

文章编号:1000-582X(2002)04-0029-03

基于特征的产品造型设计*

李绍彬

(重庆师范学院 艺术设计系,重庆 400047)

摘要:以虚拟现实技术进行产品的造型设计和最终产品仿真,在设计阶段替代传统的实物模型,从而缩短产品开发周期、降低开发费用,在工程设计中具有重要意义。为此,讨论了基于产品特征的信息描述,参数化特征的造型方法和特征造型系统的结构与功能,应用计算机辅助设计手段,将产品的参数等属性与实体模型融为一体,提出了一种在产品造型设计中基于特征的计算机建模方法,充分地表达了模型的形状及其特征参数,并以减速箱特征产品造型设计为例,有效地解决了特征模型中几何信息、物理信息的表达及其生产管理系统的信息化。

关键词:特征建模;参数化设计;实体造型

中图分类号:TB472; TP391.41

文献标识码:A

特征建模技术是新一代 CAD/CAM 集成系统的关键技术之一,建立基于特征的统一而完备的产品信息模型,从根本上解决产品在设计、生产、质量控制和组织管理等各个环节的数据交换和共享问题,已经成为 CAD 技术的发展方向。基于特征造型的产品设计方法是随着 CAD/CAM 一体化要求而产生的,是建立在实体造型方法基础之上,适合于计算机集成制造系统的产品设计方法。

1 建模方法

特征建模技术在原理和方法上与实体造型既有密切联系,又有以下不同。

1) 三维线框、曲面和实体造型着重完善产品几何描述问题,而忽视产品工程意义,使设计和制造信息不连贯。特征造型则着重表达产品的完整技术和生产管理信息^[1],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设计中的成套图纸和技术文档,使产品设计和生产准备各环节得以并行展开。

2) 在产品特征模型中引用基准点、中心线、局部坐标系等单元,突出面的作用,这些面不同于一般几何面,必须易于检索其定型和定位尺寸,允许在三维物体之外存

在孤立的点、线和面,引入非流形和非规则集合。

3) 特征造型产品设计在更高层次上进行,操作对象不再是实体造型采用的原始的线条和体素,而是产品的功能形素,如螺纹孔、定位孔等,这需要采用局部操作和尺寸驱动技术,并要求使用新的数据结构和新的特征组合算法。特征的引用直接体现了设计意图,节省产品设计时间。

4) 特征中的几何和非几何信息将产品设计意图贯彻到各后续环节并及时得到意见反馈,加强了产品设计、分析、工艺准备、加工、检验各部门的联系,有助于推动产品设计和工艺设计规范化、标准化和系列化。可见基于特征造型的产品设计方法是产品虚拟设计的核心,为设计、制造及生产管理提供服务,为智能 CAD 系统和智能制造系统的逐步实现创造条件^[2]。

2 信息描述

从 CIMS 和虚拟设计角度出发,特征分类如表 1 所示。零件模型的生成不是依赖于体素拼合,而是突出了各种面的作用,如基准面、工作面和连接面等,需要处理和记录不同特征间的继承、邻接、从属和引用联系。根据特征间的联系,将特征类的实例定义为对象,得图 1 所示的面向特征联系图^[3]。

* 收稿日期:2001-12-12

作者简介:李绍彬(1964-),男,四川蓬溪人,重庆师范学院讲师,重庆大学机械传动国家重点实验室博士研究生。主要从事计算机辅助设计等方面的研究。

表 1 特征分类表

特征类型	特征
形状	主特征:构造零件的总体形状结构(如:柱体、球体) 辅特征:修饰主特征的局部形状(如圆角、键槽)
精度	尺寸公差特征 形位公差和特征 粗糙度特征
技术	零件在性能分析时所使用的信息(如技术条件)
材料	材料类型特征 材料性能特征(如机械性能、物理性能) 材料热处理特征(如整体热处理、表面热处理)
装配	零件在装配过程中需使用的信息
附加	与上述特征无关的零件的其他信息(如标题栏、明细表)

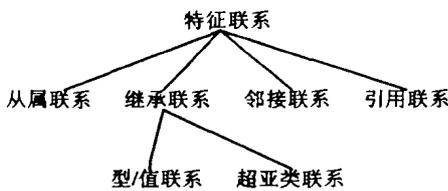


图 1 特征联系

在特征的属性集中包括 3 方面的属性:1)参数属性,描述特征形状构成及其它非几何信息的定义属性;2)约束属性,描述特征成员本身的约束及特征成员之间的约束关系属性;3)关联属性,描述本特征与其它特征之间、形状特征与低层几何元素或其它非几何信息描述之间的相互约束或相互引用关系的属性。

根据特征和特征联系的定义,建立基于特征零件信息模型的分层结构,分为零件层、特征层和几何层 3 层。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,特征层是零件信息模型的核心,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,具有高层次工程含义。B-ERP 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、装配分析等应用系统关注的对象。

3 参数化特征造型方法

综合运用参数化特征造型的变量几何法和基于生成历程法这两种造型方法实现特征的构造和编辑。将几何模型定义成一系列特征点,并以特征坐标为变量形成一个非线性的约束方程组,确定对元素长度、半径和相交角度限制等尺寸约束条件,设定限制元素的方

位或相对位置关系等几何约束条件。当约束发生变化时,利用迭代方法求解方程组求得一系列新特征点,从而生成新的几何模型。借助一些简单模型进行多次运算生成三维几何模型,记录模型生成过程中的所有信息,将记录的定量信息作为变量化参数,当赋予参数不同的值时,更新模型生成历程,得到不同大小或形状的几何模型。模型可以很复杂,常用于三维实体的参数化建模^[4]。由于三维模型是由其它简单的所谓子模型经多次运算生成的,模型生成历程呈一树状,树叶表示基本子模型,支结点表示运算生成的中间模型,树根则代表模型本身。基于模型的生成历程进行参数化建模时,可被参数化的对象是历程树中所包含的基本模型数据和各种运算参数。参数化的尺寸及施加的各类约束保留在模型生成历程中,可参数化的基本模型数据是各种体素特征尺寸和平面图形的几何尺寸,中间模型或最终模型是运算生成的,所以历程树中这类模型内包含了各类运算参数,参数形式与布尔运算、扫描变换、倒圆与倒角以及各种定位操作等运算类型有关。

由于加工环境、生产规模、产品相似性程度、标准化和系列化程度各异,采用参数化设计方法进行特征设计,对于标准化系列化产品来说,各个零件族的变化可由一组参数来控制,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可用参数和变异规律来表达。

4 特征造型系统结构与功能

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^[5],实现基于特征的产品造型系统的开发研究,系统结构图如图 2 所示。

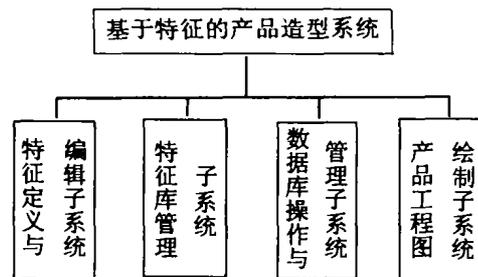


图 2 系统结构总图

1) 特征定义与编辑子系统

定义特征参数化实体、属性信息模式、加工的知识规则等,它包含以下特征: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。设置具有“并、交、差”等布尔运算功能的布尔运算处理

器,其计算精度满足设计和制造精度要求。提供特征编辑功能,包括特征的修改、增减、特征尺寸的驱动、特征的识别、特征的替换以及特征的移动等操作,使设计者方便、快捷、灵活地生成零件模型,为下游的设计过程提供产品基本信息。

2) 特征库管理子系统

从工程实际应用出发,将机械零件分为 5 类:轴类、盘类、曲面体类、箱体类和支架类,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,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。

每一类特征库用于表达某类零件簇,用户可根据零件的分类分析每一类零件簇的特点,从而抽取一组特征,这组特征就构成该类零件的特征库。

3) 数据库操作及管理子系统

用于并行设计系统管理人员对工程设计数据库进行有效的管理和维护,包含:产生数据库中心区、建立数据库基本数据区、对数据库中心区进行各种操作、对数据库中的工程实体进行操作、恢复受破坏的数据库等功能。可进行工程实体的检索、备份、编辑、恢复、指针管理、解码、排序、空间压缩等多项重要的管理工作。

4) 产品工程图绘制子系统

利用草图功能二维建模和从三维造型中直接生成工程图纸^[6],向用户提供一整套绘图命令和功能,完成图形编辑功能,如裁剪、延伸、平移、旋转、拷贝、倒圆、剖面线、参数化尺寸驱动、复杂二维图形的交、并、差运算等功能,使设计者可以快速、方便地绘制二维工程图。

5 实际应用

应用以上原理,对减速器箱体图 3,进行基于特征的产品造型设计。

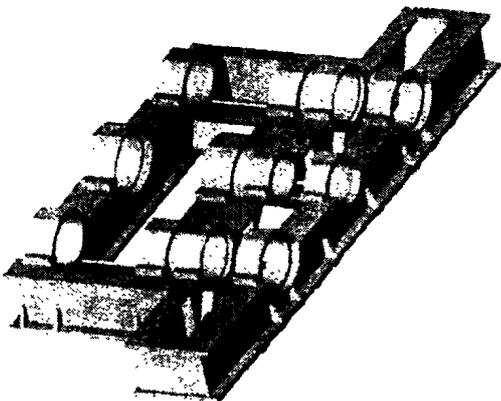


图 3 减速器箱体

1) 构造基 根据初步的设计方案,利用三维造型功能进行基体构形,生成减速箱箱体的雏形。基体的

构形可不受限制,可表达极复杂的形体。

2) 建立零件信息模型 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。特征的描述以参数表达为主,用特征树记录由基体和特征构成零件的整个过程。

3) 创建箱体的形状特征模型 从特征库中选择所需设计特征,输入设计参数,通过实体造型产生特征的几何模型,经特征操作,将多个相关特征结合起来,共同构成箱体的形状特征模型。

4) 生成箱体几何模型 对每个形状特征体素,创建时均生成体素的边界,由形状特征体素构造产品几何模型。

5) 编辑箱体特征 对特征定形参数和定位参数进行编辑操作。选取要修改的特征及修改类型,改变相应参数,系统根据参数约束关系自动将参数变动传递到特征几何表示中并反馈于图形显示上。

6 结 论

传统的产品开发制造,经常采用制做模型或制做最终产品仿真模型的方法,必将付出昂贵的代价,如果应用虚拟技术,产品的外部造型、内部设计,各个零部件的安装,都可通过虚拟技术实现,无需建造各零部件的模型。当一种产品的设计完成之后,常常需要模拟其装配过程,以保证产品的各种部件能正确地安装到位,虚拟现实技术具有这样的能力,允许客户、市场商、设计师、工程师等,在整个产品的生命周期内来观察任一产品。特征造型是产品虚拟设计的关键技术,是 CAD/CAM 技术的一个新里程碑。基于特征的产品造型系统研究起点高,需综合吸收运用各种现代设计理论方法和高新技术,系统功能有待进一步加强和完善,以更适应现代产品设计的要求。

参考文献:

- [1] 葛建新,董金祥,何志均. 基于草图的变参设计绘图系统[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 1994,6(3):207-212.
- [2] LIPSON H, SHPITALNI M. Optimization - based reconstruction of a 3D object from a single freehand line drawing[J]. Computer - Aided Design, 1996,28(8):651-663.
- [3] 路全胜,郭东明,冯辛安. 智能 CAD 技术研究方法新进展[J]. 中国机械工程, 1996,7(4):56-58.
- [4] 庄明振,邓建国. 造型溯衍模式应用与产品造型开发之探讨[J]. 工业设计(台湾), 1995,24(1):3-16.
- [5] 马瑞晓,杨建国,陈瑞琪. 并行工程下的产品设计策略[J]. 机械设计, 1997,10(2):1-3.
- [6] 邓益民,季川奇,凌忠社. 从二维草绘到三维变量化设计[J]. 计算机工程, 1996,22(4):11-15.

(下转第 35 页)

- 2000, (4): 12 - 15. 工程设计, 2001, (4): 17 - 20.
- [4] 翁亮, 陈依群, 诸鸿文[J]. VPN 用户认证技术. 通讯技术, 1999, (4): 47 - 51. [6] 施一萍, 白英采. IP 宽带网中基于 MPLS 技术的 VPN 应用 [J]. 计算机应用和软件, 2001, 18(7): 1 - 3.
- [5] 哈进兵, 张友良. 一种异地协同设计中的安全策略[J].

Research on Cooperative Design Network Security Based on IP-VPN

FU Hong - qiao, HE Yu - lin, XIAN Zhi - ling, WANG Xu - xia

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: As the important method and instrument of agile manufacture, the technology of distributed collaborative design and manufacturing has become the hotspot of manufacturing. The basic concept and key technologies of IP-VPN are introduced in this paper, and a collaborative design network model based on IP-VPN is presented. Distributed collaborative design is a multi-user, multitask involved system, which is consisted of lots of collaborative processes, so the network security is the key of distributed collaborative design. We research on the security of collaborative design network based on IP-VPN, hence get a conclusion; we can construct an economical, practical and secure collaborative design network system by the application of data encryption, user authentication and access control based on the role, etc.

Key words: IP based Virtual Private Network(IP-VPN); collaborative design network; authentication; encryption; access control

(责任编辑 张小强)

(上接第 31 页)

Solid Model Design on the Features of Products

LI Shao - bin

(Department Of Art Design, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: To research the problem of plastic art design and emulation of products with the virtual reality technology can short the product development cycle and reduce the cost. This paper discusses the information based on the product feature, solid model with parameters, the structure and function of this system. Combined the product properties with its solid model. Proposed a method with CAD to create the model of the product based on features in the product design. Expressed its feature parameter and shape of model fully. In the case for a deceleration box the feature model has solved the problem of physical information, geometry information and the informative process in its production management system efficiently.

Key words: feature model; parameter design; solid model

(责任编辑 成孝义)