

# 大规模定制下的 模块化产品管理及实务

王海军 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

# 大规模定制下的 模块化产品管理及实务

王海军 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

大规模定制下的模块化产品管理及实务/王海军著. —武汉:武汉大学出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-307-20211-5

I. 大… II. 王… III. 产品管理 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 094118 号

责任编辑:陈 红 责任校对:李孟潇 版式设计:汪冰滢

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:北京虎彩文化传播有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:369千字 插页:1

版次:2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷

ISBN 978-7-307-20211-5 定价:35.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

# 前 言

随着经济全球化的不断发展，全球消费者的需求和市场正在发生着急剧的变化。客户需求变得多样化，其对产品的要求表现为：更多的产品变化，更短的产品生命周期，更低的产品成本和更高的产品质量。消费者会寻找商品间的细微差别性，并将这种差别性延伸为个人的独特性。另外，消费者独特性需求的增长意味着他们会越来越多地参与产品生产乃至研发的某一过程，提出个性化的要求，甚至亲手营造这种独特性来巩固自身与产品的特殊关系。总体来说，市场已悄然从产品主导转移为用户需求主导，消费者实现个性化需求的条件越来越充分。

因此，企业在考虑产品成本和质量的同时，必须及时地提供多元化的产品选择以最大化限度地满足客户的个性化需求，才能提高自己产品的竞争力和市场占有率，以立足于客户需求纷繁多变的市场中。与之相矛盾的是，企业还面临着用有限的生产成本为客户提供多品种、高质量产品的压力，而合理地实施面向大规模定制的模块化设计和管理是解决产品创新设计问题的关键。本书围绕面向大规模定制的客户需求管理、产品模块化设计、基于核心平台的模块化产品族优化设计、模块化产品配置设计、供应商综合评价与管理等若干理论和方法进行探讨，同时针对大规模定制和模块化的基础——PLM 的相关要素和实施方法进行阐述。

进一步地，本书选择中国市场化程度非常高、竞争非常激烈的行业——家电行业为案例，首先介绍了该行业面临的竞争形势和创新设计需求。其次，着重阐述了家电行业的领军企业——海尔从大规模生产转型到大规模定制为主的商业模式中，在面向大规模定制的客户需求管理、模块化产品管理和供应链管理方面的技术应用、大规模定制系统开发及实施应用等。本书可以为我国企业探索实践大规模定制及模块化产品管理提供有益借鉴。

具体内容如下：

第一章阐述了研究背景和基础，论述了大规模定制以及模块化设计发展及研究现状，并归纳了相关理论、方法或技术上存在的不足。引出了面向大规模定制的产品模块化设计所面临的新的课题，并介绍了研究意义以及本书的主要研究内容。

第二章分析了大规模定制模式下的客户需求分类体系，介绍了客户需求管理关键技术。对客户需求信息的获取、客户群分类以及客户需求转换的流程和实现方法进行了仔细探讨，并提出了一种基于模糊聚类分析的客户群分类的方法。

第三章首先建立与客户的个性化需求相对应的产品概念模型，接着对零部件全生命周期中的相似特性进行层次性分析，以形成零部件之间的关系矩阵。提出了利用模糊树图进行产品模块初划分的方法，并借助基于多专家的模糊综合评判法确定了最优的模块规划方

案。通过引入虚模块概念，并从数值规划的角度给出了一种基于模拟退火的模块化设计方法。

第四章在已经建立的零部件相似特性的层次性模型基础上，以模块化设计最佳和核心平台共用最大化为目标，给出了一种面向全生命周期的对产品族进行核心平台与模块化并行优化设计方法。建立的数学优化模型适用于解决面向产品族规划中核心平台的定量确定和分析问题，运用典型优化工具得到了最优的产品族布局方案。从产品的生产成本分析角度，对优化出的基于核心平台的模块化产品族设计方案和其他传统设计方法进行比较。并结合典型设计实例予以说明和验证。

第五章在模块化产品设计的基础上，以提高定制产品的性能与客户需求相关度最大为目标，建立了相应的优化数学模型，利用模拟退火算法得到了产品的性能和成本之间的平衡点——最优的模块配置方案，解决了ATO生产模式下的模块配置优化问题。之后给出了一种基于最小二乘逼近的产品变型配置设计方法，实现了变需求—变结构—变性能的多层次产品设计与进化管理模式，解决了客户定制信息对产品设计结果的适应性处理，达到对配置产品综合性能的可预测性目的。最后结合典型设计实例验证所提出设计方法的适用性，为面向大规模定制的模块化产品配置设计理论提供了另一种实用工程数值计算方法。

第六章讨论了大规模定制模式下供应商的评价和管理问题。其中，首先分析了企业进行模块供应商评价和选择的具体步骤及流程。对影响供应商选择的因素作了具体的分析，以此构建了供应商选择的评价指标体系。在此基础上引入了三角模糊数概念，提出了一种基于多专家的供应商模糊综合评价方法，并且利用了模糊数距离度量方法来处理供应商的群决策问题。结合模块供应商的评价结果，提出了面向模块供应商的相关管理机制，目的是促进入围供应商更好地与企业一起进行产品创新，进而实现双方的双赢。

第七章首先分析了基于PLM的产品管理需求，先后介绍了基于PLM的知识管理、基于PLM的用户需求管理，并分析了PLM对于大规模定制和模块化的作用关系。此外，还分析了支持产品管理的PLM实施方法以及海尔的PLM具体实践。

第八章首先论述了我国家电行业的现状及面临的挑战及出路。进一步地，着重论述了海尔集团在大规模定制和模块化方面的实务情况。介绍了海尔集团的产品管理基础和信息化基础。其次，分析了家电行业以及企业层面对于大规模定制的需求。最后，论述了大规模定制和模块化在海尔的应用情况及相关收益等。

第九章总结了本书的研究结论，并对未来的工作进行了展望。

# 目 录

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一章 绪论                 | 1   |
| 1.1 研究背景               | 1   |
| 1.2 大规模定制的基本理论         | 4   |
| 1.3 大规模定制的支撑技术体系       | 7   |
| 1.4 大规模定制关键技术的研究现状     | 11  |
| 1.5 模块化设计基本理论          | 16  |
| 1.6 模块化设计的技术经济意义       | 20  |
| 1.7 模块化设计的研究现状及发展趋势    | 21  |
| 1.8 研究意义及研究内容          | 26  |
| 1.9 本章小结               | 28  |
| 第二章 面向大规模定制的客户需求管理     | 29  |
| 2.1 引言                 | 29  |
| 2.2 面向大规模定制的客户需求分类体系   | 31  |
| 2.3 面向大规模定制的客户需求管理关键技术 | 37  |
| 2.4 实例分析               | 55  |
| 2.5 本章小结               | 63  |
| 第三章 面向大规模定制的产品模块化设计    | 64  |
| 3.1 引言                 | 64  |
| 3.2 关系矩阵建立             | 65  |
| 3.3 基于模糊树图的模块化设计       | 69  |
| 3.4 基于模拟退火算法的模块化优化设计   | 74  |
| 3.5 实例分析               | 77  |
| 3.6 本章小结               | 93  |
| 第四章 基于核心平台的模块化产品族优化设计  | 95  |
| 4.1 引言                 | 95  |
| 4.2 核心平台概念             | 95  |
| 4.3 基于 CP 的模块化产品族设计    | 98  |
| 4.4 实例分析               | 100 |

4.5 本章小结 ..... 109

第五章 客户需求驱动的模块化产品配置设计..... 110

5.1 引言 ..... 110

5.2 模块配置方案设计 ..... 110

5.3 变型配置设计 ..... 116

5.4 实例分析 ..... 117

5.5 本章小结 ..... 132

第六章 面向大规模定制的供应商评价与管理..... 133

6.1 引言 ..... 133

6.2 大规模定制下的供应链管理 ..... 134

6.3 供应商综合评价流程和指标体系 ..... 137

6.4 供应商综合评价和选择 ..... 141

6.5 供应商评价实例 ..... 146

6.6 模块供应商的管理 ..... 148

6.7 本章小结 ..... 151

第七章 实施大规模定制和模块化的基础——PLM ..... 152

7.1 基于 PLM 的产品管理需求 ..... 152

7.2 基于 PLM 的产品组合管理 ..... 155

7.3 基于 PLM 的知识管理 ..... 158

7.4 基于 PLM 的用户需求管理 ..... 160

7.5 PLM 与大规模定制、模块化的作用关系 ..... 169

7.6 支持产品管理的 PLM 实施方法 ..... 170

7.7 本章小结 ..... 182

第八章 海尔的大规模定制和模块化产品管理实务..... 183

8.1 我国家电行业现状及面临的挑战 ..... 183

8.2 海尔集团情况 ..... 189

8.3 海尔面临的大规模定制需求 ..... 197

8.4 大规模定制和模块化在海尔的应用 ..... 200

8.5 本章小结 ..... 231

第九章 结论与展望..... 232

9.1 结论 ..... 232

9.2 今后工作展望 ..... 233

参考文献..... 235

# 第一章 绪 论

## 1.1 研究背景

随着经济全球化的不断发展,全球消费者的需求和市场正在发生着急剧的变化,市场已悄然从产品主导转移为用户需求主导,消费者实现个性化需求的条件越来越充分。用户需求的多样化表现为:更多的产品变化,更短的产品生命周期,更低的产品成本和更高的产品质量。一方面,消费者会寻找商品间的细微差别性,并将这种差别性延伸为个人的独特性。另一方面,消费者独特性需求的增长意味着他们会越来越多地参与产品生产乃至研发的某一过程,提高个性化的要求,甚至亲手营造这种独特性来巩固自身与产品的特殊关系。此外,伴随着市场竞争的日益加剧,产品的设计技术创新和个性化将成为企业争夺市场的主要手段。对产品的需求正向多元化、经济型的方向转变,而市场的国际化及其进一步细分促使买方市场逐渐地形成,传统的相对稳定的市场正朝动态多变、混沌的方向转变。

因此,企业在考虑产品成本和质量的同时,必须及时地提供多元化的产品选择以最大限度地满足客户的个性化需求,才能提高自己产品的竞争力和市场占有率,以立足于客户需求纷繁多变的市场中。而传统的大而全的生产模式特点必然会带来在设计、制造、装配、库存以及物流等阶段成本的增加,以及企业资源的不合理利用,造成大规模生产模式(Mass Production)已经不再适应当今市场的需求。多品种、小批量生产是目前制造业发展的趋势,因此,企业除了应该加大新产品的开发力度之外,还应该积极采取先进、科学的研发和生产管理方式。在这种背景下,大规模定制(Mass Customization)模式得到了迅速的发展,正在成为 21 世纪制造业的主流生产模式(Pine and Victor and Boynton, 1993; Silveira and Borenstein and Fogliatto, 2001; Shook, 2010)。

大规模定制一词将两种完全不同的生产方式,即大规模生产和定制生产,组合在一起。由此,可以直接得到大规模定制的定义:以大规模的效益进行定制产品的生产。就是说定制产品的成本要像大规模生产的成本那样低,定制产品的交货期要像大规模生产的交货期那样短,定制产品的质量要像大规模生产的质量那样稳定,然而产品却是定制的、独一无二的、单件的。图 1-1 描述了大规模定制的基本原理。这里将企业产品中的各种零部件分为两大类,一类是通用零部件,另一类是定制零部件。产品维优化方向是减少定制零部件数。这里还将产品的生产环节分成两部分,一部分是大批量生产环节,另一部分是定

制环节，过程维优化方向是减少定制环节数。大规模定制的实质是要减少图 1-1 中的小矩形面积，理想的情况是该面积为零，但这是不可能的。

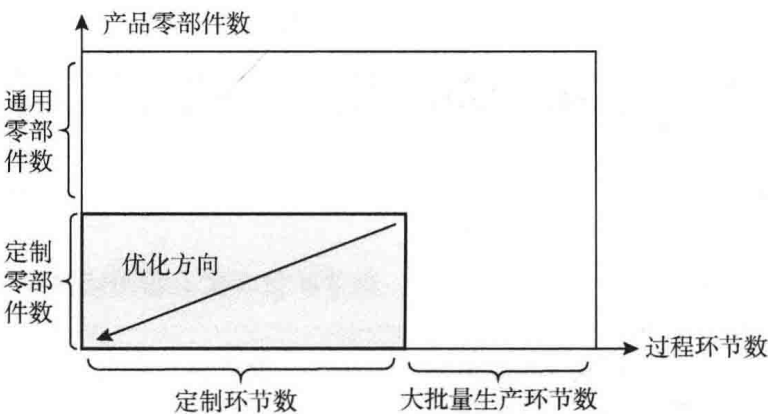


图 1-1 大规模定制的基本原理

大规模定制生产模式的目的在于提供足够多样化的产品或服务，以便更多的消费者能够在可以接受的价格范围内找到他们想要的个性化产品，并且能够带来更多的产品变化、更短的产品生命周期、更低的产品成本和更高的产品质量，同时保障企业持续稳定的标准化生产规模和产量(Ismail, 2007)。大规模定制的核心之一是为了解决需求侧用户专业知识不足和用户需求不明确的障碍，提升企业与用户的交互品质，进而实现用户场景体验和产品的闭环。不同于以往的大规模生产方式，大规模定制力图解决生产高效率、低成本和客户需求个性化之间的矛盾，其涵盖了产品的全生命周期过程。大规模定制实现了用户需求的个性化和大规模生产的有机结合，是比较适合中国国情的一种先进制造技术，也是 21 世纪现代设计与制造技术的主流发展方向之一，正在逐步成为信息时代企业的重要生产模式之一。

大规模定制正在成为制造业的主流生产方式，不论过去企业是采用大规模生产方式、定制生产方式，还是多品种小批量的生产方式，都在逐步向大规模定制生产方式转移。当然，不同的行业、不同的产品，其大规模定制的深度可能有所不同，但在以大规模定制作为发展方向这一点上却是相似的，如表 1-1 所示。

表 1-1 不同行业、不同产品的大规模定制

| 行业产品 | 过去的生产方式 | 大规模定制的特点                         | 典型案例                                                                |
|------|---------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 汽车   | 大批量生产   | 市场细分化；产品模块化；总线模块化；企业模块化；采购和销售网络化 | 日本丰田汽车公司承诺以普通市场价在 5 天内交付客户定制的汽车；美国三大汽车公司的电子商务市场(www. covisint. com) |

续表

| 行业产品 | 过去的生产方式  | 大规模定制的特点                            | 典型案例                                                                                                 |
|------|----------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 家电   | 大批量生产    | 色彩多样化; 功能组合化; “你设计我生产”; 企业定制, 商家包销  | 伊莱克斯推出可根据客户要求自由选配零部件的冰箱; 海尔集团的 B2B2C 的全球定制模式( <a href="http://www.ehaier.com">www.ehaier.com</a> )   |
| 计算机  | 大批量生产    | 从掌上计算机、个人计算机到服务器都在朝大规模定制方向发展        | 美国戴尔计算机公司产品直销( <a href="http://www.dell.com">www.dell.com</a> ); 中国曙光计算机公司的“定制服务器”                   |
| 服装   | 大批量生产    | 面料定制; 自动量体; 服装 CAD; 生产线的定制; 自动化缝纫系统 | 雅戈尔公司西服的大规模定制                                                                                        |
| 建筑   | 大批量生产    | 住宅定制; 户型的“元素设计法”                    | 万通的独立住宅定制与服务系统( 筑巢网 <a href="http://www.ehousing.com.cn">www.ehousing.com.cn</a> ); 北京锦绣大地公司的“元素设计法” |
| 家具   | 大批量生产    | CAD/CAM 一体化; 数控加工                   | 家具制造商米勒公司让客户自行定制产品                                                                                   |
| 窗户   | 大批量生产    | 虚拟设计; 网络化制造; 订单跟踪                   | 美国的安德森窗户公司的虚拟设计软件和窗户的大规模定制( <a href="http://www.andersenwindow.com">www.andersenwindow.com</a> )     |
| 软家装  | 大批量生产    | 高速数码喷射印花机生产个性化的面料; 网上协同设计           | 杭州宏华计算机技术有限公司“软家装”网站( <a href="http://www.atexco.com">www.atexco.com</a> )和设计生产系统                    |
| 音像产品 | 大批量生产    | 网上定制                                | IBM 提供的直接在网上下载定制 CD 的技术工具                                                                            |
| 食品   | 大批量生产    | 网上定制                                | 巧克力的定制网站( <a href="http://www.hersheys.com">www.hersheys.com</a> )                                   |
| 医药   | 大批量生产    | 为病人量身制药, 把副作用减少到最低程度, 同时充分发挥药性      | 定制维生素片的网站( <a href="http://www.more.com">www.more.com</a> )                                          |
| 印刷   | 大批量生产    | 印前、印刷、印后三个部分的个性化; 彩色桌面出版系统; 数字印刷机   | 个性化请帖、个性化贺卡                                                                                          |
| 手机   | 大批量生产    | 自编铃音、自定义开机画面、改变手机外壳                 | 个人色彩极强的手机                                                                                            |
| 制鞋   | 大批量生产    | 网上定制                                | 从外观到穿着都让客户满意的定制网站( <a href="http://www.creointeractive.com">www.creointeractive.com</a> )            |
| 飞机   | 多品种小批量生产 | 模块化设计; 将零部件分为通用件、可选件和专用件            | 波音公司在开发 777 机型的过程中采用了模块化设计                                                                           |

续表

| 行业产品  | 过去的生产方式 | 大规模定制的特点                       | 典型案例                                    |
|-------|---------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| 工业汽轮机 | 定制生产    | 模块化设计                          | 西门子公司的工业汽轮机                             |
| 船舶    | 定制生产    | 模块化造船技术；以“中间产品”来组织专业化的生产线；成组技术 | 美国 SEAMOD 工程；海浪级潜艇的模块化设计制造；俄罗斯核潜艇的模块化设计 |
| 软件    | 定制生产    | 组件技术；软件重用；软件构件                 | 管理软件的大规模定制                              |

在 20 世纪以前，传统的产品整体化设计 (Integral Design) 用一个单元来实现多个功能，而局部零部件的毁坏将导致整个或部分产品的重新设计，因此造成产品设计工作的冗余。与其相反，模块化设计 (Modular Design) 的基本思想是以若干具有特定功能的模块组合成多样的产品，达到既要保证满足客户对产品的基本功能需求，又能达到促进产品的批量化生产从而降低生产成本的目的 (Yan and Liu and Robert, 2012)。目前，模块化设计思想已广为工业界和学术界接受和应用，在机床行业应用得最为广泛。面向大规模定制的模块化设计分为两个层次：首先是要根据全面、细致的市场调研结果对覆盖客户需求的系列化产品进行合理的规划；其次是以系列化产品模型为设计基础，结合客户的具体定制需求对模块进行选择 and 配置，并辅以现代计算和分析方法作为校核工具。面向大规模定制的模块化设计具有以客户需求为中心的多产品、小批量生产模式特点，使定制产品在成本、速度及质量之间达到最佳平衡点，可以适应激烈的市场竞争。在增强制造业快速响应多元化、个性化的市场需求能力的同时，还能进一步促进企业的规模化经济效应。

1.2 大规模定制的基本理论

1.2.1 大规模定制的概念及特征

大规模定制的思想最早由 Alvin Toffler (1970) 在《未来的冲击》(Future Shock) 中提出：“以类似于标准化或者大规模生产的成本和时间，提供满足于客户特定需求的产品和服务的生产模式。”Stanley Davis (1987) 在《未来的理想生产方式》(Future Perfect) 中首次把这一新生产模式命名为大规模定制，Pine II (1993) 在其著作《大规模定制：企业竞争的新前沿》(Mass Customization: The New Frontier in Business Competition) 中对大规模定制进行了系统性的分析和描述。Pine II 还在该书中写道，“大规模定制的核心是产品品种的多样化和定制化急剧增加，而不相应增加成本，满足个性化定制产品的大规模生产，其最大优点是提供战略优势和经济价值”。

大规模定制不同于大规模生产，大规模生产的目标是以每个人都能承担的价格来设

计、制造和销售产品，而大规模定制则以合理的价格来满足客户不同的需求；大规模生产追求标准化，即以标准化的工具、动作、操作流程、操作方法按固定的时间生产统一的产品，而大规模定制则追求个性化，即企业的设计、生产和营销人员充分发挥各自的能动性和创造性，为不同的客户提供所需产品；大规模生产通过规模经济性来降低成本，即通过尽可能多和快速地生产相同产品来降低单一产品的成本，而大规模定制则通过范围的经济性来降低成本，即应用相同或相似的生产过程快速地生产尽可能多品种的产品。因此，大规模生产要求客户需求稳定，产品结构尽量保持不变，而大规模定制则面对不断变化的需求环境，客户需求表现为多元化、个性化。表 1-2 总结了两者在一些指标上的差异。

表 1-2 大规模生产模式与大规模定制模式的特点比较

| 比较内容     | 大规模生产模式                      | 大规模定制模式                        |
|----------|------------------------------|--------------------------------|
| 目标       | 以大家买得起的低成本开发、生产、销售、交付产品和服务   | 具有多元化和定制化的产品和服务，客户都能买得起自己所要的产品 |
| 生产驱动模式   | 按市场预测安排生产                    | 根据客户订单安排生产                     |
| 市场及需求特征  | 庞大统一的市场、稳定的需求                | 分散细化的市场、动态的需求                  |
| 战略       | 成本领先战略，通过降低生产成本、提高生产效率取得竞争优势 | 差异化战略，通过快速反应、提供个性化产品以获得竞争优势    |
| 与客户关系    | 客户处于被动状态，难以参与                | 企业和客户达到高效协同设计                  |
| 产品观念     | 强调产品的性能价格比                   | 强调产品的性能价值比                     |
| 产品生命周期特征 | 产品单一，需求稳定，开发周期长，生命周期长，设备专用   | 产品随顾客需求而变化，开发周期短，生命周期短，柔性设备    |
| 供应链      | 以制造为中心                       | 以客户增益为中心                       |
| 利润模式     | 通过规模效益获得利润                   | 通过对满足客户个性化需求的不同产品实行差别定价实现利润最大化 |
| 企业生存基础   | 企业以产品质量为生命线                  | 企业以全面服务为生命线                    |
| 适应范围     | 需求稳定，统一市场                    | 需求不确定，离散市场                     |

综上所述，可以将大规模定制概括为：在系统思想的指导下，用整体化的观点，充分挖掘企业的潜力；在标准化技术、现代设计方法学、信息技术和先进制造技术等共同支持下，集企业、客户、供应商以及环境于一体，根据客户的个性化需求，以大规模生产的低成本、高质量和高效率提供定制产品和服务的一种生产模式(Pine, 1993; Ross, 1996; Dobrescu, 2003; 但斌, 2008; 关增产, 2009)。

1.2.2 大规模定制的分类

企业采用的定制类型随产品性质、企业的技术水平、供应商的参与程度以及客户需求

的差异而不同,因此,企业面临着选择何种定制化方式的问题。

基于产品定制程度的不同,Lample 等(1996)提出了五种定制策略,适用于客户改变产品的能力不同以及定制活动在企业价值链中发生的位置不同的情况,分别为纯标准化(Pure Standardization)、纯定制(Pure Customization)、特制定制(Tailored Customization)、定制标准化(Customized Standardization)以及分割标准化(Segmented Standardization)。纯标准化采用标准化的产品生产过程,将标准产品推向市场,但是却忽视了客户的个性需要,即大规模生产策略;纯定制是从产品设计开始定制;特制定制是从产品的制造阶段开始定制;定制标准化是指选择标准化的零部件进行定制装配;分割标准化指为各细分市场提供多元化产品。

基于客户偏好的不同,Gilmore 等(1997)提出了四种不同的定制方法,即合作型定制(Collaborative Customization)、透明型定制(Transparent Customization)、装饰型定制(Cosmetic Customization)和适应型定制(Adaptive Customization)。合作型定制是指企业通过与客户交流,对客户的模糊需求进行规格化,进而准确设计并制造出能够满足客户需求的个性化产品;透明型定制是指能够预测或简单推断出客户的具体需求的企业为客户提供定制化的产品或服务,而客户并没有实际参与设计过程之中;装饰型定制是指企业以个性化的包装把同样的产品提供给不同的客户,客户对产品的功能、结构并没有什么特殊要求,但要求包装符合其特定要求;适应型定制是指企业提供标准化、可定制化的产品,客户可根据自身需求对产品进行局部调整。

邵晓峰等(2001)根据企业定制活动在设计、制造、装配和销售生产过程中开始的阶段,把大规模定制划分为设计定制、制造定制、装配定制和自定制四种类型。设计定制是指根据客户的具体需求,设计能够满足客户特殊需求的产品,在这种定制方式中,开发设计及其下游的活动完全是由客户订单所驱动的;制造定制指接到客户订单后,在已有的零部件、模块的基础上进行变型设计、制造和装配,最终向客户提供定制产品的生产方式,在这种定制生产中,产品的结构设计是固定的,变型设计及其下游的活动由客户订单所驱动;装配定制是指接到客户订单后,通过对现有的标准化的零部件和模块进行组合装配,向客户提供定制产品的生产方式,在这种定制方式中,产品的设计和制造都是固定的,装配活动及其下游的活动是由客户订单驱动的;自定制是指产品完全是标准化的产品,但产品是可客户化的,客户可从产品所提供的众多选项中,选择当前最符合其需求的一个选项,因此,在自定制方式中,产品的设计、制造和装配都是固定的,不受客户订单的影响。

基于生产过程的不同,祁国宁等(2004)按照五个环节(研制、设计、制造、装配、销售)把大规模定制划分成五种类型,即按订单销售(Sale to Order, STO)、按订单装配(Assemble to Order, ATO)、按订单制造(Make to Order, MTO)、按订单设计(Engineer to Order, ETO)以及按订单研制(Research to Order, RTO),如图 1-2 所示。可以看出,为了降低产品生产过程的复杂程度,减少设计、制造以及装配等环节的额外费用,客户订单分离点应该尽可能地向生产过程的下游移动。

张余华(2010)从供应链角度出发,认为在整个生产运作的过程中存在一个定制连续集,并根据客户参与程度的不同和企业定制活动在生产运作阶段的不同将大规模定制分

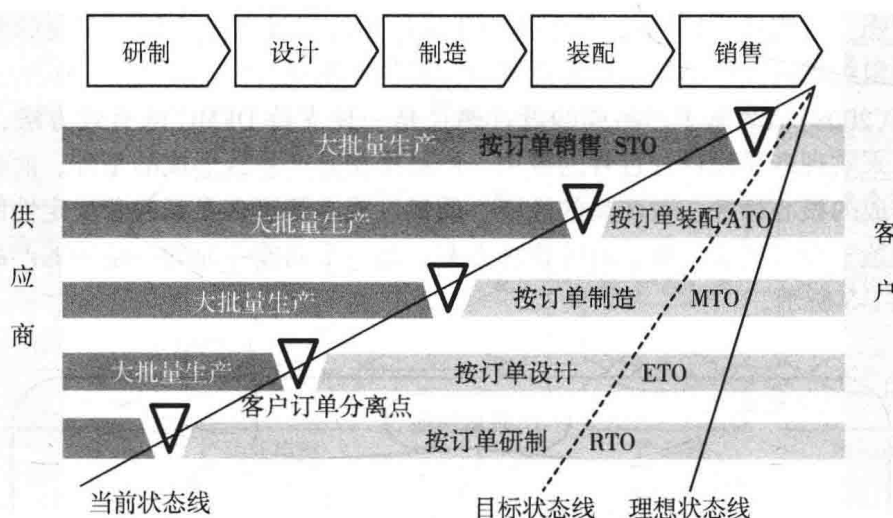


图 1-2 按照生产过程进行大规模定制的分类

为完全化定制、设计定制、制造定制、装配定制、销售定制、服务定制、标准化定制七种类型。完全化定制(Complete Customization, CC)是指客户参与从设计开始到售后服务的生产运作的全过程。设计定制(Design to Order, DTO)是指产品从设计阶段开始就按客户的订单需求进行设计,并在此基础上,向客户提供定制产品的生产方式。制造定制(Make to Order, MTO)是指产品在开始生产制造前的设计等都是按大规模生产方式进行的,而在制造阶段是按客户的订单需求来定制生产的。装配定制(Assemble to Order, ATO)是指产品在装配之前的各个环节上都是按大规模生产方式进行的,只是在装配活动开始按客户的需求来进行定制装配。销售定制(Sale to Order, STO)是指产品在销售环节之前的各个环节都是按照大规模生产方式进行的,只有销售活动是按客户的需求进行定制的。服务定制(Service Customization, SEC)是指产品从设计到销售都是按大规模生产方式进行,只是在产品销售出去以后企业要按客户的需求提供个性化的服务。标准化定制(Standardized Customization, STC)是指整个生产运作过程都是按大规模生产方式进行的。

## 1.3 大规模定制的支撑技术体系

### 1.3.1 面向大规模定制的产品设计技术

由于产品设计阶段决定着产品最终的性能、可靠性、可维护性与环保性等一系列生命周期属性,且研究表明,产品成本的 80%是由设计阶段决定的,因此,面向大规模定制设计(Design for Mass Customization, DFMC)成为大规模定制实施的关键(Tseng and Jiao, 1998; 高飞、肖刚、陈久军, 2009)。DFMC 采用并行工程的流程管理模式和基于产品族设计的思想进行产品设计,能够很好地解决产品设计效率与客户个性化需求之间耦合的问

题。DFMC 涵盖了模块化设计、成组技术、并行设计、产品族设计与后延设计等(涂建伟、李彦、李文强、朱宏峰, 2011), 其中模块化设计和成组技术是大规模定制的基础, 并行设计提供了组织模式, 产品族设计和后延设计提供了系统的设计方法。

黄辉等(2008)认为基于产品族的设计途径是一种支持 DFMC 的有效方法, 通过构建产品族体系来实现产品设计和过程的重用。产品模型是产品族形成的基础, 而概念设计是产品模型形成的核心任务, 对产品的性能、质量、成本等诸多要素起着决定性的作用。概念设计活动始于设计要求, 终于具体物理方案, 是一个功能—原理—结构的产品模型转换过程, 如图 1-3 所示。

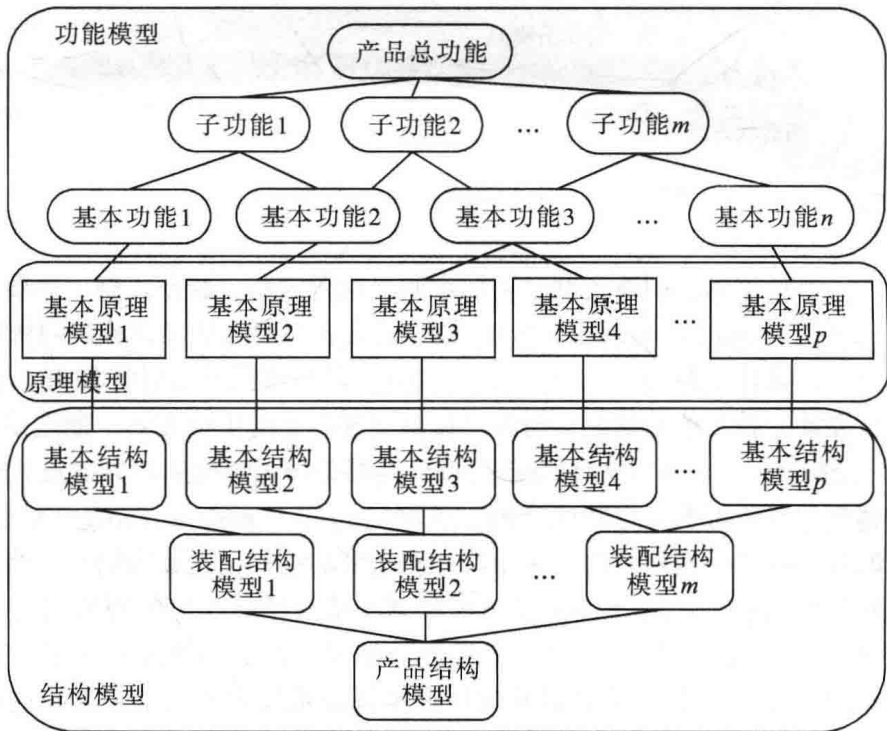


图 1-3 产品模型转换示意图

DFMC 的目标是在产品设计的早期阶段, 实现生产的规模经济性与范围经济性达到集成经济。要求在设计阶段综合考虑生产的低成本、高效率以及客户的个性化需求, 并同时完成一系列产品的设计, 通过前端提供的配置器以便配置出满意的个性化产品。在整个产品开发过程中, 采用并行流程围绕产品族进行设计, 针对一个产品族构造一个产品模型, 该产品模型应当是一个可以覆盖产品族中既定型号和规格变化的动态模型。在得到产品订单后, 根据客户的个性化定制需求在产品模型的基础上进行实例化设计, 就可以快速得到满足客户需求的产品。图 1-4 是基于产品族的 DFMC 示意图。

现有的 DFMC 设计方法还没有形成一个成熟的理论和技术体系, 对客户需求管理、模块化设计以及模块配置设计等方面仍然缺乏系统性规划, 面对市场的激烈变化, 现有的产品设计开发技术遇到了严峻的挑战。本书将围绕这些切入点进行深入的探讨和分析。

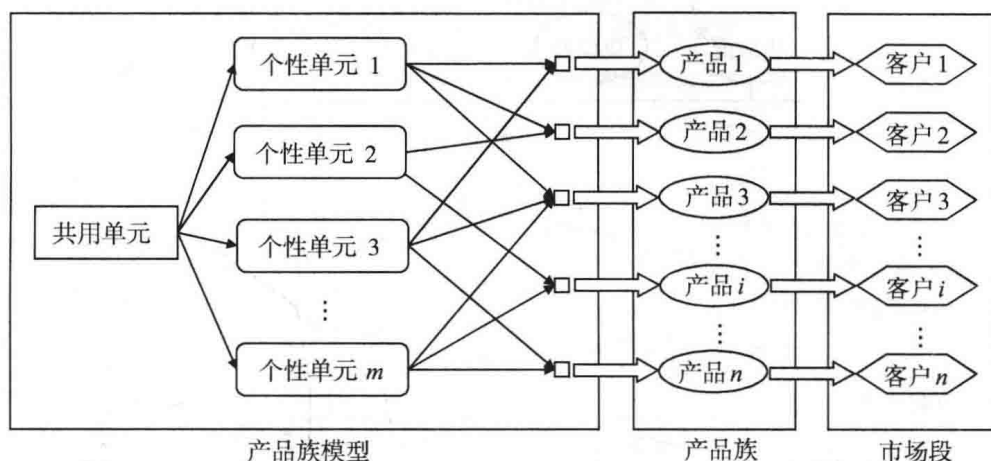


图 1-4 基于产品族的 DFMC 示意图

### 1.3.2 面向大规模定制的生产制造技术

为了有效地实现大规模定制，需要充分利用在物理和逻辑上具有快速响应能力的制造自动化技术及系统，比如自动制造、可重组制造、柔性制造、快速成型、单元制造以及虚拟制造等(孙卫红, 2010)。制造系统的能力将决定最终能否成功实现产品定制。如果制造的柔性有限，即使设计阶段可以设计出任意的定制产品，也无法实现高效率、低成本，企业同样会丧失竞争机会。

大规模定制制造系统规划的目标，除包含传统的制造系统规划目标外，更重要的是要保证制造系统的动态组合和调整能力，以满足大规模定制要求的柔性和快速响应能力，这一目标的实现以低成本、高质量和高效率为约束条件(陈玉强, 2008)。因此，制造系统需要以模块化设计为基础，将不同功能模块合理组合，以满足不同产品对制造系统的不同配置要求，例如，日本的丰田汽车公司的生产系统就提出将传统的汽车装配生产线按照功能分解成小型生产线模块。

另外，企业信息化建设也是实现大规模定制生产制造技术中所必不可少的基础之一。企业与用户之间通过 B2C 电子商务实现沟通，而在企业内部，通过网络将设计、制造、物流和销售等部门统一、有效地管理起来，通过信息的集成和共享，做到及时沟通、密切合作。企业要通过 B2B 电子商务实现与合作伙伴的沟通，以达到企业之间的高度协同。图 1-5 为大规模定制生产企业与客户及供应商之间的协作网络示意图。

### 1.3.3 面向大规模定制的供应链管理技术

大规模定制是企业为了适应动态多变、竞争激烈的市场环境应运而生的，为了全面提高其规模经济效益，应该合理地组织多阶段、多层次的管理技术，其中供应链管理技术是

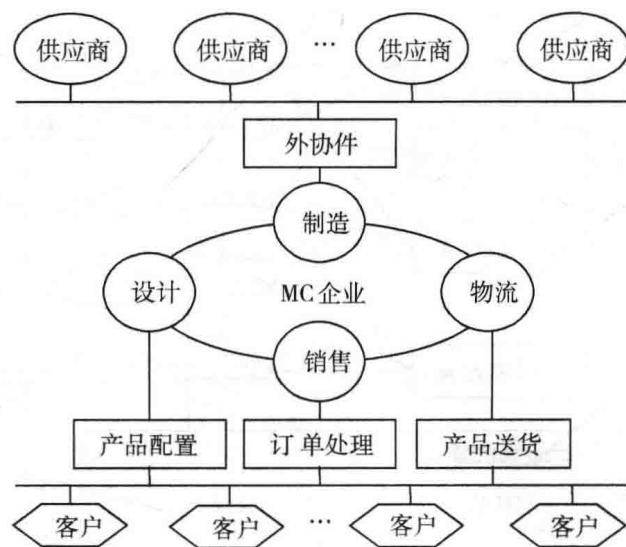


图 1-5 大规模定制生产企业与客户及供应商之间的协作网络示意图

保证大规模定制有效运作的一个关键因素。

供应链是由物料获取并加工成中间件或成品，再将成品送到用户手中的一些企业和部门构成的网络。Ghiassi 等(2007)认为面向大规模定制生产的供应链具有集中目标战略与分散模块化运作、同步协同管理、信息资源开放共享以及智能化交易系统等一系列特征。面向大规模定制的供应链管理不同于传统的供应链管理，面向大规模定制的供应链管理可以在原有的基础上从时间和空间两个维度进行系统优化，时间维度上的优化依靠在供应链上推迟客户订单分离点来实现，而空间维度上的优化其关键措施在于扩大通用零部件和产品的模块化(祁国宁、顾新建、李仁旺，2010)。表 1-3 对传统供应链管理与面向大规模定制的供应链管理的特点进行了比较。当企业制造模式的资源配置沿着“劳动—设备—信息—知识”密集的方向不断发展时，企业的组织模式和管理模式都随之发生了相应的变化，从制造技术的技术集成演变为组织和信息等资源的集成，供应链管理就体现了这种趋势的要求，从而提升自己的核心竞争力(Li and O'Brien，2001)。

表 1-3 传统供应链管理与面向大规模定制的供应链管理的特点比较

| 比较内容   | 传统供应链管理                                | 面向大规模定制的供应链管理                                                                                                         |
|--------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 背景     | 市场比较稳定，大规模生产                           | 市场竞争加剧，不定性增加，定制生产                                                                                                     |
| 中心     | 以制造为中心                                 | 以客户为中心                                                                                                                |
| 供应链的构成 | 企业对客户进行预测，根据预测结果组织供应商一起制造产品，然后等待客户购买产品 | 源头是客户，客户可以根据个性化需求选择、组合最有价值的产品或服务。客户是供应链的核心，环绕在核心之外的是销售公司，起到客户与供应商之间的纽带作用，包括取得信息、维持关系和取得服务等。最外围的是制造企业，实现采购、制造、装配与运输等功能 |