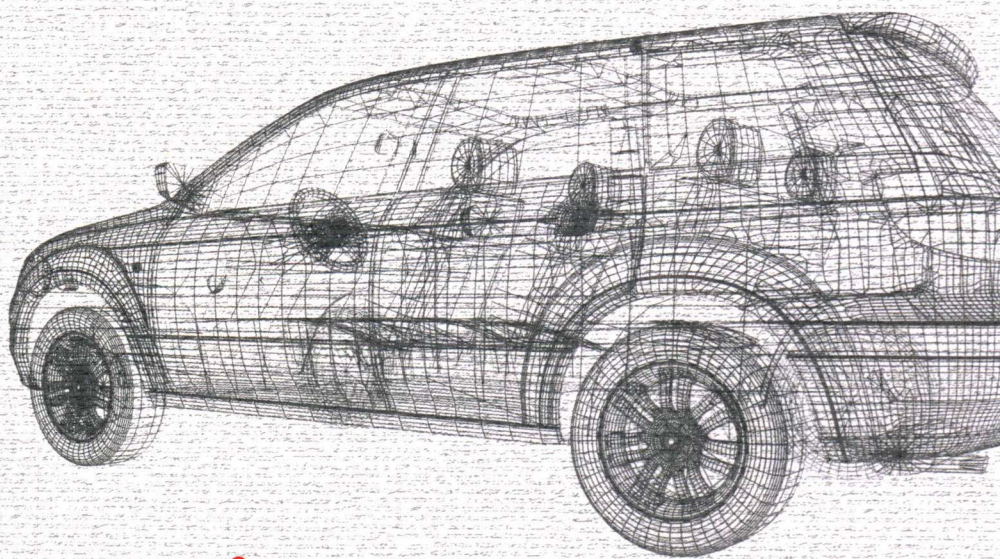


产品设计、流程设计与供应链设计的

决策协调

——基于汽车制造业的研究

纪雪洪 马玉波 ■ 著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

本书研究工作受国家自然科学基金项目“产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调：基于汽车制造业的研究”(70802044)与国家自然科学基金项目“基于时间竞争的运作管理新技术和新方法研究”(70332001)资助

产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调

——基于汽车制造业的研究

纪雪洪 马玉波 著



知识产权出版社
全国百佳图书出版单位

内容提要

本书以汽车制造业为调查研究对象,探讨企业实现产品设计、流程设计与供应链设计决策协调的理论与方法,研究解决以下三个方面的问题:一是产品设计、流程设计与供应链设计决策协调的内涵和内在机制是什么;二是什么方法可以促使产品设计、流程设计与供应链设计决策进行协调;三是如何建立一种协调的产品设计、流程设计与供应链设计决策系统。

责任编辑:江宜玲

责任出版:卢运霞

图书在版编目(CIP)数据

产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调:基于汽车制造业的研究/纪雪洪,马玉波著. —北京:知识产权出版社,2012.4

ISBN 978-7-5130-1092-4

I. ①产… II. ①纪…②马… III. ①汽车工业—产品设计—研究②汽车工业—工业企业管理:生产管理—研究③汽车工业—工业企业管理:供应链管理—研究 IV. ①F407.471

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第020562号

产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调

——基于汽车制造业的研究

CHANPIN SHEJI LIUCHENG SHEJI YU GONGYINGLIAN SHEJI DE JUECEXIETIAO

——JIYU QICHE ZHIZAOYE DE YANJIU

纪雪洪 马玉波 著

出版发行: 知识产权出版社

社址: 北京市海淀区马甸南村1号

网址: <http://www.ipph.cn>

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

责编电话: 010-82000860 转 8339

印刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开本: 787×1092 1/16

版次: 2012年5月第1版

字数: 208千字

ISBN 978-7-5130-1092-4/F·501 (3972)

邮 编: 100088

邮 箱: hjb@cnipr.com

传 真: 010-82000507/82000893

责编邮箱: jiangyiling@cnipr.com

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 12.75

印 次: 2012年5月第1次印刷

定 价: 42.00元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

序

20 世纪 70 年代，人们发现产品开发和制造间的不协调会导致运作的低效率，于是将“并行工程”思想用于协调产品设计和流程设计。近几年，随着供应链管理实践和研究的进展，人们开始探索并提出实现产品设计与供应链设计协调的构想。

产品设计、流程设计与供应链设计三者之间是否存在内在的联系？美国麻省理工学院（MIT）的查尔斯·范恩（Charles H. Fine）教授给出了肯定的答案。他在《脉动速度下的决策者》一书中强调，企业要抓住瞬时即逝的竞争优势，就需要对产品、制造流程和供应链进行同步和协调设计。在当前日益激烈的竞争环境中，产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调思想对于科学研究和商业实践无疑具有重要价值。

总体来看，人们对于如何实现产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调仍然理解不深，系统研究的文献较少。本书作者，他们曾是我的博士生，毕业后历经几年持续努力，取得了一个较为系统、有独到见解的研究成果，完成了《产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调》一书。该书对产品设计、流程设计与供应链设计三维决策协调的内涵、架构、协调度等理论问题进行了深入细致的阐述，并探讨了支持三维协调的主要方法，如产品平台和产品构造设计、拓展的质量功能展开以及相应的战略和组织模式。该书针对汽车制造业从按库存生产向按订单生产转化的发展趋势，论述了支持其模式转变的产品设计、流程设计和供应链设计三维协调的实现过程。

本书丰富了生产运作管理的内容，它的出版将推动我国学术界和实业界对产品设计、流程设计与供应链设计决策协调的研究。后续研究者可以在此基础上发掘更基础的研究问题，取得更有价值的研究成果，将



产品设计、流程设计和供应链设计三维决策协调发展成为一种新的运作管理体系。

陈荣秋

2012 年 2 月于华中科技大学

目 录

引言	1
1 研究背景与问题提出	1
2 研究目标与内容	2
3 研究对象与方法	3
第一章 产品、流程与供应链设计的二维决策协调	5
1.1 产品与制造流程的二维决策协调	5
1.1.1 产品与制造战略协调	5
1.1.2 并行工程的研究	6
1.2 产品与供应链的二维关系研究	7
1.2.1 产品与供应链的相关研究	7
1.2.2 产品供应链匹配关系对企业绩效的影响	8
1.2.3 产品与供应链匹配的扩展模型	13
第二章 产品、流程和供应链设计决策协调的内涵	19
2.1 协调产品设计、流程设计与供应链设计的含义	19
2.2 协调产品设计、流程设计与供应链设计的绩效	21
2.3 产品设计、流程设计与供应链设计的目标协调和手段	23
2.3.1 部件层面的产品、制造与供应链设计协调	23
2.3.2 产品层面的产品、制造与供应链设计协调	26
第三章 产品、流程与供应链设计的三维架构与协调模型	30
3.1 产品架构描述	30
3.1.1 模块化与集成化	30
3.1.2 模块化与集成化架构实例	32
3.2 流程架构描述	32
3.3 供应链架构描述	34

3.4 三维架构决策协调	34
3.4.1 架构协调	34
3.4.2 三维架构协调矩阵	35
3.4.3 三维架构决策冲突的实例分析	39
第四章 产品、流程与供应链设计决策协调的协调度评价	41
4.1 协调度及其概念模型	41
4.2 协调度评价及其要素	43
4.3 协调度集成评价模型	44
第五章 产品平台、制造流程与供应链设计优化方法	50
5.1 相关研究概述	50
5.2 产品平台、制造流程与供应链设计协调的一种优化方法	52
5.2.1 产品平台相关问题描述	52
5.2.2 基本模型	54
5.2.3 模型分析	56
第六章 产品构造、流程设计与供应链设计的决策协调方法	62
6.1 产品构造、流程设计与供应链设计	62
6.2 汽车产品的模块化、制造流程和供应链	63
6.2.1 汽车行业的模块化	63
6.2.2 模块化、制造流程设计与供应链设计	64
6.2.3 IVECO 汽车案例	65
6.3 理想的模块化程度	66
6.3.1 “模块化度”的概念	66
6.3.2 “模块化度”的确定	69
6.3.3 Smart 汽车的案例	72
第七章 面向三维并行工程的 EQFD 方法与应用	74
7.1 传统质量功能展开方法	74
7.1.1 质量功能展开的含义	74
7.1.2 质量功能展开方法的优缺点	76
7.2 拓展的质量屋	77
7.2.1 拓展质量屋的总体框架	77

7.2.2	建立拓展质量屋需注意的几个问题	78
7.2.3	EHOQ 量化评估方法	79
7.3	EQFD 在三维并行工程中展开的理论方法	84
7.3.1	EQFD 展开的第一阶段	85
7.3.2	EQFD 展开的第二阶段	86
7.3.3	EQFD 展开的第三阶段	88
7.3.4	EQFD 展开的第四阶段	90
7.4	EQFD 在三维并行工程应用的实例	90
7.4.1	EQFD 展开阶段一	91
7.4.2	EQFD 展开阶段二	92
7.4.3	EQFD 展开阶段三	93
7.4.4	EQFD 展开阶段四	95
第八章	整合产品、流程与供应链设计的战略和组织方法	97
8.1	整合产品、流程和供应链的成本创新战略	97
8.1.1	成本创新的三维途径	97
8.1.2	整合产品、流程与供应链的成本创新	101
8.2	“三维并行工程”的组织管理模式	102
8.2.1	三维并行工程的供应链交叉功能团队	102
8.2.2	三维并行工程的信息交流网络	104
8.2.3	三维并行工程的组织管理案例	105
第九章	按订单生产 (BTO) 模式的内涵与选择	107
9.1	关于 BTO 的概念与内涵研究	107
9.2	产品需求变动与 BTO/BTS 决策	109
9.2.1	BTO/BTS 两类供应链的系统动力学模型	110
9.2.2	模型仿真分析	112
9.3	汽车制造业实施 BTO 的现状与发展趋势	114
9.3.1	国外汽车制造业的现状与趋势	114
9.3.2	国内汽车企业现状	116
第十章	三维设计决策协调影响 BTO 能力的实证分析	118
10.1	研究设计和研究方法	118
10.1.1	研究设计	118

10.1.2	研究方法 with 调查样本	119
10.2	调查结果	120
10.2.1	客车类制造商 A - B 公司的调查结果	121
10.2.2	卡车类制造商 C 公司的调查结果	127
10.2.3	轿车类制造商 D 公司的调查结果	132
10.2.4	调查结果归类整理	136
10.3	结果分析与结论	136
10.3.1	三类制造商推行 BTO 的总体进程及能力分析	136
10.3.2	三维设计决策协调对 BTO 能力的支持性分析	138
10.3.3	产品特征与顾客感知方式对三维设计决策的 影响分析	143
第十一章	面向 BTO 的汽车制造业订单履行和延迟策略	144
11.1	面向 BTO 的订单履行策略序列	144
11.1.1	面向 BTO 的订单履行策略序列	144
11.1.2	基于汽车行业的策略应用描述	147
11.2	国内汽车企业实施 BTO 的可行策略	150
11.2.1	整车制造企业的延迟策略	150
11.2.2	供应商混合延迟策略	155
第十二章	BTO 模式下基于软系统方法的三维运作决策配置	158
12.1	运作决策协调的动因与思路	158
12.2	软系统方法的基本理论	159
12.2.1	软系统方法及其适用特征	159
12.2.2	软系统方法的分析步骤	160
12.3	基于 SSM 的汽车 BTO 转型逻辑与决策配置	163
12.3.1	无结构问题情景: BTF 的问题情景	164
12.3.2	表达问题情景: BTF 的恶性循环	166
12.3.3	作出相关系统的根定义: BTO 系统目标	167
12.3.4	构造和检验概念模型: BTO 运作决策配置的 分析模型	169
12.3.5	概念模型与现实情景的比较: BTF 的响应性 障碍与 BTO 的期望优势	171

12.3.6 采取可行的合乎需要的变革：三维运作决策 配置与协调	174
12.3.7 改善问题情景的行动：BTO 转型的文化与 组织推进	183
参考文献	185
后 记	192

引言

1 研究背景与问题提出

随着市场竞争日趋全球化，技术创新和信息化的浪潮不断涌现，顾客对产品和服务的要求和期待越来越高，企业的经营环境更加复杂多变。外围环境的变迁不仅影响到企业发展战略的制定，而且导致运营模式的变革渗透到产品开发、生产制造、供应链管理等企业经营的方方面面。

面对日趋激烈的市场竞争，只有在产品设计、产品质量、生产柔性与交货时间3个方面都表现卓越的企业才能长盛不衰，成功企业需要在产品、生产制造以及供应链等多方面具有优势。很多企业采用序列单独决策的方式进行产品设计、制造流程设计与供应链设计决策：在产品设计时只思考顾客需求和设计约束条件，很少考虑后续制造与供应链问题；完成的产品设计成为制造工艺设计的前提，制造人员据此做出成本控制、生产能力设置以及生产节拍等制造决策，采购与物流决策在产品与制造流程设计完成后才被展开。这种序列单独决策的方法容易产生两个方面的问题：（1）失去借助过程并行以缩短产品上市时间的机会；（2）这些阶段性的最优决策从全局角度看只是一个次优的结果。20世纪80年代后，人们开始关注产品设计与制造流程的决策协调——并行工程。研究表明，并行工程能够缩短30%~60%的产品上市时间，降低15%~50%的产品生命周期成本，减少55%~95%的工程变更数量。

近来，研究人员发现若只是对产品、制造流程进行决策协调，忽视供应链决策同样会导致很多问题。IBM是世界上最早的计算机制造商之一，最初计算机的几乎所有部件（外部设备、操作系统、应用软件等）都由IBM生产。20世纪70年代末，为了降低成本、加强市场竞争力，IBM投

入巨大人力、物力研发出模块化的个人计算机（Personal Computer, PC），使得 PC 的每项功能恰被一个或者几个部件实现，部件之间相互独立但又完美配合成为一个整体有效运转。但 IBM 委托微软和英特尔生产其中的操作系统与微处理器，并允许他们出售给别的计算机公司。结果，越来越多的公司通过模块组装，进入到计算机行业，开始抢夺 IBM 的市场份额。面对自己开创的产品设计变革，IBM 没有做出科学的供应链决策，导致英特尔、微软这两个 IBM 一手扶持起的 IT 巨人赶上甚至超越了 IBM。IBM 逐步丧失在价值链（供应链）上的有利位置，最终放弃了 PC 业务，其个人电脑业务被联想公司收购。

产品—流程—供应链的决策协调存在于几乎所有制造企业的实际决策中。例如，物流采购部门经理希望采购的零部件低成本，但低成本零部件可能存在质量问题。设计人员期望采购到高质量的部件，同时部件供应商具备较强的开发设计能力。生产制造部门则倾向于选择可提供高质量零部件、提前期较短的供应商。物流、产品开发设计以及制造等部门之间存在的潜在冲突，是要求重视产品设计、制造流程设计与供应链设计决策协调的又一现实基础。

由此可见，“产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调”问题存在于几乎所有制造企业之中，不仅关系到部门协同，也构成了企业战略决策的一部分。当前研究产品设计、制造流程设计与供应链设计决策协调的文献非常少，相关理论和方法都有待进一步开拓。为此，本书选择在这一领域开展研究。

2 研究目标与内容

本书旨在“产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调”这一前沿领域进行探索，期望通过研究，提出一些新的思路、新的观点，为决策者提供一种新的战略思考视角，并将其转化为可供实践的工具和方法。本研究主要解决以下 3 个问题。

（1）产品设计、制造流程设计和供应链设计决策协调的内涵和内在机制是什么？

（2）什么方法可以促使产品设计、制造流程设计和供应链设计决策进

行协调?

(3) 如何建立一种协调的产品设计、制造流程设计和供应链设计决策系统?

基于此, 本书由 3 个部分构成: (1) 产品、流程与供应链设计决策协调的主要理论; (2) 产品、流程与供应链设计决策协调的实施方法; (3) 按订单生产 (Build-to-Order, BTO) 模式下产品、流程与供应链设计的决策协调。每个部分 4 章, 全书共 12 章 (见表 1)。

表 1 本书内容结构

篇章结构		各章标题
第一篇: 产品、流程与供应链 设计决策协调的理论	第一章	产品、流程与供应链设计的二维决策协调
	第二章	产品、流程和供应链设计决策协调的内涵
	第三章	产品、流程与供应链设计的三维架构与协调模型
	第四章	产品、流程与供应链设计决策协调的协调度评价
第二篇: 产品、流程与供应链 设计决策协调的实施 方法	第五章	产品平台、制造流程与供应链设计优化方法
	第六章	产品构造、流程设计与供应链设计的决策协调方法
	第七章	面向三维并行工程的 EQFD 方法与应用
	第八章	整合产品、流程与供应链设计的战略和组织方法
第三篇: BTO 模式下产品、流 程与供应链设计的决 策协调	第九章	按订单生产 (BTO) 模式的内涵与选择
	第十章	三维设计决策协调影响 BTO 能力的实证分析
	第十一章	面向 BTO 的订单履行和延迟策略
	第十二章	BTO 模式下基于软系统方法的三维运作决策配置

3 研究对象与方法

本书研究总体遵从实践案例—问题提炼—理论研究—企业应用的技术路径, 将定性分析与定量分析方法相结合展开研究。研究方法包括企业调研、案例研究、统计实证、运筹优化和系统工程理论与模拟等。

本书将汽车制造业作为调研研究对象, 原因有二: (1) 汽车被誉为“改变世界的机器”, 汽车工业是“工业中的工业”, 历来在运作管理研究中具有代表性。具有深远影响的流水线大量生产 (Mass Production) 和精细生产 (Lean Production) 都源自汽车制造业的实践。当前已进入汽车生产的第二个世纪, 按订单生产的模式在汽车制造业的兴起又将产生一波新

的管理变革。(2) 汽车制造业为“产品—流程—供应链决策协调”研究提供了有代表性的研究题材。①汽车产业经历一个多世纪的发展，汽车产品开发、生产制造以及供应链体系发生过多次历史性变迁，其发展历史与鲜明的国际特征具有重要研究价值；②从产品平台化、模块化设计引发的整车与零部件企业战略重组与流程变革，到汽车产品年度改型设计出现的微观产品—流程—供应链决策，汽车制造业存在若干问题有待“产品—流程—供应链决策协调”理论的研究与指导；③现阶段中国汽车制造业具有与成熟国家不同的产品需求特征，其“产品设计、流程设计与供应链设计决策协调”方法有待具体研究。本书作者近年来曾到一汽、上汽、东风、长安、北汽、广汽、比亚迪、奇瑞、金龙等国内整车汽车集团与企业，以及多家汽车零部件企业开展过几十次调研工作，为本书基于汽车制造业开展研究奠定了一定的基础。

需要说明的是，本书虽以汽车制造业为主，研究“产品设计、流程设计与供应链设计的决策协调”，但研究成果对其他制造业具有共性价值，亦可供借鉴参考。

第一章 产品、流程与供应链 设计的二维决策协调

产品、流程与供应链设计的决策协调考虑的是产品设计、流程设计与供应链设计 3 个维度的关系，“三维并行工程”是一种特定的描述（Fine, 1998）。在阐述三维设计决策协调之前，本章首先研究产品与制造流程设计、产品与供应链设计间的二维协调关系。

1.1 产品与制造流程的二维决策协调

1.1.1 产品与制造战略协调

自 20 世纪 60 年代起，就有研究者强调产品、制造战略协调的重要价值（Woodward, 1965; Skinner, 1969）。Abernathy 和 Townsend（1975），Utterback 和 Abernathy（1975）阐述了产品生命周期阶段与流程创新的关系。

Hayes 和 Wheelwright（1979a, b）提出流程结构与产品结构相匹配的观点，认为在产品结构（生命周期阶段）与流程结构中存在对应关系，并根据这种对应关系，构建了产品—流程矩阵（见图 1.1）。他们认为当产品结构或者产品组合发生变动时，公司的流程结构应相应变化调整，以实现柔性 with 效率的平衡。后来有一些学者对这一理论进行了实证检验。

流程结构： 生命周期	产品结构：产品生命周期阶段			
	低产量 一样一件	多产品 低产量	少数产品 高产量	大量 高度标准化
单件生产	造船业 重型设备制造 汽车装配线 制糖业			
成批生产				
装配线生产				
连续生产				

图 1.1 产品—流程矩阵 (Hayes 和 Wheelwright, 1979a, b)

1.1.2 并行工程的研究

20 世纪 70 ~ 80 年代,“为 X 设计”(Design For X)的思想与方法被本田、马自达等公司采用(X 包括“装配”、“制造”等内容),这些方法一般被归于“并行工程”的研究范畴。

在并行工程之前,企业的设计和制造决策过程往往采取一系列串行程式。首先,从一套可行方案中选取一个产品设计,选取标准多从营销目标和工程约束角度考虑。继而,选中的设计转移到生产规划部门,并制订一个合适的制造计划。这一计划主要由运作目标(如成本最小化、能力利用率、劳动力平衡)引导。最后,产品设计和生产计划决策成为物流功能的约束,由此决定供应来源。大量实践证明,这一串行程式存在两个致命缺陷:其一,由于经常丧失平行处理业务设计的机会致使决策缓慢;其二,即便在最好情况下,因每一阶段选取局部最优方案,而导致无法实现全局优化。

并行工程旨在消除这些缺陷,其核心思想在于,产品和流程决策要尽可能多地平行进行,生产因素要在产品设计的前期阶段进行考虑,由此产生了许多有用的产品设计流程(如虚拟原型开发和快速原型开发),促进了工程设计方法论的发展,如质量屋(Hauser and Clausing, 1988)。从机理上看,并行工程通过减少反复设计和重新劳动的需要而缩短产品开发时间;并由于增加了平滑生产的可能性而有助于最小化成本,并提高产品质量。实证结果表明,实施并行工程可以使产品的上市时间缩短 30% ~

60%；使产品生命周期总成本降低 15% ~ 50%，并减少 55% ~ 95% 的工程设计变更需要。

并行工程效能的发挥依赖于成功的组织与实施，由此，在不断创新并行设计方法的同时，关于并行工程的组织方法研究成为该领域的另一个重要主题，并产生了大量文献（Duffy, V. G., 1994；Wheelwright, C. Clark, K. B., 1992；等），涉及跨部门并行团队的组建与管理、并行工程中的信息处理模式以及顾客和供应商参与产品设计的机制等，从根本上促进了并行工程（Concurrent Engineering, CE）的实践应用。自 20 世纪 70 年代至今，本田、马自达、日产、宝马、克莱斯勒、戴姆勒—奔驰、通用电器、苹果电脑等众多公司陆续实施并行工程，并取得巨大成功。理论探讨和实践检验的交互作用，使 CE 成为了一个成功的工程设计范式，甚至出现了专门的学术刊物《并行工程——研究与应用》推动该主题的研究。

1.2 产品与供应链的二维关系研究

1.2.1 产品与供应链的相关研究

有关产品和供应链关系的一项具有影响力的研究来自 Fisher（1997）提出的产品与供应链匹配模型。根据产品需求的不确定性，Fisher 将产品划分为功能性产品（Functional Products）和创新性产品（Innovative Products），认为面对不同的产品类型，企业应选择与其匹配的供应链。与功能性产品匹配的是效率型供应链（Efficient Supply Chain）；与创新性产品匹配的是反应型供应链（Responsive Supply Chain）（见图 1.2）。

	效率型供应链	反应型供应链
功能性产品	匹配	不匹配
创新性产品	不匹配	匹配

图 1.2 产品和供应链匹配矩阵（Fisher, 1997）

此外，研究者（Hult and Swan, 2003；Lee and Sasser, 1995）提出