

机械产品特征造型系统的研究

曾慧斌 (重庆钢铁高等专科学校 400053)

周庆忠 李志强 (重庆后勤工程学院 400042)

摘要:本文通过对机械产品特征造型设计过程的分析,以 EUCLID-IS、AUTOCAD 等为软件平台,利用软件二次开发技术建立机械产品特征造型系统,论述了系统建模方法、系统结构及系统功能,阐明应用系统实现机械产品特征造型设计的方法和步骤。

关键词:虚拟设计 实体造型 特征造型

一、问题提出

特征造型技术是产品拟实设计的核心,是计算机集成制造系统的产品设计方法,它描述高层次的工程语义,产品数据不仅包含几何与拓扑信息,而且包含产品总体信息、结构信息、工艺信息等,是在 CAD、CAPP、CAM 间传递产品模型信息的媒介,为 CAPP 结构设计以及为 NC 编程奠定基础。特征造型法具有实体造型法的优点,如可自动计算形体的体积和重心,为有限元分析提供良好的网络剖分和应力应变场显示等,在众多方面更优于实

体造型法,它注重表达产品的完整技术和生产管理信息,操作对象为产品的功能形素,如螺纹孔、定位孔、键槽、凸台和耳板等,在最终产品上保留各功能形素的原始定义和相互依赖关系,以使用统一产品模型替代传统产品设计中的成套图纸和技术文档,有助于实现产品设计和工艺设计规范化、标准化和系列化,使产品设计、生产和检验各环节得以并行展开,为计算机集成制造创造条件。因此,对机械产品特征造型系统的研究是十分必要的。

二、零件信息模型的建立

从CIMS和虚拟设计技术的角度出发,结合工程实际应用,在现有的CAD/CAM软件上,利用其二次开发功能,建立如图1所示的基于特征零件信息模型。

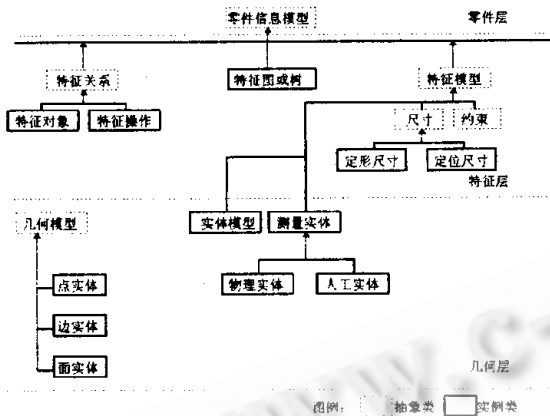


图1 零件信息模型

零件信息模型呈零件层、特征层和几何层分层结构,将零件的几何信息按层次展开,以便于根据不同的需要提取信息。零件层主要反映零件总体信息,为关于零件子模型的索引指针或地址;特征层包含特征各子模型的组合及其各个模型间的相互关系,并形成特征图或树结构;几何层则主要反映零件的点、线、面的几何/拓扑关系。B-REP结构表达的几何/拓扑信息是整个模型的基础,也是零件图绘制、有限元分析、装配分析等关注对象,特征层是零件信息模型的核心,特征层中各特征子模型间的联系反映出特征间的语义关系,使特征成为构造零件的基本单元,具有高层次的工程含义。

零件模型的生成通过对特征中悬挂着的测量实体的指定及尺寸值而实现,不依赖于体素的拼合,而是突出各种面(如基准面、工作面和连接面等)的作用,需处理特征实例间的继承、邻接、从属和引用联系。

三、特征造型系统的建模方法

1. 特征识别模式

特征识别模式由匹配、实体增长和体分解等技术组合而成。

(1)匹配。是特征识别模式的核心,分有句法模式的

匹配、纯图匹配和增强邻接图匹配。用某种描述语言描述几何模式及其序列,通过语法分析识别特征。纯图匹配相当于拓朴匹配,增强邻接图匹配,用于识别语义极不相同的特征。

(2)实体增长。用于B-rep数据模型识别,特征由封闭的面构成一个有限的体,先识别已存在于B-rep中的面,再添加必要的新面以形成封闭的形体。

(3)体分解。标识从原料上切除的材料,将其分解成不同的加工制造单元,如由切削加工切除的体积可由毛坯与最终零件的布尔差得到。

特征识别对特定应用的设计几何形状作“二次推断”,利用了几何造型CAD/CAM系统资源,但它仅识别设计中隐含地储存在数据库中较简单的特征,将失去设计中包含的功能信息。特征造型可通过直接对特征进行操作来表达设计意图,避免繁琐的中间步骤,但对系统作较大的改动,且有限的特征库以及某些还难以实现的特征操作制约了设计的灵活性,所产生的模型严格地依赖于事先定义的应用。在现有的几何造型系统基础上,交互使用特征识别和特征造型方法,实现基于特征的机械产品信息建模系统的开发研究。

2. 特征设计模式

由于加工的环境、生产的规模、产品的相似性程度、标准化和系列化程度各异,分析各种情况,采用参数化设计方法进行特征设计。

该方法对于标准化系列化的产品来说,各个零件族的变化都可以由一组参数来控制,或用某种变异规律来描述。因此各零件族的几何特征及加工过程都可以用参数和变异规律来表达。进行参数化建模时,可被参数化的对象应当是历程树中所包含的基本模型数据和运算数据。基本模型包括各类体素和用于扫描变换的平面图形,是各种体素特征尺寸和平面图形的几何尺寸,参数化的尺寸及施加的各类约束保留在模型的生成历程中。中间模型或最终模型是运算生成的,历程树中这类模型内包含了各类运算参数,其形式与布尔运算、扫描变换、倒圆、倒角和各种定位操作有关。

四、系统结构与功能

机械产品特征造型系统结构总图如图2所示。

(1)用户界面管理系统。是一个用于人机交互界面的工具。

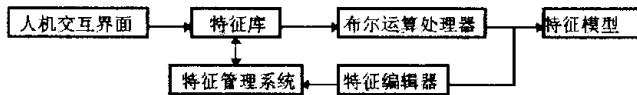


图2 系统结构总图

(2)特征库管理系统。用于定义特征,如定义特征的参数化实体,属性信息模式,加工的知识规则,按成组技术的零件分族方法将特征分成与零件族对应的特征库并实施管理。

(3)布尔运算处理器。具有“并、交、差”等布尔运算功能,其计算精度可满足设计和制造精度要求。

(4)特征编辑。提供特征修改、特征删除、增加特征、特征替换、特征移动等功能。

(5)特征库。从工程实际应用出发,将机械零件大致分为:轴类、盘类、曲面体类、箱体类和支架类五类,依零件族进行特征分类,建立面向零件族、面向产品的特征库,它包含以下形状特征:一是零部件中较为通用而又相对固定的设计特征定义,如圆柱孔、凹坑和简单槽类;二是在设计过程中针对特定的应用动态地生成的实例化复合特征或零部件;三是自定义的特征,以作为针对特殊应用的特征组,在定义新特征时根据特征的几何复杂性借助于实体造型,运用参数化方法实现。

五、系统应用说明

1. 基体构形

在特征造型时,利用系统的三维造型功能进行基体构形,基体的构形可以不受限制,而且可以表达极复杂的形体。

2. 生成零件信息模型

形成基体后,由用户调用特征(如加凸台、挖孔、开槽、倒角等)作用于基体,形成所需的零件信息模型。系统采用多种形式结合的方法表示零件,用边界表示 B-REP 和 CSG 描述基体,B-REP 记录形体的边界信息,便于图象处理,CSG 树记录形体的创建历史和原始数

据。特征的描述以参数表达为主,同时保留其 B-REP 表示和 CSG 树。整个零件由基体和特征构成的过程,则由特征数记录,特征树是在 CSG 树的基础上加以标记简化而成,其根结点为零件,叶结点只为基体或特征,并将它们用 CSG 数、B-REP 及参数化方式描述。

3. 构建产品的形状特征模型

用户从特征库中选择所需设计特征,输入设计参数,利用 EUCLID-IS 实体造型产生特征的几何模型,通过特征操作,将多个相关特征结合起来,共同构成了产品的形状特征模型。

4. 创建形状特征

激活相应特征库中的体素生成模块以创建形状特征,并对其表示框架进行赋值后生成。特征体素的生成大多是基于扫描体生成法则,如孔的生成,通过一截面形状绕一轴旋转生成;考虑到设计需要,某些体素为多个简单体素复合而成,使得处理较为方便。

5. 建立产品几何模型

系统采用 CSG 树混合 B-REP 方法表示特征的几何模型。对每个形状特征体素,创建时均生成体素的边界表示,在由形状特征体素构造产品几何模型过程中,采用 CSG 树记录生成的产品模型,模型构造完成后,搜索 CSG 树记录的信息,自动生成产品的 B-REP 模型,使两模型相互融合以表达产品的几何特征和结构。

6. 特征的编辑操作

系统提供特征的修改、删除、平移、旋转等编辑操作。可对特征定形参数和定位参数进行修改。选取要修改的特征及修改类型,改变相应的参数,参数变动即传递到特征的几何表示中并在图形显示上反应出来,因相邻特征之间已建立约束关系,参数变动同时也使相关特征的参数发生变化。这一变化由系统根据参数约束关系自动完成,不需要人工干预,并可自动检查特征是否满足特征自身的定义约束。特征编辑功能模块对模型提供最大限度的修改灵活性和方便性,主要包括特征参数修改、删除特征、增加特征、特征替换、特征移动、特征倾斜、特征位置调整和特征复原等编辑功能。

(来稿时间:1997年12月)