

文章编号: 1000-582X(2002)09-0125-04

虚拟制造中的产品建模技术*

郑太雄, 何玉林, 刘成俊

(重庆大学机械工程学院, 重庆 400044)

摘要: 全球制造企业的竞争已越来越激烈, 企业为了赢得市场, 从而使自己在竞争中处于有利的地位, 不断提出先进的制造理念。虚拟制造就是在这样的情况下由美国首先提出的一种全新概念, 被认为是 21 世纪的先进制造技术。本文作者在分析前人工作的基础上阐述了虚拟制造的概念, 并且提出了适应虚拟制造的集成产品模型必须满足的三个要求, 在此基础上建立了以产品功能表示和产品定义两部分组成的产品数据模型, 并对产品功能和产品定义作了详细阐述。

关键词: 虚拟制造; 产品建模; 产品数据模型

中图分类号: TP391

文献标识码: A

当今全球制造业企业之间的竞争越来越激烈。企业要赢得竞争, 就要以市场为中心, 就要以用户为中心, 快速地响应市场的需求, 快速地满足用户的需要。换句话说, 就是要以最短的产品开发时间 (Time)、最优的产品质量 (Quality)、最低的成本 (Cost) 和价格、最清洁的环境 (Environment) 和最佳的服务 (Service), 即“TQCSE”去赢得用户和市场。于是当今世界各国制造业的工作者们, 正在围绕着这几个方面坚持不懈地努力工作。因此寻求综合和优化的 TQCSE 方法、工具和途径已成为增强企业竞争力的决定性因素。21 世纪是技术创新的年代, 就是以高新技术、新颖的产品去开拓市场, 创新将是市场竞争的主要标志。因此知识的创新和获取、信息的交流和技术合作, 都是本世纪市场竞争的热点问题。不难看出, 随着全球科技和经济的发展, 制造业的企业不仅追求技术创新, 而且重视管理创新、组织创新、机制创新和生产模式创新, 以此不断推进全球制造业的技术进步与发展。应当指出, 虚拟制造技术就是根据企业竞争的需求, 在强调柔性和快速的前提下, 于 80 年代提出的, 并随着计算机技术, 特别是信息技术的迅速发展, 在 90 年代得到人们的极大重视并获得迅速发展的。

1 虚拟制造的定义

虚拟制造是以制造技术和计算机技术支持的系统

建模和仿真技术为基础, 集现代制造工艺、计算机图形学、并行工程、人工智能、虚拟现实技术和多媒体技术等多种高新技术为一体, 由多学科知识形成的一种综合系统技术。它将现实制造环境及其制造过程通过建立系统模型映射到计算机及其相关技术所支撑的虚拟环境中, 在虚拟环境下模拟现实制造环境及其制造过程的一切活动和产品的制造全过程, 并对产品制造及制造系统的行为进行预测和评价^[1-4]。

由此可见, 虚拟制造通过计算机虚拟制造环境来模拟和预估产品功能、性能及可加工性等各方面可能存在的问题, 从而提高了人们的预测和决策水平, 它为工程师们提供了从产品概念的形成、设计到制造全过程的三维可视及交互的环境, 使得制造技术走出主要依赖于经验的狭小天地, 发展到了全方位预报的新阶段。

虚拟制造提供给工程技术人员的是全方位的支持, 它能够对产品开发的各个阶段进行仿真, 使得工程技术人员能够在计算机上实现方案的选择、原理论证、主要技术参数的设计和论证、数字样机的建造、数字样机实验、零部件加工装配和制造等一系列预研工作, 节省人力、物力、财力和时间。

2 产品数据模型

产品数据模型简称为产品模型, 是按一定形式组

* 收稿日期: 2002-04-01

作者简介: 郑太雄 (1974-), 男, 河北人, 重庆大学博士生。主要研究方向为虚拟制造、虚拟设计、计算机图形学。

织的产品数据结构,它能够完整地提供产品数据各应用领域所要求的产品信息^[5],也就是说,产品模型将覆盖产品生命周期各环节所需的所有产品信息。

虚拟制造的核心问题之一是产品建模问题。从本质上说,虚拟制造是多学科无缝集成仿真,而各应用领域的仿真模型是从不同的视角以及不同的抽象程度上对产品信息进行描述和表示,它们之间难以进行真正的数据共享和重用,因此需要一个集成的产品模型对产品相关的信息进行组织和描述。适用于虚拟制造的集成产品模型必须满足以下三个要求:第一,它应该保证产品信息的完整性,能够对不同的抽象层次上的产品信息进行描述和组织;第二,不同的应用能够根据它提取所需的信息,衍生出自身所需的模型,并且能够添加新的信息到产品模型,保证产品信息的可重用性和一致性;第三,它应该支持自顶向下设计,特别是概念设计和改型设计。

针对上面提出的问题,本文以产品功能表示和产品定义两部分建立产品数据模型,如图 1 所示。这里的产品功能定义为一项任务的抽象表达,即设计一个产品组成要素的目的和意图^[6],它独立于任何实现它的方案。产品技术要求和设计意图都可转化为产品功能表示的实例,一个产品功能可由一个或一组产品组成要素来实现,同时一个产品要素也可以实现一个或一组不同的产品功能。产品定义是在产品层次上建立的产品装配模型,它不仅能够表达产品数据模型中产品、子装配体、零件、三维实体、面特征的层次结构,也能够表示相关联的两个零部件之间的相互关系(几何位置关系、装配关系等)。



图 1 产品数据模型

2.1 产品功能表示

从层次上看,产品功能表示高于产品定义。产品定义过程是实现产品功能的过程,因而要受到它的约束。如图 2 所示,实体“产品需求”中描述的产品需求转化为一个或一组产品功能。实体“产品功能”通过属性“has-need-of”可再分解为一组子功能,属性“measurement”是度量功能实现的参数(如实体“度量”

的一个实例是 {name, number, unit} = {功率, 2.5, kw})。实体“功能要素”是产品及其组成要素的抽象超类,一个功能实例可以由一个或多个“功能要素”实例来实现,而一个“功能要素”实例可以体现一个或多个不同的功能。同样,附在“功能要素”上的功能也可通过属性“specified-by”进一步分解为更具体的子功能。这种功能表示方法可以建立两种功能层次结构,一是由表示产品需求的功能逐步分解而产生的,它的定义不依赖于具体的实现方案,这在产品概念设计阶段十分有意义;二是由产品及其组成要素所具备的功能进一步细化而来的,它将方便 BOM 表及装配工艺规划等应用系统获取产品信息。

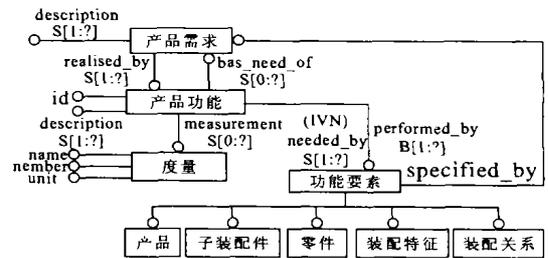


图 2 产品功能表示

2.2 产品定义

产品定义是一个建立在产品层次上的装配模型。它定义了产品及其组成要素构成的层次关系、产品中相关联的两个零部件间的位置关系以及产品零部件间的装配关系(如联接关系、相对运动关系等)。

2.2.1 产品层次关系

产品结构可以划分为:产品、子装配体、零件、三维实体、表面特征等五个层次。如图 3 所示,“产品”和“子装配体”由若干“零部件”组成,通过属性虚链(vlink)将其组成零部件连接在一起,并定义这些零部件间的位置关系。“子装配体”和“零件”的属性“above”表示它们所属的“装配体”。零件的几何形状由“三维实体”通过布尔运算,以 CSG 方法生成。零件的属性“code”是表示零件的成组编码,它将方便制造和装配过程中零件的识别。“三维实体”进一步分解为一组“表面特征”。作为产品定义的最小单位,“表面特征”不仅可以用于建立零件间的几何位置关系,而且也可描述产品制造信息(如表面光洁度、热处理要求等)。另外,“产品”、“子装配体”、“零件”、“表面特征”都将从它们的超类“功能要素”继承属性“specified-by”实现与“产品功能”实体的连接。

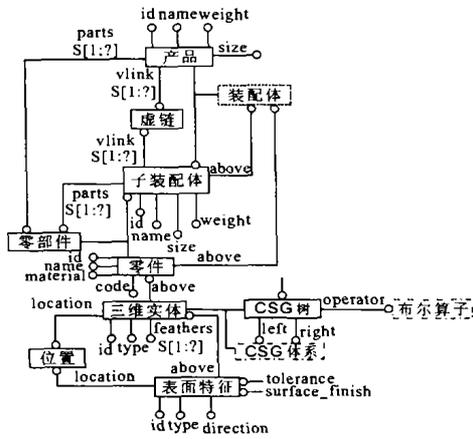


图 3 产品层次结构

2.2.2 位置关系

位置关系是定义产品中相关零部件间的精确几何位置关系的,如图 3 所示。这里采用虚链的概念^[6],即装配体与其下层的组成零部件之间的连接是通过一组虚链实例建立的。实体“虚链”用一组“相配特征”来表示两个相关零部件间的位置关系。“相配特征”是直接建立在两个不同连接的“表面特征”之间(其中一个表面特征为基准,另一个与之相配)。“相配形式”定义为四类:表示表面特征相互接触的“相对关系”和“配合关系”表示表面特征不接触的“对齐关系”和“尺寸关系”。“相配特征”将从其父类“功能要素”中继承属性“specified-by”建立与产品功能的联系。

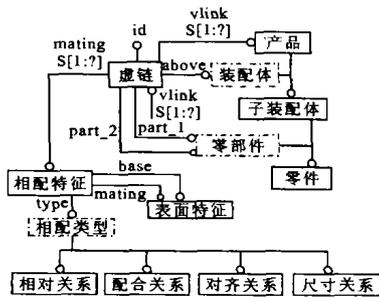


图 4 产品位置关系

2.2.3 装配关系

位置关系是描述零部件间的几何关系,而装配关系则是表示零部件间的非几何关系,如图 5 所示。“装配关系”被定义为“联接关系”和“运动关系”的超类,“联接关系”划分为“有介质联接”和“无介质联接”,“有介质联接”又细分为螺钉、螺栓、键、销钉、弹簧、联轴节、轴承等联接,而“无介质联接”也细分为螺纹、过盈、锥面等联接。同样,“运动关系”也分为“传动”与“相对

运动”,并细化为更具体的传动或运动关系。可以看出,这种结构可以表示不同抽象层次的装配关系,并且独立于具体零件间的几何位置关系,因而不仅有力地支持产品概念设计过程,并且也支持并行工程(CE)中不同抽象层次的产品设计。同样,“装配关系”也是“功能要素”的子类,可以用继承属性“specified-by”与“产品功能”建立联系。

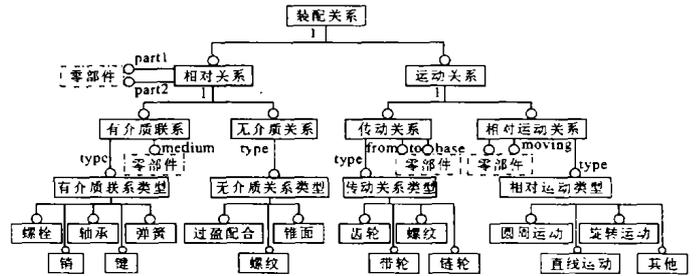


图 5 产品装配关系

3 结论

虚拟制造是近几年出现的一门新的、综合性的技术。到目前为止,还有很多问题有待于解决,产品建模就是其中之一。它不但涉及到虚拟制造环境下产品数据的完整性、一致性、可靠性和可重用性,还与产品的设计方法、设计手段密切相关。可以说,虚拟制造下新型产品模型的产生将对传统产品的开发方法和过程产生重大的影响。本文提出的由产品功能表示和产品定义组成的产品模型,能够较好地解决虚拟制造中产品建模所面临的问题。

参考文献:

- [1] 李伯虎,全春来,朱文海,等. 并行工程与拟实制造[M]. 中国经济出版社,1998.
- [2] 刘飞,张晓冬,杨丹. 制造系统工程[M]. 北京:国防工业出版社,2000.
- [3] 李珊,李治邦. 虚拟制造技术[J]. 计算机应用研究,2001, (3):1-3.
- [4] 严隽琪,范秀敏,姚健. 虚拟制造技术的关键技术及其体系结构[M]. 中国机械工程,1998(11):60-63.
- [5] CAD 通用技术规范编写组. CAD 通用技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,1995.
- [6] LEE K, GOSSORRD D C. A hierarchical data structure for representing assemblies: part 1[J]. Compute Aided design, 1985,17(1):15-19.

Product Modeling in Virtual Manufacture

ZHENG Tai-xiong, HE Yu-lin, LIU Cheng-jun

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

Abstract: The competition among enterprises becomes more and more drastic. In order to win the market, so as to put itself in a steady station, the enterprise put forward many advanced manufacturing modes. Virtual manufacture is put forward by American as a wholly new concept under this situation. It is thought as advanced manufacturing technology of the 21st century. Based on the analysis to the prior, the author expatiated the concept of virtual manufacture and put forward the three demands which the product model suited for the virtual manufacture must satisfy. On the bases the author set up the product model which is composed by product function express and product definition and expatiated the product function and product definition at detail.

Key words: virtual manufacture; product modeling; product data model

(责任编辑 张小强)

(上接第 124 页)

Damping Force of Electro-rheological Damper

CHEN Yong-guang¹, YAN Hua², XU Zong-jun¹, ZHANG Li¹

(1. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Logistical Engineering University, Chongqing 400016, China)

Abstract: There are three working modes of electro-rheological(ER) damper, flow mode of fixed electrode, shear mode of slide electrode, mixer mode of slide electrode. The damping force is analyzed for gas-filled ER damper of flow mode of fixed electrode. There are three sections of damping force, and they are background damping force of a fluid viscosity, electric damping force of applied electric field and pressure of gas. The characteristic of ER damper is adjustable by electric field strength for electric damping force. At the same time, some structure factors of ER damper are discussed.

Key words: electro-rheological damper; damping force; structure

(责任编辑 张小强)