

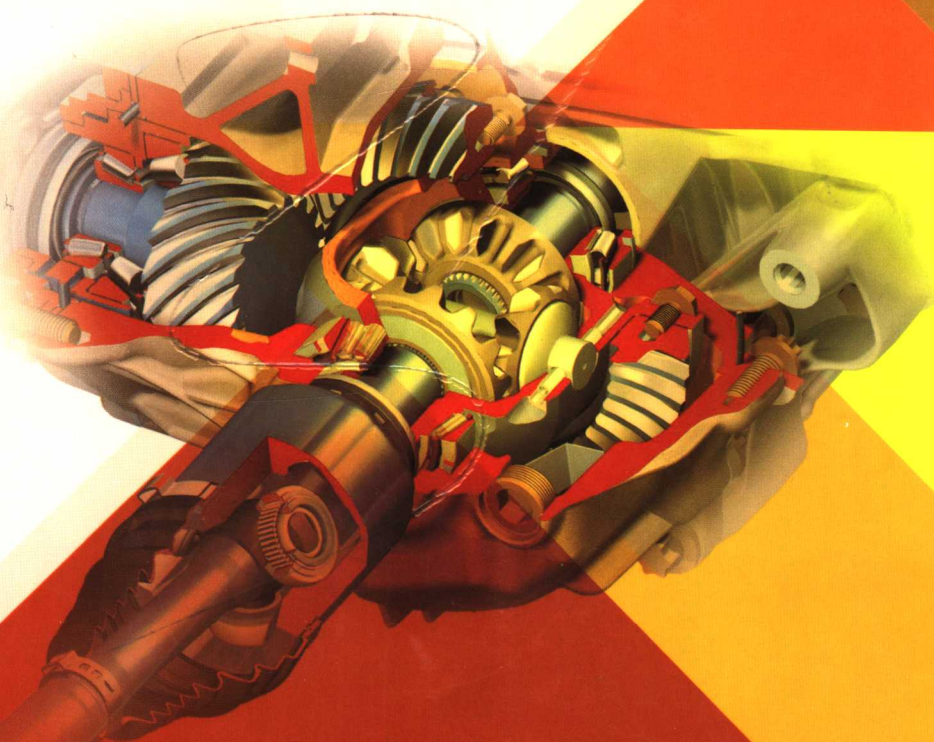


高等院校十一·五机械类统编教材

机械制造技术基础

范孝良 主编

尹明富 郭兰申 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

TH16/195

2008

高等院校十一五机械类统编教材

机械制造技术基础

主 编 范孝良
副主编 尹明富 郭兰申
参 编 康文利 储开宇 王进峰 王 阳
杨 杰 齐延霞 王 伟 苗乃耕
主 审 张文建

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书共分9章,内容包括绪论、机械制造中的加工方法、金属切削过程及其控制、金属切削机床、机床夹具设计、机械加工工艺规程设计、机械制造质量分析与控制、机械产品装配工艺规程设计、制造技术的新发展等。通过对本书的学习,使学生掌握机械制造技术方面的基本理论和基本知识,并具备一定的专业技能,为进一步的专业课学习和今后从事专业技术工作奠定良好的基础。

本书力求做到章节编排合理,内容完整精炼、系统性强,讲解深入浅出,图解丰富,使教材内容与相关实践性教学环节配合默契、联系紧密。

本书可作为普通高等院校机械设计制造及其自动化(或机械工程及自动化)宽口径专业主干技术基础课教材,也可供工业工程、管理工程及工业设计等有关专业的师生作为教学用书或参考书,还可供机械制造企业和科研院所的工程技术人员学习参考。

为了便于教学,本书配有相应的CAI课件。

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

机械制造技术基础/范孝良主编. —北京:电子工业出版社, 2008.1

高等院校十一五机械类统编教材

ISBN 978-7-121-05336-8

I. 机… II. 范… III. 机械制造工艺—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第196804号

责任编辑:田领红 特约编辑:徐 岩

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

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: 787×1 092 1/16 印张: 24.75 字数: 634千字

印 次: 2008年1月第1次印刷

印 数: 5 000册 定价: 35.00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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

出版说明

“工欲善其事，必先利其器”。教材建设是高等学校提高教学质量的重要环节，也是一项具有战略性意义的基本建设。近几年来，我国各高等学校实施了一系列面向 21 世纪教学改革计划，在教学内容和课程体系改革上取得了丰硕的成果，因此，需要适时地将教改成果转化为教材出版，以促进教改成果的实施和推广。

电子工业出版社作为国家级科技与教育出版社，始终关注着我国高等工程教育的改革和发展方向，始终把出版适应我国高等学校发展要求的高质量精品教材放在重要位置上。多年来，我社出版了一系列特色鲜明的教材，为我国的高等教育作出了贡献。随着科学技术的发展，学科领域相互渗透、融合，为适应这一特点，我社努力拓展出版领域，并希望通过出版多学科、多领域所需的高质量教材，进一步提升出版质量，更好地为培养高素质人才服务。

迄今为止，高等工程教育已培养了数百万工程专门人才，为社会、经济和科技的发展作出了巨大贡献。但 IMD1998 年的调查显示，我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标世界排名第 36 位，与我国科技人员的总数和制造业地位形成明显反差。这表明适于工程一线的应用型技术人才供给不足。

基于上述考虑，经过一年多的调研，并征求多方的意见，根据国内高等院校机械类专业的发展现状，组织编写了这套教材，教材定位于地方工科高校，以应用型、研究应用型人才培养为主，以适应经济、社会发展对工程教育的新要求，满足“厚基础、强能力、高素质”的工程应用型本科人才培养的需要。

与以往出版的同类教材相比，这套教材具有以下特点：

(1) 专业特色鲜明：以地方工科院校本科机械类专业的专业课程教材为主线，兼顾其他相关专业。

(2) 突出系统性：本套规划教材覆盖了本科机械类专业的专业基础课、专业方向课及专业选修课，形成一个完整的教材系列。同时注意教材之间内容的合理划分与衔接，层次分明，重点突出，各高校可以根据需要组合选用。

(3) 体系、内容新颖：整个知识结构建立在“高”、“新”平台上。基本理论阐述精炼，深入浅出，便于自学；注意吸收新理论、新技术成果在人才培养中的作用；加强实践性与应用性，结合实例进行讲解。

(4) 配套教学支持：多数教材配有教学课件（电子教案），可以从华信教育资源网上免费下载，部分重要课程配套出版教学辅导书或实验教材。

为做好本套教材的出版工作，成立教材编委会，并聘请了多位高等工程教育、学科领域的著名专家、教授作为教材顾问，从根本上保证了教材的高质量。在此对他们的辛勤工作表示衷心的感谢。

今后，我们将进一步加强同各高校教师的密切联系和合作，广泛听取一线教师对教材的反馈意见和建议，以使我们的教材出版工作做得更好。

电子工业出版社

前 言

机械制造技术基础是机械设计制造及其自动化（或机械工程及自动化）专业的一门重要的专业基础课。本书以金属切削和机械制造工艺的基本理论和基本知识为主线，并将与之有关的机床、刀具、夹具等有关内容进行了优化整合，以系统的观点构筑机械制造技术基础的知识体系，从加工方法的认识到金属切削原理的认识，到工艺系统的构成、工艺规程的设计和机械制造质量分析与控制，直到装配工艺规程设计，都进行了系统的阐述。目的是使学生能够掌握机械制造技术的基础理论、基本知识、基本方法和基本技能，培养分析和解决实际生产问题的能力。为拓宽学生的视野，启发学生的创新思维，特别编写了一章“制造技术的新发展”，介绍了超精密加工与纳米加工技术、快速成形制造技术、网络制造、虚拟制造、先进生产模式等知识。

参加本书编写的主要老师都有 20 多年从事金属工艺学、金属切削原理与刀具、金属切削机床概论、机床夹具设计、机械制造工艺学、成组技术、CAD/CAM、CAPP 等课程的课堂教学经历，以及课程实验、课程设计、金工实习、认识实习和生产实习、毕业设计等实践环节的教学经历，具有丰富的教学经验。特别是近年来从事机械制造技术基础课程的教学与实践，从中得到很多体会，取得很多经验，也产生了很多新想法。本书的编写力求做到章节编排合理，内容完整精炼、系统性强，讲解深入浅出，图解丰富（全书共有 480 余幅插图），使教材内容与相关实践性教学环节配合默契、联系紧密。全书突出四个基本——基本理论、基本知识、基本方法和基本技能，形成低重心、宽结构、重素质、强实践的课程结构体系，贯彻“重基础、低重心、少学时、广知识、精内容、宽面向”的改革思路，注重培养学生分析和解决实际生产问题的能力。通过对本书的学习，使学生能对制造活动的全过程有一个总体的、全貌的了解和把握，同时具有宽阔的视野、创新的思维和一定的创新能力。

本书与生产实际联系密切，实践性很强，只有具备较多的实践知识，才能在学习时理解得深入透彻。因此在学习过程中要注意实践知识的学习和积累。此外，对内容的掌握，需要实习、课程设计、实验及课后练习等多种教学环节的配合，每一个环节都是重要的、不可缺少的，学习时应该予以注意。建议讲授本书前，学生已经过金工实习实践环节，并在课程开始前或进行中安排认识实习或到工厂生产现场参观。由于本书有大量的图表，需要大量的现场知识，建议采用现代化的教育手段与教学方法。

本书按 50~80 学时设计，不同学校不同专业可根据学时的多少对教学内容进行删减。本书的有些章节也可以采取课堂以外的方式进行，如第 2 章“机械制造中的加工方法”可以通过认识实习了解掌握；第 5 章“机床夹具设计”可以在课堂上只讲授机床夹具的功能、类型、基本组成和工件定位的基本原理，其他内容可以结合课程设计来进行；第 9 章“制造技术的新发展”可以通过看录像，邀请有关专家进行专题讲座，通过专题分析报告大作业，或者通过对企业活动的调查分析报告的形式来进行。

本书由范孝良任主编，尹明富和郭兰申任副主编。第1章由范孝良编写，第2章、第3章由尹明富、苗乃耕编写，第4章由王阳编写，第5章由储开宇编写，第6章由康文利编写，第7章由王进峰编写，第8章由杨杰编写，第9章由齐延霞、郭兰申、王伟编写。全书由范孝良统稿、定稿。

本书是编者在总结多年来教学研究、教学改革和教学实践的基础上编写的，但限于编者的水平，缺点错误在所难免，希望广大读者提出批评和建议。

编 者

2007年8月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械制造业	1
1.1.1 机械制造业在国民经济建设和社会发展中的地位与作用	1
1.1.2 国民经济发展对机械制造业的需求	3
1.1.3 我国机械制造业发展现状与差距	4
1.1.4 国外机械制造业发展态势	5
1.2 机械制造技术	7
1.2.1 机械制造技术概述	7
1.2.2 先进制造技术	7
1.3 机械制造（冷加工）学科的范畴、研究内容及特点	12
1.4 课程的特点、研究的主要内容、学习目的与要求	13
第 2 章 机械制造中的加工方法	15
2.1 概述	15
2.1.1 去除材料的制造过程（ $\Delta m < 0$ ）	15
2.1.2 材料成形制造过程（ $\Delta m = 0$ ）	16
2.1.3 材料累积制造过程（ $\Delta m > 0$ ）	16
2.2 零件的成形方法	16
2.2.1 零件表面的形状	16
2.2.2 表面成形原理	16
2.2.3 零件表面的形成方法	17
2.2.4 零件表面的成形运动	19
2.3 外圆表面加工	19
2.3.1 外圆表面的车削	19
2.3.2 外圆表面的磨削	21
2.3.3 外圆表面的光整加工	23
2.4 孔加工	26
2.4.1 钻孔、扩孔和铰孔	27
2.4.2 镗孔	28
2.4.3 拉孔	30
2.4.4 磨孔	32
2.4.5 研磨孔	32
2.4.6 珩磨孔	33
2.5 平面加工	34
2.5.1 铣平面	34

2.5.2	刨平面	37
2.5.3	磨平面	37
2.5.4	刮研平面	38
2.6	成形表面加工	38
2.6.1	用成形刀具加工	39
2.6.2	仿形加工	39
2.7	数控加工	41
2.7.1	数控加工的产生和发展	41
2.7.2	数控加工的特点	42
2.8	特种加工	42
2.8.1	特种加工概述	42
2.8.2	电火花加工	43
2.8.3	电解加工	44
2.8.4	激光加工	46
2.8.5	电子束加工	47
2.8.6	离子束加工	47
2.8.7	超声波加工	48
	思考与练习题	49
第3章	金属切削过程及其控制	50
3.1	概述	50
3.2	金属切削加工的基本概念	50
3.2.1	切削加工	50
3.2.2	切削运动	50
3.2.3	加工表面	51
3.2.4	切削用量	51
3.2.5	切削层参数	52
3.3	金属切削加工用的刀具	53
3.3.1	刀具的结构及参考系	53
3.3.2	常用刀具	57
3.3.3	常用刀具材料	69
3.3.4	磨料与磨具	73
3.4	金属切削过程中的变形	76
3.4.1	切屑的形成过程及变形区的划分	76
3.4.2	前刀面的挤压与摩擦及其对切削变形的影响	78
3.4.3	积屑瘤的形成及其对切削过程的影响	81
3.5	金属切削过程中切屑的类型及控制	82
3.5.1	切屑的类型与分类	82
3.5.2	切屑的控制措施	83

3.6	金属切削过程中的切削力和切削功率	85
3.6.1	切削力	85
3.6.2	切削功率	86
3.6.3	切削力的测量	86
3.6.4	切削力的经验公式和切削力的估算	87
3.6.5	影响切削力的因素	90
3.7	金属切削过程中的切削热和切削温度	93
3.7.1	切削热的产生与传导	93
3.7.2	切削温度的测量与分布	94
3.7.3	影响切削温度的主要因素	96
3.8	刀具磨损和刀具寿命	97
3.8.1	刀具磨损形态和磨损机理	97
3.8.2	刀具磨损过程及磨钝标准	98
3.8.3	刀具耐用度和刀具寿命	99
3.8.4	刀具的破损	100
3.8.5	刀具状态监控	101
3.9	工件材料的切削加工性	103
3.9.1	衡量材料切削加工性的指标	103
3.9.2	改善材料切削加工性的措施	103
3.10	切削条件的合理选择	104
3.10.1	刀具几何参数的选择	104
3.10.2	切削用量的选择	106
3.10.3	切削液的合理使用	109
3.11	磨削过程与磨削机理	111
3.11.1	磨削概述	111
3.11.2	磨料的形状特征	111
3.11.3	磨屑的形成过程	111
3.11.4	磨削力	112
3.11.5	磨削温度	112
3.11.6	砂轮的磨损与耐用度	114
	思考与练习题	114
第4章	金属切削机床	116
4.1	概述	116
4.1.1	机床的基本组成	116
4.1.2	机床的技术性能	117
4.2	金属切削机床的分类和型号的编制	118
4.2.1	机床的分类	118
4.2.2	通用机床型号的编制	119

4.2.3 其他类型机床型号的编制	121
4.3 卧式车床 CA6140 介绍	122
4.3.1 CA6140 的工艺范围	122
4.3.2 CA6140 的主要技术参数	122
4.3.3 CA6140 的传动分析	123
4.3.4 CA6140 的主要结构及部件	129
4.4 数控机床介绍	139
思考与练习题	145
第 5 章 机床夹具设计	147
5.1 机床夹具概述	147
5.1.1 机床夹具的功能	147
5.1.2 机床夹具应满足的要求	147
5.1.3 机床夹具的类型	148
5.1.4 机床夹具的基本组成	149
5.2 机床夹具定位机构的设计	151
5.2.1 工件的定位方法	151
5.2.2 工件定位的基本原理	151
5.2.3 典型的定位方式及定位元件的选择	157
5.2.4 定位误差的分析与计算	165
5.3 机床夹具夹紧机构的设计	169
5.3.1 夹紧机构设计应满足的要求	169
5.3.2 夹紧力的确定	169
5.3.3 常用夹紧机构	173
5.3.4 其他夹紧机构	177
5.3.5 夹紧机构的动力装置	181
5.4 主要机床夹具	183
5.4.1 钻床夹具	183
5.4.2 镗床夹具	189
5.4.3 铣床夹具	192
5.4.4 车床夹具	197
5.5 其他类型夹具	199
5.5.1 成组夹具	199
5.5.2 组合夹具	203
5.5.3 随行夹具	210
思考与练习题	212
第 6 章 机械加工工艺规程设计	218
6.1 概述	218
6.1.1 生产过程与工艺过程	218

6.1.2	生产纲领与生产类型	218
6.1.3	机械加工工艺规程的作用	220
6.1.4	机械加工工艺规程的制订步骤	221
6.1.5	机械加工工艺规程设计所要研究的主要问题	221
6.2	机械加工工艺规程的设计	222
6.2.1	机械加工工艺规程的组成	222
6.2.2	机械加工工艺规程的格式	224
6.2.3	机械加工工艺规程设计所需原始资料	226
6.2.4	机械加工工艺规程的设计原则	226
6.2.5	机械加工工艺规程设计的步骤与内容 ¹	227
6.2.6	工艺路线的拟订	230
6.3	机械加工工序的设计	246
6.3.1	机床设备与工艺装备的选择	246
6.3.2	加工余量	247
6.3.3	工序尺寸及公差的确 定	251
6.3.4	时间定额的估算	265
6.3.5	工艺方案的比较与技术经济分析	266
6.3.6	编制工艺文件	269
6.4	机械产品设计的机械加工工艺性评价	269
6.5	成组机械加工工艺规程设计	273
6.5.1	成组技术的基本概念	274
6.5.2	零件的分类编码	274
6.5.3	机械产品零件设计的成组技术	279
6.5.4	成组工艺	279
6.5.5	机床的选择与布置	281
6.5.6	应用成组技术的效益	283
6.6	计算机辅助工艺规程设计	284
6.6.1	CAPP 概述	284
6.6.2	基于 GT 的派生式 CAPP 系统	285
	思考与练习题	288
第 7 章	机械制造质量分析与控制	291
7.1	概述	291
7.2	机械加工精度	292
7.2.1	机械加工精度概述	292
7.2.2	工艺系统的几何误差	293
7.2.3	定位误差	298
7.2.4	工艺系统受力变形引起的误差	300
7.2.5	工艺系统受热变形引起的误差	305

7.2.6	内应力重新分布引起的误差	309
7.2.7	保证和提高机械加工精度的主要途径	311
7.3	加工误差的统计分析	314
7.3.1	加工误差统计分析概述	314
7.3.2	工艺过程的分布图分析法	316
7.3.3	工艺过程的点图分析法	323
7.4	机械加工表面质量	327
7.4.1	机械加工表面质量概述	327
7.4.2	机械加工表面质量对机械产品使用性能的影响	327
7.4.3	影响表面粗糙度的因素	329
7.4.4	影响加工表面层物理机械性能的因素	331
7.5	机械加工过程中的振动	334
7.5.1	机械加工过程中振动概述	334
7.5.2	机械加工过程中的强迫振动	335
7.5.3	机械加工过程中的自激振动	337
7.5.4	控制机械加工过程中振动的途径	338
	思考与练习题	339
第 8 章	机械产品装配工艺规程设计	341
8.1	概述	341
8.1.1	装配的概念	341
8.1.2	装配的组织形式	342
8.1.3	装配工艺系统图	342
8.1.4	装配精度的概念	343
8.1.5	装配精度与零件精度的关系	343
8.1.6	装配尺寸链	343
8.2	保证装配精度的工艺方法	345
8.2.1	互换法	345
8.2.2	选配法	346
8.2.3	修配法	348
8.2.4	调整法	349
8.3	装配工艺规程设计	351
8.4	机械产品设计的装配工艺性评价	355
	思考与练习题	359
第 9 章	制造技术的新发展	362
9.1	超精密加工与纳米加工技术	362
9.1.1	超精密加工的特点	363
9.1.2	超精密加工的主要方法	363
9.1.3	纳米加工技术	367

9.2 快速成形制造技术	368
9.2.1 光敏树脂液相固化成形	368
9.2.2 叠层实体制造	369
9.2.3 选择性激光粉末烧结成形	370
9.2.4 熔融沉积制造	370
9.2.5 三维打印制造	371
9.2.6 RP 技术的发展趋势	372
9.3 网络制造	372
9.3.1 网络制造的特性	373
9.3.2 网络制造的核心问题	374
9.3.3 网络制造的研究与应用	375
9.4 虚拟制造	376
9.4.1 虚拟制造的概念	376
9.4.2 虚拟制造的特点及其种类	377
9.4.3 虚拟制造系统	378
9.4.4 虚拟制造的国内外研究现状	378
9.5 先进生产模式	379
9.5.1 智能制造	379
9.5.2 绿色制造	380
9.5.3 并行工程	381
9.5.4 精益生产	381
思考与练习题	382

第1章 绪论

1.1 机械制造业

机械制造业范围广、门类多、产品杂、技术性强、服务面带动性大,按照《国民经济行业分类与代码》的分类,机械制造业主要包括金属制品业,通用设备制造业,专用设备制造业,交通运输设备制造业,电气机械及器材制造业,通信设备、仪器仪表及文化、办公用机械制造业等大类。

1.1.1 机械制造业在国民经济建设和社会发展中的地位与作用

1. 机械制造业是国民经济的支柱产业

根据国家统计局年报,2004年机械制造业完成工业总产值32711亿元,同比增长17.41%;完成工业增加值8635亿元,同比增长22.5%;完成产品销售收入达到31902.3亿元,同比增长27.7%;创出工业总产值和产品销售收入同步超过3万亿元的历史纪录。工业经济效益综合指数152.51%,比2003年的143.16%提高了9.35个百分点。

机械制造业一直是我国国民经济的支柱产业。国际上通常认为,当一个产业的增加值超过国内生产总值的5%即为支柱产业。2004年我国机械制造业的工业增加值占同期国内生产总值(GDP)136515亿元的6.3%左右。

机械制造业在众多国家尤其是发达国家的国民经济中也都占有十分重要的地位,是国民经济的支柱产业。美国68%的财富来源于制造业,日本国民总产值的49%是由制造业创造的。中国的制造业在工业总产值中也占有40%的比例。从就业人口比例来看,约有1/4的人口从事制造业,而在非制造业部门中,又约有半数人员的工作性质与制造业密切相关。可以说,没有发达的制造业就不可能有国家真正的繁荣和富强。

在1999年国际生产工程学会(CIRP)第46届年会上,大会主席日本的吉川教授在他的总结报告中指出,世界上各个发达国家在经济上的竞争,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,制造技术一般占55%~65%。日本及亚洲“四小龙”的发展,在很大程度上都是依靠他们重视制造技术。这些国家十分重视将世界各国高新技术发展的专利买过来,通过制造技术,把它们形成独、特、高、大、精、尖、质优价廉、品种繁多、规格齐全的产品,满足不同层次的用户需求,占领市场,这就是他们崛起腾飞的诀窍。

一般人只看到机械制造业必须依靠信息科学、材料科学来改造自己,这只是问题的一个方面,另一方面,信息科学、材料科学也必须依赖于制造技术来取得新的进展。因为科学的基本任务是认识世界,采用的基本方法是分析,最终成果的基本表现形式是各种发现和揭示;技术的基本任务则是改造世界,采用的基本方法是综合,而最终成果的表现形式是发明、创造、改进。众所周知,计算机的发展日新月异,但在计算机的发展中最关键的问题是高密集度的大规模集成电路与存储器件的制作,而这些又有赖于制造技术的发展。



发达的工业国家,如美国、日本、欧洲等国的专家及教授已将制造科学、信息科学、材料科学、生物科学一起列为当今时代四大支柱科学之一。有资料表明,在最近几十年里,美国一度(约在20世纪70~80年代)缺乏对制造科学的重视,认为制造业是夕阳工业,主张经济重心由制造业转向高科技产业和第三产业。其结果导致了美国制造业的直线衰落,很快降到了历史的最低点。使美国在国际上的竞争力遭到严重削弱,并导致了美国在20世纪90年代初的经济衰退。为改变这种局面,美国政府采取了一系列战略性措施,制定并实施了先进制造技术计划和制造技术中心计划。1993年,克林顿总统批准将“先进制造技术计划”列为1994年预算重点扶持的唯一科技领域,并将1994年定为美国的先进制造技术年,政府投入14亿美元巨款。同时,克林顿提出在1997年前成立100多个全国制造技术中心。日本、欧洲和新兴工业国家也不甘落后,相继做出响应,纷纷制定了本国的先进制造技术发展计划。其中最具有代表性的有日本的智能制造技术计划、德国的制造2000年计划,以及韩国的高级先进技术国家计划等。这些表明,加快发展先进制造技术已经成为各国政府的共识,一场以先进制造技术为中心的科技竞争正在国际间展开。

2. 一些主导产品的产量已居世界前列

机械制造业一些主导产品的产量已居世界前列。2004年,我国发电设备产量7138万千瓦,同比增长90.87%,居世界第1位;金属切削机床产量接近40万台,居世界前列;2004年,中国汽车销售量507万辆,排在全世界的第4位;2005年,中国汽车销售量570万辆,排在全世界的第3位;2006年,中国汽车销售量715万辆,排在全世界的第2位;预计2007年中国汽车销售量将突破800万辆,到2010年将超过1000万辆。

3. 为国民经济建设提供了大批先进重大技术装备

机械制造业为国民经济相关产业的发展,促进产业的升级作出了重大贡献。机械制造业多年来为国民经济建设提供了大批重大技术装备。包括提供了年产1000万~2000万吨级露天矿采掘成套设备和年产500万吨级井下矿产成套设备;北煤南运系统成套设备(包括单元重载列车装备、煤炭海运系统装备、港口装卸成套设备等);形成了哈尔滨、上海、四川东方三大发电设备制造基地,先后为葛洲坝工程、岩滩电站、二滩电站等研制出170MW、302MW、550MW水机组;在与国外合作的基础上,成功地制造了三峡工程700MW水机组;可提供110、220、330到500kV等电压等级的交流输变电成套设备,基本上满足年装机10000MW以上的配套能力;已累计提供了270套300MW及20余套600MW火力发电机组;自行设计研制了秦山一期300MW压水堆核电站成套设备,600MW压水堆核电站设备实现了设计自主化和大部分设备国产化,为广东岭澳百万千瓦核电站提供了核岛堆内构件及部分设备,基本具备生产百万千瓦级压水堆核电站成套设备的能力;通过与国外合作设计制造了年产600万~1000万吨钢的冶金厂成套设备,先后制造了1350mm、1700mm和1900mm板坯连铸机,使冶炼连铸比由40%左右迅速提高到80%以上;设计制造了我国第一台6000m电驱动沙漠石油钻机;已能提供年产1000万吨级炼油厂、300万吨加氢精制、150万吨加氢裂化装置等成套设备,其中千吨级加氢反应器和80吨推力的往复压缩机,在世界上也只有少数国家能够制造。

4. 是我国机电产品出口的主力军

2004年机械制造业累计实现进出口总额2227.8亿美元,同比增长45.42%,高于全国



外贸进出口增长(35.7%) 9.72 个百分点,同时也高于全国机电产品增幅(38.3%) 7.12 个百分点;累计出口额达 857.87 亿美元,同比增长 49.87%,分别高于全国外贸和全国机电产品增幅 14.47 和 7.57 个百分点;累计进口 1369.93 亿美元,同比增长 42.77%,分别高于全国外贸和全国机电产品增幅 6.77 和 8.57 个百分点。

出口产品实现了由金属制品及零星产品为主向技术含量高和附加值高的机电产品、成套设备的历史性转变。已经向包括美国在内的数十个国家出口了各类成套设备,其中包括 300MW 成套火电设备及核电设备、大型水电设备、千万吨级露天矿成套设备、地下铁道成套设备、30 万吨级油轮及散货轮等;其中 50%以上的是高新技术产品。

1.1.2 国民经济发展对机械制造业的需求

1. 重点产业对机械制造业科技的需求

预计到 2020 年中国的经济都将保持 7%以上的增长速度,我国产业结构的调整和提升势在必行,各行各业都面临着新一轮的技术改造和设备更新,这为我国机械制造业的发展提供了巨大的市场空间,也对机械制造业科技发展提出了新的需求。如电力建设所需设备进一步向高参数、大容量、低污染和多品种发展,需要发展超超临界参数火电、大型混流式水发电机组和抽水蓄能机组、核电和燃气轮机联合循环发电、特高压交直流输变电设备等大型电力装备的成套技术;以轿车为代表的汽车产品领域需要洁净汽车技术、汽车安全技术、汽车节能技术,汽车车身轻量化技术;以数控机床为代表的高精度、高智能制造装备,针对高精度、高效、清洁、结构开放化、系统化和复合化的发展趋势,需要新技术的发展。

2. 发展我国成为世界制造强国的需求

我国正在加速由制造业大国向制造业强国的转变,机械制造业必须具有很强的自主开发能力和自主创新能力,掌握市场竞争的主动权。需要先进标准、质量保证体系以及技术服务体系的有力支撑,要进一步加强科技开发和技术创新体系建设。

3. 增强我国机械制造业市场竞争力的需求

要增强我国机械制造业的市场竞争力,必须改变产品档次、技术含量和附加价值低、主要靠数量增加的粗放式发展模式,走质量第一、以质取胜的集约式发展之路。需要广泛采用先进制造技术、信息技术和新材料技术,发展高技术含量产品和高技术产业,进一步将信息技术融入传统机电产品,形成节能的智能化家用电器和各种数字化装备。

4. 可持续发展的需求

面对资源短缺及生态环境恶化的严峻局面,必须依靠科技进步,大力发展资源节约型和环境友好型机械制造业。机械制造业不仅要为国民经济和人民生活提供大型、高效、清洁的发电设备及新型能源装备,提供省油、环保型汽车及代替石油的新能源汽车等,也要在制造过程中,推行绿色制造流程工艺和产品研究开发,推广节能技术和环保技术,充分利用原材料,发展再制造技术。

1.1.3 我国机械制造业发展现状与差距

1. 我国机械制造业发展现状

通过几个五年计划的努力,机械制造业的科技工作取得了可喜的进步,整体技术实力与水平得到了较大幅度的提高。主要表现在以下四个方面:

(1) 掌握了一批重大技术装备的核心关键技术

“十五”期间,完成了我国第一套国产化的年产 30 万吨合成氨成套装置和 4 万立方米大型空分装置的研制并顺利投产;“西气东输”工程中的 750 米大型球阀和支线管线控制系统实现国产化;三峡左岸 500 千伏直流输电成套设备中,三常线和三广线国产化率为 50%,其中换流变压器和电抗器已实现国产化;西北电网 750 千伏交流输变电成套设备的国产化率达到 90%以上;并给国民经济建设提供了包括 300MW 及 600MW 火电机组、50 万伏交流超高压变电设备、千吨级加氢反应器、500 万吨和 1000 万吨炼油关键设备、中大马力拖拉机和联合收割机等一大批重大装备和高新技术产品。

(2) 基础制造装备关键技术获得了重大突破

在高档数控机床的关键技术研究方面取得了重大突破,基本掌握了多坐标联动的关键技术,特别是五轴联动编程技术和应用技术的突破,使其应用进入实用化阶段。为发电设备制造、军工生产、汽车等行业加工大型水轮、汽轮机及大型水泵叶片等具有空间曲面的复杂零件、大中型柴油机复杂结构等开发出了高速、高效加工的五轴龙门加工机床、五轴联动叶片加工中心、五轴落地式数控铣镗床、车铣复合加工机床、超精密加工机床、柔性制造系统、大型冲压自动生产线等一批重点产品。

新一代总线测控系统及智能仪表已在流程工业得到较好应用,缩小了与国际先进水平的差距。

(3) 先进制造技术在生产中得到普及与应用

计算机辅助设计(CAD)技术、信息化技术、计算机辅助制造(CAM)等在机械行业全面普及,提高了企业的设计水平和产品开发能力,为制造业信息化打下了坚实基础。精密成型与加工技术水平大幅度提高,在汽车零部件、重大装备制造中得到广泛应用;热加工工艺模拟优化技术取得重大进展并获得初步应用,使材料热加工逐步由“技艺”走向“科学”;快速原型制造技术由起步迈向成熟,工艺和装备并举、技术立足国内、应用初具规模;现代集成制造系统(CIMS)的研究和应用有明显突破,在国际上占有一席之地;新生产模式的研究和实践具有特色,推动了我国制造业的技术进步和管理现代化,缩短了与先进国家的差距;微型机械研究进展迅速,标志着机械工程科学正向微观领域扩展,并开始在我国国民经济建设中发挥重要作用。

(4) 产品结构进一步优化

目前,我国机械制造业的发展已从简单的外延式投入转变到依靠技术进步的轨道上,产品结构调整成绩显著,新产品快速发展,产品的技术含量显著提高。如 2004 年机械制造业新产品产值 6466.6 亿元,比上年增长 18.7%;2004 年机械制造业新产品产值对机械制造业总产值的贡献率为 18.6%,2004 年数控机床产量达 5.19 万台,占全年金属切削机床的 13.3%,与 2003 年相比增长 49.83%。我国汽车产品在环保、节能等方面取得重大进展,汽车产品结构不断优化,部分汽车整车和零部件产品达到国际 20 世纪 90 年代水平。