

第1章

制造模式概述

本章要点

- 掌握制造模式的内涵
- 回顾制造模式发展历程
- 了解制造模式创新在新一轮工业革命中的重要作用

为充分认识制造新模式及新特征,需要对制造模式有基本的了解,分析传统制造模式的不足,并比较其与新模式之间的差异。本章主要对传统制造模式进行概述,首先分析制造模式的内涵,其次对制造模式的发展历程进行系统而全面的回顾,最后对新一轮工业革命背景下制造模式的创新进行评述分析。

1.1 制造模式的内涵

制造模式与制造系统密切相关,可为企业制造系统运行提供具有普适性和全局性的样板或典范,也是制造企业进行生产的典型方式。为了解传统制造模式,并适应未来制造的新模式,首先要搞清制造模式的内涵。因此,本节将从“小制造”与“大制造”的区分讲起,逐步引出制造系统的定义和特征,并给出制造模式的定义。

1.1.1 “小制造”与“大制造”

制造可以理解为制造企业生产有形产品的各类生产活动的集合,包括市场分析、研发、采购、加工、装配、销售,以及公司的财务、人力资源、信息化管理等辅助性环节。从系统的角度看,制造是一个转换过程,将原材料、资金、人力、技术等生产要素作为输入,转换为具有使用价值的产品和非物质的服务进行输出。

制造企业的界定目前还没有统一标准。按国际惯例,通常可将生产企业划分为三大类别:第一产业、第二产业和第三产业。第一产业指直接利用动植物自然资源的种植业、养殖业,如农业、林业、渔业、畜牧业等。第二产业指将第一产业生产的原料转化为产品的企业,如冶金、钢铁、化工、机械、电子、轻工、纺织、制药、建筑、能源等。第三产业通常指服务行业,如金融、保险、交通、运输、教育、法律、医疗、保健、娱乐、餐饮、旅游、房地产等。制造业属于第二产业的范畴,是第二产业的核心,美国将第二产业中除建筑业和能源工业以外的行业均

视为制造业。

上面所说的“制造”是一个广义的概念,也就是“大制造”,包括需求分析、工程设计、生产加工、零件组装、质量监管、运输配送及售后服务等,涉及整个供应链。所谓供应链(supply chain)是指围绕核心企业,从原材料及配套零件开始,制成中间产品及最终产品,最后由销售网络将产品送到消费者手中,将供应商、制造商、分销商及最终用户连成一个整体的功能链状结构。从供应链视角定义的广义制造概念目前已得到广泛认可。

但从传统观点角度看,制造也经常指零部件制造、装配后得到最终产品的全过程,这是一个“小制造”的概念,是对“制造”的狭义理解。显然,在新的形势下,狭义理解制造十分局限,不足以表达当今庞大、复杂的制造系统。因此,本章引入“大制造”的概念,旨在呈现给读者一个全局的视角。本书其余部分内容讨论也以“大制造”概念为基础。

1.1.2 制造系统的定义与特征

制造系统是为实现预设目标、完成相关生产制造任务而构建的人造组织系统,是一个有机整体^[1-3]。从结构上看,它由转换过程、硬件资源、软件资源和人力资源等组成,具体内涵如下。

1) 转换过程

包括需求分析、产品设计开发、物资采购、生产计划、制造控制、质量监测、供应分销、售后服务及回收等制造与生产管理活动。

2) 硬件和软件资源

硬件资源包括厂房、加工设备、工具、原材料、能源、计算机和传感器网络等。

软件资源包括生产运作管理理论与方法、加工工艺、测控技术及管理信息系统,如企业资源计划(enterprise resource planning,ERP)系统、产品全生命周期管理(product lifecycle management,PLM)系统、高级计划与排程(advanced planning and scheduling,APS)系统、制造执行系统(manufacturing execution system,MES)等。

3) 人力资源

包括从事物料准备、信息监控及对制造过程进行决策和控制的操作工人和管理人员。



图 1-1 制造系统资源转换模型

制造系统的核心功能是资源转换,以尽可能高的生产率将制造资源(如原材料、能源等)转化为成品(含半成品)及服务。如图 1-1 所示,下面将从系统的角度具体阐述制造系统资源转换功能。

(1) 输入。输入主要是指物质、信息及能量等有形和无形资源。其中,前者是指厂房、机器、能源、人力等;后者包括知识技术、信息、品牌、客户关系及管理方法等。

(2) 输出。输出主要包括产品、服务、社会效益等。产品包括硬件和软件产品。服务包括技术输出、咨询培训、维护管理及产品相关的业务,目的是保证产品正常使用,或者基于产品硬件的使用为客户创造附加的服务价值,如与手机捆绑的导航、聊天、金融等服务。社会效益是指制造系统产生的除经济效益以外的效应,比如与人文环境、自然资源保护、公益价

值、员工安全与健康等相关的方方面面。

(3) 约束和控制。约束和控制主要是指外界环境带来的制造必须考虑或遵循的约束,如行业政策、法律法规、规范标准,以及其他相关的要求和约束,比如贸易壁垒、环保要求等。

(4) 支撑平台。支撑平台主要包括硬件类平台,如新一轮工业革命背景下的信息物理系统(CPS)、工业互联网、信息传感器等;软件类平台,如企业管理信息系统,ERP、APS、PLM、MES等。

综上所述,在结构上,制造系统是由制造过程涉及的硬件、软件及人力组成的一个统一整体;在功能上,制造系统是一个以最大生产率将制造资源(如原材料、能源等)转化为成品或半成品的系统;在过程方面,制造系统涉及整个供应链的产品生命周期,包括计划、控制等生产运作过程。总之,制造系统可以实现生产要素的转变,将原材料转化为产品,同时实现提升效率、降低成本等目标^[4-5]。

制造系统的主要特征包括复杂性、系统性与进化性,具体阐述如下。

(1) 复杂性。制造系统中具有大量的物料、设备、资源、人员、信息等多种类型的资源;包含多个相互作用的层次(如计划层、执行层、设备层等);且由多个具有复杂交互作用的环节(子系统或部门)组成,如设计研发、生产制造、市场销售、财务核算等。因此,制造系统是大规模复杂系统,其构建和运行管理十分困难。

(2) 系统性。整个制造系统由上下游企业、企业内部的各生产制造环节或部门(系统单元)组成,通过密切的物料和信息交互,共同影响系统的绩效。因此在设计和优化制造系统时,不仅要考虑组成系统的各单元,而且要考虑系统单元之间的耦合,否则会极大地影响企业运作效率和效果的提升。只是追求系统单元最优,忽略彼此之间集成,不一定能保证整体系统绩效;即使不是最优的系统单元,只要很好地集成,整体系统的绩效也不一定不好。制造系统的成功运行离不开横向和纵向的信息集成与协同决策,需要通过物质流、资金流、信息流、能量流等对各环节或子系统进行整合,打破“信息孤岛”效应,从而实现协同工作,以系统工程的思维分析和解决生产运作中的具体问题。

(3) 进化性。制造系统既有自身发展的规律,又有随外界环境变化而进化的能力。设计的完善、工艺的发展、模式的优化等都是促使制造系统自我更新的驱动因素。制造系统的进化特性使之能适应时代的发展变化,同时能推动生产力的发展。进入新一代信息通信技术及人工智能背景下的智能制造时代以来,越来越多的企业正通过数字化与智能化(数智化)转型升级,为制造系统建立良好的自适应、自学习机制,使制造系统从被动适应转为主动学习与进化,从而适应未来更加复杂多变的市场需求,抓住稍纵即逝的发展机遇,立于不败之地。

1.1.3 制造模式的定义

模式是指事物的标准形态或其运作的典范方式。相应地,制造模式是指制造企业在一定市场环境和技术变革背景下,为提高产品的竞争力和需求适应性,降低成本与浪费,提升效率、质量及服务水平,而在制造系统各种资源和生产要素配置、生产组织管理、生产制造和技术系统等方面采用的标准形态和典范运作方式^[6]。企业为了完成指定的生产任务,将采取能够达到良好效果的生产方式,并通过相应的生产组织形式有效地配置各种资源和生产

要素^[7-10]。

我们也可以认为,制造模式是一种描述制造系统运行规律的哲理和指导思想。制造哲理是制造模式的基础,即制造系统设计和运行依据的理论和原则。制造模式是制造哲理在制造系统中的体现,揭示了系统在运行过程中遵循的规律。而且这些已经形成规范的理论和原则,可以为其他企业借鉴,从而依据其所处的不同环境条件、竞争策略、希望达成的目标进行灵活选用或进一步创新。

制造模式总是与科学技术与生产力发展水平及市场需求的变化紧密相关。随着经济社会的进步、科技的发展、认知水平的提高及需求的变化,制造模式在已有的基础上不断完善、更迭及创新。最初手工作坊中的制造,产品的设计和加工检测都由个人完成,这种模式的柔性或灵活性很高,但效率非常低。而后,随着蒸汽机和电机的发明,催生了大批量生产模式,该模式通过有效的分工实现了专业化工作,显著提高了生产率并降低了制造成本,满足了单一或少品种产品的大规模需求。20世纪末期,市场需求逐渐呈现多品种、大批量等特征,而且随机性和时变性逐渐明显,在计算机信息技术赋能下,原有的大规模制造模式正在被更先进的制造模式代替,强调需求牵引、数据驱动、可持续发展、高度柔性等,如柔性制造、精益生产、敏捷制造、虚拟制造、绿色制造等^[11-15]。

为了更具体地说明制造模式的内涵,以柔性制造、精益制造、虚拟制造、绿色制造4种典型的模式为例进行简单的解释说明。

1) 柔性制造模式

柔性制造模式由英国莫林斯公司首次提出,在20世纪70年代末得到推广应用。该模式主要依靠以计算机数控机床为主的柔性制造设备实现多品种、小批量的生产,以增强生产系统的灵活性和应变能力,缩短产品生产周期,提高设备利用率和劳动生产率。

柔性制造的柔性是指生产多种产品、满足多样化需求及适应需求波动的能力。柔性是相对于单一或少品种大规模生产而言的。生产成本分为固定成本和可变成本,前者包括生产厂房、设备的投资成本,一旦投入后,成本就固定了;后者则包括原材料、能源、人力等成本,随着生产批量的变化而变化。大规模生产最大的优点是成本低,因为大量生产的成本平摊了固定成本,批量越大,成本越低。相比而言,柔性制造涉及多种产品的小批量或不大批量生产,不像大规模生产那样用一套生产设备或生产线生产一种产品,而是多种产品的生产共用一套柔性制造系统,通过聚集多种产品的需求量,平摊固定成本,从而降低多品种、小批量产品的生产成本。

2) 精益制造模式

精益制造模式是由美国麻省理工学院于1990年在总结丰田汽车的经验时提出的。这种模式采用“精益求精”的管理思想,以消除浪费为核心原则,同时充分考虑人的因素,采用并行工作等方式,使企业资源得到合理配置。

传统的大规模生产是基于推动式(push)机制,供应链上的上游企业或生产过程中的上游环节根据需求预测确定生产量,上游企业生产的产品或中间产品向下游企业推送。如果无法推送,就存放在上游企业或环节的库存中,这样会导致产品库存或在制品库存(投入制造系统、还未成为最终产品的原材料、中间产品库存)非常高。库存需要占用资金,如同把钱放在家里,而不是存到银行赚取利息或者投资赚钱,丢失赚钱的机会,导致机会成本的增加。精益生产则是一种拉动式(pull)机制,上游企业的生产由下游企业需求拉动,上游企业根据

下游企业需求准时准量生产,从而实现零库存,减少库存导致的浪费。

3) 虚拟制造模式

虚拟制造模式是指基于模拟仿真技术实现产品的研发和制造,这一理念将实现传统制造模式的根本性改变。在产品真正制造出来前,首先在虚拟环境中进行全过程的模拟实验,与实际的物理操作过程一一对应,对生产制造中的每个环节进行预测和评估。虚拟制造模式还有一个现实的应用,即“twin factory”(孪生工厂),可以显著缩短产品设计与制造周期,降低产品开发成本,提高对市场需求的响应能力,在产品研发投入、生产管理方面做出更加科学、合理的决策。

4) 绿色制造模式

绿色制造模式是指综合运用生物技术、信息技术和环境科学等方面的成果,使制造过程中尽可能减少能耗、减少使用化石能源、减少工业三废及其他相关污染物的制造模式。它通过综合与集成生态型制造技术,实现制造业的可持续发展。

1.2 制造模式发展历程

制造模式的发展经历了漫长的历程,纵观工业历史上每次制造模式的大变革,都是伴随着技术变革及生产力和市场需求的变化而产生的。从少品种小批量到少品种大批量,再到多品种小批量、多品种大批量,流水线生产、精益生产、柔性制造、敏捷制造、大规模定制制造等新理念和新模式层出不穷。本节将回顾制造及制造模式的演变历程,分析制造模式发展的意义^[16-18]。

1.2.1 制造与制造模式的演变

1. 制造模式的演变概貌

从人类历史发展的角度而言,对制造模式演变发展历史的研究与对现代先进制造模式的探索同样重要。制造模式总是与技术变革、生产力发展水平和市场需求相联系的,制造模式是制造业的灵魂与核心,而制造业又是国民经济的基础产业和国民社会不断前进的不竭动力。从第一次工业革命开始,制造业脱离手工作坊模式,逐渐成为世界各国国民经济中的主导产业。20世纪50年代,大批量生产模式的发展大大促进了制造业的发展。其后,消费者需求发生了巨大变化,多样化和个性化需求的特征越发明显,市场变化迅速以致难以预测,因此大批量生产变得越来越难以满足市场要求。这就需要开发新的制造模式,从而快速响应市场需求变化。纵观几百年来生产制造模式的发展历史,基本可分为四个阶段:少品种小批量生产、少品种大批量生产、多品种小批量生产、多品种大批量定制化生产等。制造模式的演变还与技术变革密切相关。没有前两次工业革命中蒸汽机和电机的发明,基于机械化和电气化的大规模生产绝无可能实现,也谈不上大规模生产方式;没有第三次工业革命中计算机信息技术的赋能,柔性制造、敏捷制造、大规模定制制造等模式也不可能实现。总之,对制造模式进行深入研究,为制造系统建立先进的制造模式具有重要意义,从人类制造生产模式的演变中我们可能得到有益的启示。

总的来说,世界制造模式主要经历了以下几个阶段的变迁。

17世纪至19世纪30年代,蒸汽机的出现和专业化分工的发展,孕育了制造工厂的雏形,生产力也因此得以大幅提升。当时的生产模式主要是“少品种小批量生产”。以汽车行业为例,当时处于世界领先地位的轿车制造企业P&L公司每年制造的数百辆汽车中没有完全相同的,因为所有供应商和承包商的计量器具均不标准,生产作业也缺乏标准化流程且依赖人工,远远无法满足市场需求。

19世纪20年代,亚当·斯密(Adam Smith, 1723—1790)提出“劳动分工”理论,惠特雷(E. Whitney, 1765—1825)提出“互换性”“大批量生产”等概念。在此基础上,奥利弗·伊文思(Oliver Evans)将传送带引入制造系统,同时泰勒提出“科学管理”的概念;福特汽车公司在机械化和电气化的支撑下,提出了汽车装配过程的流水线化生产,“少品种大批量生产”的模式因此产生。由此制造业开始了第一次生产模式的转换,虽然生产线柔性及产品多样性依然不足,但生产效率得以大大提高,也通过规模效应降低了产品成本。

大批量生产模式下的竞争优势主要体现在效率和质量两方面。规模效益使企业成本大大降低,如前所述,因为大批量的产品分摊了产品生产的固定成本。此外,由于少品种的大量重复生产,其质量管理与控制相对简单,质量自然得以保障。但是,流水线最大的短板是不具有柔性或柔性不足,而需求的多样性导致产品多样化,流水线很难满足该要求。因此,在成组技术和制造自动化技术的基础上,柔性生产模式应运而生。揭开柔性自动化生产序幕的是美国麻省理工学院(MIT)试制成功的第一台数控铣床。此后,英国莫林公司和美国辛辛那提公司建造了第一条由计算机集中控制的柔性制造系统。20世纪70年代以来,各种柔性制造单元、微型机数控系统、柔性生产线和自动化工厂逐步涌现,其工序集中,节拍灵活可调整,而且生产成本低。柔性制造单元或柔性制造系统的出现,使多品种小批量生产成为可能。

20世纪80年代,人们又在系统整体优化思想的指导下,将眼光投向大批量定制化生产。这一概念于1987年由斯坦·戴维斯(Stan Davis)在他的“Future Perfect”一文中第一次提出,后来被约瑟夫·派恩(B. Joseph Pine II)在其著作《大规模定制——企业竞争的新前沿》中进一步发展。依据经典定义,大规模定制(mass customization, MC)是指从系统和整体优化的角度出发,充分挖掘和利用现有资源,基于现代设计方法、先进制造技术、信息技术,通过产品结构和制造过程的重组,以大批量生产的成本、高质量、高效率提供定制产品和服务,从而满足大量客户个性化需求的生产方式。该方式一方面可解决少品种大批量生产模式与市场需求剧烈变化之间的矛盾;另一方面可充分利用大批量生产的低成本、高质量、高效率的优势。

然而,大规模定制的生产方式具有高度的不确定性,且普适程度低,无法从本质上解决生产方式与市场需求波动的固有矛盾。解决此矛盾,只能依靠生产管理模式和相应技术的进步。20世纪80年代后期以来,新模式及相关制造战略相继出现。1988年,GM公司和理海大学的研究者提出了敏捷制造的生产模式;1992年,德国和美国提出了精益生产模式;1994年,德国提出了分形公司的概念,改变了工业组织结构。其中两种制造模式——“精益生产”和“敏捷制造”,不仅对企业界产生深远影响,而且在学术界成为研究热点。

精益生产(lean production, LP)模式,是由MIT根据丰田公司等90余家汽车企业的先进经验总结出来的,相对大批量生产方式而言是新生产模式。其核心在于准时制,关键是识别价值增值,找出创造价值的来源;在稳定的需求环境下,利用顾客需求拉动系统,提升效

率并消除浪费,力争以最低的成本按时交付高质量的产品。

敏捷制造(agile manufacturing, AM)模式于1988年由美国GM公司和理海大学共同提出。1994年后,多家公司和大学研究机构先后在集成产品与并行开发、信息与控制、法律障碍、虚拟企业、过程与设备等方面展开相关研究。敏捷制造旨在将柔性生产技术与高级劳动力,以及促进企业内和企业间合作的灵活管理进行深度集成,从而对迅速改变的市场需求和市场实际做出快速响应。其主要特征包括以下几方面:①尽量并行处理生产活动;②将生产制造系统看作一个有机整体,设计、制造、管理等过程不再相互孤立,而是以系统的观点考虑问题;③强调多主体的交互与协调,如设计、制造、质量、采购、销售、服务等环节的协同决策与配合工作。

接下来主要对大规模生产这种在制造业历史上占据重要地位的生产方式,以及两种21世纪新兴的生产模式——精益生产和敏捷制造模式,进行详细介绍和探讨^[19-21]。

2. 福特流水线与大规模生产

1) 福特流水线的建立

流水线最早出现于汽车制造工业。流水线出现之前汽车制造完全是手工作坊型的,例如,福特汽车公司需要728个人工小时完成一辆汽车的装配,导致年产量极低(大约12辆),远不能满足巨大的市场需求。后来福特汽车公司将汽车底盘放在传送带上输送,这一创新标志着流水线的出现。

流水线将一个装配过程分为若干子过程,每个子过程由专人负责,多个产品放在传送带上输送,使多个产品的不同子过程之间可以并行运作。从一个产品看,如同其不同的子过程在同时进行,这样就使生产效率大大提高。再辅之以科学管理的有效运用,使装配速度成百倍增长。流水线的科学运用使福特汽车公司在一年之中可以生产几十万辆汽车,汽车销售价格降低近50%。1914年,一个工人平均工作不到四个月就买得起一辆T型汽车。

流水线的发明使产品的生产工序被分割为多个环节,使细致的分工成为可能,而批量化、专业化的操作使生产成本下降、生产效率提高,产品的质量和产量大幅提升,极大促进了生产工艺过程和产品的标准化。汽车及多种多样的日用品在流水线上变成了标准化商品,汽车工业迅速成为美国的支柱产业。流水线生产方式的出现还促使生产岗位逐步实现标准化。在工业时代,体力劳动者的生产率正是通过流水线生产方式得以提升的,大规模生产方式也因流水线的大规模应用而得以实现,这是流水线生产方式本身的历史功劳和胜利。

2) 从福特流水线到大规模生产

建立第一条生产线之后,福特汽车年产量达1700多辆,距离一分钟生产一辆汽车、使造车工人也买得起汽车的愿景更近了。福特开始思考每个细节中是否有节省成本的空间。福特的发展思路是大规模生产与大规模采购相结合,以规模效益及低成本优势提高竞争力。当时包括汽车在内的工业市场刚刚起步,物质资料短缺,基本的市场需求还未得到满足;且客户都是基本需求,需求趋同。因此,福特汽车公司等很多工业生产企业认为,以尽量低的成本卖出尽量多的产品,就能获得最大利润。

而规模生产的本质在于规模经济(economy of scale)效益。规模经济效益是指随着规模的加大,生产成本(主要是平均固定成本)和经营费用都得以降低,从而取得一种成本优

势。其一,通过增加产量来降低价格,以低价格刺激更大的销量。销量增加后生产规模随之增加,会进一步降低成本,使汽车有更大的降价空间。细分市场的消费者趋向于低价格,消费者向统一的市场转变,从而增加消费市场的一致性。其二,规模经济效应可以抵偿固定成本的增量,新的工艺技术也就能有力推动成本的降低。其三,保证高效生产,并关注输入、转化、输出等过程的稳定运行,以保障每个环节的顺畅运转。在此种经营模式下,产品生命周期会被尽量延长,并减少对技术和工艺的平均投入。产品生命周期的延长,可使投资的生产设施、研发费用继续变现,并有更多的时间进行产品改进。在这样的生产方式辅助下,福特汽车公司单一的T型汽车占据了巨大的市场份额。

从19世纪20年代开始,“少品种大批量生产”的模式得以不断发展,从福特T型流水线发展而来的大批量生产方式中,除具有从美国制造系统中继承的部件互换、专用设备和工具、劳动分工等特性外,还有流水线生产、致力于低成本和低价格、产品和零件标准化、规模经济、专业化程度高和致力于提高运作的效率等特性。这种生产方式大大提高了生产效率,满足了市场的大量需求。经过多年的发展,在现代化社会大生产中,以汽车制造为代表的大批量生产方式已成为主流,为社会的发展起到了极大的推动作用。

3) 从大规模生产到大规模定制

大批量生产使美国在20世纪取得了制造业的垄断地位,然而大规模生产的顺利运行是建立在图1-2所示的动态循环之上的^[22]。影响这种方式的关键因素是产品种类单一、市场需求稳定、产品开发周期和生命周期较长。

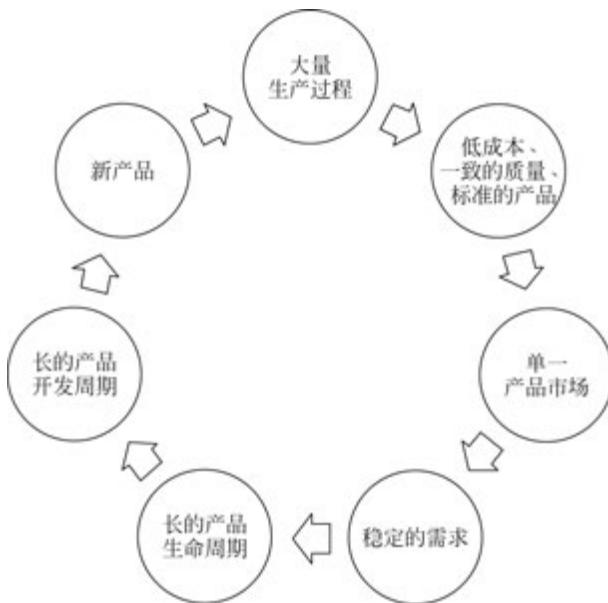


图1-2 大批量生产动态循环

从20世纪后期起,市场环境及客户需求已经有明显变化(表1-1),与大批量生产模式相关的要素也有明显变化。考虑到细分市场和定制化需求等变化,大批量生产模式受到市场饱和、输入不稳定、产品工艺技术落后等因素的影响,失去了原有的效率和稳定性优势^[23-25]。

表 1-1 市场变化比较

稳定的市场	动荡的市场
稳定、可预测的需求	不稳定、不可预测的需求
易说明的需求	不易说明的需求
生活必需品	享受品+必需品
相同的需求	不同的、个性化的需求
慢的需求变化	快的需求变化
低价格意识	高价格意识
低质量意识	高质量意识
低时尚意识	高时尚意识
低水平的售前、售后服务	高水平的售前、售后服务
低的客户权利(选择和设计产品的权利)	高的客户权利(选择和设计产品的权利)
低的竞争强度	高的竞争强度
以产品驱动的竞争为主	以时间驱动的竞争为主
不饱和的市场,卖方市场	饱和的市场,买方市场
产品替代品较少	产品替代品较多
长的、可预测的产品生命周期	短的、不可预测的产品生命周期

在丰厚的利润背后,大规模生产模式的衰退已初露端倪。对许多企业来说,大规模生产从20世纪60年代开始衰退,20世纪70年代衰退的速度加快,最终在20世纪80年代开始形成新的管理思想——大规模定制。

大规模定制通过灵活性和快速响应实现真正意义上的客户定制化和产品多样化,较好地实现了定制产品和服务的大规模生产。工业界也有很多案例,如丰田汽车公司对客户承诺五天交货,并且客户可在CAD系统中亲自定制自己的汽车;IBM公司提供可定制的个人计算机;AT&T公司提供可定制电话服务。表1-2对大规模生产模式与大规模定制模式进行了比较,进一步说明大规模定制模式的特点。

表 1-2 大规模生产模式与大规模定制模式的比较

	大规模生产	大规模定制
焦点	通过稳定性和控制力提升效率	通过灵活性和快速响应实现定制化
目标	以较低价格开发、生产、销售、交付产品和服务	提供具有足够多样化和定制化的产品和服务以满足大多数人的需要
关键特征	统一的大市场、标准化的产品和服务,产品开发和生命周期长	多元化的细分市场、定制化的产品和服务,产品开发和生命周期短

从表1-2中不难看出,技术创新在大规模定制模式的发展中起到重要作用,可提高产品的适应能力,并缩短开发周期。在多样化和定制化方面具有优势的企业,更容易满足客户的个性化需求,实现持续性发展。在大规模生产中,低成本主要是通过规模经济(economy of scale)实现的——通过高产量和生产过程高效率降低产品和服务的单位成本。在大规模定制中,低成本主要是通过范围经济(economy of scope)实现的——使多种产品共享单个工艺过程或制造系统,便可更便宜、更迅速地生产多种产品和服务^[26]。

3. 丰田生产方式与精益生产

20世纪初,流水线一直是现代工业生产的主要特征,这种方式适应美国当时的国情。

但第二次世界大战以后,市场需求逐渐多样化,这也对多品种小批量的工业生产提出了需求,而单一种类大批量的流水线生产越来越难满足需求^[27]。在这样的背景下,精益生产模式应运而生,这种多品种小批量的高质量典型模式,是根据日本丰田汽车公司实践需求创造的一种革命性制造模式,被称为“改变世界的机器”,是继大批量生产方式之后人类现代生产方式的第三个里程碑^[28-29]。

精益生产既是一种生产方式,又是一种理念和文化。实施精益生产的终极目标是追求完美、追求卓越,实现零过量生产、零等待时间、零运输浪费、零库存、零过程(工序)浪费、零动作浪费、零产品缺陷。其内涵可以渗透企业管理的方方面面,例如,组织的扁平化改革,减少非直接生产人员,精减企业中层;生产过程的均衡与同步,实现拉动式准时化生产(just in time,JIT)方式,努力追求零库存与柔性;全周期的质量保障体系,降低产品不良率和废品率,最终实现零浪费。精益生产具有如下特点:将责任和压力层层传导,充分调动员工的积极性和聪明才智;采用拉动式准时化生产,强调物流平衡,追求零库存,避免任何因过早过晚的生产造成的损失和浪费。例如,丰田汽车公司曾经使用看板传递下道工序对上道工序的需求信息,现代化企业以ERP或物料需求计划(material requirement planning,MRP)信息系统达到同样的目的。精益生产另一个有别于大规模生产的显著特点是全面质量管理(total quality management,TQM),全面质量管理强调质量把控应立足于生产制造全过程,不能只关注检验环节,如果在生产过程中发现质量问题,可以立即报警和停产,不将质量问题留给后面的生产环节,尽量减少无效加工。精益生产的实施要求企业自下而上推行精益思想,通过整顿(Seiton)、整理(Seiri)、清洁(Seiketsu)、清扫(Seiso)、素养(Shitsuke),实现5S现场管理目标。在上述基础上,通过产品开发设计系统重组、生产计划与物流系统重组、现场IE作业研究、生产的均衡化与同步化改进、柔性生产系统构建、全面质量管理与自动化、生产的快速切换与维护、生产机制与标准化作业改革等,实现7个“零”终极目标(图1-3)。

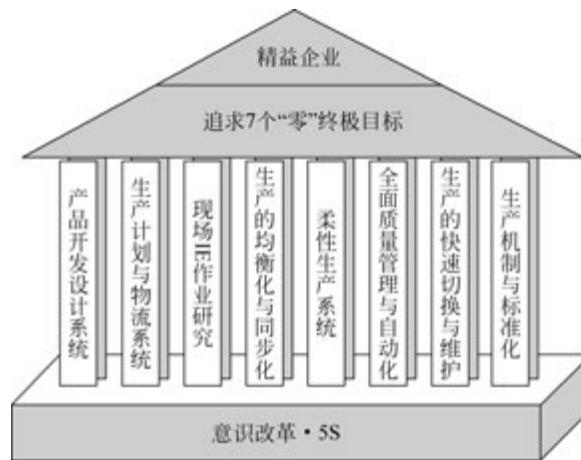


图 1-3 精益生产的步骤

进入21世纪,精益生产已成为全球制造业乃至服务行业竞相采用的生产模式,其产生和发展的历史反映了20世纪国际化的持续多变和不可预测的产品市场竞争需求变化的历史。精益生产,即丰田生产方式的形成过程可以分为三个阶段:形成与完善阶段、系统化阶