



教育部中等职业教育示范专业规划教材  
机电类专业教学用书

# 先进制造技术

XIAN JIN ZHI ZAO JI SHU

李宗义◎主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

教育部中等职业教育示范专业规划教材  
机电类专业教学用书

# 先进制造技术

主 编 李宗义

副主编 黄建明

参 编 时立民

主 审 聂建武

江苏工业学院图书馆  
藏书章



机械工业出版社

本书是根据现阶段机电类专业培养方案的指导思想和最新的教学计划编写的。

全书共6章,包括绪论、先进设计技术、先进制造工艺技术、制造自动化技术、先进制造模式以及先进管理技术等。书中侧重阐述适用的先进制造技术的基本概念、应用领域和关键技术。

本书既可作为中等职业学校机电类专业及相关专业的教学用书,也可作为高等职业学校机电类专业的教材或相关岗位培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术/李宗义主编. —北京:机械工业出版社, 2008.2  
教育部中等职业教育示范专业规划教材. 机电类专业教学用书  
ISBN 978-7-111-23359-6

I. 先… II. 李… III. 机械制造工艺 - 专业学校 - 教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第011269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:齐志刚 责任校对:樊钟英

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2008年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·8.5印张·199千字

0001-4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23359-6

定价:14.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379193

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本书是根据现阶段机电类专业培养方案的指导思想和最新的教学计划编写的。本书主要以中等职业学校模具设计与制造专业、数控技术应用专业应用型人才培养为对象,从先进设计技术、先进制造工艺技术、制造自动化技术、先进制造模式以及先进管理技术等方面,系统介绍各类先进的适用技术,阐述每项技术的基本概念、应用领域和关键技术,拓宽学生的知识面,了解各类制造技术的发展现状和趋势,以增强对学生创新能力的培养。

本书内容新颖、实用,突出中职教育的实用性和应用性,力求做到深入浅出、图文并茂,知识性与通俗性的统一。

本书具有以下主要特点:

- 1) 注重系统性和完整性,各章之间既有联系,又独立成章,方便教学。
- 2) 注重工程实用,介绍典型先进制造技术。
- 3) 配以典型应用案例,加强实用性与参考性。
- 4) 链接相关背景知识,拓宽知识面。

本课程教学共需 38 学时左右,学时分配可参考表 0-1。

表 0-1 课时分配

章 节	建议学时
第一章 绪论	4
第二章 先进设计技术	4
第三章 先进制造工艺技术	10
第四章 制造自动化技术	8
第五章 先进制造模式	8
第六章 先进管理技术	4
合 计	38

本书由甘肃省机械工业学校李宗义副教授主编,并编写第一章、第三章和第五章。黄建明任副主编,并编写第二章、第四章和第六章部分内容。天水师范学院时立民编写第五章部分内容和第六章。另外,甘肃省机械工业学校董建民也参与了内容的编辑工作。

本书由陕西工业职业技术学院聂建武副教授担任责任主审，并对书稿提出了很多宝贵意见，同时，在收集资料和编写的过程中，也得到了不少生产单位及老师的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中差错和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

本书在编写过程中，参考了国内外许多文献资料，在此对有关单位和作者表示衷心的感谢。本书在编写过程中，得到了许多领导和专家的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢。本书在编写过程中，得到了许多领导和专家的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

参考文献

Table with 2 columns: Chapter/Section (章节) and Page Number (页码). The text is very faint and mostly illegible.

本书在编写过程中，参考了国内外许多文献资料，在此对有关单位和作者表示衷心的感谢。本书在编写过程中，得到了许多领导和专家的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 制造业的发展概况 .....	1
第二节 先进制造技术概述 .....	6
第三节 先进制造技术发展趋势 .....	8
<b>第二章 先进设计技术</b> .....	10
第一节 先进设计技术概述 .....	10
第二节 先进设计方法学 .....	11
第三节 可信性设计技术 .....	13
第四节 设计试验技术 .....	14
<b>第三章 先进制造工艺技术</b> .....	16
第一节 先进制造工艺技术概述 .....	16
第二节 快速原型制造技术 .....	22
第三节 快速制模技术 .....	28
第四节 虚拟制造技术 .....	31
第五节 高速加工 .....	36
第六节 优质、高效焊接技术 .....	39
第七节 精确高效塑性成形技术 .....	42
第八节 其他先进制造工艺技术 .....	44
<b>第四章 制造自动化技术</b> .....	47
第一节 概述 .....	47
第二节 计算机辅助设计与制造 .....	47
第三节 数控技术 .....	57
第四节 工业机器人 .....	63
第五节 柔性制造系统技术 .....	68
第六节 虚拟轴机床(选学) .....	80
<b>第五章 先进制造模式</b> .....	85
第一节 计算机集成制造技术 .....	85
第二节 并行工程 .....	89
第三节 敏捷制造技术 .....	93
第四节 精益生产 .....	100

第五节 智能制造 .....	103
第六节 绿色制造 .....	106

<b>第六章 先进管理技术 .....</b>	<b>111</b>
第一节 先进管理技术概述 .....	111
第二节 物料需求计划和制造资源计划 .....	114
第三节 企业资源规划 .....	118
第四节 准时生产 .....	123

<b>参考文献 .....</b>	<b>127</b>
-------------------	------------

1 .....	章一第
1 .....	章一第
6 .....	章二第
2 .....	章二第
01 .....	章二第
01 .....	章二第
11 .....	章二第
21 .....	章二第
44 .....	章四第
61 .....	章三第
01 .....	章一第
22 .....	章二第
25 .....	章二第
31 .....	章四第
61 .....	章四第
66 .....	章六第
74 .....	章三第
74 .....	章四第
74 .....	章一第
74 .....	章二第
72 .....	章二第
70 .....	章四第
26 .....	章九第
30 .....	章六第
64 .....	章五第
78 .....	章一第
88 .....	章二第
92 .....	章二第
1001 .....	章四第



# 第一章 绪论



**学习目的：**通过本章的学习，应对制造业的发展进程有一个初步的了解。并在此基础上，对先进制造技术的特点、发展历程、现状及其今后的发展趋势有所认识。

## 第一节 制造业的发展概况

### 一、概念

(1) 制造 (Manufacturing) 制造是一种将物料、能量、资金、人力资源、信息等有关资源，按照社会的需求，转变为新的、有更高应用价值的有形物质产品和无形软件、服务等产品资源的行为和过程。

国际生产工程研究学会 (CIRP) 的定义：“制造是一个涉及制造工业中产品设计、物料选择、生产计划、生产过程、质量保证、经营管理、市场销售和服务的一系列相关活动和工作的总称”。

(2) 制造系统 (Manufacturing System) 制造过程及其所涉及的硬件 (包括人员、生产设备、材料、能源和各种辅助装置) 以及有关的软件 (包括制造理论、制造工艺、制造方法和制造信息等)，组成了一个具有特定功能的有机整体，称之为制造系统。

CIRP 的定义：“制造系统是制造业中形成制造生产的有机整体，在机电工程生产中，制造系统具有设计、生产、发运和销售的一体化功能”。

(3) 制造技术 (Manufacturing Technology) 制造技术则是按照人们所需的目的，运用知识和技能，利用客观物质工具，使原材料转变为产品的技术总称。也可以说是完成制造活动所需的一切手段的总和。

(4) 制造业 (Manufacture) 制造业是所有与制造活动有关的实体或企业机构的总称。

### 二、制造业的发展

社会的进步和发展，是伴随着制造业的革新和发展而进行的。科技的进步和制造业的发展，是推动社会发展的主要动力。每一个社会发展阶段，都会出现与之相匹配的加工制造技术。社会各个时期制造业的发展进程，见表 1-1。

表 1-1 社会各个时期的制造业发展

时 期	工 具	制造特征对象	制造模式
农业社会	石器、铜器、铁器	自然界地表的天然物质资源	手工制造
工业社会	机器	地下的石油、矿产资源、生活生产用品	机器制造、机械化流水线制造、自动化制造



(续)

时 期	工 具	制造特征对象	制造模式
信息社会	计算机 新技术	1. 有形资源 分子、原子、纳米级 2. 无形资源 信息、知识	现代制造、柔性制造、集成制造、敏捷制造、智能制造、纳米制造、生物制造

制造模式的变迁，如图 1-1 所示。

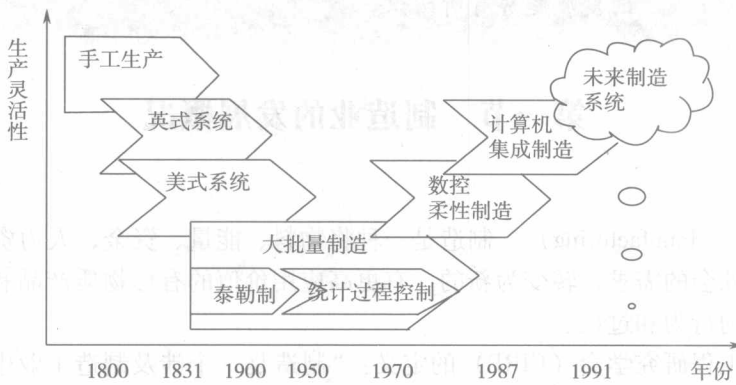


图 1-1 制造模式的变迁

制造发展的概况，如图 1-2 所示。

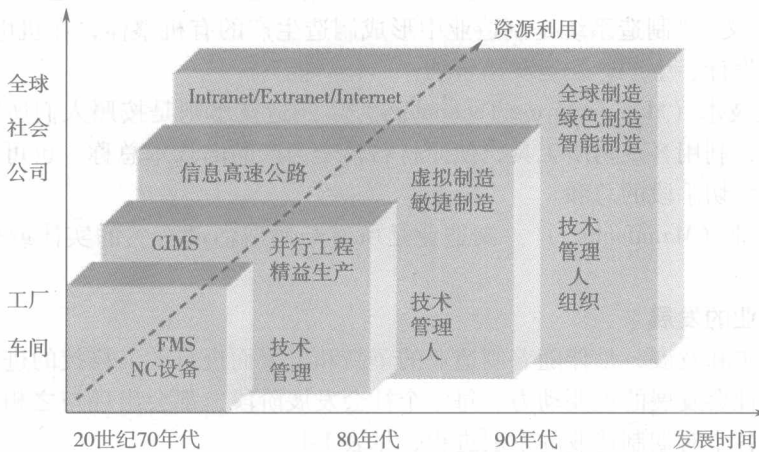


图 1-2 制造发展的概况

各年代达到的加工精度，如图 1-3 所示。

制造业在近代的发展，主要经历了三个发展阶段：

1. 用机器代替手工，从作坊形成工厂

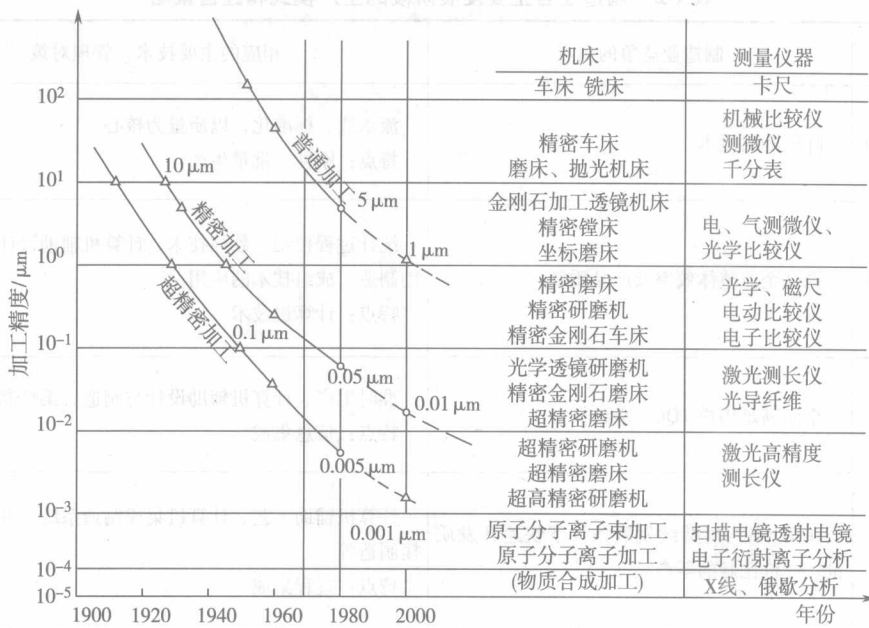


图 1-3 各年代达到的加工精度

20 世纪初，各种金属切削加工工艺方法逐渐形成，近代制造技术已成体系。但是机器（包括汽车）的生产方式是作坊式的单件生产，它产生于英国，在 19 世纪先后传到法国、德国和美国，并在美国首先形成了小型的机械加工工厂。

2. 从单件生产方式发展成大量生产方式

推动这种根本变革的是两位美国人：弗雷德里克·泰罗（Frederick W Taylor）和亨利·福特（Henry Ford）。

泰罗首先提出了以劳动分工和计件工资制为基础的科学管理，成为制造工程科学的奠基人。

福特首先推行零件互换技术，1913 年建立了具有划时代意义的汽车装配生产线，实现了以刚性自动化为特征的大量生产方式，这种生产方式对社会结构、劳动分工、教育制度和经济发展都产生了重大的作用。20 世纪 50 年代，零件互换技术发展到了顶峰，产生了工业技术的革命和创新，传统制造业及其大工业体系也随之建立并逐渐成熟。

3. 柔性化、集成化、智能化和网络化的现代制造技术

20 世纪 80 年代以来，现代制造技术逐步成为加工制造业的主要方法。随着现代加工技术的不断完善，其应用体系与技术也正日益成熟，其中主要的发展方向有：

- 1) 对传统制造技术的不断革新与拓展。
- 2) 对非传统加工方法的应用。
- 3) 朝精密化工程发展。
- 4) 制造系统朝柔性化、集成化、智能化和网络化方向发展。

其中，制造业各阶段的具体生产模式和经营策略见表 1-2。

表 1-2 制造业各主要发展阶段的生产模式和经营策略

时 期	制造业竞争的焦点	相应的主要技术、管理对策
1910 ~ 1940	降低产品成本	流水线、标准化，以质量为核心 特点：刚性、批量生产
1950 ~ 1970	提高企业整体效率及产品质量	统计过程控制、数控技术、计算机辅助设计、计算机辅助制造、成组技术的应用 特点：计算机技术
20 世纪 80 年代	全面满足用户 TQCS 等要求	准时生产、计算机辅助设计与制造、柔性制造系统等 特点：信息集成
20 世纪 90 年代	在 TQCS 与可持续发展条件下快速开发质量、性价比好的新产品	计算机辅助工艺、计算机集成制造系统、并行工程、敏捷制造等 特点：过程集成
21 世纪	以知识为基础的新产品	现代集成制造系统、虚拟制造 特点：企业集成，制造业信息化

制造型企业运行模型，如图 1-4 所示。

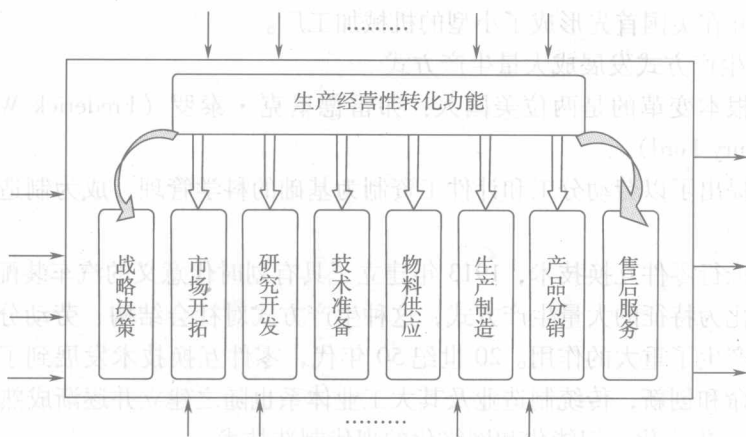


图 1-4 制造型企业运行模型

### 三、制造业的发展趋势及特点

随着计算机、微电子、信息和自动化技术的迅速发展，给制造业在产品设计与工艺与装备、生产管理和企业经营带来了重大变革，先后诞生了一系列新制造技术和新制造模式，见表 1-3。

表 1-3 新制造技术和新制造模式的名称和代号缩写

名 称	代号缩写	名 称	代号缩写	名 称	代号缩写
数控	NC	柔性制造系统	FMS	生产数据交换标准	STEP
加工中心	MC	准时生产	JIT	智能制造技术	IMT
计算机数控	CNC	管理信息系统	MIS	精良生产	LP
计算机辅助制造	CAM	并行工程	CE	按类个别生产	OKP
工业机器人	IR	成组技术	GT	按订单生产	MTO
计算机辅助工艺	CAPP	质量功能配置	QFD	快速原型	RP
计算机辅助调度	CAPS	面向 X 设计	Design for X	快速制造	RM
计算机辅助检测	CAI	物料需求计划	MRP	敏捷制造	AM
计算机辅助工程	CAE	制造资源计划	MRPII	虚拟制造	VM
计算机辅助装配规划	CAAP	企业资源计划	ERP	计算机集成制造	CIM
柔性制造单元	FMC	产品数据管理	PDM	计算机集成制造系统	CIMS
柔性制造线	FML	初始图形交换系统	IGES		

在新材料方面，随着高强质轻合金、工程塑料、复合材料、陶瓷材料、新型合金等材料的应用，使产品用材有了显著变化，又促进了新的加工工艺和成形方法的发展，出现了多种精密加工、复合加工、特种加工、材料改性等新工艺，提高了加工质量和效率。此外，加工装备也走向一机多能、粗精加工一体化、加工检测集成、人机一体化，出现了智能化加工单元。

随着纳米时代和生物时代的到来，以分子、原子等为对象的纳米制造和以基因技术为核心的生物制药闪亮登场，制造的主要对象将扩大到基因资源和微观领域的各种资源。我们期待用纳米科技“营造自然界尚不存在的新的物质体系”，用基因技术“重塑世界”。

总之，现代制造将以先进制造技术为主要支撑，以资源和资源转换为对象，以现代制造科学与技术为基础，以制造系统为载体，以信息化、网络化、生态化和全球化为环境和背景，追求社会经济的持续快速发展。

基于因特网 Internet 的供应链制造系统模型，如图 1-5 所示。

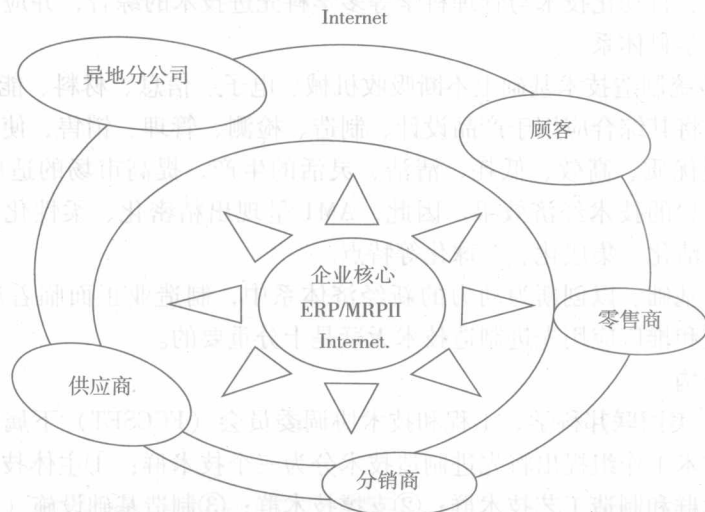


图 1-5 供应链制造系统框图



相关链接 人物简介

1. 弗雷德里克·泰勒 (Frederick W. Taylor, 1856 ~ 1915)

泰勒是美国古典管理学家，科学管理的主要倡导人，被人称为“科学管理之父”。

“泰勒制”的工程哲理：即将产品的开发过程尽可能细地划分为一系列串联的工作步骤，由不同的部门承担，依次执行。

2. 亨利·福特 (Henry Ford, 1863 ~ 1947)

福特是世界著名的“汽车大王”，终生致力于汽车的研究和制造，使汽车成为人人买得起的商品。福特首先推行了零件互换技术、建立汽车装配生产线、实现大量生产方式等，它对社会结构、劳动分工、教育制度和经济发展都产生了重大的影响。

一个人可以轻易地失败，但只有他付出所有的一切和所能做的一切时，他才有可能成功。正因为这一点，才使得成功如此艰难和宝贵。

——亨利·福特

## 第二节 先进制造技术概述

### 一、概念

先进制造技术 (Advanced Manufacturing Technology, AMT) 是传统制造技术、信息技术、计算机技术、自动化技术与管理科学等多学科先进技术的综合，并应用于制造工程之中所形成的一个学科体系。

AMT 是在传统制造技术基础上不断吸收机械、电子、信息、材料、能源和现代管理等方面的成果，并将其综合应用于产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的制造全过程，能实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产，提高市场的适应能力和竞争能力，以期取得理想的技术经济效果。因此，AMT 呈现出精密化、柔性化、网络化、虚拟化、智能化、清洁化、集成化、全球化等特点。

在以知识为基础、以创新为动力的新经济体系中，制造业正面临着严峻的挑战与机遇。因此，研究和推广应用先进制造技术无疑是十分重要的。

### 二、体系结构

1994 年初，美国联邦科学、工程和技术协调委员会 (FCCSET) 下属的工业和技术委员会先进制造技术工作组提出将先进制造技术分为三个技术群：①主体技术群，包括面向制造的设计技术群和制造工艺技术群；②支撑技术群；③制造基础设施（制造技术环境）。FCCSET 提出的先进制造技术的体系结构及主要内容，见表 1-4 所示。

表 1-4 先进制造技术的体系结构

技术群名称	主要内容	
	面向制造的设计技术群	制造工艺技术群
主体技术群	①产品、工艺设计 ◇计算机辅助设计 ◇工艺过程建模和仿真 ◇工艺规程设计 ◇系统工程集成 ②快速成型技术 ③并行工程	①材料生产工艺 ②加工工艺 ③联接与装配 ④测试和检测 ⑤环保技术 ⑥维修技术 ⑦其他
支撑技术群	①信息技术 ◇接口技术      ◇数据库      ◇人工智能 ◇集成技术      ◇软件工程      ◇决策支持 ②标准和框架 ◇数据标准      ◇产品定义和标准      ◇工艺标准 ◇检验标准      ◇接口框架 ③机床和工具技术 ④传感器和控制技术	
制造基础设施	①质量管理 ②工作人员培训和教育 ③全国监督和基准评测 ④用户/供应商交互作用 ⑤技术获取和利用	

### 三、特点与作用

#### 1. 特点

先进制造技术除具有精密化、柔性化、网络化、虚拟化、智能化、清洁化、集成化、全球化等特点之外，还具备以下特征：

(1) 集合多学科成果，形成一个完整的制造体系 先进制造技术是多种科学及方法的整合。但它决不是若干独立学科先进技术的简单累加，而是按照新的生产组织和管理方式建立起来的体系，先进制造体系要实现自身的先进性，保证“时、空、人、物、信息、处理及决策”的正确性，就离不开先进的信息技术、自动化技术和先进的管理科学，并且要将这些技术和科学应用于制造工程之中，形成一个有机的整体。

(2) 先进制造技术的发展是一个动态过程 由于先进制造技术是针对一定的应用目标，不断地吸收各种高新技术形成和发展的，因而其本身也不是一成不变的。具体反映在不同的时期，先进制造技术有其自身阶段性的特点；反映在不同的国家和地区，先进制造技术也有其本身侧重发展的目标和内容。

(3) 先进制造技术的重要支撑是信息技术 信息技术正在向制造技术注入和融合，促进着制造技术的不断发展，使传统制造技术发生着质的变化。目前，信息技术对制造技术

发展的作用已占第一位。信息技术促进着设计技术的现代化,加工制造的精密化、快速化,自动化技术的柔性化、智能化,整个制造过程的网络化、全球化。各种先进生产模式的发展,如计算机集成制造系统、并行工程、敏捷制造、虚拟企业与虚拟制造,也无不以信息技术的发展为支撑。

### 2. 作用

统计表明,制造业为工业化国家创造了60%~80%的社会财富,是国际贸易中主要交易物品的源泉。纵观世界各国的发展历程可以发现,如果一个国家的制造业发达,它的经济必然强大,国家的综合实力也得以提升。

高质量、高水平的制造业必然要以先进的制造技术做后盾。世界上各个工业化国家经济上的竞争主要是制造技术的竞争。在各个国家的企业生产力的构成中,制造技术的作用一般占55%~65%。亚洲部分国家(如日本、韩国等)的发展在很大程度上就是因其重视制造技术,通过制造技术形成产品,依靠产品占领世界市场,从而实现经济乃至国力的迅速崛起、腾飞。

## 第三节 先进制造技术发展趋势

归纳先进制造技术的发展趋势,大致有以下几个方面:

### 一、先进制造技术向超精微细领域扩展

微型机械、纳米测量、微米/纳米加工制造的发展使制造工程科学的内容和范围进一步扩大,同时要求用更新、更广的知识来解决这一领域的新课题。

### 二、制造过程的集成化

制造过程的集成化使产品的加工、检测、物流、装配过程走向一体化。计算机辅助设计、计算机辅助工程、计算机辅助制造的出现,使设计、制造成为一体;精密成形技术的发展,使热加工可直接提供接近最终形状、尺寸的零件,它与磨削加工相结合,有可能覆盖大部分零件的加工,淡化冷、热加工的界限;机器人加工工作站及柔性制造系统的出现,使加工过程、检测过程、物流过程融为一体;现代制造系统使得自动化技术与传统工艺密不可分;很多新型材料的配制与成形同时完成,很难划清材料应用与制造技术的界限。这种趋势表现在生产上使专业车间的概念逐渐淡化,多种不同专业的技术集成在一台设备、一条生产线、一个工段或车间里的生产方式逐渐增多。

### 三、制造科学与制造技术、生产管理的融合

制造科学是对制造系统和制造过程知识的系统描述。它涉及制造系统和制造过程的数学描述、仿真和优化,设计理论与方法以及相关的机构运动学和动力学、结构强度、摩擦学等。技术和管理是制造系统的两个轮子,由生产模式结合在一起,推动着制造系统向前运动。在计算机集成制造系统、敏捷制造、虚拟制造等模式中,管理策略和方法是这些新生产模式的灵魂。

### 四、绿色制造将成为制造业的重要特征

绿色制造是一种现代制造模式,其目标是使产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个生命周期中,对环境的负面影响最小、资源利用率最高,并使企业经济效益和社会效益最高。环境与资源的约束,使绿色制造业显得越来越重要,它是21世纪制



制造业的重要特征，并将获得快速的发展。主要体现在绿色产品设计技术、绿色制造技术、产品的回收和循环再制造。

### 五、虚拟现实技术在制造业中获得越来越多的应用

虚拟现实技术主要包括虚拟制造技术和虚拟企业两个部分。虚拟制造技术从根本上改变了设计、试制、修改设计、组织生产的传统制造模式。它在虚拟环境中可以用虚拟的产品原型代替真实样品进行试验，对其性能和可制造性进行预测和评价，从而缩短产品的设计与制造周期，降低产品的开发成本，提高系统快速响应市场变化的能力。

虚拟企业是为了快速响应某一市场需求，通过信息高速公路，将产品涉及到的不同企业临时组建成为一个靠计算机网络联系、统一指挥的合作经济实体。

### 六、制造全球化

先进制造技术的竞争正在导致制造业在全球范围内的重新分布和组合，新的制造模式将不断出现，更加强调实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产。随着制造产品、市场的国际化及全球通信网络的建立，国际竞争与协作氛围的形成，21世纪制造全球化是发展的必然趋势。

## 思考题

- 1-1 什么是制造、制造系统、制造技术及制造业？
- 1-2 简述制造业的发展阶段及其特点？
- 1-3 简述制造业的发展趋势？结合自己的认识，谈谈对制造业发展的展望？
- 1-4 什么是先进制造技术？其特点有哪些？
- 1-5 先进制造技术的发展趋势是什么？先进制造技术的出现与发展，对社会进步有哪些积极影响？

## 第二章 先进设计技术



学习目的：通过对本章的学习，对先进的设计技术与设计方法有一个概括性了解。

### 第一节 先进设计技术概述

在市场经济条件下，任何一个成熟的产品市场，都存在着激烈的竞争。在激烈竞争的市场中靠什么生存和发展？只能靠产品，靠不断推出适应市场需求的新产品。因此产品是企业赖以生存的生命线。而新产品的开发是一个技术创新和价值实现的过程，是一个复杂的智力劳动的过程。产品设计阶段的工作量约占产品全生命周期的 20%，但却决定了产品制造成本的 80%。因此，产品开发和工程设计的能力是企业的核心。

#### 一、概念

(1) 新产品 是指采用新技术原理、新技术构思研究生产的全新型产品。它无论在结构、材质、性能、工艺等任一方面，都要比老产品有重大改进或显著提高。一般情况下，新产品会给企业的经济带来新的增长。

(2) 新产品开发 是一个技术创新和价值实现的过程，大致可分为市场分析、产品设计、产品制造和市场营销四个阶段。而影响新产品开发的核心因素主要是被称为新产品开发中的“魔术三角”，即产品进入市场的时间（Time to market）、产品质量（Quality）和成本（Cost）。产品设计、开发是一系列复杂的涉及多项职能的活动，其典型的开发过程为：概念开发（产品框架、概念设计、目标市场）→产品规划（市场建立、小规模测试、投资分析）→产品/工艺规程（产品详细设计和需要使用的设备/工具、建立测试原型）→小规模生产/增量生产（大量生产、工厂启动、生产量增长至商业目标）。

(3) 先进设计技术 是指以满足市场产品的质量、性能、时间、成本等综合效益最优为目的，以计算机辅助设计技术为主体，以知识为依托，以多种科学方法和技术为手段，研究、改进、创造产品活动过程所用到的技术群体的总称。

#### 二、先进设计技术的分类

先进设计技术内容广泛，分支学科繁多，具体可分为以下四个层次：

(1) 基础技术 是指传统的设计理论与方法，特别是运动学、静力学与动力学、材料力学、结构力学、热力学、电磁学、工程数学的基本原理与方法等。

(2) 主体技术 是指计算机辅助设计、智能 CAD、优化设计、有限元分析程序、模拟仿真、虚拟设计和工程数据库等。

(3) 支撑技术 包含设计方法学、可信性设计技术及试验设计技术。