

科技素质教育丛书

丛书组编 杨叔子

人间巧艺夺天工

—当代先进制造技术

● 师汉民 易传云

华中理工大学出版社

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY PRESS

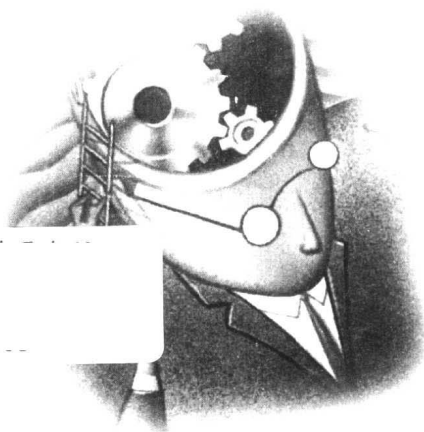


科技素质教育丛书

丛书组编 杨叔子

人 间 巧 艺 夺 天 工

—当代先进制造技术



● 师汉民 易传云
华中理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

人间巧艺夺天工——当代先进制造技术/师汉民 易传云
武汉:华中理工大学出版社, 2000年3月
ISBN 7-5609-2171-X

I. 人…

II. ①师… ②易…

III. ①工业技术-技术现状-世界

②工业技术-技术预测-世界

IV. TB-11

人间巧艺夺天工
——当代先进制造技术

师汉民 易传云

责任编辑:黎秋萍 赵丛
责任校对:郭有林

封面设计:刘 卉
责任监印:张正林

出版发行:华中理工大学出版社
武昌喻家山 邮编:430074

电话:(027)87542624

经销:新华书店湖北发行所

录排:华中理工大学出版社照排室
印刷:华中理工大学出版社沔阳印刷厂

开本:850×1168 1/32 印张:7 插页:2
版次:2000年3月第1版 印次:2000年3月第1次印刷
ISBN 7-5609-2171-X/TB·47

字数:160 000
印数:1—3 000
定价:9.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内容简介

这本书将带领你到一个神奇的领域中去游览。这个领域与你的关系是如此之密切,以致于你每时每刻都在与它打交道。你目之所及、身之所用多是这一领域的劳动成果。可是,对于这一领域,你可能又知之甚少,感到十分陌生。在新的世纪即将来临的今天,对于这一领域的突飞猛进的发展,对它所创造的令人惊异的奇迹与辉煌,你应该有所了解。

这个领域就是制造领域。本书将扼要地讲述当代先进制造技术的最具特色的几个方面,介绍它的现状及其发展趋势,并讲述它的意义和影响。这本书的内容,将会令你惊叹,让你着迷,鼓励你开拓新的知识疆界,帮助你提高适应新世纪的能力。

BANK 8/01

序

世界的变化,日新月异,目不暇接;中国的发展,滚滚向前,势不可挡。在北京大学百年校庆盛典上,江泽民同志深刻指出:当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济已见端倪,国力竞争日趋激烈。其中,科技的竞争,特别是高科技的竞争是关键,是要害;而人才的竞争,特别是人才素质的竞争是基础,是根本。求本之长,必固其根本,欲厦之高,必牢其基础,这是常识。

“科学技术是第一生产力”这一深刻论断,充分表明了大力发展科学技术的重要性与迫切性。没有现代科学,一打就垮,永远受制于人,受人宰割。历史的教训,我们能忘记吗?“科学技术是精神文明建设的重要基础”这一卓越见解,有力揭示了大力普及科学技术的重要性与迫切性。普及科学技术,就是要普及科技知识,传播科学思想,推广科学方法,坚持科学精神的求真求实的人文本质,发掘科学中的丰富的人文内涵。特别是弘扬科学与人文相融合的精神,发挥人作为万物之灵的为真理而斗争的能动性,总之,就是要提高国民素质。没有优秀素质,没有民族精神,一个国家、一个民族,就会异化,就会走邪,就会不打自垮,宁愿受人宰割,自甘为人奴隶。

缘于此,在湖北省新闻出版局领导与组织下,我们参加了“提高国民素质系列丛书”的组织、编写与出版工作,承担了科技素质教育这一部分。考虑到高科技的发展是

当今世界关注的焦点，而西方的“经济合作发展组织”(OECD)将高科技划为 8 个方面：信息、能源、材料、生命、环境、空间、海洋以及软科技；同时考虑到基础科学的重要，如同江泽民同志所讲，“基础研究是科学之本和技术之源”，因此，数学、物理、化学这些基础科学应该涉及；还考虑到世界各主要国家都极为重视“先进制造技术”，没有制造及其进步，也就没有生产资料、消费资料、一切技术手段及其进步，因此，“先进制造技术”也应该涉及。基于这些考虑，我们这套《科技素质教育丛书》，就包含了以下 8 个内容：基础科学、信息、材料、能源、空间、海洋、生命与环境、先进制造。

目前，“科教兴国”作为我国发展的重要战略而提出、而实施、而不断加强。1999 年 12 月 14 日至 15 日，我国召开了“第二次全国科普工作会议”。江泽民同志在贺信中作了重要指标，李岚清同志在会议上作了重要讲话。科普工作是“科教兴国”的重要内容，科学技术为亿万人民所掌握就能成为社会进步的巨大力量。在“科学的春天”阳光照耀下，科普系列书籍百花齐放，争芳斗艳，各显特色，各有千秋。我们这套《科技素质教育丛书》主要考虑到：一要重视发掘科技的人文内涵，力求科学与人文的交融；二要抓住重点，抓住范例，展开论述；三是主要面向高中文化程度以上的读者。当然，这只是一个设想与努力，这一设想与努力的实现还有待于不断地对编写内容进行增、删、改，不断地完善所编写的内容。在此，我们应感谢湖北省新闻出版局邱久钦局长和图书处同志给予的关心与支持！感谢作者的共同努力与辛勤劳动！感谢华中理工大学

出版社的大力支持。

我国社会主义建设事业高潮汹涌澎湃，已奔入新世纪、新千年，我们的社会主义祖国一定要在本世纪中叶达到邓小平同志所指出的第三步战略目标，我们要以大无畏的勇气，面对困难，抓紧机遇，迎接挑战，排除万难，去争取胜利。我们愿在这一伟大的时代中，为提高国民素质而尽到我们绵薄之力。

人孰无过？思孰无误？文孰无讹？书孰无错？书中的错误与不妥之处必然存在，愿读者及时告知，不吝指教。“嘤其鸣矣，求其友声。”这是我们虔诚的心愿。

谨为之序，聊达心情于万一。

中国科学院院士 杨叔子
华中理工大学教授

2000年1月

前 言

制造业创造了人类的物质文明,而今天的先进制造技术又是人类物质文明所创造的最伟大的奇迹之一。有关先进制造技术的知识可说是博大精深,包罗万象。鉴于这一套丛书的科普性质并适应其读者对象的广泛性,我们避开了繁难艰深的科学理论和技术细节,而侧重介绍人类制造活动中最实质的、最重要的、最有特色和最富于活力的几个方面。我们力图以明快的语言、生动的实例和中肯的分析来为源远流长、波澜壮阔的制造活动勾画出一个色彩鲜明的轮廓。我们希望,无论是内行或外行,无论是学生或专家,都能从本书中学得某些知识或受到某些启示。

师汉民规划了全书的内容和结构,撰写了大部分内容并负责全书的统稿、定稿。易传云搜集、修改、绘制了全书的插图,撰写了少部分文字并且承担了全书的文字整理和校对工作。

科普书籍既要“科学”又要“普及”,而要兼顾这两点往往是十分困难的。在此书的内容取舍,表达方式和阐述深度方面往往颇费斟酌,有时感到甚至比撰写学术专著还要困难。由于我们的水平有限,而且缺乏撰写科普书籍的经验,兼以时间仓促,书中错误或不妥之处在所难免,切望读者不吝指教。

作者

1999.9.1 于华工园内

目 录

□ 一个古老而又充满活力的行业——制造业	(1)
一、源远流长的制造业	(2)
二、蓬勃兴起的先进制造技术	(5)
1. 什么是先进制造技术	(5)
2. 一个超级大国所经历的波折及其教训	(6)
3. 一次具有重大影响的“事件”	(9)
三、各国发展先进制造技术的战略计划与行动	(10)
1. 美国	(11)
2. 日本	(12)
3. 欧共体	(14)
4. 韩国	(15)
5. 中国	(15)
□ 日新月异——制造工艺及制造设备	(17)
一、成形工艺	(19)
1. 铸造及特种铸造	(19)
2. 塑性成形与塑性精确成形	(24)
3. 金属超塑性成形	(26)
4. 焊接及焊接新技术	(28)
二、切削与磨削加工工艺及设备	(31)
1. 切削加工与刀具	(32)
2. 磨削加工与磨具	(36)
3. 金属切削机床	(38)
4. 新一代机床和工艺技术	(45)
三、塑料成形工艺及设备	(53)

1. 塑料的广泛应用	(53)
2. 注塑成形	(54)
3. 注塑机	(55)
4. 注塑模与挤出模	(56)
四、特种工艺及设备	(57)
1. 电火花加工	(58)
2. 激光加工	(59)
3. 超声加工	(60)
4. 液体喷射加工	(60)
5. 化学加工	(61)
五、生长成形工艺	(62)
1. 立体印刷术	(63)
2. 分层实体制造	(64)
3. 选择性激光烧结	(65)
4. 熔化沉积建模	(65)
5. 三维印刷	(67)
 □ 精益求精的艺术——精密、超精密加工	(69)
一、精度——制造业永恒不息的追求	(70)
1. 制造精度的涵意	(70)
2. 追求高精度的诱因	(71)
3. 精度之战的几条战线及其发展	(74)
二、超精密加工	(77)
1. 超精密加工的主要工艺方法	(77)
2. 超精密加工是复杂的系统工程	(78)
三、纳米技术	(83)
1. 进军分子、原子世界	(84)
2. 扫描隧道显微技术	(86)
3. 纳米技术前景辉煌	(88)

□ 从体力的解放到智力的延伸——制造自动化与智能化	(91)
一、从刚性自动线到柔性制造系统	(92)
二、自动化的真谛	(95)
三、具有“自知之明”的机器	(96)
1. 生产设备的工况监视技术	(97)
2. 加工过程中的自动补偿技术	(99)
四、车间里新出现的“铁领阶层”	(106)
1. 工业机器人的构造与特点	(106)
2. 机器人技术的发展	(108)
3. 机器人能干哪些活	(109)
五、善于律己的机器与多智能体协同制造系统	(111)
1. 智能机器	(111)
2. 多智能体协同系统	(112)
3. 启示与教益	(115)
六、问谁主沉浮——机器还是人	(116)
□ 运筹帷幄 决胜千里——现代产品设计概论	(119)
一、从经验设计到知识设计	(121)
1. 设计对象的复杂性上升	(121)
2. 设计知识的获取	(122)
3. 产品模型	(127)
二、面向产品的全生命周期的设计	(128)
1. 产品设计思想的变迁	(128)
2. 促使设计思想变迁的原因	(129)
3. 现代产品设计所必须考虑和解决的问题	(130)
三、并行工程的虚拟制造	(131)
1. 并行工程	(132)
2. 计算机仿真到虚拟制造	(134)
四、设计自动化与计算机辅助设计	(137)
1. 计算机辅助设计(CAD)	(138)

2. 计算机辅助生产计划(CAPP)	(142)
3. 数控加工自动编程(AP)	(142)

□ 福特模式的终结——现代制造企业的组织

结构和运行模式	(145)
一、从福特模式到顾客化大生产	(146)
1. 前奏	(147)
2. 福特模式的兴起	(147)
3. 福特模式的特点	(148)
4. 福特模式的困难	(151)
5. 顾客化大生产	(152)
二、精益生产	(155)
1. 节时生产(JIT)	(156)
2. 成组技术(GT)	(158)
3. 全面质量管理(TQC)	(161)
三、从集成制造到敏捷制造	(162)
1. 集成制造	(162)
2. 敏捷制造(AM)的提出	(164)
3. 敏捷制造的内涵	(165)
4. 敏捷制造的特点	(169)
5. 敏捷制造的方案和实例	(171)
6. 启示、教益与思考	(173)

□ 新世纪的展望——制造业的灿烂前景

一、知识经济条件下的制造业的嬗变	(178)
1. 历史的回顾	(178)
2. 山雨欲来风满楼	(179)
3. 知识经济的特征	(184)
4. 制造业的嬗变	(187)
二、微系统的研究与开发	(190)

1. 微机械、微型电子机械系统和微系统	(190)
2. 何以求其小	(192)
3. 微系统的主要制造工艺	(194)
三、仿生制造	(195)
1. 仿生制造的内在依据	(196)
2. 制造科学应该向生命科学学习什么	(198)
3. 国内外研究现状	(203)
四、绿色制造与可持续发展	(207)

一个古老而又充满活力的行业

—— 制造业



R E N J I A N Q I A O Y I D U O T I A N G O N G

—— 当代先进制造技术

人间巧夺天工



人类为生存和发展的需要,必须从事生产活动,形成了各种产业。在采集和狩猎经济被农业经济所取代以后,形成了所谓“第一产业”,即农业。这里指的是“大农业”,包括农、林、牧、副、渔等各个方面。工业革命以后,手工业发展成为现代工业,从而形成了所谓第二产业,即工业。工业中按大门类又分为材料工业、能源工业、建筑工业及制造工业等。在 20 世纪后半叶由于微电子技术、通讯技术和计算机技术的高度发展和广泛应用,形成了第三产业,即信息产业和服务产业。

材料工业将各种自然资源制备成具有各种性能或功能、能满足各种要求的材料,如金属(包括钢铁、有色金属等等)、塑料、陶瓷等等。能源工业提供各种能源,如电力、石油等。建筑工业则建构各种建筑物,如厂房、民宅等。制造工业则将原材料加工制造成各种产品,以满足人类生活、生产和社会发展的需要。

一、源远流长的制造业

当第一个猿人以一块锋锐的石头砍砸、刮削一根木棒,使之变得尖锐而光滑,以应打猎之需,或者当猿人学会了连缀树叶或兽皮,以供御寒或遮羞之需的时候,人类就开始了原始的制造活动,一个波澜壮阔、延及子孙万代的壮举从此就拉开了帷幕。在制造活动中,人类向大自然索取,为自身所用。通过制造活动,人类改造了自然,创造了光辉灿烂的物质文明和精神文明,同时,也创造了人类自身。

人类社会的进步与制造技术和制造工业的发展是息息相关



的。一个时代、一种文化都必须以一定的制造技术和制造工艺水平作为它的基础和特色。历史上有旧石器时代(约二三百万年以前)、新石器时代(几万年前)、青铜时代(我国大约在公元前 2000 年左右的商朝时期)和铁器时代(我国大约在公元前 5 世纪的东周之际)。每一个时代都有其生产工具和生活用品的独特的制造技术和工艺水平。新的、更高水平的制造技术的出现和制造业的发展,可以开创一个新的时代,促成新的社会结构的形成。在 19 世纪末,蒸汽机的制造技术获得突破性的进展并由之引发了工业革命,导致现代工业的出现和发展,以及现代社会和现代文明的建立。进入 20 世纪以来,汽车、电视、超大规模集成芯片制造技术的飞速发展,对促进社会的发展、社会结构的变化乃至人类文化的演变起到了无可估量的作用。可以毫不夸张地讲,如果没有现代制造技术和现代制造业,就不可能有现代社会和现代文明。

今天,制造业已经发展成为一个规模庞大、包罗万象的行业。凡制造各种生活用品或生产设备以满足市场需要的行业,均属于制造业。要而言之,它的产品包括以下诸方面。

——**动力机械** 如火力发电设备、水力发电设备、核能发电设备以及输配电设备等等;

——**工作机械与生产工具** 如各类金属切削机床、铸造与锻造设备、工程机械、矿山机械、纺织机械、农用机械及食品机械等等;

——**交通运输工具** 如汽车、机车、飞机、船舶、自行车等等;

——**通讯设备** 如电话机、交换机、光缆通讯设备、卫星通讯设备等等;

——**文化、教育及医疗卫生设备与器械** 如广播电视设备、电化教学设备、各种医疗检测与化验设备等等;

——**计算机** 包括计算机及其外围设备;

——**家庭用品** 如家具、厨房用品、生活用品及家用电器等;

.....



此外,还有另一个十分庞大的领域也应属于制造业,这就是军火制造业,包括常规武器、军用飞机、军用舰艇、导弹及各种军事设施的制造。

制造业的产品遍及人类社会生活的方方面面,哪怕是要想列出一个粗略的清单,也是非常困难的。以上所列,仅是举例而已,难免挂一漏万。读者由此可以想像制造业的涵盖面之广及其产品之浩瀚。

据统计,在1990年20个发达国家或地区制造业产值平均占国民生产总值(GDP)的22.15%。其中日本、德国、韩国分别为29%、31%和31%。美国在1994年制造业产值占GDP的22%。而且据估计,美国社会财富的68%来自制造业。以金融和贸易企业为主的新加坡,制造业产值在GDP中的比重仍然由1960年的11.7%,上升为1995年的25.3%。英国于70年代制造业产值占GNP的35%,于1990年下降至25%,而计划在2010年回升至30%。我国制造企业约有45万多个,从业人员约5000余万人,年产值约占GDP的40%左右。

如图1-1所示,制造企业是由人员、设备、材料、能源加上管理模式构成的一个复杂的系统,其活动涉及许多方面,绝不可狭隘地

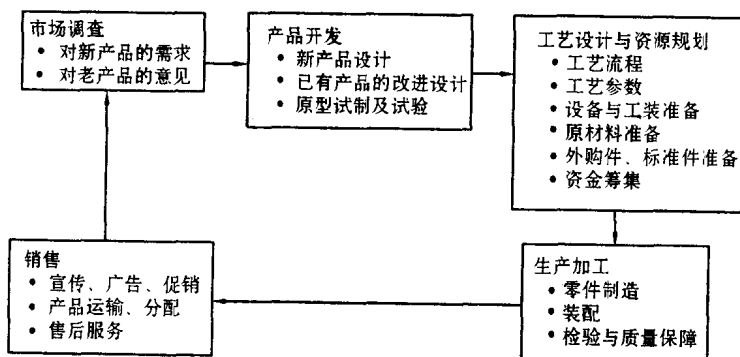


图 1-1 制造企业的工作环节