

# 非回转体零件特征信息模型的建立

熊静琪\*

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

**【摘要】** 从产品 CAD/CAPP/CAM 信息集成的角度出发,采用方位特征描述方法,对非回转体零件特别是箱体类零件的信息模型的建立进行了探讨并实践,其结果生成一标准的 DXF 图形文件,可供其他的 CAD/CAM 软件使用。最后给出了零件的几何拓扑、特征、尺寸、公差模型。

**关键词** 计算机辅助设计; 计算机辅助制造; 特征制造; 零件信息; 建模方法  
中图分类号 TH162

产品建模技术一直是 CAD/CAPP/CAM 应用领域一项极为关键的技术,现有的 CAD/CAM 软件,如 I-DEAS, UGII, EUCLID, AutoCAD, Mastercam 等在工厂的设计制造中发挥了很大作用,将先进的 CNC/DNC 数控机床的高效使用推上了新台阶。这些软件对单机床、单工位一次装夹加工成型的加工对象是很有意义的。但所有这些 CAD/CAM 软件,其实体造型的数据构造都是以满足几何完整性为目的而设计的,它缺乏加工必需的零件工艺信息。

在机械制造业中,从产品设计到产品加工,信息传递的唯一途径是图纸,图纸描述零件的必要的几何信息(包括形状、尺寸等)外,还包括零件加工工艺信息(表面精度,粗糙度,热处理,材料等信息)。很明显,采用原有的基于几何实体的造型方法不能完整地描述零件的工艺信息,且设计方法不符合机械设计人员的思维习惯,工作量大。基于特征设计的产品建模方法,正好弥补了传统建模方法的不足,从而为 CAD/CAPP/CAM 集成提供了一种理想的工作环境。

## 1 特征的概念

### 1.1 特征的定义

为了完整定义机械产品零件,方便的方法是把零件的结构和工艺信息按它们的性质划分成一些信息的集合,这些信息的集合就是特征。对产品加工人员来说,所关心的是零件上待加工表面的

信息。如图 1 所示零件,其所有表面都由机械加工成型,则它是由 6 个平面、1 个槽和 2 个孔等 9 个制造特征构成。目前世界各国均在致力于产品模型建模技术的研究,对产品特征的定义还没有形成统一的定义,但它们必须应具有如下特点:

1) 为设计者提供一个符合设计规范的友好接口,不仅给出了形状,而且给出了功能。

2) 特征直接反映了加工方法,通过特征,来自 CAD 的数据可直接用于 CAPP、NC 等后续阶段。

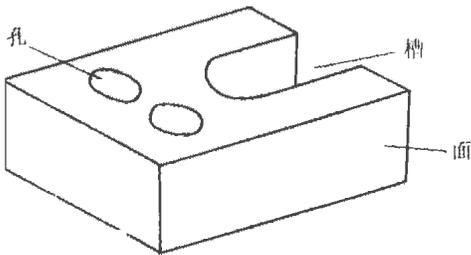


图 1 制造特征示例

3) 可以采用一些“宏观属性”来描述整个特征,而不必描述单个的几何要素属性。

## 1.2 特征的分类

零件的特征必须完整地描述零件的几何形状及加工过程,为了能从设计到制造各个阶段均可用特征来进行反映,我们将零件特征进行归纳以后,进行如下分类来描述:

- 1) 形状特征 描述待加工表面的几何形状、尺寸,如平面的长×宽,孔的直径×深度。
- 2) 精度特征 定义产品加工结束后的实际形状与名义形状之间的差别。如表面粗糙度、尺寸公差、形位公差等。
- 3) 材料特征 描述零件材料的类型,热处理方式与条件等。
- 4) 管理特征 描述零件的管理信息。

## 2 零件信息描述

由FANUC-O-M 数控系统构成的具有三轴二联动的数控加工中心,具有平面铣、钻、镗、铰等加工功能,它主要针对的是板块、杆条、箱壳体类等非回转体类零件的加工,这些零件具有一个共同的特点是零件外形复杂,加工工序多,加工方位多,对这些零件的信息描述,长期以来人们为此作了许多探索,提出了一些描述方法,如十方位描述法,分层特征描述法,方位特征描述法,以及特征柔性描述法等。这些方法的基本出发点均是从零件待加工表面特征出发,对零件进行分面定向的描述,确定其加工面特征,从而无需描述整个零件的具体结构和形状。

### 2.1 加工方位的确定

非回转体零件上需加工的表面多,且位置关系相当复杂,难以清晰而方便地描述,因此简化表面间的复杂关系,以获得清晰的数据信息是零件描述的首要任务。我们采用方位特征描述法,并不试图从整体上描述零件的所有加工信息,而是对其加工信息进行分解,其每个方位自成一个描述单元,其待加工表面及其参数按照所在方向进行单独描述,这样既可以保证获得零件各部分的待加工表面信息,同时也简化了不同方向上待加工表面的位置关系,避免了数据结构的复杂和混乱。

在三维空间坐标系中,任何一个多面体的各表面,按照其法线所指,有如下十种情况,如图2所示:其中, $D_1 \sim D_3$ 表示平面法线指向 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 轴正向; $D_4 \sim D_6$ 表示平面法线指向 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 轴反向; $D_7 \sim D_9$ 为平面法线分别与 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 轴垂直,用法线与 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 轴的正向夹角记其方位角; $D_{10}$ 为任意平面,用法线与 $x$ 轴的正向夹角记其方位角。

对这十个加工方位,我们分别用十个特征码来识别。

### 2.2 待加工表面特征信息描述

零件待加工表面形状特征信息的描述,是整个制造信息描述的重点。通过对非回转体类零件待加工表面进行分析,我们可以将其所有加工信息归纳为平面、孔、槽等三种加工特征。对于每一种加工特征,均需进行如下四个方面的说明,如图3所示。

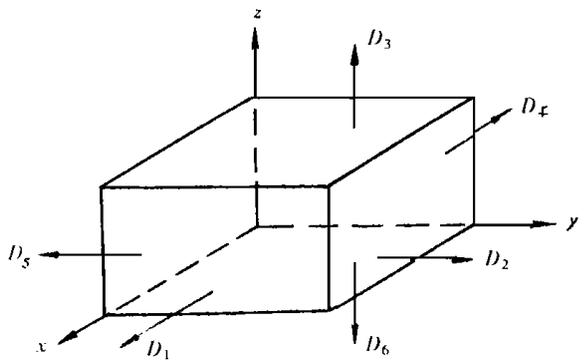


图2 零件的方位

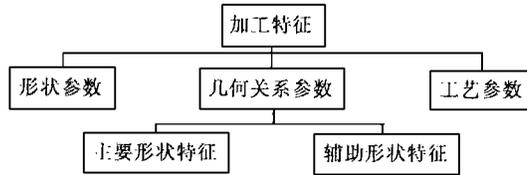


图 3 产品特征信息

1) 加工特征 描述待加工面的功能,为产品的 CAPP 及 CAM 提供信息依据。对非回转体来说,其加工特征主要由平面、孔、槽三个特征构成。

2) 形状特征 完整描述该加工特征的定型尺寸,它由主要形状特征和辅助形状特征组成。

零件几何形状特征的描述在 CAD/CAM 集成系统中是非常关键又是最难于描述的特征,它既要完整的定义零件待加工表面的几何形状,又不能采用过于复杂、繁琐的数据结构及人机界面。事实上,要能完整的描述所有加工零件的详细几何形状,任何特征造型系统均不能实现。

根据国际通用 CAD/CAM 数据交换标准—STEP 标准,并针对实际加工零件形状对零件的辅助形状特征作了如下的分类:

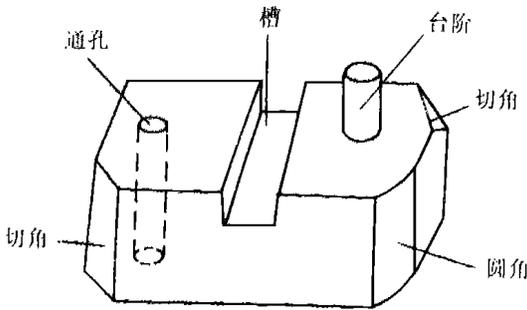


图 4 零件的特征

通道: 通孔;

凹陷: 腔、盲孔、槽、沟、葱窝、钻窝中心;

凸起: 台阶、凸台;

过渡: 倒角、圆角、斜面;

面特征: 螺纹。

用特征描述的非回转体零件如图 4 所示。这些辅助特征不能独立存在,必须附加在面、孔、槽等主要特征之上,这些特征也可以进行组合,组成复合特征或特征系列。

3) 几何关系参数 描述该特征的定位参数。

4) 工艺参数 描述加工对象的加工要求,包括零件粗糙度、尺寸公差、形位公差等。尺寸公差在系统中以尺寸的后缀形式表示,如  $R 10^{+0.01}_{-0.01}$ 。形状公差是对某一个加工特征的精度描述,如平面度、圆度、表面粗糙度等,直接输入其参数特征。位置公差描述的是两个加工特征间的精度关系,如平行度、垂直度、同轴度等,对采用数控加工中心进行加工的零件而言,其位置精度主要靠机床的机械精度和装夹精度来保证。

### 2.3 零件信息分层描述结构

针对数控加工中心开发的以加工特征为基础的零件造型系统,其信息输入采用零件分层描述结构,如图 5 所示。

## 3 零件信息的管理及输出

工程图纸的绘制及其标注方法早已确定了国家标准和国际标准,使图纸成为名符其实的“工程师语言”。目前世界上广泛使用的微机版 CAD/CAM 软件,产品的几何模型在计算机内均采用文件管理的方式对数据进行管理和交换,这就要求不同的 CAD/CAM 系统要使用相同的几何数据存储格式,从而实现不同的 CAD/CAM 之间的数据共享。从 70 年代末期到现在,出现了许多“中性”文件格式的数据交换标准,常用的有 IGES、CADI、SET、PDES 等,近年来,为使制造系统从产品设

计到制造工艺设计一体化, 这些标准都逐渐走向了统一, 形成了国际通用 STEP 标准, 但它要走向实用, 还需有待时日。由于 AUTOCAD 在世界范围内的广泛使用, 它的数据文件格式已经成为事实上的一种标准, 为大多数 CAD/CAM 软件所采用, 因此我们采用 DXF 数据文件来存储产品模型的全部几何数据, 其他信息则须由另外的参数文件来存储。

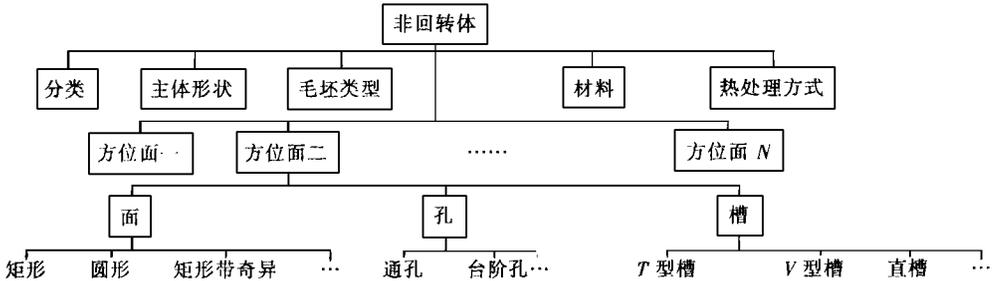


图5 零件信息的分层描述结构

## 4 结论

基于特征的设计方法, 摆脱了传统的纯几何造型的设计思路, 符合机械加工人员的传统习惯, 沟通了 CAD 系统与 CAPP, CAM 之间的信息传递, 这一方法对在现有商品化 CAD/CAM 软件基础上进行 CAD/CAPP/CAM 的集成, 提供了一条行之有效的途径。

### 参 考 文 献

- 1 罗 燕, 特征建模技术的研究与发展. 安徽工学院学报, 1995, 14(2): 57~64
- 2 强 斌, 孟明辰, 王 革. 运用 STEP 文件实现 CAD/CAM 中的数据交换和共享. 机械与电子, 1994, (3): 21~24
- 3 Shah J J, Mathen. Experimental incerstigation of the step form feature information model. CAD, 1991, 23 (4): 282~296
- 4 赵良才. 计算机辅助工艺设计. 北京: 机械工业出版社, 1994

## Feature Information Model Foundation of Non-gyrorotor Components

Xiong Jingqi

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

**Abstract** Based on the view point of CAD/CAPP/CAM product information integration and the method of azimcethal characteristic dilineartion, this paper focus on the study and application on the information model foundation of non-gyrorotor components especially of the box comeponents. It results in the orientation of a standard. DXF graphic file, which can be used by other CAD/CAM softwares. This paper also shows geometry, topology, feature, dimension and tolerance models of products in data exchange STEP standard.

**Key words** CAD; CAM; feature model; components information; modeling method

编辑 叶 红