

先进制造技术与企业的现代化^①

卢 锐

(东南大学 南京 210018)

摘 要 由于世界市场动态多变的需要, 先进制造技术应运而生。本文通过对先进制造技术发展的叙述, 分析了先进制造技术对企业的影响, 并针对我国发展现状提出若干对策。

关键词 先进制造技术 动态企业

制造业发展的战略和策略关系到国民经济和国家实力, 因此在面临日益动荡的世界市场下, 各国纷纷从技术、管理等层次加以研究, 而制造技术的革新则成为研究的主要方面。先进制造技术(Advanced Manufacturing Technology)是一种面向二十一世纪市场竞争的制造模式, 施行以后有力地推动制造业的发展, 从技术和管理角度形成一种新的工业秩序。

1 革新的基础

所谓制造, 就是创造产品的过程, 是人类在遵循自然规律的前提下, 充分考虑社会的、经济的和人的因素、在一定的资源、财力和时间的状况下, 运用科学知识、技术原理、方法、手段和技能, 使物质、能量和信息最有效地变换为对社会有价值的物质产品和知识产品的活动和过程。

伴随人类文明的发展过程, 起主导作用的是制造业的发展。二百多年前蒸汽机的发明, 为机器大生产提供了动力, 引发了一场工业革命, 促进了近代制造业的革新与发展。17世纪至1830年, 在专业化协作分工、蒸汽动力和工具机的基础上, 出现了制造企业的雏形——工场式的制造厂, 人类社会的生产率比手工制造有很大提高。1851~1900年“化工革命”又推动了制造业的发展, 但限于技术, 当时的生产模式是“少品种单件小批量生产”。在E. Whitney“大批量生产”, Oliver Evons把传送带引入制造系统和F. Taylor的“科学管理”支撑下, 与当时的电气化、标准化和系列化相结合, 本世纪20年代Henry Ford开创了“少品种大批量生产”的模式。这种模式推动了工业化的进程和经济高速发展, 主要特征是: 少品种大批量生产、塔形多层次的垂直领导和严格的生产节拍控制。从50年代开始人们已逐步认识“少品种大批量生产”的优缺点, 在政府的干预与调控下有针对性地探索改进方式。例如日本大力进行企业技术和管理改革, 大量引进和采用高技术成果, 发挥企业中人的作用, 开展企业竞争与合作, 尤其在汽车、家电、钢铁及微电子器件等大的行业, 利用技术优势和企业国际化发展道路而居于世界前列。特别要提出的是, 从技术角度形成成组技术和计算机与系统技术为基础的制造自动化方向, 成为探索中的一大进步, 但由于没有摆脱原有模式的框架, 同市场需求变化间的矛盾越来越明朗。

进入80年代, 顾客(用户)对产品的要求不断提高, 加上技术进步及竞争市场的不断增加, 企业的一切活动开始转化为以满足顾客要求为核心的竞争。于是, 计算机集成制造系统

① 本文1998年5月25日收到。修改稿1998年8月31日收到。

(CIMS)、智能制造系统 (IMS)、精良生产 (LP)、灵捷技术 (AT) 和企业经营重构 (BPR) 等开始了企业技术和生产模式的变革, 取得了一系列的成果。不仅是从战术、策略和技艺方法上对市场的响应, 而且从战略的全局考虑, 故而可以实现企业的战略性改变 (参见表 1)。

表 1 技术与管理的变革

生产需求	作坊- 机器生产	批量生产	低成本大批量生产	高质量生产	柔性生产	面向市场的生产	面向顾客的生产
机器数量	3	50	150	150	50	30	?
最小规模人数	40	150	300	300	30	30	?
间接/直接劳动比率	0: 40	20: 130	60: 240	100: 200	50: 50	20: 10	?
生产率增加比率	4: 1	3: 1	3: 1	3: 2	3: 1	3: 1	?
产品品种	无穷	3	10	15	100	无穷	无穷
生产技术	传统制造体制 1	传统制造体制 2	科技管理 (泰勒)	工艺控制	数控	CIMS、FMS、IMS etc.	AT、BPR
控制重点	产品功能	产品一致性	过程一直性	过程能力	产品/过程集成	过程智能化	灵捷、智能
工艺重点	精度	重复能力	再持产能力	稳定性	适应性	通用性	灵捷性
哲理	完美	满足	重复生产	监督	控制	开发	灵捷
组织变化	行会	劳动分工	功能规范	成组技术	单元控制	功能集成	过程集成
工程重点	机械	制造	工业工程	质量	系统	知识信息	?
所需技能	机械技艺	部分技能	部分技能	诊断能力	经验	学习、创造	灵捷、智能

根据 R. Jaikumar, From Filing and Fiting to Flexible Manufacturing, Harvard, 1988. 整理

先进制造技术是制造业为了适应时代要求以提高竞争力, 对制造技术不断优化及推陈出新而形成的。它是一个相对的、动态的概念, 具有鲜明的时代感。由于制造业不断吸收机械、电子、信息、材料、能源及现代管理等方面的成果, 可以说是实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产, 取得理想技术经济效果的制造技术的总称。先进制造技术具有以下特征: (1) 先进性。先进制造技术的核心和基础必须是优质、高效、低耗、清洁工艺, 从传统技术发展而来, 并与新制造技术实现了局部或系统集成。(2) 通用性。先进制造技术不是单独分割在制造过程的某一环节, 覆盖了产品设计、生产设备、加工制造、销售使用、维修服务, 甚至回收再生的整个过程。(3) 系统性。随着计算机技术的扩张, 先进制造技术能驾驭信息生成、采集、传递、反馈和调整的信息流动过程, 可以看作是生产过程的物质流、能量流的系统工程。(4) 集成性。由于先进制造技术涉及学科领域多, 专业间的不断渗透、交叉、融合, 界限逐渐淡化甚至消失, 技术趋于系统化、集成化, 对科学技术自身的发展亦有促进作用。(5) 技术与管理紧密化。对市场变化作出更灵捷的反应及对最佳技术经济效益的追求, 使先进制造技术十分重视生产过程组织管理体制的合理化和最佳化, 是技术与管理关系紧密的必然体现。

先进制造技术是在市场需求及科技发展这两个车轮的带动下逐步发展起来的。在市场需求不断变化的驱动下, 制造业的生产规模沿着“小批量- 少品种大批量- 多品种变批量”的方向发

展;在科技发展的推动下,制造业的资源配置沿着“劳动密集-设备密集-信息密集”的方向发展。相应地,制造技术的生产方式沿着“手工-机械化-智能化”方向发展。由于不同技术体现不同的生产状况,其运行机制也不一致。

作为现代化制造技术的主流——计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System,简称CIMS)是在信息时代出现的一种利用计算机软硬件网络、数据库等现代高技术将企业的经营管理、计划、产品设计、加工制造、销售及服务等环节和人力、;财务、设备等资源集成起来,使之一方面能够充分发挥自动化的高效率、高质量;另一方面又具有充分的灵活性以利用于经营、管理及工程人员发挥智能,根据激烈变化的市场需求及企业经营环境,灵活地改变企业的产品结构及人力、物力、财力等生产要素的配置,实现全局优化,从而提高企业在激烈的全球竞争中的生存、竞争能力并赢得高效益。CIMS的特点在于“集成”,具有十分丰富的内涵,可以是个别几个子系统的集成,也可以是整个系统的集成,集成的层次不同、范围不同、深度不同。得到的效果也不一样。集成的目的是有效地协调各CIMS子系统的目标和行为,以保证CIMS的整体优化。另外,CIMS的“集成”还表示了功能、信息、过程、物流、组织和资源的集成等。同时,CIMS的“集成”意味着开放和柔性,从另一角度为技术和管理创新拓展了思路。

灵捷技术体现“多品种、变批量、信息密集”智能化”目标,通过在于分工与合作的动态(虚拟)公司,以满足顾客要求的程度作为产品和服务质量的评定标准及获取报酬的依据。动态公司是由两个或两个以上成员公司(单位)组成的一种有时限的相互依赖、信任、合作的组织,以最少的投资、最快的反应速度对市场机遇作出快速反应。为了共同的利益,每个成员只做自己特长的的工作,把各成员的专长、知识和信息优势集成起来,有效地用于企业行动之中。自1988年美国通用汽车公司(GM)和Lehigh大学的Iacocca研究所共同提出灵捷技术战略,得到美国国家科学基金会、国防部、商业部和美国200家大公司/企业、高校的支持,并且在日本、德国等国家引起极大的反响。

2 先进制造技术对企业的影响

传统的制造技术,主要依赖于复杂的机械,通常只考虑它们完成固定的制造任务。而且要求完成的任务量一旦变化,机械控制方法也就相应变动,很不经济。改进方法主要是直接改善机器设备的加工性能,于劳动生产率提高不大,企业发展难上台阶。AMT对劳动生产率的提高有重要作用,并改善人在劳动的积极性,极大地刺激企业的发展。

2.1 企业观念的转变

先进制造技术的应用和推进,引起系统功能的巨大飞跃。如果说工业革命是机器代替了人的笨重的体力劳动的话,那么灵捷技术等则用计算机代替人的重复性的繁重的脑力劳动,首先冲击的是人们在长期生产生活中形成的价值观念。其中对企业的各个层次的影响是不同的,对基层的影响是工作方式的改变,效率的提高和人员的减少。对中层人员来说,由于先进技术引起生产结构的某些变化,涉及到中层人员的利益以及在企业中的地位,并由于特殊的“承上启下”的地位更为复杂。对于高层人员由于自身的知识结构,大多数欢迎技术和管理的创新,原为新生产模式贡献力量。因此,针对基层、中层、高层的不同状况,应当重构企业观念。其次是企业的技术进步受到冲击。从经济角度考虑,传统的企业技术进步方式影响着企业观念,人们在接受新企业观

念的同时必须转换企业技术进步方式而且在变动时期还必须注意相关技术政策与法律。再次是技术与人关系问题。技术与人的关系一直困扰着人类，技术被人应用却又使工人受制于技术，如何才能完全解放呢？一般来讲，灵快、精简、柔性的生产系统，既满足生产率的要求，又满足生产模式的转变，也符合科技发展的方向。

2.2 企业管理的创新

2.2.1 企业目标创新

如何从以生产效率为重心的管理转变为以生产柔性为重心的管理是制造业面临的巨大挑战。传统制造业以获得效率为目标，认为只有提高效率才能形成竞争优势，而市场与技术等变化，促使制造目标转变为柔性制造、顾客至上等方面，现代制造企业不再容忍一定的库存和废品，向顾客提供的产品也不再是标准化的产品，而且充分体现顾客的需求。加上计算机技术的发展，企业信息反馈及时，废品率已几乎不存在，加之人的需求发展，系列化、多样化的产品出现，企业成本降低，销售力提高。企业生产目标实施应时管理原则，消除所有操作中的浪费而不增加产品的最后成本，实质上保持物流和信息流在生产中的同步，使企业能在指定的时刻生产出指定数量的产品并且具有最低成本，实现废品、准备期、搬运、故障停机、提前期均为零，批量根据具体要求而有所变化，体现顾客意志。

2.2.2 企业组织创新

对企业组织结构研究，传统的“金字塔”形官僚层次结构是机械的、刚性的、永久性的结构，整个机构运行不会因为一两个人的更换而有所变动。这种结构不能适应多变的技术和管理的要求，更不用说适应市场多变的需求，先进制造技术下的企业则围绕企业问题的解决而因时因地设立，能够及时处理一切事务。由于企业战略创新，因而一切设置均在战略信息之中，企业组织呈现动态联盟，因而企业组织行为体现企业活力，不再担心目标和权力的动荡，也有效地解决分权与集权的矛盾（参见表 2）。

表 2 企业组织的创新

	传统企业生产	制造自动化	灵捷制造
组织定位	产 品	产 品	顾 客
组织重点	成 本	质 量	过 程
组织依靠	机 器	自动化技术	技术- 组织- 人集成
组织优势	低成本	高效率	灵 捷
权力构成	职能性	过程性	动态性
经济性	规模经济	规模经济	范围、集成经济

2.2.3 企业资源创新

在工业社会中，工厂占居统治地位，工厂是原材料、劳动力与技术的集结地。由于先进技术的冲击，企业不必再要求一定集中于某一地区，而可以通过先进技术有效地集成起来，企业规模不会过于庞大，引发许多社会不良影响。在传统制造业中，企业人力资源没有被充分利用起来，而市场的发展则要求人尽其用，不能容忍人力浪费现象，灵捷技术下的企业要求劳动者不仅具有扎实的基础知识与基本技能，而且紧跟时代的发展，要求人员的继续教育与发展。

从科技进步微观角度分析，企业发展的动力主要包括技术驱动、产品驱动和市场拉动。传统企业要么是技术驱动，要么是产品驱动或市场拉动，具有较大的风险，于企业发展不利。由于科

技资源的利用,而且高科技的含量愈来愈占有重要比例,企业适应对市场变化的迅速反馈,并利于国际竞争与合作的发展。

2.3 企业发展的飞跃

企业发展的内涵实质表现为企业以何种形式进行自我调节和扩张,运用创新性手段和变动的社会经济环境重新取得平衡,主要体现在组织制度、产业组织和发展目标三方面,企业将以技术创新为基础,以多种所有制形式(国有企业、私营企业等)和多种企业制度形式(承包制、股份制等)实现企业发展。而且,任何一种组织制度都不会成为企业发展的唯一形式,各种规模的产业组织形式会在市场和技术的调节下获得更大发展,原有产业组织概念将拓展。另外,企业发展将从单纯追求数量扩张的目标中解脱出来,着重建立包括企业发展的质量目标、结构目标、企业文化目标等多元物质、精神、社会发展的目标体系,从实践中解决有关企业战略问题。

世界经济一体化、区域化趋势正在全球兴起,除了世界市场发展的需求外,技术的创新也要求如此。一方面,经济国际化已变得愈加广泛和深入,从资源的投入、技术选择到生产领域生产效率的提高以及产品销售都更加国际化。另一方面,技术资源属于人类共享,理应在国际范围内发挥作用,尤其应用于企业,应当使全球范围内的企业都实现最优化生产,真正实现先进技术的经济最优化目标,也从总体上丰富人类的物质和精神财富。

3 若干思考

我国先进制造技术研究和实践已有多年,其中以CIMS取得成果比较突出。例如北京第一机床厂采用CIMS后,企业经营决策计划编制效率提高10倍以上,产品制造周期缩短10~20%,生产率提高4~8倍,产品质量显著提高,大大提高该企业在市场中竞争力。先进制造技术虽然已经被企业所拥有,但由于技术自身仍在发展,加之企业与新技术有一个融汇期,否则影响其全面效用。针对我国企业技术进步的现状,根据国内外的经验教训,得出以下几点启示:

3.1 经营观念的转变

先进制造技术的实现绝不是一个单纯的技术问题,事实上,它虽然需要一些支撑技术如高速信息通讯、信息集成、并行工程和EDI标准等的支持,但更重要的是企业经营观念的转变。从传统企业生存模式转换到高速、低耗、生态的企业生存模式是市场竞争的时代要求。因此,企业经营结构必须尽量简化,减少不必要的层次结构;要求每个员工和所有的生产设备以及生产过程都具有一定的敏捷性,能够适应未知的各种变化需求;要求部门和员工都善于利用各种有益的信息等。

构造现代企业经营观念并非十分简单,每当一个新的市场机遇来临之时,企业如何正确决策十分重要,加之动态企业的合作机制尚未健全,这无形之中又加深了难度。企业经营方式必须是可变化的,可能不再是今天的部门、车间等相对固定的经营结构,而是以项目开发为核心的团队协作(Team Working),这样才能满足不同项目的不同需要。英国的Remmele Engineering Inc.是一个专门从事高精密机械加工和专用自动化设备和生产线的设计、加工的企业,团队协作的方式在该企业以成功运行30多年,有力地证明这一经营形式的有效和合理。未来企业的竞争不在于产值产量,而主要满足不同顾客的需求,那么人们的生活方式、技术手段等必然转变过来,主动迎接高技术进入社会和家庭。

3.2 技术和管理创新

现代科技发展速度很快,就信息系统而言更是如此。现代制造技术在一定先进性的前提下,重点突出其开放性,保证系统能够不断升级和扩展。特别要注重数据资源和管理的创新。企业管理改革是一项系统工程,牵涉到社会的方方面面,涉及他们的利益及在企业中的地位。企业组织力量十分强大,它可以抵制住企业的发展,因此改革中必须慎重处理。利用组织的优点,比如在某些方面的一致性而达到企业的要求,同时在技术创新的基础上适应调整组织结构,使其负面作用逐步被克服。

沈阳鼓风机厂在国家科委领导下,由中国科学院沈阳自动化所为依托单位,有西安交通大学、东北大学等 60 名专家教授参加,厂内技术与管理人员共 150 多人参加,共同进行 CIMS 企业改革。按“零件计划法”建立了覆盖全厂的生产管理实用系统,实现了全过程的计算机辅助管理,形成了从产品报价,订货、产品设计、工艺设计,外购外协件准备,自制件投产加工制造与生产过程控制为一体的新管理模式和生产方式,实现了信息的有机集成,企业效益显著。

3.3 竞争与合作发展

市场发展是技术创新和管理改革的重要因素,可以为技术创新提供合适的保障与激励,使管理改革公正与合理。由于我国生产力水平低下,各方面的基础结构还难以跟上技术发展,因而不能仅仅看到先进制造技术的优点,而不顾实际情况是否许可,盲目上马而造成损失。目前,应发挥政府的宏观调控能力,走政府、企业和高校合作发展的道路。先进制造技术在发展初期,由于所需人力、物力和财力巨大,单个企业或集团都难以支撑,科研与生产相脱节、转化率抵、资金投入不足,加之先进制造技术本身的技术风险高、周期长、阶段多,使得政府出面组织实施。企业则充当先进制造技术发展的阵地,核心企业与中小企业并存,对传统技术进行改造,建立现代企业制度。高校科研机构则发挥其智力依托,为社会培养需要的人才,同时对企业职工进行必要的技术培训,并在先进制造技术领域进行技术攻关,保持在技术上的先进性和开放性。

参考文献

- [1] R. E. Dever, S. G. Kapoor, Agile Manufacturing and Machine- Tool Systems, 1995 College Industry Education Conference, 1995
- [2] Fumio Kodama, Technology Fusion and the New R & D, Harvard Business Review, 1993. 70 (4): 70-79
- [3] Nagel R. N., 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy, Lehigh University, 1992
- [4] 汪应洛等. 先进制造生产模式与管理研究. 中国机械工程, 1997. 8(2): 63-73
- [5] 卢锐. 合作博弈与高技术产业的发展. 待发表

Advanced Manufacturing Technology and Modernization of Enterprise

Lu Rui

(Southeast University)

Abstract For the varied need of world market, Advanced Manufacturing Technology should engender. This article relates the development of Advanced Manufacturing Technology, analyses its influence and raises some countermeasures for present situation of our country.

Keywords Advanced Manufacturing Technology, virtual enterprise.