



全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

先进制造技术

主 编 朱 林 杨春杰

系统介绍先进制造技术理论体系
充分展示先进制造技术前沿知识
重点阐述先进制造技术核心问题



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

013032538

TH16-43

177

全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

先进制造技术

主 编 朱 林 杨春杰

副主编 杨秀芝



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

TH16-43
177



北航

C1640137

内 容 简 介

先进制造技术(ATM)是一门综合性、交叉性前沿学科和技术。它是在传统制造技术的基础上,利用计算机技术、网络技术、控制技术、传感技术及机、电、光一体化等技术发展的一个完整的技术群,是促进国家经济增长和增强国家经济实力的重要技术手段。

先进制造技术的内涵十分丰富,内容广泛,涉及制造业生产与技术、经营管理、设计、制造、市场等各个方面。本书系统地介绍了先进制造技术的理论体系和基本内容,全书共分6章,主要包括绪论、先进工程设计技术、先进制造工艺技术、加工域活动中的先进设备、现代生产管理技术、先进制造系统的物流技术。

本书可作为高等工科院校机械工程及自动化、机械设计制造及其自动化专业的教材,也可作为普通高等院校其他相关专业的教材或参考书,还可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校相关专业的参考书,也可供从事机械制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术/朱林,杨春杰主编. —北京:北京大学出版社,2013.4

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22283-6

I. ①先… II. ①朱…②杨… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第047883号

书 名: 先进制造技术

著作责任者: 朱 林 杨春杰 主编

策 划 编 辑: 童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑: 宋亚玲

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-22283-6/TH·0339

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 15印张 342千字

2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷

定 价: 30.00元

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

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

制造业是国民经济的支柱产业，制造技术是制造业的技术支撑，是制造业持续发展的根本动力。在当今激烈的国际市场竞争中，制造业要求得生存与发展，必须熟练掌握和科学运用最先进的制造技术。

作为机械类和近机类等专业的主干课程之一，先进制造技术是制造技术和信息技术及其他现代高技术相结合而产生的一个完整的技术群，其内涵十分丰富，体现出集成性、动态性、数字化、可持续性等特点。本书力求将先进制造技术的主要方面及核心问题展示给读者。

本书共分6章。第1章概括介绍了先进制造技术的发展背景、内涵、特征和发展趋势。第2章介绍了先进工程设计技术，包括计算机辅助设计、计算机辅助工程分析、计算机辅助工艺过程设计、面向“X”的设计，产品虚拟设计技术、并行设计、反求工程、绿色产品设计技术等。第3章介绍了先进制造工艺技术，包括高速加工技术、超精密加工技术、特种加工技术、微纳米加工技术、快速成形制造技术等。第4章介绍了加工域活动中的先进设备，如高速切削机床、并联运动机床等。第5章介绍了现代生产管理技术，包括工程数据库管理和产品数据管理、物料需求计划、企业资源计划、精益生产计划、最优生产技术、计算机辅助生产作业管理和生产调度、管理信息系统等。第6章介绍了先进制造系统的物流技术，包括现代物流在企业内部物料管理中的应用、先进制造系统的物流技术、装配工艺自动化、人机协同物流系统、自动检测及在线控制技术。

本书朱林、杨春杰为主编，杨秀芝为副主编。编写分工为：第1~2章由朱林编写，第3~4章由杨春杰编写，第5~6章由杨秀芝编写，刘永斌和周明召也参与了本书部分内容的编写工作。全书由朱林统稿。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2013年1月

北京大学出版社教材书目

◇ 欢迎访问教学服务网站 www.pup6.com, 免费查阅已出版教材的电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源。

◇ 欢迎征订投稿。联系方式: 010-62750667, 童编辑, 13426433315@163.com, pup_6@163.com, 欢迎联系。

序号	书 名	标准书号	主 编	定价	出版日期
1	机械设计	978-7-5038-4448-5	郑 江, 许 瑛	33	2007.8
2	机械设计	978-7-301-15699-5	吕 宏	32	2009.9
3	机械设计	978-7-301-17599-6	门艳忠	40	2010.8
4	机械设计	978-7-301-21139-7	王贤民, 霍仕武	49	2012.8
5	机械设计	978-7-301-21742-9	师素娟, 张秀花	48	2012.12
6	机械原理	978-7-301-11488-9	常治斌, 张京辉	29	2008.6
7	机械原理	978-7-301-15425-0	王跃进	26	2010.7
8	机械原理	978-7-301-19088-3	郭宏亮, 孙志宏	36	2011.6
9	机械原理	978-7-301-19429-4	杨松华	34	2011.8
10	机械设计基础	978-7-5038-4444-2	曲玉峰, 关晓平	27	2008.1
11	机械设计基础	978-7-301-22011-5	苗淑杰, 刘喜平	49	2012.12
12	机械设计课程设计	978-7-301-12357-7	许 瑛	35	2012.7
13	机械设计课程设计	978-7-301-18894-1	王 慧, 吕 宏	30	2011.5
14	机电一体化课程设计指导书	978-7-301-19736-3	王金娥 罗生梅	35	2012.1
15	机械工程专业毕业设计指导书	978-7-301-18805-7	张黎黎, 吕小荣	22	2012.5
16	机械创新设计	978-7-301-12403-1	丛晓霞	32	2010.7
17	机械系统设计	978-7-301-20847-2	孙月华	32	2012.7
18	机械设计基础实验及机构创新设计	978-7-301-20653-9	邹旻	28	2012.6
19	TRIZ 理论机械创新设计工程训练教程	978-7-301-18945-0	蒯苏苏, 马履中	45	2011.6
20	TRIZ 理论及应用	978-7-301-19390-7	刘训涛, 曹 贺等	35	2011.8
21	创新的方法——TRIZ 理论概述	978-7-301-19453-9	沈萌红	28	2011.9
22	机械工程基础	978-7-301-21853-2	潘玉良, 周建军	34	2013.2
23	机械 CAD 基础	978-7-301-20023-0	徐云杰	34	2012.2
24	AutoCAD 工程制图	978-7-5038-4446-9	杨巧绒, 张克义	20	2011.4
25	AutoCAD 工程制图	978-7-301-21419-0	刘善淑, 胡爱萍	38	2013.4
26	工程制图	978-7-5038-4442-6	戴立玲, 杨世平	27	2012.2
27	工程制图	978-7-301-19428-7	孙晓娟, 徐丽娟	30	2012.5
28	工程制图习题集	978-7-5038-4443-4	杨世平, 戴立玲	20	2008.1
29	机械制图(机类)	978-7-301-12171-9	张绍群, 孙晓娟	32	2009.1
30	机械制图习题集(机类)	978-7-301-12172-6	张绍群, 王慧敏	29	2007.8
31	机械制图(第2版)	978-7-301-19332-7	孙晓娟, 王慧敏	38	2011.8
32	机械制图	978-7-301-21480-0	李凤云, 张 凯等	36	2013.1
33	机械制图习题集(第2版)	978-7-301-19370-7	孙晓娟, 王慧敏	22	2011.8
34	机械制图	978-7-301-21138-0	张 艳, 杨晨升	37	2012.8
35	机械制图习题集	978-7-301-21339-1	张 艳, 杨晨升	24	2012.10
36	机械制图与 AutoCAD 基础教程	978-7-301-13122-0	张爱梅	35	2011.7
37	机械制图与 AutoCAD 基础教程习题集	978-7-301-13120-6	鲁 杰, 张爱梅	22	2010.9
38	AutoCAD 2008 工程绘图	978-7-301-14478-7	赵润平, 宗荣珍	35	2009.1
39	AutoCAD 实例绘图教程	978-7-301-20764-2	李庆华, 刘晓杰	32	2012.6
40	工程制图案例教程	978-7-301-15369-7	宗荣珍	28	2009.6
41	工程制图案例教程习题集	978-7-301-15285-0	宗荣珍	24	2009.6
42	理论力学	978-7-301-12170-2	盛冬发, 闫小青	29	2012.5
43	材料力学	978-7-301-14462-6	陈忠安, 王 静	30	2011.1
44	工程力学(上册)	978-7-301-11487-2	毕勤胜, 李纪刚	29	2008.6
45	工程力学(下册)	978-7-301-11565-7	毕勤胜, 李纪刚	28	2008.6
46	液压传动	978-7-5038-4441-8	王守城, 容一鸣	27	2009.4

47	液压与气压传动	978-7-301-13179-4	王守城, 容一鸣	32	2012.10
48	液压与液力传动	978-7-301-17579-8	周长城等	34	2010.8
49	液压传动与控制实用技术	978-7-301-15647-6	刘 忠	36	2009.8
50	金工实习指导教程	978-7-301-21885-3	周哲波	30	2013.1
51	金工实习(第2版)	978-7-301-16558-4	郭永环, 姜银方	30	2013.2
52	机械制造基础实习教程	978-7-301-15848-7	邱 兵, 杨明金	34	2010.2
53	公差与测量技术	978-7-301-15455-7	孔晓玲	25	2011.8
54	互换性与测量技术基础(第2版)	978-7-301-17567-5	王长春	28	2010.8
55	互换性与技术测量	978-7-301-20848-9	周哲波	35	2012.6
56	机械制造技术基础	978-7-301-14474-9	张 鹏, 孙有亮	28	2011.6
57	机械制造技术基础	978-7-301-16284-2	侯书林 张建国	32	2012.8
58	机械制造技术基础	978-7-301-22010-8	李菊丽, 何绍华	42	2013.1
59	先进制造技术基础	978-7-301-15499-1	冯宪章	30	2011.11
60	先进制造技术	978-7-301-22283-6	朱 林, 杨春杰	30	2013.4
61	先进制造技术	978-7-301-20914-1	刘 璇, 冯 凭	28	2012.8
62	机械精度设计与测量技术	978-7-301-13580-8	于 峰	25	2008.8
63	机械制造工艺学	978-7-301-13758-1	郭艳玲, 李彦蓉	30	2008.8
64	机械制造工艺学	978-7-301-17403-6	陈红霞	38	2010.7
65	机械制造工艺学	978-7-301-19903-9	周哲波, 姜志明	49	2012.1
66	机械制造基础(上)——工程材料及热加工工艺基础(第2版)	978-7-301-18474-5	侯书林, 朱 海	40	2013.2
67	机械制造基础(下)——机械加工工艺基础(第2版)	978-7-301-18638-1	侯书林, 朱 海	32	2012.5
68	金属材料及工艺	978-7-301-19522-2	于文强	44	2013.2
69	金属工艺学	978-7-301-21082-6	侯书林, 于文强	32	2012.8
70	工程材料及其成形技术基础	978-7-301-13916-5	申荣华, 丁 旭	45	2010.7
71	工程材料及其成形技术基础学习指导与习题详解	978-7-301-14972-0	申荣华	20	2009.3
72	机械工程材料及成形基础	978-7-301-15433-5	侯俊英, 王兴源	30	2012.5
73	机械工程材料	978-7-5038-4452-3	戈晓岚, 洪 琢	29	2011.6
74	机械工程材料	978-7-301-18522-3	张铁军	36	2012.5
75	工程材料与机械制造基础	978-7-301-15899-9	苏子林	32	2009.9
76	控制工程基础	978-7-301-12169-6	杨振中, 韩致信	29	2007.8
77	机械工程控制基础	978-7-301-12354-6	韩致信	25	2008.1
78	机电工程专业英语(第2版)	978-7-301-16518-8	朱 林	24	2012.10
79	机械制造专业英语	978-7-301-21319-3	王中任	28	2012.10
80	机床电气控制技术	978-7-5038-4433-7	张万奎	26	2007.9
81	机床数控技术(第2版)	978-7-301-16519-5	杜国臣, 王士军	35	2011.6
82	自动化制造系统	978-7-301-21026-0	辛宗生, 魏国丰	37	2012.8
83	数控机床与编程	978-7-301-15900-2	张洪江, 侯书林	25	2012.10
84	数控铣床编程与操作	978-7-301-21347-6	王志斌	35	2012.10
85	数控技术	978-7-301-21144-1	吴瑞明	28	2012.9
86	数控技术	978-7-301-22073-3	唐友亮 余 勃	45	2013.2
87	数控加工技术	978-7-5038-4450-7	王 彪, 张 兰	29	2011.7
88	数控加工与编程技术	978-7-301-18475-2	李体仁	34	2012.5
89	数控编程与加工实习教程	978-7-301-17387-9	张春雨, 于 雷	37	2011.9
90	数控加工技术及实训	978-7-301-19508-6	姜永成, 夏广岚	33	2011.9
91	数控编程与操作	978-7-301-20903-5	李英平	26	2012.8
92	现代数控机床调试及维护	978-7-301-18033-4	邓三鹏等	32	2010.11
93	金属切削原理与刀具	978-7-5038-4447-7	陈锡渠, 彭晓南	29	2012.5
94	金属切削机床	978-7-301-13180-0	夏广岚, 冯 凭	28	2012.7
95	典型零件工艺设计	978-7-301-21013-0	白海清	34	2012.8
96	工程机械检测与维修	978-7-301-21185-4	卢彦群	45	2012.9
97	特种加工	978-7-301-21447-3	刘志东	50	2013.1
98	精密与特种加工技术	978-7-301-12167-2	袁根福, 祝锡晶	29	2011.12

99	逆向建模技术与产品创新设计	978-7-301-15670-4	张学昌	28	2009.9
100	CAD/CAM 技术基础	978-7-301-17742-6	刘 军	28	2012.5
101	CAD/CAM 技术案例教程	978-7-301-17732-7	汤修映	42	2010.9
102	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 实用教程	978-7-5038-4437-X	黄卫东, 任国栋	32	2007.7
103	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 实例教程	978-7-301-12359-1	张选民	45	2008.2
104	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计实例教程	978-7-301-13182-4	张选民	45	2008.2
105	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 实用教程	978-7-301-16841-7	黄卫东, 郝用兴	43	2011.10
106	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 实例教程	978-7-301-20133-6	张选民, 徐超辉	52	2012.2
107	SolidWorks 三维建模及实例教程	978-7-301-15149-5	上官林建	30	2009.5
108	UG NX6.0 计算机辅助设计与制造实用教程	978-7-301-14449-7	张黎骅, 吕小荣	26	2011.11
109	Cimatron E9.0 产品设计与数控自动编程技术	978-7-301-17802-7	孙树峰	36	2010.9
110	Mastercam 数控加工案例教程	978-7-301-19315-0	刘 文, 姜永梅	45	2011.8
111	应用创造学	978-7-301-17533-0	王成军, 沈豫浙	26	2012.5
112	机电产品学	978-7-301-15579-0	张亮峰等	24	2009.8
113	品质工程学基础	978-7-301-16745-8	丁 燕	30	2011.5
114	设计心理学	978-7-301-11567-1	张成忠	48	2011.6
115	计算机辅助设计与制造	978-7-5038-4439-6	仲梁维, 张国全	29	2007.9
116	产品造型计算机辅助设计	978-7-5038-4474-4	张慧妹, 刘永翔	27	2006.8
117	产品设计原理	978-7-301-12355-3	刘美华	30	2008.2
118	产品设计表现技法	978-7-301-15434-2	张慧妹	42	2012.5
119	CorelDRAW X5 经典案例教程解析	978-7-301-21950-8	杜秋磊	40	2013.1
120	产品创意设计	978-7-301-17977-2	虞世鸣	38	2012.5
121	工业产品造型设计	978-7-301-18313-7	袁涛	39	2011.1
122	化工工艺学	978-7-301-15283-6	邓建强	42	2009.6
123	构成设计	978-7-301-21466-4	袁涛	58	2013.1
124	过程装备机械基础	978-7-301-15651-3	于新奇	38	2009.8
125	过程装备测试技术	978-7-301-17290-2	王毅	45	2010.6
126	过程控制装置及系统设计	978-7-301-17635-1	张早校	30	2010.8
127	质量管理与工程	978-7-301-15643-8	陈宝江	34	2009.8
128	质量管理统计技术	978-7-301-16465-5	周友苏, 杨 飒	30	2010.1
129	人因工程	978-7-301-19291-7	马如宏	39	2011.8
130	工程系统概论——系统论在工程技术中的应用	978-7-301-17142-4	黄志坚	32	2010.6
131	测试技术基础(第2版)	978-7-301-16530-0	江征风	30	2010.1
132	测试技术实验教程	978-7-301-13489-4	封士彩	22	2008.8
133	测试技术学习指导与习题详解	978-7-301-14457-2	封士彩	34	2009.3
134	可编程控制器原理与应用(第2版)	978-7-301-16922-3	赵 燕, 周新建	33	2010.3
135	工程光学	978-7-301-15629-2	王红敏	28	2012.5
136	精密机械设计	978-7-301-16947-6	田 明, 冯进良等	38	2011.9
137	传感器原理及应用	978-7-301-16503-4	赵 燕	35	2010.2
138	测控技术与仪器专业导论	978-7-301-17200-1	陈毅静	29	2012.5
139	现代测试技术	978-7-301-19316-7	陈科山, 王燕	43	2011.8
140	风力发电原理	978-7-301-19631-1	吴双群, 赵丹平	33	2011.10
141	风力机空气动力学	978-7-301-19555-0	吴双群	32	2011.10
142	风力机设计理论及方法	978-7-301-20006-3	赵丹平	32	2012.1

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 www.pup6.com 下载或在线阅读。

扑六知识网(www.pup6.com)有海量的相关教学资源和电子教材供阅读及下载(包括北京大学出版社第六事业部的相关资源),同时欢迎您将教学课件、视频、教案、素材、习题、试卷、辅导材料、课改成果、设计作品、论文等教学资源上传到 pup6.com,与全国高校师生分享您的教学成就与经验,并可自由设定价格,知识也能创造财富。具体情况请登录网站查询。

如您需更多资源,请登陆第六事业部门户网(www.pup6.com)填表申请,并欢迎在线登记选题,您的大作,也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱,我们将及时与您取得联系。

您取得
扑六
让学习更



教育资源共享平台,欢迎您的加入——让知识有价值,让教学无界限,

目 录

第 1 章 绪论 1

- 1.1 先进制造技术产生的背景 2
 - 1.1.1 社会经济背景 2
 - 1.1.2 当代科学技术发展的背景 3
- 1.2 先进制造技术的定义 6
- 1.3 先进制造技术的内涵与范畴 7
- 1.4 先进制造技术的特点和发展趋势 11
 - 1.4.1 先进制造技术的特点 11
 - 1.4.2 先进制造技术的发展趋势 11
- 1.5 先进制造技术课程的性质和学习方法 15
 - 1.5.1 课程的性质 15
 - 1.5.2 本课程的学习方法 15
- 习题 16

第 2 章 先进工程设计技术 17

- 2.1 概述 18
 - 2.1.1 工程设计的概念 18
 - 2.1.2 现代工程设计的特征 18
- 2.2 计算机辅助设计技术 20
 - 2.2.1 概述 20
 - 2.2.2 CAD 技术的工作过程及优点 22
 - 2.2.3 CAD 系统的相关技术 24
- 2.3 计算机辅助工程技术 32
 - 2.3.1 概述 32
 - 2.3.2 有限元方法的工作原理 32
 - 2.3.3 有限元方法中的前后处理 34
- 2.4 计算机辅助工艺过程设计技术 35
 - 2.4.1 概述 35

- 2.4.2 CAPP 系统工作原理 36
- 2.4.3 CAPP 的关键技术 39
- 2.5 面向 X 的设计 42
 - 2.5.1 概述 42
 - 2.5.2 DFM 43
 - 2.5.3 计算机辅助 DFM 46
- 2.6 产品设计的虚拟技术 46
- 2.7 并行设计 48
- 2.8 反求工程 50
 - 2.8.1 概述 50
 - 2.8.2 反求对象类别 52
 - 2.8.3 反求工程的关键技术 55
- 2.9 绿色产品设计技术 57
 - 2.9.1 概述 57
 - 2.9.2 绿色设计技术的概念及特征 57
- 习题 58

第 3 章 先进制造工艺技术 60

- 3.1 先进制造工艺技术体系与主要内容 61
- 3.2 高速加工(HSM/HSC)技术 62
 - 3.2.1 超高速加工技术的机理 62
 - 3.2.2 超高速加工技术的优越性 62
 - 3.2.3 超高速加工技术实现的条件和范围 64
- 3.3 超精密加工技术 64
 - 3.3.1 超精密加工技术所涉及的技术领域 65
 - 3.3.2 超精密加工技术的方法 65
 - 3.3.3 超精密加工的环境控制 70
 - 3.3.4 超精密加工的发展趋势 71
- 3.4 特种加工 73
 - 3.4.1 电火花加工 74



3.4.2	激光加工	75	5.1.2	信息时代的工业化及 市场竞争的新特点	154
3.4.3	电子束和离子束加工	77	5.1.3	现代生产管理在企业中的 地位、作用及特点	154
3.4.4	水喷射加工技术	80	5.1.4	现代生产管理系统的 组成	154
3.4.5	超声加工	81	5.2	工程数据库管理与产品数据 管理	155
3.5	微细加工和纳米技术	84	5.2.1	工程数据库管理(EDBM) ...	155
3.5.1	概述	84	5.2.2	产品数据管理(PDM) ...	157
3.5.2	微细加工技术分类	86	5.3	物料需求计划	163
3.5.3	常用微细加工工艺	86	5.3.1	物料需求计划的基本 概念及功能	163
3.5.4	纳米加工技术	98	5.3.2	物料清单	163
3.6	快速成形制造技术	106	5.3.3	库存管理(IM)	165
3.6.1	快速成形技术的理解	106	5.3.4	MRP 的输入/输出及 计算项目	171
3.6.2	快速成形技术的特点	107	5.3.5	制造资源计划	173
3.6.3	快速成形技术产生 背景	107	5.4	企业资源计划	175
3.6.4	快速成形技术基本 原理	107	5.5	精益生产技术	176
3.6.5	快速成形技术的类型	107	5.5.1	精益生产的基本思想	177
习题		116	5.5.2	“看板”管理	178
第 4 章	加工域活动中的先进设备 ...	117	5.6	最优生产技术	179
4.1	概述	118	5.6.1	OPT 的基本原理	180
4.2	高速切削机床	119	5.6.2	基于 OPT 的生产计划 编制方法	181
4.2.1	高速切削机床概述	119	5.6.3	精良生产	185
4.2.2	电主轴	123	5.7	计算机辅助生产作业管理和 生产调度	187
4.2.3	高速直线电动机进给 系统	131	5.7.1	计算机辅助生产作业 管理	187
4.2.4	高速刀具	135	5.7.2	计算机辅助生产调度	192
4.2.5	模具高速加工中心机床 实例	139	5.8	管理信息系统	193
4.3	并联运动机床	142	5.8.1	管理信息系统的概念	193
4.3.1	并联运动机床概述	142	5.8.2	管理信息系统的开发	193
4.3.2	并联运动机床的主要 部件	145	习题		198
4.3.3	并联运动机床实例	149	第 5 章	现代生产管理技术	151
习题		150	5.1	现代管理技术概述	153
第 5 章	现代生产管理技术	151	5.1.1	传统生产管理系统存在的 问题	153
5.1	现代管理技术概述	153	第 6 章	先进制造系统的物流技术 ...	200
5.1.1	传统生产管理系统存在的 问题	153	6.1	概述	202
			6.1.1	物流领域的相关术语及 发展	202

6.1.2 制造系统与物流的关系	203	6.5 人机协同物流系统	213
6.1.3 物流技术与装备在物流系统中的地位和作用	204	6.5.1 人机协同物流系统的概念及其基本结构	213
6.2 现代物流在企业内部物料管理中的应用	204	6.5.2 人机协同物流系统的总体设计思路	214
6.2.1 制造企业内部物料管理现状	204	6.5.3 人机协同物流系统的功能分析	215
6.2.2 内部物料管理解决方案	204	6.5.4 人机协同物流系统的人机功能分配	216
6.3 先进制造系统的物流技术	205	6.6 自动检测及在线技术控制	217
6.3.1 现代物流系统技术研究现状	205	6.6.1 概述	217
6.3.2 先进制造业物流系统的组成	206	6.6.2 检测参数和检测元件	217
6.3.3 先进制造业物流技术的特征	206	6.6.3 典型检测过程	219
6.3.4 现代物流系统技术发展趋势	207	6.6.4 在线质量控制	221
6.4 装配工艺自动化	209	6.6.5 物流系统的自动化	223
6.4.1 概述	209	6.7 企业生产中物流发展的必然趋势	224
6.4.2 产品的可装配自动化设计	209	6.7.1 现代物流在制造企业供应链中的发展趋势	224
6.4.3 装配自动化及柔性装配系统	210	6.7.2 供应链中物流解决方案	225
		习题	226
		参考文献	227

第1章

绪论



教学目标

- ★ 了解先进制造技术产生的背景及发展过程；
- ★ 掌握先进制造技术定义及其主要技术特征；
- ★ 了解先进制造技术的学习方法。



教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
先进制造技术产生的背景	了解传统制造技术及其国内外发展现状	传统制造技术的定义、特点及局限性
先进制造技术	掌握先进制造技术的定义及技术特点	先进制造技术涵盖的技术内容
先进制造技术的学习方法	了解学习先进制造技术的方法	先进制造技术的学习要点及基础



导入案例

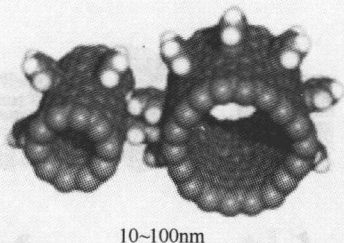


图1 利用生物技术制造的分子齿轮

先进制造技术是随着计算机、信息、新材料、能源、系统管理等现代科学技术的发展和与传统制造技术的充分融合而产生的。先进制造技术的迅猛发展和广泛应用,实现了优质、高效、低耗、灵活和清洁的产品制造,体现了产品的集成化、动态化、数字化和可持续性等特点,使企业获得了理想的经济效益,推动了产品制造业的发展。图1是利用生物制造技术制造的分子齿轮。

1.1 先进制造技术产生的背景

1.1.1 社会经济发展的背景

全球社会经济发展的历史经验证明,一个国家的实力大小及其繁荣程度,主要取决于其制造业所能提供的产品与劳务的竞争力。大量的研究表明,我国与工业化国家的技术差距主要是来自于制造技术方面。

制造业是国家经济的支柱产业,随着计算机、信息、微电子和自动化等技术的发展和应用,尽管制造业对人的劳动需求在逐步减少,但实际情况表明:在现代和未来的制造业中,人的决策和技术等劳动是任何技术所无法替代的,只是人的劳动由大众劳动逐步向精英劳动转化而已。十几年来,工业化国家一直在不遗余力地发展先进制造技术,提高制造业的发展水平,其目的就是在激烈的全球经济竞争中占有一席之地。

在市场经济体制下,制造业是参与市场竞争的主体。制造技术是支撑制造业完成产品生产、提高生产效率、降低成本、减少消耗、满足环保要求和保证质量的必要手段,是使原材料在受控状态下增加信息转变为产品的技术的总称。市场竞争促使了制造业的变革和制造技术的发展,因而制造技术是产生先进制造技术的源泉。先进制造技术和资源、金融投资、高品质劳动力一起创造了新的企业和新的就业机会,而市场需求和制造业的发展又不断地对制造技术、制造工程与科学提出新的要求。因而,市场需求、制造业、制造技术、制造工程与科学是相互关联的整体,互相补充,相互促进。

在人类历史的发展长河中,正是制造技术促进了社会经济一次又一次的变革和发展。在石器时代,人类为了生存,以石料为工具,采集和利用自然资源;到青铜器、铁器时代,人们开始使用金属工具,在以农业为主的自然经济中,人们以手工作坊模式进行组织生产;18世纪中叶的工业革命,促进了现代工业化生产的出现;19世纪电气技术的发展和20世纪初内燃机的发明,引发了制造业的革命;两次世界大战,特别是第二次世界大战期间,大批量制造技术和生产管理有了很大的发展;第二次世界大战后的60多年来,随着计算机、微电子、信息和自动化技术的迅猛发展,在制造业中先后出现了数控(NC)、

计算机数控(CNC)、直接数控(DNC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)、计算机集成制造(CIM)、及时生产(JIT)、制造资源规则(MRP)、精益生产(LP)和敏捷制造(AM)等多项先进制造技术与制造模式。

如今,世界经济发展呈现出竞争全球化的趋势,市场需求波动大,资源价格上涨,顾客需求朝小批量、多样化方向发展,消费者的行为更加具有选择性,产品的性能和质量至关重要。因而,为了提高产品和企业的竞争力,缩短生产周期,对市场需求做出快速响应成为企业生存与发展的关键因素。对于一个国家来说,虽然规模生产技术仍是重要的、必需的,但市场需求的变化,也促使其在研究开发先进的生产制造技术的同时,应着重研究开发多品种、大批量、一次制造成功的先进制造技术。

由此可以看出,当代先进制造技术的发展是与深刻的国际经济竞争背景密不可分的。为了提高国际竞争力、促进国家经济繁荣和提高综合国力,各国政府都从规划、资助、协调、管理等方面介入,大力发展先进制造技术。

1.1.2 当代科学技术发展的背景

现代制造技术的形成,大致可追溯到20世纪初,汽车工业的发展和机械工业大批量生产方式的改变,产生了一系列有待解决的制造技术问题。就在这一时期,内燃机的发明,使汽车开始进入欧美家庭,引发了制造业的又一次革命。自动生产线的出现和泰勒科学管理理论的产生,标志着制造业进入了大批量生产(Mass Production)的时代。以汽车工业为代表的大批量自动化生产方式使生产率获得极大的提高,从而使制造业有了更迅速的发展,并开始在国民经济中占据主导地位。

第二次世界大战后,通信技术的发展、电子计算机和集成电路的出现,以及运筹学、现代控制论、系统工程等软科学的产生和发展,使制造业产生了一次新的飞跃。传统的自动化生产方式只有在大批量生产条件下才能实现,而数控机床的出现则使中小批量生产自动化成为可能。科学技术的高速发展、市场的全球化和需求的多样化,促进了生产力的极大提高和生产方式的重大变革。推动这一变化的因素是多方面的,既有生产发展的需求,又有高新技术的渗透、衍生和应用。其中最主要的因素有以下几点。

(1) 微电子工业、航空航天工业、汽车工业和机床工业等的发展要求,促进了先进制造工艺的发展,如精密与超精密加工技术、特种加工技术、纯形工艺、材料改性和微米、纳米加工技术等新工艺。

(2) 计算机、信息、自动化和新材料等高新技术的迅速发展,使得制造技术日新月异,制造工业与创造科学取得了前所未有的成就。设计方法、加工工艺、加工装备、测量监控、质量保证和企业经营管理等领域和高新技术的融合,产生了一批新的制造技术和制造模式,CAD、NC、柔性制造技术和计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)已得到广泛应用。

(3) 加工装备走向机电一体化、一机多能、一次夹紧加工、少无定位加工、粗精加工一体化、加工检测集成和人机一体化;出现了以铣动车床、拉削车床、点式磨床、机器人化机床、虚拟轴机床、高速模块化机床等大量新型加工机床设备。为了保证产品的一次研制成功率,产品质量保证朝着动态、实时、在线方向发展,ISO 9000 认证得到了企业的采纳和应用。

纵观制造技术的发展,加工方法的进步里程为:机械加工→物理与电物理加工→化学



与电化学加工→生物或仿生加工,符合从简单到复杂、从粗糙到精细的发展方向。

机械制造技术的主要类别见表 1-1。

表 1-1 机械制造技术主要类别

制造类别	工艺方法	工艺方法简介
增量制造(也称增材制造、生长型制造、分层制造、快速原型制造)	1. 立体光刻(SLA)	1. 使用激光照射光敏树脂而固化
	2. 分层实体制造(LOM)	2. 使用激光或刀片切割有黏性的层片而黏结成形
	3. 选择性激光烧结(SLS)	3. 使用激光熔化粉末状的金属或其他物质
	4. 熔融沉积成形(FDM)	4. 将热塑料通过喷嘴挤出而后固化成形
	5. 其他工艺方法	
减量制造(也称减材制造,传统的金属或材料切除法)	1. 车削 2. 钻削 3. 铣削 4. 磨削 5. 电火花加工(EDM) 6. 电化学加工(ECM)	在加工过程中,采用材料去除技术,如切削加工等,逐渐切除毛坯上的多余材料,获得具有一定形状、尺寸、性能的零件,是目前最主要的加工方法
等量制造(也称变形过程)	1. 轧制	1. 如铝钉轧制成厨房用铝箔
	2. 板材成形	2. 如板材切割弯曲而成肥皂盒
	3. 挤压	3. 不同横截面的材料通过模具挤压成形
	4. 锻造	4. 热锻、冷锻均是在模腔中塑性成形
相变过程	1. 铸造	1. 熔化的金属注入铸型中而凝固成形
	2. 注塑成形	2. 将热液塑料注射到模腔而成形
结构变化过程	1. 镀层	1. 用化学、物理方法在基体表面上镀一层其他材料,改变性能
	2. 表面合金化 3. 感受残余应力	2、3. 使表面合金化或喷丸处理
固化连接过程	1. 粉末合金	1. 金属粉末在模具中成形并烧结成形
	2. 复合材料	2. 不同碳纤维板的层叠是复合材料的典型应用
	3. 焊接	3. 通过局部熔化而将相邻板材连接
生物制造(或仿生加工)	1. 原子操作技术 2. 克隆制造	21 世纪生物技术、生命科学、材料科学不断融入先进制造技术,这将引起一场新的制造革命,如人体脏器的制造等

结合表 1-1,制造技术的发展特点可以归纳成以下几个方面。

1. 从传统加工到特种加工

19 世纪实现了制造机械化,形成了一整套传统加工技术,即机械加工技术。随着机械寿命和材料强度的提高,难切削材料越来越多,零件形状越来越复杂,尺寸越来越小型

化,加工自动化要求越来越高,致使传统加工技术难以满足现代产品的发展要求,促使人们寻找新的制造技术。20世纪30~80年代,随着制造技术与电力技术和电子技术的结合,一系列发明相继问世,出现了许多被统称为特种加工(非传统加工)的方法,其中包括物理和化学加工、电物理和电化学加工。

2. 从减材加工到增材加工

减材加工(Material Removal Manufacturing, MRM)是从有余量的原材料或零件毛坯上逐渐去除多余材料,获得所需形状、尺寸和性能零件的工艺方法。在传统机械加工技术中,减材加工主要借助机械力来去除原材料或毛坯的多余部分,即用高硬度的刀具切削原材料或毛坯使之成为零件,如车、钻、铣、刨、磨、攻螺纹等加工方法。特种加工技术中的减材加工方法有:电火花加工(EDM)、电解加工、激光加工、超声加工、电子束加工、化学加工、等离子加工等。

自21世纪以来,可持续发展策略成为了基本生产策略。减材加工所造成的资源浪费与环境污染已不符合可持续发展的要求,一种被称为增材加工(Material Additive Manufacturing, MAM)的方法就应运而生了,它是制造技术、能源技术、材料技术、微电子技术和信息技术的综合集成技术。增材加工是用类似生长的方法逐渐增加材料,直到形成形状、尺寸与性能符合要求的零部件。其制造原理是用2D平面层逐渐堆叠成3D实体,因而资源得到了充分利用,符合自然界物质的生长规律,是制造理念的重大突破,具有强大的生命力。目前应用在产品制造领域的增量加工法有几百种,随着纳米技术的发展,增材加工将以崭新的面貌迅猛发展。

3. 从制造死物到制造活物

自古以来,制造业一直制造死物,无法制造活物。自地球上生命以来,生物界一直繁衍活物,不会繁衍死物。在制造业日趋信息化和生命科学走向工程化的今天,如果把制造工程、生命科学、计算机技术、信息技术、材料工程各领域的最新成果集成起来,那么制造业不仅能制造出无生命的复杂机器,而且还有可能利用基因工程的成就,制造出有生命、可供移植的器官和可供利用的仿生部件;还有可能按生物生长、发育机制,在其内基因的控制下,通过细胞并行分裂进行自生长成形加工,形成人类所需要的任何产品,如人和动物的骨骼、器官、肢体,以及生物材料结构的机械零件等。可以设想,如果人们能将DNA中控制形状、尺寸、结构与材质的基因分离出来,加以破译,并采用先进的“原子操作技术”进行组装或修改基因,就可以利用生物机能进行基因复制、生物去除或生物生长等。

4. 从他成形到自成形

所谓他成形,就是在外界强制作用下的成形。这种强制作用包括:金属切削过程中的刀具对工件的强制切削加工(主要是机械力)成形,热熔金属或塑料在模具中的强制成形,在热和机械力共同作用下的模锻,轮廓控制下的生长(增材制造)等。目前工业界广泛使用的制造技术几乎都是他成形技术。

随着生物制造的发展,诞生出一种按生物生长、发育机制,在其内由基因控制的,通过细胞并行分裂而进行自成形的制造新方法,这种方法被称为自组织成形或自生长成形法,可以对非常精巧、复杂的结构进行加工和制造。



1.2 先进制造技术的定义

制造业是一个国家经济发展的支柱，是国民经济收入的重要来源。无论是工业发达的国家，还是新兴工业国家，制造业在国民经济中都一直处于十分重要的地位。制造技术则是制造业的技术支柱，是一个国家科技水平的综合体现。随着市场变化和技术竞争的加剧，许多工业国家迅速调整其技术政策，把提高产业竞争力和增强综合国力作为科技政策的核心。

先进制造技术这一概念是美国于 20 世纪 80 年代末期提出的。其根本原因是由于美国竞争力不断减弱，贸易逆差剧增，许多美国原来占绝对优势的产品，都在竞争中输给了日本。为此，政府和企业界投入巨资，组织大量专家进行研究和分析，得出的结论是：“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”，“经济竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”。因而，美国政府为此采取一系列措施：1988 年投资进行大规模的“21 世纪制造业战略的研究”；克林顿总统也于 1993 年 2 月发表专题报告，提出“要促进先进制造技术的发展”；成立国家级、地区级、大学、企业等各种层次的先进制造技术协调、推广、应用研究中心。这些措施已收到良好的效果，例如，美国汽车制造水平大幅度提高，产量重新超过日本。美国政府还总结并提出了一系列先进制造技术的新理论，如并行工程、精益生产、敏捷制造等。

先进制造技术的提出已有许多年了，各国学者对其也做了很多研究，这里举出几种有关先进制造技术的基本概念。

(1) 先进制造技术是制造业不断吸取机械、电子、信息、材料、能源以及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、售后服务等生产制造的全过程，以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产，实现理想经济技术效果的制造技术总称。

(2) 先进制造技术是以提高综合经济效益为目的，以人为主体的，以计算机技术为支柱，综合应用信息、材料、能源、环保等高新技术及现代系统管理技术，研究并改进传统制造过程及其产品整个生命周期的所有适用技术的总称。

(3) 先进制造技术 = 传统制造技术的发展 + 信息技术 + 现代管理技术。

综合以上情况，我们认为：在“先进制造”词条中，“制造”已不只是指传统概念中的“加工制作”，而是具有更广泛内容的概念，它是指产品形成过程中的一系列相关操作和活动的集合，包括从市场调研、设计概念的形成、工程制图、工艺和技术准备、加工制作、装配、质量检验、生产管理到销售服务等一系列生产活动环节。因此，先进制造技术应定义为：在制造系统的一系列生产活动环节中，传统制造技术有机地融合并有效应用计算机、信息、新材料、能源、系统管理等现代科学技术，实现优质、高效、低耗、灵活和清洁地制造出满足市场需求的产品，并取得理想经济效益的工程技术的总和。其主要特征主要体现在以下 4 个方面。

(1) 集成性特征。

先进制造技术是集机械、电子、信息、材料和管理技术为一体的新型学科，是多学科渗透、交叉、融合的产物；它使制造技术成为一项能驾驭生产过程中的物质流、信息流和

能量流的系统工程，成为“市场—产品设计—制造—市场”的大系统。

(2) 动态性特征。

先进制造技术包括加工域活动、物流域活动和信息域活动；每一域活动的先进技术都在不断地发展、进步，进而促进了先进制造技术的动态变化，如数控加工、生长型制造的出现，使得先进制造技术产生了突破性进展。

(3) 数字化特征。

先进制造技术的制造原理是使制造过程离散化或数字化；计算机辅助技术是实现上述过程的重要工具；它首先将传统制造过程中的许多定性描述转化成数字化定量描述，并以此建立不同层面的系统数字化模型，最后进行相应的数值模拟计算；因而数字化特性也体现出柔性化、集成化和智能化的特征。

(4) 可持续性特征。

先进制造技术应符合可持续发展策略，能实现资源的充分利用，洁净生产，能耗少、附加值高的制造模式。

需要指出的是，由于先进制造技术包括加工域活动、物流域活动和信息域活动 3 个方面，因而上述活动中的任一域的先进技术或多域综合的先进技术均可称为先进制造技术。例如，干式切削技术隶属加工域活动中的先进技术；快换刀夹是物流域活动中的先进技术；多传感器信息融合监视加工过程归结于信息域活动中的先进技术，但上述技术均可称为先进制造技术。

1.3 先进制造技术的内涵与范畴

由先进制造技术的定义可知，先进制造技术包含了产品生命周期的全过程和所有的相关技术如图 1.1 所示。它涉及产品设计、工艺设计、制造方法、系统自动化、生产管理等多个领域，并需要综合应用机械技术、自动控制技术、计算机技术、信息科学、管理科学，乃至社会科学等方面的知识，对传统的机械制造技术进行充实、改造、发展和创新。

先进制造技术的范畴大致可归纳如下。

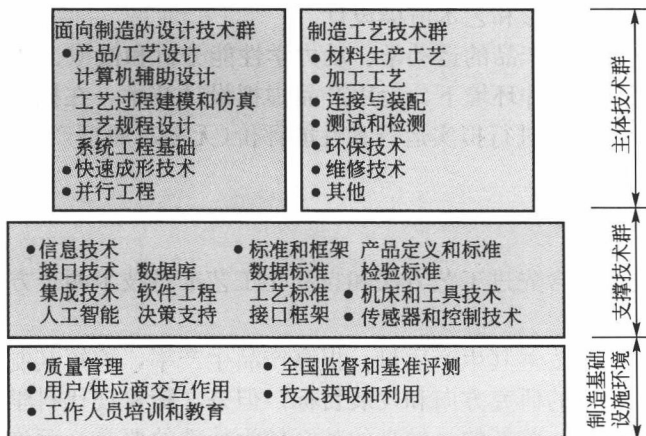


图 1.1 先进制造技术构成体系