



21世纪高等学校工程材料及
机械制造工艺基础系列教材

工程实践

(非机械类)

● 主编 吴海华 骆莉
主审 徐鸿本



华中科技大学出版社

E-mail: hustpp@wuhan.cngb.com

21 世纪高等学校工程材料及机械制造工艺基础系列教材

工 程 实 践

(非机械类)

主 编 吴海华 骆 莉
副主编 常万顺 张友寿
主 审 徐鸿本

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程实践(非机械类)/吴海华 骆莉 主编
武汉:华中科技大学出版社,2004年2月
ISBN 7-5609-3069-7

I. 工…

II. ①吴… ②骆…

III. 机械制造工艺-高等学校-教材

IV. TH16

21世纪高等学校

工程材料及机械制造工艺基础系列教材

工程实践(非机械类)

吴海华 骆莉 主编

策划编辑:徐正达

责任编辑:叶见欣

责任校对:朱霞

封面设计:刘卉

责任监印:熊庆瑜

出版发行:华中科技大学出版社 武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87542624

录排:华中科技大学出版社照排室

印刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×960 1/16

印张:15.25

字数:275 000

版次:2004年2月第1版

印次:2004年2月第1次印刷

定价:19.80元

ISBN 7-5609-3069-7/TH·128

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是2001年湖北省教育厅“工程材料及机械制造基础”教学体系与教学内容改革项目的成果之一。根据课题组提出的“加强基础,重视实践,培养创新能力”的要求,对原“金工实习”的教学内容进行了较大的改革,根据新的课程体系的要求,将原《金工实习》改为《工程实践》。从培养学生工程意识、基本工艺技能和综合实践能力的高度,组织新的课程体系和教学内容。

本书特色:在精选传统的实习内容基础上,增加了新材料、新工艺和新技术的实习内容;注重对大学生进行工程意识和分析解决问题能力的培养,尽可能改变单一的技术技能训练,适当安排了综合实习内容;力求文字表达简练,图文并茂,实例丰富,便于组织教学和学生自学。

本书内容分为机械工程材料、热加工工艺、机械加工工艺、现代制造技术等四篇。其中机械工程材料中加入了钢的热处理的内容;热加工工艺包括铸造、锻压及焊接工艺等;机械加工工艺包括切削加工基础、车削加工、刨削加工、铣削加工、磨削加工和钳工等;现代制造技术主要介绍数控加工和电火花加工技术等。

本书是高等院校的非机械类学生工程实践(金工实习)课程教材,也可以供相关技术人员参考。

21 世纪高等学校 工程材料及机械制造工艺基础系列教材

编审委员会

顾 问： 傅水根 孙康宁
 (清华大学教授) (山东大学教授)
 刘胜青 陈金水
 (四川大学教授) (天津大学教授)

主 任： 杜海鹰
 (湖北省教育厅高等教育处处长)

副主任： 徐鸿本 黎秋萍
 (教授) (编审)

秘书长： 周世权
 (湖北省金工研究会理事长)

委 员： (按姓氏笔画顺序排列)
田文峰 朱大林 朱梅五 刘太林 李 桦
杨 雄 吴海华 周小平 周述积 胡建华
徐正达 徐自立 徐 翔 郭柏林 舒华岱
童幸生

序 言

在加入WTO以后,我国在经济、文化和教育等方面正全面走向国际化,因此,国家对高层次、高质量和创造性人才的需求日益迫切。世界经济发展中最激烈的竞争,目前不仅表现在生产和科技领域,同时也表现在培养人才的教育领域。教育部于1996年制定并实施的“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”,不只是一项富有远见的教育改革计划,而且是迎接新世纪挑战的重要战略部署。湖北省教育厅根据教育部的教育教学改革精神,结合加强工艺性和实践性课程教学的要求,批准实施“工程材料及机械制造工艺基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”项目,可以预计,这个项目的完成,将会对湖北省乃至全国的同类系列课程的深化改革产生重要影响,为我国制造工业的高层次人才培养和产业发展作出重要贡献。

在工程类人才培养中,工程材料及机械制造工艺基础系列课程的教学内容和课程体系改革占有极为重要的地位。它有利于帮助学生摆脱初、中等教育中过分重视书本而严重脱离实践的现状,是培养学生具备工艺知识、工程实践能力、工程素质和创新意识的关键性课程。结合我国高等教育教学、科研以及制造产业的特点,教改项目组提出“以创新工艺设计与制造为根本,以现代制造工艺为龙头,以CAD/CAM为主线,加强工程实践,注重工艺创新”的教学改革思路。正如江泽民同志所指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。”创新永远是教育教学改革的重要课题,将现代科学技术,特别是现代科学工艺技术以及现代信息技术融入教学实践,是使教育教学充满活力的重要途径。现代制造技术中的CAD/CAM技术,既是改造传统制造产业、促进创新设计的重要手段,又是工程学科教育改革的重要组成部分。为了适应现代社会对机械制造的高要求,在我国高校加强外语和计算机技术等工具型课程是十分必要的,但必须同时重视与工艺相关的制造理论课程和工程实践课程,其中特别要强调实习和实验等以操作性为主的工程实践、作业和课程设计等基本训练,以及独立思考性的创新实践。因此,新

的工程材料及机械制造工艺基础系列课程体系的设置,将打破原4门课程(金工实习、工程材料、材料成形工艺基础和机械制造基础)相对封闭的现状,改善其结构体系,力求实现整体优化,并建立起新型的工程培训中心教学基地。重视开展学校、地区乃至国家之间的学术交流,促进教材建设的国际化。作为课程体系核心的系列课程教材,拟由《工程实践》(机械及近机械类)、《工程实践》(非机械类)、《工程材料》、《材料成形及机械制造工艺基础》和《材料成形及机械制造工艺综合设计型创新实验》等组成。通过构建新的课程体系、改革教学内容,来有效地达到整体优化学生的知识、能力和素质,特别是工程素质、创新思维能力和独立获取知识能力的培养目标。

“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”是邓小平同志对我国社会主义教育事业提出的总体要求,也是我们开展教学改革的指导方针。相信华中科技大学作为教改项目的牵头单位,一定能与全省十余所高校的师生团结一致,吸取国内同行课程改革的成功经验,遵循“解放思想、实事求是”的原则,进一步转变教育观念,努力争取突破性进展。

呈献给大家的这套系列教材,是湖北省金属工艺学教学研究会教改项目组师生们多年工作的初步成果,还有待在教学实践中去反复锤炼。殷切希望得到广大读者和全国同仁的关心、支持和帮助,以将本系列课程的深化改革推向一个崭新的阶段。

教育部高等学校机械学科教学指导委员会委员
教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会副主任
工程材料及机械制造工艺基础课程指导小组组长

傅水根

清华大学教授

2002年5月于清华园

前 言

“工程实践”教学的目的是培养学生的制造工程意识,建立制造工程系统的感性和理性知识,培养综合工艺能力。在总结原《金工实习》教材内容的基础上,按照《工程材料及机械制造工艺基础》教学体系及内容改革中所提出的加强基础,注重实践,培养工艺设计与制造的综合能力的要求,经过精选传统的金属工艺的内容,扩充非金属工艺的内容,引入现代制造技术的内容而编写成本教材。

全书以现代工艺设计与制造为核心,以工艺CAD/CAM为主线,以数控加工为龙头,以大工程背景和工艺技能为基础,培养学生的实践技能、使用现代设计手段与制造技术的能力、综合工艺分析的能力,除包括常用金属材料及成形工艺之外,还突出了新材料、新工艺和现代制造技术的内容,特别是CAD/CAM的内容。

本书有如下特点:

(1) 在教材内容编排上兼顾实习与课堂教学,既可以用来指导学生实习,又可以作为教师讲授的教材;传统与现代并重,在精选传统的成形工艺基础上,注重介绍已在现代工业生产中广泛应用的各种新技术、新材料和新工艺。

(2) 在介绍各种成形工艺的同时,为帮助学生理解和掌握各种工艺方法的实质性问题,提高实际分析问题和解决问题能力,每章都安排了一定的实例和思考题。

(3) 采用最新国家标准,力求简练,图表丰富。

本书第1章、第12章、第13章由三峡大学吴海华编写,第2章、第3章、第4章由海军工程大学常万顺编写,第5章由江汉石油学院吴修德编写,第6章、第7章、第8章由武汉科技学院骆莉编写,第9章、第10章、第11章由湖北工学院张友寿编写。参加编写的人员还有:三峡大学的牛光华和常旺宝等。吴海华、骆莉任主编,常万顺和张友寿任副主编。华中科技大学徐鸿本教授担任主审,周世权和田文峰参加了审稿工作。

在编写过程中,得到了湖北省金工教学专业委员会和同行的大力支持

持和热忱帮助,在此深表谢意!

本书适合作为大学本科非机械类学生的工程实践(金工实习)教材,也适合从事与材料成形工艺相关工作的工程技术人员参考。

限于编者水平,书中难免错误,敬请读者指正。

编 者
2003年5月

目 录

第 1 篇 机械工程材料

第 1 章 机械工程材料	(3)
1.1 金属材料的力学性能	(3)
1.2 金属学基础	(6)
1.3 工业用钢	(12)
1.4 铸铁和非铁金属	(16)
1.5 工程塑料	(19)
复习思考题	(20)
第 2 章 钢的热处理	(21)
2.1 常用热处理方法	(21)
2.2 机械工程材料的选择	(27)
复习思考题	(29)

第 2 篇 热加工工艺

第 3 章 铸造	(33)
3.1 概述	(33)
3.2 砂型铸造	(34)
3.3 特种铸造	(45)
3.4 铸件质量检验与缺陷分析	(50)
3.5 铸造技术发展概况	(51)
复习思考题	(54)
第 4 章 锻压	(55)
4.1 概述	(55)
4.2 金属的加热和锻件的冷却方法	(56)
4.3 自由锻	(59)
4.4 模锻与胎模锻	(66)
4.5 板料冲压	(67)
4.6 锻压技术发展概况	(69)
复习思考题	(72)

第 5 章 焊接	(73)
5.1 概述	(73)
5.2 常用焊接工艺方法	(74)
5.3 电阻焊、钎焊及特种焊接方法	(84)
5.4 常见焊接缺陷及其检验	(88)
复习思考题	(90)

第 3 篇 机械加工工艺

第 6 章 切削加工基础	(93)
6.1 概述	(93)
6.2 零件的加工质量	(95)
6.3 常用的刀具材料	(97)
6.4 量具	(99)
复习思考题	(104)
第 7 章 车削加工	(105)
7.1 卧式车床的组成及典型传动机构	(106)
7.2 车刀的分类及主要角度	(111)
7.3 工件安装及所用附件	(115)
7.4 车床操作要点及基本车削工作	(121)
7.5 典型零件的车削工艺	(132)
7.6 车床的安全操作规程	(136)
复习思考题	(137)
第 8 章 刨削加工	(138)
8.1 刨削运动	(139)
8.2 牛头刨床	(139)
8.3 刨刀及其安装	(142)
8.4 工件的安装	(143)
8.5 刨削加工	(144)
8.6 龙门刨床和插床	(146)
复习思考题	(148)
第 9 章 铣削加工	(149)
9.1 铣床	(149)
9.2 铣刀	(151)
9.3 铣床附件	(152)

9.4 铣削加工	(155)
9.5 齿形加工	(157)
复习思考题	(158)
第 10 章 磨削加工	(159)
10.1 磨床	(159)
10.2 砂轮	(163)
10.3 磨削加工	(168)
复习思考题	(170)
第 11 章 钳工	(171)
11.1 划线	(171)
11.2 錾削	(174)
11.3 锯割	(176)
11.4 锉削	(178)
11.5 钻孔	(182)
11.6 攻螺纹和套螺纹	(184)
11.7 装配	(186)
复习思考题	(189)

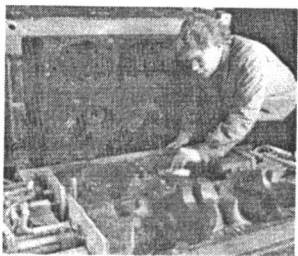
第 4 篇 现代制造技术

第 12 章 数控加工	(193)
12.1 数控机床	(193)
12.2 数控编程的概念及种类	(195)
12.3 数控编程的基础知识	(197)
12.4 程序编制中的数值计算	(212)
12.5 手工程序编制	(216)
复习思考题	(221)
第 13 章 电火花加工技术	(222)
13.1 电火花加工的基本原理	(222)
13.2 电火花加工的特点与应用	(223)
13.3 电火花加工装置的主要组成部分	(224)
13.4 火花加工机理	(225)
13.5 冲模的电火花加工	(227)
复习思考题	(230)
参考文献	(231)

第 1 篇

机械工程材料

主要论述工程中常用材料的成分、组织、性能和应用,材料性能与热处理工艺间的关系,机械零件的选材原则。主要通过理论讲授和实践操作来建立感性认识和基本知识。





第 1 章 机械工程材料

本章重点 建立机械制造中常用工程材料性能和特点的感性认识,能够正确区分不同材料的类型及基本特点,了解材料科学的发展趋势。

学习方法 先进行集中讲课,然后进行现场教学,并按教材中的要求将现场教学和操作中的内容填写入相应的表格中,回答相应的问题。

1.1 金属材料的力学性能

选用的机械工程材料是否合适,对机械设备的可靠性和使用寿命有直接影响,与机械设备的制造工艺、成本和生产率也密切相关。作为一名工程技术人员,必须了解材料的性能、牌号及用途。

金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下表现出来的性能,如强度、硬度、塑性和冲击韧度等。

1. 强度

强度(strength)是金属材料在外力作用下抵抗塑性变形或断裂的能力。

为了测定金属材料的强度,可进行拉伸试验。首先将标准拉伸试样(见图 1-1)夹持在拉伸试验机的两个夹头中,然后逐渐增加载荷,直至试样被拉断为止。

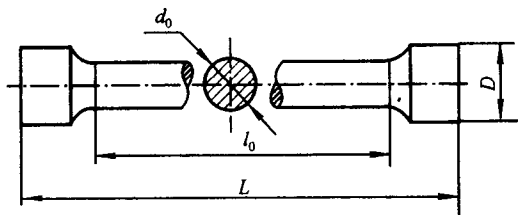


图 1-1 标准拉伸试样

把试样所受的载荷(F)和试样相应的伸长量(ΔL)的关系绘成曲线,称为拉伸曲线。图 1-2 所示的为低碳钢的拉伸曲线。在 Oe 范围内,当外力去除后,试样可以恢复原状,表明材料处于弹性变形阶段。

超过 e 点后材料除产生弹性变形外,还有塑性变形,即外力去除后,试样不能恢复原状,尚有部分伸长量残留下来。在 s 点开始出现水平线段,表示外力虽未增加但试样继续伸长,这种现象称为屈服。此后,欲使试样继续伸长又需增加外力,到

b 点后试样出现局部变细的缩颈现象,这是由于试样截面缩小,继续变形所需的外力开始减小,直到 k 点试样在缩颈处断裂。

强度通常以应力的形式表示,当材料受外力作用而未被破坏时,其内部产生与外力相平衡的抵抗力(即内力)。单位截面积上的内力称为应力。

常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。

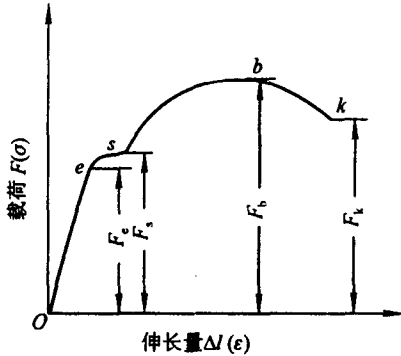


图 1-2 低碳钢拉伸曲线

(1) 屈服强度

屈服强度(yield strength)以 σ_s 表示,是指材料在载荷保持不变而变形继续增加,即产生屈服现象时的应力。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} \quad (\text{MPa})$$

式中, F_s ——试样产生屈服现象时承受的载荷(N);

S_0 ——试样原来的横截面积(mm^2)。

由于许多金属材料(如高碳钢、铸铁等)没有明显的屈服现象,所以工程中规定伸长率为

0.2% 塑性变形时的应力称为条件屈服强度($\sigma_{0.2}$)。

(2) 抗拉强度

抗拉强度(tensile strength)以 σ_b 表示,是指材料在断裂前能承受的最大应力。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0} \quad (\text{MPa})$$

式中, F_b ——试样在拉断前承受的载荷(N);

S_0 ——试样原来的横截面积(mm^2)。

大多数机械零件工作时都不允许产生塑性变形,所以屈服强度是零件设计的主要参数,而对于因断裂而失效的零件,则用抗拉强度作为零件设计的主要参数。

塑性是金属材料在外力作用下,产生永久变形而不破坏的性能。常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中, S_0 ——试样原来的横截面积(mm^2);

S_1 ——试样断裂处的横截面积(mm^2);

L_0 ——试样原来的标距长度(mm);

L_1 ——试样拉断后的标距长度(mm)。

用同样材料不同长度的试样测得的伸长率将有所不同,应分别标以不同符号。用长试样($L_0=10d_0$)测得的伸长率,以 δ_{10} 表示,常简写成 δ ;用短试样($L_0=5d_0$)测得的伸长率以 δ_5 表示。在比较不同材料的伸长率时,应采用同样规格的试样进行测试。由于测定 δ 比较方便,一般情况下用 δ 作为塑性指标。

金属材料的塑性好坏对零件的加工和使用具有重要意义。塑性好的材料能顺利地进行锻压、轧制等成形工艺;使用时万一超载,也因产生塑性变形而不致立即断裂。因此大多数零件除要求具有较高强度外,还必须具有一定塑性,一般 δ 达到5%或 ψ 达到10%就能满足使用要求。片面追求材料的塑性指标会导致强度降低,是不合适的。

2. 硬度

硬度(hardness)是金属材料抵抗硬物侵入其内部的能力。常用的硬度表示法有布氏硬度(HBS或HBW)和洛氏硬度(HRC)两种。

(1) 布氏硬度

布氏硬度是用直径为 D 的淬火钢球或硬质合金钢球,在规定载荷 F 作用下,压入试样表面并保持一定时间,然后卸除载荷,在试样上留下直径为 d 的压痕,以压痕单位球面积上所承受载荷的大小来确定的。布氏硬度值可按试验时的压痕直径 d ,直接查表得出。布氏硬度的测定如图1-3所示。

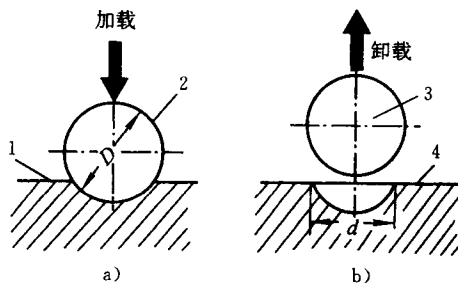


图 1-3 布氏硬度测定示意图

1,4—被测金属 2,3—压头

硬度值写在硬度符号之前。当用淬火钢球作为压头时,硬度符号为HBS,适用于测定较软的金属,如灰铸铁、非铁金属及经过退火、正火和调质处理的钢,其布氏硬度值小于450。当用硬质合金球作为压头时,硬度符号为HBW,适用于测定布氏硬度值为450~650的较硬的金属。

(2) 洛氏硬度

洛氏硬度是用顶角为 120° 的圆锥形金刚石压头压入试样进行测定的,根据压痕深度可从硬度计刻度盘上直接读出洛氏硬度值。其应用范围为20~67HRC。

与布氏硬度比较,洛氏硬度测定简便迅速,但由于压痕较小,测量组织不均匀