

学校编码：10384

分类号_____密级_____

学号：200429034

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于产品平台与公理化理论的产品协同开发链系统建模与支撑软件开发

System Modeling and Supporting Software Development of Product Collaborative Development Chain Base on Product Platform and Axiomatic Theory

韩东辉

指导教师姓名：侯 亮 副教授

专 业 名 称：测试计量技术与仪器

论文提交日期：2 0 0 7 年 5 月

论文答辩时间：2 0 0 7 年 5 月

学位授予日期：

答辩委员会主席：_____

评 阅 人：_____

2007 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。

本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

激烈的竞争和多样化小批量的客户需求及企业资源的局限性,使得企业产品研发的外协需求增加,供应商、客户等资源在产品研发中的作用越来越重要,合理规划和利用企业内外各种资源成为产品开发成功的重要因素,跨企业的设计信息和资源的优化配置和系统化管理成了竞争的核心。产品协同开发链为这种开发模式提供了一种有效方法和手段。

首先分析了产品协同开发链的概念、特征及系统需求,提出了产品协同开发链建模的三维模型,进而以产品平台为核心,基于公理化理论实现了信息域、任务域、资源域、过程域之间的映射建模方法。产品协同开发链系统建模及优化为实现产品快速开发,降低成本,提高定制化和创新程度及进行各项分析和决策活动提供了支持和指导框架。

跨企业产品平台的构建与资源优化是产品协同开发链实施的核心,也是产品协同开发链实施成功的关键和基础。平台元素粒度大小和粒度约束识别决定了产品族的通用性和可配置性。外协资源的增加使得模块划分的影响因素需要重新归类划分:一类是设计相关性因素,另一类是制造相关性因素。通过考虑设计与制造相关性资源的基础上,提出了基于模糊聚类划分的交互式模块规划设计模型,并用评估算法得到最优模块化产品族,然后根据模块分析矩阵得到跨企业的产品平台。根据上述的分析与研究,基于中国机床行业现状分析,给出了机床产品平台构建的实例。

选择合适的供应商,并根据企业产品开发的需求确定其合适的参与时机和参与程度,是跨企业产品协同开发中供应商选择的关键问题。产品结构特征、企业资源和供应商资源的分类及其之间的关系是影响供应商参与时机和参与程度的重要因素。基于产品协同开发中供应商选择的特点,给出了产品创新程度、零部件以及所需参与供应商的定义,提出基于“之”字映射的产品/供应商定义模型和算法。在综合考虑物料供应和新产品开发的基础上,从供应商满足和超越客户需求能力、参与开发风险及可信度四个方面定义了满意度、柔性度、风险度和信任度指标模型,并提出了供应商选择的过程模型和方法。然后给出了客车新产品研发过程中的供应商评估和选择的实例。

最后根据公理化理论建立的框架及流程分析，给出了具有三层结构的 CDPC 集成管理系统的参考模型，基于 ASP、SQL-Server 开发了产品协同开发链集成管理系统软件原型，为有效的解决研发中分布式资源的部署和应用提供了统一协调的协同工作平台。产品协同开发链集成管理系统设计与实现为产品协同开发链提供了技术平台支持。

关键词：协同开发； 供应商选择； 集成管理

厦门大学博硕士论文摘要库

ABSTRACT

With intensive global competition, various requirements and the limitations of single enterprise own resource and development capacity, the firms need to increase the content and frequency of external-cooperation activity, suppliers play more important roles in new product development (NPD). Optimizing, integrating and utilizing the various resources in-and-out the enterprises has become the key factors of NPD. System management and optimum allocation of design information and resource across enterprises has become the core of competition. PCDC (product collaborative development chains) provides an effective platform and method for this new development pattern.

First, the definition of the PCDC is presented, and the characteristics, requirements of PCDC are analyzed. Then a three-dimensional model of PCDC, including technology view, life-cycle and application module dimensions, is proposed, the mapping method of the PCDC based on requirement domain, technology domain and resource domain is described. System modeling provide a support and guiding framework on reducing product development time and cost, and improving access to and application of new technology and the satisfaction degree of customized requirements and innovation of product.

The construction of product platform of inter-enterprise and resource optimization is not only the core for the implementation of PCDC, but also the foundation and key factors of product innovation and rapid development. The currency and configuration of the product family were decided by the size and restriction identify of the granularity of platform. With the increase of component outsourcing in new product development, its impact on product modularity should be analyzed: one is the design related factor such as product function and structure, the other is the manufacture related factor such as component suppliers. Based on the consideration of design and manufacture related resource factor, an interactive modularity planning model using fuzzy clustering identification is proposed and an

evaluation algorithm is given to select the optimal module family and then product platform is constructed based on module analysis matrix. According to the above analysis and research, based on the investigation and research on the status and characteristic of the China machine manufacturing, the case for construction of product platform of inter-enterprise were given.

It has been found that selecting proper participator to involve effectively in product development process at right time and to right extent is vital to the success of product collaborative development, and the characteristics of product structure and the catalog of resource and suppliers and their relationship was precondition and base of deciding the time and degree of the supplier involvement. By analyzing of the characteristics of suppliers involvement in product collaborative development, the definition of the degree of the product innovation, components and involving suppliers was proposed. And then a mapping method and algorithm for parts and involving supplier definition was discussed. Based on the material supply chain and new product development, the indices development which includes satisfaction, flexibility, venture and confidence index for measuring the extent to which both the customers' requirements and supplier capabilities match or mismatch was presented. And then the supplier's evaluation process and the algorithm were proposed. And then an example of supplier selection in NPD is discussed.

Finally, according to the characteristics of PCDC and Axiomatic Design, based on ASP, SQL Server, the software prototype of the integrated management system with a three-tier structure of the reference model was proposed, which provide an unified, coordinated teamwork platform for the effective development and deployment of the distributed resources. The design and implement of PCDC integration management also offer a powerful and flexible platform for technology supporting on the satisfaction degree of customized requirements and innovation of product, and a tool for system analysis and decision-making.

Key Words: Collaborative Development; Suppliers Selection; Integrated Management

目 录	
第一章 绪论	1
1.1 产品协同开发链的提出	1
1.1.1 现代制造业的发展趋势——大规模定制.....	1
1.1.2 实施大规模定制面临的挑战.....	3
1.1.3 供应商在新产品开发中的作用.....	5
1.1.4 从物料供应链到产品协同开发链.....	6
1.2 产品协同开发链的概念与特点	8
1.3 产品协同开发链的相关研究	10
1.3.1 面向业务集成环境的产品协同开发研究现状.....	10
1.3.2 基于资源优化的产品协同开发研究现状.....	10
1.4 课题产生背景和来源	12
1.5 课题研究的内容	13
1.6 课题研究的意义	14
第二章 产品协同开发链系统建模与实施关键技术研究	16
2.1 产品协同开发链实现的数学建模	16
2.1.1 产品协同开发链系统的数学描述.....	16
2.1.2 产品协同开发链系统数学建模.....	17
2.2 系统建模方法及工具	18
2.2.1 公理化设计.....	18
2.2.2 协同学简介.....	21
2.2.3 IDEF 建模方法分析.....	22
2.3 基于产品平台和公理化理论的系统建模与实施	22
2.3.1 基于产品平台的项目型产品协同开发链三维建模体系.....	22
2.3.2 基于公理化理论的产品协同开发链系统构建与实现.....	25
2.4 产品协同开发链实施的关键技术	34
2.5 产品协同开发链规划与实施过程中的决策	36

2.5.1 基于平台的系统级决策	36
2.5.2 基于产品结构的产品级决策	38
2.5.2 产品协同开发链实施过程中的协调机制的建立	39
2.6 本章小结	40
第三章 基于供应商资源聚类分析的跨企业产品平台构建	41
3.1 产品协同开发链中产品平台的概念和特点	41
3.2 影响产品平台构建的因素分析	43
3.3 面向跨企业产品协同开发的产品平台与产品族规划设计	47
3.3.1 面向跨企业产品协同开发的产品平台与产品族规划过程	47
3.3.2 跨企业产品协同开发的产品平台构建方法	49
3.3.3 产品平台构建相关算法	51
3.4 案例分析	55
3.5 本章小结	65
第四章 产品协同开发链中供应商选择与评估	66
4.1 新产品协同开发链中供应商选择与评估的特点	66
4.2 供应商选择与评估的评估指标的构建	69
4.3 供应商选择与评估的流程	70
4.3.1 产品结构与供应商定义	70
4.3.2 供应商评估和选择模块	71
4.3.3 评估向量修正模块	71
4.4 选择与评估算法	72
4.4.1 产品结构创新程度以及供应商定义	72
4.4.2 评价指标体系中各级指标权重的算法	77
4.5 供应商参与新产品协同开发的过程管理	79
4.6 实例分析	81
4.6.1 供应商初选	81
4.6.2 供应商的评估和选择	82
4.6.3 评估值修正	85
4.7 本章小结	85

第五章 产品协同开发链集成管理支撑软件开发	87
5.1 系统功能需求	87
5.1.1 总体需求.....	87
5.1.2 功能需求.....	88
5.2 总体设计	91
5.2.1 系统的总体结构.....	91
5.2.2 系统整体流程.....	92
5.3 功能设计	95
5.3.1 产品协同开发链系统功能设计.....	95
5.3.2 用户管理功能设计.....	96
5.3.3 项目管理功能设计.....	96
5.3.4 客户需求分析模块功能设计.....	97
5.3.5 面向新产品协同开发的供应商选择与评估功能设计.....	98
5.4 数据库设计	98
5.5 系统实现	100
5.6 本章小结	101
第六章 结论与展望	102
6.1 结 论.....	102
6.2 展 望.....	103
参考文献	104
致 谢	109
攻读学位期间所取得的相关科研成果	110

CONTENT

Chapter 1 Preface	1
1.1 Generation of PCDC	1
1.1.1. The Development of Modern Manufacturing—MC	1
1.1.2. Challenge for Implementation of MC	3
1.1.3. Advantages of Supplier Involvement in NPD	5
1.1.4. From Material Supply Chain to PCDC	6
1.2 The Definition and Characteristic of PCDC	8
1.3 Prior Research of PCDC	10
1.3.1. Reserch on PCD Based on Bussiness Intergrated	10
1.3.2. Reserch on PCD Based on Resource Optimization	10
1.4 Research Background	12
1.5 The Main Work In This Paper	13
1.6 Research Significance	14
Chapter 2 System Modeling and Key Technologies for Implementation	16
2.1 Mathematics Modeling of PCDC for Implementation	16
2.1.1. Mathematics Description of PCDC System	16
2.1.2. Mathematics Modeling of PCDC	17
2.2 The Method and Tools of System Modeling	18
2.2.1. Axiomatic Design	18
2.2.2. Synergetics Introduction	21
2.2.3. IDEF Introduction	22
2.3 System Modeling Based on Axiomatic Theory and Product Platform	22
2.3.1. 3-D Modeling System for PCDC Based on Product Platform	22
2.3.2. Construction and Implementation of PCDC Based on AD	25
2.4 Key Technologies	34
2.5 System Planing and The Decision-Making for Implementation	36

2.5.1. Decision-Making in System Level.....	36
2.5.2. Decision-Making in Product Level	38
2.5.3. The Construction of Coordination Mechanism	39
2.6 Brief Summary	40
Chapter 3 The Construction of Inter-firm Product Platform	41
3.1 The Concept and Characteristic of Product Platform In the PCDC ...	41
3.2 Factor Analysis	43
3.3 The Construction and Planning of Product Platform and Family of Inter-enterprise.....	47
3.3.1. The Development Process of Product Platform	47
3.3.2. The Construction Method of Product Platform	49
3.3.3. Algorithm Introduction	51
3.4 Case Study	55
3.5 Brief Summary	65
Chapter 4 Suppliers Selection and Evaluation for Inter-firm.....	66
4.1 The Characteristic of Supplier Evaluation/Selection of New PCDC ...	66
4.2 The Establishment of PCDC Oriented Suppliers Evaluation Index ...	69
4.3 The Selection and Evaluaiton Process of The Suppliers.....	70
4.3.1. The Defination of Product and Suppliers	70
4.3.2. Suppliers Selection and Evaluaiton.....	71
4.3.3. Supplier Assessment	71
4.4 The Evaluation Algorithm to The Involving Suppliers	72
4.4.1. The Definition of The Degree of the Product Innovation and Involving Suppliers	72
4.4.2. The Algorithm of Index Weight	77
4.5 Process and Model Frame about Suppliers Involving Management ...	79
4.6 Case Study	81
4.6.1. Primary-Selection of Supplier	81
4.6.2. Suppliers Selection and Evaluaiton.....	82

4.6.3. Supplier Assessment	85
4.7 Brief Summary	85
Chapter 5 Development of Supporting Software.....	87
5.1 Analysis of the System Functional Requirements	87
5.1.1. Functional Requirements	87
5.1.2. Sub-Functional Requirements	88
5.2 Framework Design	91
5.2.1. The Structure of Supporting Software	91
5.2.2. The Whole Process of System Construction	92
5.3 Function Design	95
5.3.1. Function Design of PCDC System	95
5.3.2. Function Design of User Management	96
5.3.3. Function Design of Project Management	96
5.3.4. Function Design of Customer Requirements Analysis	97
5.3.5. Function Design of Supplier Selection for Inter-firm PCDC	98
5.4 Database Modeling	98
5.5 Main Interface of the System	100
5.6 Brief Summary	101
Chapter 6 Conclusion and Prospect.....	102
6.1 Conclusion	102
6.2 Prospect	103
Reference.....	104
Acknowledgments	109
Achievement.....	110

第一章 绪论

随着现代技术的飞速发展和全球经济一体化的推进，客户需求多样化、产品生命周期缩短、大市场和大竞争、交货期成为主要的竞争因素，多品种小批量生产比例增大、可持续发展呼声越来越高成为当前主要的市场环境^[1]。以最短时间开发适合市场需求的高质量、低成本的创新产品，成为企业赖以长期生存的关键。大批量定制作为二十一世纪制造业主流的生产模式^[2]——要求企业以大批量生产的成本生产出满足客户多样化和个性化的需求的产品^[1]。成功实现这一生产方式的核心和源头是产品设计开发。

然而，产品研发是一项复杂的系统工程，产品研发成功与否受企业内、外诸多因素影响，譬如对用户需求的理解程度、技术能力水平以及产品研发战略的选择、研发团队的组织与管理等^[3]。面向大批量定制的设计开发不能因为客户定制而提高企业竞争费用，丢失核心能力和优势；而要通过研发降低生产成本和开发风险，并且使资源配置更加合理。因此必须在准确地判断市场变化方向以及所参与的企业当前技术状况下，运用系统化的思想和整体化观点的指导，实现企业纵向或横向的合作，集企业、客户、供应商和环境为一体，从而保证资源合理化配置并能共享，优势互补，竞争能力更强。如何协调、优化参与设计的组织、人员、过程和资源，并保证设计信息顺利流通是研究的重点。产品协同开发链为这种开发模式提供了一种有效方法和手段。

当前，这种企业间协同的问题正逐渐受到企业和学术界的关注，然而，相关文献只分别从供应商、客户等不同角度定性的讨论了参与核心企业产品开发的模式和方法及一些优缺点^[4,5]，并未从系统角度论述产品协同开发链的构建模式和技术框架。本文系统论述了产品协同开发链的起源、概念，特点，基于当前的研究现状提出了文章的研究思路。

1.1 产品协同开发链的提出

1.1.1 现代制造业的发展趋势——大规模定制

制造业的发展与制造模式的演化之间具有一种相辅相成的能动关系，它的发展要求有与之相适应新的制造模式，同时制造模式的每一次变革反过来又推动着

制造业的发展。制造模式与技术的发展程度已成为衡量一个国家综合实力和科技发达水平的重要标志。随着高新技术的迅速发展，多元化市场的细分，客户需求日趋多样化、个性化，诱发了制造业更深刻的变革浪潮，现代制造模式在此背景下应运而生。现代制造模式是以计算机技术为支撑，综合了机械、电子、信息、材料、能源、环保等领域的最新成果，研究涉及产品全生命周期，通过制造资源的优化配置和管理，制造企业综合效益得到提高^[6]。

从 20 世纪中叶开始，工业发达国家相继涌现出了计算机集成制造（CIM）、精益生产、敏捷制造、网络化制造等新的制造模式，其中以美国制造业的变化最为显著，代表着现代制造模式发展的方向，形成了一个里程碑式的历史时期^[7]。结合美国制造业发展动态与目前制造分析得出的成果进行回溯，便清晰的勾绘了现代制造模式的演化变迁历程，如图 1.1 所示。20 世纪 60 年代制造企业追求的是制造规模的扩大，70 年代是制造成本的降低，80 年代是产品质量的提高，90 年代则追求的是市场响应的速度，以满足市场的需要^[6-8]。从综合发展趋势可以看出现代制造业正朝着以客户为中心的技术创新方向前进，市场从“卖方市场”转变为“买方市场”，市场竞争也从以“产品”的成本和质量为核心的竞争力转变为以“客户”的满意度和需求满足为核心。在此背景下，谁能更好、更快的满足客户的需要，谁就可以获得更多的订单，从而得以生存和发展。

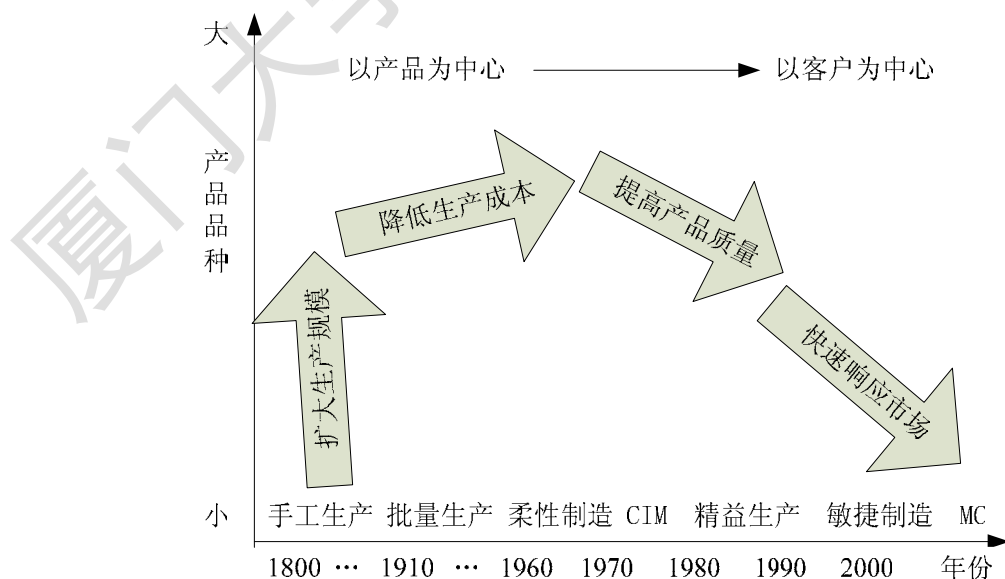


图 1.1 现代制造业模式演进示意图

同时,随着科学技术的飞速进步和经济的不断发展使得经济全球化和知识经济的步伐不断加快,信息技术和制造工艺的进步及人们生活水平的提高使得客户需求出现分层和多样化,市场日益多元化和细分,产品的生命周期缩短,对客户需求的响应速度的要求也越来越高。高质量、低价格、多品种已不能构成企业的竞争优势,而成了制造业生存和发展的基本条件,交货期和产品创新以及对客户定制需求的满足的程度逐渐的变为制造业竞争优势的核心和源泉^[9]。客户化、小批量、多样化、快速交货是 21 世纪激烈的市场竞争对制造业提出的基本要求。为了适应新的动态多变型的市场环境和要求,人们提出了各种各样的生产方式,如首先在日本出现的精益生产方式和美国的敏捷制造方式,大批量定制(Mass Customization, MC)生产方式。精益生产方式是一种初、中级阶段的大批量定制;而敏捷制造方式则可以认为是一种高级阶段地大批量定制^[1],这两种生产方式最终都与大批量定制方式殊途同归,MC 开始成为企业竞争的一个有效手段。

MC 将两种完全不同的生产方式——大批量生产和定制生产融合在一起,即以大批量生产的成本生产出满足客户多样化和个性化需求的产品^[1]。作为一种现代生产和管理模式,它基于多元化的、细分的市场和客户个性化的需求,运用系统化的思想和整体化观点的指导,实现企业纵向或横向的合作,集企业、客户、供应商和环境为一体,通过资源优化配置和共享高质量、高效率的提供定制产品和服务。当前,国内外的学术界兴起了 MC 的研究热潮,美欧日的一些大公司例如福特汽车、丰田汽车、惠普、德尔等都通过各种方式采用 MC,以提高其竞争力^[10]。

MC 实施的关键就在于将多样化产品的定制过程通过产品开发过程或者制造过程的优化和重组,降低定制部分的比例或者提高已有模块的比例来实现。因此,产品设计和产品平台等资源的规划成为实施大批量定制的关键,尤其是产品设计开发被认为是 MC 实施的核心和源头。

1.1.2 实施大规模定制面临的挑战

1) 外部多样化和内部多样化的平衡

通过产品外部的多样化,制造商尽可能的满足了客户多样化的定制需求,然而却造成了产品品种数成倍数增长,过多的产品内部的多样化导致额外成本和时间以及产品管理的复杂度,从而阻碍了大规模定制的发展。如图 1.2 显示了产品

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库