

■ 刘俊娥 等编著

制造型企业信息化 建设方案设计及实施指南

两化融合是党的十七大提出的一项伟大的战略，这是促进我国工业，尤其是制造业由大变强的必然选择。以信息化作为制造企业发展驱动力，是信息时代制造业发展的内在需求，也是实现产业结构升级的必然要求。

本书针对我国制造企业信息化建设的特点，提出了一些参考性建议，期待能为我国制造企业科学、顺利地实施信息化提供一些具有实用价值的参考，为加快我国制造业实现两化尽一点微薄之力。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

北京市属高校人才强教项目资助
北京物资学院科研创新基地

制造型企业信息化建设 方案设计及实施指南

刘俊娥 等编著



机械工业出版社

两化融合是提升我国制造企业竞争力的必然选择,但制造企业信息化建设有其独特的特点。本书在国家大力倡导两化融合的背景下,介绍了我国制造企业如何科学地进行信息化建设的相关内容。

本书第1章介绍了新形势下我国制造业面临的挑战,说明信息化建设是制造企业的必经阶段,在此基础上介绍了制造企业信息化的实施重点;第2、3章介绍了制造企业信息化建设的前期准备工作,包括信息化需求分析及模式选择;第4~6章重点介绍了制造企业信息化建设的重点、实施难点及控制重点;第7章介绍了制造企业信息化实施的评价,包括信息化前、中、后三个阶段的评价;第8章对当前制造企业信息化建设的最新理念进行了梳理。

本书可供企业信息管理专业的本科生使用,也可供制造企业信息化建设管理人员、企业信息化软件提供商参考。

图书在版编目(CIP)数据

制造型企业信息化建设方案设计 & 实施指南 / 刘俊娥
等编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 1
ISBN 978-7-111-28912-8

I. 制… II. 刘… III. 信息技术-应用-制造业-工
业企业管理-中国 IV. F426.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 003408 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李俊玲 责任校对:张莉娟

封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

169mm × 239mm · 13.5 印张 · 260 千字

0 001—2 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28912-8

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

两化融合是党的十七大提出的一项伟大的战略，这是促进我国工业，尤其是制造业由大变强的必然选择。以信息化作为制造企业发展的驱动力，是信息时代制造业发展的内在需求，也是实现产业结构升级的必然要求。

制造业在我国国民经济中占据举足轻重的地位，是我国综合竞争力的重要体现。如何更快、更好地实现我国由制造大国向制造强国的转变，缩小与发达国家企业在管理技术水平上的差距，增强制造企业自主研发能力具有十分重大的意义。而制造企业信息化是实现这些关键任务的重要途径。如何科学、规范地推进制造企业信息化建设已成为我国制造业进一步发展中迫切需要解决的难题。

在国家两化融合的战略指导及 21 世纪信息技术迅猛发展的背景下，我们编写了本书，旨在针对我国制造企业信息化建设的特点，提出一些参考性建议，为我国制造企业科学、顺利地实施信息化提供一些具有实用价值的参考，为加快我国制造业实现两化尽一点微薄之力。

编者也希望企业信息化软件商及信息化咨询商在开发信息化软件、开展信息化指导工作时参考一下本书，以使信息化软件与企业的管理基础更加匹配，更好地发挥信息系统提升企业绩效的作用。

本书共 8 章，北京物资学院刘俊娥教授撰写了第 4~6 章并负责全书的统稿工作，铜陵学院工商系吴春花撰写了第 2 章、第 3 章及第 7 章的第 1、2 节，河北工程大学硕士生谷玮撰写了第 1 章，天津城市道路管网公司的何洪娟撰写了第 7 章的第 3 节及第 8 章的第 3、4 节，河北工程大学硕士生胡小帅撰写了第 8 章的第 1、2 节。天津大学博士生张洪亮负责本书的插图整理及大量的编辑工作，在此一并感谢。

由于编者水平有限，加之制造企业信息化建设是一项复杂的系统工程，书中难免存在错误及疏漏之处，敬请同行、读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 企业信息化建设与核心竞争力的关系	1
1.1.1 以信息化促进企业的反应速度和灵敏度	1
1.1.2 以信息化促进企业内外部的沟通能力	3
1.2 21世纪我国制造业的特点及面临的挑战	5
1.2.1 21世纪我国制造业的主要特点	5
1.2.2 21世纪我国制造业面临的挑战及压力	5
1.3 制造企业的特点及实施信息化的重点	8
1.3.1 两种生产类型制造企业的特点	9
1.3.2 两种生产类型制造企业的信息化实施重点	10
1.4 制造企业信息化的框架	12
1.4.1 制造企业信息化的三个层次	12
1.4.2 制造企业信息化应用体系	14
1.5 制造企业信息化的支撑技术	15
1.5.1 制造企业信息化系统的集成平台	15
1.5.2 产品数据交换标准 (STEP)	17
1.5.3 产品数据管理 (PDM) 技术	18
1.5.4 网络技术	20
第2章 信息化需求分析及战略规划	25
2.1 企业进行信息系统建设的基本观点	25
2.2 企业信息化需求分析	26
2.2.1 企业信息化需求的逻辑关系	26
2.2.2 企业信息化需求的可变性	27
2.2.3 企业信息化需求分析面对的困难	27
2.2.4 企业信息化需求分析的主要内容	28
2.3 企业信息化战略规划	34
2.3.1 中外企业信息化战略比较分析	36
2.3.2 企业信息化战略规划的步骤	37
2.3.3 企业信息化战略规划的方法	38
第3章 制造企业系统选型及信息化模式的选择	42
3.1 系统选型	42

3.1.1 成立选型小组	42
3.1.2 企业所在行业对系统选型的影响	42
3.1.3 初选	43
3.1.4 复选和确选	43
3.2 系统的可行性分析	44
3.2.1 可行性分析的前提	44
3.2.2 对现有系统的分析	44
3.2.3 提出建议的系统	45
3.2.4 技术上的可行性分析	45
3.2.5 经济上的可行性分析	45
3.2.6 社会因素方面的可行性分析	46
3.2.7 分析结论	46
3.3 企业信息化模式选择	47
3.3.1 主要的信息化模式介绍	47
3.3.2 如何正确选择企业信息化模式	52
第4章 制造企业信息化的重点内容	63
4.1 产品设计信息化	63
4.1.1 产品信息化	63
4.1.2 面向机械产品设计信息化的 CAD 技术研究	65
4.1.3 CAM 计算机辅助制造系统	65
4.1.4 计算机辅助工程 (CAE) 分析技术及其应用	69
4.1.5 虚拟产品开发 (VPD)	70
4.2 生产制造信息化	71
4.2.1 MES 的基本概念	71
4.2.2 数控技术	73
4.2.3 工业机器人	76
4.2.4 计算机辅助质量管理	80
4.2.5 计算机辅助检测	84
4.3 企业商务信息化	86
4.3.1 电子商务	86
4.3.2 供应商关系管理	91
4.3.3 客户关系管理	93
第5章 制造企业信息化项目实施难点	101
5.1 实施过程中的信息技术咨询	101
5.1.1 我国信息技术咨询业现状	101
5.1.2 信息技术咨询的意义和作用	102
5.1.3 信息技术咨询的实施过程	104
5.2 实施过程中的业务流程重组	107

5.2.1	业务流程重组的内涵	107
5.2.2	企业实施 BPR 的原则	107
5.2.3	BPR 的实施方案	109
5.2.4	BPR 实施要注意的问题	111
5.3	实施过程中的项目监理	113
5.3.1	项目监理概述	113
5.3.2	企业信息化工程项目监理原则	114
5.3.3	信息化工程项目监理的过程	114
5.3.4	信息化工程项目监理存在的主要问题	118
第 6 章	制造企业信息化控制重点	120
6.1	信息化项目的成本管理	120
6.1.1	信息化的含义及其对成本分析的要求	120
6.1.2	项目成本管理的含义	121
6.1.3	成本管理的原则	123
6.1.4	成本管理的目标	124
6.2	项目进度管理	125
6.2.1	项目进度计划	125
6.2.2	项目进度控制	131
6.3	制造企业信息化建设中的风险管理	131
6.3.1	加强信息化建设过程中风险控制的必要性	131
6.3.2	从生命周期角度来看企业信息化风险	132
6.3.3	企业信息化生命周期中各个阶段的风险及控制策略	134
第 7 章	制造企业信息化评价	139
7.1	制造企业信息化基础水平评价	139
7.1.1	制造企业信息化基础水平的含义	139
7.1.2	制造企业信息化基础影响因素的分析	141
7.1.3	制造企业信息化基础评价方法简介	147
7.2	实施过程评价	148
7.2.1	制造企业信息化评价指标体系的构建与测度	148
7.2.2	ERP 项目的评估模型研究	152
7.2.3	基于层次指标的统计信息化评价模型	157
7.3	制造企业信息化项目实施效果评价	161
7.3.1	信息化项目评价的意义	161
7.3.2	信息化项目评价的导向	162
7.3.3	信息化项目经济效益评价	163
第 8 章	制造企业信息化的最新理念	170
8.1	计算机集成制造	170
8.1.1	计算机集成制造产生的背景	170

8.1.2 计算机集成制造的基本知识及发展情况	171
8.1.3 CIMS 的体系结构	174
8.1.4 CIMS 的关键技术	177
8.2 虚拟制造技术	178
8.2.1 虚拟制造产生的时代背景	178
8.2.2 虚拟制造的相关技术	180
8.2.3 虚拟制造系统的体系结构	182
8.2.4 虚拟技术的应用现状	188
8.3 敏捷制造	190
8.3.1 敏捷制造产生的市场环境	190
8.3.2 敏捷制造的产生及基本概念	192
8.3.3 敏捷制造同其他先进制造技术的区别和联系	194
8.3.4 敏捷制造的支撑环境	195
8.4 协同商务 (CB)	196
8.4.1 协同商务的理论	196
8.4.2 协同商务的三种典型类型	197
8.4.3 协同商务的层次	199
8.4.4 协同商务的实施方法	201
8.4.5 协同商务的应用	203
参考文献	206

第 1 章 绪 论

世界经济一体化的形成为企业带来发展机遇的同时，也带来了激烈程度前所未有的国内外竞争。企业只有借助信息技术和资源，实现技术创新、管理创新和制度创新，才能在当前的竞争环境中生存和发展。同时，信息技术的迅猛发展，也为企业广泛应用信息技术进行信息化建设，进而提高核心竞争力提供了技术支撑。信息化建设是当前市场环境下，企业发展的必然选择。

1.1 企业信息化建设与核心竞争力的关系

1.1.1 以信息化促进企业的反应速度和灵敏度

企业信息化是对传统企业管理的革命。企业作为国民经济发展的支柱，随着时代的变迁，决定它命运的因素也在发生变化。如果说 20 世纪 80 年代企业制胜的武器是品质管理，90 年代企业制胜的武器是企业流程再造，那么进入 21 世纪，新的经济环境下企业制胜的法宝是速度，是信息化的程度。可以这样说，信息化时代的企业不是大吃小而是快吃慢，信息化程度的高低决定着新时代企业的生死存亡。

富兰克林说过：“时间就是金钱。”现在这句话仍然很适用，因为企业一切运营活动的目的就在于获取利润。为此要求企业树立新的理念，搭建新的框架，增强企业竞争力，而能承担此重任的就是企业信息化。企业实现信息化后，可以利用它快捷、共享的特点，将市场需求和企业内部制造活动以及供应商的制造资源整合在一起，建立动态企业联盟，实现双赢。信息化覆盖了从原材料到最终产品的全过程，使企业和供应商、消费者实现了互动沟通。

从现在系统论的角度来看，企业组织可以被看作是由附属的决策主题（个人或组织）编制成的一个信息传递系统，而担负着信息处理、存储、传递的现代技术及其设施，则是“信息传递系统”的技术基础。

在当今全球范围的市场竞争中，速度、差别化及灵活性是取得竞争优势的根本特征，而具备快速反应能力的组织是获得这些因素的结构性基础。企业信息化提高了企业获取新技术、新工艺、新产品、新思路的效率，给企业提供了更多开拓市场的机会，使企业能迅速将消费者的需求反映到决策层，促进企业针对消费者需求进行研究与开发活动，及时改变和调整经营战略，不断向市场提供差别化的产品和服务，形成难以被竞争者模仿的竞争力。同时现代信息技术与制造的结

合所形成的各种信息技术,如计算机辅助设计(CAD)、计算机集成制造系统(CIMS)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工艺编制(CAPP)、柔性制造系统(FMS)等,实现了企业开发、设计制造、营销及管理的高度集中化,使企业经营经营趋于并行、敏捷、智能和虚拟化,使之更为精良、灵活、高效。此外,集成制造技术在产品设计开发中的扩散和渗透,将稳定产品质量,大规模替代复杂工艺,使企业工业化大生产升级为工业化精细生产,其结果不仅使企业“多品种、小批量”的生产和服务成为可能,而且使过去不能灵活转变的规模生产方式重新焕发青春。具有规模经济的制造业生产线现在可以根据顾客对产品的不同需求,提供更敏捷、更全面、更多样化的产品。

信息技术在实现了跨越地域的同步信息交换,尤其是随着 Internet/Intranet 的发展以及各种决策工具,如专家系统(ES)、决策支持系统(DSS)、群决策支持系统(GDSS)、电子会议系统(EMS)等的应用,使企业在获取、传递、利用信息资源方面更加灵活、快捷和开放。人的行为与经营流程组成了一个整体的人机系统,形成信息—决策—行为三者高度集成化,从而极大地增强了决策者的信息处理能力和方案评价选择能力,拓展了决策者的思维空间,延伸了决策者的智力,最大限度地减少了决策过程的不确定性、随意性和主观性,增强了决策的理性、科学性和快速反应。此外,更为重要的是通过企业信息化与管理的有机结合,即在信息化过程中通过转变系统的管理概念,提高全体员工的整体素质,建立良好的管理规范和管理流程,实行科学管理,从而提高企业的整体管理水平。

因此,企业的快速发展显然离不开现代信息网络技术。企业应即时构建起对环境敏锐的、感知的、条件反射的企业网络系统。现代信息技术为企业对市场的变化作出快捷、敏捷的反应提供了有力工具。企业要依据培养核心竞争力的需要建立管理系统及决策支持系统,借助电子数据交换、产品数据交换标准(STEP)和超文本数据交换标准(SGML)等标准的工作手段,使各项工作的标准化管理达到90%以上,实现企业内部各部门的整合、链接,快速传递市场信息,快速作出反应,通过流程改造,使公司之间、公司与供应商、顾客之间建立系统、有机的联系。未来企业核心竞争优势的确立与保持依然离不开信息网络。

著名的摩尔定律揭示出信息社会的发展规律,“唯一不变的法则就是一切在变”。从大量标准化生产到产品差异化;从大众口味产品定位到个性化满足产品定位;从推式生产模式到拉式生产模式;从局部化竞争布局到国际竞争布局;从单打独斗经营到全球合作;从稳定式发展到跳跃式发展;从小规模实体企业到无疆界虚拟企业等,知识经济时代就是变化的时代。显然,未来市场竞争的赢家是那些反应敏捷从而快速建立核心竞争力的企业。

1.1.2 以信息化促进企业内外部的沟通能力

随着电子商务的发展,企业的运营越来越依靠网络的支撑来运行,企业的信息流、物流、资金流是通过网络来快速顺畅传递的,网络是指挥企业运转的大脑和神经中枢。信息技术将促进设计、生产、销售等各个管理环节的整合,改变长期以来的分隔式管理,发展将上游和下游的环节连成一个整体的集成化管理。信息技术使信息的交流和传递加快,同时也简化了许多不必要的过程和人员,简化管理流程,提高管理效率。

信息化为企业内外部沟通带来的便利主要体现在以下几个方面。

1. 企业内部信息整合

对于企业内部信息的整合,信息技术的作用是将企业内部的每一个人、每一个部门结合起来,运行遍及企业内部每一个环节的信息技术网络,实现企业内部各类资源的整合。这种整合分为两个阶段:

(1) 第一阶段 在生产制造过程控制、物流控制等各项管理工作中实现系统化、自动化,协调各部门的工作。此时信息技术的应用仅仅是技术性的,称为“管理信息化”,信息技术被看作是经营管理的辅助工具,其中有电子数据交换(EDI)、计算机集成制造系统(CIMS)、企业资源计划(MRP)、敏捷制造(AM)、柔性制造系统(FMS)等。

(2) 第二阶段 实现了企业价值链的所有活动(包括公司基础设施、人力资源管理辅助活动)的信息化管理。此阶段的应用是战略性的,称之为“信息化的管理”。在这个阶段,由于信息技术已经从单机或简单的网络发展到功能强大的网络,因此有可能对企业的整体业务实现信息化管理,这促进了企业内部知识的共享,使企业的知识资本在学习—扩散—积累—创新—学习的动态良性循环中不断完善。此阶段主要利用的是决策支持系统(DSS)、Internet、Intranet等工具。

由于在企业价值链的所有活动中广泛应用信息技术,可以容易地实现产品设计自动化、生产过程自动化和生产设备智能化,大大减少了生产部门的从业人员,降低了现代企业的生产成本,从而能提高生产效率。信息技术的引入,可以实现无纸化办公。通过电子邮件和网络电话进行企业内外部的通信,可以减少纸张等办公用品的使用率,节约办公成本,有效提高办公效率。1999年波音公司在线订购原材料,仅此一项节约1/3的成本,金额高达上亿美元。

通过网络办公,便捷了人与人之间、部门之间、员工与领导之间的沟通,保证了及时决策。电子邮件现在已成为公司内部一种主要的办公交往方式。会议通知、会议纪要、请示报告、工作研讨等都可以通过电子邮件形式与公司内部任一个部门和个人进行交流,极大地节省了时间,提高了工作效率,并使沟通更加及时和便捷。

此外,通过公司内部网页,员工可加深并密切与公司的关系。公司发生的一些大事、决策层的战略思想、员工的意见都可以通过网站及时了解到。各种新技术、新方法、新思想、新知识,可以在网上共同交流。网络办公系统为员工提供了参与公司管理的通道,进一步调动了员工关心公司、热爱公司、积极参与公司管理的积极性。

2. 企业业务重构

网络营销是一种建立在虚拟市场上的新型营销模式,包括直接邮购、目录购货、电话营销或其他媒体营销,是目前进行商贸活动的一种最先进的手段。用户将自己的各类供求意愿按照一定的格式输入网络,网络会根据顾客的要求提供给用户多种选择,一旦用户确认,网络便会自动完成买卖合同签订、分类、传递和款项收付等全套业务。

网络营销的产生与发展密切了企业与客户的关系,在企业与客户之间建立起相互学习的新型关系,改变了企业与客户之间单纯的买卖关系,变客户为合作伙伴,充分挖掘客户的有效资源,与客户共同发展。这不仅直接提高了企业产品、服务的市场份额和市场地位,而且提高了员工的业务能力,培养了客户的忠诚度。

信息技术还可以扩大现代企业的外部环境。在国际经济一体化的环境下,现代企业需要进行国际和全球性贸易,要求快速的信息获取与处理,以便寻求新的市场和新的潜在客户群体,而所有这些需求,通过网络都可以得到满足。例如,在互联网上宣传企业形象,不仅覆盖面广,而且费用极其低廉,特别适合中小企业进行产品广告宣传。同时,网上博览会、交易会已越来越被商家所钟爱。

3. 企业业务范围的重新界定

信息技术的应用促进了企业之间的沟通与合作,进而带来了企业结构的变革和企业竞争观念的革新。由于在知识经济时代背景下,企业的生产经营主要体现为知识的处理和交流,而知识的交流突破了地理界限,导致了企业之间的界限不像工业时代那样清晰。与其说企业是一个存在于某一地理位置,由人、厂房、设备和资金等构成的实体,不如说它是一个由各种要素和技能构成的系统。在现代信息技术环境下,企业能够轻易实现内部某些要素与外部相关要素的重新组合,从而构成新的功能,实现新的生产能力。这种“新组合”的实质是一种动态合作关系,其表现形式是战略联盟。

战略联盟是两个或两个以上有着对等经营实力的企业,为达到共同拥有市场、共同使用资源等战略目标,通过各种协议、契约而形成的优势相长、风险共担、要素水平式双向或多项流动的松散式网络组织。在这个组织中,各个企业立足于自己的核心能力,借用盟友优势以实现内外资源的优势互补。

信息化促进了企业之间的信息联盟,实现了企业间技术优势互补。信息化对人类社会的生产、交换和分配活动产生了十分深远的影响。网络效应的存在,突

出了企业竞争中范围经济的作用,从而使得企业必须强化其研发工作,抢先向市场推出优势产品。但在信息技术高度发达的社会,任何一个企业以其有限的资源和能力,不可能长期保持某种产品的技术优势,也不可能长期拥有生产某种产品的最优生产技术。因此,一些企业在竞争中纷纷开始寻求自己的技术伙伴,建立企业间的技术联盟,共同研发新技术、新产品,共享信息资源,以求获得最佳经济效益。

战略联盟比传统的全球内部战略和金字塔式管理组织更具有创新能力和意识,也能照顾不同国家和地区、社会团体、甚至是单个消费者的偏好和差异性,有利于开辟新市场或进入新行业,因而使企业更具竞争力。

总之,信息化使得企业内外部的交流更加方便、顺畅,因而降低了企业的运营成本,使企业更加频繁地接触外部市场和业务伙伴,有效地提升了企业的核心竞争力。

1.2 21 世纪我国制造业的特点及面临的挑战

1.2.1 21 世纪我国制造业的主要特点

21 世纪我国制造业的主要特点有:

- 1) 产品生命周期缩短,产品更新加快。
- 2) 具备提升竞争力和市场占有率的 4 种基本能力,即时间竞争力、质量竞争力、价格竞争力和创新竞争力。
- 3) 制造全球化和贸易自由化导致制造业格局在全球的重新分布与组合,制造企业的国际竞争愈演愈烈。
- 4) 随着微电子技术、信息技术和计算机技术的迅猛发展,产生了一大批先进的制造技术与制造模式,这些都离不开信息化。因此,信息化已成为制造业现代化和提升制造企业核心竞争力的核心手段与技术。
- 5) 企业对环境保护的适应性已成为制约企业发展与生存的重要环节,因此面向可持续发展的生态安全型和资源节约型的制造技术成为企业亟待解决的重要课题。

1.2.2 21 世纪我国制造业面临的挑战及压力

美国国家科学委员会工程技术委员会、制造与工程设计院制造业挑战展望委员会提出,2020 年制造业面临如下 6 项挑战:

(1) 快速响应市场竞争的挑战 要求制造业实现面向产品全生命周期的设计、生产各环节的并行,也要求制造企业具有多学科的、全球性的特点,以及协同工作和灵活的动态组织机制与工作环境。

(2) 全球化竞争的挑战 要求企业必须提高产品的市场竞争力,即要在 6

个方面提高竞争力,包括 T (Time, 上市时间)、Q (Quality, 质量)、C (Cost, 成本)、S (Service, 服务)、K (Knowledge, 产品创新)、E (Environment, 环境)。要提高竞争力,企业内部技术集成和协作、企业间技术资源集成是关键。

(3) 信息时代的挑战 21 世纪,制造业的发展依赖于信息技术的倾向将更加明显,为此用信息化技术提高制造业的竞争力,及时将有用的信息转化为知识并作出有效的决策已成为制造业的必然选择。

(4) 环境保护的挑战 制造业应尽可能降低生产的废弃物,减少产品对能源的消耗,减轻对环境的影响,这已成为制造业可持续发展、提高产品竞争力的关键之一。

(5) 制造全球化和贸易自由化的挑战 要求制造业用敏捷制造等先进的理念,应对全球化市场需求,实施可重组工程。利用灵活的动态组织模式,快速重构跨企业、跨地域的动态生产联盟,以便以最短的交货期、最经济的方式,生产出用户最满意的产品。

(6) 技术创新挑战 产品创新是 21 世纪市场竞争的主要特点之一,这就要求制造业要不断地进行新产品开发,研究全新的制造工艺,如工艺手段的创新、多单元工艺技术的集成等。

随着中国加入 WTO 和中国市场国际化程度的纵深发展,大量的跨国公司直接将生产环节转移到中国市场,他们在分享中国企业劳动力成本低的资源优势时,我们却很难在短期内学习到他们的生产、技术和管理效率优势,相反,我们在制造领域的优势在慢慢地消失,主要表现在以下 4 个方面:

(1) 制造业的成本优势不断缩减 我国之所以能在国际制造业转移过程中成为世界制造业大国,一个很重要的因素就是成本优势,这里的成本包括人力成本、资源成本等。以人力成本为例,2002 年和 2003 年的时候,一个美国专家调查的结果显示,美国制造工人的平均时薪为 21.11 美元,而中国只有 64 美分。这种人力成本的廉价造就了中国制造品在国际市场上的价格优势和超强的竞争力。但当前这种成本优势正在不断缩减,一旦中国的经济发展到一定阶段,低级劳动力成本上升后,过渡依赖廉价低级劳动力构建自己的经济支柱势必引发一个恶性循环,这也是我国制造业所要面临的最大困境,低级劳动力成本上升后引发的恶性循环如图 1-1 所示。

(2) 技术缺失阻碍制造业的高端演进 从技术缺失角度讲,中国制造业生产技术特别是关键技术,依靠国外的状况没有根本性的改变。主导产品的技术大多来自国外,一半以上的大型企业还没有技术开发中心。制造装备绝大部分依赖进口。因为我们不掌握技术,所以充其量只能成为世界制造业的组装车间,只能在国际价值链的低端运作,这种技术缺失的制造业对经济拉动作用非常有限。

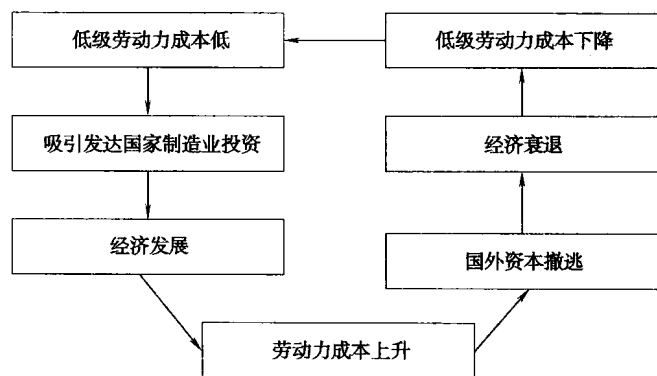


图 1-1 低级劳动力成本上升后引发的恶性循环

（3）高能耗阻碍制造业的高端演进 制造业与能源工业的发展具有强烈的相关关系，具体见表 1-1。

表 1-1 制造业能源消费量（单位：万 t 标准煤）

年 份	能源生产总量	能源消费总量	制造业能源消费量
1990	103922	98703	57454
1991	104844	103783	60461
1992	107256	109170	65077
1993	111059	115993	—
1994	118729	122737	71733
1995	129034	131176	78367
1996	132616	138948	81159
1997	132410	137798	78054
1998	124250	132214	73608
1999	125935	133831	70720
2000	128078	138553	69516
2001	137445	143199	71958
2002	143810	151797	79532
2003	163842	174990	93163
2004	187341	203227	115261
2005	205876	224682	127683
2006	221056	246270	143051

注：资料来源于《中国统计年鉴》。

过去 20 年里，我国经济强劲增长，在很大程度上是全要素生产率提高的结果，而全要素生产率水平的不断提高也表现在能源生产效率的不断提高上。中国制造业发展过程中的高能耗问题由来已久，只不过在能源日益紧缺的今天，显得

更为突出。国家发展改革委员会能源局公布，中国能源消费总量已经位居世界第二，约占世界总能源消费总量的 11%，但每吨标准煤的产出效率仅相当于日本的 10.3%、欧盟的 16.8%、美国的 28.6%，具体见表 1-2。

工业一直是我国能源消费最大的用户，比例达 70% 左右。在工业部门内部，发电、冶金、建材、化工等几大高耗能行业又占工业能源消费总量的 70% 左右，2001~2003 年全社会能源消费增加量的 1/3 来自于钢铁、水泥、电解铝行业，因此重点研究高耗能行业能效水平，有助于深入理解我国的能源效率。

表 1-2 我国与发达国家单位能耗比较 （单位：t 标准煤）

国家	1 美元所消 耗的能源（2000 年）	1 美元所消 耗的能源（2007 年）	国家	1 美元所消 耗的能源（2000 年）	1 美元所消 耗的能源（2007 年）
日本	1.00	0.85	英国	2.17	1.87
意大利	1.33	1.01	美国	2.67	2.14
法国	1.50	1.20	加拿大	3.50	3.2
德国	1.50	1.15	中国	11.5	10.5

注：资料来源于中国科学院可持续发展研究组《中国可持续发展战略报告》。

我国单位产品能耗与国际先进水平相比，有较大差距。但近年来，我国能源密集产品能耗与国外的差距明显缩小。火电供电煤耗差距由 28.6% 下降到 20.51%，钢可比能耗由 58.5% 下降到 15.6%，乙烯综合能耗由 84.4% 下降到 59.62%。尽管差距有所缩小，2004 年工业内部 7 个行业（电力、钢铁等）的 16 种产品的能耗指标平均比国际先进水平高 40%，多用能源 2.64 亿 t 标准煤，除电力行业外，6 个行业的能源消费量占制造业终端能源消费量的 80%，因此，努力降低重点耗能产品能耗对提高整个制造业的能源利用效率有很大的影响作用^①。随着我国社会的不断发展，我国资源的人均占有量已经不丰富，我国工业化进程面临能源和矿产资源支撑条件的严重制约，供需缺口不断扩大。

（4）制造业贸易环境日趋严峻 快速增长的中国制造业产品出口，冲击了已有的世界经济均衡态势，影响了部分国家的利益，也引起了美国、欧盟等不少国家和地区的贸易保护主义回潮，目前我国被提起反倾销的案件已经占到全球的 1/7，连续 9 年居世界第一位。日趋恶化的贸易环境，是我国制造业必须面临的又一挑战。

1.3 制造企业的特点及实施信息化的重点

根据制造企业的生产原理可将其分为两类，即离散型制造企业和连续型制造

^① 摘自论文之家 <http://www.paperhome.com>。

企业。两种类型的制造企业具有不同的生产流程和生产过程，所以在进行信息化建设时，也应有各自的侧重。

1.3.1 两种生产类型制造企业的特点

1. 离散型制造企业的特点

离散型制造企业主要是通过对原材料物理形状的改变、组装成为产品，使其增值。它主要包括机械加工、机床等加工、组装性行业，典型产品有汽车、计算机、日用器具等。离散型制造企业生产单位和销售单位是统一的。具有以下行业特点：

(1) 产品结构 离散型制造企业的产品结构可以用“树”的概念进行描述，最终产品一定是由固定个数的零件或部件组成，这些关系非常明确和固定。

(2) 工艺流程 面向订单的离散型制造企业的特点是品种和小批量，因此，生产设备的布置不是按产品而是按照工艺进行布置的。例如，按车、磨、刨、铣来安排机床的位置。每个产品的工艺过程都可能不一样，而且，可以进行同一种加工工艺的机床有多台。因此，需要对所加工的物料进行调度，并且中间品需要进行搬运。面向库存的大批量生产的离散制造业，如汽车工业等，按工艺过程布置生产设备。

(3) 物料存储 离散型制造企业的原材料主要是固体，产品也为固体形状。因此，存储多为室内仓库或室外露天仓库。

(4) 自动化水平 离散型制造企业由于是离散加工，产品的质量和生产率很大程度依赖于工人的技术水平，自动化主要在单元级。例如，数控机床、柔性制造系统等。因此，离散制造业也是一个人员密集型行业，自动化水平相对较低。

(5) 生产计划管理 典型的离散型制造企业由于主要从事单件、小批量生产，产品的工艺过程经常变更，因此，需要进行良好的计划。离散行业适用于按订单组织生产，由于很难预测订单在什么时候到来，因此，对采购和生产车间的计划就需要很好的生产计划系统，特别需要计算机来参与计划系统的工作。只要计划得当，计划的效益在离散型制造企业相当高。

2. 流程型制造企业的特点

流程型制造企业也叫连续型制造企业，它的特点是长时间地、连续不断地进行生产。生产的产品、工艺流程和所用的设备基本上固定不变。流程型制造企业主要通过对原材料进行混合、分离、粉碎、加热等物理或化学方法，使原材料增值。主要包括啤酒业、化工业、炼油业、制药业等，最终产品类型有固体、液体、能量和气体，通常以批量或连续的方式进行生产。

流程型制造企业的生产单位和销售单位是不统一的，具体特点如下：

(1) 产品结构 流程型制造企业的产品结构与离散型制造企业有较大的不