

中国镍铜铂族岩浆矿床矿产地 空间数据库建设及其开发应用

焦建刚¹, 汤中豆¹, 钱壮志¹, 张振飞², 刘瑞平³

(1. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质大学 资源学院, 湖北 武汉 430074;
3. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘要: 中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产资源方面, 全国尚无统一的矿产地质数据库。经过大量资料收集、数据整理和建库, 完成了中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产地数据库的建设。在此基础上, 以 MAPGIS 为平台进行程序编程, 建立了数据信息丰富、库结构合理、具有多项实用功能的矿产空间数据库软件。借助空间数据库软件对中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床进行地质研究, 总结了此类矿床的小岩体成矿特征和富集规律。

关键词: 镍铜铂族; 岩浆硫化物矿床; 矿产地空间数据库; MAPGIS 软件; 富集规律

中图分类号: P611.1; P208 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)01-0022-04

Realization and Application of Spatial Database for Chinese Nickel-Copper (PGE) Sulfide Deposits Mineral Geology

JIAO Jian-gang¹, TANG Zhong-li¹, QIAN Zhuang-zhi¹, ZHANG Zhen-fei², LIU Rui-ping³

(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;
2. School of Earth Resources, China University of Geoscience, Wuhan 430074, Hubei, China
3. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: There is no uniform mineral geology database of Ni-Cu (PGE) sulfide deposit in China. Through collecting related material, arranging the data and devising the database, the mineral geology database of Chinese Ni-Cu (PGE) sulfide deposit is set up. On the base of the database, with MAPGIS software, the management software of mineral spatial database is developed, which contains abundant information, reasonable structure and several practical functions. With the management software, the geological features of Chinese Ni-Cu (PGE) sulfide deposits are studied, the metallogenic features of small intrusions are presented, and their enrichment regularity is deduced.

Key words: Ni-Cu(PGE); magmatic sulfide deposits; mineral spatial database; MAPGIS software; enrichment regularity

0 引言

中国是世界上资源大国之一, 近一个世纪以来, 历经几代地质工作者的找矿勘查工作, 已探明一批丰富的矿产资源, 积累了大量的地质矿产资料, 建立了全国统一的固体矿产地数据库。但是, 由于矿种之间存在差别, 特别是顾及煤等非金属矿

产的特殊性, 很难做到适用性与全面性的统一。矿产属性数据库建设涉及计算机、信息系统、数学地质方法等多学科知识, 属于新兴学科内容^[1]。近年来, 有些研究者尝试着将 MAPGIS 与矿产属性数据库建设联系起来应用于矿产预测, 取得了一定进展^[2-3]。然而, 对已有地质资料的综合整理或数据信息建库工作进行的并不多, 特别是在镍铜铂族岩

收稿日期: 2006-03-10

基金项目: 中国地质调查局项目(1212010630508); 长安大学基金项目(0305-1001)

作者简介: 焦建刚(1976-), 男, 湖北武汉人, 博士研究生, 从事矿床地质及数学地质研究。E-mail: jiangang@chd.edu.cn

浆硫化物矿床矿产资源方面,中国尚无统一的矿产地数据库。

笔者经近两年的大量资料收集、数据整理和建库编程等工作,完成了中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产空间数据库系统的建设。该系统是将收集的中国主要镍铜铂族矿产资源数据用空间数据库的形式加工、储存起来,使数据系统化、规范化,便于用户查询检索和统计分析等,为进一步开展中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产地地质分析、对比研究、资源预测以及相关理论的综合研究提供基础信息和服务。

1 矿产地地质数据

完整、齐全而又有效的第一手资料是建立矿产空间数据库的前提,也是对矿产空间数据进行空间分析的基础。本次资料收集主要有以下两类:

(1) 图形资料:包括相同比例尺的地理底图、地形图、地质图、矿产图等。

(2) 文字资料:主要是有关的地质报告、科研专题报告、相关论文和专著以及有关规范和标准等。

建库所选用的地质数据主要从已有的地质勘查报告、中国各省区镍铜铂族岩浆硫化物矿床最新统计的储量平衡表以及相关论文和论著中获取。主要数据涵盖了矿床基本情况、成矿背景、矿区地质、矿床特征、矿体特征、矿床地球化学、矿产储量、矿产勘查工作概况、矿床经济技术评价 9 个方面的主要内容。数据结构涉及 42 个专用表格(图 1)。经过全面梳理已有资料,共对中国 74 个超大、大、中、小型矿床进行了数据整理和录入。

基于相关地质数据库建设指南^[4-5],应用 Access 软件建立地质数据库,然后与 MAPGIS 图形

文件挂接,能方便地修改地质数据内容与结构,管理软件通过菜单的形式访问地质数据库,结合 MAPGIS 图形文件灵活访问最新地质数据,避免了直接将数据挂接到 MAPGIS 图形文件里,所形成的地质数据修改只能单点修改、不能统一修改的缺陷,这也是全国矿产地数据库的缺陷之一。

2 矿产地空间数据库建库软件

矿产地空间数据库建库软件选择是针对中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床的特殊性与实用性需要,基于资源信息系统理论,选择 Access、MAPGIS、Microsoft VC++ 软件,进行收集资料、数据库结构设计、图形编辑、管理软件开发而成。经过实践,所开发的软件系统应用效果较好。

地理信息系统(GIS)是以空间信息管理和处理为特长的现代化信息处理技术^[6]。矿产定量预测中涉及的地质、矿产、物探、化探及遥感等地质学信息大部分是典型的空间信息,因此,GIS 在这些信息的管理和处理中能够发挥重要作用。工具型 GIS 为空间信息提取、分析和显示提供了有利手段^[7]。

MAPGIS 是目前在中国地矿行业应用较广的工具型 GIS 软件,它的二次开发函数库是以 API 函数、类的方式提供的,这些函数的实现被封装于若干动态链接库(DLL)中,因而是独立于开发工具的^[8]。使用 VC++ 6.0 调用这些二次开发函数,就像调用 Windows 的 API 函数一样。除了上述 API 函数外,MAPGIS 还为基于 MFC(Microsoft Foundation Class)的开发者提供多个可重用基类,将应用程序所需的常见基本功能作了封装,使用便利,改动灵活。所以,矿产空间数据库软件的开发选择了 MAPGIS,通过 VC++ 6.0 的 CdaoDatabase 类调用 Microsoft Jet Database Engine 数据库管理功能建立数据库、进行数据库操作,属性数据库也可以通过 MS ACCESS 进行管理。

Microsoft VC++ 开发平台(特别是它的 MFC)提供了方便的编程环境^[9],其中 MAPGIS 5.32 的开发函数提供了众多的 32 位 Windows 应用程序接口(API),这些函数可用于图形数据、文件和工程的管理与操作。矿产空间数据库软件的建设主要使用了 VC++ 6.0 和 MAPGIS 的二次开发函数库。

3 空间数据库建库流程

中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产地数据库

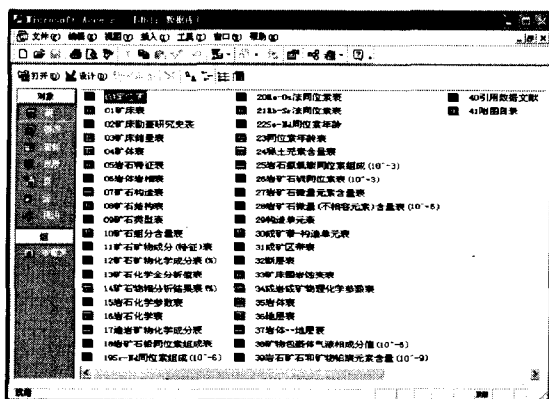


图 1 矿产地数据库结构

Fig. 1 Structure Map of Mineral Geology Database

建库流程是建库工作中重要的部分,流程设计的质量直接影响实施过程中的可操作性及库应用等诸多方面。数据库结构的设计是数据库系统设计的核心^[10],其主要任务是确定整个数据库的数据逻辑结构和数据字典设计^[11]。本次建库工作据文献^[1]资源信息系统的思想设计流程(图 2)与库结构。

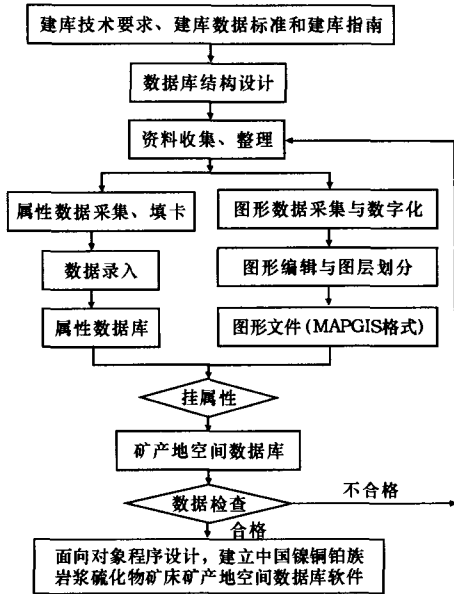


图 2 数据库建设流程

Fig. 2 Work Flow of Database Building

中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产地空间数据库系统是以完成矿床属性库的浏览、查询、编辑、管理以及矿床空间分布可视化等为基本功能,从而提供矿床成矿特征、资源区域分布、矿床类型、成矿时空演化及成矿规律等综合数据资料,为成矿预测提供综合信息。该系统具有矿床数据库浏览、查询、综合信息提取,属性库管理,图形编辑、叠加以及矿床预测、结果打印输出等功能。

4 中国镍铜铂族矿产空间数据库简介

中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产空间数据库系统功能主要包括 3 大模块(图 3、表 1)。

4.1 空间数据可视化模块

系统支持 MAPGIS 文件格式,具有图形窗口的放大、缩小、漫游等常用功能以及图形属性结构、属性数据、属性参数编辑等功能。

4.2 属性数据库管理模块

系统支持 SQL 语言,能对矿床属性数据库进行浏览、查询、编辑、管理,提取矿床地质特征、成因联系等信息。

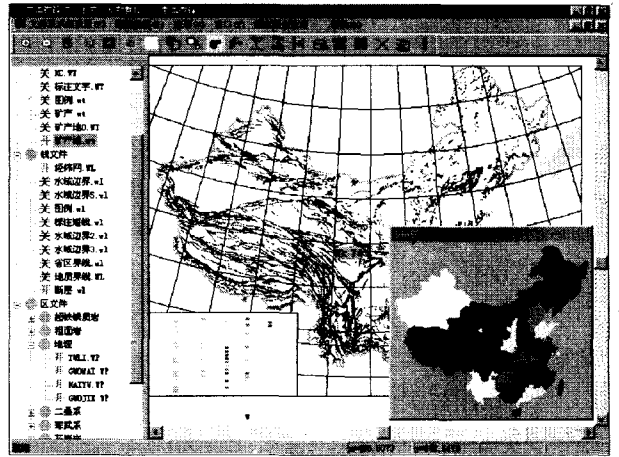


图 3 中国镍铜铂族矿床地质空间数据库软件界面

Fig. 3 Interface of Spatial Database Software of Nickel-Copper (PGE) Sulfide Deposits in China

表 1 数据库系统功能及特点

Tab. 1 Function and Characteristics of Database System

界面	功能	具体内容
一级主界面	浏览、编辑功能	任意浏览缩放及复位显示功能 加临时标签,即鼠标所到位置自动注释标签 统改、个别修改矿点参数或属性 树形框控制图形文件关闭、显示功能 缩略图与主视窗口联动功能
	图形叠加查询功能	将地质图与化探、物探等图形任意叠加查询
	矿产查询功能	单个矿点鼠标点击查询属性 根据矿产名称、编号、矿种、矿产类型等模糊查询定位 对查询结果快速只读与压缩存盘功能
二级分界面	联动功能	对查询结果选中时,图面相应矿点符号开始闪动
	属性查询功能	对所有矿床的单个表属性查询 对所有矿床的单个表属性模糊查询 对所有矿床的多表交叉属性查询 编辑 SQL(select query language)查询 地质图、野外照片等查看功能
	打印、输出功能	对矿床属性查询结果输出打印 对显示图幅文件输出打印

4.3 系统文件存取、输入、输出模块

系统支持 MAPGIS 文件格式,具有显示、输入、输出、存取不同图幅文件的功能。矿产空间数据库中可视化模块能直观反映资源的时空分布状况及成矿背景特征等。属性数据库管理模块将收集的数据用地质数据库的形式加工、储存起来,使这些数据系统化、规范化,便于用户的查询检索和统计分析,为进一步开展中国镍铜铂族硫化物

矿床矿产地分析、资源预测以及相关理论等综合研究提供了基础资料数据库和便利条件。系统文件存取、输入、输出模块帮助用户增加、修改属性数据库及图件,并对查询结果数据和图件进行输出。

中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产空间数据库系统与全国矿产地数据库比较,前者具有矿种的针对性,更强调实用性、可读性、直观性,能同时显示图件与数据库的对应关系,进一步开发可提取数据的隐含信息,达到预测目的,但需自己开发软件管理数据库与图件,技术要求较高;后者具有普遍性,输入输出文件方便,但属性内容不全,数据以代码形式表现,可读性差,不能图文并茂,属性库与图件间关联有很大局限性,不需开发管理软件,技术要求较低。

5 矿产空间数据库应用于中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床成矿规律研究

中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产空间数据库的建设为地质工作提供了全面的矿产地质资料,具有可视化程度高、查询灵活的特点。通过地质数据收集、整理以及矿产空间数据库建设,对中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床成矿特征有了系统的认识,并且借助数据库软件优势,对该类矿床地质特征进行对比研究,总结出中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床的成矿特征及成矿规律。中国的镍铜铂族岩浆硫化物矿床,是以小侵入体为主的类型,其主要富集规律有:

(1)矿床主要产于元古代和晚古生代。前者产于古大陆边缘的裂谷环境(如金川、赤柏松等);后者主要产于碰撞后造山作用的弛张时期(如喀拉通克、黄山、红旗岭等)。

(2)矿床往往都赋存于区域镁铁、超镁铁岩带或岩群中,岩带或岩群通常沿区域性深大断裂或其次级断裂分布,由几个、几十个甚至更多的岩体所组成。同一个与岩浆矿床有关的镁铁、超镁铁岩带或岩群一般应当是一期,可以是几次,往往是同源上侵的产物。

(3)在一个镁铁、超镁铁岩带中,可以只有一个岩群,也可以包含几个岩群。组成岩带或岩群的岩体一般呈倾斜的、不规则的岩株状、岩墙状、透镜状、脉状以及漏斗状等不规则的形态产出,其中含矿的岩体,只有一个或几个,组成一个矿集区(如金川等)。

(4)对于一个矿集区的含矿岩体来说,具有就地分异和深熔-贯入两种成因作用。前者形成的矿石较贫,往往工业价值较小;后者形成的矿石一般较富,常常工业价值较大。

(5)深熔-贯入的次数常常和成矿的丰度正相关,尤其是晚期的海绵状和块状矿体的贯入,往往对矿床的价值起决定性作用(如金川、红旗岭等)。

(6)矿床的成矿深度较大,对于一个超大型矿床来说,其深度至少在 1 000 m 以上(如金川)。

6 结语

经过大量资料收集、数据整理和建库,完成了中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床矿产地数据库的建设。以 MAPGIS 为平台进行程序编程,建立了数据信息丰富、库结构合理、具有多项实用功能的矿产空间数据库软件。借助空间数据库软件对中国镍铜铂族岩浆硫化物矿床进行地质研究,指出中国的此类矿床以“小岩体”为主要类型,并总结出一系列富集规律。

参考文献:

- [1] 吴冲龙. 资源信息系统教程[M]. 北京:地质出版社,2004.
- [2] 张振飞,高凤亮,马智民,等. GIS 支持的 Eigenface 法——适于只有一个模型单元时的矿产定量预测方法[J]. 地质与勘探,2001,37(6):51-54.
- [3] 张振飞,高凤亮,马智民,等. 基于 GIS 的单元簇遗传建模及其在区域矿产预测中的应用[J]. 西安工程学院学报,2001,23(3):15-25.
- [4] 中国地质调查局. 矿产地数据库建设工作指南[EB/OL] (2001-6)[2005-11-10]. http://www.cgs.gov.cn/standard/index_bz.htm.
- [5] 中国地质调查局. 地质图空间数据库建设工作指南[EB/OL] (2001-6)[2005-11-10] 2.0 版. http://www.cgs.gov.cn/standard/index_bz.htm.
- [6] 周成虎. 地理信息系统概要[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993.
- [7] 边馥苓. 地理信息系统原理和方法[M]. 北京:测绘出版社,1996.
- [8] 武汉中地信息工程有限公司. MAPGIS 二次开发帮助文件[EB/OL]. (2004-04-18)[2005-01-10]. http://www.mapgis.com.cn/web/tech_support.asp.
- [9] 徐晓则. visual C++ 6.0 入门与提高[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [10] 吴信才. 地理信息系统原理、方法及应用[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2000.
- [11] 马智民,高凤亮,张振飞,等. 多源地学信息系统数据字典设计与实现[J]. 西安工程学院学报,2000,22(1):13-17.