



金工实习

The logo for Jingongshixi, featuring a stylized circular emblem with a teal dot and the text "JINGONGSHIXI" in a grey banner across a blue and white geometric background.



高等院校机械类应用型本科“十二五”

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

金工实习

主 编 吴国兴

副主编 何 燕 李忠唐 徐如斌

主 审 张洪兴 陈道炯

JINGONG SHIXI



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据教育部“普通高校工程材料及机械制造基础”课程教学指导委员会最新修订的《普通高等学校机械制造实习(金工实习)教学基本要求》,吸取当前各工科高校工程训练教学改革的主要做法,围绕应用型创新人才的培养特点而组织编写的。

本书共 13 章,包括工程材料及热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基本知识、钳工、车削、铣削、刨削、磨削、特种加工、数控加工技术和综合与创新训练。

本书是高等工科院校机械类及近机类专业使用的实习教材,适用于应用型本科高校,也可供工科高职高专院校及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/吴国兴主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.8

ISBN 978-7-5680-0309-4

I. ①金… II. ①吴… III. ①金属加工-实习-高等学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 183275 号

金工实习

吴国兴 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘 飞 姚同梅

封面设计:李 嫒

责任校对:何 欢

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:华中理工大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:21.75

字 数:526 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:43.50 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

系列教材

© 2011 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without prior written permission from the publisher, Pearson Education, Inc., 501 Boylston Street, Boston, MA 02116.

潘毓学	长春大学光华学院	李杞仪	华南理工大学广州学院
王宏甫	北京理工大学珠海学院	王龙山	浙江大学宁波理工学院
魏生民	西北工业大学明德学院		

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000

邓 乐	河南理工大学万方科技学院
卢文雄	贵州大学明德学院
王连弟	华中科技大学出版社
刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
孙树礼	浙江大学城市学院
吴小平	南京理工大学紫金学院
张胜利	湖北工业大学商贸学院
陈富林	南京航空航天大学金城学院
张景耀	沈阳理工大学应用科技学院
范孝良	华北电力大学科技学院
胡夏夏	浙江工业大学之江学院
盛光英	烟台南山学院
黄健求	东莞理工学院城市学院
曲尔光	运城学院
范扬波	福州大学至诚学院
胡国军	绍兴文理学院元培学院
容一鸣	武汉理工大学华夏学院
宋继良	黑龙江东方学院
李家伟	武昌工学院
张万奎	湖南理工学院南湖学院
李连进	北京交通大学海滨学院
张洪兴	上海师范大学天华学院

秘 书 俞道凯 华中科技大学出版社

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

总 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

前 言

金工实习是工科机械类各专业必修的技术基础课,具有很强的实践性,是现代工程训练的主要组成部分,是应用型创新人才培养的重要教学环节。开展金工实习,可使学生对机械制造工程的基本工艺理论、基本工艺知识和基本工艺方法获得丰富的感性认知,为后续学习其他技术基础课和专业课做知识储备,同时可帮助学生增强工程实践能力,积累工程实践经验,培养现代工程师应有的工程素养。针对金工实习中的实训课题、项目开展适度的创新思维训练,有利于培养学生的创新能力。

基于以上教学目标,根据当前各高校工程训练教学改革的主要做法,本教材大量吸取了其他同类教材的成果,同时具有如下特点。

(1) 符合机械类专业本科金工实习教学大纲的要求 本书参照我国高等工科院校机械类专业的本科培养目标及教育部高等学校机械基础教学指导委员会 2009 年修订的《普通高等学校机械制造实习(金工实习)教学基本要求》的精神而编写。

(2) 体现应用型本科人才的培养特点 吸取各应用型本科机械类专业的培养目标,坚持面向应用,在理论知识的编排上坚持适度、够用的原则,精心设计教学课题,重点突出机械制造工艺技术的应用和操作技能的训练,以提升学生的实际动手能力,如在各机械制造工艺方法基本操作单项训练的基础上,每章都有综合的基本技能训练。

(3) 力求处理好传统与现代的关系 随着科学技术的发展,新材料、新技术和新工艺在机械制造中被广泛应用,但传统制造技术作为机械制造的基础,是学生获取机械制造工艺方法的主要来源,因而,围绕金工实习的主题,本教材针对传统机械制造技术仍然安排了大量篇幅,对现代制造技术和新技术、新工艺的方法及应用也做了适度安排。

(4) 围绕金工实习,适度安排了综合与创新训练 为贯彻教育部“卓越工程师培养教育计划”的精神,培养应用型人才的工程意识和创新能力,围绕金工实习,在巩固和提升基础知识的同时,注重学生工艺应用能力和创新思维的培养,适度安排了综合与创新训练的章节。

本书内容包括工程材料及热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基本知识、钳工、车削、铣削、刨削、磨削、特种加工、数控加工技术和综合与创新训练,共 13 章。全书重点突出,图文并茂,文字简明扼要,科技名词术语、计量单位、图样标注和材料牌号等均采用最新国家标准。

本书由吴国兴主编,并负责统稿和定稿。参加编写人员有:吴国兴(第 2、3、4、6、7 章)、何燕(第 1、5、13 章)、李忠唐(第 8、9、10、11 章)、徐如斌(第 12 章)。全书由张洪兴、陈道炯两位教授主审。

本书在编写的过程中参考了大量有关文献,在此向相关作者和出版社表示感谢,并将主要参考书目列于书后。

由于编者水平和经验有限,书中难免出现不足之处,恳请同行和读者批评指正。

编 者

2014 年 6 月

目 录

第 1 章 工程材料及热处理	(1)
1.1 工程材料的基础知识	(1)
1.1.1 工程材料的分类	(1)
1.1.2 金属材料的主要性能	(2)
1.1.3 钢铁材料的种类	(4)
1.1.4 钢材坯料的类别与规格	(7)
1.2 钢的热处理方法	(8)
1.2.1 概述	(8)
1.2.2 普通热处理	(8)
1.2.3 表面热处理	(10)
1.2.4 常用热处理设备	(10)
1.3 淬火工艺基本操作训练	(12)
1.3.1 热处理实习安全操作规程	(12)
1.3.2 淬火工艺基本操作训练	(13)
第 2 章 铸造	(15)
2.1 概述	(15)
2.1.1 铸造的定义、特点与分类	(15)
2.1.2 砂型铸造的工艺过程	(16)
2.2 铸型的制造	(17)
2.2.1 造型(芯)材料	(17)
2.2.2 造型(芯)的工艺装备	(19)
2.2.3 造型	(20)
2.2.4 造芯	(27)
2.2.5 浇注系统、冒口与冷铁	(30)
2.3 合金的熔炼与浇注、落砂与清理	(32)
2.3.1 铸造合金的熔炼	(32)
2.3.2 合型与浇注	(34)
2.3.3 铸件的落砂与清理	(35)
2.4 铸件常见的缺陷	(35)
2.4.1 铸件的质量检验	(35)
2.4.2 铸件的缺陷分析	(36)
2.5 特种铸造与铸造新技术	(37)
2.5.1 特种铸造	(37)

2.5.2 铸造新技术	(40)
2.6 砂型铸造工艺基本操作训练	(42)
2.6.1 铸造实习安全操作规程	(42)
2.6.2 砂型铸造工艺基本操作训练	(42)
第3章 锻压	(46)
3.1 概述	(46)
3.1.1 锻压的定义与特点	(46)
3.1.2 锻压的分类	(46)
3.2 锻造的工艺过程	(47)
3.2.1 下料	(47)
3.2.2 坯料的加热	(48)
3.2.3 锻造成形	(48)
3.2.4 锻后冷却与热处理	(48)
3.3 自由锻	(49)
3.3.1 自由锻设备及工具	(49)
3.3.2 自由锻的基本工序及其操作	(52)
3.3.3 自由锻工艺举例	(57)
3.4 模锻	(61)
3.4.1 锤上模锻	(61)
3.4.2 胎模锻	(63)
3.5 锻件常见缺陷	(63)
3.5.1 锻件的质量检验	(63)
3.5.2 自由锻锻件的缺陷分析	(63)
3.6 板料冲压	(64)
3.6.1 冲压的基本工序	(64)
3.6.2 冲压设备及模具	(67)
3.7 特种压力加工	(69)
3.8 自由锻工艺基本操作训练	(71)
3.8.1 锻造实习安全操作规程	(71)
3.8.2 自由锻工艺基本操作训练	(72)
第4章 焊接	(75)
4.1 概述	(75)
4.1.1 焊接的特点及应用	(75)
4.1.2 焊接的分类	(76)
4.2 焊条电弧焊	(76)
4.2.1 焊接电弧与焊接接头	(77)
4.2.2 焊条电弧焊设备及工具	(78)
4.2.3 焊条电弧焊工艺	(81)

4.2.4	焊条	(85)
4.2.5	焊条电弧焊基本操作	(87)
4.3	气焊与气割	(90)
4.3.1	气焊	(90)
4.3.2	气割	(96)
4.4	其他焊接方法	(99)
4.4.1	埋弧焊	(99)
4.4.2	气体保护电弧焊	(100)
4.4.3	电阻焊	(102)
4.4.4	钎焊	(105)
4.4.5	等离子弧焊	(106)
4.5	焊接常见的缺陷	(107)
4.5.1	焊接的质量检验	(107)
4.5.2	常见的焊接缺陷分析	(108)
4.6	焊条电弧焊基本操作训练	(109)
4.6.1	焊接实习安全操作规程	(109)
4.6.2	焊条电弧焊基本操作训练	(110)
第5章	切削加工基本知识	(113)
5.1	概述	(113)
5.1.1	切削加工的分类	(113)
5.1.2	切削运动	(113)
5.1.3	切削用量	(115)
5.2	零件的加工质量要求	(116)
5.2.1	加工精度	(116)
5.2.2	表面质量	(118)
5.3	刀具材料及几何角度	(119)
5.3.1	刀具材料应具备的性能	(119)
5.3.2	常用的刀具材料	(120)
5.3.3	刀具几何角度	(121)
5.4	金属切削机床的分类和型号	(123)
5.4.1	金属切削机床的分类	(123)
5.4.2	金属切削机床型号编制	(123)
5.5	常用量具	(125)
5.5.1	游标卡尺	(125)
5.5.2	千分尺	(127)
5.5.3	百分表	(129)
5.5.4	量规	(130)
5.6	常用量具使用操作训练	(131)

5.6.1	量具使用保养规则	(131)
5.6.2	量具操作训练	(132)
第6章	钳工	(136)
6.1	概述	(136)
6.1.1	钳工的应用范围及工艺特点	(136)
6.1.2	钳工的常用设备	(137)
6.2	钳工的基本操作	(140)
6.2.1	划线	(140)
6.2.2	锯削	(144)
6.2.3	锉削	(147)
6.2.4	钻孔、扩孔与铰孔	(151)
6.2.5	攻螺纹与套螺纹	(156)
6.2.6	刮削	(158)
6.3	机器的装配与拆卸	(161)
6.3.1	装配概述	(161)
6.3.2	装配工艺过程	(164)
6.3.3	典型连接件的装配方法	(164)
6.3.4	机器的拆卸	(166)
6.4	钳工基本操作训练	(167)
6.4.1	钳工实习安全操作规程	(167)
6.4.2	钳工基本操作训练	(167)
第7章	车削	(171)
7.1	概述	(171)
7.1.1	车削运动与车削用量	(171)
7.1.2	车削加工的特点	(171)
7.1.3	车床	(172)
7.2	车刀及其安装	(179)
7.2.1	车刀的种类与结构	(179)
7.2.2	车刀的刃磨	(180)
7.2.3	车刀的安装	(181)
7.3	工件的安装及所用附件	(181)
7.3.1	三爪自定心卡盘安装	(181)
7.3.2	四爪单动卡盘安装	(182)
7.3.3	顶尖安装	(183)
7.3.4	心轴安装	(185)
7.3.5	花盘安装	(186)
7.3.6	中心架和跟刀架的使用	(186)
7.4	车削操作要点	(187)

7.4.1	刻度盘及手柄的使用	(188)
7.4.2	车削加工操作过程	(188)
7.4.3	粗车和精车	(189)
7.5	车削加工的基本操作	(189)
7.5.1	车端面 and 钻中心孔	(189)
7.5.2	车外圆和台阶	(190)
7.5.3	车槽与切断	(192)
7.5.4	钻孔和车孔	(194)
7.5.5	车圆锥面	(195)
7.5.6	车螺纹	(196)
7.5.7	车成形面与滚花	(199)
7.6	车削加工的基本操作训练	(201)
7.6.1	车工实习安全操作规程	(201)
7.6.2	车削加工基本操作训练	(202)
第 8 章	铣削	(206)
8.1	概述	(206)
8.1.1	铣削加工范围	(206)
8.1.2	铣削运动与铣削用量	(206)
8.1.3	铣削方式	(209)
8.1.4	铣削加工的特点	(209)
8.1.5	铣床	(210)
8.2	铣刀及其安装	(212)
8.2.1	铣刀的种类	(212)
8.2.2	铣刀的安装	(213)
8.3	铣床附件及工件的安装	(215)
8.3.1	铣床附件及其应用	(215)
8.3.2	工件安装	(218)
8.4	铣削加工的基本操作	(220)
8.4.1	铣平面	(220)
8.4.2	铣斜面	(222)
8.4.3	铣沟槽	(223)
8.4.4	切断	(224)
8.4.5	铣齿形	(224)
8.5	铣削加工的基本操作训练	(225)
8.5.1	铣工实习安全操作规程	(225)
8.5.2	铣削加工基本操作训练	(225)
第 9 章	刨削	(229)
9.1	概述	(229)

9.1.1	刨削运动与刨削用量	(230)
9.1.2	刨削加工的特点	(230)
9.1.3	牛头刨床	(231)
9.2	刨刀及其安装	(234)
9.2.1	刨刀的种类及其应用	(234)
9.2.2	刨刀的安装	(234)
9.3	工件的安装	(235)
9.3.1	机用平口钳安装	(235)
9.3.2	工作台面安装	(235)
9.3.3	专用夹具安装	(235)
9.4	刨削加工的基本操作	(235)
9.4.1	刨水平面	(235)
9.4.2	刨垂直面	(236)
9.4.3	刨斜面	(236)
9.4.4	刨 T 形槽	(237)
9.5	刨削加工的基本操作训练	(238)
9.5.1	刨工实习安全操作规程	(238)
9.5.2	刨削加工基本操作训练	(238)
第 10 章	磨削	(242)
10.1	概述	(242)
10.1.1	磨削运动与磨削用量	(242)
10.1.2	磨削加工的特点	(244)
10.1.3	磨床	(245)
10.2	砂轮及其安装	(247)
10.2.1	砂轮组成与特性	(247)
10.2.2	砂轮安装与平衡	(250)
10.2.3	砂轮的修整	(251)
10.3	工件的安装及所用附件	(252)
10.3.1	外圆磨削中工件的安装	(252)
10.3.2	内圆磨削中工件的安装	(253)
10.3.3	平面磨削中工件的安装	(253)
10.4	磨削加工的基本操作	(254)
10.4.1	磨外圆	(254)
10.4.2	磨圆锥面	(255)
10.4.3	磨内圆面	(256)
10.4.4	磨平面	(257)
10.5	磨削加工的基本操作训练	(258)
10.5.1	磨工实习安全操作规程	(258)

10.5.2 磨削加工基本操作训练	(258)
第 11 章 特种加工	(261)
11.1 概述	(261)
11.1.1 特种加工的产生与发展	(261)
11.1.2 特种加工特点	(261)
11.1.3 特种加工应用	(262)
11.1.4 特种加工的类型	(262)
11.2 数控电火花线切割加工	(262)
11.2.1 电火花线切割加工原理、特点和应用	(262)
11.2.2 线切割机床和加工工艺	(264)
11.2.3 线切割机床编程和加工	(267)
11.3 电火花成形加工	(268)
11.3.1 电火花加工原理、特点、应用	(269)
11.3.2 电火花成形加工机床	(269)
11.4 其他特种加工方法	(270)
11.4.1 激光加工原理与应用	(270)
11.4.2 超声波加工原理与应用	(271)
11.4.3 电子束与离子束加工原理与应用	(272)
11.4.4 快速成形技术	(273)
11.5 线切割加工的基本操作训练	(275)
11.5.1 线切割加工安全操作规程	(275)
11.5.2 线切割加工基本操作训练	(276)
第 12 章 数控加工技术	(279)
12.1 概述	(279)
12.1.1 计算机数控系统的定义	(279)
12.1.2 数控机床的组成、分类及应用	(279)
12.1.3 数控机床的加工特点	(283)
12.2 数控编程基础	(284)
12.2.1 数控程序的编制方法	(284)
12.2.2 数控编程的坐标系	(284)
12.2.3 数控程序的结构及指令功能	(288)
12.3 数控车床及其加工	(291)
12.3.1 数控车床的分类及应用	(291)
12.3.2 数控车床的使用	(292)
12.3.3 数控车床手工编程的基本指令	(293)
12.3.4 数控车床编程实例	(297)
12.4 数控铣床与加工中心及其加工	(298)
12.4.1 数控铣床与加工中心的应用	(299)

12.4.2	数控铣床与加工中心手工编程的基本指令	(299)
12.4.3	数控铣床与加工中心编程实例	(303)
12.5	CAD/CAM	(304)
12.5.1	CAD/CAM 定义	(304)
12.5.2	CAD/CAM 组成	(305)
12.5.3	CAD/CAM 主要软件与应用	(306)
12.6	数控车加工基本操作训练	(306)
12.6.1	数控车加工实习安全操作规程	(306)
12.6.2	数控车加工基本操作训练	(307)
12.7	数控铣加工基本操作训练	(311)
12.7.1	数控铣加工实习安全操作规程	(311)
12.7.2	数控铣加工基本操作训练	(312)
第 13 章	综合与创新训练	(317)
13.1	概述	(317)
13.1.1	综合与创新训练的简介	(317)
13.1.2	综合与创新训练的意义	(318)
13.2	基于实习课题的创新训练	(318)
13.2.1	创新训练中的思维方式	(319)
13.2.2	CDIO 工程训练模式	(319)
13.2.3	基于实习课题的综合与创新	(320)
13.3	综合与创新训练实例	(321)
13.3.1	零件毛坯的选择	(321)
13.3.2	零件加工方法的选择	(328)
主要参考书目		(334)

第1章 工程材料及热处理

教学要求

理论知识

- (1) 了解工程材料的分类；
- (2) 了解金属材料的主要性能；理解金属材料的主要力学性能；
- (3) 掌握钢铁材料的分类与牌号表示；了解常用钢铁材料的性能与应用；
- (4) 掌握钢的基本热处理(退火、正火、淬火及回火)工艺方法及应用；
- (5) 了解常用的热处理设备。

技能操作

- (1) 了解常用热处理方法的基本操作；
- (2) 完成或参观零件淬火操作工艺。

1.1 工程材料的基础知识

材料是人们用来制作各种有用器件的物质,是人类生产和社会发展的重要物质基础,也是人们日常生活中不可或缺的一个组成部分。

自从地球上有了人类至今,材料的利用和发展就成了人类文明发展史的里程碑。从石器时代开始,在经历了青铜器时代和铁器时代之后,人类进入了农业社会。18世纪钢铁时代的来临,造就了工业社会的文明。尤其是近百年来,随着科学技术的迅猛发展和社会需求的不断提高,新材料更是层出不穷,出现了“高分子材料时代”、“半导体材料时代”、“先进陶瓷材料时代”、“复合材料时代”、“人工合成材料时代”和即将进入的“纳米材料时代”。目前,能源、信息、生物工程和新材料已成为现代科学技术和现代文明的四大支柱,而在这四者之中,新材料又是最重要的基础。历史证明,每一次重大新技术的发现往往都依赖于新材料的发展,而材料的种类、数量和质量已是衡量一个国家科学技术、国民经济水平以及社会文明的重要标志之一。

1.1.1 工程材料的分类

工程材料主要是指用于机械、车辆、船舶、建筑、化工、能源、仪器仪表等工程领域的材料,其种类繁多,有许多不同的分类方法。通常按材料的化学成分、结合键的特点,可将工程材料分为金属材料、高分子材料、陶瓷材料和复合材料四大类。

1. 金属材料

金属材料是以金属键结合为主的材料,具有良好的导电性、导热性、延展性和金属光泽,是目前使用量最大、用途最广的工程材料。金属材料分为钢铁材料和非铁金属两大类。

钢铁材料,又称黑色金属,主要指铁和以铁为基体的合金材料,即钢、铸铁材料,它占金属材料总量的95%以上,由于钢铁材料具有力学性能优良、可加工性能好、价格低廉等特点,在工程材料中一直占据着主导地位。

除钢铁材料之外的所有金属及其合金材料统称为非铁金属,又称有色金属。非铁金属有轻金属(如铝、镁、钛等)、重金属(如铅、锡等)、贵金属(如金、银、镍、铂等)和稀有金属及其合金等,其中以铝及其合金用途最广。

2. 高分子材料

高分子材料又称聚合物材料,是以分子键和共价键为主的材料,主要成分为碳和氢。作为结构材料的高分子材料,具有塑性好、耐蚀性好、减振性好及密度小等特点。按其用途和使用状态,高分子材料又分为橡胶、塑料、合成纤维和胶黏剂等四大类型,在机械、电气、纺织、汽车、飞机、轮船等制造工业和化学、交通运输、航空航天等工业中被广泛应用。

3. 陶瓷材料

陶瓷是人类应用最早的材料之一。所谓陶瓷是指一种用天然硅酸盐(如黏土、长石、石英等)的人工合成化合物(如氮化物、氧化物、碳化物、硅化物、硼化物、氟化物等)为原料,经粉碎、配制、成形和高温烧制而成的无机非金属材料。陶瓷具有熔点高、硬度高、化学性能稳定、耐高温、耐腐蚀、耐磨损、绝缘和脆性大等特点。由于它的一系列性能优点,不仅可用于制作像餐具之类的生活用品,而且在现代工业中的应用也越来越广泛。尤其是在一些情况下,陶瓷成为唯一能选用的材料,例如内燃机火花塞,用陶瓷制作可承受的瞬间引爆温度达2500℃,并可满足高绝缘性及耐蚀性的要求。一些现代陶瓷已成为国防、宇航等高科技领域中不可缺少的高温结构材料及功能材料。

陶瓷材料、金属材料及高分子材料被称为现代工程界的三大固体材料。

4. 复合材料

复合材料是指把两种或两种以上具有不同性质或不同组织结构的材料以微观或宏观的形式组合在一起而构成的新型材料。它不仅保留了组成材料各自的优点,而且还具有单一材料所没有的优良性能。

复合材料通常分为三大类:树脂基纤维复合材料、陶瓷基复合材料和金属基复合材料。如很多高级游艇、赛艇及体育器械等都是由碳纤维复合材料制成的,它们具有质量轻、弹性好、强度高等优点。

1.1.2 金属材料的主要性能

金属材料是机械制造中使用最广泛的材料,它具有一定的使用性能和工艺性能。使用性能是指材料在使用过程中所表现出的特性,包括力学性能、物理性能和化学性能等。工艺性能是指材料在加工过程中所表现出的特性,包括铸造、锻压、焊接、热处理和切削加工性能等。使用性能是机械零件材料选材的首要考虑因素。材料用于结构零件时,其力学性能是工程设计、选材的主要依据。在不同的使用条件下,对材料力学性能的要求是不同的。

1. 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是指材料在外力作用下所表现出来的特性。它主要包括强度、塑

性、硬度和冲击韧度等。

(1) 强度 强度是指金属材料在外力作用下抵抗永久变形(塑性变形)和断裂的能力。常用的强度性能指标是屈服强度(又称屈服点)和抗拉强度。屈服点以符号 σ_s (或 $\sigma_{0.2}$) 表示,单位为 MPa。屈服点代表材料抵抗微量永久变形的能力;抗拉强度以符号 σ_b 表示,单位为 MPa。抗拉强度代表材料抵抗断裂的能力。

(2) 塑性 塑性是指金属材料在外力作用下产生永久变形而不至于破坏的能力。常用的塑性性能指标是断后伸长率(用符号 δ 表示)和断面收缩率(用符号 ψ 表示)。断后伸长率和断面收缩率的数值越大,则材料的塑性越好。

(3) 硬度 硬度是指材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力,是衡量金属软硬程度的一种性能指标。材料的硬度用专门的硬度试验机测定。常用的硬度有布氏硬度和洛氏硬度两种。

布氏硬度值反映用一定直径的淬火钢球或硬质合金球,在试样表面的压痕单位面积上所承受的平均压力大小,用符号 HBS(用淬火钢压头时)或 HBW(用硬质合金压头时)表示,其中 HBS 应用最为广泛。

洛氏硬度值反映用金刚石圆锥或一定直径的淬火钢球压入被测材料表面的压痕深度的大小,用符号 HR 表示,并根据压头和试验力的不同,有 HRA、HRB 和 HRC 等标尺,其中 HRC 应用最为广泛。

硬度值一般应写在表示符号的前面,如 60 HRC、220~240 HBS 等。

(4) 冲击韧度 冲击韧度是指金属材料在冲击载荷作用下抵抗断裂的能力。其反映试样单位截面上冲击吸收功的大小,用符号 α_k 表示。

工程上把冲击韧度低的材料称为脆性材料,冲击韧度高的材料称为韧性材料。

2. 金属材料的物理和化学性能

(1) 物理性能 金属材料的物理性能主要有密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性等。由于机械零件的用途不同,其物理性能要求也不同。

(2) 化学性能 金属材料的化学性能是金属材料在常温或高温时抵抗各种化学作用的能力,如耐酸性、耐碱性和抗氧化性等。

3. 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能主要有铸造性能、锻造性能、焊接性能和可加工性能等。

(1) 铸造性能 铸造性能是指金属材料能否用铸造方法制成优质铸件的性能。铸造性能的好坏取决于熔融金属的充型能力。影响熔融金属充型能力的主要因素之一是流动性。

(2) 锻造性能 锻造性能又称可锻性,是指金属材料在锻压加工过程中能否获得优良锻压件的性能。它与金属材料的塑性和变形抗力有关。塑性越高,变形抗力越小,则锻造性能越好。

(3) 焊接性能 焊接性能又称焊接性,是指金属材料在一定的焊接工艺条件下,获得优质焊接接头的难易程度。焊接性能好的材料,易于用一般的焊接方法和简单的工艺措施进行焊接。

(4) 可加工性能 可加工性能又称可加工性,是指用刀具对金属材料进行切削加工时的难易程度。切削加工性能好的材料,在加工时对刀具的磨损量小,切削用量大,加工的表