

制造业信息化工程 系列培训教材

制造业信息化技术

问答

杨海成 胡家齐 徐晓飞 等编
孙家广 主审

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

制造业信息化工程系列培训教材

制造业信息化技术问答

杨海成 胡家齐 徐晓飞 等编

孙家广 主审



机械工业出版社

随着制造业信息化工程在全国范围内轰轰烈烈地开展,人才的培养和培训已迫在眉睫。为此,国家制造业信息化工程重大项目总体专家组组织专家编写了一套系列培训教材,分为六册,本书是其中一册。本书以问答的方式对制造业信息化工程的基本概念、数字化设计与制造技术、现代管理技术、流程工业综合自动化技术、制造系统集成等方面的问题进行了诠释。

本书作为制造业信息化工程的普及型教材,适合于各级领导、企业管理人员和应用人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

制造业信息化技术问答/杨海成等编. —北京:机械工业出版社,2003.3

(制造业信息化工程系列培训教材)

ISBN 7-111-11813-8

I. 制... II. 杨... III. 信息技术—应用—制造业—中国—技术培训—教材 IV. F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 016378 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:朱辉杰 版式设计:胡 滨 责任校对:陈 苑

封面设计:齐 杰 责任印制:张文静

保定市印刷厂 · 新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷

850mm × 1168mm ¹/₃₂ · 6.75 印张 · 150 千字

0 001—5 000 册

定价:20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)88379785

序

党的十六大报告明确指出,我国经济建设要走新型工业化道路,以信息化带动工业化,以工业化促进信息化。这是党中央在全面总结我国工业化历史经验,深刻洞察世界信息革命发展趋势的基础上,做出的一项重大战略决策。为积极推进以信息化带动工业化,加快提高我国制造业的国际竞争力,“十五”期间,科技部会同国务院信息化办公室、国家经贸委、信息产业部、国防科工委等部委启动了制造业信息化工程。目前,这项工作已经在全国 27 个省(自治区、直辖市)、46 个中心城市和将近 2000 家企业全面推开,并正在向纵深发展。

制造业是国民经济和社会发展的物质基础,是一个国家综合国力的重要体现。新中国成立以后,经过五十余年的奋斗,我们已建立起一个比较完整的制造业体系。现在我国制造业的总体规模居世界第四位,仅次于美国、日本和德国。钢铁、水泥、化纤、化肥、电视机、摩托车等制成品的年产量居世界第一位。由于我国经济连年高速增长,社会政治稳定,有巨大的市场和丰富的人力资源,所以在新一轮国际产业结构调整中,发达国家的产品制造正在大举向中国转移。但是应当看到,我们现在还远不是制造强国。在国际制造业的产业链上,我们主要处于中低端。在世界 500 强企业中,迄今还没有一家中国的制造业企业。就劳动生产率而言,我国制造业只是美国的 1/23、日本的 1/25、德国的 1/18。大部分企业技术创新能力薄弱,不少关键技术及设备仍然依赖国外。为了加快实现从制造大国向制造强国的转变,迎接世界制造业基地向中国的转移,我们必须大力推进制造业信息化,提高我国制造业的整

体素质和竞争力。

信息化是当今世界制造业发展的大趋势，是中国制造业实现跨越发展的重要机遇。自第一次工业革命以来，全球制造业先后经历了机械化、电气化和信息化三个阶段。信息技术的出现和发展，不仅创造了计算机、通信设备、集成电路等新兴的电子信息产业制造业，而且通过渗透和辐射，使机械、冶金、化工、纺织、服装等传统制造业的生产方式和经营理念，正在发生革命性的变化。信息化是推动全球制造业进一步发展的强大发动机。制造业信息化技术由于集成了电子信息、自动控制、现代管理与生产制造等多项先进技术，能够同时调控资金流、信息流和物流，促进了产品设计的创新、企业管理模式的创新和企业间协作关系的创新，减少了资源消耗和环境污染，提高了产品质量和劳动生产率，从而大幅度地增强了制造业的竞争力。发达国家的制造业早在 20 世纪 80 年代就基本实现了信息化，现在正向高度智能化和网络化方向发展。目前世界各主要国家都在大力推进制造业信息化，以提高国际竞争力。我们必须把握这个大趋势，并且紧紧咬住，奋起直追。否则，与发达国家的差距就可能进一步拉大，在未来国际竞争中处于不利地位。

制造业信息化是加快实现工业化的突破口，是以信息化带动工业化的主战场。我国目前还处在工业化进程之中，距离完成工业化还有很长的一段路。我们必须清醒地认识到：第一，工业化的进程是不能够逾越的。我国作为世界上最大的发展中国家，要从一个落后的农业国变成一个现代化的强国，一蹴而就是不现实的。第二，在经济全球化和科学技术突飞猛进的今天，工业化的过程又是可以缩短的。不同国家实现工业化所需要的时间可以有很大差异。例如，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，主要是韩国抓住了新一轮世界产业结构调整和新科技革命的机遇。我国现在面临与当年韩国类似的机遇，应该充分利用信息革命的到

来，大力推进信息化，加快信息技术在各行各业特别是在制造业的应用，以信息化带动工业化，进而实现全社会生产力的跨越发展。制造业是工业产业的主体。据统计，制造业的增加值占整个工业产业的 78%，从业人员占 82%。国内生产总值的约 40%、财政收入的 50%、外贸出口的 80% 来源于制造业。因此，走新型工业化道路，以信息化带动工业化，重点和主战场应当放在制造业信息化。

制造业信息化工程协调领导小组组长
科技部高新技术发展及产业化司司长

李健

目 录

第 1 部分 制造业信息化工程基本概念	1
1. 制造业信息化和制造业信息化工程	1
2. 实施制造业信息化工程的背景	2
3. 制造业信息化技术的现状与发展趋势	4
4. 制造业信息化工程的任务及目标	7
5. 制造业信息化工程的组成	8
6. 制造业信息化工程的推广应用体系	8
7. 制造业信息化工程的技术创新体系	12
8. 营造制造业信息化良好的工作环境	14
9. 制造业信息化是否只适用于大型企业?	15
10. 制造业信息化是否就是制造企业各种现有活动的 计算机化?	16
11. 实施制造业信息化一定要大投资吗?	17
12. 实施制造业信息化会给企业带来什么效益?	17
第 2 部分 数字化设计与制造技术	20
13. 制造业信息化中数字化设计与制造技术的主要 内容是什么?	20
14. 什么是 CAD?	22
15. 三维 CAD 技术的优点是什么? 是否要用三维 CAD 替代二维 CAD 系统?	24
16. 什么是 CAPP?	25
17. 计算机辅助工艺设计 (CAPP) 实施的一般步骤是 什么?	26

18.	什么是CAE?	28
19.	CAD/CAE/CAPP/CAM 集成的关键技术是什么?	29
20.	什么是DFx 技术?	31
21.	什么是协同设计?	32
22.	什么是并行工程?	33
23.	并行工程为什么能提高产品设计开发能力?	34
24.	产品数据管理(PDM)如何支持并行工程的协同工作?	36
25.	计算机辅助工艺设计如何与管理数字化系统集成?	37
26.	如何实施数字化设计与制造技术的应用工程?	39
27.	什么是快速原型制造? 它有哪些主要的应用?	41
28.	什么是计算机辅助创新设计?	43
第3部分	现代管理技术	46
29.	现代企业管理技术的主要内容是什么?	46
30.	什么是制造资源计划?	47
31.	什么是企业资源计划?	48
32.	实施ERP 的过程及要点是什么?	49
33.	实施ERP 会给企业带来什么效益?	53
34.	国内外有哪些ERP 商品化软件?	54
35.	如何进行ERP 软件选型?	55
36.	我国实施ERP 的主要经验与教训是什么?	59
37.	什么是准时生产?	61
38.	ERP 如何与JIT 结合?	62
39.	企业决策支持系统的作用是什么?	63
40.	什么是供应链? 敏捷供应链的含义是什么?	64
41.	什么是最优生产技术? 其主要作用是什么?	65
42.	企业信息化工程中质量保证系统的功能是什么? ...	66

43.	什么是质量功能配置?	67
44.	什么是面向质量的设计?它对提高产品开发能力有什么作用?	69
45.	如何理解产品质量首先是设计出来的?	70
46.	企业开发和实施集成质量系统要注意哪些问题? ...	71
47.	计算机支持的质量系统与 ISO9000 的关系如何? ...	72
48.	什么是精良生产?	73
49.	什么是敏捷制造?	75
50.	什么是拟实制造(也称虚拟制造)?	76
51.	什么是CALS?	78
52.	什么是大规模定制生产?	80
53.	什么是电子商务? 其作用是什么?	82
第 4 部分	流程工业综合自动化技术	85
54.	流程工业实施制造业信息化工程与离散工业的主要区别是什么?	85
55.	流程工业 MIE 由哪些部分组成? 如何保证各部分的柔性? 如何有机集成?	87
56.	流程工业 MIE 中 ERP 系统的功能和特点是什么? ..	89
57.	流程工业 MIE 中制造执行系统(MES)的功能和特点是什 么?	90
58.	什么是 DCS? 它在流程工业 MIE 中起什么作用? ...	92
59.	在流程工业 MIE 设计中,如何考虑间歇/连续型生产方 式的影响?	93
60.	流程工业 MIE 与一般的过程控制系统有何区别? ...	95
第 5 部分	制造系统集成技术	97
61.	企业集成技术的内涵是什么?	97
62.	什么是 CIM 和 CIMS?	98
63.	CIMS 由哪些部分组成?	100
64.	CIMS 管理信息分系统的作用是什么?	102

65.	CIMS 设计自动化分系统的作用是什么?	103
66.	CIMS 制造自动化分系统的作用是什么?	104
67.	CIMS 质量保证分系统的作用是什么?	105
68.	CIMS 支撑分系统的作用是什么?	106
69.	为什么CIMS 的核心在于集成?	108
70.	CIMS 是否就是无人化工厂?	110
71.	什么是柔性制造系统,主要由哪些部分组成?	111
72.	什么是DNC?	112
73.	计划调度与控制在制造自动化系统(MAS)中的作用是什么?	113
74.	机器人在制造自动化系统(MAS)中的作用是什么?	114
75.	制造自动化系统(MAS)中物料储运的特点是什么?	115
76.	制造自动化对加工设备有什么要求?	116
77.	什么是自动化立体仓库?	117
78.	制造系统集成总体技术的主要内容及作用是什么?	119
79.	什么是信息集成和过程集成?企业集成系统的各分系统 间如何集成?	121
80.	什么是企业信息化整体解决方案?	122
81.	集成平台和集成框架的作用是什么?	123
82.	什么是PDM?为什么说PDM 是企业集成系统集成的有 力工具?	126
83.	什么是业务过程重组?	127
84.	什么是计算机集成产品工程?	129
85.	标准化在企业集成系统中的作用是什么?	131
第6部分	制造业信息化的支撑技术	134
86.	制造业信息化支撑系统的主要内容是什么?	134

87.	适用于制造业信息化的网络类型有哪些?它们的特点是什么?	136
88.	什么是企业网、内联网、外联网?	138
89.	什么是因特网?企业信息网络如何引入因特网的服务?	139
90.	制造业信息网络管理包含哪些主要功能?	141
91.	常用的网络安全措施有哪些?	142
92.	影响企业信息网络设计的因素是什么?	145
93.	企业信息化网络工程实施分哪几个阶段,应当注意些什么?	146
94.	为什么说数据库是实现信息集成的基础?目前适用于制造业信息化的数据库类型有哪些?	147
95.	什么是实时数据库系统?为什么需要实时数据库系统?	149
96.	什么是数据仓库?在制造业信息化中的作用是什么?	151
97.	企业的数据库应用如何向数据仓库应用发展?	153
98.	中间件是什么,它有何作用?	154
99.	中间件有哪些分类?	155
第7部分	制造业信息化实施及案例	157
100.	企业实施信息化工程必须具备什么条件?	157
101.	如何进行制造业信息化工程投资决策?	158
102.	如何把制造业信息化工程与企业的技术创新、管理创新和业务过程重组相结合?	160
103.	实施制造业信息化如何进行系统规划设计?	161
104.	制造业信息化工程可行性论证要解决什么问题?包括哪些工作内容?	163
105.	制造业信息化工程初步设计要解决什么问题?包括哪些工作内容?	164

106.	制造业信息化工程详细设计要解决什么问题？包括哪些工作内容？	166
107.	什么是企业诊断？如何在制造业信息化工程中实施企业诊断？	167
108.	制造业信息化工程需求分析的要点是什么？	169
109.	如何制定企业实施信息化工程的目标？	171
110.	人在实施制造业信息化中的作用是什么？为什么说领导重视是企业信息化工程成功的首要条件？	172
111.	制造业信息化工程为什么必须以企业为主体？	174
112.	如何确定制造业信息化工程的难点和关键技术？	176
113.	制造业信息化工程的效益分析有哪些主要方法？	179
114.	如何购买与开发制造业信息化应用软件？	181
115.	怎样对待制造业信息化工程的先进性与实用性？	183
116.	如何对制造业信息化工程进行验收？	185
117.	机械工业企业实施制造业信息化工程的特点是什么？	186
118.	煤炭行业实施制造业信息化工程的特点是什么？	189
119.	服装制造业信息化应用工程的特点是什么？	191
120.	电子行业实施制造业信息化工程的特点是什么？	192
121.	装配型家电行业实施制造业信息化工程的特点是什么？	194
122.	炼油企业实施制造业信息化工程的特点是什么？	197
123.	化工企业实施制造业信息化工程的特点是什么？	199

第 1 部分 制造业信息化工程基本概念

1. 制造业信息化和制造业信息化工程

制造业信息化是以信息化带动工业化的突破口。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的一段道路。我们必须清醒地认识到:第一,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,从一个落后的农业国变成一个经济高度发达的国家,一蹴而就是不现实的。第二,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,大力推进以制造业信息化为代表的国民经济信息化,以信息化带动工业化,从而实现全社会生产力的跨越发展。

制造业信息化将信息技术、自动化技术、现代管理技术与制造技术相结合,改善制造企业的经营、管理、产品开发和生产等各个环节,提高生产效率、产品质量和企业的创新能力,降低消耗,带动产品设计方法和设计工具的创新、企业管理模式的创新、制造技术的创新以及企业间协作关系的创新,从而实现产品设计制造和企业管理的信息化、生产过程控制的智能化、制造装备的数控化以及咨询服务的网络化,全面提升我国制造业的竞争力。

制造业信息化是一个过程,是制造企业从经营、生产、管理和产品开发的实际需求出发、量力而行实现信息化的过程,其最终目标是提高企业的竞争能力。在实施制造业信息化过程中,比较稳妥的办法是在企业的实际需求和经营战略目标的指导下,制定一个总体信息化规划,然后在总体规划的框架下,根据企业需求的迫

切性和实际能力,分步加以实施。

用信息技术改造传统制造业,大力推进制造业信息化,是我国在“十五”期间的一项重要使命。为此,科技部“十五”期间将在CAD/CIMS应用示范工程取得的成效和经验基础上,整合国家863计划、科技攻关计划等资源,会同有关部门,以地方为主推进、实施制造业信息化关键技术研究与应用示范工程(简称制造业信息化工程)。

制造业信息化工程主要有四方面任务:

(1) 突破一批重大关键技术,形成一批具有自主知识产权和市场竞争力的新产品。

(2) 建立一批制造业信息化应用的示范企业和示范区域,并通过辐射和扩散效应,提升我国制造业的核心竞争力。

(3) 培育一批制造业信息化软件企业和制造业信息化咨询服务公司。

(4) 培养锻炼一批人才,形成一支推进制造业信息化的基本队伍。

2. 实施制造业信息化工程的背景

世纪之交,世界的政治、经济和技术发生了前所未有的巨大变化,经济全球化正在形成。信息技术对制造业产生了极其深刻和全面的影响,使制造业的发展打上了明显的信息化烙印。经济全球化和信息化使制造业的竞争环境、发展模式、运行效率与活动空间等发生了深刻变化,这些变化对我国制造业提出了严峻的挑战,同时也为实现我国制造业的跨越式发展提供了有利条件和难得的机遇。

由于我国工业化进程起步较晚,制造业的总体水平与国际发达国家相比还存在着阶段性差距。

1. 劳动生产率及工业增加值率低

我国制造企业1999年劳动生产率为4258美元/人·年,为美国的4.4%,日本的4.1%,德国的5.6%;工业增加值率为26.

3%,远低于美国(49%)、日本(38%)和德国(48.5%),总体上还停留在劳动密集型阶段,技术含量和附加值低。

2. 低水平生产能力严重过剩,高水平生产能力不足

1995年第三次全国工业普查显示,全国主要工业产品有80%以上的生产能力利用不足或严重不足,大量生产能力放空,职工待岗,企业效益低,资产负债率达75%以上。而高水平生产能力不足,每年大量进口高技术含量和高附加值的工业制成品,有些已经形成了依赖性进口。

3. 技术创新能力十分薄弱,大部分技术及关键设备依赖进口

我国主要机械产品技术来源的57%、多数电子信息设备的核心技术都依靠从国外引进,原创性的技术和产品不多,尚未形成自主开发的良性循环。引进与消化吸收、创新的关系处理不好,从而出现了“引进-落后-再引进”的反复引进怪圈,基本停留在仿制的低层次阶段;绝大部分制造业企业技术开发能力和创新能力薄弱,缺乏资金和人才,原创性产品和技术较少。

4. 体制不能适应新形势发展的需求

体制改革滞后,政府各部门多头管理企业,各种行政审批仍然牢牢卡住企业脖子,成为制约我国制造业发展的主要瓶颈之一。企业内部管理落后,也使企业的研发、生产、市场营销和售后服务等不能协调发展。

5. 装备制造业规模较小,产业缺乏活力

我国的制造业结构仍然偏轻,表现为装备制造在制造业中的比重仅为26.5%(1999年),远低于美国(41.9%)、日本(43.6%)和德国(46.4%)。

综上所述,我国的制造业水平与世界发达国家相比较存在着相当大的差距,随着制造业竞争环境和发展空间的变化,将面临更为直接的国际竞争;同时,发达国家的发展可能造成差距的进一步扩大,因此,用信息化技术提高制造业的竞争力已经成为我们必然的选择。

3. 制造业信息化技术的现状与发展趋势

1. 国外现状

制造业信息化是当今世界制造业发展的大趋势。世界各国十分重视发展制造业信息化技术,为了占领制造业信息化技术制高点,许多国家都提出了跨世纪的研究计划。例如,美国政府提出了《美国国家关键技术》、《先进制造技术计划》、《敏捷制造与制造技术计划》和《下一代制造(NGM)》等计划;在欧共体的《尤里卡计划(EUREKA)》、《信息技术研究发展战略计划(ESPRIT)》和《第六届框架研究计划》中,与制造业信息化技术相关的项目占有相当大的比重;德国政府提出了《制造 2000 计划》、《微系统 2000 计划》和《面向未来的生产》等计划;日本的《智能制造系统计划》,英国的《国家纳米技术计划》(NION),韩国的《高级先进技术国家计划(G7 计划)》等均将制造业信息化技术列为重要研究内容。通过政府、企业、大学和科研院所的合作实施,这些计划大大促进了制造业信息化技术的发展。

综观各国制造业信息化技术计划的制定和实施情况可以看到,制造业信息化技术的发展有其深刻的国际经济竞争背景。这些计划提出时即以提高本国制造业的国际竞争能力,促进经济增长和提高国家综合实力为目标,既注重技术的超前性,更重视来自产业界的实际需求;在关键技术的选择上注重系统集成技术与工艺装备研发并重,通过系统技术、信息技术和自动化技术的引入提高制造企业的竞争能力;同时也可以看到,各国在发展制造业信息化技术的过程中,政府通过若干计划的实施起到了关键的引导和调控作用,并形成了一套有效的研发及推广应用的管理机制和创新机制。

2. 国内现状

近十多年来,国家有关部门有计划地部署了一系列国家级重点科技项目,有力地促进了我国制造业信息化技术的发展与应用,如 863 计划的 CIMS 主题和智能机器人主题;“九五”国家科技攻

关计划的 CAD 应用工程技术开发与应用示范、精密成形与加工技术研发和应用示范、工业机器人产业化开发、激光技术应用研究、数控技术与装备的工程化研究、现场总线控制系统开发、现场总线智能仪表研发、新一代全分布式控制系统研究与开发、大型骨干石化生产系统控制及计算机应用技术、有机精细化学品的计算机辅助设计及软件开发、石化应用软件典型示范工程及产品开发等 20 多个重点项目；总装备部(原国防科工委)在“九五”期间组织实施的我国武器装备先进制造技术的发展项目；航空、航天、兵器和机械等行业(部门)在“九五”期间组织实施的行业先进制造技术项目；国家计委、经贸委等推动的用高技术改造传统产业的一系列计划。

2000 年,“九五”国家科技攻关计划当中,制造业信息化技术方面有十多个相关重点项目完成了任务,并通过了验收。据统计,各项目共开发装备、装置 100 多个,建立中试生产线、示范(试验)点 300 多个,获得新产品、新工艺、新技术、新材料等科技成果 800 多项(其中,获国家科技进步奖 8 项,省、部级奖 41 项,申请专利 89 项),发表和撰写论文、报告 1000 多篇,产生综合经济效益数百亿元人民币,节汇创汇 4.5 亿美元。这些项目为我国制造业的技术升级和高新技术的产业化做出了重要贡献。

3. 发展趋势

制造业信息化技术发展的主要特点可以概括为:设计数字化、管理数字化、制造装备数字化、生产过程数字化和企业数字化。

设计数字化技术是制造业信息化的重点之一,也是目前应用最广泛、研究最深入、效益最明显的领域。设计数字化技术实现了产品设计手段与设计过程的数字化和智能化,缩短了产品开发周期,提高了企业的产品创新能力。设计数字化技术包括产品设计数字化技术与过程设计数字化技术,前者的对象是产品,而後者的对象则是产品的制造过程。设计数字化技术集成了现代设计过程中的多项先进技术,如智能设计、虚拟制造技术、标准化技术、产品