

文章编号: 1005-0523(1999)02-0040-06

基于先进制造技术的产品建模方法研究

罗 燕¹, 周新建²

(1. 北方工业大学工学院, 北京 100041; 2. 华东交通大学 机械工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 分析了先进制造技术的特点, 研究了产品建模要求与发展趋势, 认为基于对象和 STEP 技术可以满足产品建模的需要, 并研究了相应的建模策略, 给出了基于对象和 STEP 技术的注塑模产品模型¹⁹。

关键词: 先进制造技术; 产品建模; STEP 技术

中图分类号: TP 393 **文献标识码:** A

0 引 言

80 年代以来, 制造业竞争的全球化, 要求制造企业极大地缩短产品制造周期, 以最快的速度、最低的成本和最好的服务来适应变化的市场需求¹⁹。在经历了机械化、自动化阶段之后, 制造业在 80 年代开始进入集成化阶段, CIM 概念得到普遍接受, 但 CIM 的概念和体系又在不断变化¹⁹。进入 90 年代以后, 并行工程、敏捷制造等新思想不断提出, 这对制造业的影响是深远的, 先进制造技术的出现正急剧地改变着现代制造业的结构和生产过程, 使得产品生命周期加快、质量提高、成本降低, 企业的管理方式、组织结构和决策准则都在经历新的变化¹⁹。

目前, 先进制造技术未形成统一的概念, 一般认为^[1]: 它应在传统的制造技术的基础上, 不断地吸收机械、电子、信息、能源、材料和现代管理等技术, 将其综合用于制造全过程, 实现优质、高效、低耗、清洁、灵活地生产, 以便取得理想的经济效果¹⁹。

1 先进制造技术的特点

从制造业的发展过程来看, 先进制造技术的发展具有明显的继承性和加速性¹⁹。并行工程强调设计并行, 着重于集成信息的优化, 改进产品的开发过程, 并且通过多功能小组的协同工作, 在信息集成和信息共享的基础上, 达到降低生产成本, 提高产品质量, 以适应市场的快速变化¹⁹。精益生产不是强调细致的分工, 而更强调企业各部门的密切合作, 尤其重视在产品的设计、生产准备和制造过程之间实施并行工程¹⁹。敏捷制造强调动态联盟, 优化社会资源, 以达到企业的目标; 虚拟现实使设计制造过程变为可视, 提高产品开发过程的速度与质量¹⁹。由此, 我们可以看出先进制造技术应具有如下的特点:

收稿日期: 1998-08-24; 修订日期: 1998-12-11

作者简介: 罗燕(1966-), 男, 安徽人, 北方工业大学工学院讲师¹⁹。

1) 敏捷的市场反映

由于市场变化加快,对产品更新换代必须时刻保持跟踪,因此 in 市场需求、生产技术、人员需求及社会环境的快速变化过程中,必须采用精良的生产方式,有效地适应这些变化¹⁹。

2) 高度信息集成

它是先进制造技术实施的前提,共享信息包括产品信息、制造环境信息(如设备、人员、材料及标准零部件信息等)、设计制造知识和数据(如各种设计手册、工艺手册、设计规范及经验教训等)、需求管理信息(性能、寿命和成本等),信息共享就是把所有的信息以一种通用的格式表示出来,应用标准化和规范化的信息技术框架为企业内及企业间的信息交流服务¹⁹。

3) 基于信息共享的集成平台机制

为实现以上功能,集成平台必须满足支持分布式机制¹⁹。在现今的网络时代,平台必须能够在异构分布网络环境下运行;平台实现注重开放性和标准化,开放性成为平台的重要衡量标准,同时采用开放的体系结构,广泛采用产业标准才能使平台具有强大的生命力;针对行业特点,推出功能产品;在已有的工具上集成,利用已有的软件工具可以加快开发速度,降低开发成本;不断采用新的信息技术、方法和理论¹⁹。

4) 支持基于网络的环境

网络技术的发展使得分布式设计、制造系统共享资源成为可能,而产品的设计、制造等活动联系十分密切,且应充分反映用户需求,强调设计过程中应充分考虑制造和使用等过程中可能出现的问题¹⁹。

5) 具有自协调机制

由于现代制造企业涉及到的企业内外因素众多,如何将各种关系加以协调,使其最有效地利用企业内外一切资源,优化结构配置,实现企业目标¹⁹。

6) 高度柔性

现代的生产方式应以柔性为基础,这对于提高企业竞争力及企业应变性极为重要,先进制造技术是面向市场、面向用户的、注重组织和实现的柔性¹⁹。

7) 自评估机制

企业先进制造技术应具有自评估机制,以不断地调节自身的组织结构¹⁹。

8) 智能化

先进制造技术应以智能化为基础,整个生产过程从订单签定开始,直到研究开发、设计、制造、发货以及管理均由自主生产线完成,即要求整个制造过程智能化,在信息集成的环境下,分布式并行处理、智能协同求解和全局最优化决策¹⁹。

2 基于先进制造技术对产品建模的要求

从分析先进制造技术的特点和组织机制,可以看出先进制造技术是面向工业应用的,它的发展往往是针对某一具体的应用领域,对产品建模提出了更高的要求¹⁹。

1) 统一的产品模型

采取统一的产品模型之后,使不同的开发者可以基于同一的基础进行开发,从社会效益和信息集成角度满足先进制造理论的要求,另外,产品模型采用统一的标准之后,系统用户不必

关心系统的接口,从而提高系统通用性、可重构性¹⁹.

2) 支持产品全生命周期活动

先进制造理论要求集成地考虑产品生命周期的信息(设计、制造、检测及报废等),对产品生命周期建模,这就要求以某个标准为核心,建立整套的数据交换机制,各系统的数据可直接进行交换,提高系统的集成性¹⁹.

3) 采用一种中性机制

即独立于任何的 CAD/CAM 系统,各系统之间的数据接口按照统一的规范进行信息交换,应对产品信息的描述从数据交换实现方法中分离出来,虽然这种描述最终要在计算机环境下实现,但它是独立于任何具体实现系统的¹⁹.这种描述是无二义性的而且可由计算机解释,其本质是不仅适用于中性文件交换,而且也是实现数据库共享的基础¹⁹.

4) 实现方式上应有多种形式

即不仅可以在底层进行文件交换,若满足今后技术的发展,应具有基于知识库,智能库的数据共享机制¹⁹.

产品建模技术是 CAD/CAM 领域一项极为关键的技术,它随着先进制造理论的发展而不断完善¹⁹.研究基于国际标准、支持产品全生命周期活动且具有中性交换和共享机制的集成产品模型成为本文研究的一个重点¹⁹.

3 产品建模发展趋势

产品模型是提供产品信息的途径,在表达上,有局部表达和整体表达,所谓产品模型的局部表达,即通过预定义与特定制造活动相联系的局部信息来表达,诸如几何形状、公差及表面粗糙度等^[1~5],而整体表达则是对整个产品信息的完整描述¹⁹.

随着 STEP 标准的不断完善,又出现了一些支持 STEP 的原形^[6~8]¹⁹.

在国内,也有许多机构在这方面开展了大量的研究^[9]¹⁹.可以看出,这些提出的建模模型在许多方面均作了有益的尝试,但仍有大量的工作要做:

- 1) 不能全面支持产品的生命周期活动
- 2) 模型的结构非标准化
- 3) 产品模型不完整
- 4) 缺少对具体应用描述的支持

产品建模技术的进一步发展,就是研究在集成制造和并行工程环境下,进而在虚拟现实中能支持产品设计、分析、制造、管理、使用和维护的整个生命周期的产品数据模型和建模技术,研究符合 STEP 标准的产品数据模型中的几何、拓扑、公差、装配等信息的描述方法,也就是说产品的描述要更加完整,更便于计算机自动处理,并采用产品数据管理技术,支持产品整个生命周期的需要¹⁹.

4 基于对象和 STEP 技术的注塑模产品模型

STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data) 标准为 CAD/CAM 的集成提

供了数据交换依据,而实现这一集成的基础就是基于产品模型的数据库,它是比中性文件更高层次的集成,在此基础上进行的集成在建模能力、对用户和各功能模块的支持,以及安全性、完整性、一致性和灵活性等方面均有较高的功能¹⁹。基于产品模型的数据库在整个 CAD/CAM 信息传递过程中保持数据的一致性和完整性,重复的信息输入量达到最低程度,在统一的数据库中提供了适合于信息在设计过程中运行的机制,用于存放、使用、查询、修改设计信息并支持设计信息的转换¹⁹。本文根据基于对象和 STEP 技术特点建立了注塑模产品模型,并开发了基于数据库的统一产品模型实现结构(另文介绍)¹⁹。

在充分分析了 STEP 建模中通用资源、集成资源、应用协议及面向对象建模方法之后,根据模具产品的特点,提出了注塑模产品模型(Injection Mold Product Information Model),它由四个基本部分表达其复杂的结构,即总体信息模型(GIM)、特征信息模型(FIM)、结构信息模型(SIM)和辅助信息模型(AIM),如图 1 所示¹⁹。

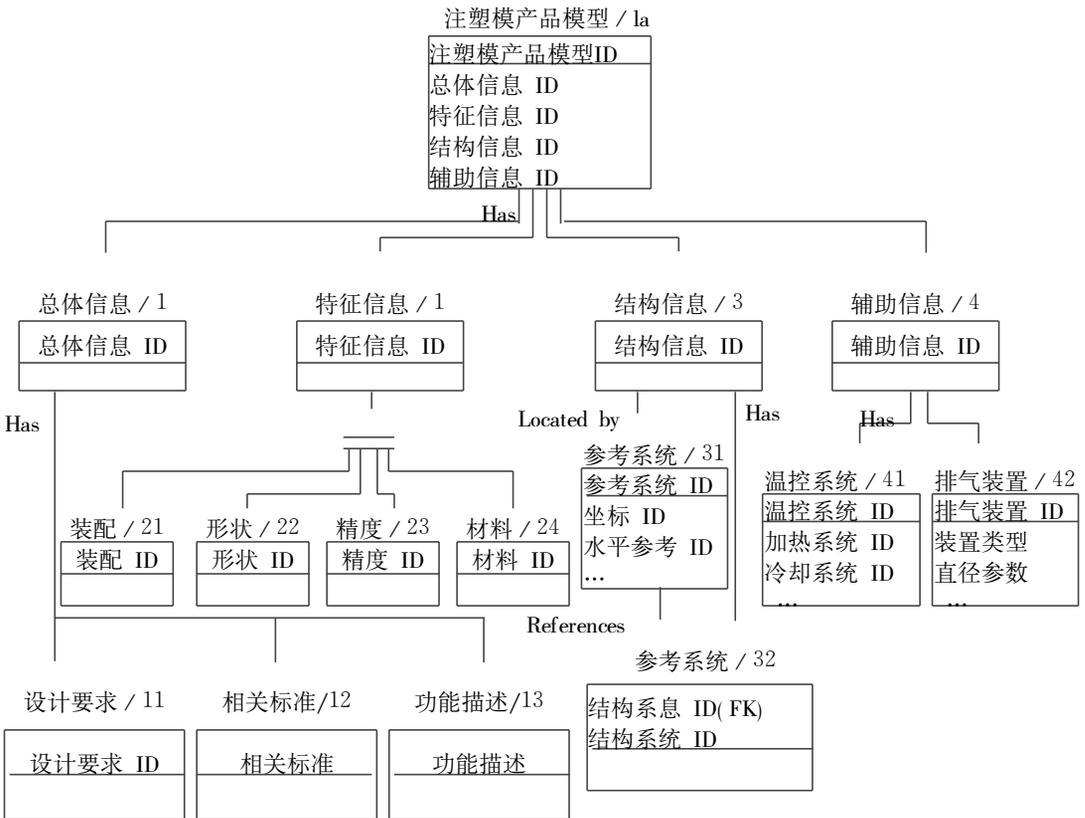


图1 简化的注塑模信息模型

总体信息模型(General Information Model, GIM)

总体信息模型用来描述注塑模的总体特性,这些信息覆盖注塑模产品生命周期¹⁹。它包括设计要求、功能描述和相关标准¹⁹。其中设计要求反映系统设计所需的信息,设计要求牵涉的面特别广,从抽象的产品形状到具体化的零件几何构件信息,从模具结构设计到每个模具零件及其加工信息等;功能描述有二层含义,一是对它所完成的总体功能的描述,另一为对其各组成部

分功能的描述;相关标准;包括各种在注塑模生命周期中起作用的标准、限制(如材料及工艺要求等),它反映了各种制约关系¹⁹。

1) 总体信息模型(General Information Model, GIM)

总体信息模型用来描述注塑模的总体特性,这些信息覆盖注塑模产品生命周期¹⁹它包括设计要求、功能描述和相关标准¹⁹。其中设计要求反映系统设计所需的信息,设计要求牵涉的面特别广,从抽象的产品形状到具体化的零件几何构件信息,从模具结构设计到每个模具零件及其加工信息等;功能描述有二层含义,一是对它所完成的总体功能的描述,另一为对其各组成部分功能的描述;相关标准;包括各种在注塑模生命周期中起作用的标准、限制(如材料及工艺要求等),它反映了各种制约关系¹⁹。

2) 特征信息模型(Feature Information Model, FIM)

特征信息模型主要反映产品的几何/拓扑属性、精度特征和材料特征等¹⁹。其中形状特征信息模型表示产品的形状特点,形状特征包含了设计信息中的几何信息与拓扑信息,是特征信息模型中最基本一部分,同时它又是另二类非几何特征信息(精度特征和材料特征)的载体¹⁹。

3) 结构信息模型(Structural Information Model, SIM)

注塑模结构信息模型描述产品结构,从生命周期看结构属性,从设计角度看装配关系,它包括结构系统和参考系统二个部分,而结构系统又可划分为塑件结构、模具结构、注塑过程仿真、模具零件加工等¹⁹。

4) 辅助信息模型(Aided Information Model, AIM)

辅助信息模型用来定义注塑模辅助信息,包括温控系统和排气系统等,从其完成的功能上看,每一辅助装置对注塑模均有特定的功能,而从物理组成看,均由特定形状、特定材料所组成,成为注塑模的一部分¹⁹。

5 结 论

基于对象和STEP技术建模可以满足产品建模的要求,建立符合STEP技术的产品模型对于形成以统一的产品模型为核心的建模机制,进而产生集成化的CAD/CAM系统提供了基础¹⁹。

[参 考 文 献]

- [1] M K Khan, C S Wright, R Whalley. Advanced Manufacturing Processes, Systems, and Technologies [M]. Mechanical Engineering Publications Limited, London and Bury St Edmunds, UK, 1996
- [2] T Laakko, M Mantyla. Feature modeling by incremental feature recognition [J], Comput-Aided Des, 1993, 25(8): 479~492
- [3] P G U, PML: product modeling language, Comput Indust, 1992, (3): 265~277
- [4] M J Corrigan, M K Lee RIM Yong. Manufacturing Code generation in a product environment [J], Proc. Ins. Mech. Eng, B:J, Eng, Manuna, 1992, 206(133): 165~175
- [5] S Chan, K Garbuche. What is PDES/STEP?, Proc. 9th Canadian Integrated Manufacturing Design Conf; National Research Council of Canada, Canada, 1990, 85~89

- [6] J K Wu, T H Liu, G W Fischer. PDES/STEP based information modes for CAE and CAM integration, Int. J. Syst. Automat. Res. & Applic. Oct. 1992, 375~393
- [7] D C Spooner, M Hardwick and DB. Sanderson. Engineering Intelligent Control ⁹⁰ IEEE, USA, 1993, 972~976
- [8] L H Qiao, C Zhang, T H Liu, H P Wang and G W Fischer. A PDES/STEP based product data preparation procedure for computed-aided process planning, Computer Industry. 1993, 21(1) :11~12
- [9] 宋玉银, 蔡复之, 张伯鹏等. 面向并行工程的集成产品信息建模技术研究[J]. 计算机研究与发展, 1998, 35(2) :164~168

The Modeling Way of Product for Advanced Manufacturing Technology

LUO Yan¹, ZHOU Xing-jian²,

(¹ Institute of Engineering, North China University of Technolog, Beijing 100041, China; ² College of Mechanical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The paper analyses the features of advanced manufacturing technology and the requirements for product modeling, studies the trend of product modeling, and concludes that object oriented and STEP technology can satisfy the need of product modeling. The paper also researches the modeling way, and presents an object oriented and STEP technology injection mold product model.

Key words: advanced manufacturing technology; product modeling; STEP technology