

M

大批量定制技术 及其应用

祁国宁 顾新建 谭建荣 等著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



大批量定制技术及其应用

祁国宁 顾新建 谭建荣 等著



机械工业出版社

大批量定制是比较适合中国国情的一种先进制造技术，是现代集成制造系统发展的一个重要方向。本书系统介绍大批量定制的基本原理、主要方法和实际案例，使读者从整体上对大批量定制有一个比较系统和深入的了解。

附录是本书的重要组成部分，集中介绍了大量关于大批量定制的网站、专著及论文，便于读者进一步研究、探讨。

本书面向的读者为企事业单位的管理人员、研究人员，以及相关专业大专院校师生。

图书在版编目（CIP）数据

大批量定制技术及其应用/祁国宁等著. —北京：机械工业出版社，2003.10

ISBN 7-111-13110-X

I. 大... II. 祁... III. 产品开发 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 084274 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：李万宇 加工编辑：张亚秋

封面设计：陈 沛 责任印制：路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·10.625 印张·412 千字

0 001—3 000 册

定价：38.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着市场竞争的加剧和计算机技术在现代工业中的广泛应用，传统的制造业正面临着—场极其深刻的变革。为了适应这种变革，为了改变大批量生产方式对市场变化的不适应性，解决传统定制生产中的高成本和长交货期等问题，日本、德国和美国等工业发达国家分别提出了一系列新的生产方式，如精益生产和敏捷制造等。这些新的生产方式分别从不同角度、不同侧面剖析了传统制造业所面临的困境，提出了各自的解决办法。这些生产方式在制造企业中的实际应用，提高了制造企业的市场竞争力，展示了制造业在新技术、新环境中新的发展契机。

1970年，托夫勒（Alvin Toffler）在其《Future Shock》（未来的冲击）一书中提出了一种全新的生产方式的设想：以类似于标准化或大批量生产的成本和时间，提供满足客户特定需求的产品和服务。1987年，达维斯（Stan Davis）在《Future Perfect》（未来的理想生产方式）一书中首次将这种生产方式称为“Mass Customization”，即大批量定制。大批量定制又称大规模定制、大规模客户化生产、批量定制和批量客户化生产等，这种既能满足客户的真正需求而又不牺牲企业效益和成本的新的生产方式，正在成为21世纪制造业的主流生产方式。

大批量定制是一种集企业、客户、供应商和环境等于—体，在系统思想指导下，用整体优化的观点，充分利用企业已有的各种资源，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的支持下，根据客户的个性化需求，以大批量生产的低成本、高质量和高效率提供定制产品和服务的生产方式。

大批量定制的技术体系由四个具有密切联系的部分组成，即：大批量定制的基本原理、面向大批量定制的开发设计技术、面向大批量定制的管理技术以及面向大批量定制的制造技术。本书对大批量定制的基本原理和主要技术进行了讨论，并用大量实际案例佐证了这些原理和技术。

本书撰写分工如下：

- 第1章 顾新建、杨青海
- 第2章 祁国宁、顾新建
- 第3章 祁国宁、余军合
- 第4章 顾新建、余忠华、杨青海
- 第5章 顾新建、祁国宁
- 第6章 祁国宁、顾新建

附录 A~附录 D 杨青海、祁国宁

全书由祁国宁、顾新建和谭建荣统稿。

感谢 J.Schoettner 教授和韩永生教授, 本书中的很多思想来自他们的启发和与他们的讨论。

感谢吴澄院士、车宏安教授、徐福缘教授、张申生教授、刘晓冰教授、田雨华教授、黄哲人高级工程师和张树有教授对本书的关心和支持。

感谢课题组的余军合、李仁旺、杨志雄、杨青海、鲁玉军、刘丹、吴扬东、顾巧祥、李响烁、朱万贵、熊昌术、苏少辉、周剑辉、谢银军、曹韵红等博士后、博士研究生和硕士研究生在本书撰写过程中的帮助与支持。

感谢机械工业出版社编辑李万宇女士、张亚秋女士和武江先生在本书出版过程中的帮助与支持。

目前, 清华大学、浙江大学、中国科学院软件研究所、上海交通大学、大连理工大学等在国家 863 计划 CIMS 主题和国家自然科学基金的资助下, 开展了不少与大批量定制有关的研究和应用, 取得了可喜的成果。本书中吸取了国内许多学者的观点, 在此一并表示感谢。

本书的研究得到国家 863 计划(课题编号: 2001AA412010)、国家自然科学基金(课题编号: 70271013)、浙江省科技攻关计划(课题编号: 021110514)和教育部博士点基金(课题编号: 20020335059)的资助, 在此表示感谢。

因为本书涉及的学科范围较宽, 对一些新概念的认识和新问题的分析方面肯定还会有一些谬误之处, 恳请专家和同行批评指正。

作者于求是园

2003 年 8 月

目 录

前言

第1章 大批量定制的背景 1

- 1.1 技术革命与生产方式的变迁 1
 - 1.1.1 从手工作坊生产、大批量生产到大批量定制 1
 - 1.1.2 市场需求、技术水平与生产方式的关系 4
 - 1.1.3 精益生产、敏捷制造与大批量定制 5
- 1.2 市场环境的变化 14
 - 1.2.1 从卖方市场到买方市场 14
 - 1.2.2 客户需求多样化和个性化 18
 - 1.2.3 产品生命周期缩短 19
 - 1.2.4 大合作和大竞争 21
 - 1.2.5 可持续发展的呼声越来越高 22
- 1.3 信息技术与先进制造技术的发展 23
 - 1.3.1 信息技术 23
 - 1.3.2 先进制造技术 25
- 1.4 传统生产方式存在的问题 29
 - 1.4.1 传统批量生产存在的问题 29
 - 1.4.2 传统定制生产存在的问题 33
 - 1.4.3 我国应该大力发展大批量定制 35
- 1.5 本章小结 37

第2章 大批量定制的基本原理和技术体系 40

- 2.1 大批量定制的基本概念 40
 - 2.1.1 什么是大批量定制 40
 - 2.1.2 大批量定制的分类 48
 - 2.1.3 大批量定制与成组技术 53
- 2.2 大批量定制的技术体系 56
- 2.3 大批量定制的基本原理 60
 - 2.3.1 相似性原理 60
 - 2.3.2 重用性原理 62
 - 2.3.3 全局性原理 63
- 2.4 大批量定制机理和模型的讨论 67
 - 2.4.1 大批量定制成功机理分析 67
 - 2.4.2 大批量定制优化模型 72
 - 2.4.3 生物型制造系统和产品信息基因理论 84
- 2.5 本章小结 93

第3章 面向大批量定制的开发设计技术 95

- 3.1 开发设计的重要性及存在的问题 96
 - 3.1.1 开发设计的重要性 96
 - 3.1.2 开发设计中存在的问题 97
- 3.2 面向大批量定制开发设计的特点和过程 101

3.2.1 面向大批量定制开发设计 的技术特点	101
3.2.2 面向大批量定制开发设计 的过程	104
3.3 产品模块化技术	105
3.4 面向大批量定制的开发 技术	114
3.4.1 前期工作	114
3.4.2 产品建模	124
3.5 面向大批量定制的设计 技术	139
3.5.1 产品配置设计	140
3.5.2 产品变型设计	145
3.6 本章小结	148
第4章 面向大批量定制的管理技术	150
4.1 获取客户的需求	150
4.1.1 客户需求获取方法	150
4.1.2 发现客户的不满意	154
4.1.3 企业与客户的学习关系	156
4.1.4 客户关系管理	159
4.1.5 质量功能配置(QFD) 技术	162
4.2 面向大批量定制的生产 管理	168
4.2.1 面向大批量定制生产 管理的特点	168
4.2.2 面向大批量定制生产 管理的方法	170
4.2.3 大批量定制的物流管理	177
4.2.4 产品数据管理与企业 资源计划	179
4.3 面向大批量定制的企业 协同	182

4.3.1 模块化企业	182
4.3.2 企业的合作模式	185
4.3.3 面向大批量定制的 供应链管理	194
4.4 面向大批量定制的知识 管理	197
4.5 面向大批量定制的企业 文化	199
4.6 本章小结	202

第5章 面向大批量定制的制造技术

5.1 面向大批量定制制造技术 的分类和比较	204
5.1.1 面向大批量定制制造 技术的分类	204
5.1.2 制造系统的比较	206
5.2 支持大批量定制的自动化 制造技术	208
5.2.1 快速制造技术	208
5.2.2 计算机控制技术	212
5.3 支持大批量定制的合理化 制造技术	218
5.3.1 基于相似性原理的合理 化制造技术	218
5.3.2 基于制造过程合理化的 制造技术	225
5.4 可重组制造系统	233
5.4.1 可重组制造系统的特点	234
5.4.2 可重组机床	235
5.4.3 可重组制造系统	237
5.5 本章小结	239

第6章 大批量定制应用案例

6.1 机械产品的大批量定制	241
----------------------	-----

6.1.1 汽车的大批量定制	241
6.1.2 飞机的大批量定制	251
6.1.3 船舶的大批量定制	253
6.1.4 基于 web 的零件库	257
6.2 电子产品的大批量定制	262
6.2.1 计算机的大批量定制	262
6.2.2 家电行业的大批量定制	264
6.3 服装的大批量定制	269
6.4 建筑和家装的大批量定制	274
6.5 软件的大批量定制	277
6.6 其它产品的大批量定制	280

6.7 本章小结	284
----------------	-----

附录	286
-----------------	------------

附录 A 部分关于大批量定制 的网站	286
-----------------------------	-----

附录 B 部分关于大批量定制 的专著	298
-----------------------------	-----

附录 C 部分关于大批量定制 的文章	307
-----------------------------	-----

附录 D 缩略语	318
----------------	-----

参考文献	322
-------------------	------------

第 1 章 大批量定制的背景

每个人几乎都有过这样的购物体验：款式中意的服装没有合适的尺码，而尺码正好的服装款式又不很理想，碰巧款式和尺码都合适的服装花色和面料又不太满意，若是量身定做，对小裁缝店的质量总是心存疑虑，而正规的裁缝店价格又贵得惊人。作为客户都希望能够以可以接受的价格买到自己称心如意的商品。但结果并非总是令人满意，客户往往是以较大的折扣价格购买到满意度也大打折扣的商品。实际上，客户和企业双方的利益都没有得到真正的满足。

能否以几乎与大批量生产相同的价格购买到个性化的定制商品呢？回答是肯定的，那就是采用大批量定制（Mass Customization）的生产方式。大批量定制生产方式的出现和普及并不是偶然的，与历史上的手工作坊单件生产、大批量生产方式一样，是由市场需求的拉动和技术进步的推动两者共同作用的结果。

1.1 技术革命与生产方式的变迁

1.1.1 从手工作坊生产、大批量生产到大批量定制

制造业是为了满足人们对生活、生产、文化、科技以及战争等的需要而产生和发展起来的。最初是制造狩猎用的石器和木棒，随着冶炼技术的发展，人们逐渐采用金属来制造农具和武器。随后，制造技术和生产工具也不断发展，如蔡伦发明的造纸术，祖冲之发明的利用水力舂米和磨面的“水碓磨”，黄道婆改进的用于棉纺的纺车等。15 世纪初，郑和的七下西洋就足以说明了中国当时的航海和造船技术水平。17 世纪宋应星所著的《天工开物》中就有对纺织、造船、农机制造、造纸、印刷和食品加工等生产技术的详细记载。在当时的技术条件下，动力来源主要是人力、畜力和水力，生产主要依靠工人的手艺和工人的数量。

工业革命以前，制造业的主要形式是家庭作坊和手工工场，采用手工的单件生产方式，产品从数量到质量上都远不能够满足市场的需求，生产主要是解决产品的有无问题。

从 18 世纪 60 年代起，源于英国的以蒸汽机为主要标志的第一次工业革命，使机械化生产得以诞生和发展，制造业的生产方式也发生了根本的变化，工场手工业开始向工厂制度转变。在工厂制度下，生产主要是以机器生产为主的小批量生产，依靠机器的运转和产业工人的劳动来进行。与手工生产相比，其劳动生产率大大提高，产品在数量上得到了增加，质量上也得到了改进，通过增加厂房、

设备和工人数量即生产规模的扩大来满足日益增加的市场需求。机械化生产的普及和发展,使得英国的纺织、机械制造、交通运输、冶金和煤炭等工业日益强大,成为 19 世纪世界领先的工业国家。

19 世纪 60 年代,以电力、电机和内燃机的发明为主要标志的第二次工业革命,为制造业提供了更加强大的动力来源,同时,机械化生产技术逐步成熟和完善,逐步实现制造业的机械化大生产。对生产自动化的追求,进一步提高了生产的效率,扩大了生产规模,同时,也增加了对机器和技术的依赖。机械自动化大生产使得以英国为代表的欧洲制造业长期保持着世界领先地位。

20 世纪初,亨利·福特和斯隆创立了大批量生产(Mass Production)方式。以之取代了欧洲企业领先了若干世纪的单件小批量生产方式,福特公司的 T 型汽车因此称霸全球,这是制造业的又一次根本变革。采用大批量生产方式,使美国在 20 世纪上半叶控制了世界的经济。

大批量生产是在市场环境相对稳定的情况下,根据企业对市场的预测,以批量产品为特征的生产活动。大批量生产的主要特点是采用标准的制造过程和标准化的零部件,进行高效率的自动化作业,通过规模经济效应,降低生产成本,提高产品质量。

第二次世界大战以后,高新技术,特别是电子技术的飞速发展,在传统的机器中增添了控制系统,开辟了机器操纵机器的新时代。自动化技术和制造技术的不断融合和进步,使制造业的生产逐步向自动化的大批量生产方向发展,供不应求的卖方市场使得产量成为生产的主要目标。随着大批量生产的应用和普及,市场上同类产品的数量急剧增加。在某些领域里,产品已经开始出现相对过剩,供过于求的买方市场逐渐形成,产品的品牌靠质量,销售靠价格,利润靠成本,在相对饱和的市场中同类产品的竞争日益激烈。

随着市场竞争的加剧和计算机技术在现代工业中的广泛应用,传统的制造业正面临着一场极其深刻的重大变革。为了适应这种变革,为了改变大批量生产方式对市场变化的不适应性,解决传统定制生产中的成本高和交货期长等问题,日本、德国和美国等工业发达国家分别提出了一系列新的生产方式,如精益生产和敏捷制造等。这些新的生产方式分别从不同角度、不同侧面剖析了传统制造业所面临的困境,提出了各自的解决办法,在实践的基础上,逐步深入地对其理论和方法进行了研究。这些生产方式的推广普及以及在制造企业中的实际应用,提高了制造企业的市场竞争力,展示了制造业在新技术、新环境中所面临的新的发展契机。

同时,客户的个性化需求开始受到广泛的重视,为客户定制生产已经成为厂家争夺市场份额的重要且有效的手段。先进制造技术、计算机技术以及网络技术的发展,使得按照客户的个性化需求进行定制生产从理想转变为现实。客户可以

在网上选择配置自己的个性化产品，而企业则可以通过产品设计、制造和销售资源等的重复使用来降低定制产品的生产成本，有能力以接近大批量生产的价格向客户提供个性化的定制产品。这就是大批量定制生产方式。大批量定制生产方式兼顾了企业和客户双方的利益，近些年来得到了迅速的发展，正在成为21世纪制造业的主流生产方式。

1970年，托夫勒（Alvin Toffler）在其《Future Shock》（未来的冲击）一书中提出了一种全新的生产方式的设想：以类似于标准化或大批量生产的成本和时间，提供满足客户特定需求的产品和服务。1987年，戴维斯（Stan Davis）在《Future Perfect》（未来的理想生产方式）一书中首次将这种生产方式称为“Mass Customization”，即大批量定制，简称MC。这种既能满足客户的真正需求而又不牺牲企业效益和成本的新的生产方式，目前得到了普遍的接受和认同，正在开始成为企业竞相选用的一种有效的竞争手段。

图1-1描述了生产方式的演变与产品批量、种类的关系。从图中可以看出，生产方式的演变是一个渐进发展、螺旋式上升的过程。

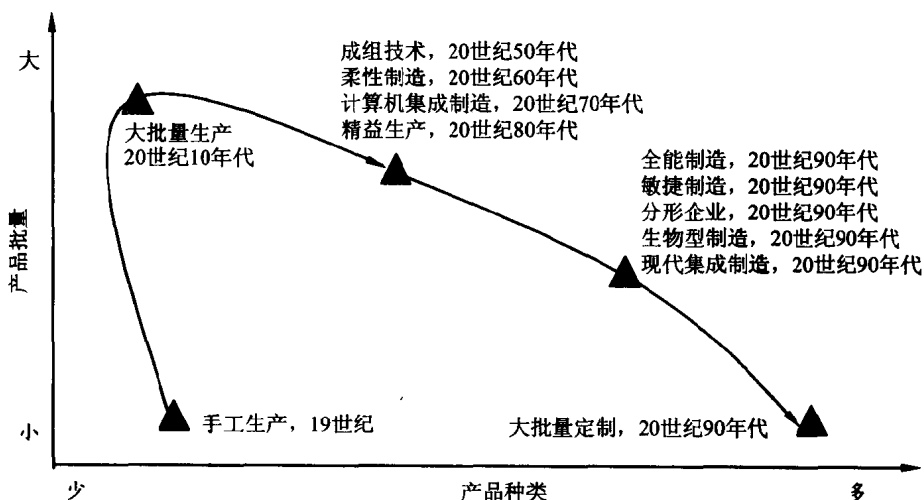


图 1-1 生产方式的演变与产品批量、种类的关系

大批量定制将两种完全不同的生产方式，即大批量生产和定制生产融合在一起。大批量定制以大批量的效益进行定制产品的生产，即：定制产品的成本要像大批量生产的成本那样低，定制产品的交货期要像大批量生产的交货期那样短，定制产品的质量要像大批量生产的质量那样稳定，然而产品却是按照客户的个性化需求定制的。

大批量定制具有以下显著特点，即：企业所生产的产品真正是客户所需要的，

产品的生产能够适应市场的快速变化,生产成本得以降低,生产过程以及产品质量能够连续改善。总之,大批量定制综合了大批量生产的低成本、高质量、短交货期以及定制生产满足客户个性化、多样化需求的优点,有利于企业的生存和发展。

当然,对于某一个具体的制造企业来说,实现大批量定制是一个渐进的、不断优化过程。对于不同的产品,其大批量定制的生产批量和个性化程度也是不一样的。但是,无论大批量定制生产方式如何变化,其原理都是相同的,方法总是相通的,即努力以大批量生产的效益进行定制产品的生产,满足客户的个性化需求。归根到底,就是要结合企业的实际情况,用大批量定制的基本原理和方法指导企业的规划、经营、生产和管理等,以提高企业的产品竞争力和企业竞争力。

多样化、个性化的定制需求不仅存在于国际市场,近年来在国内市场也开始迅速增长。我国地域辽阔、人口众多,具有多样化的客户群体结构,国内市场也呈现出多样化的需求特点。面对巨大的国内市场,对产品个性特点的发掘与把握,应该成为企业生产和服务的努力方向。同时,我国制造企业不仅要在国内市场上面对跨国企业的竞争,还要更多地走出国门,参与全球市场的竞争。因此大批量定制的原理和方法不仅适用于国外发达国家的制造业,也是我国制造业所必需的。推广应用大批量定制,加快我国制造业的前进步伐,抓住难得的机遇,实现跨越式发展,缩小我国与发达国家制造业的差距,已刻不容缓。

1.1.2 市场需求、技术水平与生产方式的关系

从生产方式的变迁中,不难看出市场需求、技术水平与生产方式之间的相互促进、共同提升的关系:需求催生和依赖技术,技术推动和促进生产,生产满足和带动需求。

市场需求是技术进步和生产方式变迁的真正动力源泉。商品市场是由买卖双方共同组成的矛盾统一体,所谓市场需求既包括客户的需求,也包括企业的需求,若仅满足客户的需求,企业便丧失了生产的积极性,而若只满足企业的需求,客户的购买力就会转移。要使市场需求得到满足,就必须使客户和企业双方的共同利益得到满足。客户的需求就是产品的效用最大化,企业的需求就是利润的最大化。客户和企业是对立统一的市场双方,企业组织生产和提供产品无时不在琢磨客户的需求,客户选购产品和提出需求时也要参考企业的生产能力。从总体上看,买卖双方是一种非零和的博弈关系,博弈的结果是形成在一定技术条件下市场需求的动态平衡。

技术的发展不仅为生产方式的变迁提供了可能,从而能够更好地满足企业的需求,同时也使客户的需求得到满足。企业从自身的主观需求出发应用先进技术、采用先进的生产方式,最终达到满足客户需求的客观目的。技术水平不仅制约了

企业的生产能力，也制约着客户对产品的需求期望，一定时期的市场需求和生产方式不可能超出当时技术水平的限制。手工生产技术条件下，就不会形成大批量的生产能力，产品数量的需求得不到满足；缺乏柔性的自动化生产线技术，使客户对产品的个性化定制需求只能成为一种奢望。由于人人有个性、需求各不同，每个客户都是特殊的，要使产品做到“完全适合客户”、“为客户定制”，客户和企业之间必须有实时的信息交互，这在计算机技术和网络技术没有成熟之前，也只能是一种幻想。技术的进步不仅可以满足客户的现有需求，而且还可以引导和开发客户的潜在需求。

生产方式从手工作坊单件生产、机械化小批量生产、自动化大批量生产到大批量定制的演变历程，是由市场需求的拉动和技术进步的推动共同作用的结果。正是由于人们有了对生活、生产以及文化等商品的需求，才有了制造业和服务业的生产和服务。产品市场需求数量的增加和生产企业对利润的追求导致生产规模的扩大和机械化、自动化程度的提高。随着产品的相对过剩，卖方市场向买方市场转变，出现了精益生产和敏捷制造等生产方式，在客户个性化需求的拉动下，大批量定制生产方式开始出现和发展。也正是有了先进制造技术、计算机技术以及网络技术的发展，才为大批量定制生产方式的应用和推广创造了条件。

大批量定制作为 21 世纪制造业的主流生产方式，不是孤立和绝对的，它是与手工生产、小批量生产和大批量生产方式长期共存的，是企业与客户共赢的解决方案，对制造业的生存和发展具有普遍的指导意义。

1.1.3 精益生产、敏捷制造与大批量定制

大批量定制与其它先进生产方式是从不同角度提出来的，具有不同的背景。这些生产方式具有许多相同之处，都是为了适应当前制造企业所面临的动荡多变的市场环境，都特别强调企业的柔性，强调产品成本、质量和交货期三个要素的全面优化。大批量定制从其它先进生产方式中吸收了许多有益的思想和方法。但由于考虑问题的出发点和范围不同，所采用的技术手段和方法也各不相同，大批量定制与其它先进生产方式仍存在着一些不同之处。

1. 精益生产方式

第二次世界大战以后，面对日本很小的国内市场以及来自美国价廉物美的汽车的竞争压力，丰田汽车公司采用了一种新的生产方式。随后，其它的日本汽车公司和制造企业纷纷仿效，也采用了这一卓越的生产方式，使得日本制造业很快达到了世界领先的地位。在 20 世纪 80 年代，美国生产一辆汽车需要 214 人时，而日本只需 133 人时；日本汽车平均每年只需修理 1.1 次，而同样的美国汽车则需修理 3.5 次。这种生产方式使日本汽车产量从 80 年代初开始超过了美国，并使美国和其它国际市场受到大量质优价廉的日本产品的严重冲击。这种生产方式被

美国人称为精益生产或精良生产（LP，Lean Production）[琼斯，D. 1991]。

精益生产方式综合了单件生产与大批量生产的优点，既避免了前者的高成本，又避免了后者的僵硬化，如图 1-2 所示。精益生产系统在各个层次上都雇用了多面手，并采用了通用性好、自动化程度高的机器来制造品种多样的产品。

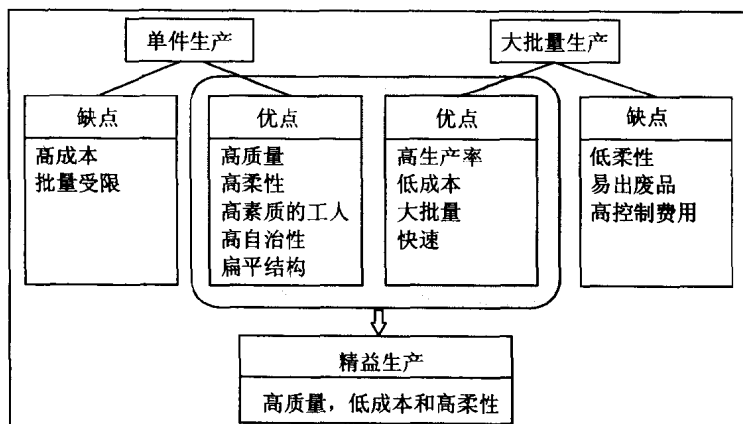


图 1-2 精益生产方式综合了单件生产与大批量生产的优点[Hinterhuber, 1994]

精益的英文是“lean”，原意是“瘦的”，在精益生产中转意为“简化的”、“精良的”、“精益的”等。精益生产的基本原理是：一切从简，即简化一切不必要的工作内容。同时，精益生产方式还特别强调在任何时候对任何事情都必须精益求精，企业始终只是处于良好而不是最佳状态，要不断加以改进和完善。因此在企业“减肥”的同时，对企业也要进行“活血”，即赋予企业基层组织以高度的自治权，使其承担起主要责任，提高企业活力。

精益生产方式的特点可归纳为：以“人”为中心，以“简化”为手段，以“尽善尽美”为最终目标[祁国宁，1996]。

美国麻省理工学院的研究小组调查结果表明，一般非精益制造企业中约有一半员工、一半生产场地、一半新产品开发工作、一半库存量和一半设备投资都与增加产品的附加价值无关。精益生产从简化着手，从而彻底改变了企业的面貌。精益生产中的简化包括四个方面的内容：简化企业的组织机构，简化产品的开发过程，简化零部件的制造过程，简化产品结构。

(1) 简化企业的组织机构

企业组织机构的效率与企业的经营状况直接相关。长期以来，人们习惯于采用传统的递阶控制结构来构造企业的组织机构，形成一种树状结构，管理幅度一般为 7~8。这种组织机构适合于人工管理，主要缺点是信息传递周期太长，不宜于充分发挥员工的主观能动性和创造性。实际上这也是一种浪费。

按照精益生产的思想,利用先进的计算机技术和通信技术可将上述管理层次进一步“压缩”,管理幅度也可大大增加,最终形成一种所谓“非递阶控制”(Heterarchical Control)的组织机构。在精益生产中十分强调充分发挥“项目组”和项目组长的作用。

项目组的凝聚力,项目组内部和项目组之间的协调与控制可以采用“刚性”和“柔性”两种方法加以实施。前者主要依靠外部直接的控制、制度、纪律和奖惩等,迫使项目组的成员符合组织规范;而后者则是一种内部的、间接的控制,即将组织的利益、目标和规范渗透到项目组成员的价值观和行为准则等人格体系中,使项目组成员自觉地按照组织的共同目标来修正自己的行为。后者的效果要比前者好得多,但为此而投入的费用和花费的时间也要多得多。

(2) 简化产品的开发过程

麻省理工学院的研究小组调查后发现,美国的轿车制造厂的新车型从构想设计到商业生产一般需要5年时间,而日本人只需要3年半。同样,美国公司的设计成本要比日本公司高出一倍,而产品使用半年后的故障率却比日本同行高出一倍。日本人取得优势的主要原因可归结为以下几个方面:

——在产品开发过程中采用并行工程方法。

——成立高效率的开发小组并配备强有力的项目组领导。

——总装厂充分放权,仅仅通知协作厂所要生产部件的性能规格,具体的设计和制造皆由协作厂负责。这样不仅简化了总装厂的产品设计工作,也使协作厂具有更大的自主性。

——采用项目组形式,把设计、工艺和生产人员集中在一起,简化信息传递过程。采用并行工程方法,简化开发和设计过程,使产品的开发时间和投入减少了一半。采用协同控制方式,简化了协作厂之间的关系。

(3) 简化零部件的制造过程

制造过程是生产过程的另一个重要环节,是完成零件从毛坯转变为成品的过程。统计表明,一般情况下,在零件的制造过程中,仅有5%的时间真正产生附加值。

在难以对制造过程进行管理和控制的情况下,利用存储单元作为过程中各环节之间的缓冲器,可以起到提高机床利用率、均衡加工过程的作用。但是反过来,在制品的大量存储既延长了制造周期和流动资金周转周期,又长期掩盖了零件制造中的质量问题。

制造过程的简化是以提高生产能力和劳动生产率、缩短制造周期为目的的。将生产诸要素和制造过程中的不同阶段、环节、工序等在时间和空间上进行优化组合,从而用最少的人力、最小的消耗、最省的时间、最短的路径、最简练的动作、最容易掌握的方法来完成必要的工作量。因此,进行加工过程简化时应该遵

循以下原则：

—— 合理利用时间。在生产管理中引进动作分析，开展作业管理，把创造附加价值所必需的动作按工艺流程进行最经济的组合；消除等待浪费，实施一人多机管理、集体协调配合；减少不创造附加值的动作，如寻找工具、搬运堆放过量的在制品、返修不良品等。

—— 排除制造过程中的浪费。排除因在制品过剩而造成的浪费；排除因供应不及时而造成的浪费；排除因数据不准确、信息传递不及时、计划和调度失误等造成的损失；排除因信息交流不充分而造成的损失。

—— 在生产现场减少非直接生产工人，使每位工人都真正实现对产品的增值。

—— 采用准时制造（Just In Time）方式，不安排库存，没有缓冲。这样既可减少因大量库存而引起的资金积压，又能及早发现产品中的质量问题。

—— 授予生产现场基层组织很大的独立自主性，大量信息的处理和决策在组内完成，系统反应灵活。

（4）简化产品结构

产品结构的简化是其它简化工作的基础。只有简化了产品结构，才能更加有效地简化生产技术准备过程和制造过程，进而简化企业的组织机构。简化产品结构应该遵循以下原则：

—— 减少产品的层次。

—— 采用模块化产品设计方法。

—— 恰当的品质（Just In Quality）。

2. 精益生产与大批量定制

精益生产与大批量定制都不同于传统大批量生产和单件生产方式。可以这样认为，精益生产方式是一种初级的大批量定制。

如何从精益生产方式进化到更高阶段的大批量定制方式？丰田汽车公司从精益生产转向大批量定制的过程很能说明问题[Pine, 1993]。

随着来自美国汽车业竞争压力的增大，丰田汽车公司决定在 20 世纪 90 年代后期开始实行更高阶段的大批量定制方式，其目标是充分利用高技术、高柔性的生产资源，以大批量生产的成本生产种类繁多、乃至客户定制的产品。

直到 1992 年初，丰田汽车公司的改革似乎一切进展顺利，已经把新产品的开发周期缩短到了 18 个月，生产了许多不同规格的汽车，并且有能力在 3 天内就完成一辆定制汽车的制造和装运。但是，随后丰田汽车公司却遇到了一些麻烦，随着生产成本的急剧上升，企业决定延长产品的开发周期和车型的市场寿命，并且对销售商提出增加汽车库存的要求。后来，在调查中发现，20%的车种占了全

部销售额的80%，于是，该公司决定一次性停止了1/5车种的生产。此时，丰田汽车公司不得不暂时停止了大批量定制计划的实施。

丰田汽车公司分析了其中的原因后认为，大批量定制并不是在精益生产基础上的简单发展，大批量定制与现有的生产方式截然不同。使丰田汽车公司陷于困境主要有以下几方面的原因：

1) 追求大批量定制，同时还希望保留精益生产时期的组织结构和系统，这使企业不仅没能实现最初大批量定制的预定目标，还丢失了以前实施精益生产所取得的一些成果。例如，丰田汽车公司想当然地认为，自己的员工已经掌握了从事多种生产的技能，但是当员工因频繁更换工作而无所适从时，企业却未认识到问题出在没有相应地改变组织结构而将重点放在了设备的更新上。随着时间的推移，员工的能力自然地下降了，这不仅违反了精益生产的基本规律，也使企业内部产生了一些矛盾。

2) 产品型号和功能的过分多样化，即所谓“脂肪性产品设计”(Fat Product Design)。强调产品的更新速度，而把成本放到了第二位[多梦西，2000]。

3) 在追求低成本的定制过程中，需要把产品项目组的工作重点放在尽可能利用现有产品模块来开发新产品上。在丰田汽车公司，不同的项目组开发不同的零部件，项目组长拥有绝对权力。一个项目组要借用其它项目组的零部件，就必须不断地修改自己的设计方案，因而各个项目组长感到借用其它项目组设计的零部件越来越难，从而也就造成了逆反心理。企业内共享设计经验、零部件和生产过程等最初的良好愿望都落空了，总的制造成本反而上升。

4) 当美国的汽车工业纷纷减少自己的零部件制造厂，转向全球采购以降低成本时，丰田汽车公司却依然采用比较封闭的管理方式，零部件的采购只局限于固定的零部件协作厂(“下请企业”)，而这些企业的工资水平已大幅度上升，零部件的成本也就居高不下。

目前，虽然精益生产方式已经使数以千计的企业获得了比传统大批量生产更低的生产成本，以及与众不同的高质量，但是，大批量定制却已经使诸如摩托罗拉(Motorola)、戴尔(DELL)等公司更前进了一步，这些企业所生产的产品不仅成本低、质量高，而且可以根据单个客户的特殊要求进行定制。

图1-3描述了企业从大批量生产到精益生产，再到大批量定制生产的转化过程。

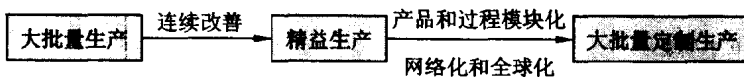


图 1-3 从大批量生产、精益生产到大批量定制的过程