



产品创新 和快速开发

CHANPIN CHUANGXIN HE KUAISU KAIFA

张曙 陈超祥 编著

产品设计师的好参谋



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





产品创新 和快速开发

CHANPIN CHUANGXIN HE KUAISU KAIFA

张曙 陈超祥 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书是为工业产品设计人员和大专院校师生编写的一本培训教程。全书分八章。第一、二章从战略的宏观角度简要地阐述制造业的历史变迁和未来的发展趋势,描绘了产品设计的新环境,并讨论产品创新最重要的阶段——概念开发的方法和步骤;第三~五章介绍产品设计的主要手段,包括产品的实体建模、设计验证和优化、CAD/CAE 一体化以及逆向工程;第六、七章对产品物理原型有关的快速成形、快速制模和快速制造有关的新技术和新设备作了全面的介绍;第八章讨论了产品数据管理、产品生命周期管理在产品开发中的地位,产品创新的理论、方法和工具以及产学研的知识供应链。

本书配有电脑播放 CD-ROM 光盘一张,光盘内容与书密切配合,共八讲,全长 5 小时。盘中既有作者的专题演讲,也有高质量教案范例,以生动的影视和图文并茂的画面,演绎书中精彩内容。

图书在版编目(CIP)数据

产品创新和快速开发/张曙,陈超祥编著. —北京:机械工业出版社,2008.4
ISBN 978-7-111-23749-5

I. 产… II. ①张…②陈… III. 产品—设计 IV. TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 037173 号

机械工业出版社(北京百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐彤 责任编辑:郎峰 徐彤

封面设计:饶薇 版式设计:张曙

责任校对:郎峰 责任印制:王书来

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm 20.5 印张 408 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-23749-5

ISBN 978-7-89482-607-7

定价:98.00 元(含 1CD-ROM)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326249

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

序

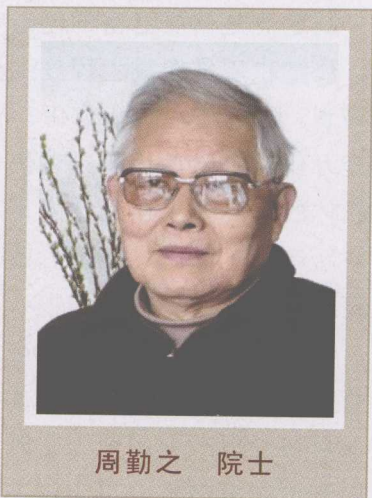
今天,中国已经成为全球的制造基地和产品市场。但是,近年来生产能力的过剩和外贸条件的逐步恶化,使原有的单纯依靠廉价劳动力和消耗能源、牺牲环境赚取外汇的发展模式显现出致命的弊病。如何走出中国制造业的科学发展之路,借助什么突破企业发展的瓶颈,这是中国制造业的企业家和工程技术人员不断思考的问题。

随着社会经济的不断发展和科学技术的进步,客户对产品的性能、价格、质量和交货期,不断提出更高的要求。企业要在激烈的市场竞争中求得生存和发展,一个重要的途径就是不断提高产品开发的水平和速度,以适应市场的变化和客户个性化的要求。

我国制造企业的自主创新能力不足,难以与跨国企业抗衡。提升产品开发和创新能力迫在眉睫。作者针对这一需求,深入浅出地撰写了这本有关产品开发的培训教程,其目的在于使读者能够对现代产品开发技术“一窥全貌”,系统、全面地理解产品设计的过程,了解现代产品设计的方法和手段以及快速实现的技术,促进企业的可持续发展。

在信息时代,借助以计算机技术为基础的各种产品开发的技术和辅助手段,可以在很大程度上改变当前新产品开发的困境,使产品的开发水平与速度能跟上市场不断提升的要求,同时减少开发成本,使产品开发一次成功的可能性大为提高,这正逐渐成为今后产品开发的重要发展方向。

从事产品设计的每个人都有创新的欲望,但往往不得其门而入。作者以独特的视角详细阐述了产品创新最重要的阶段——产品概念开发的方法和步骤,并介绍一些成功的案例。当前产品变化莫测、层出不穷。然而,无论产品怎样变化,产品的创新和开发却有着一定的规律。掌握产品开发的内在联系,有助于形成新思路;利用新的开发手段和工具不断创造新产品,就能显著提高企业的竞争力,并造福于人类。



周勤之 院士

中国工程院院士 周勤之

2008年6月18日 于上海



前言

制造业是物质财富的创造者，产品是制造业的灵魂、现代文明的象征。产品的类型、数量和质量在很大程度上代表一个国家的工业生产水平和经济实力，决定着企业的兴衰。随着经济的全球化，产品的品种，无论是日用消费品还是资本品，日益繁多、千变万化、更新换代越来越快。市场上没有永远畅销的产品，企业的生命是以其产品为载体的，企业要在激烈的市场竞争中求得生存和发展，必须不失时机地推出适销对路的新产品，以满足消费者或客户当前的和潜在的需求。因此，产品创新能力和开发速度就成为企业最重要的核心竞争力，关系到企业的存亡。

长期以来，我国的工业产品大多以仿制为主，自主创新能力薄弱，新产品开发周期长，主要以环境和资源为代价、以廉价劳动力和低成本占领国内外市场。这种状态应该尽快加以改变，因为它既不利于国民经济的可持续发展，也不能使我国成为制造强国和创新型国家，更无法完成振兴中华民族的伟大历史使命。

尽管产品的类型成千上万，但产品开发的原则和方法仍然有它的共性。作者撰写本书的目的是想为读者提供一个相对全面的产品开发思路、比较系统的方法以及有关的新技术和现代化手段。人们从不同的角度对产品有不同的要求——设计师期望开发一个最酷的新装置，工程师期望以独到的方法解决一个具有挑战性的技术难题，企业老总期望为企业带来更大的利润，消费者或使用期望新产品为自己带来更多的享受和方便。实现所有期望的共同基础是产品创新，而终极目标是价值创新，即为客户创造价值和促使企业盈利的增长，保证可持续发展。

为了达到上述目标，首先应该特别重视产品的概念开发，因为产品的雏形和创新点主要是在这个阶段形成的。其次，三维实体建模、仿真和分析是现代产品开发的基石，借助仿真和分析可以早期发现问题，起到“事先诸葛亮”的作用，保证产品开发一次成功，降低开发费用。此外，逆向工程、快速成形和快速制模技术都是提高和加快产品创新的行之有效的方法。最后，产品数据管理和生命周期管理、创新管理和知识供应链为产品开发和创新的保驾护航。

在本书的撰写过程中得到香港理工大学工业中心同事们的热忱帮助、诸多专业公司和科技期刊提供技术资料、有关专家和企业家人审阅提出宝贵意见，周勤之院士为之作序、机械工业出版社徐彤女士亲自审校，在此一并表示衷心的感谢。

张曙 陈超祥

2008年6月 于香港

目 录

序	III
---------	-----

前言	IV
----------	----

第一章 产品开发概论

第一节 产品和生产	1
第二节 产品和制造战略	13
第三节 产品开发的基本方法	22

第二章 产品的概念开发

第一节 产品的开发流程	35
第二节 产品规划	41
第三节 客户需求和产品规格	46
第四节 概念的产生、筛选和检验	53
第五节 工业设计	61
第六节 案例: Rivage 概念车	70

第三章 产品的实体建模

第一节 产品的建模方法	74
第二节 基于特征/参变数的实体建模	81
第三节 实体建模的应用	87
第四节 智能特征技术	96
第五节 装配体的建模	104
第六节 高级装配技术	113
第七节 实体模型是交流平台	120

第四章 产品的设计验证和优化

第一节 计算机辅助工程	127
第二节 设计师用的有限元分析工具	131
第三节 建立数学模型	136
第四节 有限元模型的建立	139
第五节 网格划分策略	146
第六节 基于有限元的结构分析	153



第七节	其他种类的有限元法分析	159
第八节	运动模拟	162
第九节	产品的优化设计	170
第十节	设计分析和优化的实施	174

第五章 逆向工程技术

第一节	基本概念	179
第二节	数据测量技术	182
第三节	从点云构建 CAD 模型	193
第四节	数据处理和精减	199
第五节	快速逆向工程	205
第六节	案例：风行轿车造型改进	209

第六章 快速成形技术

第一节	快速成形的基本原理	215
第二节	激光扫描快速成形	224
第三节	非激光快速成形	237
第四节	快速成形技术的发展趋势	246

第七章 快速制模和快速

第一节	基本概念	250
第二节	软模及其应用	252
第三节	镍壳背衬模	259
第四节	铸造砂型模	262
第五节	激光烧结和三维打印金属模	265
第六节	金属熔融成形系统	270
第七节	快速熔模铸造	274
第八节	叠层铣削	278

第八章 产品开发的组织管理

第一节	产品数据管理	282
第二节	产品生命周期管理	289
第三节	创新管理	294
第四节	知识供应链	303

参考文献和相关网站

第一章 产品开发概论

第一节 产品和生产

一、概述

1. 基本概念

200多年前的工业革命,使人类开始能够构建复杂的工业生产系统,扩展了造物的能力,从此能够有目的地、大规模地生产人类所需要的各种产品。

工业化生产的特点是借助科技知识引发构思,由构思转化为生产规划,通过加工制造活动形成了制成品。这种现代生产系统是由原材料、生产设备、能源以及信息和知识组成的,借助生产过程对资源进行有效利用,改变材料的形状和性能,其产生的结果就称之为产品。由于生产过程和产品对社会和环境会产生正面的和负面的影响,因此对生产过程和产品的优劣,不仅应该从技术上和经济上加以评价,还必须符合环境保护和工业生态学的要求,保持生产的可持续发展。

人们通常只把物质的制品作为产品来认识,包括农产品、建筑物以及各种工业产品。这是因为产品通常是作为生产目标在生产过程中形成的,是看得见摸得着的。随着信息时代的到来,产品的概念越来越广,服务性业绩也是一种无形产品,例如软件制作、咨询服务、金融贷款或保险业务等。因此,产品不仅有物质的,而且也有无形的知识产品和服务产品。

生产就是通过生产要素产生物质的制品、可使用的能量或提供各种形式的服务。生产要素是为产生可使用的制品、服务所需的物质和人力资源、设备和工具以及资金。从经济学的观点来看,生产的目的是为了克服制品和服务的短缺,以满足人们生活或生产日益增长的需求。

按照这个定义,生产是从产品构思开始,延续到加工制造和装配,直到产品送达最终用户的全部过程。

工业生产在我国国民经济中占有重要地位,占GDP的50%以上。工业生产包括建筑业、制造业和其他工业,其中制造业占主导地位,是国民经济的支柱。制造业是指对原材料进行加工或再加工以及对零部件进行装配的工业的总称,是生产物质制品的主要产业。制造业一般有消费品制造业和资本品制造业、轻型制造业和重型制造业、民用制造业和军用制造业、传统制造业和现代制造业之分。

本书讨论的内容涉及各种工业产品,从诸如家用电器、轿车等消费品到数控机床



等资本品。

2. 产品的生命周期

产品是生产活动的源头和生产过程的结果，同时其本身也存在着从产生到消亡的生命周期。产品的生命周期大体上由四个阶段组成：产品开发、产品的制造和销售、产品的使用和维护以及产品的废弃和再造，如图1-1所示。



图1-1 产品生命周期的基本概念

产品开发包括产品形成过程中的构思和规划、概念开发和结构设计、性能分析和评价、原型制作和试验等，即产品在投入正式生产以前各阶段活动的总和。产品开发的复杂性往往表现在要面向完全不同的，甚至是相互矛盾的优化目标（技术、经济、环保等）。全新的产品开发往往要冒很大的风险。因为在开发初期对产品是否能被市场所接受、能否获得成功知之甚少，绝非技术含量最高的产品就一定是适销对路的产品。因此，事先要进行市场调查，以便客观评估规划中的新产品被市场接受的可能性，不失时机地通过开发新产品去淘汰不成功的和即将过时的产品，打造企业发展的新增长点。

产品的制造过程在设计阶段就应该通过生产计划着手准备。产品模型信息应尽量完整，才能使样件加工或批量加工都能顺利实现。产品的制造还可事先借助建模和仿真工具在计算机上虚拟地进行。借助模型描述设备的特性和加工过程，获得产品能不能用该设备和过程加工出来以及质量是否符合要求的信息，以验证所设计的产品的正确性和可加工性，防止重大失误。

迄今为止, 产品的使用及其报废过程还没有充分利用计算机辅助工具加以预测和研究。由于环境保护的要求, 各国环保法规对产品制造和使用的限制日益严格。今天, 与环境协调的观点不仅涉及产品的制造和使用, 同样也涉及产品的报废处理问题。对报废产品的重复使用、再制造以及继续形成可利用资源的可能性, 即实现循环经济的可能性必须在产品开发早期予以考虑。

二、从作坊到大量生产企业

1. 从手工作坊到机械工厂

工业化的进程使生产规模和劳动生产率持续大幅度提高, 社会物质财富的积累空前加速。回顾历史, 制造企业和生产模式的发展大致经历了四个阶段:

- 1) 用机器代替手工, 从作坊形成工厂。
- 2) 从单件生产方式到大量生产方式。
- 3) 制造的柔性化、系统化和信息化。
- 4) 制造的全球化、智能化和绿色化。

蒸汽机可以提供比人力、畜力和自然能更强大的动力, 推动了制造业的发展。到19世纪中叶, 各种金属加工工艺方法陆续出现, E. Whitney 提出了互换性原理并加以实践, 近代制造技术初成体系。但是, 生产方式仍然是作坊式的, 通常按照客户要求进行制造, 使用人工操作的机床, 生产效率不高, 成本却很昂贵。然而, 从业者在产品设计、机械加工和装配方面都有很高的技艺。大多数从业者是从学徒开始, 最后成为制作整台机器的技师或作坊业主。那时的工厂组织结构松散, 管理层次简单, 由业主自己与所有客户、雇员和协作者联系。这种作坊的单件生产方式, 从英国先后传到法国、德国和美国, 在美国这个新兴资本主义的土壤里, 率先形成了近代机械工厂。

2. 福特创造了大量生产方式

推动这种单件生产方式发生根本变革的主要是两位美国人。F. W. Taylor 首先研究了刀具寿命与切削速度的关系, 并在工厂进行工作和时间研究, 制定工序标准, 提出以劳动分工和计件工资制为基础的科学管理方法, 从而成为制造工程科学的奠基人。继而 H. Ford 运用 Taylor 等人提出的理论, 找到克服单件生产方式弱点的方法。他首先在福特汽车公司推行所有零件都按照一定的公差要求来加工, 使汽车装配时不用人工修配。然后把汽车的装配分解成简单的操作: 主要是拧紧螺钉、焊接、涂漆三种。每个工人只承担每种操作的一小部分, 不必关心整台汽车是怎样构成的, 也不必去领取零件, 更不必去知道别人在做什么。移动的流水装配线将待装配的汽车传送到工人面前, 拧紧螺钉就可以。经过简单的培训, 工人就可以在流水装配线上工作。

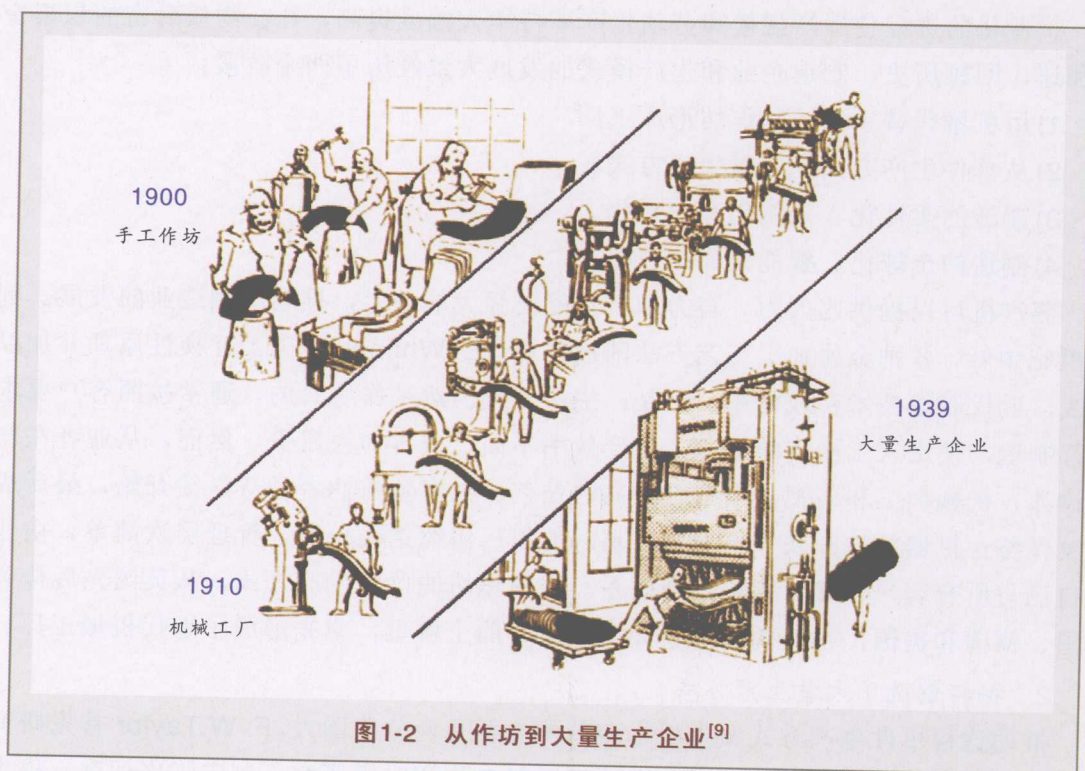
Ford 在1913年建成的汽车装配流水线具有划时代的意义。它缩短了生产周期, 提高了生产效率, 降低了成本, 提高了质量。流水线使工业生产面貌发生了根本的变化, 随着福特原理的大量推广应用, 出现了代表20世纪工业文明的、以高效自动化专



用设备和流水线生产为特征的大量生产方式。这种生产方式对社会结构、劳动分工、教育制度和经济发展都产生了不可估量的作用。

为了不断地提高生产效率和产品质量,各种专用的、多刀和多过程的、同时加工多个工件的以及具有自动循环的机床设备日益增多。由于大量生产方式可大幅度提高生产效率,在许多工业领域中都相继加以采用,生产力发生了飞跃,社会物质财富爆发性增长,到20世纪60年代,大量生产方式发展到了顶峰。

从手工作坊发展到机器生产和大量生产方式的三个阶段如图1-2所示。



三、精益生产

1. 精益生产的由来

1950年,日本的丰田英二考察了美国底特律福特公司的轿车工厂,当时这个厂每天能生产7000辆轿车,比日本丰田公司一年的产量还要多。但丰田在他的考察报告中却写道:“那里的生产体制还有些改进的可能”。

战后的日本经济萧条,缺少资金和外汇。怎样建立日本的汽车工业?照搬美国的大量生产方式,还是按照日本的国情另辟蹊径,丰田选择了后者。日本的社会及文化背景和美国大不相同。日本人的家族观念、服从纪律和团队精神是移民特征的美国人所没有的。日本也没有美国那么多的外籍工人和美国生活方式的自由散漫,以及个人主义的泛滥。日本当时的经济和技术基础也与美国相距甚远,不可能全面引进美国的

成套设备来生产汽车，而且所期望的生产量仅为美国的十分之一。

丰田英二和他的伙伴大野耐一进行了一系列的探索和实践，根据日本的国情，不断提出解决问题的新方法。经过30多年的努力，终于形成了完整的生产体系。在20世纪80年代中期，日本的汽车工业就超过了美国，产量达到了1300万辆，占世界汽车生产总量30%以上。日本汽车工业的高速发展，带动了日本其他工业，创造了日本战后经济繁荣的奇迹。

1989年，美国麻省理工学院 J.P.Womack 等发表了《改变世界的机器》的报告，总结了丰田汽车公司的生产方式，指出它的重大历史意义。报告认为：日本企业由于采用了适度自动化技术，并对企业的整体进行全面的科学管理，从而获得显著的效益。其成功的关键是充分发挥了人的潜力、智慧和积极性。相反，大多数美国企业过于臃肿。因此提出了“精简、消肿”的对策，并把日本丰田公司的生产方式称为精益生产（Lean Production），以表述精益求精，以简代繁的特点。

2. 精益生产的内涵

精益生产体系的特征可以总结为：以客户为“上帝”，以“人”为中心，以“精简”生产过程为手段，以产品的“零缺陷”为最终目标。简述如下：

1) 以客户为“上帝”。企业要面向客户，保持与客户的密切联系，真正体现客户是“上帝”的宗旨。不仅要向客户提供优质服务，而且要洞悉客户的内心想法和潜在需求，以最快的速度 and 适宜的价格，提供高质量的适销新产品去抢先占领市场。

2) 以“人”为中心。现代制造企业当然要不断依靠技术进步求得发展，但更要以人为中心，把中央集权管理转变成部门协调，推行项目小组工作方式。这是一种由企业各部门专业人员组成的、面向项目的综合工作组形式。一个综合工作组全面负责一个产品型号的开发和生产，包括设计、编制预算、材料购置、生产准备以及投产等方面的工作，并及时根据实际情况调整原有的产品设计和生产计划。

3) 以“精简”为手段。精益生产的内涵是删除生产过程中一切多余的不增值的环节，实行精简化，从总体上不断提高效率和效益。在组织结构上，纵向减少层次，横向打破部门壁垒，将多层次、细分工的管理模式转化为分布式平行网络的管理结构。在生产过程中，采用先进适用的自动化设备，使每台设备和每个人的工作真正能够在产品制造过程中实现增值作用。

4) 以“零缺陷”为目标。精益生产所追求的目标不是尽可能好，而是零缺陷。实现最低的成本、最好的质量、无废品和零库存以及产品品种的多样化。当然任何企业不可能马上完全达到这样的境地，但永无止境地追求这一目标，将会使企业发生惊人的变化。

综上所述，精益生产方式与传统的大量生产方式的不同点见表1-1。从表中可见，精益生产方式首先在产品质量上追求尽善尽美，保证客户在产品整个生命周期内



都感到满意。在企业内部的生产组织上,充分考虑人的因素,采用灵活的小组工作方式和强调相互合作的并行工作方式,创造和谐的工作环境。在物料管理方面,准时的物料后勤供应和零库存目标使在制品大大减少,节约了流动资金。在生产技术上,采用适度的自动化技术又明显提高了生产效率,所有这一切,都使企业的资源能够得到合理的配置和充分的利用,人的潜力得到充分发挥。

表1-1 精益生产与传统大量生产方式的比较

项 目	精 益 生 产 方 式	大 量 生 产 方 式
生产目标	追求尽善尽美	尽可能好
分工方式	集成,综合工作组	分工,专门化
产品特征	面向客户和生命周期较短的产品	数量很大的标准产品
生产物流	准时生产方式(JIT)的物流支援	所有工序均有在制品缓冲存储
产品质量	生产过程中的各个环节始终首先由工人自行进行质量保证	由检查部门事后进行质量检验
自 动 化	柔性自动化,但尽量精简化	倾向于刚性和复杂的自动化
生产组织	加快进度的“同步工程”模式	依次实施顺序工程模式
工作关系	强调工作友谊,团结互助	感情疏远,工作单调,缺乏动力

精益生产的基本目的是要在一个企业里同时获得极高的生产率、极佳的产品质量和很大的生产柔性。在生产组织上,它与泰勒方式相反,不是强调过细的分工,而是强调企业各部门相互密切合作的综合集成。这不仅仅限于生产过程本身,尤其重视产品开发、生产准备、生产过程之间的合作和集成以及价值流。读者若有兴趣进一步了解精益生产的最新进展可访问参考文献中列出的相关网站。

四、敏捷制造

1990年初,日本制造业取得巨大成就和《改变世界的机器》一书出版,震撼了全世界。美国开始对制造业发展战略的研究给予极大的重视,美国国防部委托里海大学Lacocca研究所研究美国如何夺回制造业的优势。该研究所于1991年发表了《21世纪制造企业战略》的报告。在这份报告中,总结了美国工业界的经验和利用信息技术的优势,提出了一种崭新的制造模式:敏捷制造(Agile Manufacturing)。

敏捷制造的内涵是在信息时代如何将柔性的先进制造技术、熟练掌握生产技能和有知识的劳动力以及促进企业内部和企业之间的灵活管理三者集成在一起,对千变万化的市场时机作出快速响应。它包含了许多新的思想,例如:

- 1) 可重构的和不断改变的生产系统(柔性制造)。
- 2) 以信息为基础和与批量无关的制造系统(大批量定制)。
- 3) 充分调动人的积极因素和发挥人的创造性(以人为本)。
- 4) 向基层下放权力,简化领导层次和组织结构(扁平化)。
- 5) 自主管理的、模块化的、分布式的制造单元(独立制造岛)。
- 6) 利用信息高速公路,建立全球制造网络(网络化制造)。

从而可见,敏捷制造的活动空间已经从一个企业扩展到整个工业社会。这些新思想、新概念,将促使传统制造业发生一系列根本性变化。事实上,敏捷制造的每一种特性,在今天的制造企业中都可以找到。所不同的是,今天的特例将成为明天的常规;今天看来不寻常的事,明天将极为普遍。以信息技术为代表的高新科技的广泛应用,将给我们的生活和工作、思想观念以及社会活动带来质的变化,从而导致制造业管理方式和生产方式的根本性变革。

今后,将越来越多地通过客户参与产品设计,共同把新产品迅速推向市场。通过产品迅速重构和更新换代的方式,建立起一个把开发新产品集成到社会系统中的新局面。随着需求的变化和产品的改进,客户很容易得到想要买的、可以重新组合或更新换代的产品,而不是简单用新产品去替代老产品。

这种经营管理的柔性将提高企业的市场应变能力,使企业在生产计划安排、库存量控制及市场决策等方面有更大的自由度。同时,这种迅速响应能力使企业管理者可以依据市场需求,对产品制造速度进行动态决策。市场决定了不同产品的价格和交货期,对于相同的产品,也可以存在迅速响应和缓慢响应的价格区别。这也就是说,将根据市场的需要,以不同速度生产相同的或不同的产品。

换言之,敏捷制造将一些可重新编程、可重新组合、可不断更新的生产系统结合成新型的、信息密集的制造系统,尽可能使生产成本与批量无关。对于生产一万件同一型号的产品与生产一万件不同型号的产品,所花费的成本是基本相同的。企业完全按照订单进行生产,从大量生产方式向大量定制方式转变。

因此,“敏捷”的概念是指允许管理者根据市场的要求对产品的生产速度进行调整。由于敏捷性首先是以产品模块化的形式引入,随着成组技术、电子商务和互联网的普及,整合非物质制造资源,形成虚拟企业和网络化制造。因此,实施敏捷制造不一定会导致很大的额外投资。关键的问题是改变观念,开发具有迅速响应能力的管理系统,从而将企业经营管理从那种缓慢而古老的批量生产的思想桎梏中解放出来。

敏捷制造提出的重大意义还在于推动了制造哲理和生产模式的研究,并使制造业的面貌不断发生变化。例如,为了推进敏捷制造的实施,1994年美国能源部和国防部制定了《实施敏捷制造的技术(Technologies Enabling Agile Manufacturing)》计划。它将实施敏捷制造的技术分为产品设计与并行工程、虚拟制造、制造计划与控制、智能闭环加工和系统集成五大部分,详尽地阐述了有关的方法和手段。

五、下一代制造

1995年,在美国国防部、能源部、国家标准和技术研究所以及自然科学基金会共同资助下,由麻省理工学院的“敏捷性论坛”和“制造先驱者”两个部门,以及“实施敏捷制造的技术”项目组共同主持《下一代制造(Next Generation Manufacturing)》计划。其目标是开发一个能被广泛接受的现代制造企业模型,提出应该采取什么行动



才能够使美国制造业在新的竞争环境中保持领先地位，为21世纪美国制造业的发展勾画蓝图。必须指出，企业敏捷响应市场的能力是通过把技术、组织管理和人员三种资源集成为一个协调的、相互关联的系统来实现的。具有高度柔性的生产设备是敏捷制造企业的必要条件，但不是充分条件。所采用的技术，无论是已有的、或者是可以预见的，都需要将新技术与企业的组织结构和人的因素结合起来，才能充分发挥作用。

下一代制造的策略思想是，首先认为经济活动的全球化是推动制造业未来变革的动力，然后明确制造企业在新的竞争环境下获得成功必须具备的属性，最后探讨制造企业克服进退维谷困境和达到所需属性的措施和方法。

1. 全面理解新的竞争环境

21世纪人类社会将面临史无前例的变化，每一个国家、每一个企业要在新的竞争环境中生存和占有优势地位，必须首先深刻理解新的竞争环境的特点，高瞻远瞩，审时度势，研究对策，迎接挑战。

新的竞争环境的主要特点如下：

1) 由于互联网的迅速普及，各种信息的获取和传播变得如此容易，信息无处不在，无孔不入。能够率先获取和应用各种有效信息就成为一个企业的重要竞争优势。

2) 信息技术和通信技术的发展，使知识和技术更新的步伐正在加速。这将促使产品生命周期越来越短，新产品层出不穷。从而导致企业的生产和业务活动都不可能保持长期稳定。加上生产力和生产效率的提高，相当一部分企业的规模将会缩小。一般劳动力需求数量会相应减少，而知识劳动力却需求旺盛。

3) 新技术推广以及获得新技术的途径变得更加容易。企业想依靠某项新技术保持长期竞争优势越来越困难。往往一个新产品刚刚推出不久，竞争对手就会把更便宜、更好的类似产品投入市场。

上述因素不仅导致市场的全球化，还促进了创造财富的生产过程全球化、生产基础设施和知识劳动力的全球化，这样又更进一步加深了竞争的激烈性。全球化提供了机遇，同时也带来深层次竞争的威胁。

由于发展中国家教育和生活水平的迅速提高，高工资和高技能的劳动力不再仅仅是工业化国家的象征。劳动力市场全球化使高工资和高技能正在向发展中国家转移。

人类已经面临环境污染、生态破坏和资源短缺的危机。占人口15%的工业化国家消耗了50%以上的能源，因此必须实行可持续发展的策略，开发绿色产品，推行绿色制造，发展循环经济。

客户越来越挑剔，客户的满意度将从单个产品转向问题的解决方案。客户、供应商将越来越多地参与产品和过程的开发。这将迫使企业提高为不同客户提供不同产品和服务的能力，产品将逐渐成为服务的一部分。

2. 下一代制造企业的属性

面对全球化竞争环境,一个企业要想获得成功,必须具备的属性是:客户响应度、工厂和设备的响应度、人力资源响应度、全球市场响应度、组织响应度以及快速响应的企业运作实践和文化。现将下一代企业的这六种属性简要地加以说明:

1) 客户响应度。就是想客户所想,从客户的角度来考虑为什么买这个产品?下一代制造企业所提供的不单是物质产品,而是产品和服务的集成,以解决客户在产品生命周期内对功能、费用和时间的全面要求,提供全面解决方案。

2) 工厂和设备的响应度。它是指在日益成熟的制造科学的基础上,建立和应用可重构的、可变规模的、有经济效益的制造过程、设备和车间,使其能够迅速适应不同时期和不同情况下的生产需要。

3) 人力资源响应度。这意味下一代制造企业的劳动力是有能力的和主动的知识员工。他们能够在变化的工作环境中独立自主地获取新知识、学习新技能、适应新的竞争环境,迅速正确地作出各种决策。

4) 全球市场响应度。它是指下一代制造企业应该制定自己的发展策略,预测和响应不断变化的全球市场,且分布在世界各地的下属企业能够在集团总目标的前提下按照当地需要进行运作。

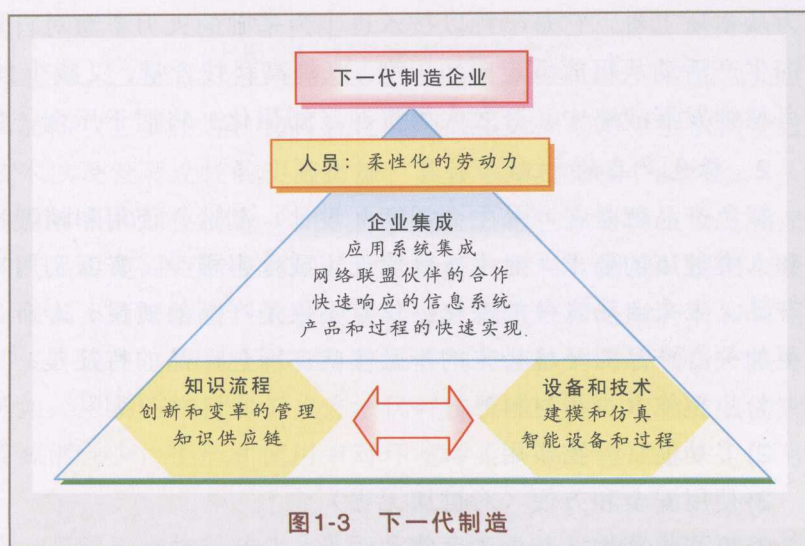
5) 组织响应度。下一代制造企业将高度关注组织的柔性,把公司内部的小组化作为一种核心竞争能力。小组化柔性组织的特征表现在每个部门都具有获取和集中知识的能力。借助这种新型柔性化组织形式来开发、生产和支持企业的产品和服务。

6) 快速响应的企业运作实践和企业文化。下一代制造企业将不断发展其核心竞争能力、新型组织结构、具有特色的企业文化和现代业务实践的优势,使其能够预测和响应客户的潜在需求。

3. 创造下一代的企业文化、业务过程和技术

为了明确下一代制造企业应有的属性,在《下一代制造》报告中提出了与人员、业务过程、技术和系统四方面有关的必不可少的十项措施,如图1-3所示。

从图中可见,下一代制造的思路是:把知识流程、设备和技术作为基础,然后





借助信息技术实现企业集成,改变企业的组织架构,快速开发新产品和新过程,特别强调柔性化劳动力在达到目标过程中的关键作用,体现以人为本。

该报告明确提出一个重要概念:网络联盟企业或者称之为扩展企业(Extended Enterprise)。网络联盟企业与传统公司的根本差别在于:公司通常是谋求利润的法人实体,它具有自主经营管理权、明确的所有权和法律责任。网络联盟企业是一组相互通过网络联系在一起的机构,在分享知识和制造资源的基础上合作创造产品和服务。这种合作将能够提供客户所需要的综合解决方案,使竞争优势最大化,同时又能实现每个机构自己的策略目标。这个定义比虚拟企业更加容易为工业界所认同。

六、绿色制造和可持续发展

1. 可持续发展的重要性

20世纪的100年,人类消耗了几千年甚至上亿年才能形成的自然资源。物质文明如果是自发的而不是自觉的发展,留给人类自己的将只是荒漠和毁灭。我们应该清醒地认识到,世界上一切财富都是人力资源开发自然资源的产物,而其中制造业占有极其重要的地位。制造业把原料通过资源的消耗(包括环境的污染)转化成各种各样的产品,直接或间接地为人类的衣、食、住、行服务。在产品的运行和使用过程中,还会继续不断地消耗各种资源和产生环境污染。我们创造了工业文明,同时破坏了生态环境,产生了污染,象征现代化的汽车就是一个最典型的例子。

制造业是创造财富的主要产业,同时又是环境污染的源头。可持续发展的制造业,应该是最有效地利用资源(能源和材料)、最低限度地产生废弃物和最少地排放污染物、以更清洁的工艺制造绿色产品的产业。干净而有效的理想工业生态,应该是能够模仿自然界具有资源再循环利用的能力,同时又产生最少废弃物的经济。

可持续发展除了强调高效、节约和无污染外,还必须具有以人为中心的发展模式。因为从本质上看,它是一种以技术进步为基础的人力资源对自然资源的替代,它使人类的生产活动从粗放型走向知识型,既提高科技含量,又减少自然资源的消耗。因此,在可持续发展战略中,开发人力资源(知识化)将居于压倒一切的地位。

2. 绿色产品的定义

绿色产品就是在产品生命周期(设计、制造、使用 and 销毁过程)中,符合环境保护和人类健康的要求,对生态环境无害或危害极少,资源利用率最高,能源消耗最低的产品。未来市场竞争的深化,焦点不仅是产品的质量、寿命、功能和价格,人们同时更加关心产品对环境带来的不良影响。绿色产品的特征是:

- 1) 小型化(少用材料)。
- 2) 多功能(一物多用)。
- 3) 使用安全和方便(对健康无害)。
- 4) 可回收利用(减少废弃物和污染)。