

## 技术·方法

# 资源勘查图件计算机辅助编绘系统的结构分析与开发策略研究

刘 刚, 汪新庆, 李伟忠, 田宜平

(中国地质大学资源学院信息所, 武汉 430074)

[摘 要]如何站在信息系统的高度来进行资源图件计算机辅助编绘系统的快速开发,是资源信息系统领域计算机应用的一个重要研究课题。在结构分析的基础上,将资源图件计算机辅助编绘系统划分为图形数据库、应用图形系统和基础图形系统 3 个基本组成部分。对于复杂资源图件的计算机辅助编绘,需要地矿点源信息系统的支持。在基础图形系统上进行专业编绘程序的二次开发是高效建立图件编绘系统的最佳途径,并需注意 GIS 集成应用、三维可视化、人工智能和参数化设计等方法的运用,而系统平台开发是复杂应用的高级阶段。该思想可应用于煤及油气勘探、工程开发、矿区管理及区域地质调查等诸多领域的软件开发中。

[关键词]计算机辅助设计 资源图件机助编绘系统 GIS 应用 地质矿产点源信息系统

[中图分类号]P628.5 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2002)04-0060-04

在资源工程开发、煤及油气勘探与开发、矿区管理及区域地质调查等领域,大量的资源勘查与开发工作成果,要用图件清晰、正确地表达出来,地质师在分析复杂的地质事件和过程时,资源图件又是他们得力的助手和时空向导。随着计算机软、硬件技术的发展,无论在工程中还是在研究上,传统的手工工作方式正在被越来越多的计算机辅助方式所取代。计算机辅助制图和计算机辅助设计(Computer-Aided Design 简称 CAD)技术的应用,可使工程技术人员、研究人员从极为劳累、繁琐的图件设计工作中解放出来,以便留出时间和精力去从事更有价值的研究工作,这对提高工作的质量和效率具有非常重大的意义<sup>[1~2]</sup>。CAD 技术推动了几乎所有领域的设计革命,它的发展和应用水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。然而,相对于其它部门,地矿行业 CAD 技术的应用相对滞后。究其原因,一方面是由于地质现象和地矿图件本身的复杂性所决定的,区域地质调查中彩色地形地质图的计算机辅助编绘是最典型的一例;另一重要方面就是对图件计算机辅助编绘系统的分析和相应一些关键技术的开发还不够深入,影响了其推广应用。本文试图在参加开发了“计算机

辅助区域地质填图系统”、“计算机辅助工程地质勘察图件编绘系统”和“计算机辅助煤田勘查图件编绘系统”等研究实践的基础上就这一问题进行总结和讨论。

从数据来源和存取策略的角度看,图件编绘系统可以划分为两种类型,一种是基于小型自带式应用数据库或数据文件的封闭型图件编绘系统,其特点是轻便实用,数据模型简单,在水利部和煤炭部等部门早期开发的系统多属此类,并得到较好实际应用,其弱点是灵活性差,不适应于解决复杂模型问题。另一种是基于主题数据库和点源信息系统的开放型图件编绘系统,由于得到主题数据库和点源信息系统的强力支持,其特点是数据模型适应性强,灵活性好,具有解决复杂地质模型问题的能力,可满足大型工程建设项目的要求。从发展的观点看,开放型图件编绘系统正逐步成为主流。当然由于信息系统建设的复杂性,开放型图件编绘系统也应吸收封闭型图件编绘系统的优点,才更能充分发挥作用。

## 1 资源图件计算机辅助编绘系统的结构分析

资源图件计算机辅助编绘系统可以定义为利用计算机生成、变换和显示专业图形及符号的人机交

[收稿日期]2001-09-05;[修订日期]2002-02-04;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]国土资源部“九五”重点科技攻关项目(No. 9506002)和国土资源部矿产资源定量预测及勘查评价开放研究室基金资助。

[第一作者简介]刘 刚(1967年-),男,1997年毕业于中国地质大学研究生院,获数学地质专业硕士学位,现攻读地球探测与信息技术专业博士学位,副教授,主要从事资源信息系统、资源图件计算机辅助编绘方面的科研和教学工作。

互系统。这里我们将其软件部分划分为图形数据库、应用图形系统和基础图形系统3个基本组成部分,如图1所示。

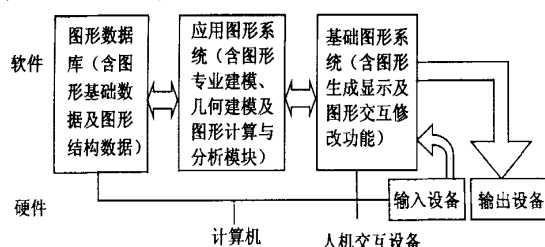


图1 计算机辅助图件编绘系统的基本组成

基础图形系统是由计算机制造厂提供,或专业软件公司生产的一种通用绘图系统,一般具有各种基本的绘图功能。其中最基本的功能是绘制直线,因为任何曲线都可以由充分小的直线段近似构成<sup>[4]</sup>。

应用图形系统则是图形数据库和基础图形系统之间的桥梁,完成由数据到图形的转化任务。应用图形系统包括图形专业建模模块、图形几何建模模块和图形计算模块等几个部分,一般由计算机使用者用高级语言(BASIC、C或C++等)写成。图形专业建模模块的任务是以专业知识、专业规范和专业发展为依据,以专业成果表达为目的,建立专业图形模型,来指导其它相关模块的建立。图形几何建模模块的任务是,正确地描述对象的几何形体并建立其相应的数学模型。每种几何模型有其相应的数据结构,而几何模型又以数值形式存贮在图形数据库中。图形计算与分析模块的基本任务是:(1)与数据库建立接口,使用数据库;(2)将数据库中几何形体有关的可视化数据进行计算,转化成二维或三维图形,实现几何变换,包括投影变换、坐标变换等;(3)利用基础图形系统将上述转化后的图形绘制出来;(4)对几何模型进行分析和综合。

## 2 资源图件计算机辅助编绘系统的开发策略

根据结构—功能一致性原则,在结构分析的基础上我们可以有的放矢地进行系统功能开发,找出切实可行的开发途径。实践证明,无论用哪种方式进行应用系统开发,都必须密切结合工作实际,才能使应用系统达到真正的实用、高效。资源图件有其自身的特点,如图形复杂、线条随机变化、花纹繁多、推测数据多,而精度要求又高等<sup>[5~6]</sup>。在系统开发时,地质工作者和计算机工作者要密切配合,并注意如下几点。

### 2.1 图件编绘系统的开发前提

1)数据来源应当是资源勘探与开发的基础原始资料,如钻孔、测井等。只有这样才能保证图形的精度和正确性,才能实现灵活的比例变换等功能。因此,需要综合资源主题数据库的强有力支持。这里特别推荐利用数据库来对数据实行集中管理,其优点在于:可免除应用程序员对所有标准数据的管理任务;更易于实施标准化;应用程序员可不考虑性能方面的问题;可减少数据的冗余;可减少数据的不一致性;能共享所存贮的数据;可保持数据的完整性;易于执行安全性措施;为系统的随机查询和其它高级应用打下基础<sup>[7~8]</sup>。

2)应能将图形系统同地质分析及评价决策系统连接起来,以实现地质基础资料综合应用和信息的有效提取,密切配合地质专家的工作,减轻他们的劳动强度,协助其分析、判断各种地质现象。

3)图形系统开发,是在已有的通用绘图系统上进行二次开发,还是从头开始进行基础核心系统开发,应根据工作需要实时制定。所谓二次开发是指在基本绘图功能较为齐全并且具有开放性和可扩充性的基础图形系统的基础上,进行再开发,扩充系统功能和完善系统操作,从而建立应用图形系统,满足专业应用要求。二次开发方便高效,基础开发灵活、适应性强。但无论采用哪种方式,都要依照实用、高效的原则,将地质工作特点融合进去。

4)计算机制图与编图之间存在着明显的差别。常规的资源制图概念主要是指各类资源图件(平、剖面图等)的清绘、编辑、制板、印刷和出版的全套工艺,因此资源勘查与开发的计算机制图也特指这一工艺流程。整个资源制图过程由制图专业技术人员控制,同时各工艺流程又细分为不同的工种,相互协调共同完成。而为制图提供的底图则是由地质人员根据实际地质资料来设计完成的,地质系统称之为编图。只有实现利用计算机来编制或辅助编制资源图件,才能彻底地使资源勘查与开发人员丢掉图板,从而进行更深入的研究工作,这也正是资源图件计算机辅助编绘系统所追求的目标。鉴于地质过程和现象的复杂性,真正实现此目标需要国家的大力支持和持续的投入,需要各类人才的联合探索,解决一系列关键的技术难题。

5)根据地质矿产勘察的实际需要,编图系统应当具有结构合理、经济实用、符号统一、图例标准、操作简单、快速高效等特点,可以根据图件特点自由选择计算机辅助编图的自动化程度。概括起来,系统

功能设计的目标是:系统操作方便,数据准备简单,输入、输出多样,图例花纹标准和图件内容精确。

2.2 基础图形系统的选择

对于大多数专业应用来说,基础图形系统的选择是关系到二次开发工作能否方便开展和开发成果能否顺利推广应用的重要问题。

2.2.1 基础软件平台选择的基本原则

对于资源图件编绘的专业应用来说,基础软件平台的选择需要考虑以下几个方面的因素:

1) 硬件平台的普适性:大型的 CAD 软件以前一般只能在工作站上运行,随着微机性能的提高,基于微机的 CAD 软件得到巨大发展。而我们的专业应用环境(如地质队)往往只能拥有微型机,因此要选择基于微机的 CAD 软件,以便于推广应用。

2) 软件平台的功能适应性:各种 CAD 软件系统都拥有自己的功能特色,在开发应用系统时必须考虑到相应软件平台的基础功能设置是否具有所需的拓展能力。例如我们通常需要考虑系统在汉字处理、线型制作、花纹填充、面色处理、图形数据交换、数据库连接和界面设计等几个方面的重要问题。

3) 系统二次开发工具的针对性:一般 CAD 软件系统都提供了多种开发接口,其中有属于程序语言

型的,也有数据交换型的。因此,我们选择系统时要考虑到自己的开发能力和开发效率。例如,利用 Visual C++ 进行系统开发能力强,集成度高,但需要开发者先期投入较多的精力;用面向过程的语言进行开发(如 AutoLISP)容易上手、交互性好,但运行效率和计算处理功能不够;用外部控制语言进行开发(如 Visual Basic)效率高,能迅速建立应用系统,同时集成度和交互性却不够好。针对不同的应用和实际情况选用不同层次的开发工具,能达到最佳效果。当然从总体上来看,要选择开发能力强、集成度高、交互性和通用性好的开发工具,以利于应用程序开发的连续性、适应性和先进性。

4) 软件平台的发展持续性:由于软件平台是基础,所以也必须考虑基础平台的升级和可持续发展特性。具有较强技术实力的软件开发商,可以保证软件平台的持续更新换代,迅速反映最新的研究成果和计算机的软硬件发展水平。

2.2.2 几种微机通用绘图系统对比研究

三种目前国内外最流行微机通用绘图系统功能如表 1 所示。这几种软件平台都有自己的风格特点,发展的侧重点也不一样<sup>[9~11]</sup>。

表 1 三种通用绘图系统功能对比

项目 \ 系统	AutoCAD	MicroStation	Map GIS
开发者	美国 AutoDesk 公司	美国 Intergraph 公司	中国地质大学
最新版本及运行平台	AutoCAD 2000 (R15) Windows 98/NT, 工作站	MicroStation 8.0 Windows 98/NT, 工作站	Map GIS (含 MapCAD) 6.0 Windows 98/NT
矢量与栅格数据处理	能处理 DWG、DXF、IGES 和 CGM 等矢量数据,也能处理 JPEG、TIFF、PCX、GIF 和 BMP 等栅格数据	能处理 DWG、DXF、IGES 和 CGM 等矢量数据,也能处理 JPEG、TIFF、PCX、GIF 和 BMP 等栅格数据	能处理 DXF、E00 和 CGM 等矢量数据,也能处理 JPEG、TIFF、PCX、GIF 和 BMP 等栅格数据
对汉字的处理能力	在 Windows 下直接支持 TTF 字型。以前版本需 SHX 文件	在 Windows 下直接支持 TTF 字型。以前版本需程序开发	在 Windows 下直接支持 TTF 字型。汉字处理能力很强
操作的方便性与准确性	精确方便,界面友好	精确方便,界面友好	方便,符合中国习惯
图形信息交换	DXF 文件的创立者	方便,支持多种格式	支持 DXF、E00 等格式
线型和区域填充的支持	较好	好	很好
印刷出版	控制方便、精确	功能强	功能强,支持激光胶片
三维图形显示与处理	好,可与 3DS 系统对接	功能强	支持 DEM、透视显示
数字化输入功能	支持数字化板	支持数字化板	支持数字化板和扫描矢量化
二次开发功能	提供多种开发工具,能满足不同层次用户的需要	提供 MDL 程序设计语言	提供标准开发库,目前以 VC++ 平台最佳
GIS 功能开发	需 AutoCAD Map 模块	需 MGE 模块	直接全面支持 GIS 功能,处理速度快

3 结论与讨论

我们高兴地看到专业化的资源图件编绘系统正由前期普及型应用向着深入的方向发展,而且有的

系统已经转向专业化平台系统的开发,与资源信息系统的结合更加紧密。吴冲龙等(2000)开发的基于“地质矿产点源信息系统”理论的 GeoView 三维可视化地学信息系统、萨贤春等(1999)开发的煤矿地

测信息系统以及毛善君等(1998)开发的煤矿信息系统就是其中的代表<sup>[15~16,18]</sup>。通过以上分析,我们可以得到以下几点结论:

1)对于复杂资源图件的计算机辅助编绘,需要地矿点源信息系统的支持。对于专业编绘程序的开发,开发者的主要精力要放在专业应用上,在基础图形系统上进行二次开发是最佳途径。

2)编绘系统要注意 GIS 的开发方向。原来各 CAD 系统软件开发商纷纷建立相应平台上的 GIS 系统从一个侧面反映出这个问题。在 GIS 平台上的系统开发,一方面是实现高级图形功能的很好途径,如任意剖面线地表地形与地层界线的方便提取,另一方面可以满足集成化应用急需,在同一平台上实现与数据库系统的连接<sup>[17]</sup>。

3)可视化(Visualization)的过程是将检测或获得到的数据转化成几何量,然后再形成可视的图形或图像,研究者可以直接观察到计算、仿真,甚至直视的结果,以揭示更深层的信息。三维环境下的图件编绘将是今后一个重要的发展方向,在煤及油气勘探与开发、三维地质调查、矿山开发与管理、储量计算和数字国土与数字地球等领域有很好的应用价值<sup>[18]</sup>。

4)一系列关键技术有待开发和推广应用。例如,人工智能和神经网络技术在图件编绘中的应用可极大提高工作效率;参数化设计方法的应用可以提高系统的灵活性和适应性等等。

5)除了技术因素之外,既懂地质又懂计算机的人才培养是系统成功开发与应用的关键。

#### [参考文献]

[1] 吴冲龙,汪新庆,刘 刚,等.地质矿产点源信息系统设计原理及应用[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.1~34.

- [2] Martin J H. An Introduction to Computer - Aided Design and Manufacture[M]. Blackwell scientific publications, 1985. 1~11.
- [3] 吴冲龙.地质矿产点源信息系统的开发应用[J].地球科学——中国地质大学学报,1998,23(2):193~198.
- [4] 戴 同,周 济.微计算机辅助设计[M].北京:科学出版社,1989,1~22.
- [5] 吴冲龙.PC1500 袖珍计算机地质常用程序[M].武汉:武汉地质学院出版社,1987,1~17.
- [6] 吴冲龙.聚煤盆地地质信息计算机处理的途径与方法[M].北京:地质出版社,1992,1~34.
- [7] J 恩卡纳萨奥.计算机辅助设计基本原理与系统结构[M].北京:国防工业出版社,1988,1~23.
- [8] 唐荣锡.CAD/CAM 技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1994,31~41.
- [9] 陈金水.微机 CAD 方法与技术[M].南京:东南大学出版社,1998,1~34.
- [10] 范玉青,冯秀娟,周建华.CAD 软件设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1996,227~251.
- [11] 钱汉臣.计算机实用图形学与 CAD 技术[M].重庆:西南师范大学出版社,1996,1~25.
- [12] 周顺平,李雪平.MAPGIS 二次开发库的设计与实现简介[J].地球科学,1998,23(4):337~340.
- [13] 刘修国,谢 忠.MAPGIS 扫描矢量化及其相关技术[J].地球科学,1998,23(4):341~343.
- [14] 萨贤春,姜在炳,李必慧,等.地测信息系统及其应用[J].煤田地质与勘探,1999,27(6):21~25.
- [15] 毛善君.煤矿地理信息系统数据模型的研究[J].测绘学报,1998,27(4):331~337.
- [16] 萨贤春,门桂珍.地质剖面图的计算机自动生成技术——整体平移法和分层平移法[J].中国数学地质,1996,(6):111~119.
- [17] 李德仁,龚建雅,边馥苓.GIS 的基本功能[J].测绘通报,1993,(3):28~35.
- [18] 吴冲龙.计算机技术与地矿工作信息化[J].地学前缘,1998,5(1~2):7~10.

## THE STRUCTURE ANALYSIS AND DEVELOPMENT STRATEGY OF RESOURCE EXPLORATION MAP COMPUTER- AIDED DESIGN SYSTEM

LIU Gang, WANG Xin - qing, LI Wei - zhong, TIAN Yi - ping

(Institute of Resource Information System, China University of Geosciences, Wuhan 430074)

**Abstract** :Based on the structure analyses, it was indicated in this paper that resource map computer - aided design system was basically made up of graphics database, application graphics system and base graphics system. The support of geological and mineral point - source information system was needed in the development of complicated resource map computer - aided design system. The second development of professional map computer - aided design system on the base graphics system is the efficient and best approach. Meanwhile it is important that we should pay attention to the applications of GIS integration, 3D visualization, artificial intelligence and parametric design method. The approach being put forward in this paper can be applied to the research of coal and gas exploration, engineering development, mine management and regional geological survey, etc.

**Key words** :computer - aided design (CAD), resource map computer - aided design system, GIS application, geological and mineral point - source information system