



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等院校机械工程·工业工程系列教材

# 制造业信息化导论

Introduction of Information Technology and System  
for Manufacturing Industry

顾新建 纪杨建 祁国宁 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等院校机械工程·工业工程系列教材

# 制造业信息化导论

顾新建 纪杨建 祁国宁 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

制造业信息化导论/顾新建等编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-308-07841-2

I. ①制… II. ①顾… III. ①信息技术—应用—制造业—中国—高等学校—教材 IV. ①F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 145748 号

## 制造业信息化导论

顾新建 纪杨建 祁国宁 编著

---

责任编辑 张 明

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 浙江全能印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17.5

字 数 448 千

版 印 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-07841-2

定 价 35.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

# 内 容 简 介

本书对制造业信息化的发展概况、技术体系、人才培养、建模方法、集成技术、合理化方法、实施方法以及产品技术信息化、企业管理信息化和知识管理信息化等作了全面和系统的介绍和分析；并综合应用自然科学、人文和社会科学、工程技术和管理学等领域知识，对制造业信息化的主要方法、技术、系统、产品、案例等进行了分析、研究和评价。本书的特点是内容新颖、案例丰富、系统性强。

本书的目的是使读者能够对整个制造业信息化的现状和发展趋势有比较清楚的了解，掌握对制造业信息化进行分析、建模、优化和实施的方法和理论，掌握制造业信息化的系统工程方法，使读者对制造业信息化有比较完整和系统的了解，帮助读者在开展制造业信息化时能从系统和全局的角度分析和解决问题。由于制造业信息化涉及内容十分庞大，本书对制造业信息化中的具体技术内容，仅给出比较粗略的介绍。其他相关教程将给出这些技术的细节。

书中吸纳了国内外制造业信息化领域著名企业及专家学者的先进理念、思想、管理模式，也包含了作者课题组 10 多年来在制造业信息化方面所取得的研究成果和实践经验。

本书可供机械、工业工程、管理和计算机等专业的研究生、本科生和工程技术及管理人员阅读和参考。

# 前 言

信息技术是 20 世纪中对制造业影响最大的技术之一。以信息化带动工业化,大力推进信息化与工业化融合是当前我国经济发展的重要战略。制造业信息化是工业化的重要内容之一。

企业普遍需要制造业信息化方面的人才,这类人才应该具有较深入的工程知识和技能、较全面的计算机知识、一定的企业管理知识。

制造业信息化实施难度很大,需要总结以往的经验,加强制造业信息化方法论的学习。同时,制造业信息化在目前还处于发展阶段,有许多相关的理论和方法尚待进一步研究与发展。

在工业工程专业和机械工程专业的课程中,虽然与制造业信息化相关的课程不少,如管理信息系统、生产计划管理、供应链管理、CAD、CAM、制造自动化等,但缺少一门对制造业信息化进行全景式的描述性课程。

而《制造业信息化导论》就是一门关于制造业信息化方法、技术与系统的入门课程。其特点主要是:

(1) 从产品技术信息化、企业管理信息化和知识管理信息化的角度介绍各种信息技术和系统。

(2) 集成是制造业信息化中的关键。以制造业信息化中的功能、信息、组织、过程、知识、系统等方面的集成为主线展开讨论。

(3) 从制造业的发展趋势、从国家的制造业信息化战略和计划的高度介绍制造业信息化的技术和系统及发展趋势。

(4) 注重利用各种模型,如功能模型、过程模型、信息模型、组织模型和知识模型等,帮助了解制造业信息化的内涵。

(5) 特别强调产品和过程合理化及其与信息化的关系。

(6) 提供一些有价值的制造业信息化实施方法,如知识转移、软件大批量定制、社会—技术系统设计等方法。

本书力求全面、系统、深入地论述制造业信息化方法、技术与系统,主要内容包括:一些发达国家的制造业信息化战略和计划、制造业信息化的发展概况、先进制造系统模式、制造业信息化建模方法、产品技术信息化、企业管理信息化、知识管理信息化、企业信息集成、制造业信息化中的合理化方法、制造业信息化实施方法等。本书吸纳了国内外制造业信息化领域著名企业及专家学者的先进理念、思想和管理模式,也包含了作者课题组 10 多年来的研究成果和实践经验。书中汇集了国内外制造业信息化方面的大量案例,内容新颖,图文并茂。

参加本书编写工作的还有杨青海博士后,邢西哲、代风、白福友、乐承毅等博士研究生,

在此表示衷心感谢。

作者衷心感谢李荣彬(W. B. Lee)教授、韩永生研究员、潘晓弘教授、唐任仲教授、陈芟熙副教授、方水良副教授、王正肖副教授等对本书的支持。

本书可作为高等工科院校工业工程、机械工程、管理工程等专业本科生、研究生的专业课教材,也可供广大企业、科研单位从事制造业信息化的工程技术及管理人员阅读和参考。

由于本书涉及的范围比较广,所研究的问题比较新也比较复杂,这些实为作者学力所不逮。书中肯定会有一些误谬之处,恳祈各位专家学者批评指正。

本书的研究得到国家 863 计划项目(2007AA040607,2009AA04Z146)和国家自然科学基金项目(60974083、50975255)的资助,特此表示感谢。

**2010 年 4 月于求是园**

## 目 录

第 1 章 绪 论 .....	( 1 )
1.1 信息化概述 .....	( 1 )
1.1.1 案 例 .....	( 1 )
1.1.2 信息化促进工业化 .....	( 2 )
1.1.3 全面准确地认识信息化 .....	( 5 )
1.2 制造业信息化的发展概况 .....	( 6 )
1.2.1 国外相关发展规划 .....	( 6 )
1.2.2 制造业信息化应用案例——联合攻击战斗机研制计划 .....	( 7 )
1.2.3 制造业信息化的发展方向 .....	( 11 )
1.3 制造业信息化的技术体系 .....	( 14 )
1.3.1 方法和技术层 .....	( 14 )
1.3.2 信息化系统层 .....	( 15 )
1.3.3 信息化目标层 .....	( 17 )
1.4 制造业信息化人才 .....	( 21 )
本章思考题 .....	( 24 )
第 2 章 制造业信息化的建模方法 .....	( 25 )
2.1 制造业信息化建模需求和体系结构 .....	( 25 )
2.1.1 制造业信息化建模方法的需求 .....	( 25 )
2.1.2 制造业信息化建模的体系结构研究现状 .....	( 26 )
2.1.3 制造业信息化的 L <sup>3</sup> 型体系结构 .....	( 27 )
2.2 制造业信息化模型设计方法 .....	( 32 )
2.2.1 制造业信息化系统功能模型设计方法 .....	( 32 )
2.2.2 社会—技术系统模型设计方法 .....	( 33 )
2.2.3 面向软件开发的建模方法 .....	( 36 )
2.3 制造业信息化中的常用模型 .....	( 37 )
2.3.1 功能模型 .....	( 38 )
2.3.2 组织模型 .....	( 40 )
2.3.3 过程模型 .....	( 41 )
2.3.4 信息模型 .....	( 42 )
2.3.5 知识模型 .....	( 44 )
本章思考题 .....	( 46 )

<b>第 3 章 产品技术信息化</b> .....	( 47 )
3.1 产品技术信息化概述 .....	( 47 )
3.1.1 案 例 .....	( 47 )
3.1.2 产品生命周期 .....	( 48 )
3.1.3 产品技术信息化模型 .....	( 49 )
3.1.4 企业对产品研发和设计信息化的需求 .....	( 50 )
3.2 产品设计信息化单元系统 .....	( 51 )
3.2.1 概 述 .....	( 51 )
3.2.2 计算机辅助创新(CAI)技术和系统 .....	( 52 )
3.2.3 计算机辅助工程(CAE)技术和系统 .....	( 54 )
3.2.4 计算机辅助设计(CAD)技术和系统 .....	( 56 )
3.3 制造技术信息化单元系统 .....	( 58 )
3.3.1 概 述 .....	( 58 )
3.3.2 计算机辅助工艺设计(CAPP)技术和系统 .....	( 59 )
3.3.3 计算机辅助制造(CAM)技术和系统 .....	( 62 )
3.3.4 计算机辅助质量管理(CAQ)技术与系统 .....	( 66 )
3.3.5 计算机辅助测试(CAT)技术与系统 .....	( 67 )
3.4 产品技术信息化平台 .....	( 69 )
3.4.1 概 述 .....	( 69 )
3.4.2 CAD/CAPP/CAM/CAT 集成技术 .....	( 69 )
3.4.3 基于 PDM 的集成技术 .....	( 74 )
3.4.4 基于产品全生命周期管理(PLM)的集成技术 .....	( 77 )
3.4.5 基于 Web 的产品技术信息化的集成 .....	( 78 )
本章思考题 .....	( 79 )
<b>第 4 章 企业管理信息化</b> .....	( 80 )
4.1 企业管理信息化概述 .....	( 80 )
4.1.1 案 例 .....	( 80 )
4.1.2 企业管理信息化模型 .....	( 81 )
4.1.3 企业对管理信息化的需求 .....	( 82 )
4.2 生产管理的信息化 .....	( 84 )
4.2.1 概 述 .....	( 84 )
4.2.2 企业资源计划(ERP)系统 .....	( 84 )
4.3 制造过程管理的信息化 .....	( 86 )
4.3.1 概 述 .....	( 86 )
4.3.2 制造执行系统(MES) .....	( 87 )
4.3.3 制造过程信息自动获取方法 .....	( 87 )
4.4 供应链管理的信息化 .....	( 89 )
4.4.1 概 述 .....	( 89 )



4.4.2 供应链管理(SCM)系统 .....	( 91 )
4.4.3 供应商关系管理(SRM)系统 .....	( 92 )
4.5 客户关系管理的信息化 .....	( 93 )
4.5.1 概 述 .....	( 93 )
4.5.2 客户关系管理(CRM)系统 .....	( 94 )
4.6 业务过程管理的信息化 .....	( 96 )
4.6.1 企业办公自动化系统 .....	( 96 )
4.6.2  workflow 管理系统 .....	( 97 )
4.7 制造服务信息化 .....	( 99 )
4.7.1 制造服务 .....	( 99 )
4.7.2 某制造服务信息化项目介绍 .....	(103)
4.8 企业管理信息化平台 .....	(104)
4.8.1 企业管理信息化集成的途径 .....	(104)
4.8.2 企业管理信息化集成的案例 .....	(105)
本章思考题 .....	(105)
<b>第 5 章 知识管理信息化</b> .....	(107)
5.1 知识管理信息化概述 .....	(107)
5.1.1 案 例 .....	(107)
5.1.2 对企业知识化的需求 .....	(108)
5.1.3 知识和知识管理 .....	(111)
5.1.4 知识网络和知识流模型 .....	(114)
5.2 显性知识管理的信息化 .....	(118)
5.2.1 概 述 .....	(118)
5.2.2 显性知识搜索系统 .....	(119)
5.2.3 知识网络有序化方法 .....	(124)
5.2.4 显性知识发现系统 .....	(127)
5.2.5 显性知识集成系统 .....	(129)
5.2.6 电子化学习系统 .....	(133)
5.3 隐性知识管理的信息化 .....	(135)
5.3.1 概 述 .....	(135)
5.3.2 基于 Web 2.0 的企业知识管理信息化 .....	(136)
5.3.3 专家黄页 .....	(143)
5.3.4 远程实时交流系统 .....	(144)
本章思考题 .....	(144)
<b>第 6 章 信息系统集成</b> .....	(145)
6.1 信息系统集成概述 .....	(145)
6.1.1 案 例 .....	(145)
6.1.2 对信息系统集成的需求 .....	(146)

6.1.3	信息系统面临的集成问题 .....	(146)
6.1.4	信息系统集成技术的比较 .....	(149)
6.2	企业信息化系统集成 .....	(152)
6.2.1	产品技术信息化平台和企业管理信息化平台的集成 .....	(152)
6.2.2	计算机集成制造/现代集成制造 CIM .....	(157)
6.3	企业间信息化系统集成 .....	(162)
6.3.1	敏捷制造(Agile Manufacturing) .....	(162)
6.3.2	协同产品商务(CPC) .....	(164)
6.3.3	基于 Web 2.0 的企业集成 .....	(166)
	本章思考题 .....	(175)
<b>第 7 章</b>	<b>制造业信息化中的合理化方法 .....</b>	<b>(176)</b>
7.1	制造业信息化中的合理化方法概述 .....	(176)
7.1.1	案 例 .....	(176)
7.1.2	制造业信息化中的合理化工作框架 .....	(177)
7.1.3	信息化与合理化的相互促进 .....	(179)
7.2	产品设计合理化 .....	(180)
7.2.1	概 述 .....	(180)
7.2.2	产品信息分类编码合理化方法 .....	(183)
7.2.3	零件结构要素标准化 .....	(191)
7.2.4	零件结构合理化 .....	(192)
7.2.5	部件通用化和标准化 .....	(196)
7.2.6	产品系列化和平台化 .....	(196)
7.3	企业过程合理化 .....	(198)
7.3.1	概 述 .....	(198)
7.3.2	企业信息分类编码的合理化 .....	(199)
7.3.3	企业过程的标准化的 .....	(201)
7.3.4	企业组织流程的合理化 .....	(205)
7.3.5	信息质量的改善 .....	(210)
	本章思考题 .....	(214)
<b>第 8 章</b>	<b>制造业信息化实施方法 .....</b>	<b>(216)</b>
8.1	制造业信息化实施方法概述 .....	(216)
8.1.1	案 例 .....	(216)
8.1.2	制造业信息化实施中的问题 .....	(218)
8.1.3	制造业信息化实施方法的框架 .....	(221)
8.2	制造业信息化的实施过程 .....	(222)
8.2.1	概 述 .....	(222)
8.2.2	需求分析 .....	(225)
8.2.3	总体设计 .....	(227)

8.2.4	详细设计 .....	(228)
8.2.5	系统实施 .....	(229)
8.2.6	系统运行和维护 .....	(230)
8.2.7	系统评价 .....	(231)
8.3	制造业信息化软件系统开发方法 .....	(235)
8.3.1	软件开发模式 .....	(235)
8.3.2	软件大批量定制方法 .....	(238)
8.3.3	软件设计方法 .....	(242)
8.4	高关联度系统的实施方法 .....	(244)
8.4.1	PDM 系统的实施方法 .....	(244)
8.4.2	ERP 系统的实施方法 .....	(245)
8.4.3	知识管理系统的实施方法 .....	(247)
	本章思考题 .....	(252)
	<b>缩略语</b> .....	(254)
	<b>参考文献</b> .....	(260)

# 第 1 章 绪 论

大力推进信息化与工业化融合是我国的发展战略。1.1 节将对工业化与信息化的关系进行讨论,分析全面准确认识信息化的意义。

制造业是国家战略安全的基础、国家工业最重要的组成部分、衡量国家综合国力的主要标志。各国政府都十分重视本国制造业信息技术的发展,制定了一系列大型的研究计划。

1.2 节着重介绍国外制造业信息化的发展概况。

1.3 节将介绍制造业信息化的技术体系,包括方法技术层、信息化系统层、制造业信息化目标层。其中信息化系统层又包括单元系统层、信息平台层和系统集成层。

人才是制造业信息化的关键。1.4 节将介绍制造业信息化人才的需求、制造业信息化人才的知识结构、制造业信息化人才的职业岗位以及如何成为制造业信息化人才等问题。

## 1.1 信息化概述

### 1.1.1 案 例

**【案例 1】** 某企业的老总早晨上班的第一件事,就是打开计算机,输入密码进入企业的 Intranet(内联网),了解各部门提供给自己的各种最新报表,如生产任务完成情况、订单情况、产品在国内外各销售点的销售情况、企业的财务状况等等。这些信息都是以非常直观、形象的方式呈现在老总面前的,使企业老总只要花很少的时间,就能对企业的运作情况有清晰和全面的了解(参见图 1-1)。譬如,某采购员昨天采购的一批原材料,其价格高出两天前采购价格的 10%,原因是前两天市场上该原材料的价格上涨了。

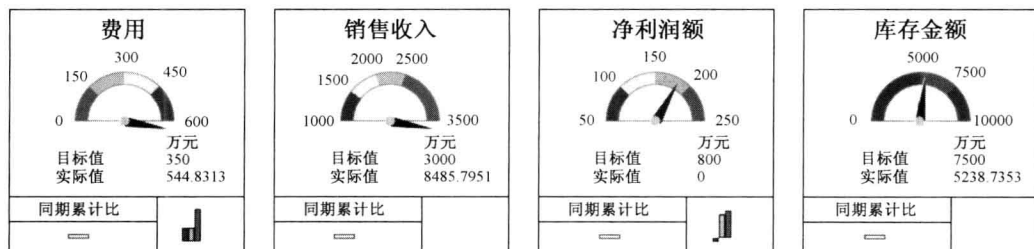


图 1-1 企业老总通过企业数据仪表盘掌握企业的运作情况

**【案例 2】** 美国通用电气公司在企业管理中广泛应用计算机后,建立了一个网络系统,将分布在各地的销售部门、产品仓库,以及制造厂全部连接起来。在接到客户电话订货时,

销售人员就把相关数据输入到网络系统,自动查询客户的信用状况,同时查询附近仓库有无这种产品的存货。在得到肯定的回答以后,这个网络系统就同时办理接受订货、开具发票、登记仓库账目等手续。同时,还向工厂发出补充仓库存货的生产调度指令,然后通知销售人员所需货物已经发货。全部过程在不到 15 秒的时间内即可完成。

**【案例 3】** 21 世纪的市场正在发生根本性的变化,产品生命周期缩短、品种增加、批量减小,用户对产品的交货期、价格和质量的要求以及对产品的个性化需求越来越高。

宁波×××集团是一家以生产和销售服装为主的股份制产业集团。集团老总曾感叹:“服装出了厂门就不知去向。不知道是否卖掉,在什么地方卖掉,何时卖掉。”×××集团通过实施信息化工程解决了这一问题,将全国各地几千家卖场的信息按天收集汇总,通过数据挖掘,掌握了市场动向,并整合了从上游的面料生产企业到下游的销售网点,使之成为一个信息畅通、反应迅速的有机整体,从而在减少库存的同时,对客户需求做出快速反应、扩大了销售量。

### 1.1.2 信息化促进工业化

工业化与信息化是人类文明进程中的两个重要社会发展阶段,是人类现代化和后现代化的两个基本标志。信息化建立在高度工业化基础之上,是工业化和科技进步发展到一定程度的结果。工业化直接创造社会财富,信息化除了促进信息产业、第三产业的发展外,更主要是通过促进工业现代化而间接创造社会财富。信息化与工业化相互促进、影响和融合。要实现我国现代化,就必须处理好工业化与信息化的关系,探索出一条适合中国国情的新型工业化道路。

目前,我国还处在工业化进程之中,距离实现现代化还有很长一段路程<sup>[吴澄等,2005]</sup>:

(1) 工业化的进程是不能够逾越的。中国作为世界上最大的发展中国家,不可能一蹴而就,从一个落后的农业国直接变成一个经济高度发达的国家。

(2) 在信息时代,工业化的过程是可以缩短的。英国实现工业化用了大约 200 年,日本实现工业化用了 100 多年,而韩国实现工业化只用了 30 多年。究其原因,主要是韩国抓住了世界产业结构调整和新科技革命的机遇。我国现在面临着与当年韩国类似的机遇,应该充分利用后发优势,大力推进以工业信息化为代表的国民经济信息化,以信息化带动工业化,实现全社会生产力的跨越式发展。

信息技术对工业生产的影响已经是无处不在、无时不在。由于信息化的作用,工业形态发生了重大变化,其主要特征是:市场变化越来越快,行业边界越来越模糊,信息产业成为主导产业,生产与服务的结合越来越紧密,知识和信息成为企业的重要乃至主要资源,信息技术广泛应用于工业的各项活动之中。

这些变化都是由于信息技术的广泛、深入应用而产生的。以信息技术应用为主要特征的信息化过程表现出极为强大的扩散力、渗透力、融合性和创新性。其中:扩散力是指信息技术能够影响各个行业/领域,目前几乎所有的行业/领域都需要应用信息技术;渗透性是指信息技术已经融入工业生产的各个环节和过程中,并对这些环节和过程进行改造;融合性是指信息技术能够与其他技术很好地融合在一起,形成许多新的产业或技术;创新性则是指信息技术和应用本身也在不断进化,具有很强的创新性,并且有力地支持企业进行产品和过程的创新。

信息化是加快实现工业化的必然选择,具体表现在以下几个方面。

### 1. 信息化是加快经济结构调整,推动产业结构升级的必然选择

我国现阶段的工业化水平,总的看来尚处于较低的层次。例如,我国虽然能够生产 2500 多种金属切削机床,但代表高技术高附加值的数控机床却仅占 2.8%,而日本和德国则分别为 30%和 50%。同时,我国工业信息化程度较低,全国的国有大中型企业中全面实现计算机辅助设计(CAD)和管理信息系统(MIS)的企业不足 10%。

为了摆脱我国工业的困境,迫切需要应用信息技术来武装以国防现代化装备制造、重大工业装备制造等为核心的制造业。

### 2. 信息化是应对经济全球化的必然选择

中国加入 WTO 后,我国企业直接面对国内竞争国际化,国际竞争国内化的双重挑战,但我国工业的国际竞争力相当薄弱。在有 49 个国家和地区参与的国际竞争力评估中,中国排名平均在 30 位左右。除了科技投入与创新能力不强外,一个关键原因就是我国工业化水平低,信息产业等高新技术产业不发达。此外,从商品进出口结构来看,我国每年出口的产品中,原材料和初级产品占了很大比重,而高附加值产品所占比重较低。另一方面,我国每年进口中 70%都是用来购买国外的生产线和机械化、自动化设备。由此可见,以信息化带动工业化,加快传统产业改造和升级换代既关系到我国工业自身实力的提高,也关系到我国在世界竞争中的地位。

许多跨国公司应用信息技术实现了设计、制造、管理和经营的一体化,加强了在国际市场上的垄断地位。例如,美国波音公司在波音 777 客机的研制中,由于采用了先进的产品开发设计技术,使开发周期从过去的 8~9 年缩短到 4.5 年(缩短了 40%以上),成本降低了 25%,出错返工率降低 75%,用户满意度也大幅度提高。美国通用汽车公司应用信息技术,将轿车的开发周期由原来的 48 个月缩短到了 24 个月,碰撞试验的次数由原来的几百次减少到几十次,应用电子商务技术降低销售成本 10%。信息技术已经成为带动制造业发展的重要推动力。

### 3. 信息化是提高企业运行效率、转变生产模式的必然选择

生产模式的每一次革命都会淘汰一批滞后于模式变革的企业,使另一批适应变革潮流的企业迅猛发展。德国、英国、美国和日本在不同阶段中都曾创造出适应当时生产力发展的模式,领导了制造业发展的潮流,从而取得了辉煌的经济成就。福特、丰田等公司在不同的发展阶段分别抓住了机会,新的生产模式使这些公司进入到当时一流大企业的行列。

20 世纪六、七十年代以来,信息技术革命使企业的经营环境和运作方式发生了很大的变化,而西方国家经济的长期低增长又使得市场竞争日益激烈,企业面临着严峻挑战。买卖双方关系中的主导权转移到了客户一方,竞争使客户对商品有了更大的选择余地;另一方面,随着生活水平的不断提高,客户对各种产品和服务也提出了更高的要求。技术进步使竞争的方式和手段不断发展,并发生了根本性的变化。越来越多的公司越出国界,在逐渐走向一体化的全球市场上展开各种形式的竞争。市场需求日趋多变,产品的市场寿命计算单位已由“年”变为“月”,因此在大量生产、大量消费环境下发展起来的生产模式已经无法适应快速变化的市场。

影响企业运行效率的主要因素是产品质量、制造和管理成本、生产周期以及业务流程等。信息化可以大大缩短产品上市时间,提高产品质量,降低生产消耗和交易成本,提高资源利用率,从而大幅度提高制造企业的运行效率。

信息化提高了生产要素的信息属性,促使企业竞争模式从自然资源和廉价劳动力资源的竞争,转向创新能力和创造高附加值产品的竞争。信息化使得知识的重要性凸显,人才成为竞争优势的主要因素。信息化促使企业管理由金字塔形结构向扁平型结构转变,经营思想由粗放型向集约型转变,出现了各种先进生产模式,如现代集成制造系统、并行工程、敏捷制造、网络化制造和大批量定制等,为我国企业向先进生产模式转变,进而提升我国制造企业的水平和能力提供了借鉴。

信息化和敏捷化的企业经营,使企业竞争在某种程度上已不再是“大鱼吃小鱼”,而是“快鱼吃慢鱼”。已经没有哪一个企业可以像以往那样长期主宰某个市场(产品或地域),也没有哪一个企业可以庞大到能够包容应付这种挑战所需的所有人才、资本和技术。21世纪制造企业的竞争焦点将转变为如何抓住机遇,响应市场需求,快速开发出适应市场的新产品。

敏捷制造将成为21世纪制造技术的主导模式,敏捷化的“无墙工厂”将成为未来生产组织的发展方向,并将导致全球化分布式敏捷生产体系的形成。为了适应敏捷制造的要求,离散制造业将重点发展敏捷虚拟企业动态组织与企业协同、敏捷制造环境下的并行工程、可重构/模块化的敏捷生产单元、网络化制造和虚拟制造技术;流程工业将重点发展企业级集成优化技术、智能型过程控制系统及仿真系统等。未来的制造系统集成技术将是建立在基于Internet/Intranet/Extranet的全球工厂网络基础上和以知识为主导的信息基础上的综合集成技术,并将围绕新产品开发与设计技术、全球化动态联盟企业的管理与组织技术、面向全球化生产体系的全局系统集成与优化技术等方面迅速发展。

#### 4. 以信息化带动工业化是一个全局性战略举措,对发展中的中国尤其重要

工业化是一个历史范畴,在不同国家和不同时期,工业化的内涵和道路有所不同。当今世界,信息技术飞速发展,已广泛渗透到经济和社会发展的各个领域,并促使信息产业蓬勃发展。信息技术在国民经济各个领域的普遍应用,极大地提高了劳动生产率,降低了资源消耗和生产成本,减少了环境污染,已经成为社会生产力和人类文明进步的新的强大动力。信息化也极大地拓展和丰富了传统工业化的内涵。信息化为我国高起点加速推进工业化提供了可能。大力推进信息化,以信息化带动工业化,是我国发挥后发优势,实现生产力跨越式发展的重大决策。

#### 5. 信息化与工业化相互促进,共同发展

信息化与新型工业化之间存在着相辅相成的辩证关系:信息化促进了大量工业企业的问世,促进工业产业的增长;信息化从结构上改造了原有的工业格局和工业企业的生产以及资源配置活动,使产业结构更加合理,资源配置更加有效,对环境更加友好;信息化提升了整个产业的活力,提升了产品的质量和服务能力,带动技术创新、产品创新和管理创新;信息化提升了市场消费需求,带动了工业化的发展,扩大了工业产品的市场容量和市场空间。新型工业化向信息化提出了应用需求,提供了应用平台,促进信息技术与产业的发展,为信息化带来动力与活力。

#### 6. 信息化是解决信息问题的必要环境

世界银行的一份报告指出,信息问题是发展中国家贫困的主要原因。由于社会日益复杂,减少信息问题的瓶颈,如会计准则、信息披露要求和信用评级机构以及有效的法律来保证合同的履行等变得越来越重要。在传统社会,人员流动很小,社会通过各种道义上的约束来解决信息问题。在工业社会,由于人员流动很大,人们需要与越来越多不熟识的人打交

道。但信息分享还主要依靠个人之间的直接接触,显然已经不能有效地解决信息问题。在充分信息化的社会,将具有能够追溯信用历史的高效和准确的计算机信息网络,并且具有有效的执法手段,使信息问题得到充分的解决<sup>[世界银行,1999]</sup>。

目前我国尚处于工业社会前期,社会上存在着惊人的浪费,许多可以开发的资源没有被利用。例如:成千上万的人没有工作;假冒伪劣产品每年都造成上千亿元的经济损失;许多人创造了财富却未能得到相应的报酬,另一些人并未创造财富却能得到超额分配,从而大大打击了人们工作的积极性;经济诉讼案件数量成指数规律上升,大量的时间和资金浪费在非生产性的,而且是彼此抵消的活动中;资金未能流动到最能创利的项目中,反而去支持重复建设和无效建设;没有充分利用个人之间、集体之间合作的机会,有时反而造成了种种纠纷。

解决信息问题的方法除了加强教育、提高人们素质以外,信息的透明化、对称化和信息传递的快捷化是一些很好的方法,可以使投机取巧难以得逞,使资源利用更加合理。

综上所述,在当前和今后相当长的一段时间内,除了利用信息技术的各种巨大进步来加快工业现代化的进程以外,已经没有其他更好的选择。

### 1.1.3 全面准确地认识信息化

只有全面准确认识信息化,才能提高信息化的成功率。

#### 1. 企业的信息化不是单纯的信息技术问题

在企业信息化中,信息技术必须与现代产品设计技术、管理技术、先进工艺技术、材料技术和领域知识等紧密结合,才能产生真正的价值。

#### 2. 信息化是手段而不是目的

对一般的制造企业(非软件企业和非信息产品生产企业)而言,信息技术主要是一种工具和手段,用于帮助提高企业的竞争能力。所以要切记:不能为了信息化而信息化,不能搞花架子,不能盲目追潮流。要从企业的实际出发,量力而行,选择最适宜的信息系统。

#### 3. 信息技术不是万能的

当初,信息化给人们带来无限美好的遐想:“全盘自动化”、“无人化工厂”、“无照明车间”。当 30 多年前第一台机器人出现时,专家们就预言,再过 20 年,企业招募新员工只需要到机器人仓库即可。管理学大师明茨伯格曾半开玩笑地说:“未来的工厂只有两个雇员,一个人和一条狗。人负责喂狗,狗负责看住这个人不要去乱碰工厂的自动化生产线。”但事情发展并非如此,人依然是企业的主角,计算机和机器远不能完全代替人。

信息技术的巨大潜力来自于计算机的核心功能,其应用的局限也来自于计算机核心功能。计算机的局限来自程序的描述能力,计算机只能胜任那些通过程序能交代得十分清楚的任务,程序描述能力的范围就是计算机能力的边界。人类太多的智慧与感悟往往只能意会不能言传。计算机能够存储与执行的智慧只是人类智慧中的一小部分,只是形式逻辑推理语言能表述的那一部分,计算机尚无法实现人类的全部智慧。<sup>[胡小明,2007]</sup>

制造企业有许多工作是难以用程序描述的,设计、制造和管理的复杂性远超出计算机能力所能处理的范围。因此,人依然是制造企业的中心。

#### 4. 对计算机而言,进去的是垃圾,出来的也是垃圾

如果输入的是错误的或不准确的数据,计算机处理后得到的信息也必定是错误的或不



准确的。计算机不会变废为宝。

#### 5. 信息安全问题

伴随着企业信息集成度提高,系统接入互联网后,信息安全问题将变得十分突出,这里有天灾,如硬件故障、软件故障和网络故障等,也有人祸,如黑客、病毒、机密信息窃取和网页仿冒等。

对企业信息系统的破坏会直接影响企业生产的能力、服务的能力、与客户联系的能力、企业的声誉等。这种破坏有时会带来很大的危险。例如,炼钢或石化企业,两个小时的断网造成的损失将十分惨重。又如,几年前,某企业的一个设备供应商的工程师用 U 盘在机器上做系统调试致使系统感染病毒,企业生产线停止运行 12 个小时以上,企业损失超过千万元。

#### 6. “谁控制互联网,谁就控制世界”<sup>[社文,2009]</sup>

2009 年 5 月下旬,微软公司为了遵守美国政府制裁的禁令,对古巴、伊朗、叙利亚、苏丹和朝鲜五国切断了 MSN 即时通信服务。这一举动在引起人们普遍担忧的同时,也启示着人们,经济和政治的联系仍是非常紧密的。

有专家甚至预言,从微软这次事件开始,网络制裁将取代贸易制裁,成为美国政府最有力的制裁武器。互联网并不是无国界的,它仍被控制在操控者手中。网络制裁虽然不是贸易制裁,但社会对网络长期形成的高度依赖性和不可替代性,使得网络制裁的灾难程度将比基于实体平台的传统贸易制裁更加严重。

现在许多正版软件都需要联网认证后才能使用。显然,万一哪天有事了,掌握在发达国家手中的正版软件就可能出现出问题,依赖这些软件的设计、管理等活动就会受到严重影响。

#### 7. 信息技术并不稀缺

随着信息技术的普及,应用软件到处可以买到,它不再为任何企业提供独特之处。使一项资源真正具有战略性的要素,也就是使它成为持续竞争优势的基础,不是普遍存在,而是稀缺性。企业只能通过拥有一项对手不曾拥有的东西,或者做一件对手做不了的事情,才能获得优势。企业需要结合信息技术,创造出自己独特的商业模式和流程,才能使自己具有持续竞争优势。

#### 8. 信息化是带动新型工业化的必要条件但非充分条件

对于新型工业化而言,没有信息化是不行的,但仅有信息化也是不够的。

## 1.2 制造业信息化的发展概况

### 1.2.1 国外相关发展规划

制造业是国家战略安全的基础,是国家工业的重要组成部分,是衡量国家综合国力的主要标志。各国政府都十分重视本国制造业以及制造技术的发展,制订了一系列大型研究计划。

自 20 世纪 80 年代开始,由美国政府、国防部以及军方共同制订和实施了一系列以信息