



华夏英才基金学术文库

陈桦 曹岩 著

# 快速动态响应协同产品 设计理论及其过程管理

 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)



华夏英才基金学术文库

# 快速动态响应协同产品设计理论及其过程管理

陈桦 曹岩 著

科学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书主要探讨面向制造业信息化的产品设计过程管理模式,对其体系结构和主要关键技术进行深入研究,进而研制 Internet 环境下的产品设计过程管理软件原型系统。主要内容包括:快速动态响应协同产品设计过程建模、虚拟企业环境下分布式并行协同产品设计、快速原型虚拟逼真设计、基于 PDM 的产品和开发过程集成、基于知识融合的产品创新设计、基于 Internet 的远程异地设计过程管理原型系统的实现、产品设计资源管理、基于虚拟现实的虚拟产品设计以及数字化产品几何、性能、工作过程仿真等内容。

本书可供从事产品设计与过程管理、网络化制造、异地设计与制造、CIMS、并行工程、CAD/CAM、企业信息化领域研究的科研和工程人员参阅。

### 图书在版编目(CIP)数据

快速动态响应协同产品设计理论及其过程管理/陈桦,曹岩著.—北京:科学出版社,2006

(华夏英才基金学术文库)

ISBN 7-03-016201-3

I. 快… I. ①陈… ②曹… III. 工业产品-计算机辅助设计-研究  
IV. TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 099121 号

责任编辑:巴建芬 潘继敏 / 责任校对:李奕莹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2006年1月第一版 开本:B5(720×1000)

2006年1月第一次印刷 印张:12

印数:1—2 500 字数:227 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<双青>)

# 前 言

目前,制造业正朝着全球合作的方向发展,异地设计与制造、大规模技术合作、电子商务和虚拟公司等合作新形式都体现了这一趋势。如何支持越来越多的跨部门、跨组织的产品设计过程管理,成为亟待解决的问题。面对多变的市场需求,如何有效地联合企业、研究所和高校,形成虚拟产品开发组织,加快新产品开发速度,提高产品质量,降低生产成本,快速响应用户的需求,缩短产品开发周期等就成为本课题的研究目标。

我国对 21 世纪的制造业面临的问题进行了专门研究,并在 863 计划中将制造业信息化工程列为重要专题之一。从分析国内外情况中可以看出,服务于制造业产品全生命周期的信息源基础建设缺乏有效的研究,可能造成在产品制造过程中信息化缺少有效的支持。因此,制造业信息化是 21 世纪制造业亟待解决的问题。

本书主要探讨面向制造业信息化的产品设计过程管理模式,并对其体系结构和主要关键技术进行深入研究,进而研制 Internet 环境下的产品设计过程管理软件原型系统。

最终研究目标是建立一个服务机械制造业的信息化制造的信息源基地,服务于我国制造业信息化工程并推动其发展,机电产品设计、制造信息流充分表明,一个完备的信息源是支持设计流、制造流畅通无阻运行的重要条件,是核心支撑环境的一个重要部分。

为达到在产品全生命周期内支持设计、制造及企业管理工作,面向制造业信息化工程的信息源基础建设的目标是:

- 1) 面向 21 世纪制造业的发展,研究、建立与发布机电产品设计、制造的标准(机械信息研究院现为国家指定的机电产品标准制订及发布单位)。
- 2) 研究与建立机电产品设计、制造的信息标准。
- 3) 提供在机电产品设计、制造过程中所需的各种通用的标准化的零部件设计计算程序。
- 4) 提供在机电产品设计、制造过程中所需的各种机电产品及其零部件信息,并逐步形成机电产品电子商务的基地。
- 5) 提供机电产品设计、制造信息查询及咨询服务。
- 6) 提供一个场所,筹组制造业的动态联盟,合理调配全制造业资源,快速响应市场的需求。

面向信息化制造的信息源基础建设,从 1997 年起,西安交通大学、四川大学、陕西科技大学、西安工业学院和合肥工业大学等多所院校与原机械部的机械信息研究院、机械设计总局开始了信息化制造的信息源基础建设和机电产品信息网的

研发工作,充分利用机械信息研究院几十年来一直是我国机电产品信息的汇集、掌握与发布单位,拥有雄厚的机电产品信息资源和各参加单位的现有资源的有利条件。这些单位卓有成效的合作,建立了基础信息源开发平台,为面向制造业信息化的通用基础信息源的建设创造了良好的基础,并建立了以机械设计手册(软件版)、机械制造工艺手册(软件版)等数字化、系列化手册为标志的机械制造业工程应用数据库,实现了面向信息化制造的信息源基础建设的起步。

本书在此基础上对面向制造业信息化的产品设计过程管理的一些关键技术进行了深入研究。

本书由陈桦、曹岩著。其中第1、2、6、7、8章由陈桦著,第3、4、5、9、10章由曹岩著。

由于作者水平及时间限制,疏漏之处在所难免,望各位读者不吝赐教,作者在此深表感谢。

作者

2005年6月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 面向制造业信息化的产品设计过程管理</b> .....	1
1.1 制造业信息化 .....	1
1.2 我国制造业信息化的基本内容 .....	2
1.3 产品设计过程管理国内外研究现状 .....	2
1.3.1 基于 PDM 的产品设计过程管理 .....	3
1.3.2 面向并行工程的产品设计过程管理 .....	3
1.3.3 基于工作流的产品设计过程管理 .....	3
1.3.4 基于 CSCW 的产品设计过程管理 .....	4
1.3.5 智能化产品设计过程管理 .....	4
1.3.6 网络化协同设计过程管理 .....	4
1.3.7 设计过程建模以及过程的动态管理 .....	4
1.3.8 产品设计过程管理技术的研究 .....	5
1.3.9 产品设计过程管理系统的实现方法 .....	5
1.4 面向制造业信息化的产品设计过程管理 .....	6
1.5 面向制造业信息化的产品设计过程管理关键技术 .....	7
<b>第 2 章 快速动态响应协同产品设计过程建模</b> .....	8
2.1 引言 .....	8
2.2 产品设计任务的描述.....	10
2.3 产品设计过程建模.....	14
2.3.1 设计任务进程的定义 .....	14
2.3.2 设计任务进程的 Check-in 与 Check-out .....	15
2.3.3 设计任务进程的类型 .....	16
2.3.4 设计任务进程的组织类型.....	18
2.4 基于进程的设计过程管理模型.....	19
2.4.1 管理监控层 .....	20
2.4.2 工作层 .....	21
2.4.3 支持层 .....	21
<b>第 3 章 虚拟企业环境下分布式并行协同产品设计</b> .....	24
3.1 虚拟企业环境下分布式并行协同产品开发项目.....	24
3.2 虚拟企业环境下分布式并行协同产品开发的项目管理体系结构.....	25
3.2.1 项目管理体系结构 .....	25

3.2.2	虚拟企业环境下分布式并行协同产品开发的项目管理体系结构的特点	27
3.3	项目管理系统主要功能模型	28
3.3.1	项目定义	29
3.3.2	任务的分解和分配	29
3.3.3	资源约束及动态资源调度	30
3.3.4	过程融合	31
3.3.5	任务的调度、运行与监控	32
3.3.6	项目进度、成本和质量评价	32
3.4	虚拟企业环境下分布式并行协同产品开发项目协调	33
3.4.1	基于约束、面向目标的纵向协调	33
3.4.2	基于自组织的横向协调	33
3.4.3	项目组织管理、过程融合和资源管理的有效集成	34
<b>第4章</b>	<b>快速原型虚拟逼真设计</b>	<b>36</b>
4.1	引言	36
4.1.1	设计过程的特点	36
4.1.2	设计发展趋势	37
4.1.3	虚拟原型仿真和虚拟产品开发	37
4.2	快速原型虚拟逼真设计的概念	38
4.2.1	快速原型虚拟逼真设计的概念	38
4.2.2	快速原型虚拟逼真设计的特点	39
4.3	快速原型虚拟逼真设计的原理	39
4.4	快速原型虚拟逼真设计的主要研究内容	41
4.4.1	关键技术层	41
4.4.2	原型系统层	42
4.4.3	开发环境层	42
4.5	快速原型虚拟逼真设计模型	42
4.6	快速原型虚拟逼真设计的体系结构	44
4.6.1	快速原型虚拟逼真设计的体系结构	44
4.6.2	快速原型虚拟逼真设计流程	45
4.6.3	主要功能	45
<b>第5章</b>	<b>基于PDM的产品和开发过程集成</b>	<b>49</b>
5.1	产品数据管理PDM	49
5.1.1	PDM系统的体系结构与系统构成	49
5.1.2	PDM系统的基本功能	53
5.1.3	PDM系统的应用	55

5.1.4	PDM 软件及其应用情况 .....	56
5.2	集成虚拟原型和设计过程模型的概念 .....	58
5.3	基于集成虚拟原型与过程建模的设计过程管理模型 .....	58
5.4	基于集成产品与过程建模的设计过程管理的层次结构 .....	59
5.4.1	产品信息管理(VP 模型层) .....	60
5.4.2	集成虚拟原型和设计过程模型建模——设计任务和过程的建模(VP+PM 模型层) .....	60
5.4.3	基于集成虚拟原型和设计过程模型的设计过程管理层 .....	61
5.4.4	产品开发过程实施(实施层) .....	66
5.5	通过初步设计信息交换加快设计进程 .....	66
5.5.1	设计活动的分类 .....	67
5.5.2	并行递进迭代问题 .....	68
5.6	以人为中心的产品开发过程实施的组织——智能企业 .....	71
5.6.1	智能企业层次结构 .....	71
5.6.2	控制和协调机制 .....	72
<b>第 6 章</b>	<b>基于知识融合的产品创新设计 .....</b>	<b>74</b>
6.1	引言 .....	74
6.2	产品设计方案人工决策 .....	74
6.2.1	集成应用环境体系结构 .....	74
6.2.2	产品设计方案人工决策系统集成应用环境 .....	75
6.3	基于质量屋的 QFD 方案决策 .....	81
6.3.1	质量屋的基本结构 .....	81
6.3.2	质量屋的基本数学模型 .....	82
6.3.3	商用 QFD 软件的集成 .....	82
6.4	基于 CBR 耦合 ANN 的产品设计方案决策系统 .....	83
6.4.1	基于 CBR 耦合 ANN 的产品设计方案决策系统结构 .....	83
6.4.2	基于 CBR 耦合 ANN 的产品设计方案决策系统的实施 .....	85
6.4.3	基于 CBR 耦合 ANN 的产品设计方案决策系统实例 .....	93
6.4.4	设计方案评价体系和方法 .....	95
<b>第 7 章</b>	<b>基于 Internet 的远程异地设计过程管理原型系统的实现 .....</b>	<b>97</b>
7.1	引言 .....	97
7.2	系统设计原则 .....	97
7.3	体系结构 .....	98
7.3.1	设计过程管理原型系统的体系结构 .....	98
7.3.2	设计过程管理原型系统的功能模块 .....	99



7.4	设计过程管理与监控系统运行实例 .....	101
7.4.1	设计过程管理与监控系统运行环境 .....	101
7.4.2	设计过程管理与监控系统的运行 .....	101
7.4.3	设计方案决策 .....	102
7.4.4	初步设计 .....	103
7.4.5	设计任务规划和分解 .....	106
7.4.6	任务公示及招投标 .....	106
7.4.7	资源匹配 .....	106
7.4.8	设计任务监控 .....	108
7.4.9	资源管理 .....	112
<b>第8章</b>	<b>产品设计资源管理</b> .....	<b>114</b>
8.1	引言 .....	114
8.2	产品设计过程管理的共享数据库服务平台 .....	114
8.3	面向对象技术的资源建模方法 .....	116
8.4	资源建模及资源库的建立 .....	117
8.5	资源数据库系统 .....	118
8.5.1	资源数据库的安全问题 .....	118
8.5.2	资源数据库的安全策略及机制 .....	120
8.5.3	资源数据库的检索问题 .....	124
8.5.4	资源数据库的管理 .....	127
8.6	盟员管理 .....	129
<b>第9章</b>	<b>基于虚拟现实的虚拟产品设计</b> .....	<b>131</b>
9.1	虚拟现实及其在产品开发中的应用 .....	131
9.1.1	虚拟现实 .....	131
9.1.2	虚拟现实系统的类型 .....	132
9.1.3	虚拟现实的特征 .....	133
9.1.4	虚拟现实技术 .....	134
9.1.5	虚拟现实在产品开发中的应用 .....	140
9.1.6	基于虚拟现实的虚拟产品设计的优越性 .....	143
9.2	基于虚拟现实的虚拟产品设计体系结构 .....	143
9.3	基于虚拟现实的虚拟产品开发理论及关键技术 .....	145
9.3.1	虚拟现实 .....	145
9.3.2	虚拟原型 .....	146
9.3.3	虚拟环境 .....	147
9.3.4	开放式模块化集成框架 .....	147

---

9.3.5 虚拟产品设计 .....	147
9.3.6 分布式协同仿真 .....	148
9.3.7 虚拟原型管理 .....	148
9.3.8 基于虚拟现实的分布式协同产品设计集成支撑环境 .....	149
<b>第 10 章 数字化产品几何、性能、工作过程仿真 .....</b>	<b>152</b>
10.1 基于虚拟原型的计算机仿真 .....	152
10.1.1 计算机仿真的定义、地位、作用及发展历程 .....	152
10.1.2 计算机仿真方法的基本类型 .....	156
10.1.3 计算机仿真过程 .....	158
10.1.4 仿真技术在机电产品设计、制造中的应用 .....	162
10.1.5 基于虚拟原型的计算机仿真 .....	162
10.2 产品性能仿真 .....	164
10.3 产品几何仿真 .....	167
10.4 加工过程仿真 .....	170
10.5 产品工作过程仿真 .....	173
<b>参考文献 .....</b>	<b>175</b>

# 第 1 章 面向制造业信息化的产品设计过程管理

## 1.1 制造业信息化

党的十六大明确提出：我国要走新型工业化道路，以信息化带动工业化，进一步推动制造业信息化工程向纵深发展。实施制造业信息化工程，是应对经济全球化与信息化，提高我国制造业国际竞争力的需要。

人类在 21 世纪的可持续发展从战略意义上看，将会越来越依赖于社会的整体科技创新能力和由此派生而出的知识经济，而以信息技术为特征的全球网络化及 Internet 的逐渐普及也毫无例外地冲击着产品制造业，使世界形成一个统一的全球市场。激烈的国际竞争促使企业采用各种先进制造技术，如敏捷制造、虚拟制造、智能制造、网络化分散制造等，以提高产品开发水平。因此，建立一套适合我国国情，支持产品开发与生产全过程的数字化、并行化、智能化、集成化的现代设计、制造系统是非常必要的。该系统能有效地组织多学科的产品开发队伍，充分利用各种计算机辅助工具，综合应用现代先进的设计、制造方法，从而缩短产品开发周期、降低成本、提高质量、快速响应市场需求。21 世纪制造业具有如下的特点：

1) 从产品本身的角度看，大批量生产正被基于客户的多品种、单件小批量制造所替代。

2) 从产品实现的角度看，支持产品整个生命周期的数字化模型将起关键性作用。

3) 从制造产品所涉及的设备看，数字化的可再配置敏捷设备、单元、车间等将构成新一代的制造硬件环境。

4) 从制造产品所需的企业管理与组织结构方面看，具备全球化、并行化与敏捷化特征的企业集成技术将成为新一代企业生存的决定性因素。

因此，21 世纪新一代制造企业应是以信息技术为主线的多学科先进技术的综合应用，能够快速动态地响应市场需求。其中，设计、制造数据数字化，知识经验程序化，制造资源社会化和信息标准化为驱动的信息源基础建设与实施，将与网络技术、工程数据库、PDM、ERP 等构成实施先进制造模式的核心支持环境，并推动制造业信息化工程的发展。

在我国全面实施制造业信息化工程的过程中，开展对制造业信息源基础建设的研究，对支持、促进制造业信息化工程的发展无疑具有重大的现实意义。

## 1.2 我国制造业信息化的基本内容

我国制造业信息化应包含三个方面内容:产品设计过程信息化、产品制造过程信息化及企业管理信息化。要保证这三方面任何一方面的有效实施,都必须具有资料数据完备的、及时反映科学及制造工程技术发展的、迅速响应市场需求的、使用方便的信息源来支持,很显然这样的信息源包含下列内容:

1) 设计、制造信息标准化。设计、制造资料数据虽有各种国家标准及部颁标准,而这些标准、资料数据为适应制造业信息化的需求,必须制订表达这类信息的统一标准。

2) 设计、制造各种信息资源、数据的电子化、数字化。设计、制造人员在工作过程中能方便地实时查询,与甩掉图板一样,甩掉手册书本,更好地服务于产品全生命周期内的信息化制造。

3) 设计、制造理论方法、经验的程序化。机电产品设计制造中各类成熟的计算过程、公式及图表需程序化,设计制造经验的采集、获取、提炼、表示及使用要智能化并能及时更新,以适应产品开发对知识不断提出的新要求。

4) 机电产品信息网络化。由于市场需求瞬息变化,产品更新换代加速,新产品不断涌现,企业本身也不断变化,以产品目录出版显然不能适应这种情况,因此建立机电产品信息网势在必行,一方面为设计制造提供最新的机电产品信息,另一方面也为机电产品电子商务创造基础。

5) 设计、制造资源社会化。其目的是提供一个场所,优化产品设计、制造过程中的资源配置,建立全机械制造业资源(人力、设备、技术、各种软件等)调剂园地,制订合作机制(动态联盟机制)及租借机制,充分利用全制造业的资源,快速响应市场对新产品开发的需求。

一个好的信息源是制造业产品全生命周期内全程信息化的基础,它与计算机网络、工程数据库、PDM、ERP 等技术构成实施制造业信息化的核心支撑环境。开展对制造业信息源基础建设的研究是十分必要的。

当前,全国已有五十个城市被列入制造业信息化工程示范城市,上千家企业被列入各级制造业信息化工程示范企业,一大批传统制造业企业需要结构调整和优化升级。因此,开展对制造业信息源基础建设的研究市场潜力巨大。

## 1.3 产品设计过程管理国内外研究现状

20 世纪 90 年代以来,一些发达国家研究面向 21 世纪制造业的生产模式及其相对应的策略。在美国由麻省理工学院领衔的、有近百个行业领先公司参加的有以下

一代制造系统的行动指南研究项目的研究报告 *Next Generation Manufacturing—A Framework for Action* 中特别明确地强调了在全球化背景下,下一代企业的组织结构的重组、市场的动态响应及产品创新能力的重要性。其中,在新型的、重组后的企业组织结构控制下的市场动态响应及产品创新能力是 21 世纪企业生存的最重要因素。日本学术振兴会在面向 21 世纪的未来开拓学术推进事业的标题下于 1997 年成立了シンセシスの科学研究推进委员会,在新一代设计与制造理论方面进行有益的探索。德国 Production 2000 框架方案下的研究内容则包括产品开发方法学及生产工艺、面向生产的后勤工程学、面向生产的信息技术和应用于生产实践的例证。先进制造生产模式要求相应的设计、制造过程管理与其相适应,当前国内外产品设计过程管理的研究主要有以下方面。

### 1.3.1 基于 PDM 的产品设计过程管理

- 1) 支持并行设计的 PDM 过程管理技术方法体系和关键技术研究。
- 2) 基于现有 PDM 的产品设计过程管理集成系统的体系结构及实现方法研究。
- 3) PDM 中任务驱动的设计过程管理,基于面向对象的任务模型进行设计过程管理。
- 4) 通过 PDM 中产品结构树组织设计文档,通过任务流组织设计过程,进而进行过程管理。
- 5) 适用于动态流程管理的 PDM 模型,保证产品设计数据管理到制造过程的管理模型一致性,满足产品数据的动态流程管理需要。

### 1.3.2 面向并行工程的产品设计过程管理

- 1) 支持并行工程的产品设计过程管理系统的集成框架,研究集成框架的层次模型和体系结构、实现集成框架的关键技术和实现方案。
- 2) 面向并行工程的产品设计过程管理的抽象模型及过程模型。
- 3) 基于产品设计过程模型的面向并行工程的资源静态管理与动态管理、产品设计数据的分区管理与版本管理、设计进程的监控与管理等。
- 4) 基于设计过程模板和触发事件的概念,提高设计过程管理对不可预料事件的处理能力。
- 5) 面向产品全生命的并行设计方法研究,通过约束网络详细描述了并行设计的实施和对设计问题的优化求解算法。

### 1.3.3 基于工作流的产品设计过程管理

- 1) 基于工作流的产品设计 workflow 模型和演进规则的产品设计过程管理系统实现。

2) 基于知识的敏捷工作流系统建模,以增强工作流管理系统对业务流程变化的适应性。

#### 1.3.4 基于 CSCW 的产品设计过程管理

- 1) 基于 CSCW 的产品设计过程管理系统的体系结构、关键技术及实现方法。
- 2) 基于 CSCW 的产品设计过程管理环境及协作工具。

#### 1.3.5 智能化产品设计过程管理

1) 基于 MAS 的并行设计过程的管理与控制,通过对设计过程的分解和重构,以任务为基本调度单位的并行设计过程的控制与协调方法研究。

2) 基于多层次多群组协作模型,研究开放式的系统结构模型,讨论基于 Agent 的开放式系统集成方法及基于模糊 Petri 网的协作设计任务过程管理及实现方法。

3) 面向协同设计过程管理的智能 Agent 结构工作模式,提出并分析了产品协同设计开放式集成开发平台的分布式体系结构及其主要功能模块。

4) 面向敏捷制造、基于 Web 和 Agent 的工作流管理系统体系结构和系统功能研究。

5) 基于实例推理的智能化产品设计及其过程管理研究。

#### 1.3.6 网络化协同设计过程管理

1) 网络化协同设计过程强调多主体、协同性、共同性和灵活性,针对性地研究好包括网络化协同设计过程管理方法的层次结构、管理方法和工具支持等。

2) 支持并行工程的产品概念设计过程管理系统框架研究,分析用户管理、基于实例的求解过程管理以及网上协作过程的管理,构造可行的、并行的、功能驱动的概念设计过程管理机制。

3) 构建支持虚拟产品设计的分布式协同开发环境,提供规划与管理功能、设计者空间,以及能够使设计者、设计工具方便交流的智能协调机制。

#### 1.3.7 设计过程建模以及过程的动态管理

1) 描述产品数据和设计过程间的动态交互行为,设计数据的变化和过程的定义及执行是以互动的方式交织进行的,以适应设计数据的动态变化和产品设计过程的动态性。

2) 集成化产品设计多信息流过程建模,研究集成化产品设计的概念和体系结构,探讨集成化产品设计中的产品、功能、组织、工作流、活动、资源和约束信息流的描述及主要建模方法。

3) 基于集成产品与过程建模的设计进程管理,研究虚拟原型与设计过程模型的集成问题以及基于该集成模型的设计进程管理。

4) 复杂产品研制中的产品信息管理系统,由研究产品设计、质量保证、试验和研制过程管理等系统组成,以实现各子系统的信息共享与集成,通过角色和多层次访问控制功能满足重要信息的安全性等特殊要求。

5) 建立支持设计过程的设计事务管理模型,对设计过程管理组件的安全管理方法、日志管理方法等进行研究。

6) 基于产品设计过程信息建模与管理,建立支持并行工程的产品信息模型,并构建产品数据管理模块、产品活动管理模块、产品组织管理模块以及设计过程管理系统的总体框架。

### 1.3.8 产品设计过程管理技术的研究

1) 通过采用动态定义和模糊分析方法,综合权衡性能、成本、可靠性、维修性、进度、风险等因素,使产品研制达到高效能和全寿命周期费用低。

2) 从系统工程角度,论述设计管理的概念和任务,企业中工业设计的组织及类型,设计部门的构成与内容,以及企业中的设计管理事务。

3) 建立了设计过程的分析模型,研究面向过程的设计结构矩阵与设计任务转移矩阵的设计过程表示方法,及其对设计过程内在特性的量化描述的能力及其应用。

4) 基于角色的访问控制策略及其在设计过程管理中的应用。

5) Internet 环境下广义优化设计技术,研究广义优化设计资源的体系结构,集中优化设计资源作为一种知识服务提供给远程用户,以及系统实现中的异地建模、算法集成、过程监控和并发控制等。

6) 基于问题解决模型进行设计过程管理,将设计过程视为问题定义、规划与求解的过程,并利用过程描述语言捕获领域知识,研究面向问题的多领域设计过程管理方法,实现设计问题的求解与映射。

7) 任务驱动的产品设计过程管理,对设计任务的生成、监控、设计、提交、签审、发放进行研究,进而控制设计流程。

8) 以设计事务作为产品设计活动的基本单元,采用面向对象的方法建立了设计事务模型,描述了产品设计的目标、组织、文档对象、资源、约束、状态等特征信息,建立了支持协同设计的设计事务预发布机制和相关设计事务触发机制,实现了产品设计过程的集成建模。

### 1.3.9 产品设计过程管理系统的实现方法

1) 支持复杂产品多领域分布式并行设计集成框架系统的研究与开发,采用符合 CORBA 规范的 C/S 中间件,实现基于设计体模型的设计数据管理、基于语义

模型的工具封装和基于扩展网络图模型的设计过程管理。

2) 基于 Web 的产品设计过程管理环境结构、过程管理方法和数据安全性。

3) 基于 J2EE 的产品设计过程管理系统功能结构和实现方式。

4) 基于 STEP 和 CORBA 的产品协同设计体系结构,为应用程序提供统一的数据存取环境、透明的数据操作机制、协同设计过程管理等功能。

5) 基于分布对象技术及组通信服务的分布式集成框架的设计与实现。

当前产品开发过程管理系统存在以下主要问题,而基于网络技术以及过程管理工具和技术的应用是解决这些问题的有效途径,并能够显著提高过程管理的有效性和柔性。

1) 没有有效的工具和手段优化设计任务的执行顺序,并且产品开发过程是预先设定和固定不变的。对于一个产品设计项目,设计任务的规划和执行是动态进行的,随着产品设计的进行需要随时制定项目开发计划和调整项目执行。

2) 当前的产品开发过程的执行顺序是固定的,整个过程一旦开始执行,其顺序就不能再改变了;产品开发人员还不能有效地对产品开发过程进行监控,设计活动在执行过程中也不能改变,致使处理突发事件和意外的能力不足,从而对整个产品设计过程造成严重后果,甚至导致产品开发非正常结束。

3) 如何有效地利用计算机和网络功能以更加自然、更适合于人的方式显示过程管理的相关信息和结果,同样是目前这类系统所面临的问题。

## 1.4 面向制造业信息化的产品设计过程管理

随着市场竞争日趋激烈和制造业信息化的不断发展,产品开发和设计将越来越多地在虚拟企业环境下进行,虚拟企业和跨职能虚拟工作组已成为 21 世纪新一代制造业的核心概念,未来企业组织将以企业间的全球化的联合与伙伴关系网(即动态联盟)为主要形态。在由计算机互联网支持的分布计算环境下,虚拟组织能将时空上分布但能力和资源互补的常规组织或个人高效地组合起来,具有不同知识背景的人们在世界不同地点为共同的产品开发或设计任务而进行分布式并行协作,以提高解决问题的能力和增强对挑战性机遇的快速应变能力,且不必改变它们原有的工作环境,从而引起了人们的广泛重视。

虚拟企业中产品设计不仅决定着产品的成本、质量和上市时间,也是影响虚拟企业规模大小、成员组成和运行模式的主要因素,是组织、实施虚拟企业的重要基础和前提。由于涉及多企业资源共享和异地合作等问题,使得虚拟企业产品的设计过程更加复杂,虚拟企业环境下的分布式并行协同产品开发除了具有一般产品设计过程的特点之外,还具有虚拟企业环境下产品设计自身所具有的特点。因此对虚拟企业环境下的产品开发过程管理提出了新的要求,虚拟环境下的设计过程管理系统需要解决的主要问题是:



- 1) 设计项目规划、设计任务分解,以及设计任务向开发人员的分配等问题。
- 2) 产品设计过程管理必须支持产品开发过程的规划、协调和执行过程监控与管理。为了支持动态联盟的快速组建,需要建立动态联盟模型并通过对模型的优化、分析、设计来指导建立优化的动态联盟,把潜在问题都解决在实际建立和运行之前,从而降低风险。
- 3) 如果在产品开发过程中发生任何变化,应该通知所有将受其影响的所有开发人员。通过对设计任务之间相互关系的管理,以及对整个产品开发过程的监控,使得在变化发生时及时通知受其影响的开发人员。
- 4) 由于设计人员之间存在时间和空间上分隔,管理系统应该维护设计人员之间的相互关系。
- 5) 虚拟组织要求以较低代价快速建立能支持其成员协同工作的信息基础,以提供以下支持:①通过组合成员信息基础的高层体系结构来快速建立虚拟组织的信息基础;②将成员信息基础的操作层抽象和包装为大、中粒度的主动型软件用于构造高层体系结构;③提供有效的协调手段,使软构件的协同工作能紧凑一致地进行;④支持软构件的语义互操作,实现软构件协作时的语义适配。

## 1.5 面向制造业信息化的产品设计过程管理关键技术

面向制造业信息化的产品设计过程管理关键技术研究如何协同来自于企业、研究所以及高校的产品开发人员的开发活动,对产品开发进行组织、规划、控制和管理,利用 Internet 环境实现高效、分布式产品并行开发。其主要关键技术如下:

- 1) 分布式项目管理系统的开放式、集成化体系结构。
- 2) 产品开发项目规划、管理技术与策略。
- 3) 产品设计任务动态生成与分解机制。
- 4) 虚拟企业环境下任务分配与合作伙伴选择机制。
- 5) 产品开发活动和过程并行化处理方法。
- 6) 开发过程优化与动态重构。
- 7) 更加自然、更加适合于人的产品开发过程管理、监控、控制、结果显示等可视化技术和方法。
- 8) 信息资源的采集、提取、精炼、表示及应用技术的研究。
- 9) 多企业虚拟信息资源库的建立及其管理系统。
- 10) 基于动态联盟的驱动机制的资源重组及合理调配最佳决策系统的研究与建立。
- 11) 基于 Internet/Intranet 的机电产品虚拟设计、制造、咨询网络联盟,开放式 Web 站点的建设及其管理机制的建设等。