

# 基于特征的零件设计系统的研究与开发

江波\* 杜平安 杨东

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

**【摘要】** 提出一种在 AutoCAD 上实现零件特征造型的方法, 给出了设计思路、总体结构和具体实现方法, 初步实现了 AutoCAD 上机械零件的特征造型。

**关键词** 特征; 特征造型; 零件设计; 特征库

**中图分类号** TH122

传统实体造型系统由于其产品信息不完整和构形手段层次过低等不足, 越来越无法适应 CIMS 技术所要求的 CAD/CAPP/CAM 的高度信息集成。

特征造型是面向制造全过程, 实现 CAD/CAM 集成的重要手段。它克服了传统实体造型系统的不足, 成为当今解决并行工程、实现 CIMS 的关键技术之一。然而, 研制一个特征造型系统需要花费大量的人力、物力和财力, 所以人们自然想到在现有实体造型系统的基础上二次开发出具有特征造型功能的模块, 充分利用其原有的图形操作、显示、输入、输出等功能。本文所提出的正是给 AutoCAD 添加一个机械零件的特征造型系统 AFPD(AutoCAD Feature-based Part Design)。AFPD 采用 AutoCAD ADS 进行 C 语言编程, 用 Watcom C/C++ Compiler 9.01 编译最终生成保护模式的可执行文件, 在 AutoCAD 平台上运行, 初步实现了机械零件的特征造型。

## 1 图形支撑系统的选用

开发特征造型功能需要其相应的图形支撑系统(即实体造型 CAD 系统)有以下几种功能:

- 1) 较强的实体造型功能。
- 2) 实体模型表示方法至少具备 CSG 和 B-rep。

从特征造型的角度出发, CSG 由于具有表示形体的正则性、造型简单、易修改、易转换成其他的表示方式等优点而成为特征造型的首选方法。但是, 由于 CSG 表示形体的边界几何元素(点、边、面等)是隐含表示的, 而边界表示 B-rep 存储的正是构成形体的各个点、边、面的定义信息, 所以 B-rep 也成为特征造型所必须的形体表示方式。

- 3) 图形数据库足够开发, 并有良好的开放环境。

AutoCAD 中 AME(在 13 版中是 ACIS)的添加使其具有了一定的特征造型功能; 在内部模型表示上 AutoCAD 采用了 CSG、B-rep 混合表示, 辅以扫描表示; AutoCAD 具有良好的开放性和开发环境。可见, AutoCAD 完全满足了一个开发特征造型系统所需的条件。

## 2 AFPD 的总体结构

由图 1 AFPD 的总体结构可见, 整个 AFPD 由六个部分组成: 主特征造型/特征提取、附加; 辅特征造型/特征提取、附加; 自定义特征、属性; 特征的修改; 特征的删除; 输出特征文件。AFPD 对零件特征造型分为主特征与辅特征两步, 初步实现了齿轮、槽、孔等的参数化设计以及相应的几何、拓扑、精度、加工、管理信息的提取与附加。同时, 提供了特征及其属性的删除, 对其中附加信息提供了相应的修改功能。另外, 作为造型手段的一种扩充, AFPD 还提供了用户自定义功能, 用户可以利用 AutoCAD 自身的造型功能定义形状特征, 然后利用 AFPD 所提供的属性附加功能添加属性, 并将其加入到特征库中, 从而在主、辅特征造型中使用。最后需要指出的是 AFPD 没有开发自己的特征存储格式, 而是简单地调用了 AutoCAD 的 DXF 格式。实验证明, 这种格式能够保证本系统特征数据的完整性。

1998年4月15日收稿, 1998年5月21日修改定稿

\*男 24岁 硕士生

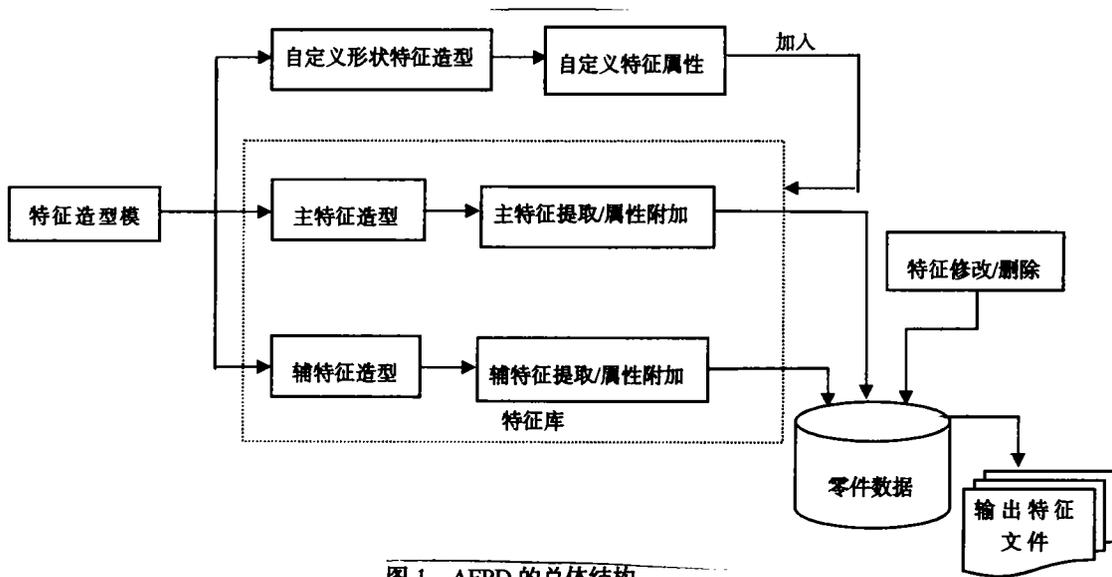


图 1 AFPD 的总体结构

### 3 AFPD 的实现

#### 3.1 主、辅特征造型

从造型角度看,可以将形状特征分为主特征和辅特征。其中,主特征又可分为简单主特征和宏特征;辅特征又可分为简单辅特征、复制特征、组合特征等。在 AFPD 中,目前实现了简单主特征,如长方体等,以及宏特征,如齿轮。齿轮设计是一个标准化的设计过程,模数、键槽尺寸都是标准系列的。齿轮宏特征的定义不但大大简化了建模过程,而且可以反映出零件的整体结构和制造工艺。

AFPD 中的主、辅特征造型是基于特征库的。这个特征库分为两部分:1) 形状特征库,由 C 语言描述;2) 与每一个形状特征相对应的属性特征库,即形状特征所描述的各个要素的精度、加工、管理特征等,由 AutoCAD 的块操作来实现。属性特征库在内部组织上采用一种非严格意义的分离表达模式,在属性特征中除了包含非几何信息外,还包含一些形状特征的关键几何、拓扑信息。其原因是我们发现用户在查询特征属性时,经常会查询一些重要形状尺寸和定位尺寸,而其他一些尺寸和拓扑信息则较少涉及,因此我们采用了这种折中的方案。在形状特征造型完后,系统会提取一部分重要的几何、拓扑信息,如长、宽、高尺寸、定位面 ID 号等放入属性特征块中。虽然这样做并没有真正改变 AFPD 中几何、拓扑信息与属性信息分离的实质,但是它给用户提供了查询关键几何、拓扑信息的一种方便、迅速的手段。造型过程中,一个形状特征的实例是通过 AutoCAD 赋予它的 ID 号与其属性特征库产生一个一一对应的关系。

图 2 是采用 AFPD 造型的几个实例,图中仅给出了形状特征。

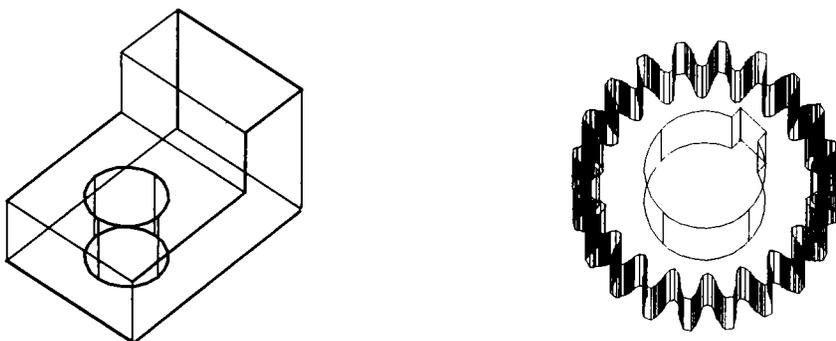


图 2 AFPD 的造型实例

### 3.2 特征的修改

AFPD 目前仅提供了特征中附加属性的修改,即非几何、拓扑属性的修改。如前所述,AFPD 采用了特征的准分离表达模式,即属性块中含有部分重要的几何和拓扑信息,它们是由图形中提取出来的,而特征的精度、加工、管理信息等是附加上去的。这些几何、拓扑信息与零件的形状特征空间相对应。因此,AFPD 在属性块中将这此几何、拓扑信息设为不可改动属性。在初始化修改属性对话框之前,系统需将这些不可改动的属性值保存,在用户修改完属性之后,检验用户是否修改了这些不可改动的属性,如是,则予以恢复。

### 3.3 特征的删除

目前特征的删除尚没有明确、公认的语义,这是由于众多的特征之间的交叉引用使得某一个特征的删除很可能会产生二义性和不确定性。在基于约束的特征造型中,Chen 曾经给出过一个特征修改的语义及其相应的算法<sup>[4]</sup>,然而他所基于的模型表示方法是其自行开发的基于特征的可修改表示方法(E-rep)。这一语义和算法要在传统的 CSG 表示方法上(如 AutoCAD 上)实现,难度是相当大的。

AFPD 目前仅能够提供独立辅特征的删除。所谓独立指该特征不被其他任何特征所引用(如定位或存在形式上的引用)。如果用户试图删除一个非孤立的辅特征,则会产生结果的不可预知性。

### 3.4 自定义特征

任何一个特征造型系统都不可能仅靠自身的特征库就满足所有用户的需求,因此有必要给用户自定义造型的功能。如前所述,特征库分为两个相对应的组成部分,即形状特征库和属性特征库。用户自定义特征时,首先在 AutoCAD 中定义形状特征,返回 AFPD 后根据系统提示定义属性特征。定义完毕后,AFPD 就可以将它们加入到特征库中去,从而在主、辅特征造型中使用。

图 3 所示的是用户采用旋转生成的回转体端盖模型及其被切去一个槽的模型;图 4 所示的是用户采用拉伸生成的吊耳模型及其被附加在一基块上的模型。

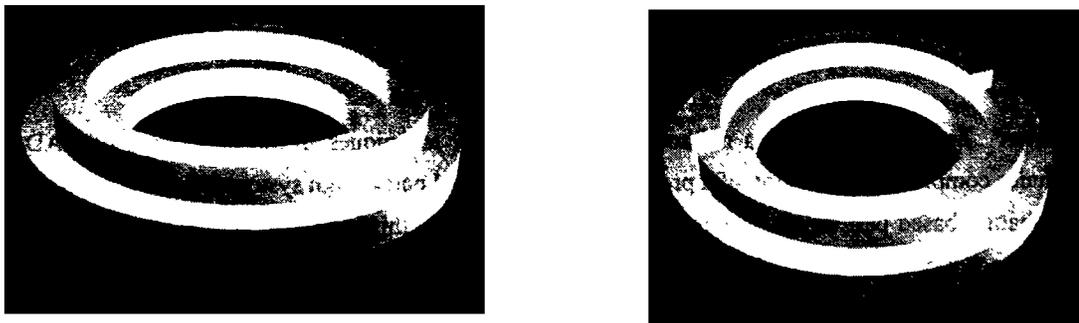


图 3 自定义特征用作主特征

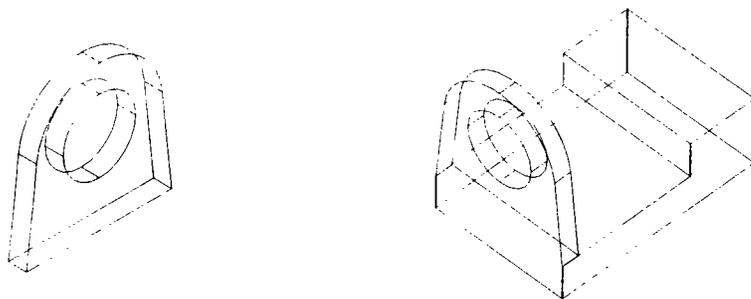


图 4 自定义特征用作辅特征

## 4 结 论

1) 实践证明, 在 AutoCAD 上开发特征造型功能是完全可行的。AFPD 的实现大大缩短了设计人员花在低层设计工作上的时间, 让他们把精力集中在诸如定位、大小等设计要素上, 从而大大减轻了设计强度, 提高了设计效率和设计质量;

2) 一个真正实用的特征造型系统应该是一个专用的针对某一类产品设计的系统, 如箱体、回转体等, 或是一个基于成组技术(GT)的非常庞大的系统。AFPD 距离使用化还有很大距离, 诸如特征修改及自定义特征参数化等尚需进一步完善, 但它反映了一种在现有商品 CAD 系统上开发特征造型功能的基本思路和方法, 这一思路和方法在现有的特征造型系统经过一段时间的实验和运行后证明是可行的。

### 参 考 文 献

- 1 张冠伟, 张世昌, 王凤歧等. 基于 AutoCAD 的特征造型系统. 计算机辅助设计与图形学学报, 1996, 8(4):313~320
- 2 孟明辰, 王 革, 强 斌等. 在 I-DEAS 系统上开发特征造型系统的研究. 计算机辅助设计与图形学学报, 1996, 8(2):143~148
- 3 孙家广, 杨长贵. 计算机图形学. 北京: 清华大学出版社, 1995
- 4 Chen Xiangping, Hoffmann Christoph M. On editability of feature-based design. Computer-Aided Design, 1995, 27(12):905~914

## Research and Development of AutoCAD Feature-based Part Design

Jiang Bo    Du Pingan    Yang Dong

(Dept. of Electromechanical Eng., UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** Feature-based design method is one of the key techniques in the integration of CAD/CAM which includes completed information of a product. A feature-based part design system based on AutoCAD—AutoCAD feature-based part design system (AFPD) is developed. In this paper, the design concept, the system structure and each module within AFPD are discussed.

**Key words** feature; feature modeling; part design; feature base