



全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

示范专业建设
课程配套教材

先进制造技术

◎ 孙燕华 主编 ◎ 李 华 主审



- 现代设计技术
 - ◆ CAD技术
 - ◆ 有限元分析
 - ◆ 并行设计
 - ◆ 反求工程
 - ◆ 绿色产品设计
 - ◆ 精密成型
 - ◆ 精密与超精密加工
 - ◆ 超高速加工
 - ◆ 特种加工
 - ◆ 微细加工
- 先进制造工艺技术
 - ◆ 制造自动化技术
 - ◆ 自动化制造设备
 - ◆ 柔性制造系统
 - ◆ ERP
 - ◆ LP
 - ◆ CAD/CAPP/CAM一体化技术
 - ◆ CIMS
 - ◆ MRP/MRP II
 - ◆ AM
- 现代生产经营和管理技术
 - ◆ 反求工程
 - ◆ 精密与超精密加工
 - ◆ 微细加工
 - ◆ 智能制造
 - ◆ PDM
 - ◆ NM
 - ◆ JIT
 - ◆ GM



- ◆ 选择典型的先进技术案例，反映制造领域的系统性、完整性和先进性
- ◆ 结合工程领域的应用实例进行叙述，内容精炼，通俗易懂
- ◆ 配有职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结，以便高效率教学
- ◆ 提供免费的电子教学课件和习题参考答案



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

示范专业建设
课程配套教材

先进制造技术

孙燕华 主 编

李 华 主 审



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了各种先进制造技术和先进制造理念,论述了先进制造技术的特点、构成、技术内涵及其应用。全书共分为5章:第1章介绍先进制造技术的定义、特点、发展历程及其构成与体系,先进制造技术的现状及发展趋势;第2章介绍计算机辅助设计CAD技术、有限元分析、并行设计等一些现代设计方法;第3章介绍成型制造技术、精密与超精密加工技术、超高速加工技术、特种加工技术、微细加工技术;第4章介绍制造自动化技术的定义、内涵及发展历程,自动化制造设备,CAD/CAPP/CAM一体化技术,柔性制造系统,计算机集成制造系统,智能制造系统等;第5章介绍制造资源计划、企业资源计划、准时生产、精益生产、敏捷制造等先进管理方法和现代生产模式。

本书结构体系清晰,论述深入浅出,图文并茂,配有“职业导航”、“教学导航”、“知识分布网络”、“知识梳理与总结”,便于教师教学和学生高效率地学习先进制造技术。

本书可作为高职高专院校机械设计制造类、机电设备类、自动化类、电子工程类等专业的教材,也可作为应用型本科院校、职工大学、函授学院、中职学校相关专业的教材,以及工程技术人员的参考书。

本书配有免费的电子教学课件和习题参考答案,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术 / 孙燕华主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.6
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列
ISBN 978-7-121-08806-3

I. 先… II. 孙… III. 机械制造工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH16
中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第073260号

策划编辑: 陈健德 (E-mail:chengjd@phei.com.cn)

责任编辑: 侯丽平

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数: 384千字

印 次: 2009年6月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 24.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

职业教育 继往开来 (序)

自我国实行对内搞活、对外开放的经济政策以来,各行各业都获得了前所未有的发展。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高,教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说,近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下,高职院校以服务为宗旨、以就业为导向,开展工学结合与校企合作,进行了较大范围的专业建设和课程改革,涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下,逐步加大校内生产性实训比例,引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下,教学以育人为目标,以掌握知识和技能为根本,克服了以学科体系进行教学的缺点和不足,为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

在高职教育新的教学模式下,各院校不断对专业建设和课程设置进行改革,教学改革的成果最终要反映在教学过程中,其中主要的体现形式为教材创新。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社,具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验,有义务、有能力与广大的高职院校密切合作,参与创新职业教育的新方法,共同出版反映最新教学改革成果的新教材,为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而努力。

近期由我们组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”,主要具有以下几个特点。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确,并且具有多年的职业教育教学经验以及工学结合、校企合作经验,能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计,能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础,体现重点突出、实用为主、够用为度的原则,采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例经提炼后进行设置,项目实例较多,应用范围较广,图片数量较大,还引入了一些经验性的公式、表格等,文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性,对全国许多职业教育院校具有较大的适用性,同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点,本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容,有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程,也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点,为方便教学过程我们为教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源,各位老师可在华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn或www.hxedu.com.cn)注册后可直接下载。

这套新型教材得到了许多高职院校老师的支持和欢迎,为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务,我们热忱欢迎各位职教专家和老提出意见或建议,如果您有新教材的编写思路请与我们联系(邮箱:chenjd@phei.com.cn,电话:010-88254585),共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

电子工业出版社高等职业教育分社

全国高职高专院校机械类专业课程研究专家组

主任委员:

李 辉 石家庄铁路职业技术学院机电工程系主任

副主任委员:

孙燕华 无锡职业技术学院机械技术学院院长

滕宏春 南京工业职业技术学院机械工程系主任

常务委员 (排名不分先后):

柴增田 承德石油高等专科学校机械工程系主任

钟振龙 湖南铁道职业技术学院机电工程系主任

彭晓兰 九江职业技术学院机械工程系主任

李望云 武汉职业技术学院机电工程学院院长

杨翠明 湖南机电职业技术学院副院长

周玉蓉 重庆工业职业技术学院机械工程学院院长

武友德 四川工程职业技术学院机电工程系主任

任建伟 江苏信息职业技术学院机电工程系主任

许朝山 常州机电职业技术学院机械系主任

王德发 辽宁机电职业技术学院汽车学院院长

陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械工程系主任

窦 凯 番禺职业技术学院机械与电子系主任

杜兰萍 安徽职业技术学院机械工程系主任

林若森 柳州职业技术学院机电工程系主任

李荣兵 徐州工业职业技术学院机电工程系主任

丁学恭 杭州职业技术学院机电工程系主任

郭和伟 湖北职业技术学院机电工程系主任

宋文学 西安航空技术高等专科学校机械工程系主任

皮智谋 湖南工业职业技术学院机械工程系主任

刘茂福 湖南机电职业技术学院机械工程系主任

赵 波 辽宁省交通高等专科学校机械电子工程系主任

孙自力 渤海船舶职业学院机电工程系主任

张群生 广西机电职业技术学院高等职业教育研究室主任

秘书长:

陈健德 电子工业出版社高等职业教育分社高级策划编辑



制造业是国家经济和综合国力的基础，制造业的发达与先进程度是国家工业化的重要表征。制造技术是制造业赖以生存和发展的主体技术，是制造业持续发展的根本动力。

先进制造技术 (Advanced Manufacturing Technology, AMT) 的概念源自于 20 世纪 80 年代。当时，美国为了加强其制造业的竞争力和促进国民经济增长而提出了先进制造技术的概念。此后，各发达国家纷纷投入巨资与人力，扶持与推动先进制造技术的发展，并取得显著效果。我国在先进制造技术方面和国外有较大的差距，大力发展和应用先进制造技术，用其改造传统产业，形成高技术产业，提升我国制造业的产业结构、产品结构，是我国实现由制造业大国向制造业强国转变的根本策略。

为了更好地适应现代制造业的发展需要，我们按照新的职业教育教学改革要求，组织编写了这本《先进制造技术》，旨在将当前的先进制造技术和理念介绍并传授给广大学生，使学生了解现代制造技术的范畴，关注制造技术的发展及前沿，拓宽学生的知识面，培养学生探究新技术与不断创新的意识，逐步成为某项先进技术的实践者。

本书力求反映当前机械工程领域的先进制造技术及先进制造理念，在编写过程中，我们特别注重：

(1) 理论知识与实际应用的融通。注意理论知识的精简通俗，并结合工程领域的应用实例，对所涉及的每一项技术的基本概念、关键技术、发展水平和应用技术有一个清晰阐述，使读者通过实际应用来领悟和理解技术理论。

(2) 技术传承与发展的连续。在介绍各种先进制造技术的同时，注重制造技术的历史改革与发展轨迹的介绍，保证了制造领域技术的连贯与延续性，体现了制造领域技术的先进性。

(3) 系统性与典型性的兼顾。教材体系按现代制造技术的范畴与分类进行组织，反映了制造领域的系统性和先进制造技术体系的完整性。各种技术以独立章节先进行归类介绍，并选择典型的、运用较广的先进技术案例突出重点。

本书共分为 5 章。第 1 章介绍先进制造技术的定义、特点、发展历程及其构成与体系，先进制造技术的现状及发展趋势；第 2 章介绍计算机辅助设计 CAD 技术、有限元分析、并行设计等一些现代设计方法；第 3 章介绍成型制造技术、精密与超精密加工技术、超高速加工技术、特种加工技术、微细加工技术；第 4 章介绍制造自动化技术的定义、内涵及发展历程，自动化制造装备，CAD/CAPP/CAM 一体化技术，柔性制造系统，计算机集成制造系统，智能制造系统等；第 5 章介绍制造资源计划、企业资源计划、准时生产、精益生产、敏捷制造等先进管理方法和现代生产模式。

本书配有“职业导航”，说明本课程能力的应用岗位；在各章正文前配有“教学导航”，为本章内容的教与学提供指导；正文中的“知识分布网络”，便于读者掌握本节内容的重点；每章结尾有“知识梳理与总结”，便于读者高效率地学习、提炼与归纳。

本书由无锡职业技术学院孙燕华主编。第1~2章、第3.4节由孙燕华编写，第3章、第5章由芦敏编写，第4章由王骏编写。本书承蒙苏州科技学院李华教授主审。在审阅过程中，李华教授提出了不少可贵的建议和意见，在此表示衷心的感谢。

为了方便教师教学，本书还配有免费的电子教学课件与习题参考答案，请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn）免费注册后进行下载，有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:gaozhi@phei.com.cn）。

本书在编写和出版过程中，得到了电子工业出版社的大力支持，谨向有关同志表示诚挚的感谢；在编写过程中，参阅了大量的文献与资料，限于篇幅，没有一一罗列，在此也一并向原作者表示感谢！

由于先进制造技术发展迅猛，加之编者水平及资料所限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正！

编者

2009年3月



职业导航

先修课程：

机械制造技术 I

机械设备
控制技术 I

机械零件
加工与编程

机械制造技术 II

机械设备
控制技术 II

金属切削机床

课程能力：

*关注现代制造业的技术发展，具备利用各种咨询途径与手段进行检索、分析、归纳有关新技术知识的能力和一定的技术跟踪能力

*建立探究新技术与不断创新的工作意识，具备一定国际先进制造技术的视野，为今后在从事职业中逐步成为某项先进制造技术的实践者打下坚实基础

适合岗位群：

制造领域：产品设计、工艺员、设备操作、质量检验、
产品营销、生产管理等



第 1 章 绪论	1
教学导航	1
1.1 先进制造技术及其主要特点	2
1.1.1 制造、制造技术、制造业与现代制造业背景	2
1.1.2 先进制造技术的定义	3
1.1.3 先进制造技术的特点	3
1.2 先进制造技术的构成及分类	4
1.2.1 先进制造技术的构成	4
1.2.2 先进制造技术的分类	6
1.2.3 先进制造的关键技术	7
1.3 先进制造技术的应用及发展趋势	8
1.3.1 先进制造技术在机械制造中的应用	8
1.3.2 先进制造技术在我国的发展状况	9
1.3.3 先进制造技术的发展趋势	10
知识梳理与总结	12
思考与练习题 1	12
第 2 章 现代设计技术	13
教学导航	13
2.1 现代设计技术概述	14
2.1.1 机械设计发展的基本历程	14
2.1.2 现代设计技术定义与特点	16
2.1.3 现代设计技术的体系结构	16
2.2 计算机辅助设计 (CAD) 技术	18
2.2.1 计算机辅助设计的产生发展	18
2.2.2 计算机辅助设计的关键技术	19
2.2.3 计算机辅助设计的主要特点	22
2.2.4 计算机辅助设计软件与应用	23
2.3 有限元分析	24
2.3.1 有限元法基本概念	25
2.3.2 有限元法分析过程	25
2.3.3 有限元法基本特点	26
2.3.4 有限元法发展趋势	27

2.4	并行设计	28
2.4.1	并行设计基本概念	28
2.4.2	支持并行设计方法	29
2.5	反求工程	30
2.5.1	反求工程基本概念	30
2.5.2	反求工程实际应用	30
2.5.3	反求工程关键技术	31
2.6	绿色产品设计	34
2.6.1	绿色设计基本概念	34
2.6.2	绿色设计主要特征	36
2.6.3	绿色设计方法	36
2.6.4	绿色设计准则	37
	知识梳理与总结	38
	思考与练习题 2	39
第 3 章	先进制造工艺技术	40
	教学导航	40
3.1	精密成型技术	41
3.1.1	粉末冶金	41
3.1.2	精密铸造	45
3.1.3	精密锻造	49
3.1.4	精密冲裁	50
3.1.5	精密焊接	51
3.1.6	快速原型技术 (RP)	53
3.2	精密与超精密加工技术	58
3.2.1	精密与超精密加工技术概述	59
3.2.2	精密加工技术	61
3.2.3	精密机床技术	63
3.2.4	超精密加工材料	63
3.2.5	超精密加工技术	64
3.2.6	超精密加工设备	65
3.2.6	超精密加工环境	69
3.2.7	超精密加工精度的在线检测及计量测试	70
3.2.8	超精密加工发展趋势	71
3.3	超高速加工技术	72
3.3.1	超高速加工概述	73
3.3.2	超高速加工特点	73
3.3.3	超高速切削技术	74
3.3.4	超高速磨削技术	80
3.3.5	超高速铣削技术	83

3.3.6	超高速加工机床	84
3.4	特种加工技术	85
3.4.1	特种加工技术概述	85
3.4.2	电火花加工	87
3.4.3	电解加工	91
3.4.4	激光加工	95
3.4.5	聚焦离子束加工	101
3.4.6	超声加工	104
3.4.7	电子束加工	108
3.4.8	复合加工	114
3.5	微细加工技术	115
3.5.1	微机械加工中的关键技术	116
3.5.2	基于超精密加工的微细机械加工和电加工技术	116
3.5.3	基于硅微细加工技术	120
3.5.4	基于 LIGA 加工的微细加工技术	121
3.5.5	基于原子力显微镜的微细加工技术	123
3.5.6	基于微/纳压印的微细加工技术	123
3.5.7	微细加工技术发展趋势	124
	知识梳理与总结	124
	思考与练习题 3	125
第 4 章	制造自动化技术	126
	教学导航	126
4.1	制造自动化技术概述	127
4.1.1	制造自动化技术基本概念	127
4.1.2	制造自动化技术关键技术	129
4.2	自动化制造装备	130
4.2.1	数控机床	131
4.2.2	数控加工中心	135
4.2.3	工业机器人	138
4.3	CAD/CAPP/CAM 一体化技术	149
4.3.1	CAPP 技术	149
4.3.2	CAM 技术	150
4.3.3	CAD/CAPP/CAM 集成的发展概况	157
4.4	柔性制造系统	163
4.4.1	FMS 概述	163
4.4.2	FMS 定义	164
4.4.3	FMS 组成、原理及作用	164
4.4.4	FMS 物料运输与存储系统	166
4.4.5	FMS 实时调度与控制系统	169

4.5	计算机集成制造系统	171
4.5.1	CIMS 基本概念	171
4.5.2	CIMS 功能组成	172
4.5.3	CIMS 实现技术	173
4.5.4	CIMS 技术优势	174
4.6	智能制造系统	174
4.6.1	智能制造系统概述	174
4.6.2	智能制造系统定义	175
4.6.3	智能制造系统特征	176
4.6.4	智能制造系统关键技术	176
4.7	虚拟制造	177
4.7.1	虚拟制造技术定义	177
4.7.2	虚拟制造技术特征	178
4.7.3	虚拟制造技术内容	179
4.7.4	虚拟制造技术分类	179
	知识梳理与总结	180
	思考与练习题 4	181
第 5 章	现代生产经营和管理技术	183
	教学导航	183
5.1	物料需求计划 (MRP) 和制造资源计划 (MRP II)	184
5.1.1	MRP 的基本概念	185
5.1.2	MRP 的基本构成	185
5.1.3	MRP II 系统特点	187
5.1.4	MRP II 优势分析	188
5.2	企业资源计划 (ERP)	188
5.2.1	ERP 的基本概念	189
5.2.2	ERP 与 MRP II 的差别	191
5.2.3	ERP 的功能模块	192
5.2.4	ERP 的实施过程	194
5.3	产品数据管理 (PDM)	195
5.3.1	PDM 的基本概念	195
5.3.2	PDM 的主要功能	196
5.3.3	PDM 的体系结构	198
5.3.4	PDM 的发展趋势	198
5.4	准时生产 (JIT)	199
5.4.1	JIT 的基本概念	199
5.4.2	JIT 的体系构造	200
5.4.3	JIT 的看板管理	201
5.4.4	JIT 的优点与不足	202

5.5	精益生产 (LP)	203
5.5.1	LP 的基本概念	204
5.5.2	LP 的生产特点	204
5.5.3	LP 的体系结构	205
5.6	敏捷制造 (AM)	206
5.6.1	AM 的基本概念	207
5.6.2	AM 的使能技术	208
5.6.3	AM 的基础结构	210
5.6.4	AM 的三大支柱	212
5.7	网络制造 (NM)	213
5.7.1	NM 的基本概念	213
5.7.2	NM 的组成结构	214
5.7.3	NM 的关键技术	214
5.7.4	NM 的发展趋势	215
5.8	绿色制造 (GM)	216
5.8.1	GM 的基本概念	216
5.8.2	GM 的体系结构	217
5.8.3	GM 的研究内容	218
	知识梳理与总结	219
	思考与练习题 5	220
附录 A 英文缩写词索引		221
参考文献		224

第1章

绪论

教学导航

学习目标	了解机械制造业在国民经济中的地位和任务、机械制造技术的发展、现代制造技术的内涵
学时	2
知识点	先进制造技术定义、主要特点、构成、分类、关键技术、发展趋势
重点与难点	先进制造技术定义、分类、发展趋势



1.1 先进制造技术及其主要特点

1.1.1 制造、制造技术、制造业与现代制造业背景

制造 (Manufacturing) 是利用制造资源 (设计方法、工艺、设备和人力等) 将材料“转变”为有用的物品的过程。制造是一个很大的概念。按制造的连续性可分为连续制造 (如化工产品的制造) 和离散制造 (如家电产品的制造); 按行业又可分为机械制造、食品制造、化工制造、IT 产品制造等。当今, 人们对制造的概念又加以扩充, 将体系管理和服务等也纳入其中。制造是人类所有经济活动的基石, 是人类历史发展和文明进步的动力。

制造技术 (Manufacturing Technology) 是指制造活动所涉及的一系列技术总称, 是提高产品竞争力的关键, 也是制造业赖以生存和发展的主体技术。传统的制造技术仅强调工艺方法和加工设备。现代的制造技术不仅重视工艺方法和设备, 还注重设计方法、生产组织模式、制造与环境和谐统一、制造的可持续性, 以及制造技术与其他科学技术的交叉和融合, 甚至还涉及制造技术与制造全球化、贸易自由化、军备竞争等。

制造业是将可用资源 (包括能源) 通过制造过程, 转化为可供人们使用和利用的工业品或生活消费品的产业。它涉及国民经济的大量行业, 如机械、电子、化工、食品、军工, 等等。制造业已成为创造人类财富的支柱产业, 是人类社会物质文明和精神文明的基础。制造能力也是人类区别于其他生物的一个重要特征。

根据国际通行的产业分类原则和我国的具体国情, 2002 年中国国家统计局公布的《国民经济行业分类》, 将我国制造业划分为 29 个行业。它们分别是: ① 食品加工业; ② 食品制造业; ③ 饮料制造业; ④ 烟草制造业; ⑤ 纺织业; ⑥ 服装及其他纤维制品制造业; ⑦ 皮革毛皮羽绒及其制品业; ⑧ 木材加工及竹藤棕草制品业; ⑨ 家具制造业; ⑩ 造纸及纸制品业; ⑪ 印刷业记录媒介的复制; ⑫ 文教体育用品制造业; ⑬ 石油加工及炼焦业; ⑭ 化学原料及化学制品制造业; ⑮ 医药制造业; ⑯ 化学纤维制造业; ⑰ 橡胶制品业; ⑱ 塑料制品业; ⑲ 非金属矿物制品业; ⑳ 黑色金属矿物制品业; ㉑ 有色金属冶炼及压延加工业; ㉒ 金属制品业; ㉓ 普通机械制造业; ㉔ 专用设备制造业; ㉕ 交通运输设备制造业; ㉖ 电气机械及器材制造业; ㉗ 电子及通信设备制造业; ㉘ 仪器仪表及文化办公用机械; ㉙ 其他制造业。而这只是大的行业分类, 如果再细分的话, 制造业小的行业类别有 300 多个, 而真正细分的行业超过 1000 个。

制造业按照生产驱动方式大致有: MTS (Make To Stock, 面向库存生产), MTO (Make To Order, 面向订单生产), ATO (Assemble To Order, 面向订单装配), ETO (Engineering To Order, 根据订单设计)。如果按照生产批量来区分: 单品小批量生产、大量重复生产。如果按照生产形态区分: 离散型生产、连续性生产。除此之外, 还有一种就是制造业的复杂度 (Complex Manufacturing)。

自第一台计算机的诞生至今的半个世纪, 特别是近 20 年中, 科学技术以前所未有的速度突飞猛进, 世界进入了一个以信息科学为主导的全球化经济发展时代。特别是国际信息互联网的发展和广泛应用, 给世界制造业带来了翻天覆地的变化。在强大的因特网 (Internet) 的支持下, 国际合作已成为科技发展和推动各国制造业前进的强大动力。如果说



以前是一个对抗性的竞争时代，现在则正在形成一个既竞争又合作的新时代。这就是现代制造业所面临的时代背景。

1.1.2 先进制造技术的定义

先进制造技术 ATM (Advanced Manufacturing Technology) 一词出现于 20 世纪 80 年代末，它是美国的学者根据当时国内制造业面临的挑战和机遇，对其制造业中存在的问题进行深刻的反省，重新认识到制造业在国民经济中的地位和作用后提出的一个新概念。由于以计算机为主体的信息技术迅速发展，全面推动了制造技术的飞跃提升，使现代制造技术与传统制造技术有了本质上的区别，先进制造技术的思想正是在这种背景下一步步形成的。先进制造技术的概念提出以后，就得到了日本和欧洲各国的普遍认同和响应，纷纷制定了多种发展计划，以支持发展先进制造技术。而我国近几年才充分认识到发展、应用先进制造技术的重要性和必要性。

先进制造技术是一个相对的、动态的概念，是为了适应时代要求，提高竞争能力，对制造技术不断优化所形成的。虽然目前对先进制造技术仍没有一个明确的、一致公认的定义，但经过对其内涵和特征的分析研究，可以定义为：“先进制造技术是制造业不断吸收机械、电子、信息（计算机与通信、控制理论、人工智能等）、能源及现代系统管理等方面的成果，并将其综合应用于产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务乃至回收的全过程，以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产，提高对动态多变的产品市场的适应能力和竞争能力并取得理想经济效果的制造技术总称。”

1.1.3 先进制造技术的特点

与传统制造技术比较，先进制造技术有以下特点。

1. 系统性

传统制造技术一般只能驾驭生产过程中的物质流和能量流，先进制造技术由于微电子、信息技术的引入，使制造技术成为一个能驾驭生产过程的物质流、信息流和能量流的系统工程。例如，柔性制造系统 (FMS)、计算机集成制造系统 (CIMS) 是先进制造技术全过程控制物质流、信息流和能量流的典型应用案例。

2. 集成性

传统制造技术的学科，专业单一、界限分明，而现代制造技术使各专业、学科间不断交叉、融合，其界限逐渐淡化甚至消失，发展成为集机械、电子、信息、材料和管理技术为一体的新型交叉学科。例如，加工中引入声、光、电、磁等特种切削工艺，并与机械加工复合组成复合加工工艺（超声磨削、激光辅助切削等）。还有，生产技术与管理模式相结合产生新的生产方式：敏捷制造 (Agile Manufacturing, AM)、并行工程 (Concurrent Engineering, CE)、精益生产 (Lean Production, LP) 等。集成技术显示出高效率、多样化、柔性化、自动化、资源共享等特点。

3. 广泛性

传统制造技术一般单指加工制造过程的工艺方法，而现代制造技术则贯穿了从产品设



先进制造技术

设计、加工制造到产品销售及用户服务等整个产品生命周期全过程，成为“市场—产品设计—制造—市场”的大系统。

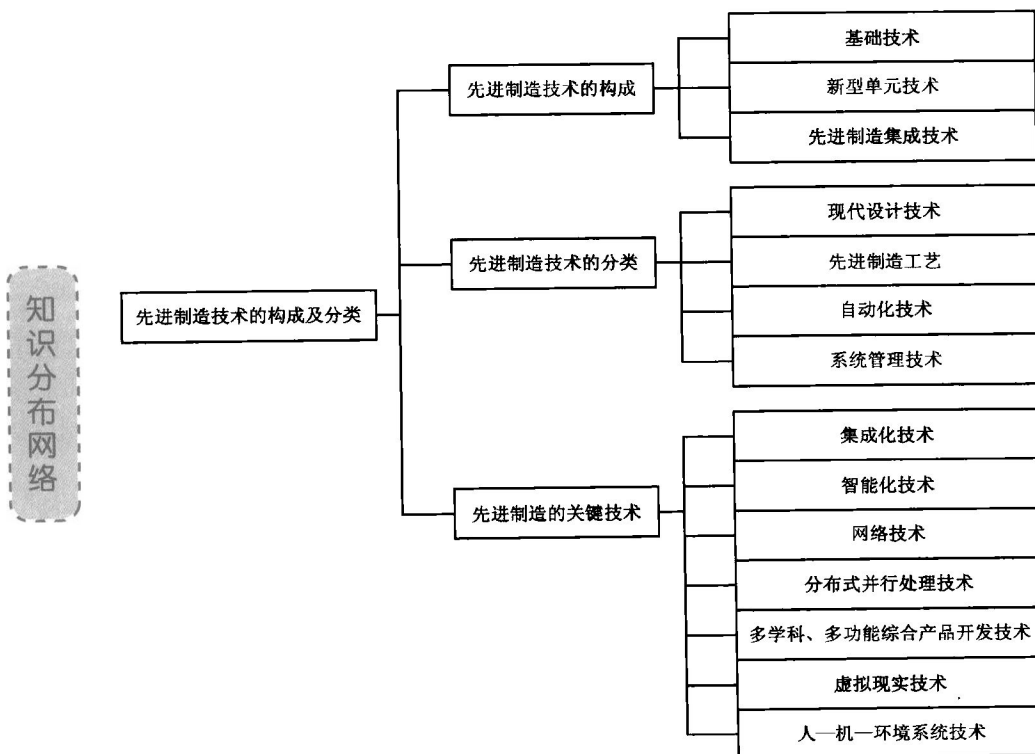
4. 高精度

现代制造对产品、零件的精度要求越来越高，在飞机、潜艇等军事设施中使用的精密陀螺、大型天文望远镜及大规模集成电路的硅片等高新技术产品都需要超精密加工技术的支持。这些需求使激光加工、电子束加工、离子束加工、纳米制造、微机械制造等新方法迅速发展。

5. 实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产

先进制造技术的核心是优质、高效、低耗、清洁、灵活生产等基础制造技术，它是从传统的制造技术发展起来的，并与新技术实现了局部或系统集成。先进制造技术除了通常追求的优质、高效外，还要针对 21 世纪人类面临的有限资源与环保压力，实现低耗、清洁。此外，还要应对人类消费观念的改变，满足多样化市场需求，实现灵活生产。

1.2 先进制造技术的构成及分类



1.2.1 先进制造技术的构成

先进制造技术在不同发展水平的国家和同一国家的不同发展阶段，有着不同的技术内