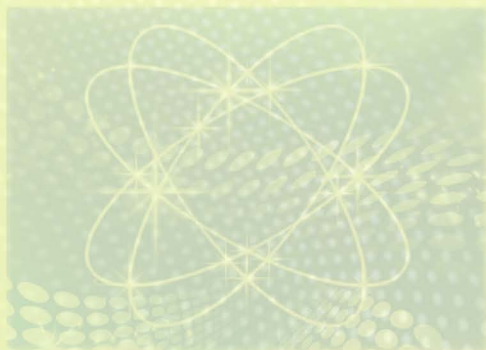


客户协同产品创新过程管理 及其关键技术

梁学栋 著



四川大学出版社

客户协同产品创新过程管理 及其关键技术

Process Management for Customer Collaborative
Product Innovation and Its Key Technology

梁学栋 著

四川大学出版社

前 言

随着信息技术和先进制造技术的广泛应用，全球制造业的生产率大幅提高，同质产品竞争日趋激烈，使得企业更加关注如何推陈出新、加速产品设计过程以提供符合客户需求的产品。而作为企业参与市场竞争并取得优势的有效手段，客户协同产品创新越来越为各企业所重视，如何将客户需求有效转化为创新产品也成为每个企业面临且必须解决的难题。与此同时，由于客户需求个性化、多样化以及设计过程复杂化、动态化的特点，使得客户协同产品创新过程管理变得尤其困难，其中如何运用现有的理论工具和方法技术实现客户协同产品创新的过程管理成为该领域亟待解决的热点问题之一。

一、本书的研究背景

党的第十八次代表大会报告中明确指出：要坚持走中国特色自主创新道路，以全球视野谋划和推动创新，提高原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新能力，更加注重协同创新。客户协同产品创新利用各种网络化协同工作环境、创新设计工具和知识融合手段使客户与专业设计人员共同进行产品创

新。与以满足客户个性化需求为目标的客户定制设计不同的是，客户协同产品创新不仅强调客户个性化需求，更强调将客户与专业设计人员在知识经验和创造技能上进行优势互补，通过客户的深度集成和团队的协同工作激发群体创造力，从而开发出具有高度创新性和市场主导力的新产品。相对于普通的协同设计过程，客户协同产品创新的过程具有设计流程复杂、协作耦合度高、协同资源分散等特点。这一研究范畴与十八大提出的提高创新能力、注重协同实现的内在精神是一致的。为此，本书在系统总结国内外协同产品设计、客户协同产品创新、过程管理方法以及知识管理理论成果的基础上，针对网络环境下客户协同产品创新过程管理及其关键技术进行了研究。

二、本书的主要结构

客户作为新产品的使用者，是产品创新最重要的源泉，客户知识、经验和技能是提高企业创新能力的最主要资源。为了实现以市场为导向、客户为中心的企业创新策略，制造企业需要充分利用客户知识、技术和能力来进行未来主导产品创新的可行性分析、各种创新资源的整合方式选择等活动，这些活动及活动间的依赖和冲突关系构成以客户为中心的产品创新过程。对于客户协同产品创新过程及其关键技术的研究，可为企业协同产品创新以及协同创新过程中的客户知识协调管理提供有力的支撑。围绕这一主题思想，组织了本书的内容结构，如图 1 所示。

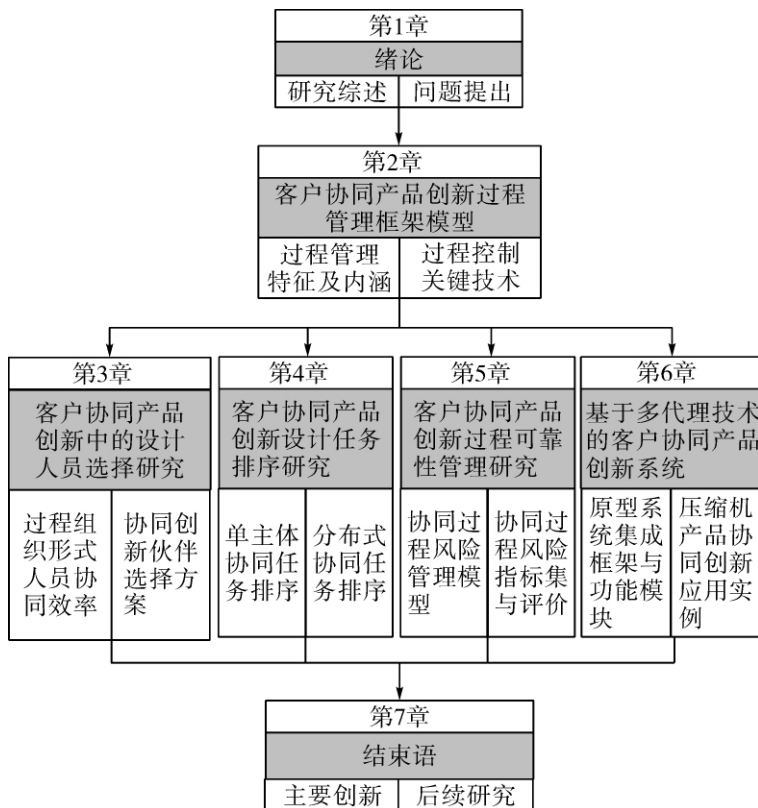


图 1 本书的主要内容结构

三、本书的研究内容

本书的研究内容主要包括以下几个部分：

首先，提出了一套较为完整的客户协同产品创新过程管理框架模型。在归纳主要基础支撑理论的基础上，提出客户协同产品创新过程管理的理论框架，研究客户协同产品创新过程的特征与内涵。然后对过程管理的目标、策略、结构以及内容进行了研究，并从产品功能属性匹配选择和基于质量屋的过程阶段状态管理的角度提出过程管理内容的重点。

其次，从客户协同产品创新设计人员选择的角度，研究产品创新过程中的人员协同效率影响因素及其评价方法，提出基于基因表达的协同产品设计人员选择方法，构建设计人员协同效率相关矩阵以及设计人员对设计任务适应度相关矩阵，研究基于改进遗传算法的人员选择最优方案，并给出实例。

再次，对客户协同产品创新中的设计任务排序进行了研究。对产品协同设计业务规则以及任务—资源依赖关系进行了逻辑分类。对于单主体，提出基于改进禁忌算法的复杂协同设计环境下单主体任务协调模型，通过任务分解得到单主体的任务序列，并进一步根据重要程度赋权排序；对于多主体，引入协调理论中依赖分析方法和图论中约束关系的概念来描述多主体协同设计任务的逻辑关系，提出基于析取约束协同设计任务排序问题的数学模型，依据单一规则或复合规则对设计任务排序，并给出相应实例。

随后，从创新过程系统管理可靠性的角度，研究客户协同产品创新过程的生命周期和创新环境，从环境、人因、技术、组织、过程多个角度提出实现客户协同产品创新系统风险管理的模型，在此基础上分析和归纳相关影响因素集，并将其作为风险管理与评价的依据。考虑面向客户协同产品创新风险因素集的帕雷托效应，结合风险管理模型及要素集提出基于粗糙集—RBF神经网络（R—RNN）方法的客户协同产品创新风险

评价方法。通过某企业产品设计风险管理的实实验证该模型的科学性与有效性。

最后，研究基于多代理技术的客户协同产品创新过程管理的原型系统。研究基于多代理技术的原型系统技术方案，设计系统的框架和功能模块。然后，在系统中，利用客户创新知识和方法工具对某压缩机产品型线设计进行创新设计，通过应用示例初步验证本书中研究工作的正确性和有效性。

梁学栋

2012 年 12 月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1. 1 研究背景	(1)
1. 1. 1 网络化制造业面临的竞争环境	(1)
1. 1. 2 协同产品创新发展趋势	(4)
1. 2 国内外研究现状综述	(7)
1. 2. 1 产品创新方法及理论研究	(7)
1. 2. 2 客户协同产品创新研究	(11)
1. 2. 3 协同产品创新资源优化研究	(13)
1. 2. 4 过程管理及可靠性理论研究	(17)
1. 2. 5 国内外研究现状的总结	(19)
1. 3 研究问题和研究意义	(21)
1. 3. 1 研究问题	(21)
1. 3. 2 研究意义	(23)
1. 4 研究内容	(24)
1. 5 本章小结	(26)
第 2 章 客户协同产品创新过程管理框架模型	(27)
2. 1 引 言	(27)
2. 2 协同产品创新中过程管理基础理论	(30)

2.2.1	产品创新原理与方法	(30)
2.2.2	组织与组织行为理论	(37)
2.2.3	过程管理理论	(40)
2.2.4	系统可靠性理论	(41)
2.3	客户协同产品创新过程研究	(43)
2.3.1	客户协同产品创新过程对象	(43)
2.3.2	客户协同产品创新过程阶段	(46)
2.3.3	客户协同产品创新过程转移机制	(50)
2.4	客户协同产品创新过程管理	(53)
2.4.1	客户协同产品创新过程管理目标	(53)
2.4.2	客户协同产品创新过程管理策略	(54)
2.4.3	客户协同产品创新过程管理结构	(59)
2.4.4	客户协同产品创新过程管理内容	(60)
2.5	客户协同产品创新过程管理关键技术	(71)
2.5.1	协同过程中人员组织与选择	(71)
2.5.2	多主体客户协同任务优化分配	(72)
2.5.3	客户协同产品创新过程风险管理	(73)
2.5.4	协同创新过程支持系统及应用	(75)
2.6	本章小结	(78)
第3章	客户协同产品创新中的设计人员选择研究	(79)
3.1	引言	(79)
3.2	客户协同产品创新过程中人员组织分析	(82)
3.2.1	客户协同产品创新过程中个体行为分析	(82)
3.2.2	客户协同产品创新过程中群体行为分析	(83)
3.3	客户协同产品创新人员协同效率分析	(85)
3.3.1	多主体协同设计人员与任务依赖关系	(85)

3.3.2	创新人员协同效率影响因素	(88)
3.3.3	基于协同效率影响因素集的评价	(89)
3.4	面向协同效率的协同设计人员选择	(93)
3.4.1	协同设计人员选择的基因表达方法	(93)
3.4.2	客户协同产品创新中协同设计人员优选模型	(97)
3.4.3	基于改进遗传算法协同设计人员选择	(101)
3.4.4	协同设计人员优化选择算例	(103)
3.5	本章小结	(107)
第4章	客户协同产品创新设计任务排序研究	(108)
4.1	引 言	(108)
4.2	客户协同产品创新中单主体任务排序	(109)
4.2.1	单主体带权协同任务排序问题描述	(109)
4.2.2	基于 WBS 的协同任务分解与赋权	(112)
4.2.3	单主体协同任务带权排序	(113)
4.2.4	单主体协同任务优化排序仿真实例	(117)
4.3	客户协同产品创新中的多主体任务排序	(121)
4.3.1	分布式协同任务之间析取关系描述	(121)
4.3.2	基于析取约束的协同任务带权排序规则	(123)
4.3.3	协同任务的单一排序规则及其复合方法	(125)
4.3.4	多主体协同任务优化排序仿真实例	(129)
4.4	本章小结	(132)
第5章	客户协同产品创新过程可靠性管理研究	(133)
5.1	引 言	(133)
5.2	客户协同产品创新过程管理可靠性指标	(136)
5.2.1	客户协同产品创新过程生命周期	(136)

5.2.2	客户协同产品创新过程管理可靠性指标分类	(139)
5.3	客户协同产品创新过程管理可靠性评价	(141)
5.3.1	协同过程管理的可靠性影响因素集	(141)
5.3.2	基于可靠性影响因素集的评价分析	(142)
5.4	协同过程管理的可靠性评价实例	(146)
5.5	本章小结	(150)
第6章	基于多代理技术的客户协同产品创新系统	(151)
6.1	引言	(151)
6.2	协同产品创新过程中的多代理技术	(153)
6.2.1	支持客户协同产品创新过程代理结构	(153)
6.2.2	支持客户协同产品创新过程代理分类	(154)
6.2.3	过程管理模型中的多代理协商机制	(155)
6.3	客户协同产品创新过程支持系统框架	(157)
6.3.1	客户协同产品创新原型系统架构	(157)
6.3.2	客户协同产品创新原型系统功能模块	(159)
6.4	客户协同产品创新支持系统应用实例	(162)
6.5	本章小结	(168)
第7章	结束语	(169)
7.1	主要工作	(169)
7.2	主要创新	(170)
7.3	后续研究	(171)
	参考文献	(173)

第1章 绪论

本章首先分析了本书的选题来源、研究背景和意义，概括和总结了相关领域的研究现状，包括产品创新方法及理论，客户协同产品创新概念，协同产品创新资源优化、过程管理及可靠性理论；然后对本书中主要研究问题进行了阐述，指出了现有研究成果还没有提出一个操作性较强的客户协同产品创新过程管理方案，从而明确了本书的研究重点，即在理论、方法及关键技术方面对客户协同产品创新过程管理进行研究；最后对本书的研究内容及其各章节安排进行了简要介绍。

1.1 研究背景

1.1.1 网络化制造业面临的竞争环境

我国的制造业经过新中国成立后特别是改革开放以来的发展，已成为国民经济的主要组成部分，具备相当的规模。我国制造业的生产总量在世界生产总量中占有举足轻重的地位，但在产业结构、技术发展水平、服务水平，特别是在产品创新与产品质量方面，与发达国家还有不小的差距，同时这些方面也是制约我国经济良性发展的“瓶颈”，制造业的升级改造已经

刻不容缓^[1]。对此，国家提出了以信息化促进工业化的指导方针，而信息化社会中，网络技术对制造业的影响是极其深远的。随着网络技术的迅速发展和信息高速公路的建立，使得知识的共享和传播变得更为便捷，也使得全球集成制造有实现的可能。因为这样可以使资源得到更充分的利用，原料和产品的运输距离得到更显著的缩短，交货期也能够提前^[2]，产品的更新换代的加快也促使产品设计的响应速度和程度得到提升。具体来说，以因特网为代表的网络技术的发展给制造业带来了一系列影响。主要表现在以下方面：

(1) 制造虚拟化。相对于物理空间而言，网络空间是一种虚拟空间，借助这种虚拟的活动形式，企业可以方便地围绕某一任务组成一种新的制造模式——虚拟制造企业。虚拟制造企业是建立在因特网上的，以竞争能力和信誉为依据来选择合作伙伴，从而组成的动态公司。这种组合式的虚拟企业不强调企业关注产品开发和制造的每个环节和流程，而是通过因特网和一系列的支撑工具，把不同地域、不同种类及特点的企业连接起来，发挥各自的优势，迅速地、低成本地生产出用户所需要的产品。因特网把企业同资源市场联系在一起，使企业得以使技术、资本、自然和人力资源实现最高效率的配置^[2-3]。虚拟化技术的实现为协同设计提供了有力的技术支撑。

(2) 组织集群化。企业集群的网络化制造是网络化制造概念的延伸和扩展，是网络化制造在企业集群中的应用。在企业集群中进行网络化制造可使企业集群构建灵活有效、互惠互利的动态企业联盟，有效地在企业集群内实现研究、设计、生产、销售等各种资源重组，从而提高企业集群的市场响应速度和竞争能力，加速企业集群的发展。企业集群的网络化制造可

使集群内的企业通过网络所提供的连通性，以各种方式数字化地连接起企业间的供应链，企业间可以方便地组织协作，可以充分利用企业外部的“共享”要素、集群资源，充分发挥各自技术优势和管理经验，从而形成一种新的竞争优势和新的利益源泉，极大提高劳动生产率。同时，企业集群的网络化制造对集群内的企业间的协同，尤其是对网络化制造过程中的集群内企业的协同提出了更高的要求^[4]。集群化组织模式的成功运作作为协同设计提供了组织机制的保障。

(3) 需求多样化。目前产品多样化、个性化和追求时尚已经成为客户需求的主流。产品开发中的创新程度和时间因素被提到了首要位置，从而决定了以市场为驱动、以创新为核心的产品设计策略满足日益增长和变化的客户满意度^[5]。客户满意度 (Customer Satisfaction Degree, CSD) 是指客户对企业所提供的产品或服务满意的程度^[6]。提高客户满意度是企业维持其竞争力的根本所在，也是衡量大批量定制企业实施定制成功与否的关键指标^[7]。卡诺模型定义了三种类型的客户需求，即基本型需求、期望型需求和兴奋型需求^[8]，同时该模型指出，提高客户满意度的有效途径是在完全满足客户基本需求的前提下，尽可能地满足客户的期望型需求。客户对产品的定制往往都局限于基本型和期望型需求，而兴奋型需求是客户意想不到的需求，如果能够在客户定制过程中提供给客户，则更能有效提高客户对产品的满意度^[7]。需求多样化迎合了网络化时代客户需求作为产品主要创新源和参考依据的客观现实。

(4) 过程复杂化。随着产品结构的复杂化以及设计生产交货等环节要求的提高，目前制造模式逐步向订单驱动的面向区域制造资源的分布式柔性生产组织形式发展。然而，目前企业

中的 CAD、CAPP、CAM 等与制造资源之间常常脱节，导致制造过程无法统一协调与监控，企业信息流、物流和价值流也不畅通。因此，如何有效地整合区域制造资源，实现异地制造资源的动态优化配置，并对协同制造过程进行监控管理，围绕设计生产过程实施集成制造，最终实现新产品创新过程各环节的协同，快速度、低成本、高质量地制造产品，已成为目前制造过程管理的重点^[9]。协同设计过程相对于一般设计过程而言，具有复杂化、动态化、交叉性等特点，其过程管理较难实现。

综上所述，面对新的竞争环境，传统上依靠自身资源和原有功能部门独立地进行新产品开发的模式已经不能够适应快速变化的市场需求。而综合运用企业外部的优势资源，协同地进行产品开发、实现企业的共赢成为一种新趋势。协同产品开发是由分布在不同地点、不同企业内的多学科领域小组在时间、资源和资金等条件约束下协同工作完成的^[10]。在协同开发过程中，往往存在着大量的信息交互、共享，任务的交叠、变化，资源的分配、冲突以及分布式的协同^[11]。因此，在协同产品开发中，参与者更复杂，信息交换内容更广泛，产品开发活动类型更多样，协作媒介更丰富^[12]。与传统的产品开发模式相比，协同产品开发具有许多新的特征，如多学科应用集成，异构的网络集成环境，远程控制、协调与通信以及动态的过程组织协调等^[13-14]。因此，协同产品开发环境不同于传统的产品开发环境，它面临很多传统的协作环境中所没有的问题，需要进行深入研究^[15]。

1.1.2 协同产品创新发展趋势

产品设计是制造业的灵魂，随着现代制造技术的飞速发展

和先进设计手段的出现，传统设计方法已经难以满足时代的要求。一方面，现代产品的设计对象由单机走向系统，设计要求由单目标走向多目标，设计所涉及的领域由某一领域走向多个领域，产品设计方法复杂，设计速度更新加快；另一方面，随着全球经济一体化、管理技术不断优化的发展趋势，使得制造业市场逐步细分，并进一步加剧了竞争，客户需求持续向个性化和多样化发展，客户满意度已成为制造企业不懈追求的奋斗目标。为了满足客户日益增长的个性化和多样化需求，各类机构广泛研究了支持产品创新设计的智能设计方法和技术，并取得了大量研究成果。

近年来，随着网络化协同产品的智能设计技术和创新方法的迅速发展，一种能够更高程度地发挥客户潜力的产品创新设计方法——客户协同产品创新，出现在欧美发达国家的产品创新的研究领域，并将客户知识和创造力作为最宝贵的创新资源。在网络化协同制造的范畴内，经济的全球化、激烈的市场竞争环境以及日益变化的客户需求，使得传统的设计方式已不能适应瞬息万变的市场需求和激烈的竞争环境。合理利用各种资源，尤其是基于网络环境的信息获取与资源共享，以及快速响应客户需求，都是当今企业关注的热点问题。近年来，信息技术、网络化设计技术与协同工作支持技术的迅猛发展，使得传统的独立设计模式朝着协同设计模式方向发展。纵观国内外有关协同设计的研究，目前大都集中在系统开发、技术手段、管理策略等方面，较少考虑到客户作为产品的主要使用者对创新设计的积极作用，因而对客户参与的协同产品创新的研究相对较少。

客户协同产品创新是协同产品创新的一个新兴分支，其基

本出发点源于领先用户理论和组织创造力理论。根据领先用户理论，以领先用户为主导的客户创造力对技术创新的实现具有决定性的作用^[16-17]。一方面，客户关于产品的使用知识、使用经验、个性化需求以及对产品不断改进的创新动力，使得客户具有专业设计人员所不具备的创新优势；另一方面，专业设计人员在产品结构、制造工艺、新技术和新材料方面的知识及创造力又是客户所不具备的。根据组织创造力理论，组织知识的创新与团队成员的知识重叠度密切相关，在个体创造力、经验、知识和动机方面具有一定异质性组合的团队能有效提高其创新绩效。因此，如果能够打破当前客户和专业设计人员分别独立进行创新的局面，将客户作为创新的主体集成到产品创新团队中，使客户和专业设计人员协同进行产品创新，必定会充分发挥客户和专业设计人员的组织创新优势，为产品创新提供一条新的途径。

本书的作者承担和参与了国家自然科学基金项目“客户协同创新的全域智能工作模型及评价方法研究”（No 70601037）、教育部“新世纪优秀人才支持计划”“基于多智能体的客户协同产品创新使能平台开发及应用”（NCET-07-0908）以及重庆市科技攻关资助项目“客户协同产品创新模式及创新平台研究”（CSTC, 2007AC2039）项目，在前期的项目研究工作中，研究小组主要从两个方面对客户协同产品创新领域的核心问题进行了研究：一方面，研究客户协同产品创新模式的理论、集成组织模式以及关键组织行为，提出一种适应客户协同、提高创新效率的产品创新集成组织——客户集成组织，着重研究了客户集成组织的思想、特征、创新原理以及组织的结构、动态组建过程^[18]；另一方面，研究客户协