

●上海市教育委员会高校重点教材建设项目

J

IXIE ZHIZAO

GONGCHENG

SHIXUN

机械制造工程 实训

●上海市高校《工程材料及机械制造基础》编写组 编

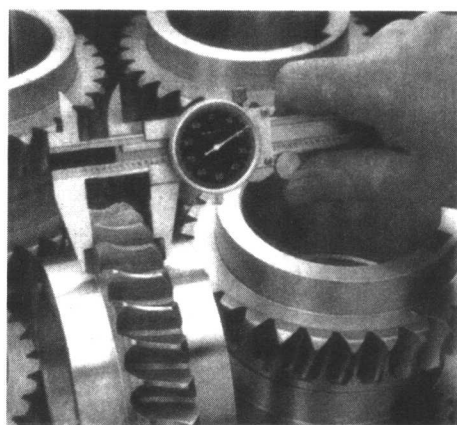
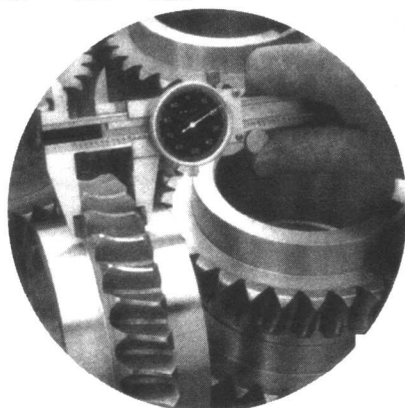
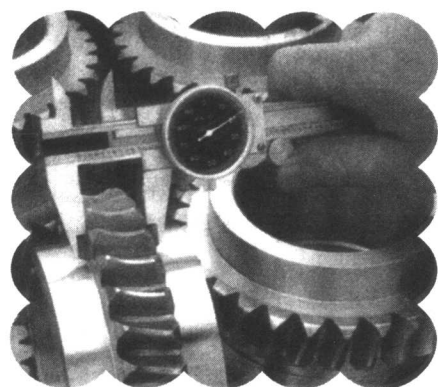
主编 胡大超 张学高

上海科学技术出版社

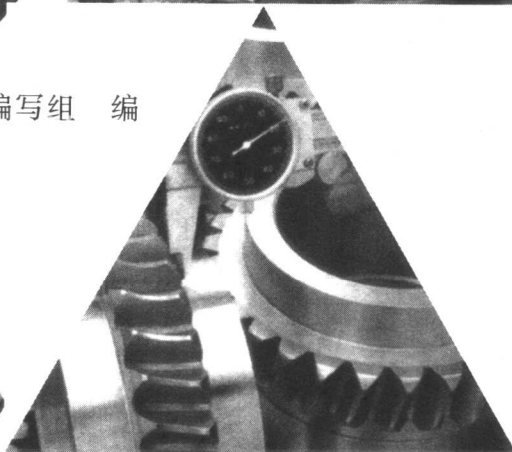
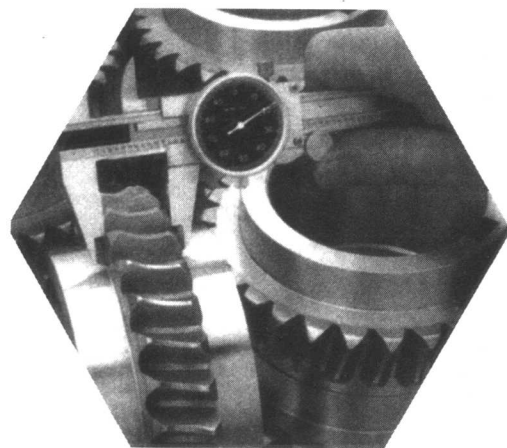
世界银行贷款资助项目

上海市教育委员会组编

机械制工程 实训



上海市高校《工程材料及机械制造基础》编写组 编
主编：胡大超 张学高



上海科学技术出版社

内 容 提 要

《机械制造工程实训》(原名《金工实习》)是由上海市教育委员会组织上海市高等院校的金工教师,根据原国家教育委员会1995年颁布的“《工程材料与机械制造基础》课程教学基本要求”编写的。1996年的第一版获得了“1997年上海市普通高校优秀教材奖”,2000年的第二版列为“上海市普通高校‘九五’重点教材”、“世界银行贷款资助项目”,并获得了“2001年上海市优秀教学成果奖”。本次修订版被列为“十五”期间“上海市教育委员会高校重点教材建设项目”。

本次修订时,对《机械制造工程实训》内容进行了全面精选和更新,在删除陈旧内容的同时增加一些新技术、新工艺和新方法,并充实了综合性、应用性和实践性教学内容。文中的插图也作了更新。对配套出版的《机械制造工程实训报告》(含电子光盘),增加了题库内容,并对题库软件进行再次完善,其整个软件系统由文字处理、图形编辑、题库管理、试卷与答案生成、帮助与查找五大模块组成,使用功能和开放性更强。

本书共十四章,主要内容有:机械工程材料与热处理、铸造、锻压、焊接与胶接、钳工、管工、车工、铣工、刨工、磨工、数控机床操作、特种加工、塑料成形加工和零件的表面处理等基础知识,它包括各工种常用的设备、工具、夹具及量具,以及各种机械加工的基本工艺方法等。

本书作为工程类高等院校本科、专科、高职和成人教育等层次院校的通用教材,并可作为教学基本要求相接近的职工大学、电视大学,函授大学和中等专科、职业学校使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程实训/上海市高校《工程材料及机械制
造》编写组编. —上海:上海科学技术出版社,2004.8
ISBN 7-5323-7551-X

I. 机... II. 上... III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 035412 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路71号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销 常熟市华顺印刷有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:23.75 字数:554 000

2004年8月第1版 2006年1月第3次印刷

印数:12 001—18 000

ISBN 7-5323-7551-X/TH·96

定价:29.50元

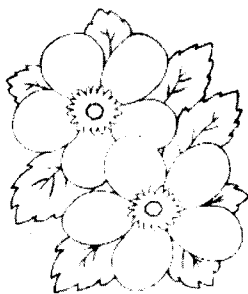
本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

高等学校试用教材编委会

主 任 李 进
副主任 张跃进 傅建勤 徐国良
委 员 苏德敏 周玉刚 王 刚
计春雷 李 春 韦 钢
刘百祥 卢康道

机械制造工程实训

主 编 胡大超 张学高
主 审 孙以安 盛善权



前 言

《机械制造工程实训》(原名《金工实习》)是由上海市教育委员会组织上海市高等院校的金工教师,根据原国家教育委员会 1995 年颁布的“《工程材料与机械制造基础》课程教学基本要求”编写的。1996 年的第一版获得了“1997 年上海市普通高校优秀教材奖”,2000 年的第二版列为“上海市普通高校‘九五’重点教材”、“世界银行贷款资助项目”,并获得了“2001 年上海市优秀教学成果奖”。本次修订版又被列为“十五”期间“上海市教育委员会高校重点教材建设项目”。

本次修订时,在保留原教材体系和特色的基础上,根据国家教育部新颁布的“重点高等工科院校《工程材料及机械制造基础》系列课程改革指南”,结合上海市各高等院校多年来本课程教学经验和改革成果,研究了国内外科技发展,特别是现代机械制造行业的发展,对《机械制造工程实训》内容进行了全面精选和更新,以适应培养 21 世纪人才的需要。

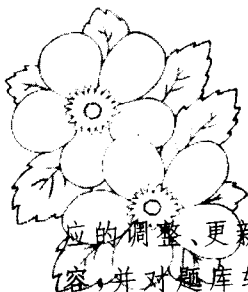
1. 本着“少、精、严”的原则,对基本的传统的内容进行筛选和优化,删除和压缩了现代工业生产中已较少用的操作方法工艺设备,如“钳工”中的錾削、“铸造”中的冲天炉熔炼,“锻压”中的反射炉加热设备等,并对各章中一些过于简单的操作说明、复杂的设备结构图等都作了删减。对部分章节内容进行扩展,如在“机械工程材料”中增加塑料、合成橡胶、陶瓷、复合材料等,“焊接”部分增加了胶接内容等。

2. 本着“宽、新、浅”的原则,在处理好传统工艺和现代技术的关系的基础上,继续适当地介绍了当前机械加工中的新工艺、新技术和新方法,对各章中本工种先进工艺方法、“特种加工”、“塑料成形加工”和“零件的表面处理”内容进行补充和更新。

3. 随着现代机械制造行业的发展,数控机床的使用越来越广泛,本次修订中增加“数控机床操作”一章,内容含数控车床、数控铣床、电火花加工等。

4. 在修订中,保持原教材特色,充实实践性教学内容,各工种除了一般的操作步骤、操作要领外,还有工艺方法选择、缺陷原因和加工质量分析,并都有典型综合件工艺实例,让学生掌握各工种操作技能的同时,充分动脑,加强分析,以突出能力培养和素质教育。

5. 对配套出版的《机械制造工程实训报告》(含电子光盘)文字教材作了相



应的调整、更新和充实,对电子版(光盘)教材进行了较大的改进,增加了题库内容,并对题库软件进行再次完善,其整个软件系统由文字处理、图形编辑、题库管理、试卷与解答生成、帮助与查找五大模块组成,使用功能和开放性更强。

6. 本教材在修订时,力求做到基本概念阐述清楚,重点突出,文字简练,对于繁琐的内容采用表格形式,并设计绘制了一些新的插图。对于书中出现的材料牌号、名词术语等标准均采用了最新颁布的国家标准。

本教材共有十四章,主要内容有:机械工程材料与热处理、铸造、锻压、焊接与胶接、钳工、管工、车工、铣工、刨工、磨工、数控机床操作、特种加工、塑料成形加工和零件的表面处理等基础知识,它包括各工种常用的设备、工具、夹具及量具,以及各种加工的基本工艺方法等。

本教材作为工程类高等院校本科、专科、高职和成人教育等层次院校的通用材料,并可作为教学基本要求相接近的职工大学、电视大学,函授大学和中等专科、职业学校使用。

本教材由上海应用技术学院胡大超教授任主编,上海交通大学孙以安教授任主审。

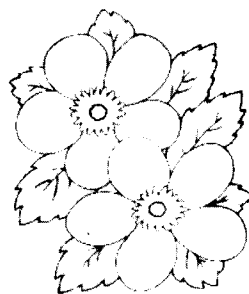
参加本教材修订编写的有上海应用技术学院胡大超(第十章、第十二章、第十三章、第十四章第七节),上海理工大学张学高(第一章、第二章)、上海应用技术学院刘兆祥(第三章)、华东理工大学李筱涛(第四章),上海应用技术学院陆兆民(第五章),上海应用技术学院郭时明(第六章)上海电机技术高等专科学校陈肇元、杨若凡(第七章),上海理工大学贺国贤(第八章、第九章),上海应用技术学院程奕鸣、朱慧婷、沈文渊,上海电机技术高等专科学校陈肇元、洪伟,东华大学叶丽明(第十一章),华东理工大学汤胜常(第十四章第一~第六节)。

本教材第一版、第二版出版后,多年来受到广大使用者的关心并提出宝贵的修改意见,谨此表示衷心的感谢。

由于修订时间仓促,书中仍有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

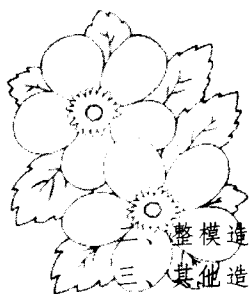
编 者

2004 年 1 月

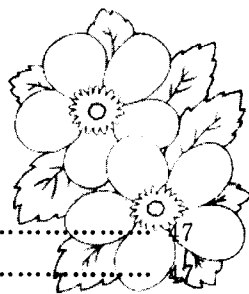


目 录

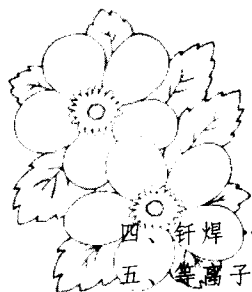
第一章 机械工程材料	1
第一节 概述	1
第二节 金属材料的性能	1
一、力学性能	1
二、工艺性能	1
第三节 常用金属材料	2
一、碳素钢	2
二、合金钢	3
三、铸铁	4
四、有色金属	5
五、硬质合金	6
六、常用钢材的供应	7
第四节 非金属材料	7
一、塑料	7
二、合成橡胶	9
三、陶瓷	10
四、复合材料	10
第五节 热处理	11
一、热处理基本知识	11
二、常用热处理方法	11
三、热处理主要设备	13
第二章 铸造	14
第一节 概述	14
一、铸造的特点	14
二、砂型铸造基本工艺	14
三、铸型名称	16
第二节 造型材料和模样	16
一、型砂和芯砂的组成、性能及其制备	16
二、模样和型芯盒	17
第三节 手工造型和造芯	18
一、砂箱及造型工具	18



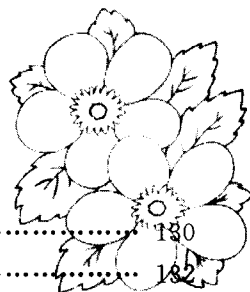
一、整模造型和分模造型	18
二、其他造型方法	19
三、造芯	21
四、综合工艺分析举例	21
第四节 机器造型和造芯	22
一、气动微震造型机	23
二、射压式造型机	24
三、射芯机	24
第五节 合金的熔炼和浇注	25
一、合金的熔炼	25
二、浇注系统和冒口	25
三、浇注时的安全操作规程	27
第六节 铸件清理和常见缺陷分析	27
一、铸件的落砂	27
二、铸件的清理	27
三、常见铸件缺陷分析	27
第七节 特种铸造方法	29
一、金属型铸造	29
二、压力铸造	30
三、离心铸造	30
四、熔模铸造	31
五、其他特种铸造方法	31
第三章 锻造与板料冲压	33
第一节 概述	33
第二节 金属的加热与锻件的冷却	34
一、锻造温度范围的确定	34
二、加热缺陷及其预防方法	35
三、加热设备	36
四、锻件的冷却	37
第三节 锻造的常用工具和设备	37
一、常用工具	37
二、自由锻造设备	38
三、模锻设备	40
第四节 机器自由锻造的基本工序	41
一、拔长	41
二、镦粗	42
三、冲孔	43
四、其他工序	44
五、典型锻件自由锻造工艺示例	45



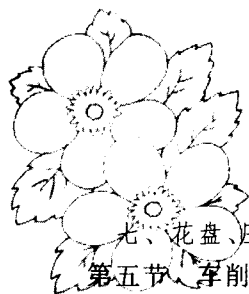
第五节 模型锻造	
一、胎模锻	
二、模锻	48
第六节 板料冲压概述	48
第七节 冲压设备与冲模	49
一、剪床	49
二、冲床	50
三、冲模	51
第八节 板料冲压基本工序	54
一、分离工序	54
二、变形工序	55
三、典型冲压件工艺示例	55
第九节 锻压先进工艺	57
一、精密模锻	57
二、回转成形工艺	57
第四章 焊接及胶接	60
第一节 概述	60
第二节 手工电弧焊	61
一、手工电弧焊的基本知识	61
二、手工电弧焊设备	61
三、电焊条	62
四、手工电弧焊操作要点	64
五、手工电弧焊的工艺	65
六、对接平焊的典型操作	68
七、焊接缺陷及分析	68
八、焊接质量检验	70
九、手工电弧焊的安全操作	70
第三节 气焊及气割	70
一、气焊的基本知识	70
二、气焊用气源	71
三、气焊设备	71
四、气焊火焰的性质	72
五、气焊操作要点	73
六、气割	73
七、气焊及气割的安全操作	74
第四节 其他焊接方法	74
一、埋弧焊	74
二、气体保护焊	75
三、电阻焊	77



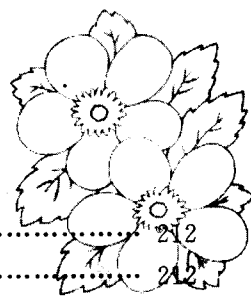
四、钎焊	78
五、等离子焊接与切割	79
六、特种焊接方法简介	80
第五节 胶接	82
一、胶接基本知识	82
二、胶粘剂	82
三、胶接接头型式	83
四、胶接工艺	84
五、胶焊	84
第五章 钳工	85
第一节 概述	85
第二节 划线	85
一、划线概念	85
二、划线工具	86
三、划线基准及其选择	89
四、划线步骤和示例	90
第三节 锯切	92
一、手锯构造	93
二、锯切方法和示例	93
三、锯条损坏原因及锯切质量分析	95
四、其他锯切方法	96
第四节 锉削	96
一、锉削工具	96
二、锉削方法和示例	99
三、锉削质量分析	100
第五节 孔和螺纹加工	101
一、钻床种类和用途	101
二、钻孔、扩孔、铰孔和镗孔	102
三、攻丝和套丝	108
第六节 刮削和研磨	114
一、刮削	114
二、研磨	117
第七节 装配	120
一、装配常识	120
二、装配工艺过程	122
三、装配示例	123
四、拆卸的基本要求	127
第八节 典型综合件钳工示例	128
一、手锤头的制作	128



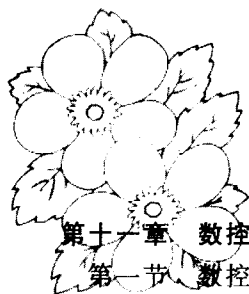
二、手锤柄的制作	130
第六章 管工	132
第一节 概述	132
第二节 管工基本知识	132
一、管材和管接件的公称直径	132
二、管材的种类	133
三、管螺纹	133
四、常用管件	134
五、常用阀门	136
六、管道连接	138
第三节 管工操作	139
一、管材切割	139
二、管材套丝	140
三、管材的弯曲	142
四、管道安装	143
五、管道系统的试压	146
六、典型管道系统安装示例	147
第七章 车工	149
第一节 概述	149
第二节 普通车床	150
一、普通车床型号	150
二、普通车床的组成	150
三、普通车床的传动路线	152
四、车床的安全操作技术	152
五、车床操作实习	152
第三节 车刀	153
一、车刀的组成	153
二、车刀的几何角度	153
三、车刀的种类和结构型式	155
四、刀具材料	156
五、卷屑和断屑	158
六、车刀的刃磨与安装	159
第四节 工件的安装及所用附件	160
一、三爪卡盘装夹工件	160
二、四爪卡盘装夹工件	161
三、双顶尖装夹工件	162
四、卡盘和顶尖装夹工件	163
五、心轴安装工件	163
六、中心架和跟刀架	164



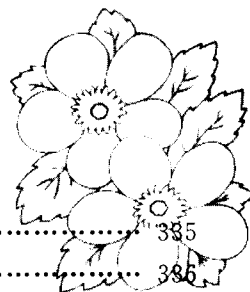
七、花盘、压板及角铁	165
第五节 车削加工	165
一、车端面	165
二、车外圆及台阶	166
三、车圆锥	168
四、切断与切槽	171
五、车螺纹	174
六、孔加工	181
七、其他车削加工	183
第六节 典型零件车削工艺	184
一、零件加工工艺的制定	184
二、典型零件车削加工示例	185
第七节 其他类型车床	190
一、立式车床	190
二、六角车床	191
三、自动和半自动车床	192
第八章 刨工	193
第一节 概述	193
第二节 刨床	194
一、牛头刨床	194
二、龙门刨床和插床	196
第三节 刨刀	197
一、刨刀结构	197
二、刨刀的种类	198
三、刨刀的安装	198
第四节 刨削加工方法	199
一、切削用量	199
二、刨水平面	200
三、刨垂直面	201
四、刨斜面	201
五、刨 T 形槽	202
六、典型刨削示例	202
第五节 拉削加工	203
第九章 铣工	206
第一节 概述	206
第二节 铣床及主要附件	207
一、万能卧式铣床	207
二、立式铣床	208
三、铣床主要附件	208



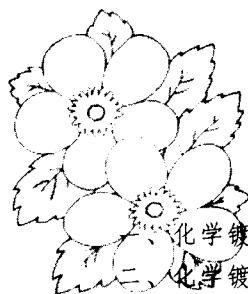
第三节 铣刀和工件安装	212
一、铣刀的分类	212
二、铣刀的安装	213
三、工件的安装	213
第四节 铣削加工方法	215
一、铣削用量	215
二、铣平面	216
三、铣斜面	219
四、铣沟槽	220
五、典型铣削示例	222
第五节 齿形加工	223
一、成形法	223
二、展成法	224
第六节 铣削工艺的发展	226
第十章 磨工	228
第一节 概述	228
第二节 磨床	228
一、磨床类型与型号	228
二、外圆磨床主要组成	229
三、其他类型磨床	230
第三节 砂轮	232
一、砂轮的特性与选用	232
二、砂轮的检查、平衡、安装和修整	236
第四节 磨削加工	237
一、磨削运动	237
二、磨外圆	239
三、磨内孔	242
四、磨圆锥面	244
五、磨平面	244
六、典型磨削示例	246
第五节 光整加工	248
一、光整磨削	248
二、研磨	248
三、珩磨	248
四、超精加工	249
第六节 磨削先进技术	249
一、新型和超硬磨料磨具	249
二、高精度、小粗糙度磨削和高效磨削	250
三、超精度、高刚度磨床和磨削加工中心	252



第十一章 数控机床操作	253
第一节 数控机床概述	253
一、数控机床简介.....	253
二、数控加工的基本方法.....	258
三、数控机床的坐标系.....	264
第二节 数控车床	268
一、数控车床简介.....	268
二、数控车床加工指令及编程.....	271
三、数控车床的基本操作.....	279
四、数控车床加工操作实例.....	287
第三节 数控铣床	292
一、数控铣床简介.....	292
二、数控铣床刀具及找正工具.....	293
三、数控铣床加工常用指令.....	295
四、数控铣床面板操作及注意点.....	300
五、数控铣床加工操作实例.....	306
第四节 电火花加工	311
一、电火花加工简介.....	311
二、电火花穿孔、成型加工及操作实例.....	314
三、电火花线切割加工及操作实例.....	318
第十二章 特种加工工艺	328
第一节 概述	328
一、特种加工产生背景.....	328
二、特种加工的特点.....	328
三、特种加工的分类.....	328
四、各种特种加工方法的比较.....	329
五、特种加工对机械制造的变革.....	330
第二节 电火花加工	331
第三节 电解加工	331
一、电解加工的基本原理.....	331
二、电解加工的特点与应用.....	332
第四节 超声波加工	332
一、超声波加工的基本原理.....	332
二、超声波加工的特点与应用.....	333
第五节 激光加工	334
一、激光加工的基本原理.....	334
二、激光加工的特点与应用.....	334
第六节 电子束加工	335
一、电子束加工的基本原理.....	335

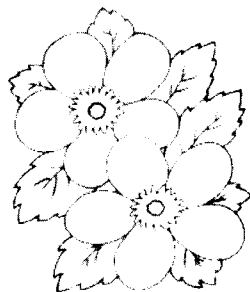


二、电子束加工的特点及应用	385
第七节 离子束加工	386
一、离子束加工的基本原理	386
二、离子束加工的特点与应用	386
第八节 电铸加工	386
一、电铸加工的基本原理	386
二、电铸加工的特点和应用	387
第十三章 塑料成形加工	388
第一节 概述	388
第二节 塑料的注射成形	389
第三节 塑料的挤出成形	389
第四节 塑料的压缩成形和压注成形	340
一、压缩成形	340
二、压注成形	341
第五节 塑料的吹塑成形	342
一、中空塑件吹塑成形	342
二、薄膜吹塑成形	343
第六节 塑料的板、片材成形	343
一、真空成形	343
二、气压成形	344
三、板、片材模压成形	345
第七节 塑料的其他成形方法	345
一、层压成形	345
二、泡沫塑料成形	346
三、压延和涂层成形	346
四、铸塑成形	346
五、旋转成形	347
六、烧结成形	347
七、缠绕成形	347
八、喷射成形	347
第十四章 零件的表面处理	349
第一节 概述	349
一、零件的表面	349
二、零件表面处理	350
第二节 表面氧化处理	350
一、表面氧化处理基本原理	350
二、表面氧化处理的工艺步骤	350
三、表面氧化处理的特点与应用	351
第三节 表面镀覆处理	351



机械制造工程实训

化学镀覆处理基本原理	351
化学镀覆处理的工艺步骤	352
三、化学镀覆处理的特点与应用	352
第四节 表面磷化处理	353
一、表面磷化处理基本原理	353
二、表面磷化处理的工艺步骤	353
三、表面磷化处理的特点与应用	354
第五节 表面渗镀处理	354
一、表面渗镀处理基本原理	354
二、表面渗镀处理的工艺步骤	355
三、表面渗镀处理的特点与应用	356
第六节 表面处理先进工艺	356
一、电刷镀	356
二、喷涂	357
三、真空镀膜	358
第七节 塑料制品表面处理	360
一、机械整饰	360
二、涂装	361
三、印刷	361
四、箔压印	362
五、植绒	363
六、镀金属	363
主要参考书	364



第一章 机械工程材料

第一节 概 述

机械工程材料包括金属材料和非金属材料两大类。由于金属材料(如钢铁、铜合金、铝合金等)具有良好的力学性能和工艺性能,还能通过热处理工艺改变其内部组织,延长使用寿命,从而成为制造各类机械零件的常用材料(如机床床身、支架、底座、箱体、主轴、齿轮、弹簧、螺钉、车刀、钻头、铰刀、丝锥、量规等)。

非金属材料是指除金属材料以外的一切材料的总称。它包括塑料、橡胶、陶瓷及复合材料等。鉴于非金属材料具有某些特异的性能,加上它们的原料来源广泛,自然资源丰富,成型工艺简便,因此,这些年来正愈来愈多地应用于各类工程结构中。用它来取代部分金属材料已取得了巨大的技术经济效益。例如:用玻璃纤维增强塑料制造汽车车身,在相同强度下,其重量较钢板车身降低 67%,造价减少 20%;塑料制动片寿命较铸铁提高 7~9 倍;塑料轴承造价较青铜低 80%~90%;陶瓷发动机的出现,使热效率提高 30%~40%,并使发动机体积和重量减小,同时还可以取消整个冷却系统和通风系统。由此可见,非金属材料的生产和应用,是当代科学技术革命的重要标志之一,如今它已发展成为一类独立的材料体系。

第二节 金属材料的性能

一、力学性能

金属材料的力学性能通常是指材料抵抗外力作用的能力。它是通过各种力学性能试验(如:拉伸试验、压缩试验、弯曲试验、疲劳试验等)测得的,是选择材料的重要依据。由于各种零件或工具在使用过程中的受力情况不同,对材料的性能要求也不相同。最主要的力学性能指标有:强度、硬度、塑性、韧性及疲劳强度等,这些指标的名称、代表符号、单位及其涵义见表 1-1。

二、工艺性能

金属材料的工艺性能是指材料在冷、热加工过程中的工艺适应性,即加工成形的难易程度。材料的工艺性能一般可分为冷加工工艺性(如切削加工性),热加工工艺性(如铸造性)及热处理工艺性等。这些工艺性能直接影响到制造零件或工具的工艺方法,它对于保证产品质量、降低成本、提高生产率有着重要的作用,故在选材时也必须加以考虑。例如:低碳钢