

文章编号: 1005—0523(2003)04—0095—04

机械轴类零件 CAD 系统研究与实践

王 琳, 蒋先刚

(华东交通大学 基础科学学院, 江西 南昌 330013)

摘要: CAD 系统是机械设计与加工自动化发展方向的重要课题. 本文介绍一种新型机械轴类零件 CAD 系统的实现技术. 该系统使用了“特征图形单元”的建模方法, 用 VB 开发出面向 CAD 集成的特征造型系统, 通过输入参数自动完成二维及三维图形的设计. 该系统的研究方法及实现过程对于其它类型零件的 CAD 研究以及 CAD/CAPP 集成也有一定的参考价值.

关 键 词: 图形单元; 特征; CAD

中图分类号: TH162

文献标识码: A

0 引 言

机械 CAD 的发展包含通用型和专业型系统设计两个发展方向, 一方面, 在 AutoCAD 等国外通用 CAD 软件平台上出现了众多面向各行业的二次开发软件. 另一方面, 在国内外都产生了不少主要适用于机械行业的 CAD 软件, 如国外的 I—deas—Drafting、Siggraph—design, 国内的独立开发的有开目 CAD、PI—CAD 等. 这些软件主要提供绘图、标注、图形库、输出等功能, 也含有板金下料等辅助功能. 这样, 就减少了用户自己进行二次开发的重复劳动, 而独立开发的机械 CAD 软件, 可以针对机械行业和工程图的特点, 开发更多实用的功能.

目前, 国内外 CAD/CAPP 集成基本还处于研究开发阶段, 真正应用到实际中的系统不多, 主要是由于现有的 CAD 系统沿用的是几何模型, 缺乏 CAPP 所需的零件特征信息及制造要求信息, 这已成为 CAPP 和 CAD 集成的主要障碍, 具体表现在:

- 1) 描述的产品信息不完备. 它主要用来定义产品的几何形状, 难以将尺寸、公差、粗糙度等信息一起表达.
- 2) 实体造型表达的几何型体是以低级拓扑信

息描述的, 不能支持工程应用所需的高级信息.

3) 特征之间的关系得不到表示.

为此, 本文提出的这种基于 CAD 系统的特征造型方法, 不但提供了自动生成二维、三维图形功能, 同时建立了自定义特征图形库, 将 CAD 基本几何数据和适合于工艺设计的加工特征信息有机地结合起来, 使后续的 CAPP 系统能够直接从 CAD 系统获取所需信息, 为今后实现 CAD/CAPP 集成提供了一条可靠的途径.

1 特征建模

1.1 特征的定义与分类

特征的定义有十多种, 但至今仍然未能得出统一的定论. 但国内外学者们已经公认特征有以下特点: 具有一定的几何形体、是产品信息的携带者、具有工程意义、具有严格的性质. 虽然特征的定义非常笼统, 但事实上在 CAD/CAPP 领域的特征必须满足以下条件:

- 1) 特征必须是一个实体或零件的具体构成之一;
- 2) 特征能对应某一种形状;
- 3) 特征应该具有工程上的意义;

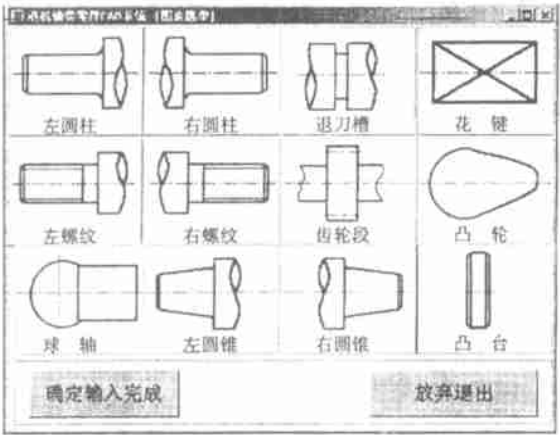
4) 特征的性质是可以预料的.

因此,特征的概念强调的是在一系列复合式设计时所需要的造型特征,以此表达三维实体,这些特征各记录着一个完整的成型资料.在本系统中描述了轴类零件的基本特征,如外圆面、外锥面、孔、键槽、花键、球面、中心孔等等特征.本系统正是运用这些形状特征,实现了 CAD 及 CAPP 的集成.

1.2 特征的表示和约束

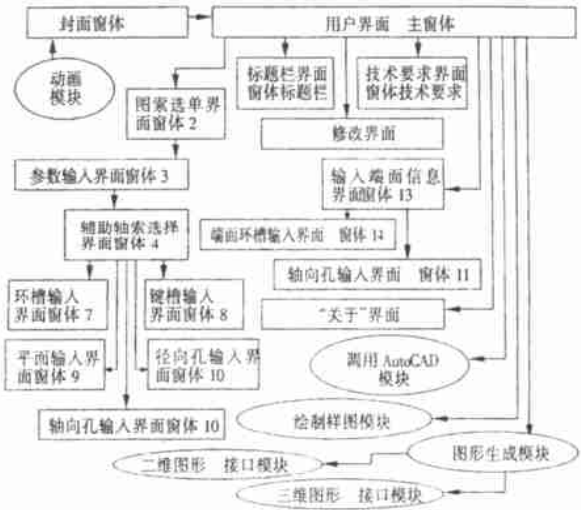
目前对形状特征的表示有三种,即边界表示(B-rep)、几何体素构造表示(CSG)和二者的混合表示.也有人采用非几何方法表示,如用属性、规则和图形语法等.就目前多数文献介绍,绝大多数特征设计采用 B-rep 和 CSG 表示形状特征.

特征约束是指对形状特征尺寸或工程信息的限制,所以特征约束分为几何约束和工程约束.其中,对特征约束讨论最多的是尺寸约束和公差约束.尺寸约束其实就是特征的几何参数,而公差的约束既属于几何约束又属于工程约束.图 1 为本系统的零件外形结构的图形单元.



本系统提出的特征造型系统,综合应用了面向制造过程的特征设计和特征识别技术.系统中的特征识别技术可以充分运用现有资源,采用交互式特征识别法和基于规则的自动特征识别法相结合的方式,从现有的二维实体造型系统中抽取特征信息,与输入的公差等工艺信息一起组成基于特征的信息模型,存入数据文件中.面向制造的特征设计可以同时进行产品设计和加工工艺方案设计,能在设计阶段捕捉到除了零件几何拓扑以外的设计和制造意图的高层描述,最终形成零件特征模型,并通过特征处理的验证和再组织,存入 dxf 文件中.以 AutoCAD2000 作为零件特征建模的支撑环境,构造出零件的三维实体模型,用 Visual Basic 二次开发出

特征造型的系统结构,如图 2 所示.该系统由特征定义、特征操作与运算、特征信息设定、用户定义特征库、特征设计、特征处理、特征识别和 dxf 文件组成.



2 零件信息的输入

由上述特征分类可知,设计一个零件必需的信息有零件的几何形状信息、拓朴信息、工艺信息和控制信息.控制信息包括尺寸、公差、表面粗糙度,形位精度、位置精度等信息;工艺信息包括材料、热处理等信息.目前,许多非基于特征设计的 CAD 系统中,零件结构设计所输入的信息对工艺设计而言是不完备的,没有考虑到 CAD 与 CAPP 等后续模块之间的各特征信息的区别和交换,几何信息是完备,但缺乏工艺信息.甚至有些系统在进行工艺设计时只好调用已经设计好的零件图完成二次输入.这不仅增加了人工的输入量,而且造成 CAD 与 CAPP 及 CAD 和 CAM 等后续模块在数据存贮、交换及共享上的困难.

本系统先用表单的形式要求用户输入各个特征的信息,包括几何形状信息、工艺信息及控制信息等(图 1 为特征信息输入主界面).建立用户定义特征库,将以上信息存入数据库.然后用户从系统主界面输入命令进行零件拼接,通过“特征识别”、“特征处理”和“图形文件”处理,完成工程图的生成.此外,我们还添加了“数据修改”模块对数据库进行动态修改.并且采用直接从 CAD 系统中提取 CAPP 数据所需的原始的特征工艺信息.

3 系统的程序设计

3.1 系统的模块功能及构造

本系统采用 Visual Basic 语言设计,共设计了 16 个窗体和 7 个模块每个窗体通过编译代码实现系统中的可视化操作和对其他窗体及模块的调用.例如:用户打开主窗体后,可利用该窗体调用窗体 2,进入图素选单界面,在图素选单界面中,用户根据各自的需要选择图素,然后调用窗体 4,进入辅助轴素选择界面,最后根据实际情况选择所须的辅助轴素,再对相应的窗体进行调用,完成零件外形的选择,整个系统的窗体及模块的调用过程如图 2 所示:

3.2 系统中信息共享技术

在 CAPP 的各个环节中,从 CAD 读取信息到工艺文件生成都至关重要.其中,工艺文件的创成这一环节涉及很多方面:加工方法的确定、加工顺序的确定、工艺尺寸链的计算、刀具和量具的选择、机床的选择、夹具的确定以及毛坯的设计.对于一个成功的 CAPP 系统来说,完善以上诸多方面是非常重要的.本系统通过一个实用加工链生成及再组合方法成功地实现回转体零件的工艺生成.

该系统首先将 CAD 的信息通过接口程序转化为 CAPP 所接受的信息,以便达到 CAD/CAPP 的集成,这样 CAPP 的所需信息不必重新输入,然后系统将信息作预处理,整理出各个表面要素.系统根据表面要素的加工要求(加工精度、加工表面的粗糙度等)生成其加工链,对加工链进行拆开再组合整理出零件的加工工艺,信息共享与流程如图 3:

二维图的生成最基本的是通过编写 DXF 文件,实现利用 AutoCAD 绘图的功能.

编写 DXF 文件必须遵循 DXF 文件的格式,DXF 格式是特定版本 AutoCAD 图形文件中所包含的全部信息的标记数据的一种接口文档.图形交换文件 *.DXF 是一专用格式的 ASC II 文本文件.DXF 文件在结构上由 HEADER(标题),TABLES(表),BLOCKS(图块),ENTITIES(实体)四段组成,以 EOF 结束.一个 DXF 文件由若干组构成.在 DXF 中,每个组占两行,首行为组代码,第二行为组值.组代码书写结构为 FORTRAN I 3 格式(即向右对齐,占据三个字符),实体、表项和文件的分界符用组码 0,后跟描述该项的名称.例如下列组码适用于直线图元.

10	起点(在 WCS 中).DXF:X 值;APP;三维点
20, 30	DXF:起点的 Y 和 Z 值(在 WCS 中)
11	终点(在 WCS 中).DXF:X 值;APP;三维点
21, 31	DXF:终点的 Y 和 Z 值(在 WCS 中)

根据这些要求,编写程序必须按照规定的格式来写,如下面一段编写“左竖线”的小程序:

```
'插入点坐标,左竖线
Print #2, "0"; Chr $(13) + Chr $(10); "LINE"
Print #2, "8"; Chr $(13) + Chr $(10); "3"
Print #2, "10"; Chr $(13) + Chr $(10); x
Print #2, "20"; Chr $(13) + Chr $(10); y
Print #2, "11"; Chr $(13) + Chr $(10); x
Print #2, "21"; Chr $(13) + Chr $(10); y + z
```

4.2 三维图的生成

三维图形的生成是通过编写 SCR 文件,调用 AutoCAD 三维建模功能来实现的.SCR 文件实质是将 AutoCAD 一系列作图命令组合在一起,其文件的扩展名为 SCR,它按批处理方式执行.SCR 文件是一个 ASC II 文本文件,可以通过高级语言自动生成,通过高级语言计算出来的参数以及选择好的结构,如果通过 *.SCR 文件,就可以将它们转换成 AutoCAD 的图形,从而实现参数化绘图,使计算机辅助设计和图形输出一体化. *.SCR 文件往往不是用字符编辑软件生成的,而是由高级语言自动产生的,这样从计算机辅助设计到图形输出都由高级语言来完成各项预定工作.

SCR 文件格式简单,如下面一段源代码将构成左圆柱,其参数由数据库提供:

```
Print #10, "zoom"
Print #10, (scrx - 10) & ",0"
Print #10, (ab(3) + 10) & "," & (ab(2) / 2 + 10)
Print #10, "pline"
```

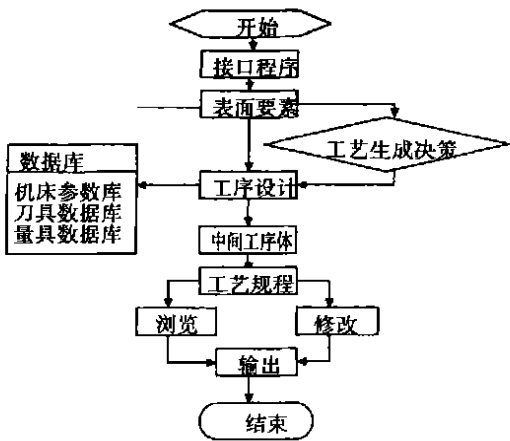


图 3 信息共享与流程图

4 工程图形及模块的产生

中国知网 <https://www.cnki.net>

4.1 二维图的生成

```
Print # 10, (scrx + Val(ab(3))) & “,” & 0”
.....
Print # 10, scrx & “,” & 0”
Print # 10, “c”
Print # 10, “zoom a”
Print # 10, “region”
Print # 10, (scrx + 5 + Val(ab(3))) & “,” & (two _
max(zuozhijing, youzhijing) / 2 + 5)
Print # 10, (scrx - 5) & “,” & -10”
Print # 10, “revolve”
Print # 10, (scrx + 5 + Val(ab(3))) & “,” & (two _
max(zuozhijing, youzhijing) / 2 + 5)
Print # 10, (scrx - 5) & “,” & -10”
Print # 10, “x”
scrx = scrx + ab(3)
Close # 10
End Sub
```

5 结 论

本文介绍的机械轴类零件 CAD 系统是一个专用型的新颖实用的 CAD 系统. 该系统基于图形单元技术, 其建模方法和基本思想不仅适合于轴类零件的特征建模, 同样也适用于非轴类零件的描述. 系

统有自动绘图、自动标注等智能化的 CAD 特点; 并且实现了 CAD 与后续模块 CAPP 的文件共享与集成. 同时, 该系统的模块与一些子程序可以在其它系统上重复利用, 迅速开发其它新型的 CAD 系统以及其他 CAD/CAPP 集成系统.

参考文献:

[1] 吴晓光, 曾孟雄, 陈燕. 基于特征零件的 CAD/CAPP 集成系统[J]. 制造业自动化, 2001(3): 13~16.
[2] 蒋祖华等. 支持 CAD/CAPP/CAM 集成和并行的制造特征[J]. 上海交通大学学报, 1998, 32(5): 93~95.
[3] 董文华, 范颈松. 机床企业二维 CAD 的深入应用[J]. CAD/CAM 计算机辅助设计与制造, 2001(4): 27~28.
[4] 杜裴, 黄乃康. 计算机辅助工艺过程设计原理[M]. 北京: 航空航天大学出版社, 1990, 12.
[5] 孙正兴等. 基于特征的 CAD/CAM 信息集成方法. 计算机辅助设计与制造[J]. 1996(7): 34~40.
[6] 康乃全, 刘成国. AutoCAD 2000 高级使用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
[7] 戴同. CAD/CAPP/CAM 基本教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
[8] 刘璇. 国外基于特征设计的研究现状与展望[J]. 计算机辅助设计与制造, 1997(3): 21~24.

Research and Practice on a New Type CAD System For Axis Parts of Machines

WANG Lin, JIANG Xian-gang

(School of Natural Science, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The CAD system is an important developing direction of machine design and processing automatization. The paper introduces a new type of CAD system for axis parts of port machines, which puts forward a modeling method based on feature unit by using Visual Basic as the developing tool. It can complete the process of CAD by inputting some parameters. The method of this system will be helpful to other CAD/CAPP systems integration.

Key words: graphic unit; feature; CAD