

# 采掘工程平面图自动绘制系统

郭金运 徐泮林 刘国林

(山东科技大学地球科学系, 泰安 271019)

李瑞国

(肥城市规划建筑设计院, 肥城 271000)

**摘要** 为了实现煤矿矿山测量的标准化和自动化, 该文讨论了采掘工程平面图自动绘制系统的设计, 并以 AutoCAD 为平台开发研制了采掘工程平面图自动绘制系统. 该系统经过煤矿的运行使用, 取得了显著的经济和社会效益, 说明该系统具有很强的实用性、规范性、可靠性、灵活性和易操作性等特点.

**关键词** 采掘工程平面图 机助制图 AutoCAD

中图分类号: TD178 文献标识码: 文章编号: 1006-8961(2000)03-0256-04

## Automatically Mapping System of Coal Mine Engineering Plan for Excavation

GUO Jin-yun, XU Pan-lin, LIU Guo-lin

(Department of Geo-Science, Shandong University of Science and Technology, Tai'an 271019)

Li Rui-guo

(Feicheng Institute of Programming and Construct Designing, Feicheng 271000)

**Abstract** In order to make mine surveying be quality standard and automation, the design on the automated mapping system of engineering plan for excavation is discussed in the paper. Then based on AutoCAD, an automate mapping system of coal mine engineering plan for excavation is developed. It has been used in a producing coal mine, which indicates the system has the following features: practice, norm, reliability, flexibility, easy operation and so on.

**Keywords** Engineering plan for excavation, Computer-aided mapping, AutoCAD

## 0 引言

煤矿采掘工程平面图是反映矿井巷道布置和回采情况的基本图纸. 以往采掘工程平面图是由绘图员手工展点连线, 上墨盖字, 图上误差可达到 0.2mm 左右. 同时每月填绘一次的采掘工程平面图并不能完全及时反映煤矿生产建设的现状, 加之绘制非常费时费工, 因此采掘工程平面图绘制现状已不能满足快速发展的现代化煤炭事业的需要. 随着计算机技术的发展, 机助制图为采掘工程平面图乃至所有煤矿矿图快速自动绘制创造了条件.

在机助制图方面, 世界上许多国家和地区都进行了探讨和实践<sup>[1~3]</sup>. 在 80 年代初期, 英国就对小比例尺主要巷道图的机助绘制进行了研究, 其成果是利用平行双线绘制巷道, 但对巷道的连接和交叉均未作处理. 德国于 1986 年在莫诺波尔进行了微机绘图实验, 绘制了 1: 5 000 采掘工作平面图. 美国在同一时期开发了 SPAD 系统, 绘制了与房柱式开采有关的部分矿图. 前苏联在 80 年代后期对露天矿的数学模型进行了研究, 为露天矿开采信息计算机管理奠定了理论基础. 我国在 80 年代后期也进行了煤巷机助制图研究, 如煤科院唐山分院推出的采工图绘制软件, 经生产矿井实验, 由于该软件不能实用

测数据填图, 且对图形实体的编辑和修改比较繁琐, 同时对操作人员技术要求较高, 因此没有得到推广. 而且上述各软件都没有实现图形和数据之间的相互调用和共享. AutoCAD 是当今世界上应用最广泛的微机 CAD 软件, 是一个通用辅助绘图系统, 具有强大的图形编辑功能和完全开放的结构. 由于 AutoCAD 使用方便, 价格比 ARC/INFO、MapInfo 和 MGE 等 GIS 软件低得多, 因此 AutoCAD 常作为地质图形输入和编辑处理软件的开发平台.

### 1 采掘工程平面图源数据分析

采掘工程平面图反映出巷道掘进和布置情况、工作面回采情况、煤层底板等高线以及断层分布等信息, 同时采掘工程平面图也是编制其它矿图的依据<sup>[4,5]</sup>. 通过对采掘工程平面图上的载荷信息的综合分析, 可将图上要素划分为点状、线状和面状符号 3 类(见表 1).

表 1 采掘工程平面图要素分类表

分类	符号名称
点状符号	永久导线点、临时导线点、底板高程点、水准点、井筒、小煤窑、煤仓、进风符号、出风符号、变坡符号、医疗站符号、钻孔、煤厚点、指北针、水闸门、瓦斯突出或喷出地点等.
线状符号	井田技术边界、保安煤柱、勘探线、采区边界、煤层露头线、巷道、煤层底板等高线、大断层、水仓、重要公路、铁路、大的河流等.
面状符号	采空区、注销区、风化氧化带、煤层变薄区、尖灭区、陷落柱、岩浆侵入区、发火区、积水区、煤及瓦斯突出区、冒顶区、发热区、丢煤区、居民区、大的湖泊等.

点状符号又分为两类, 即一般意义上的点状符号和有方向性的点状符号. 对于第一类符号, 通常以定位点的地理坐标或平面直角坐标表示, 即  $(L, B, H)$  或  $(X, Y, H)$ , 同时还要顾及与其它相关地理实体的关系, 如井下导线点可描述为:

ID	名称	X	Y	Z	精度	等级	通视点	所在巷道
----	----	---	---	---	----	----	-----	------

对于第二类点状符号, 不但要给出定位点, 还要给出方向值或方向点, 即  $(X, Y, Z, A/f)$  或  $(X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2)$ . 如变坡符号可描述为:

ID	X	Y	Z	方向值/点	坡度	所在巷道
----	---	---	---	-------	----	------

线状符号也分为两类, 即曲线型和折线型. 对于折线型线状符号, 用其特征点(即起点、拐弯点和终

点等)的有序集合表示, 即:

$$(X_1, Y_1, H_1) \quad (X_2, Y_2, H_2) \quad \dots \dots (X_n, Y_n, H_n)$$

如果  $(X_1, Y_1, H_1) = (X_n, Y_n, H_n)$ , 则表示该线状实体是闭合的. 对于曲线型线状符号, 特征点包括起点、极点、拐点、弯曲点和终点等, 另外还需知道曲线的类型, 如 B 样条曲线、Bezier 曲线或圆锥曲线等<sup>[6]</sup>.

面状符号由两部分组成, 即边界线和内部填充实体. 边界线一般应为封闭曲线或多边形, 是一种线状实体. 内部实体是有关图例规范中规定的符号、阴影图案或文字说明, 具有点状、线状或面状符号的特征. 点状、线状和面状要素的基本关系见图 1.

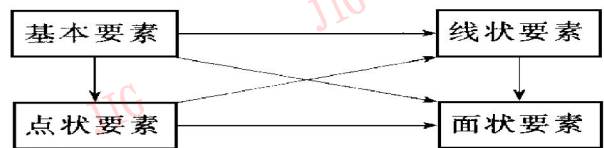


图 1 各要素基本关系

采掘工程平面图上各要素有其各自的空间信息和属性信息. 空间信息也称为几何数据, 是指图形实体的空间位置及其相互之间的拓扑关系数据, 如邻接、关联、交叉和包含等. 属性信息也称为非几何数据, 是指实体的属性, 一般用汉字、阿拉伯或罗马数字等说明该实体的特征, 如工作面注记、巷道名称等. 上述空间信息和属性信息均随时间变化而变化.

采掘工程平面图上各要素的源数据来自于测量和地质勘探等. 采掘工程平面图绘制的准确性、全面性和即时性, 直接取决于数据源的采集技术及其取舍程度, 而数据处理及其管理方法、数据源质量和实时性决定了采掘工程平面图的可靠性及其应用价值.

### 2 设计系统的目的和原则

设计采掘工程平面图自动绘制系统有两个目的: (1) 将采掘工程平面图图例符号以数字图集的形式存储在计算机系统中, 将现行的采掘工程平面图绘制规范体现在系统中. 为此, 设计了图例符号库的层次结构模型(如图 2 所示). (2) 为了对采掘工程平面图绘制所需资料的管理、分析、处理和图形绘制实现标准化和现代化. 本系统具有能科学地组织数据, 有效地进行数据处理, 准确地输出运行结果的功能, 从而提高工作效率和质量和提高管理水平, 为煤炭生产企业的经营、决策、设计和生产建设等提供基础资料, 为生产矿井的现代化和标准化打下坚实的基础.

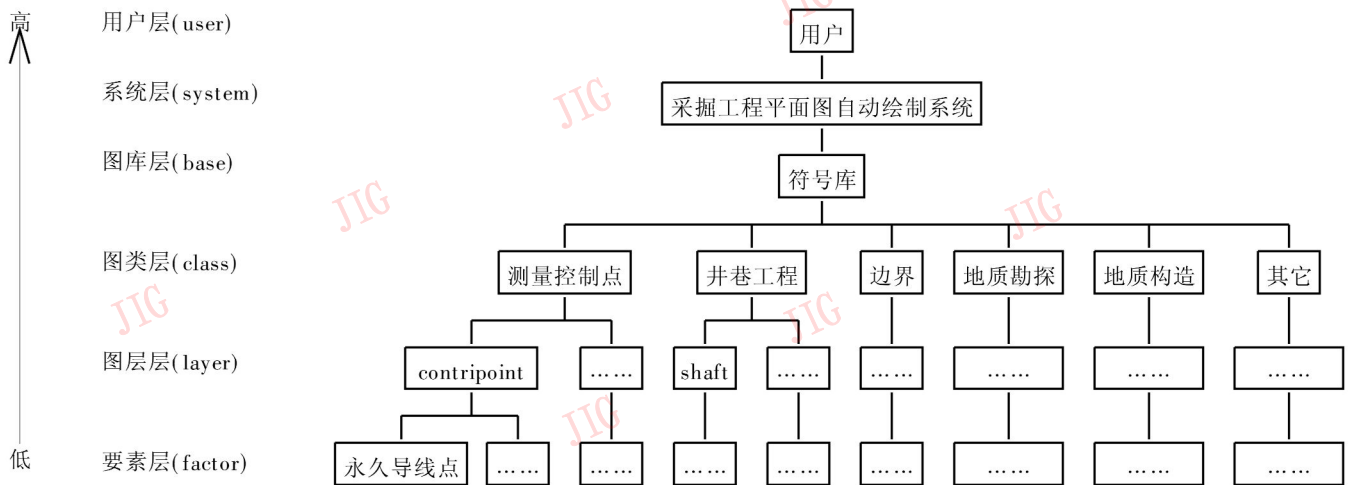


图 2 符号库层次结构

该系统的设计遵循下面几条原则:

(1) 完备性 该系统能绘制所有现行的采掘工程平面图标准图式, 而且能顾及地质图、通风图、地形图等要求; 同时该系统能进行原图数字化, 也能直接数字成图。

(2) 规范性 绘制的各种符号的大小、方向、线型、线的宽度、颜色和注记等都应符合有关规范规定和要求。

(3) 精确性 采掘工程平面图是生产矿井最基本的图纸之一, 因此图上内容位置要准确. 取舍恰当, 载荷适量. 系统不仅能对非法输入进行逻辑排斥, 最近一次数据输入有效, 而且能对设备状态进行自动检测和处理, 数据处理过程严密正确。

(4) 灵活性 系统使用的符号都存入了图例符号库, 供用户调用. 用户可以灵活地设置或改变符号的颜色、大小、旋转和位置等。

(5) 易用性 由于用户操作熟练程度具有很大的差异, 因此本系统设计的人机界面清晰直观, 每种操作均有提示, 及时指导, 保证一般用户很容易掌握操作方法. 系统为用户提供了方便的工具和友好的用户界面, 且使操作热键和常用软件尽量一致。

### 3 系统的基本结构

#### 3.1 数据流程

采掘工程平面图绘制所需数据涉及地质和测量等多方面的数据和图件, 信息量大, 形式多样, 结构复杂, 图 3 给出了该系统的流程图。

#### 3.2 运行环境

采掘工程平面图自动绘制系统是由 Foxpro 和

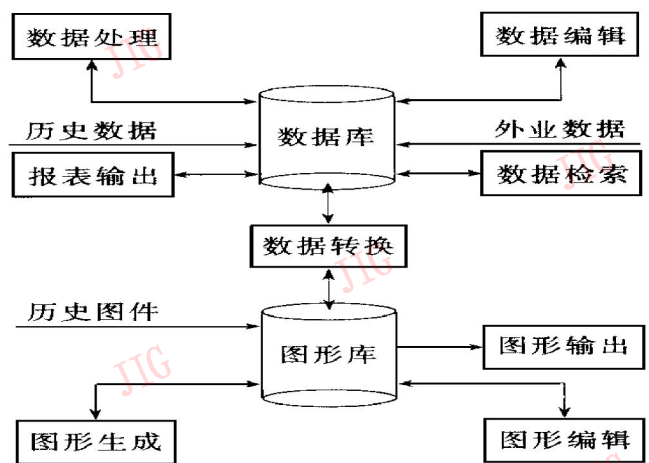


图 3 数据流程图

AutoCAD 等软件二次开发而成, 辅之以 BC 语言等编程, 运行于 Windows 环境下。

该系统要求计算机最低为 486, 最好配有彩色大屏幕显示器、彩色喷墨绘图机、打印机、数字化仪 (A0/A1) 等设备。

#### 3.3 系统功能

采掘工程平面图自动绘制系统由数据库管理、数据处理、图形数字化和图形自动填绘四部分组成 (见图 4)。其中数据库管理子系统包括测量数据库、地质数据库及相关数据库的管理模块, 即包括数据的录入、修改、快速查询、报表打印、数据库维护、系统帮助等功能模块; 数据处理子系统具备测量平差计算、图形数据和普通数据的转换、图形的分割与合并等功能. 图形数字化用于将原有图纸资料输入计算机, 并获得原图的数字信息和编码. 图形填绘子系统包括自动成图和收尺填绘 2 个模块, 其中自动成图模块是实测数据和原有数据, 经过处理后自动生成图形; 而收尺填绘模块功能是将矿井测量人员每

次收尺后获得的掘进迎头或工作面推进情况填绘在图上. 同时在底图的基础上, 可以进行一些分析, 如距离、面积、缓冲区、三量计算等.

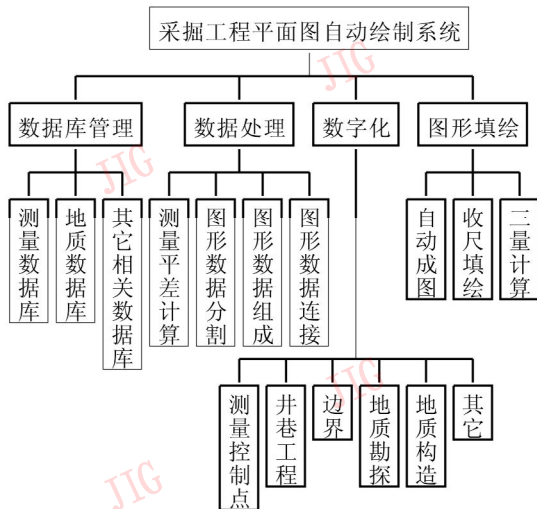


图4 系统功能模块

## 4 系统特点

(1) 把数据库管理、数据处理、图形数字化和图形填绘等融为一体, 解决了长期以来矿山测量成果管理和图纸绘制等相互分离的问题.

(2) 采用模块化结构和层次结构, 便于扩充、修改和移植.

(3) 具有查错、排错和容错能力, 拒绝接受不合逻辑的数据信息.

(4) 严格依据有关规范开发研制, 并建立了较为完整的图例符号库, 可以作为数字式采掘工程平面图绘制的标准.

(5) 界面友好, 为用户提供了下拉式菜单、弹出式菜单、按钮菜单、屏幕菜单、数字化仪菜单以及多个工具条; 各种输入均以对话框形式进行, 警告等均以信息框提示. 同时菜单或提示中均以煤矿地质勘查和测量规范规程中通用的术语命名, 容易掌握, 方便操作.

(6) 实现了采掘工程平面图的自动化填绘, 具有较强的数据处理和图形编辑功能, 实现了数据与图形的互访.

## 5 结束语

该系统已在某生产矿井正常运行, 完成了矿井的所有采掘工程平面图及其日常填绘, 并绘制了采

掘工程交换图. 这说明该系统具有以下优点:

(1) 易于掌握, 操作方便, 大大提高了煤矿测量的工作效率.

(2) 省时省力, 减少了原来煤矿地质和测量信息管理过程中的许多中间环节, 及时提供准确可靠的成果.

(3) 该系统绘制的图纸, 图面美观整洁, 完全符合有关规范要求, 具有较大的社会效益和经济效益.

(4) 该系统实现了煤矿测量有关资料的计算机处理和管理, 为生产矿井的质量标准化和现代化打下了坚实的基础.

## 参考文献

- 1 梁启章著. GIS 和计算机制图. 北京: 科学出版社, 1995.
- 2 Shepherd I D. Mapping with desktop CAD: A critical review. Computer Aided Design, 1990, 22(3): 167~ 172.
- 3 Lam S N, Quattrochi D A. On the issue of scale, resolution and fractal analysis in the mapping science. Professional Geographer, 1992(1).
- 4 郭金运等. 矿图符号库的开发和管理探讨. 山东矿业学院学报, 1998, 17(1): 61~ 64.
- 5 周立吾等. 矿山测量(第一分册: 生产矿井测量). 徐州: 中国矿业大学出版社, 1987.
- 6 孙家广等编著. 计算机图形学(新版). 北京: 清华大学出版社, 1995.



**郭金运** 1969年生, 硕士, 山东科技大学地球科学系讲师. 主要从事GIS和卫星大地测量等方面的研究, 出版著作2部, 发表论文20余篇, 参加了多项国家和省部级项目研究.



**徐洋林** 1961年生, 硕士, 山东科技大学地球科学系副教授. 主要从事微机在测量中的应用等方面的研究, 出版著作3部, 公开发表论文20余篇, 参加了多项省部级项目研究.

**刘国林** 1966年生, 博士, 山东科技大学地球科学系副教授. 主要从事测量数据处理等方面的研究, 发表论文20余篇, 参加多项国家和省部级科研项目研究.

**李瑞国** 1964年生, 肥城市规划建筑设计院高级工程师. 主要从事机助制图等方面的研究, 发表论文多篇, 曾获得山东省科技进步三等奖.