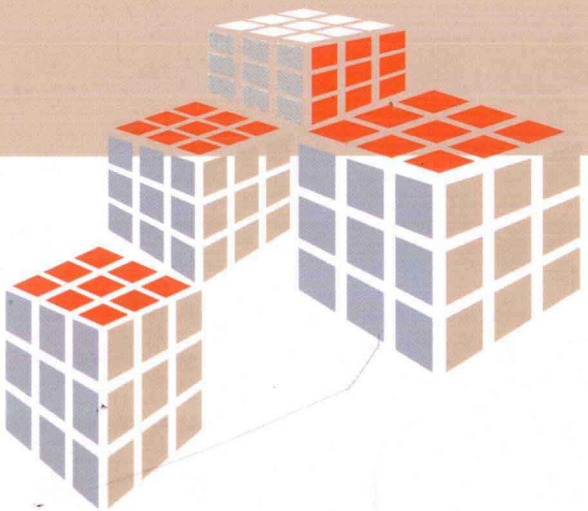
FUZA CHANPIN MOKUAIHUA YU GONGYINGLIAN XIETONG YANJIU

南·昌·航·空·大·学·学·术·文·库

复杂产品模块化与供应链协同研究

肖灵机　戴爱明　著



人民出版社

南·昌·航·空·大·学·学·术·文·库

复杂产品模块化与供应链协同研究

肖灵机　戴爱明　著

人民出版社

责任编辑:许运娜
装帧设计:A—Z 工作室

图书在版编目(CIP)数据

复杂产品模块化与供应链协同研究/肖灵机　戴爱明 著.
—北京:人民出版社,2010.12
ISBN 978-7-01-009469-4

Ⅰ.①复…　Ⅱ.①肖…②戴…　Ⅲ.①工业产品-模块化-研究
Ⅳ.①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 228280 号

复杂产品模块化与供应链协同研究
FUZA CHANPIN MOKUAIHUA YU GONGYINGLIAN XIETONG YANJIU

肖灵机　戴爱明　著

人民出版社 出版发行
(100706　北京朝阳门内大街 166 号)

北京瑞古冠中印刷厂印刷　新华书店经销

2010 年 12 月第 1 版　2010 年 12 月北京第 1 次印刷
开本:880 毫米×1230 毫米 1/32　印张:5.625
字数:120 千字

ISBN 978-7-01-009469-4　定价:20.00 元

邮购地址 100706　北京朝阳门内大街 166 号
人民东方图书销售中心　电话 (010)65250042　65289539

前　言

本书是笔者和研究团队成员在进行国家自然科学基金项目“国际转包视角下模块化生产网络的演进机理与治理机制研究——以航空复杂产品为例”(编号:70962008),国家航空科学基金项目“基于快速响应的航空复杂产品供应链系统决策优化与协同机制研究”(编号:2006ZG56015),江西省软科学项目“复杂产品圈内模块化机制与支柱产业集群化培育发展”(2007—2009)及江西省教育厅科技、人文项目“基于快速响应江西汽车制造业供应链系统决策优化与协同机制研究”(2007—2008)等科学研究过程中专注于复杂产品模块化及供应链协同集腋成裘的研究成果。

主要内容包括以下几方面:一、复杂产品模块化与供应链协同概述及研究动态;二、复杂产品模块化决策理论与方法;三、复杂产品模块分割的规则与模块化聚类分析;四、复杂产品制造系统快速响应机制及其实现;五、复杂产品模块化外包最优策略分析;六、复杂产品外包战略伙伴评价测度研究。

本书的特点是用数理工具对实际问题进行分析研究，既关注复杂产品自然属性范畴的模块化，也关注复杂产品社会属性范畴的模块化。第一章的内容是复杂产品模块化理论与供应链理论研究的历史沿革和发展动态，第二章主要介绍复杂产品模块化研究方法的演变及为我们在研究所有效采用的数学工具，第三、第四章对复杂产品自然属性范畴的模块化分割及其生产系统响应机制进行分析并探讨实现途径，第五、第六章对复杂产品社会属性范畴的模块化策略优化和战略伙伴评价测度进行专门的深度研究。本书将为复杂产品生产经营企业及相关产业管理机关进行复杂产品模块化生产和产业模块化组织优化提供全景式的科学范式。

书中分六章介绍了我们在复杂产品模块化与供应链协同优化方面的研究心得和成果。第一章，介绍了复杂产品与模块化任务划分的概念，综述了复杂产品供应链协同的一般方法，指出了复杂产品模块化与供应链协同优化的研究趋势。第二章，围绕复杂技术系统（产品）模块化决策理论与方法，从信息论、系统论、控制论方面对复杂系统建模与优化理论进行了阐述，重点介绍了基于贝叶斯网络的图模型模块化建模方法，同时从机器学习、数据挖掘、信息融合角度提出了现代智能模块化建模方法。第三章，按照复杂产品结构、功能和技术耦合原则，根据企业生产流程合理界定复杂产品系统边界，利用图结构模型刻画复杂产品系统各生产要素之间的关系，运用聚类分析方法得到复杂产品子模块体系结构的划分。第四章，围绕着复杂产品供应链系统协同过程、供应链协同系统体系结构、供应链协同计划

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

和控制、供应链协同系统性能评价进行了研究，并应用双代号网络计划技术对某飞机起落架系统生产实施项目进行优化，为复杂产品系统项目管理进度控制和预测提供了一种直观、动态的辅助方法。第五章，针对模块化外包过程中的道德风险和逆向选择可能带来的对复杂产品协同的破坏，建立了复杂产品模块化外包多阶段合约模型，研究模块化外包的最优合同设计，并提出了复杂产品模块化外包实现最优合同的措施。第六章，围绕模块化生产方式下外包战略合作伙伴的选择问题，考虑模糊评价等传统方法的不足，利用评价指标取值的集中和分散度来测量指标对评价对象的贡献率建立未确知评价测度模型，并结合汽车算例，设立了较为合理的供应商评价指标体系，并针对评价指标的特性，说明方法的有效性。

客户需求复杂、产品组成复杂、产品技术复杂、制造过程复杂、项目管理复杂的复杂产品系统的创新关系着国家盛衰的命脉，是一个国家经济实力和科技水平的度量。复杂产品模块化与供应链协同优化涉及决策科学、系统科学、管理科学以及信息科学。从产品模块化、产业组织模块化到模块化生产网络，对复杂产品创新和生产的成本与效率的关注不断深入。提高复杂产品生产效率的根本途径在于独立的结构、功能和技术耦合模块体系的设计与构建，满足顾客个性化、定制化需求的模块化方法成为首要之选。作为典型的系统工程，复杂产品设计与生产系统的分布性与复杂性使决策任务变得具有高度不确定性、动态性和协同性，需要进行多领域协同优化。借用复杂网络理论、合同理论、社会网络理论等来研究模块化生产网络的生成机理、构

建模式、供应链协同优化是本书的基本任务。

肖灵机　戴爱明

2010 年 8 月 10 日

序

黄勤国

（江西省科学院　院长）

复杂产品生产系统创新关系着国家盛衰的命脉，是一个国家经济实力和科技水平的度量。从20世纪80年代后期开始，在发达国家的制造业中逐渐兴起了一种全新的生产组织方式——模块化生产网络，即行业中的领先企业将大部分生产业务外包给合同制造商。在全球价值链分工和转移的大背景下，复杂产品的模块化网络外包制造已成为核心企业降低成本、压缩时间，提高竞争力的有力武器。复杂产品生产系统协同创新研究意义重大。

世界发达国家对复杂产品生产系统协同创新的研究，从产品模块化、产业组织模块化到模块化生产网络，对复杂产品创新和生产的成本与效率的关注不断深入。提高复杂产品生产效率的根本途径在于独立的结构、功能和技术耦合模块体系的设计与构建，满足顾客个性化、定制化需求的模块化方法成为首善之

策。作为典型的系统工程,复杂产品设计与生产系统的分布性与复杂性使决策任务变得具有高度不确定性、动态性和协同性,需要进行多领域协同优化。借用复杂网络理论、合同理论、社会网络理论等来研究模块化生产网络的生成机理、构建模式、供应链协同优化成为国内外学界新的关注方向。

肖灵机教授和戴爱明副教授的《复杂产品模块化与供应链协同研究》这本专著,是他们及其研究团队提炼总结国家自然科学基金项目"国际转包视角下模块化生产网络的演进机理与治理机制研究——以航空复杂产品为例"(编号:70962008),国家航空科学基金项目"基于快速响应的航空复杂产品供应链系统决策优化与协同机制研究"(编号:2006ZG56015)、江西省项目"复杂产品圈内模块化机制与支柱产业集群化培育发展"及"基于快速响应江西汽车制造业供应链系统决策优化与协同机制研究"等研究中专注于复杂产品模块化及供应链协同的研究成果,充实完善而成的。

作者具有丰富的产品开发和工程技术经验,数理知识丰厚、数学工具先进,长期从事企业管理、管理科学与工程教学与研究,对复杂产品(系统)的开发、生产和管理问题长期关注、兴趣浓厚。他们选择了航空复杂产品中的飞机起落架、汽车复杂产品中的发动机以及某型军用摩托车车身系统为例,发展并运用贝叶斯理论的聚类分析工具,分别分析和验证了生产流程模块化、结构设计模块化以及技术与生产管理归类组织模块化;围绕着复杂产品供应链系统协同过程、供应链协同系统体系结构、供应链协同计划和控制、供应链协同系统性能评价进行了研究,并

应用双代号网络计划技术对某飞机起落架系统生产实施项目进行优化，为复杂产品系统项目管理进度控制和预测提供了一种直观、动态的辅助方法；针对模块化外包过程中的道德风险和逆向选择可能带来的对复杂产品协同的破坏，建立了复杂产品模块化外包多阶段合约模型，研究模块化外包的最优合同设计，并提出了复杂产品模块化外包实现最优合同的措施；围绕模块化生产方式下外包战略合作伙伴的选择问题，考虑模糊评价等传统方法的不足，利用评价指标取值的集中和分散度来测量指标对评价对象的贡献率建立未确知评价测度模型，并结合汽车算例，设立了较为合理的供应商评价指标体系，并针对评价指标的特性，说明方法的有效性。

随着我国成为世界汽车销量第一大国，以及最近在军用飞机得到长足进步基础上我国大型商用飞机等复杂产品项目上马，迎来了我国复杂产品制造业整体实力提升的重要契机。国家经济发展和技术进步，带来了更多的复杂产品（系统）的发展要求和发展机遇，将迅速提升国家整体装备制造业发展水平、拉动相关产业链的快速发展，培植和壮大更多的国家级及地方高质量的支柱产业。肖灵机教授和戴爱明副教授及其研究团队在复杂产品系统模块化与供应链协同方面所做出的学术贡献，不仅丰富了学术界相关的知识成果，而且对政府产业组织、支柱产业培育决策以及复杂产品企业生产分工和技术管理优化具有现实指导意义。诚然，作者对高度复杂多样的复杂产品生产系统及技术管理优化问题的研究仅仅能穷其一角，尤其是涉及不同地理跨度和需要保障信息安全的复杂产品生产组织方面的研究

还比较欠缺，但无论如何，他们的有益探索对于认识复杂产品生产系统及技术管理优化和发展规律会有所启发。相信这本新著对学术界、产业界及政府决策部门来说，都将具有珍贵的参考价值。

2010 年 8 月于江西省科学院

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

序 …… 黄亲国 1

第一章　绪论 …… 1
一、复杂产品及其模块化任务 …… 2
（一）复杂产品及其特点 …… 2
1. 复杂产品核心特征 …… 3
2. 复杂产品市场结构 …… 4
3. 复杂产品企业战略 …… 7
（二）复杂产品模块化任务 …… 9
1. 模块化设计概念及原理 …… 11
2. 模块化与系列化 …… 12
3. 模块化产品设计的作用 …… 14
4. 模块化产品的优点 …… 15
二、复杂产品供应链协同策略 …… 17
（一）复杂产品协同设计 …… 18

1. 设计—设计协同 …… 20
2. 设计—工艺协同 …… 21
（二）复杂产品协同管理 …… 22
（三）供应链协同建模与优化 …… 23
1. 复杂产品供应链协同建模 …… 23
2. 供应链决策优化分析 …… 24
三、模块化与供应链协同优化的研究趋势 …… 27
第二章 复杂产品模块化决策理论与方法 …… 32
一、复杂系统方法论概述 …… 33
（一）古代方法论 …… 33
（二）近代科学方法论 …… 34
（三）现代系统科学方法论 …… 34
二、复杂产品模块化指导思想 …… 35
（一）系统的概念 …… 36
（二）系统的分类 …… 37
（三）系统思想的建立与养成 …… 38
三、图模型模块化建模方法 …… 40
（一）贝叶斯网络的发展历史 …… 41
（二）贝叶斯网络结构学习的原理 …… 43
（三）贝叶斯网络完整数据集下结构学习方法 …… 43
1. 基于依赖性测试结构学习方法 …… 45
2. 基于评分搜索的结构学习方法 …… 45
3. 常用的评分函数 …… 46
4. 典型算法介绍 …… 49

（四）贝叶斯网缺值数据下的结构学习 …… 53
四、现代智能模块化建模方法 …… 54
第三章 复杂产品的模块可分性研究 …… 60
一、典型复杂产品简述——飞机系统和汽车系统 …… 61
（一）飞机系统模块化 …… 61
1. 飞机系统简述 …… 61
2. 飞机系统构型管理与模块化 …… 63
（二）汽车供应链模块化 …… 67
1. 汽车系统简述 …… 67
2. 汽车制造供应链特征 …… 68
3. 汽车行业与供应链的模块化 …… 70
二、复杂产品（系统）模块分割的规则 …… 71
（一）考虑复杂产品（系统）特质 …… 71
（二）功能、结构与制造工艺技术耦合 …… 73
（三）对子模块属性要求 …… 75
1. 子模块独立设计 …… 75
2. 模块具有可变性 …… 75
3. 模块具有延展性 …… 76
4. 模块标准化、形成模块库 …… 76
三、复杂产品模块化聚类分析 …… 77
（一）系统结构模型描述及聚类算法步骤 …… 77
1. 图结构模型 …… 77
2. 聚类算法步骤 …… 79
（二）某型飞机起落架系统分割算例 …… 80

（三）某型汽车发动机系统分割算例 …… 83
（四）某型军用三轮摩托车车体系统分割算例 …… 86
（五）模块化聚类分析结语 …… 89
第四章　复杂产品制造系统快速响应的实现 …… 92
一、复杂产品制造系统及快速响应机制简述 …… 93
二、复杂产品供应链系统协同 …… 95
（一）供应链协同过程分析 …… 95
（二）供应链协同系统体系结构 …… 96
（三）供应链协同计划和控制 …… 97
1. 供应链协同计划 …… 98
2. 供应链协同控制 …… 101
（四）供应链协同系统性能评价 …… 102
三、复杂产品模块化生产进度控制 …… 104
（一）生产进度控制简述 …… 104
（二）进度控制的偏差识别与分析 …… 105
（三）生产过程中的进度偏差识别与分析 …… 106
1. 基本假设 …… 106
2. 双代号网络图时间参数的计算 …… 107
（四）以某飞机起落架系统生产进度控制为例的实证分析 …… 112
1. 绘制复杂产品模块化项目网络图 …… 112
2. 网络计划工作参数计算 …… 114
第五章　复杂产品模块化外包最优策略分析 …… 117
一、外包多阶段最优合同基本概念 …… 118

二、让—雅克·拉丰委托代理激励理论…… 120
（一）基本假设及问题定义 …… 120
（二）解决逆向选择问题的最优外包合同 …… 121
1. 模块供应商是风险中性条件下的外包最优合同激励理论 …… 122
2. 模块供应商是风险回避的条件下的外包最优合同激励理论 …… 125
3. 审核机制 …… 128
（三）解决道德风险问题的企业最优合同激励理论 … 129
1. 供应商风险中性条件下的企业最优合同激励模型 …… 129
2. 供应商是风险回避条件下的企业最优合同激励模型 …… 132
三、复杂产品模块化外包的最优合同设计…… 134
（一）模型建立 …… 134
（二）仅存在道德风险时的最优合同 …… 136
（三）仅存在逆向选择时的最优合同 …… 137
（四）道德风险与逆向选择同时存在时的最优合同 … 138
四、复杂产品模块化外包实现最优合同的措施…… 139
第六章 复杂产品外包战略伙伴选择与评价…… 143
一、供应商评价方法概述…… 144
（一）定性分析法 …… 145
（二）定量分析法 …… 145
（三）定性定量相结合的方法 …… 146

二、模块供应商未确知测度综合评价方法 …… 147
三、汽车产业战略合作模块供应商选择评价指标体系 …… 148
四、汽车模块供应商评价算例 …… 152
五、模块供应商评价结语 …… 154

后　记 …… 157
特别鸣谢 …… 162

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com