐标配准、数据格式转换、数据分层、图层编辑。

4 结语

矿区地质信息系统作为地质矿产点源信息源,该系统的建设和发展成熟将促使地质矿产勘查全过程数据资料的采集、处理计算机化,并最终导致地质数据资料管理、检索计算机化、网络化两大目标的实现。

参考文献:

[1] 武健强, 于军, 余勤. 苏锡常地区地质环境信息系统设计与实践 [J]. 地质与勘探, 2002, 38(6) .
[2] 李永兵, 陈旭瑞, 胡俊峰, 等. 基于 GIS 的地质数据库系统: 研

究现状和发展趋势[J]. 地球物理学进展, 2002, 17(3): 532-539.
[3] 武强, 钱增江, 董东林. 基于 GIS 的矿井水文地质信息系统开发与应用[J]. 煤炭科学技术, 2001, 29(11) .
[4] 吴冲龙. 地质矿产点源信息系统的开发与应用[J]. 地球科学, 1998, 23(2) .
[5] 陈为会. 应用 GIS 建立地质图空间数据库初探[J]. 辽宁地质, 2000, 17(4) .
[6] 陈安蜀. MAP/GIS 的简介及其在地质研究中的应用分析[J]. 前寒武纪研究进展, 1998, 21(2) .
[7] 刘艳玲. 应用 MAPGIS 进行地质制图的程序和方法[J]. 新疆有色地质, 2002.
[8] 黄杏元, 马劲松, 汤勤. 地理信息系统概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
[9] 李满春, 任建武, 陈刚, 周炎坤. GIS 设计与实现[M]. 北京: 科学技术出版社, 2003.
[10] 邬伦, 刘瑜, 张晶, 等. 地理信息系统——原理、方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
[11] Noel Jerke. Visual Basic 6 参考大全[M]. 北京: 北京希望电子出版社, 1999.

THE RESEARCH OF ORE DEPOSIT INFORMATION
SYSTEM FOR MINERAL EXPLORATION

XUE Ji-qin^{1,2}, TAN Jun-zhong¹

(City and Resources Department of Nanjing unizersity, Nanjing 075100, China)

Abstract: By analysis about working context in ore deposit exploration and research with GIS , the present paper discusses the method and thinking about object , structure and function , database in construeing ore deposit information system with GIS .

Key words: GIS application; ore deposit geology; information system