

资源勘查信息系统中参数化图形设计方法的应用框架研究

刘 刚 韩志军 罗映娟 吴冲龙

(中国地质大学资源学院信息所, 武汉 430074)

摘要: 传统 CAD 技术的某些不足, 影响了计算机辅助资源图件编绘系统的设计效率和在不同部门和不同使用对象中的广泛深入应用. 针对这种情况, 提出了新的参数化图形设计方法解决方案. 在分析了系统特点和参数化设计理论的基础上, 指出了参数化设计方法在资源图件编绘系统中模型建立与复用、图形自适应性和参数化图库等几方面的应用途径和实现参数化设计系统的难点和方法. 参数化设计方法的实现和应用将显著提高图件编绘系统的灵活性和适应性.

关键词: 计算机辅助设计; 资源图件编绘; 参数化设计方法; 地质矿产点源信息系统.

中图分类号: P628⁺.4 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2001)02-0197-04

作者简介: 刘刚, 男, 助理研究员, 1967 年生, 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, 主要从事资源信息系统和计算机辅助图件编绘应用研究.

0 引言

传统的 CAD 技术在地质矿产勘查图件计算机辅助编绘方面起到重要的作用, 但在实际应用中, 人们逐渐发现它们存在着某些严重不足, 主要表现在以下几个方面: (1) 图件模型的适应性不强. (2) 不能支持设计过程的完整阶段. (3) 无法支持快速的设计修改和有效地利用以前的设计结果. (4) 无法很好地支持设计的一致性维护工作. (5) 不符合工程设计人员的习惯. (6) 无法支持并行设计过程. 传统 CAD 系统只支持顺序的设计方法, 无法支持并行设计过程^[1].

参数化设计是以一种全新的思维方式来进行图形的创建和修改设计的方法. 它用约束来表达几何模型的形状特征, 定义一组参数以控制设计结果, 从而能够通过调整参数来修改设计模型, 并能方便地创建一系列在形状或功能上相似的设计方案. 这样, 设计人员在更新或修改图形时, 无需再为保持约束条件而操心, 可以真正按照自己的意愿动态地、创造性地进行新图件设计.

1 参数化设计方法的基本原理

参数化设计的基本思想是以资源勘查图件本身的绘制原理为基础形成的, 主要表现为: (1) 勘查图件是以几何画法为基础, 符合地质制图原则, 并有国家或部门标准约束的图形. (2) 勘查图件中比例尺是一个基本约束参数, 在此参数下, 可以确定相应图形的参数标准, 从而提供了一个修改和输出标准几何形体的合适途径, 即比例尺的变化能自动转化到几何形体的相应变化. 利用参数化方法设计时, 既不需要编写参数化绘图程序, 也不需要图形做一些特殊的标志和说明, 图形中所有的关系可由参数化软件自动识别和理解.

1.1 尺寸驱动法的原理

一个确定的几何形体由两类主要约束构成: 结构约束和尺寸约束. 所谓尺寸驱动技术, 是指根据尺寸约束, 用计算的方法自动将尺寸的变化转换成几何形体的相应变化, 并且保证变化前后的结构约束保持不变. 尺寸驱动法一般用于结构形状基本定形, 可以用一组参数来约定尺寸关系的设计对象^[2~4]. 实现尺寸驱动的关键在于尺寸链的求解. 如图 1 所示为一水平尺寸链, 图 2 所示为该尺寸链构成的树

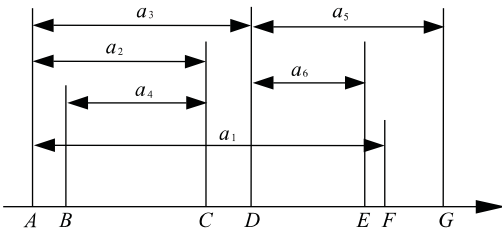


图 1 图形水平尺寸链

Fig. 1 Plane dimension-chain of graph

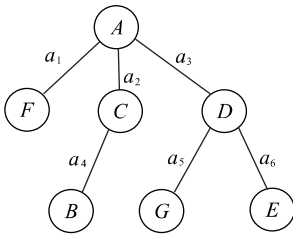


图 2 尺寸链的树状结构

Fig. 2 Tree data structure of dimension chain

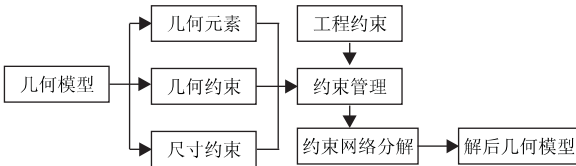


图 3 变量设计原理示意

Fig. 3 Flow chart showing variation design principle

结构. 结点表示一条尺寸界线所处的坐标点, 结点间的连线表示尺寸线. 当某一段尺寸发生改变时, 对应的所有结点都作出相应的改变, 从而自动完成整个几何形体的修改

注意需要将这里的尺寸概念同机械制图中显式的尺寸标注区别开来. 我们的尺寸概念是指几何实体本身的自然属性, 如圆的半径或直线的长度等, 而机械制图中尺寸驱动是指通过改变图上的尺寸标注值改变相应几何形体的尺寸, 但两者内部的驱动机制是相同的.

1.2 变量几何法的原理

变量几何法是一种基于约束的代数方法, 它将几何模型定义成一系列特征点, 并以特征点坐标为变量形成一个非线性约束方程组. 当约束发生变化时, 利用迭代方法求解方程组, 就可以求出一系列变化后的特征点, 从而输出新的几何模型^[4]. 变量几何法的两个重要概念是约束和自由度. 约束是对几何元素大小、位置和方向的限制, 分为尺寸约束和几何约束两类. 尺寸约束限制元素的大小, 并对长度、半

径和相交角度进行限制. 几何约束限制元素的方位或相对位置关系. 变量设计的原理如图 3 所示. 从理论角度看, 变量设计系统比尺寸驱动系统或传统的建模系统更灵活, 更适合于概念设计.

2 参数化图形设计方法在图件编绘系统中的应用途径

2.1 图件模型的灵活建立与复用

这是参数化图形设计方法的主要应用之一. 在资源信息系统中, 虽然有主题数据库 (subject database) 的支撑, 实现了图形原始数据的标准化管理和提取^[5], 同时国家和部门也制定了相应的技术标准来规范化图件各要素的绘制, 但是目前还没有国家和部门的统一标准来约束图件格式标准化, 这意味着勘查图件的编绘模型不是唯一的, 例如, 最基础的钻孔柱状图在水利勘查部门中北京勘测设计院和河南勘测设计院以及广东勘测设计院所要求的格式都有所差别. 因此, 对图件编绘系统在全局图件模型的建立上提出了更高的要求, 需要针对不同部门和不同使用对象快速建立相应的图件模型. 传统做法是为每一不同图件开发一一对应图件编绘程序, 工作量大且效率低, 而使用上述参数化设计方法则可大大提高图件模型建立的灵活性和方便性.

图 4 所示为勘探剖面图的总体结构模型. 在参数化设计方法的作用下, 可以实现以下几个方面的功能: (1) 在图形的几何约束下, 能保证各绘图区的相对位置关系和属性特征, 如图名区可以保证在主图区和图例区的上方, 同时随着图幅大小的变化始终让其处于居中状态. (2) 由于约束可以分级, 各图区内部的要素相关关系不会影响到图区之间的关系. 通过尺寸约束限制内部元素的大小, 并对元素特征加以规范, 使之符合标准. (3) 约束可以修改和重

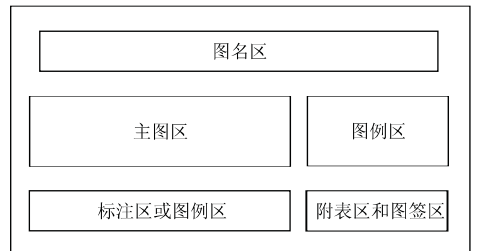


图 4 勘探剖面图的结构模型

Fig. 4 Structure model of exploration cross section

建,例如由于内容增多,要求图例区扩大范围,此时用户可以修改图名区和图例区的拓扑关系,在缩小图名区的同时向上扩大图例区的范围。(4)可以让各图区的内容要素与相应的属性库发生关联关系,实现内容的实时更新。所建立的图件模型能够保存和修订,建立新的图件模型时可以在已有模型基础上可视化修改,而不需重写编绘程序。

2.2 线型和图例花纹自适应性的实现

资源勘查图件通常有严格的比例尺规定,而线型、图例花纹也有严格的绘制标准,二者是相互独立的,都不能随意更改。然而有时由于工作需要,要变动图件比例尺。为了使得输出图件符合规范要求,必须使得图案花纹等保持原来的尺寸,如用于表示地层界线和断层的曲线粗细和样式以及用于表示岩性的花纹图案大小和密度等,都不能随比例尺的变动而改动^[6]。

实现线型和图例花纹的自适应性,需要引入参数化设计方法,建立线型和图例花纹的尺寸约束。该尺寸约束受比例尺这一全局变量控制。目前有的 GIS 系统实现了点位图例的屏幕显示的不变性,但功能有限,而我们这里提出的图例花纹的自适应性是为图件编绘全局服务的。

2.3 参数化图形建库的实现

好的图件设计系统一般要求提供基本的图形库,以提高交互绘图的效率。建立图形库通常有 3 种方法:(1)对于一些形状固定的图形,可用子图或符号的形式表示,能单独调用,相当于 AutoCAD 系统中的形和块。(2)对于形状相似、可成系列的图形,可以利用参数化编程方法,编制相应的图形生成程序库。(3)利用参数化设计方法,开发参数化图库管理工具,实现参数化图形建库。

通过分析,我们认为将参数化编程方法与参数化设计方法结合起来实现参数化图形建库是最佳途径。通过参数化编程方法能够方便地实现系列图示、图例表达,而参数化设计方法提供图形与整个图件的关联关系,并具有管理功能。

3 参数化设计方法实现的关键与对策

实现参数化设计方法的关键是建立和处理图形约束。图形约束包括尺寸约束和几何约束,而从约束的作用范围角度又划分为全局约束和局部约束。由于约束的建立与图元数据是紧密结合的,操作上需

要图形系统的基础功能支持,所以方法的实现属于系统底层开发,难度较大。实践中,我们有如下几点体会:(1)要注重系统数据模型的研究。数据模型的好坏直接决定着系统的处理功能和能力。分析图件的构造过程,根据地矿数据的“五多”性质和图件内容复杂的特点^[5],建立相适应的数据模型。同时需研究高效的计算机算法,例如对尺寸链树状模型的递归算法的优化,对变量几何约束网络方程组的快速求解等^[7]。(2)面向对象设计方法的应用。所实现的参数化设计系统,要求能够实现约束图形的嵌套和继承,使用户可方便地建立各种图件模型。面向对象的系统分析和设计方法,具有多态、继承的特性,为这类复杂应用提供了基础技术支持。面向对象设计方法的应用,也为图件模型的复用和系统二次开发提供了有效的保障。(3)与数据库的紧密集成。可使图件内容保持及时更新,减少数据处理的中间环节,减轻系统数据管理的负担,增加应用的灵活性。(4)借鉴 GIS 技术特点。在图形处理方面,GIS 的特点是拓扑关系的建立与空间分析应用,这与图形约束系统的建立在技术上是相相似的,但图形约束的作用范围更广更复杂。(5)系统需要同时实现尺寸驱动和变量几何两种方法,兼顾局部和全局操作的方便性。实现约束关系表达还有其它方法,如人工智能方法、基于构造过程的方法等^[8],也可作为考虑的方向,以增强系统的处理功能。

Roller 等^[9,10]曾指出了一个理想的基于约束的参数化系统应具备 7 个要素的要求,然而到目前为止还没有一个方法能够完全实现^[11]。在图形、花纹较为复杂且不规则的资源勘查领域,建立参数化设计系统较为困难,需要作更深入的研究开发工作。

4 结语与讨论

开发地矿点源信息系统的困难,不仅在于需要开发大量的高功能应用软件、需要高效率的软件辅助开发工具,还在于需要有完善的、适合于不同服务环境和不同服务对象的系统工作平台及信息工程方法论体系。资源勘查数据“多源、多类、多量、多维和多主题”和资源图件主要由不规则任意曲线和复杂的花纹系统组成的特点决定了图件编绘系统要开发能适应不同使用对象和环境的新技术新方法^[5]。本文针对传统 CAD 技术在图件模型建立、设计环境以及图形处理等方面的不足,提出了参数化设计方

法的新的解决方案。

基于约束的参数化设计系统以一种全新的思维和方式来进行图形的创建和修改设计。在设计过程中,参数化输入方式可以大大提高图形输入的效率;由于图形间约束的存在,使得设计目标各部分之间的位置调整和修改变得十分方便;参数化设计技术可以为图形的概念设计、图件模型的修改、多方案对比和动态设计提供强大的支持。总之,参数化图形设计方法可以显著提高图件编绘系统的灵活性和适应性。

参考文献:

- [1] 肖刚,李学志. 机械 CAD 原理与实践[M]. 北京:清华大学出版社,1999. 61~75.
- [2] 曾经梁,孙建平. 基于尺寸驱动的参数化方法绘图[J]. 计算技术与自动化,1998, 17(3): 49~52.
- [3] 唐荣锡. CAD/CAM 技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1994. 31~41.
- [4] 林峰,颜永年,卢清萍,等. 基于图形数据的图形参数化方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,1993, 5(3):

184~190.

- [5] 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. 1~138.
- [6] 刘刚,袁艳斌,吴冲龙. 参数化设计方法在地矿图件计算机辅助编绘中的应用[J]. 地质科技情报,1999, 18(1): 91~96.
- [7] 唐良红,孙立铸,王树胜. 基于特征的参数化设计和实体模型编辑的研究[J]. 工程图学学报,1999, 2: 71~78.
- [8] Aldefeld B. Variation of geometries based on a geometric reasoning method [J]. CAD, 1988, 20(3): 117~126.
- [9] Roller D, Schonek F, Verroust A. Dimension-driven geometry in CAD: a survey [A]. In: Roller D, ed. Theory and practice of geometric modelling [C]. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 509~523.
- [10] Roller D. An approach to computer-aided parametric design [J]. CAD, 1991, 23(5): 385~391.
- [11] 罗浩,张新访,向文,等. 基于约束的参数化设计技术发展现状及前景[J]. 中国机械工程, 1995, 6(5): 21~24.

RESEARCH INTO APPLICATION FRAMEWORK OF PARAMETRIC DESIGN METHOD OF COMPUTER-AIDED MAP GENERATION IN RESOURCES EXPLORATION INFORMATION SYSTEM

Liu Gang Han Zhijun Luo Yingjuan Wu Chonglong

(Institute of National Land and Resources Information System, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Because of some disadvantages of current CAD technology, the design efficiency and application of computer-aided resources map generation system in different departments and users were limited. In this paper a new parametric graph design method is presented to solve this problem. Based on the analysis of map generation system features and parametric design theory, difficulties and means of the application approaches of the system to parametric design method and actual parametric design system are put forward, such as map model design and reuses, adaptability of map model itself and establishment of parametric graph library. The realization and application of parametric design method may improve prominently the functional agility and flexibility of map generation system.

Key words: computer-aided design (CAD); resources map generation; parametric design method; geological and mineral point-source information system.