



高职高专“十二五”规划教材

金工实习

JINGONG SHIXI

主编 苏华礼 徐 铭



NLIC 2970700504

 吉林大学出版社

高职高专“十二五”规划教材

金工实习

主 编 苏华礼 徐 铭

副 主 编 王亚茹 王 瑞

参编人员 刘海群 侯永强

李书涛 琚 海



NLIC 2970700504

吉林大学出版社

内容提要

本书是根据国家教育部新颁布的《金工实习教学基本要求》以及作者长期从事金工实习教学的经验,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点而编写的。

本书主要介绍工程材料及热处理基础知识、铸造工艺、锻压、焊接和金属切削加工基础知识、车工、刨削、铣削、磨削加工、钳工、数控技术和特种加工。每章均附有相关工种的实习安全技术和复习思考题。本书重点突出,注重对工程素质的培养和对新技术、新材料、新工艺内容的介绍。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习 / 苏华礼, 徐铭主编. —长春: 吉林大学出版社, 2010.4

(高职高专“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5601-5524-1

I. ①金… II. ①苏… ②徐… III. ①金属加工—实习—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 041044 号

书 名: 高职高专“十二五”规划教材

金工实习

作 者: 苏华礼 徐 铭 主编

责任编辑、责任校对: 邵宇彤

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 20.5 字数: 370 千

ISBN 978-7-5601-5524-1

封面设计: 超视觉工作室

北京市彩虹印刷有限责任公司 印刷

2011 年 3 月 第 1 版

2011 年 3 月 第 1 次印刷

定价: 37.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 421 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-88499826

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

出版说明

作为高等教育的重要组成部分,高等职业教育是以培养具有一定理论知识和较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的高等阶段。目前,高等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据国家教育部关于要求发展高等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,我们组织编写了这套《高职高专“十二五”规划教材》。本系列教材坚持以就业为导向,以能力为本位,以服务学生职业生涯发展为指导思想,以与专业建设、课程建设、人才培养模式同步配套作为编写原则。

从专业建设角度看,相对于普通高等教育的“学科性专业”,高等职业教育属于“技术性专业”。技术性专业的知识往往由与高新技术工作相关联的那些学科中的有关知识所构成,这种知识必须具有职业技术岗位的有效性、综合性和发展性。本套教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融会于教材之中。

从课程建设角度看,现有的高等职业教育教材从教育内容上需要改变“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上则需要改变“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上则需改变“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向。针对这些情况,本套教材力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学,注重能力的培养,使职业能力的培养贯串于教学的全过程。同时,使公共基础类教材突出职业化,强调通用能力、关键能力的培养,以推动学生综合素质的提高。

从人才培养模式角度看,高等职业教育人才的培养模式的主要形式是产学结合、工学交替。因此,本教材为了满足有学就有练、学完就能练、边学边练的实际要求,纳入新技术引用、生产案例介绍等来满足师生教学需要。同时,为了适应学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的情况,教材的编写注重采用新知识、新工艺、新方法、新标准,同时注重对学生创造能力和自我学习能力的培养,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了更好地落实指导思想和编写原则,本套教材的编写者既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强的实践技能。同时,我们还聘请生产一线的技术专家来审稿,保证教材的实用性、先进性、技术性。总之,该套教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的结果,希望本套教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

这就是我们编写这套教材的初衷。

前 言

本书根据国家教育部颁布的高等工科院校《金工实习教学基本要求》精神,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点而编写。

金工实习是实践性很强的技术基础课。学生在金工实习过程中,通过自己独立的思考、实际操作,将有关机械制造基础工艺知识、工艺方法和工艺实践有机结合起来,进行工程实践综合能力的训练和思想品德、创新能力的培养。

为适应教学改革的需要,本书在编写中对金工实习在教学内容、教学方法和教学手段上进行了创新,既继承传统,又注重引入新内容。传统实习内容约占60%,新材料、新工艺、新技术占40%,以体现教材的系统性和先进性。在教学实习中,提倡启发式、讨论式教学,提倡在原有教学基础上,采用多媒体教学和网络教学等先进教学手段进行讲授。

本书内容以热加工和冷加工实习为主,包括工程材料及热处理基础知识、铸造工艺、锻压、焊接、金属切削加工基础知识、车工、刨削、铣削加工、磨削加工、钳工、数控技术、特种加工。

本教材力求取材新颖、联系实际、结构紧凑、文字简练、基本概念清晰、重点突出,注重培养学生分析问题和解决问题的能力。在编写时,以改革传统金工实习教学内容,建立系统观念为主线,以传统加工、特种加工、先进制造技术、计算机技术为平台,通过学生亲自动手操作来开启思维,建立工程系统观念。

本教材编写具有以下特点:

- (1) 在内容上兼顾实习与课堂教学。
- (2) 注重对学生进行工程素质、创新能力的培养,并新增创新设计一节,各章节习题都增加了相应的内容。
- (3) 在介绍传统金工实习的基础上,注重介绍新设备、新技术及新工艺知识。
- (4) 加强数控加工技术的编写,使学生将数控理论和数控操作有机结合起来,为学生毕业进入社会工作打下一个坚实的基础。

本书由苏华礼、徐铭任主编,编写前言、第四章、第十一章;徐铭编写第一章、第二章、第九章;王亚茹编写第五章;王瑞编写第六章;吴海群编写第十章;侯永强编写第十二章;李涛编写第七章;琚海编写第三章、第八章。

本书编写前期,得到蔡光起教授、张琳娜教授的指导。在编写过程中,参考了许多有关的教材和资料,并借鉴了一些高校的金工实习教学改革成果,我的几位学生刘海建、杨文、王金刚等参加了绘图工作。在此向他们和所有关心、支持、帮助本书出版的同志们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在错误疏漏之处,恳请使用本书的老师、学生提出宝贵意见。

编 者

2009年12月

目 录

第一章 工程材料及热处理基本知识	1
第一节 金属材料的性能	1
第二节 常用材料	6
第三节 常用热处理方法	10
第四节 选材的依据和基本原则	18
复习思考题	19
第二章 铸造工艺	20
第一节 铸造概述	20
第二节 造型材料	21
第三节 造型与造芯	24
第四节 铸铁的熔炼	32
第五节 浇注、落砂和清理	35
第六节 铸件常见缺陷	36
第七节 特种铸造简介	37
第八节 铸造技术发展概况	39
复习思考题	41
第三章 锻 压	42
第一节 锻压概述	42
第二节 金属坯料加热	43
第三节 自由锻造	46
第四节 模 锻	53
第五节 板料冲压	53
第六节 钣金手工成形	58
复习思考题	63
第四章 焊 接	64
第一节 手工电弧焊	64
第二节 气焊与气割	72
第三节 其他焊接方法	78
第四节 常见的焊接缺陷及其检验	83
第五节 焊接技术发展概况	86
复习思考题	87

第五章 金属切削加工基础知识	88
第一节 概 述	88
第二节 刀具的几何角度	90
第三节 常用刀具材料	95
第四节 零件加工的技术要求	100
第五节 金属切削机床基本知识	107
第六节 常用量具	114
第七节 工件安装与夹具基础知识	122
复习思考题	130
第六章 车 工	132
第一节 车 床	132
第二节 车刀及其安装	135
第三节 车外圆	140
第四节 车端面和台阶	147
第五节 切断与切割	151
第六节 钻孔、镗孔和铰孔	156
第七节 车圆锥	162
第八节 车特形面和滚花	170
第九节 车螺纹	174
复习思考题	182
第七章 刨 削	183
第一节 刨削加工概述	183
第二节 B6065 牛头刨床的结构及其调整	185
第三节 刨刀特点	189
第四节 刨削加工	189
第五节 其他类型刨床	190
复习思考题	192
第八章 铣削加工	193
第一节 铣削运动及铣削工作范围	193
第二节 X6132 万能卧式铣床	194
第三节 铣 刀	196
第四节 铣床主要附件及其用途	198
第五节 铣削工作	200
第六节 铣齿、滚齿及插齿	202
复习思考题	205

第九章 磨削加工	206
第一节 磨削加工应用范围	206
第二节 砂 轮	207
第三节 磨 床	212
复习思考题	216
第十章 钳 工	217
第一节 概 述	217
第二节 划 线	217
第三节 鑿 削	224
第四节 锯 削	227
第五节 锉 削	230
第六节 刮 削	235
第七节 攻丝和套扣	238
第八节 装配与维修的基本知识	242
复习思考题	260
第十一章 数控技术	262
第一节 数控技术概述	262
第二节 数控机床	263
第三节 数控加工的程序	270
第四节 数控机床的编程	291
第五节 数控加工自动编程简介	298
复习思考题	305
第十二章 特种加工	306
第一节 概 述	306
第二节 电火花加工	307
第三节 数控线切割加工	309
第四节 电解加工	311
第五节 激光加工	313
第六节 超声波加工	314
第七节 电子束与离子束加工	315
复习思考题	316
参考文献	317

第一章

工程材料及热处理基本知识

金属材料在现代工业、农业、国防、科学技术以及日常生活中都得到了广泛的应用，它是一切生产和生活活动的物质基础，是制造各类机械零件的基本材料。这主要缘于它具有良好的物理、机械性能，用简便的方法就能加工成所需要的零件。

机械制造中所用的金属材料以合金为主，较少使用纯金属，这是因为合金比纯金属有更好的机械性能，而且成本较低。只有为了满足机器上某些特定要求（如高导电、导热性能）时，才考虑使用纯金属来制造零件。

合金是由两种以上的合金元素或金属与非金属元素组成的具有金属特性的物质。最常用的合金有以铁为基础的铁碳合金，如碳素钢、合金钢、灰口铸铁等；还有以铜或铝为基础的铜合金和铝合金，如黄铜、青铜、硅铝明等。

为了经济合理地选用材料，必须对常用合金材料的种类、特点和性能有所了解。

第一节 金属材料的性能

金属及合金的性能包括机械（力学）、物理、化学和工艺性能。

一、机械性能

金属材料的机械（力学）性能主要有：弹性、塑性、强度、硬度、冲击韧性等。

1. 弹性

金属在外力的作用下，随着力的增大，可先后发生弹性变形、塑性变形，直至断裂。

通常在室温下的静拉伸试验机上，缓慢地对试棒施加载荷（外力），使试棒受轴向拉力；随着拉力的增大，试棒逐渐变形伸长，直至拉断。如图 1-1 所示。在拉伸过程中，试验机自动记录了每一瞬间的载荷 P 和变形量（拉伸量） ΔL ，并给出它们之间的关系（图 1-2），我们通常称之为拉伸曲线。

金属材料受外力作用时产生变形，当外力撤去后能恢复其原来形状的性能，叫弹性。

当材料受外力作用时，其内部也产生了抵抗力，单位横截面积上的抵抗力就称为应力，以 σ 表示。

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (1-1)$$

式中： P ——外力（N）；

F ——横截面积（ m^2 ）；

σ ——应力（Pa）。

拉伸曲线中，外力不超过 P_e 时，外力与变形成正比，这时试棒只产生弹性变形。金

属材料保持弹性变形时的最大应力以 σ_e 表示

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0} \quad (1-2)$$

式中: P_e ——弹性变形极限载荷 (N);

F_0 ——试棒原始横截面积 (m^2);

σ_e ——试棒产生弹性变形时的最大应力 (Pa)。

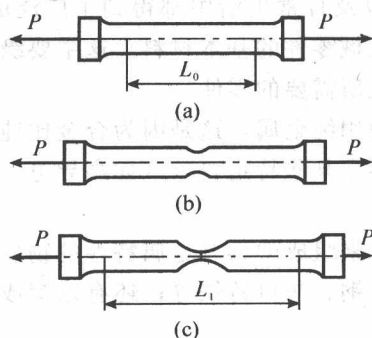


图 1-1 拉伸试验

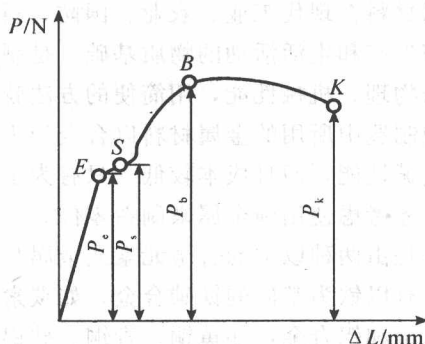


图 1-2 低碳钢的拉伸曲线

2. 塑性

金属材料在外力作用下产生永久变形而不会引起破坏的能力, 称为塑性。在外力消失后留下来的这部分不可恢复的变形, 称为塑性变形。当外力增大到 P_s 时, S 点的曲线几乎呈水平状态, 这说明拉力虽不增加, 伸长却继续增加, 这种现象称为“屈服”。通常用屈服极限 (σ_s) 表示金属对开始发生微量塑性变形的抗力。塑性变形常用延伸率 (δ) 或断面收缩率 (Ψ) 表示, 即

屈服极限

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \quad (1-3)$$

延伸率

$$\delta = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

断面收缩率

$$\Psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中: P_s ——屈服极限载荷 (N);

L_0 ——试棒原始长度 (mm);

L_1 ——试棒拉断后的长度 (mm);

F_k ——试棒拉断后断口处的截面积 (m^2)。

δ , Ψ 愈大, 表示材料的塑性愈好。良好的塑性是顺利进行压力加工的重要条件, 塑性差的材料在加工变形过程中容易开裂。

3. 强度

试样在受拉过程中, 从开始加载荷到断裂前所能承受的最大应力, 称为抗拉强度 (σ_b)。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (1-6)$$

式中： P_b ——试样在拉断前的最大载荷 (N)；

F_0 ——试样原始横截面积 (m^2)；

σ_b ——抗拉强度 (Pa)。

抗拉强度是金属材料机械性能的重要指标，是设计和选材的主要依据之一。

外力增加到最大值 P_b 后，试棒某一部分变细，出现了“缩颈”，如图 1-1 (b) 所示，以后变形集中在缩颈附近。由于截面缩小，使试件继续变形所需的外力下降，外力达到 P_k 时，试棒在缩颈处断裂。

4. 硬度

金属材料表面抵抗外物压入的能力，称为硬度。测量硬度常用压入法：把淬硬的钢球或金刚石圆锥压入金属材料的表层，然后根据压痕的面积或深度来确定被测金属的硬度值。常用的硬度指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

(1) 布氏硬度

布氏硬度试验即施加大小为 P 的载荷，把直径为 D 的钢球压入金属表面，如图 1-3 所示，然后去除载荷，测量钢球表面所压出的圆形凹陷的直径 d ，据此计算压痕球面积 F ，求出每单位面积所受的力，用以作为金属的硬度值，以符号 HB 表示。

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1-7)$$

式中： P ——压力 (N 或 kgf)；

F ——压痕的面积 (mm^2)；

D ——球体直径 (mm)；

d ——压痕平均直径 (mm)；

HB ——布氏硬度 (N/mm^2 或 kgf/mm^2)。

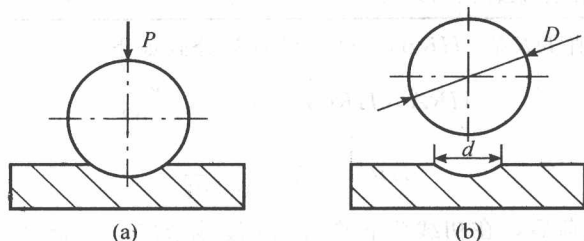


图 1-3 布氏硬度原理

用布氏硬度试验测量金属材料硬度时，当试验压头为淬火钢球时，硬度符号为 HBS ，适用于布氏硬度值低于 450 的金属；当试验压头为硬质合金球时，硬度符号为 HBW ，适用于布氏硬度值为 450~650 的金属。

由于载荷和钢球直径是定值，所以测量时只要测出压痕的直径 d ，再根据直径查表，就可求出 HBS (HBW) 值。

(2) 洛氏硬度

洛氏硬度试验是用顶角为 120° 的金刚石圆锥或直径为 1.588 mm 的钢球做压头，在初

载荷 P_0 及总载荷（初载荷 P_0 + 主载荷 P_1 ）分别作用下压入被测材料表面〔图 1-4（a），（b）〕，然后卸除主载荷，在初载荷下测量压痕深度残余增量 e ，计算硬度值〔图 1-4（c）〕。试验时，可通过洛氏硬度计上的刻度盘直接读出洛氏硬度值。

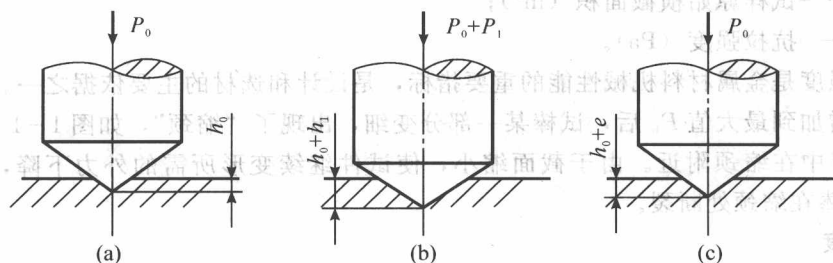


图 1-4 洛氏硬度试验原理

根据所用的压头和载荷不同，洛氏硬度有几种硬度标尺，常用的有 A，B，C 三种。洛氏硬度值用符号 HR 表示，符号后面加字母表示所使用的标尺，硬度值写在字母后面。例如， $HRC\ 70$ 表示用 C 标尺测定的洛氏硬度值为 70。洛氏硬度标尺的实验条件和应用范围见表 1-1。

表 1-1

洛氏硬度标尺的实验条件和应用范围

符号	压头	初载荷 kgf (N)	主载荷 kgf (N)	测量范围	应用范围
HRA	顶角 120° 金刚石圆锥	10 (98.1)	50 (490.3)	60~85	硬质合金或表面处理过的零件。
HRB	直径 1.588 mm 钢球	10 (98.1)	90 (882.6)	26~100	退火钢、灰铸铁及有色金属等。
HRC	顶角 120° 金刚石圆锥	10 (98.1)	140 (1373)	20~67	淬火钢、调质钢等。

三种标尺的硬度值 HRA ， HRB ， HRC 的计算公式如下

$$HRA\ (HRC) = 100 - \frac{e}{0.002} \quad (1-8)$$

$$HRB = 130 - \frac{e}{0.002} \quad (1-9)$$

式中： e ——卸除主载荷后，在初载荷下的压痕深度残余增量（mm）。

洛氏硬度与布氏硬度可以利用查表的方法相互进行换算。

硬度试验方法简便易行、测量迅速，不需要特别试样，试验后零件不被破坏。因此，硬度试验在工业生产中应用十分广泛。

硬度也是机械性能的一项重要指标，可根据测得的硬度值估计出材料的耐磨性和近似抗拉强度。一般来说，硬度值较高时耐磨性能好。

由于硬度反映金属材料在局部范围内对塑性变形的抗力，故硬度与强度之间有一定的关系。对未淬硬的钢，就数值来说，其大致关系为

$$\sigma_s \approx \frac{10}{3} HB \quad (1-10)$$

5. 冲击韧性

金属材料抵抗冲击载荷而不被破坏的能力,称为冲击韧性。冲击韧性的测定是在冲击试验机上(图1-6)用一定高度的摆锤将试样(图1-5)打断,测出打断试样所需的冲击功 A_k (J),再用试样断口处的截面积 F (cm^2)去除,所得的商即为冲击韧性值 a_k (J/cm^2)。

$$a_k = \frac{A_k}{F} \quad (1-11)$$

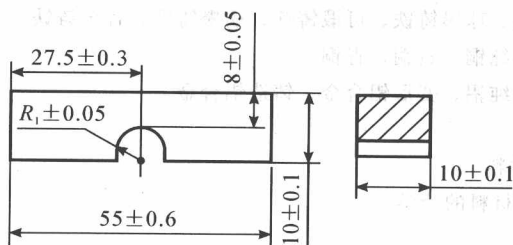


图 1-5 冲击试样

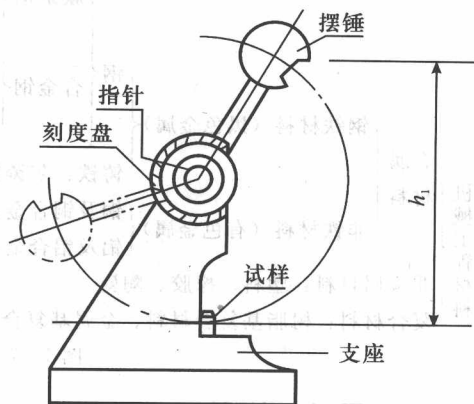


图 1-6 摆锤冲击试验机示意图

二、物理性能

金属材料的物理性能主要有:密度、熔点、热膨胀性、磁性、热电性、导电性等。机械零件的用途不同,对其物理性能的要求也不同。在选用材料时应满足零件对物理性能方面的要求,例如飞机上的一些零件要选用密度小的材料,如铝合金等。

三、化学性能

金属材料的化学性能主要有:

(1) 耐腐蚀性。指金属抵抗各种介质侵蚀的能力。一般金属零件易受空气中氧、水蒸气等的侵蚀,有的还易受酸、碱腐蚀,所以应根据要求选用化学稳定性良好的材料。

(2) 抗氧化性。指金属在高温下抗氧化的能力。现代工业的许多设备和零件是在高温下工作的,因此要求有良好的抗氧化性。

四、工艺性能

金属材料制成零件时,要经过铸造、锻压、焊接及切削加工等过程,称为工艺过程。

工艺性能往往是由物理性能、化学性能、机械性能综合作用所决定的,不能单用一个性能参数表示。如铸造性能取决于金属的流动性和收缩性,而此二者与金属材料的种类、成分、浇注温度的高低、铸型导热能力和对金属流动的阻力等多种因素有关;可锻性则可用金属材料的塑性和变形应力等因素衡量。

第二节 常用材料

一、常用材料分类

常用材料的分类如图 1-7 所示。

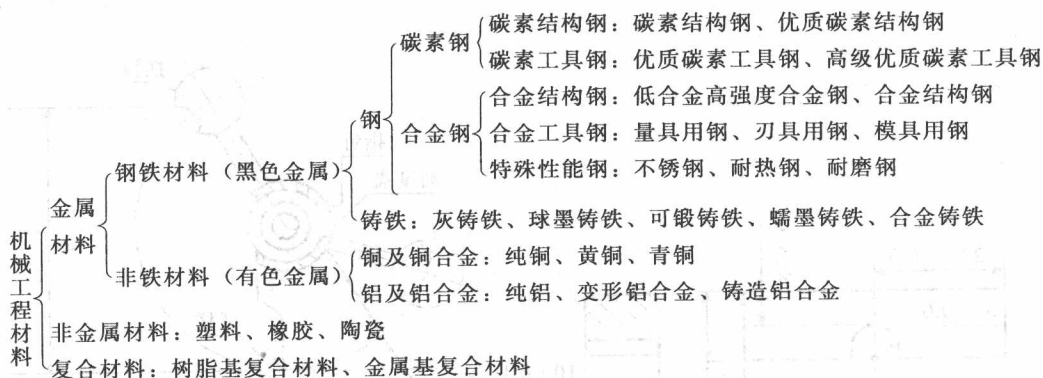


图 1-7 材料的分类

二、常用材料简介

（一）常用钢铁材料

钢铁材料是指钢和铸铁。工业用钢按化学成分分为碳素钢和合金钢两大类。碳素钢是碳的质量分数小于 2.11% 的铁碳合金。合金钢是为了改善和提高碳素钢的性能或使之获得某些特殊性能，在碳素钢的基础上特意加入某些合金元素而得到的以铁为基础的多元合金。合金钢的性能比碳素钢更加优良，因此合金钢的用量逐渐增大。

（1）碳素钢以铁和碳为主要元素，常含有硅、锰、硫、磷等杂质成分。由于这类钢容易冶炼、价格低廉、工艺性好，在机械制造业中得到了广泛的应用。表 1-2 列出了碳素钢的牌号、种类和用途。

（2）合金钢是在碳素钢的基础上加入一些合金元素而形成的。常用的合金元素有锰、硅、铬、钼、钨、钒、钛、硼等。工业上常按用途把合金钢分成合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢。表 1-3 列出了合金钢的牌号、种类和用途。

（3）铸铁是以铁和碳为主的合金，其碳的质量分数大于 2.11%，此外还含有硅、锰、硫、磷等元素。由于铸铁生产方法简便、成本低廉、性能优良，所以成为了人类最早使用和广泛使用的材料之一。根据碳在铸铁中存在的形式及形态不同，铸铁可分为灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、蠕墨铸铁、合金铸铁等。常用铸铁的牌号、种类和用途见表 1-4。

（二）常用非铁材料（有色金属）

工业上把钢铁以外的金属称为非铁材料（有色金属），非铁材料（有色金属）及其合金具有钢铁材料所没有的许多特殊的力学、物理和化学性能，是现代工业中不可缺少的金属材料。非铁材料（有色金属）常用的有铝及铝合金、铜及铜合金等。

表 1-2

碳素钢的牌号、种类和用途

种 类	碳素结构钢	优质碳素结构钢	一般工程用铸造碳钢	碳素工具钢
牌号举例	Q195, Q215, Q235, Q255	08F, 08, 15, 20, 35, 45, 60, 45Mn	ZG200 - 390, ZG270 - 500, ZG339 - 639	T7, T8, T10, T10A, T12, T13
牌号意义	如 Q235, 字母“Q”表示屈服点的汉语拼音第一个字母; 235 表示屈服强度值。	两位数字表示钢中平均碳的质量分数的万分之几。锰的质量分数在 0.7% ~ 1.2% 时加“Mn”表示。	“ZG”表示铸钢, 前三位数字表示最小屈服强度值, 后三位数字表示最小抗拉强度值。碳的质量分数越高, 强度越高。	“T”表示碳, 其后的数字表示碳的质量分数的千分之几, “A”表示高级优质。
用途举例	建筑构件、螺栓、小轴、销、键、连杆、法兰盘、锻件坯料等。	冲压件、焊接件、轴、齿轮、活塞销、套筒、蜗杆、弹簧等。	机座、箱体、连杆、齿轮、棘轮等。	冲头、镊子、板牙、圆锯片、丝锥、钻头、锉刀、刮刀、量规、冷切边模等。

表 1-3

常用合金钢的牌号、种类和用途

类 别	牌号举例	牌号意义	应用举例
低合金高强度结构钢	Q345C Q390C	第一个字母“Q”表示屈服点的汉语拼音第一个字母, “345”表示屈服点的数值(MPa), 最后一个字母“C”表示质量等级。	用于制造工程结构件, 如压力容器、桥梁、船舶等。
合金结构钢	20Cr 50Mn2 GCr15	前面两位数字表示钢中平均碳的质量分数的万分之几; 元素符号表示所含合金元素; 元素符号后面的数字表示该元素平均质量分数的百分数, 质量小于 1.5% 时一般不标出。若为高级优质钢, 则在钢号后面加“A”。如 40Cr 表示 $\omega(C)$ 为 0.04%, $\omega(Cr) < 1.5\%$ 的合金结构钢。滚动轴承钢前面加字母 G, Cr 后面的数字表示该元素平均质量分数的千分数。	用于制作各种轴类、连杆、齿轮、重要螺栓、弹簧及弹性零件、滚动轴承、丝杆等。
合金工具钢及高速钢	9SiCr W18Cr4V	前面一位数字表示钢中碳的平均质量分数(%), 当 $\omega(C) \geq 1.0\%$ 时不标出, $\omega(C) < 1.0\%$ 时用千分之几表示。高速钢例外, 其 $\omega(C) < 1.0\%$ 也不标出。合金元素平均质量分数的表示法同合金结构钢。	用于制作各种刀具(如丝锥、板牙、车刀、钻头)、模具(如冲裁模、拉丝模、热锻模)、量具(如千分尺、塞规等)。
特殊性能钢	1Cr18Ni9 15CrMo2	前面一位数字表示钢中碳的平均质量分数, 以千分之几表示。当 $\omega(C) \leq 0.03\%$ 时, 钢号前以“00”表示, 当 $\omega(C) \leq 0.08\%$ 时, 钢号前以“0”表示。合金元素平均质量分数的表示法同合金结构钢。	用于制作各种耐腐蚀及耐热零件, 如汽轮机叶片、手术刀、锅炉等。

表 1-4

常用铸铁的牌号、种类和用途

	类 别				
	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	蠕墨铸铁	合金铸铁
常用种类	HT150 HT200 HT350	QT400-18 QT600-3 QT900-2	KTH330-08 KTH370-12 KTZ650-02	RUT300 RUT340 RUT380	RTCr16 RTSi5
牌号意义	“HT”表示灰铸铁,数字表示最小抗拉强度值。	“QT”表示球墨铸铁,前面数字表示最小抗拉强度值,后面数字表示断后伸长率。	“KTH”表示黑心可锻铸铁,“KTZ”表示珠光体可锻铸铁,数字意义同球墨铸铁。	“RUT”表示蠕墨铸铁,数字表示最小抗拉强度。	“RT”表示耐热铸铁,化学符号表示合金元素,数字表示合金元素质量分数的百分数。
用途举例	底座、床身、泵体、气缸体、阀门、凸轮等。	扳手、犁刀、曲轴、连杆、机床主轴等。	扳手、犁刀、船用电机壳、传动链条、阀门、管接头等。	齿轮箱体、汽缸盖、活塞环、排气管。	化工机械零件、炉底、坩埚、换热器等。

1. 铝及铝合金

(1) 纯铝。密度小 (2.7 g/cm^3), 导电、导热性仅次于银和铜, 在大气中有良好的耐腐蚀性, 强度低, 塑性好。工业纯铝 (如 1060, 1035 等) 主要用于制造电缆和日用器皿等。铝与硅、铜、锰、镁等元素组成的铝合金, 强度较高。

(2) 铝合金。铝合金分为变形铝合金和铸造铝合金。

变形铝合金的塑性好, 常制成板材、管材的功能型材, 用于制造蒙皮、油箱、铆钉和飞机构件等。按主要性能特点和用途, 变形铝合金又可分为防锈铝 (如 505)、硬铝 (如 2A11)、超硬铝 (如 7A04) 和锻铝 (如 2A70)。

铸造铝合金 (如 ZA1Si12) 的铸造性好, 一般用于制造形状复杂及有一定力学性能要求的零件, 如仪表壳体、内燃机汽缸、活塞、泵体等。

铝硅合金又称硅铝明。

2. 铜及铜合金

(1) 纯铜。具有优良的导电性、导热性和耐腐蚀性。纯铜的强度低、塑性好, 工业上加工纯铜 (如 T2, T3 等) 主要用于制造电缆、油管等, 很少用来制造机械零件。

(2) 黄铜。以锌为主要合金元素的铜合金。加入适量的锌, 能够提高铜的强度、塑性和耐腐蚀性。只加锌的铜合金称为普通黄铜 (如 H62, H70); 如在其中再加适量铅、锰、锡、硅、铝元素可形成特殊黄铜 (如 HPb59-1, HMn58-2 等), 能进一步提高其力学性能、耐腐蚀性和切削加工性; 还有用于铸造的铸造黄铜 (如 ZCuZn38)。黄铜主要用于制造弹簧、衬套及耐腐零件等。

(3) 青铜。原指锡合金, 现在以硅、铝、铅等为主要合金元素的铜合金也称为青铜。青铜按主加元素的不同分锡青铜 (如 QSn4-3)、铝青铜 (如 QAl5)、铍青铜 (如 QBe2) 及用于铸造的铸造锡青铜 (如 ZCuSn10Pb1) 等。青铜的耐磨及减摩性好, 耐腐蚀性好, 主要用于制造轴瓦、蜗轮及要求减摩、耐腐的零件。

(三) 非金属材料

长期以来,金属一直是机械工程上使用的主要材料,这是因为金属材料具有良好的力学性能和工业性能。但随着科学技术的发展,对材料的要求越来越高,不但要求高强度,而且要求重量轻、防腐、耐高温、耐低温和良好的电气性能等。因此,近年来已有许多非金属材料如塑料、橡胶、陶瓷等用于各类机械工程结构。

1. 塑料

塑料是以合成树脂为基础,加入各种添加剂(如增塑剂、润滑剂、稳定剂、填充剂等)制成的高分子材料。塑料具有密度低、耐腐蚀、绝缘、绝热、隔音、减摩、耐磨、价格低、成形方便等优点,因此被广泛地用于包装、日用消费品、农业、交通、运输、航空、电子、化工、通信、机械、建筑材料等领域。塑料的缺点是强度及硬度低,耐热性差。塑料有多种分类方法。

(1) 按热性能分

① 热塑性塑料。典型的品种有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙、ABC塑料、聚甲醛、聚砒、有机玻璃等。这类塑料的特点是易于加工成形,可反复使用多次,强度较高,但耐热性和刚度较低。

② 热固性塑料。典型的品种有环氧、酚醛、氨基、不饱和聚酯树脂等。这类塑料具有较高的耐热性和刚度,但脆性大,不能反复成形和再生使用。

(2) 按用途分

① 通用塑料。通用塑料产量大、用途广、价格低,主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料六大品种。

② 工程塑料。工程塑料具有较好的力学性能,是用做工程结构材料的塑料,常用的有ABC塑料、聚酰胺、聚甲醛、聚四氟乙烯等。

③ 特种塑料。特种塑料是指耐热或具有特殊性能和特殊用途的塑料,品种主要有氟塑料、有机硅树脂、环氧树脂、离子交换树脂等。

2. 橡胶

橡胶是在室温下处于高弹态的高分子材料。工业上使用的橡胶是在生橡胶(天然或合成的)中加入各种配合剂经硫化后制成的。橡胶最大的特点是弹性好,具有良好的吸振性、电绝性、耐磨性和化学稳定性。

橡胶分天然橡胶、合成橡胶和特种橡胶。天然橡胶有很好的综合性能,广泛用于制造轮胎、胶带、胶管等。合成橡胶种类很多,常用的有丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等,用于制造机械中的密封圈、减振器、电线包皮、轮胎、胶带等。特种橡胶有乙丙橡胶、硅橡胶、氟橡胶、聚氨酯橡胶等。

3. 陶瓷

陶瓷包括整个硅酸盐材料和氧化物材料,是无机非金属材料的总称。陶瓷具有高硬度、高耐磨性、高熔点、高化学稳定性、高抗压强度;但很脆,成形和加工都较困难。

陶瓷分普通陶瓷和特殊陶瓷。普通陶瓷是由黏土、长石、石英等天然原料,经粉碎、成形和烧制而成,主要用于建筑工程、一般电气工业、生活用品及艺术品等。特殊陶瓷是为满足工程上特殊需要人工提炼的、纯度较高的化合物制成的,如高温陶瓷、电容器陶瓷、磁性陶瓷、压电陶瓷等。