

文章编号:1000-582X(2002)01-0138-03

全生命周期产品信息模型^{*}

刘雪梅,何玉林,王旭霞,甘强

(重庆大学机械工程学院,重庆 400044)

摘要:产品建模技术是先进制造技术的基础技术,产品模型是实现产品开发过程中各种活动信息共享的关键,建立完整、精确、高度一致的产品模型具有重要的意义。在分析比较了面向几何的产品模型、面向特征的产品模型和集成产品模型的基础上,提出了全生命周期产品模型的概念,并分析了其特点、组成、层次结构及建模过程。在该产品模型指导下的工作,可以保证产品数据信息在产品数据形成过程中传输和继承的一致性,为产品开发提供了一个参考模型。

关键词:产品建模;生命周期;信息共享

中图分类号:TH 166

文献标识码:A

近年来,随着世界经济的迅速发展和市场全球化,竞争日益激烈,怎样最大限度地提高产品质量,降低产品成本,缩短产品开发周期成为企业生存和发展的关键。为此,各国学者提出了许多新的产品开发策略、生产模式和先进制造技术,例如:计算机集成制造系统 CTMS、并行工程 CE、敏捷制造 AM、虚拟制造 VM 等。这些先进制造技术的研究范围都是产品的整个生命周期,从用户需求分析、功能设计、概念设计、结构设计、零件设计,直到制造、销售和售后服务,强调信息集成、功能集成,强调在统一的集成资源环境下运行。这就要求产品生命周期中的各种活动所涉及的产品信息应进行统一的描述与表达,建立完整的精确的高度一致的产品模型,以实现产品各种信息的共享。因此开展产品模型研究具有重要的意义。

1 产品建模技术评析^[1]

自八十年代以来,产品模型及相关建模技术的研究一直十分活跃,国外许多专家和学者对产品模型进行了研究,分别从不同角度对产品进行了定义,国际标准化组织制定了产品数据交换标准 STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data),STEP 标准是一个非常庞大复杂的标准,迄今为止,还有许多内容尚待完善,它的目的是提供一个不依赖于任何具体系统的中性机制,以描述贯穿整个产品生命周期内的产品数据,并在不同的系统间进行数据交换时保持数据一致。

在国内,开展这方面研究的有:清华大学国家工程研究中心、浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室,华中理工大学机械科学与工程系、华中理工大学模具中心、北京航空航天大学 720 所及上海交通大学计算机系等单位。

目前产品模型的种类可以概括为面向几何的产品信息模型、面向特征的产品信息模型和集成产品信息模型三个种类,它们反映了产品模型及相应建模技术从简单到复杂、从局部到整体、从单一功能到覆盖整个产品生命周期内各种活动的发展过程。

1) 面向几何的产品信息模型

产品几何模型经历了二维图形、三维线框、表面模型和实体模型的发展过程,主要由线框、面、实体和混合模型表示,它着重于产品的几何构成,不能表达非几何信息,缺乏产品开发过程中所要求的工程信息。

2) 面向特征的产品信息模型

80年代后期出现了集几何信息与非几何信息于一体的基于特征的产品信息模型。其存在的主要问题是产品的信息关联性差,模型虽然提供了粗糙度、尺寸公差等信息,但缺乏与几何体、形状特征等之间的必然联系,同时还存在信息不完全、特征定义一致性差,导致特征识别难等问题,对产品生命周期的各个环节缺乏统一的描述。

3) 集成产品信息模型

90年代后期提出的,它推广了特征含义,通过广

* 收稿日期:2001-04-02

作者简介:刘雪梅(1969-),女,湖南宁远人,重庆大学讲师,博士研究生。主要从事 CAD, CAPP 及信息集成的研究。

义特征概念包含了产品生命周期内各种特征信息,解决了 CAD/CAPP/CAM 集成化中数据共享和一致性、产品信息不完全等问题。存在的主要问题是仍然以特征为中心,看问题不自然,缺乏面向对象的优秀思想。建立的模型缺乏层次性,特征类之间的关系不明确。

2 全生命周期产品信息模型

2.1 概念及特点

模型是为了理解事物而对事物作出的一种抽象,产品的信息模型简单来讲,就是反映产品信息系统的概况,是对产品的形状、功能、技术、制造和管理等信息的抽象理解和表示。产品模型及其建模理论是随着 CAD 技术的发展而产生,随着 CAD/CAM 一体化技术的进步而得到迅速发展的。随着先进制造技术的发展,产品模型的应用突破了 CAD/CAM 集成的领域,扩展到整个的制造自动化系统,已经成为实现自动化的一项关键技术。

产品模型从其完备意义上来说,应包含两个相关的方面:产品数据模型和过程链。产品数据模型是按一定形式组织的产品数据结构,它能够完整提供产品数据各应用领域所要求的产品信息,也就是说产品数据模型将覆盖产品生命周期各环节所需要的信息。过程链指产品开发工作流程,包括一系列从原始思想到最终产品的技术和管理功能,它反映了产品周期的所有行为。

笔者提出的全生命周期产品信息模型是基于信息理论和计算机技术,在现代设计方法学的指导下,以一定的数据模式定义和描述在开发设计、工艺规划、加工制造、检验装配、销售维护直至产品消亡的整个生命周期中关于产品的数据内容、活动过程及数据联系的一种信息模型,由各活动的定义及其全部过程实施的知识所构成,包括与产品有关的所有几何与非几何信息,用来为产品全生命周期各个阶段和各个部门提供服务。全生命周期产品信息模型将整个产品开发活动和过程视为一有机整体,所有的活动和过程都围绕一个统一的产品模型来协调进行,它具有以下特点:

- 1) 系统性 按“系统”的观点理解产品,产品是它生命周期循环过程的总和,从构思到生命循环周期的终结中的任何部分都不可忽略。
- 2) 完整性 最大限度地提供和表达丰富的产品信息,即包含产品生命周期内的所有信息,满足产品开发各阶段对产品信息的需求。
- 3) 一致性 不同应用领域对同一产品有一致的信息描述,以实现产品信息共享。

4) 多样性 产品信息模型是提供产品开发过程中各种信息的途径,在表达上应既有整体表达,又有局部表达,能根据应用领域的不同,提供产品的多种“视图”,以支持产品开发各阶段的活动。

5) 支持双向建模 全生命周期产品信息模型是一个开放的概念,只靠自上而下或自下而上的建模策略难以建造,必须支持自上而下从全局到局部和自下而上从局部到全局的双向建模。

2.2 组成及结构^[2-4]

全生命周期产品信息模型由产品开发过程模型、产品主模型、产品应用模型组成,其组成结构见图 1。

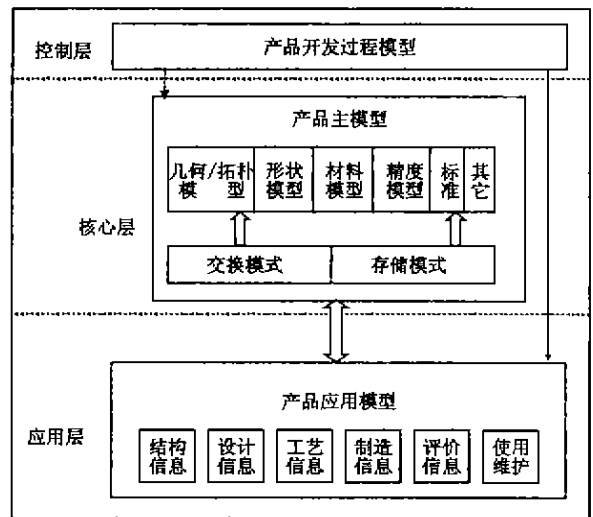


图 1 全生命周期产品信息模型组成及结构

1) 产品开发过程模型

“过程”以活动为单位,它描述了活动之间的编序关系。产品开发过程模型是产品信息和控制层,用来定义产品开发模式,控制产品开发过程,协调各模型的关系,同时记录产品开发过程的各项活动,包括前期准备、设计、工艺、制造、装配、检验、使用、维护、成本估算、质量控制等。

2) 产品主模型

产品主模型是产品的核心,也是应用领域主要信息来源以及交换、传递信息的中心媒介,它是一个全局、统一的信息模型,一个支持产品开发过程各应用活动的并使冗余信息达到最少的标准化实体集合,在产品生命周期中协调全局,指导并保证数据过程共享和数据全局一致性。它由设计、分析和制造等所有应用领域的共性信息组成,包括几何/拓扑模型、形状特征模型、材料特征模型、精度特征模型、以及其它有关属性特征。产品主模型的物理层主要包括数据的交换模式和存储模式,其中交换模式是 PDES/STEP 规定的中性文件格式。

3) 产品应用模型

产品应用模型是各应用领域根据自身特点建立并使用的模型,为各应用领域提供专用信息,其信息从产品主模型中提取,并以合适的形式组织。由于不同的应用领域对产品的信息有不同的需求,所要处理的信息及信息的组织方式也有所不同,因此产品应用模型又细分为有着不同表达形式和表达内容的应用子模型,每个子模型不仅包括产品描述性数据,还包括产品应用性知识信息。产品应用模型包括以下几个子模型:

结构信息模型:描述产品的构成元素及其构成关系

设计信息模型:描述设计过程中用到的信息

工艺规划信息模型:描述工艺阶段的信息

制造信息模型:描述制造阶段的信息

评价信息:描述产品评价指标及其权值大小、评价方法以及产品质量的优劣等

使用和维护模型:描述产品使用、售后服务、维修等方面的信息

2.3 产品建模过程^[5]

产品开发过程实质上是一个分层次、分阶段、各部门协调工作的立体运行模式,不同阶段面临的需求不同,即所需要的信息以及产生和反馈的信息也大不相同,其模型是一个不断演变的过程,每个阶段用到或者说是需求的只是产品模型的某个“视图”,因此产品全生命周期信息模型的建立分以下步骤进行:

(1)从产品生命周期的观点出发,定义产品开发过程中使用和产生数据的活动及过程。

(2)在产品开发初期,分析产品开发过程要涉及部门的工作特点和工作性质,针对不同阶段、不同数据流向和约束、信息继承关系,从宏观上建立产品主模型,然后将主模型分解成子模型,并在各子模型之间建立关系。

(3)从产品主模型中提取对特定应用有意义的信息,构造产品应用模型,并根据各应用领域特点,从不同方面对主模型进行修改、补充、完善。各应用模型通过产品主模型与其它应用领域信息模型相互交换信息。

产品开发活动围绕产品主模型开展,产品开发各阶段围绕应用模型进行,以应用模型指导各阶段的具体工作。这种建模过程实质上就是自上而下的分解和自下而上集成的过程,既能保证产品数据的一致性,又能实现产品信息模型对产品开发各活动的指导作用。

3 结束语

产品建模是近年来研究的热点,但是到目前为止仍有许多问题没有解决,笔者分析了产品模型的发展过程,提出了全生命周期产品信息模型的概念、组成和结构。在该产品模型指导下的工作,可以保证产品数据信息在产品数据形成过程中传输和继承的一致性,为产品开发提供了一个参考模型。

参考文献:

- [1] 江丽君,文贵华,全息产品模型研究[J].计算机辅助工程,1999,(4):7-11.
- [2] 唐敦兵,李东波,张世琪,模具产品集成建模研究[J].计算机集成制造系统,1999,5(2):42-46.
- [3] CHRISTOPH M HOFFMAN, ROBERT JOAN-ARINYO. CAD and the product master model[J]. Computer - Aided Design, 1998, 30(11):905-918.
- [4] 袁清珂.产品主模型技术的研究[J].中国机械工程,1999,10(1):12-15.
- [5] 窦万春.基于并行工程广义CAPP集成系统复合建模研究[J].计算机集成制造统一CIMS,1999,5(2):36-39.
- [6] 杨世锡,胡小平.并行工程环境下的产品信息建模.浙江大学学报,1999,33(1):26-32.

Product Lifecycle Information Model

LIU Xue-mei, HE Yu-lin, WANG Xu-xia, GAN Qiang

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

Abstract: The technology of product modeling is the basis of Advanced Manufacturing Technologies. Product model is the key to realize sharing information in developing product. Three kinds of product model are compared. Base on it, the concept of product lifecyele information model and its components, the architecture and the approach to modeling are presented.

Key words: product model; life cycle; information sharing

(责任编辑 刘道芬)