

21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材



21st CENTURY
实用规划教材

机械制造基础

主 编 徐从清 肖 珑



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材

机械制造基础

主 编	徐从清	肖 琬
副主编	李民朝	边兵兵
	邹哲维	
参 编	邵金发	金红基
	许 岚	杨丽娜



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书为高职高专机电类专业规划教材。本书主要包括：金属材料的力学性能，金属与合金的晶体结构及结晶，铁碳合金与碳素钢，钢的热处理，合金钢，铸铁，有色金属与非金属材料，铸造，锻压成形，焊接，金属切削加工基础，机械零件和工具的选材及加工工艺设计。注重内容的实用性与针对性。

本书可作为高职高专机电类专业的教材，也可供中等专业学校机械类专业的学生选用，同时可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/徐从清, 肖珑主编. —北京: 北京大学出版社, 2008. 7

(21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材)

ISBN 978 - 7 - 301 - 13574 - 7

I. 机… II. ①徐…②肖… III. 机械制造基础—高等学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 045119 号

书 名: 机械制造基础

著作责任者: 徐从清 肖 珑 主编

策 划 编 辑: 赖 青

责 任 编 辑: 孙哲伟

标 准 书 号: ISBN 978 - 7 - 301 - 13574 - 7/TH · 0091

出 版 者: 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> <http://www.pup6.com>

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

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 三河市新世纪印务有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 464 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 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

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 傅水根

副主任 (按拼音顺序排名)

陈铁牛	李 辉	刘 涛	祁翠琴
钱东东	盛 键	王世震	吴宗保
张吉国	郑晓峰		

委 员 (按拼音顺序排名)

蔡兴旺	曹建东	柴增田	程 艳
丁学恭	傅维亚	高 原	何 伟
胡 勇	李国兴	李源生	梁南丁
刘靖岩	刘瑞己	刘 铁	卢菊洪
南秀蓉	欧阳全会	钱泉森	邱士安
宋德明	王用伦	王欲进	吴百中
吴水萍	武昭辉	肖 珑	徐 萍
喻宗泉	袁 广	张 勤	张西振
张 莹	周 征		

丛书总序

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。从 20 世纪 90 年代末开始,伴随我国高等教育的快速发展,高等职业技术教育也进入了快速发展时期。在短短的几年时间内,我国高等职业技术教育的规模,无论是在校生数量还是院校的数量,都已接近高等教育总规模的半壁江山。因此,高等职业技术教育承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式提供高素质技能型人才的重任。随着我国经济建设步伐的加快,特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变,现代制造业急需高素质高技能的专业人才。

为了使高职高专机电类专业毕业生满足市场需求,具备企业所需的知识能力和专业素质,高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要,努力建立培养企业生产第一线所需的高等职业技术应用型人才的教学体系和教材资源环境,不断更新教学内容,改进教学方法,积极探讨机电类专业创新人才的培养模式,大力推进精品专业、精品课程和教材建设。因此,组织编写符合高等职业教育特色的机电类专业规划教材是高等职业技术教育发展的需要。

教材建设是高等学校建设的一项基本内容,高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育,培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才,要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设,编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。近年来,高职教材建设取得了一定成绩,出版的教材种类有所增加,但与高职发展需求相比,还存在较大的差距。其中部分教材还没有真正过渡到以培养技术应用能力为主的体系中来,高职特色反映也不够,极少数教材内容过于肤浅,这些都对高职人才培养十分不利。因此,做好高职教材改革与建设工作刻不容缓。

北京大学出版社抓住这一时机,组织全国长期从事高职高专教学工作并具有丰富实践经验的骨干教师,编写了高职高专机电系列实用规划教材,对传统的课程体系进行了有效的整合,注意了课程体系结构的调整,反映系列教材各门课程之间的渗透与衔接,内容合理分配;努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索,加强理论联系实际,突出技能培养和理论知识的应用能力培养,精简了理论内容,既满足大类专业对理论、技能及其基础素质的要求,同时提供选择和创新的空間,以满足学有余力的学生进修或探究学习的需求;对专业技术内容进行了及时的更新,反映了技术的最新发展,同时结合行业的特色,缩短了学生专业技术技能与生产一线要求的距离,具有鲜明的高等职业技术人才培养特色。

最后,我们感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我们相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之成为我国高等职业技术教育的教学改革、课程体系建设和教材建设中的优秀教材。

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

2007 年 7 月

前 言

本书是由北京大学出版社组织平顶山工业职业技术学院、河南职业技术学院、许昌职业技术学院、武汉工业职业技术学院、苏州工业职业技术学院、苏州农业职业技术学院、甘肃畜牧工程职业技术学院等单位有关教师编写的,是《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》之一。

全书共分 12 章,主要内容包括:金属材料的力学性能,金属与合金的晶体结构及结晶,铁碳合金与碳素钢,钢的热处理,合金钢,铸铁,有色金属与非金属材料,铸造,锻压成形,焊接,金属切削加工基础,机械零件和工具的选材及加工工艺设计。另外,每章还编入了一定量的实验、实训课题供学生实验、实训学习。

本书是高职高专机械类专业所用的专业课教材。本书从培养技术应用能力出发,根据“能力为主、理论够用”的原则进行编写,特别是增加了学生能力训练的内容。力求贴近生产,力争使教材具有鲜明的思想性、先进性、启发性、应用性和科学性,突出职业技术教育的特色,以适应培养应用型高技能人才的需要。

本书可供高职高专、成人高校、广播电视大学、函授大专等学校的机电一体化、机械制造和模具制造等机械类专业使用。

本书由徐从清、肖珑担任主编,李民朝、边兵兵、邹哲维担任副主编,参加编写的还有邵金发、金红基、许岚、杨丽娜。具体编写内容是:平顶山工业职业技术学院的徐从清编写第 3 章第 4 节、第 10 章第 9 节、第 11 章第 1~6 节;河南职业技术学院的肖珑编写第 10 章第 1~8 节;许昌职业技术学院的李民朝编写第 1、2 章、第 3 章第 1、2、3、5 节;平顶山工业职业技术学院的边兵兵编写第 11 章第 7~8 节、第 12 章;武汉工业职业技术学院的邹哲维编写第 6、7 章;苏州农业职业技术学院的邵金发编写第 9 章;苏州工业职业技术学院的许岚编写第 8 章 1~6 节;甘肃畜牧工程职业技术学院的金红基编写第 4 章、第 5 章第 1、2、5 节;平顶山工业职业技术学院的杨丽娜编写第 5 章第 3~4 节、第 8 章 7~8 节。全书由徐从清、边兵兵统稿。

机械制造基础实践性比较强,建议授课教师根据不同教学内容和特点进行现场教学,教学环境可考虑移到专业实验室,金工车间中,尽量采用“教、学、做”一体的教学模式。

本书较适宜的授课学时为 100 左右,各章的参考教学时数如下表:

章 次	建议学时	章 次	建议学时
第 1 章 金属材料的力学性能	6	第 7 章 有色金属与非金属材料	6
第 2 章 金属与合金的晶体结构及结晶	8	第 8 章 铸造	8
第 3 章 铁碳合金与碳素钢	10	第 9 章 锻压成形	10
第 4 章 钢的热处理	10	第 10 章 焊接	8
第 5 章 合金钢	8	第 11 章 金属切削加工基础	10
第 6 章 铸铁	8	第 12 章 机械零件和工具的选材及加工工艺设计	8

编写过程中，参考了许多文献资料，编者仅向这些文献资料的编著者和支持编写工作的单位和个人表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳望读者在使用教材时提一些宝贵意见和建议，以便下次修订时改进。

编 者

2008 年 5 月

北京大学出版社高职高专机电系列教材

序号	书 号	书 名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-5038-4861-2	公差配合与测量技术	南秀蓉	23.00	2007.9
2	978-7-5038-4863-6	汽车专业英语	王欲进	26.00	2007.8
3	978-7-5038-4864-3	汽车底盘电控系统原理与维修	闵思鹏	30.00	2007.8
4	978-7-5038-4865-0	CAD/CAM 数控编程与实训(CAXA 版)	刘玉春	27.00	2007.9
5	978-7-5038-4862-9	工程力学	高 原	28.00	2007.9
6	978-7-5038-4868-1	AutoCAD 机械绘图基础教程与实训	欧阳全会	28.00	2007.8
7	978-7-5038-4869-8	设备状态监测与故障诊断技术	林英志	22.00	2007.9
8	978-7-5038-4866-7	数控技术应用基础	宋建武	22.00	2007.8
9	978-7-5038-4937-4	数控机床	黄应勇	26.00	2007.8
10	978-7-301-10464-2	工程力学	余学进	18.00	2006.01
11	978-7-301-10371-9	液压传动与气动技术	曹建东	28.00	2006.01
12	978-7-5038-4867-4	汽车发动机构造与维修	蔡兴旺	50.00(1CD)	2008.1
13	978-7-301-13258-6	塑模设计与制造	晏志华	38.00	2007.8
14	978-7-301-13260-9	机械制图	徐 萍	32.00	2008.1
15	978-7-301-13263-0	机械制图习题集	吴景淑	40.00	2008.1
16	978-7-301-13264-7	工程材料与成型工艺	杨红玉	35.00	2008.1
17	978-7-301-13262-3	实用数控编程与操作	钱东东	32.00	2008.1
18	978-7-301-13261-6	微机原理及接口技术(数控专业)	程 艳	32.00	2008.1
19	978-7-301-13383-5	机械专业英语图解教程	朱派龙	22.00	2008.2
20	978-7-301-12182-5	电工电子技术	李艳新	29.00	2007.8
21	978-7-301-12181-8	自动控制原理与应用	梁南丁	23.00	2007.8
22	978-7-301-12180-1	单片机开发应用技术	李国兴	21.00	2007.8
23	978-7-301-12173-3	模拟电子技术	张 琳	26.00	2007.8
24	978-7-301-12392-8	电工与电子技术基础	卢菊洪	28.00	2007.9
25	978-7-301-11566-4	电路分析与仿真教程与实训	刘辉珞	20.00	2007.2
26	978-7-301-09529-5	电路电工基础与实训	李春彪	31.00	2007.8
27	978-7-301-12386-7	高频电子线路	李福勤	20.00	2008.1
28	978-7-301-13657-7	汽车机械基础	邵 茜	35.00(估)	2008.8
29	978-7-301-13655-3	工程制图	马立克	30.00(估)	2008.8
30	978-7-301-13654-6	工程制图习题集	马立克	28.00(估)	2008.8
31	978-7-301-13573-0	机械设计基础	朱凤芹	32.00(估)	2008.8
32	978-7-301-13572-3	模拟电子技术及应用	刁修睦	28.00	2008.6
33	978-7-301-12389-8	电机与拖动	梁南丁	32.00(估)	2008.8
34	978-7-301-12383-6	电气控制与 PLC(西门子系列)	李 伟	30.00(估)	2008.8
35	978-7-301-13574-7	机械制造基础	徐从清	32.00	2008.7

续表

序号	书 号	书 名	编著者	定价	出版日期
36	978-7-301-12384-3	电路分析基础	徐 锋	32.00(估)	2008.5
37	978-7-301-12385-0	微机原理与接口技术	王用伦	30.00(估)	2008.8
38	978-7-301-12390-4	电力电子技术	梁南丁	32.00(估)	2008.8
39	978-7-301-12391-1	数字电子技术	房永刚	28.00(估)	2008.8
40	978-7-301-13575-4	数字电子技术及应用	何首贤	28.00	2008.6
41	978-7-301-13582-2	液压与气压传动	袁 广	22.00(估)	2008.8
42	978-7-301-13662-1	机械制造技术	宁广庆	36.00(估)	2008.8
43	978-7-301-13661-4	汽车电控技术	祁翠琴	35.00(估)	2008.8
44	978-7-301-13660-7	汽车构造	罗灯明	36.00(估)	2008.8
45	978-7-301-13659-1	CAD/CAM 实体造型教程与实训 (ProEngineer 版)	诸小丽	40.00(1CD) (估)	2008.8
46	978-7-301-13658-4	汽车发动机电控系统原理与维修	张吉国	32.00(估)	2008.8
47	978-7-301-13653-9	工程力学	武昭晖	28.00(估)	2008.8
48	978-7-301-13651-5	金属工艺学	柴增田	30.00(估)	2008.8
49	978-7-301-13652-2	金工实训	柴增田	30.00(估)	2008.8
50	978-7-301-13656-0	机械设计基础	时忠明	32.00(估)	2008.9

电子书 (PDF 版)、电子课件和相关教学资源下载地址: <http://www.pup6.com/ebook.htm>, 欢迎下载。

欢迎免费索取样书, 请填写并通过 E-mail 提交教师调查表, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/教师信息调查表 excel 版.xls>, 欢迎订购。

欢迎投稿, 并通过 E-mail 提交个人信息卡, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/zhuyizhexinxika.rar>。

联系方式: 010-62750667, xufan666@163.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

目 录

第 1 章 金属材料的力学性能	1
1.1 强度和塑性	1
1.1.1 拉伸试验与拉伸曲线	1
1.1.2 强度	1
1.1.3 塑性	2
1.2 硬度、冲击韧度与疲劳强度	3
1.2.1 硬度	3
1.2.2 冲击韧度	6
1.2.3 疲劳强度	7
1.3 金属材料的硬度试验	8
1.3.1 实验目的	8
1.3.2 实验原理概述	8
1.3.3 实验设备及材料	10
1.3.4 实验内容及步骤	10
1.3.5 注意事项	10
1.3.6 实验报告要求	11
实验思考题	11
思考题与习题	11
第 2 章 金属与合金的晶体结构及结晶	12
2.1 纯金属的晶体结构及结晶	12
2.1.1 晶体的有关概念	12
2.1.2 金属的晶体结构	12
2.1.3 纯金属的结晶	15
2.1.4 纯铁的同素异构转变	17
2.2 合金的晶体结构及结晶	18
2.2.1 合金的基本概念	18
2.2.2 合金的相	19
2.2.3 合金的凝固	20
思考题与习题	22
第 3 章 铁碳合金与碳素钢	24
3.1 铁碳合金的基本相及组织	24
3.1.1 铁素体(F)	24
3.1.2 奥氏体(A)	24
3.1.3 渗碳体(Fe_3C)	25
3.1.4 珠光体(P)	25
3.1.5 莱氏体(L_d 或 L'_d)	25
3.2 铁碳合金相图	26
3.2.1 简化的 Fe- Fe_3C 相图	26
3.2.2 Fe- Fe_3C 相图分析	26
3.2.3 典型铁碳合金的结晶过程	28
3.2.4 Fe- Fe_3C 相图的应用	30
3.3 碳素钢(非合金钢)	31
3.3.1 杂质元素对钢的影响	31
3.3.2 钢的分类	32
3.3.3 碳素钢(非合金钢)及牌号	33
3.4 钢铁材料的现场鉴别方法	39
3.4.1 火花鉴别	39
3.4.2 色标鉴别	41
3.4.3 断口鉴别	41
3.4.4 音响鉴别	41
3.5 铁碳合金平衡组织的认识	41
3.5.1 实验目的	41
3.5.2 实验原理	41
3.5.3 实验设备及材料	42
3.5.4 实验方法和步骤	42
3.5.5 实验报告要求	42
实验思考题	43
思考题与习题	43
第 4 章 钢的热处理	44
4.1 钢在加热时的组织转变	45
4.1.1 奥氏体的形成及其影响因素	45
4.1.2 奥氏体晶粒的长大及其影响因素	46
4.2 钢在冷却时的组织转变	47
4.2.1 过冷奥氏体的等温转变	48
4.2.2 过冷奥氏体的连续冷却转变	51

4.3 钢的普通热处理	54	实验思考题	98
4.3.1 钢的退火与正火	54	思考题与习题	99
4.3.2 钢的淬火与钢的淬透性 ...	56	第6章 铸铁	100
4.3.3 钢的回火	62	6.1 常用普通铸铁	100
4.4 钢的表面热处理及其他热处理 ...	64	6.1.1 概述	100
4.4.1 感应淬火	64	6.1.2 常用普通铸铁的分类、性能 及用途	102
4.4.2 火焰淬火	65	6.2 合金铸铁简介	110
4.4.3 钢的化学热处理	65	6.2.1 高强度合金铸铁	110
4.4.4 其他热处理方法简介	68	6.2.2 耐热铸铁	110
4.5 碳钢的普通热处理实验	70	6.2.3 耐蚀铸铁	111
4.5.1 实验目的	70	6.2.4 耐磨铸铁	112
4.5.2 实验原理	70	6.3 铸铁显微组织认识	112
4.5.3 实验设备及试样	71	6.3.1 实验目的	112
4.5.4 实验内容	71	6.3.2 实验概述	112
4.5.5 实验报告要求	72	6.3.3 实验设备、用品及 试样	113
思考题与习题	72	6.3.4 实验方法及步骤	113
第5章 合金钢	74	6.3.5 实验报告	113
5.1 概述	74	思考题与习题	113
5.1.1 合金钢的分类	74	第7章 有色金属与非金属材料	115
5.1.2 合金钢的牌号	75	7.1 常用的有色金属及其合金	115
5.2 合金元素在钢中的作用	76	7.1.1 铝及铝合金	115
5.2.1 合金元素与基本相(铁、碳) 的作用	76	7.1.2 铜及铜合金	119
5.2.2 合金元素对 Fe-Fe ₃ C 相图 的影响	77	7.1.3 钛及钛合金	122
5.2.3 合金元素对钢热处理的 影响	78	7.2 滑动轴承及其合金	123
5.3 合金结构钢	79	7.2.1 滑动轴承合金的性能 要求	123
5.3.1 常用机械结构用合金钢和 工程结构用合金钢	79	7.2.2 滑动轴承合金的分类及 用途	124
5.3.2 轴承钢	87	7.3 粉末冶金与硬质合金	125
5.4 合金工具钢	90	7.3.1 粉末冶金	125
5.4.1 量具、刀具钢	90	7.3.2 金属陶瓷硬质合金	126
5.4.2 合金模具钢	91	7.4 高分子材料	127
5.4.3 高速工具钢简介	94	7.4.1 概述	127
5.5 合金钢显微组织的认识实验	96	7.4.2 高分子材料的性能	128
5.5.1 实验目的	96	7.4.3 常用的高分子材料	129
5.5.2 实验说明及原理	97	7.5 有色金属与非金属材料显微组织 认识	131
5.5.3 实验内容及方法指导	98	7.5.1 实验目的	131
5.5.4 实验报告要求	98		

7.5.2 实验概述	131	8.6.2 计算机在铸造方面的 应用	170
7.5.3 实验设备、用品及 试样	131	8.7 铸件的质量检验、缺陷分析	171
7.5.4 实验方法及步骤	131	8.7.1 铸件的质量检验	171
7.5.5 实验报告	132	8.7.2 铸件缺陷分析	174
思考题与习题	132	8.8 铸造合金热应力的测定实验	175
第8章 铸造	133	8.8.1 实验目的	175
8.1 概述	133	8.8.2 实验概述	175
8.2 砂型铸造	134	8.8.3 实验试样和工具	176
8.2.1 型砂和芯砂	134	8.8.4 实验步骤	177
8.2.2 砂型铸造基本工艺过程和 铸型的组成	135	8.8.5 实验记录	177
8.2.3 浇冒口系统	136	8.8.6 思考题	177
8.2.4 造型(芯)方法	137	8.8.7 实验报告	177
8.2.5 合型和浇注	141	思考题与习题	177
8.2.6 落砂和清理	143	第9章 锻压成形	179
8.3 合金的铸造性能	143	9.1 锻压成形原理	179
8.3.1 合金的流动性	143	9.1.1 金属的塑性变形	179
8.3.2 合金的收缩性	145	9.1.2 塑性变形对金属组织和 性能的影响	180
8.3.3 铸造应力	147	9.1.3 冷变形金属在加热和冷却时 组织和性能的变化	180
8.3.4 常用合金的铸造性能	148	9.1.4 热变形对金属组织和性能的 影响	181
8.4 铸造工艺设计及铸件结构 工艺性	150	9.2 锻造工艺过程	182
8.4.1 浇注位置的选择	150	9.2.1 金属的锻造性能	182
8.4.2 分型面的选择	151	9.2.2 锻造加热	183
8.4.3 铸造工艺参数的确定	152	9.2.3 锻件冷却	184
8.4.4 绘制铸造工艺图	153	9.3 自由锻	184
8.4.5 铸件质量对铸件结构的 要求	154	9.3.1 自由锻的基本工序	185
8.4.6 铸造工艺对铸件结构的 要求	156	9.3.2 自由锻工艺规程的 制订	185
8.5 特种铸造技术简介	158	9.3.3 自由锻锻件的结构 工艺性	188
8.5.1 熔模铸造	159	9.4 模型锻造和胎模锻造简介	190
8.5.2 金属型铸造	161	9.4.1 锤上模锻	190
8.5.3 压力铸造	162	9.4.2 压力机上模锻	194
8.5.4 低压铸造	164	9.4.3 胎模锻	195
8.5.5 离心铸造	164	9.5 锻件质量与检测技术	197
8.5.6 实型铸造	165	9.5.1 锻件质量要求	197
8.6 现代铸造方法简介	167	9.5.2 锻件的常见缺陷	197
8.6.1 其他特种铸造方法	167		

9.5.3 锻件检测技术	198	10.5.1 金属材料的焊接性	224
9.6 板料冲压	199	10.5.2 碳素结构钢和低合金高强度 结构钢的焊接	225
9.6.1 冲压设备的结构原理	199	10.5.3 不锈钢的焊接	225
9.6.2 板料冲压的基本工序	200	10.6 焊接结构工艺性	225
9.6.3 冲模的结构和分类	203	10.6.1 焊接结构材料的选择	226
9.7 其他锻压方法简介	204	10.6.2 焊接方法的选择	226
9.7.1 精密模锻	204	10.6.3 焊接接头设计	226
9.7.2 挤压模锻	204	10.7 焊接质量检验	229
9.7.3 轧锻	205	10.7.1 焊接检验过程	229
9.8 自由锻工艺过程设计	206	10.7.2 焊接检验方法	229
9.8.1 实验目的	206	10.8 焊接新技术简介	230
9.8.2 设计原理	206	10.8.1 等离子弧焊接和切割	230
9.8.3 实验内容及步骤	206	10.8.2 真空电子束焊接	231
9.8.4 实验报告内容及要求	207	10.8.3 激光焊接与切割	232
思考题与习题	207	10.8.4 扩散焊接	232
第10章 焊接	209	10.8.5 摩擦焊	233
10.1 概述	209	10.9 焊接工艺实训	233
10.1.1 焊接的分类	209	10.9.1 手工电弧焊工艺	233
10.1.2 焊接的主要用途	209	10.9.2 气焊与气割工艺	237
10.1.3 焊接的特点	209	思考题与习题	239
10.1.4 焊接技术的发展方向	210	第11章 金属切削加工基础	241
10.2 熔焊冶金原理	210	11.1 金属切削加工	241
10.2.1 焊接电弧	210	11.1.1 切削运动与切削要素	241
10.2.2 熔焊原理	211	11.1.2 金属切削刀具	242
10.3 常用焊接方法	212	11.1.3 金属切削过程	244
10.3.1 手工电弧焊	212	11.2 金属切削机床的基本知识	246
10.3.2 埋弧自动焊	215	11.2.1 机床的分类和编号	246
10.3.3 气体保护焊	217	11.2.2 机床的基本传动方法	248
10.3.4 电渣焊	218	11.3 车削加工	249
10.3.5 电阻焊	219	11.3.1 车床的组成	249
10.3.6 钎焊	220	11.3.2 工件在车床上的安装	249
10.4 焊接应力与变形及其防止 措施	221	11.3.3 车床的加工范围及常用的 车刀	252
10.4.1 焊接应力与变形的 产生	221	11.3.4 粗车与精车	253
10.4.2 焊接变形的形式	222	11.3.5 车削加工的工艺特点	253
10.4.3 预防焊接变形的工艺 措施	222	11.4 钻、镗削加工	254
10.4.4 焊接变形的矫正	223	11.4.1 钻削加工	254
10.5 常用金属材料的焊接	224	11.4.2 镗削加工	256
		11.5 刨、插、拉削和铣削加工	258

11.5.1 刨、插、拉削加工	258	12.2.1 零件毛坯的选择原则 ...	276
11.5.2 铣削加工	261	12.2.2 热处理的技术条件和工序 位置	279
11.6 磨削加工	262	12.3 零件加工工艺的基础知识	281
11.6.1 磨削概述	262	12.3.1 生产过程和工艺过程 ...	281
11.6.2 砂轮	264	12.3.2 生产纲领与生产类型 ...	282
11.6.3 磨削的特点	265	12.3.3 机械加工工艺规程	283
11.7 常用量具的使用与维护	266	12.3.4 工件的定位	285
11.7.1 游标卡尺	266	12.4 典型零件材料和毛坯的选择及 加工工艺分析	289
11.7.2 千分尺	267	12.4.1 轴类零件	290
11.7.3 百分表	268	12.4.2 轮盘类零件	290
11.7.4 塞尺	268	12.4.3 箱座类零件	293
11.7.5 万能角度尺	268	12.5 典型表面的加工分析	294
11.7.6 量具使用注意事项	269	12.5.1 外圆表面的加工	294
11.8 车床基本操作实习	269	12.5.2 孔的加工	295
11.8.1 车床的开启、停车和 变速	269	12.5.3 平面加工方案的选择 ...	297
11.8.2 刻度盘的使用	270	12.6 机械零件的结构工艺性	298
11.8.3 试切	270	12.6.1 零件结构工艺性的 概念	298
11.8.4 粗车	271	12.6.2 切削加工对零件结构工艺性的 要求	299
11.8.5 精车	271	12.6.3 工件结构的切削加工工艺性 实例分析	299
思考题与习题	272	12.7 轴类零件加工工艺设计	304
第 12 章 机械零件和工具的选材及 加工工艺设计	274	思考题与习题	307
12.1 零件的失效形式和选材原则 ...	274	参考文献	309
12.1.1 机械零件的失效形式 ...	274		
12.1.2 选材的基本原则	274		
12.2 零件毛坯的选材及热处理的技术 条件和工序位置	276		

第 1 章 金属材料的力学性能

机械工程材料种类繁多、发展迅速，是现代化工业生产和科学技术发展的重要物质基础。它们之所以获得了广泛应用，主要是由于其具有许多优良性能，这些性能包括使用性能，如物理性能(密度、熔点、热导率、电导率、磁性等)、化学性能(耐腐蚀性、抗氧化性、化学稳定性等)、力学性能(强度、塑性、韧性、硬度等)和工艺性能(铸造性、锻压性、焊接性、切削加工性、热处理性等)。只有全面了解材料的各种性能，才能做到正确、经济、合理地选用材料。

由于多数机械零件在常温、常压、非强烈腐蚀性介质中工作，所以其物理、化学性能一般可不予考虑。但是，各种机械零件在使用过程中都会受到不同的力的作用，一般力学性能是各项性能中最常用、最重要的性能。人们常把材料在力的作用下所显示的与弹性和非弹性反应相关或涉及应力-应变关系的性能(即在力的作用下表现出来的性能)称为力学性能，主要有强度、塑性、硬度、韧性、疲劳极限等。

1.1 强度和塑性

材料受力时，其原子的相对位置发生改变，宏观表现为形状、尺寸的变化，这种变化称为变形。变形一般分为弹性变形和塑性变形。当外力不大时，一旦去除外力，则变形随之消失，这种变形称为弹性变形；若外力卸去之后，变形仍然长久保持，这种变形称为塑性变形或永久变形。

1.1.1 拉伸试验与拉伸曲线

拉伸曲线，即拉伸试验时拉伸力与伸长量之间的对应关系曲线，一般在拉伸试验机上自动绘出，如图 1.1(a)所示。试验时先将被测材料制成标准试样，如图 1.1(b)所示。然后将试样装夹在拉伸试验机上，慢慢地增加拉伸力，试样不断地产生变形，直至被拉断为止(试验方法详见 GB 228—1987《金属拉伸试验》)。通过拉伸力-伸长量曲线，即可得出强度指标和塑性指标，这些指标是评定金属材料力学性能的主要依据。

1.1.2 强度

强度是指材料抵抗永久变形和断裂的能力。强度的大小通常用应力表示。应力是指试验过程中的力除以试样原始横截面积的商，用符号 σ 表示，单位为 MPa(兆帕)。常用的强度指标有屈服点、规定残余伸长应力、抗拉强度等。

1. 屈服点与规定残余伸长应力

屈服点是指材料可呈现的屈服现象，即试样在试验过程中受力不增加(保持恒定)，而试件仍能继续伸长时的应力，用符号 σ_s 表示，即

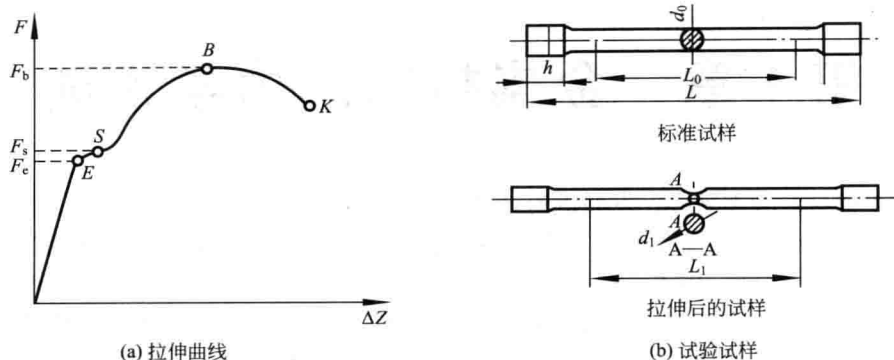


图 1.1 拉伸曲线与试样

$$\sigma_s = F_s / S_0$$

式中: F_s ——试样屈服时所承受的拉伸力, N;

S_0 ——试样的原始横截面积, mm^2 。

有些材料在拉伸试验中没有明显的屈服现象, 也不产生缩颈, 难以测出屈服点, 此时可用规定残余伸长应力 σ_r 来表示它的屈服点。规定残余伸长应力是指试样卸除拉伸力后, 其标距部分的残余伸长量达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以脚注说明, 例如 $\sigma_{r0.2}$ 表示残余伸长率达 0.2% 时的应力。

屈服点表明了材料对开始明显塑性变形的抗力。绝大多数工程件在工作中都不允许产生明显的塑性变形。因此, σ_s 是工程中塑性材料零件设计计算的重要依据, σ_r 则是不产生明显屈服现象材料零件的设计计算依据。

2. 抗拉强度

抗拉强度是指试样在拉断过程中最大拉力所对应的应力, 用符号 σ_b 表示, 即

$$\sigma_b = F_b / S_0$$

式中: F_b ——试样所承受的最大拉伸力, N;

S_0 ——试样的原始横截面积, mm^2 。

抗拉强度的物理意义: 它反映了材料最大均匀变形时的抗力, 表明了材料在拉伸条件下单位横截面积上所能承受的最大应力。显然, 机器零件工作时所承受的拉应力不允许超过 σ_b , 否则就会产生断裂, 所以它也是机械设计和选材的主要依据, 特别是对于脆性材料来说, 由于 σ_r 常常难以测出, 因此常用 σ_b 作为选材和设计的重要依据。

在工程上, 把 σ_s / σ_b 的比值称为屈强比, 其值越高, 表明材料强度的有效利用率越高, 但会使零件的安全可靠性降低。不过在性能允许的情况下, 还是屈强比大一点好, 一般在 0.75 左右。

1.1.3 塑性

材料断裂前发生不可逆永久变形的能力称为塑性。衡量塑性的常用指标有断后伸长率和断面收缩率。

1. 断后伸长率

断后伸长率是指试样拉断后标距的伸长量与原标距长度的百分比, 用符号 δ 表示, 即

$$\delta = (L_1 - L_0) / L_0 \times 100\%$$

式中: L_0 ——试样的原标距长度, mm;

L_1 ——试样拉断后对接的标距长度, mm。

拉伸试样按长度与直径之比可分为长试样($L_0/d_0=10$)和短试样($L_0/d_0=5$)两种。长试样的断面伸长率以 δ_{10} 表示, 短试样的断后伸长率以 δ_5 表示。断后伸长率受试样尺寸的影响, 一般同种材料用短试样测出的伸长率比用长试样测出的数值要大。

2. 断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比, 用符号 ψ 表示, 即

$$\psi = (S_0 - S_1) / S_0 \times 100\%$$

式中: S_0 ——试样的原始横截面积, mm^2 ;

S_1 ——试样拉断后缩颈处的最小横截面积, mm^2 。

断面收缩率不受试样尺寸的影响, 比较确切地反映了材料的塑性。

塑性直接影响到零件的成形及使用, 塑性好的材料, 不仅能顺利地进行轧制、锻压等成形工艺, 而且在使用中万一超载, 由于变形也能避免突然断裂, 所以大多数机械零件除要求具有较高的强度外, 还必须有一定的塑性。一般情况下, 伸长率达 5% 或断面收缩率达 10% 的材料, 即可满足大多数零件的使用要求。

1.2 硬度、冲击韧度与疲劳强度

1.2.1 硬度

硬度是指金属表面上局部体积内抵抗弹性变形、塑性变形或抵抗破坏的能力。它是衡量材料软硬的主要依据之一。

工业上应用广泛的是静试验力压入法硬度试验, 即在规定的静态试验力下, 将压头压入材料表面, 用压痕深度或压痕表面面积来评定硬度。常用的硬度主要有布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度、里氏硬度等。

1. 布氏硬度

布氏硬度值是通过布氏硬度试验确定的。布氏硬度试验是用一定直径的球体(淬火钢球或硬质合金球)以相应的试验力压入试样表面, 经规定的保持时间后卸除试验力, 用测量的表面压痕直径来计算硬度值的一种压痕硬度试验方法, 如图 1.2 所示(h 为球冠形压痕的深度)。

布氏硬度值是试验力除以压痕球形表面积所得的商。使用淬火钢球压头时用符号 HBS 表示, 使用硬质合金球压头时用符号 HBW 表示, 计算公式为

$$\text{布氏硬度值} = \frac{F}{S} = 0.102 \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

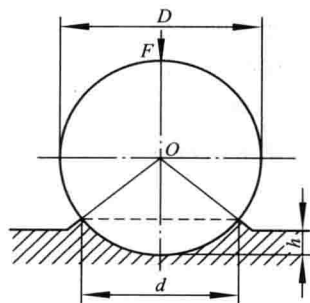


图 1.2 布氏硬度试验原理