

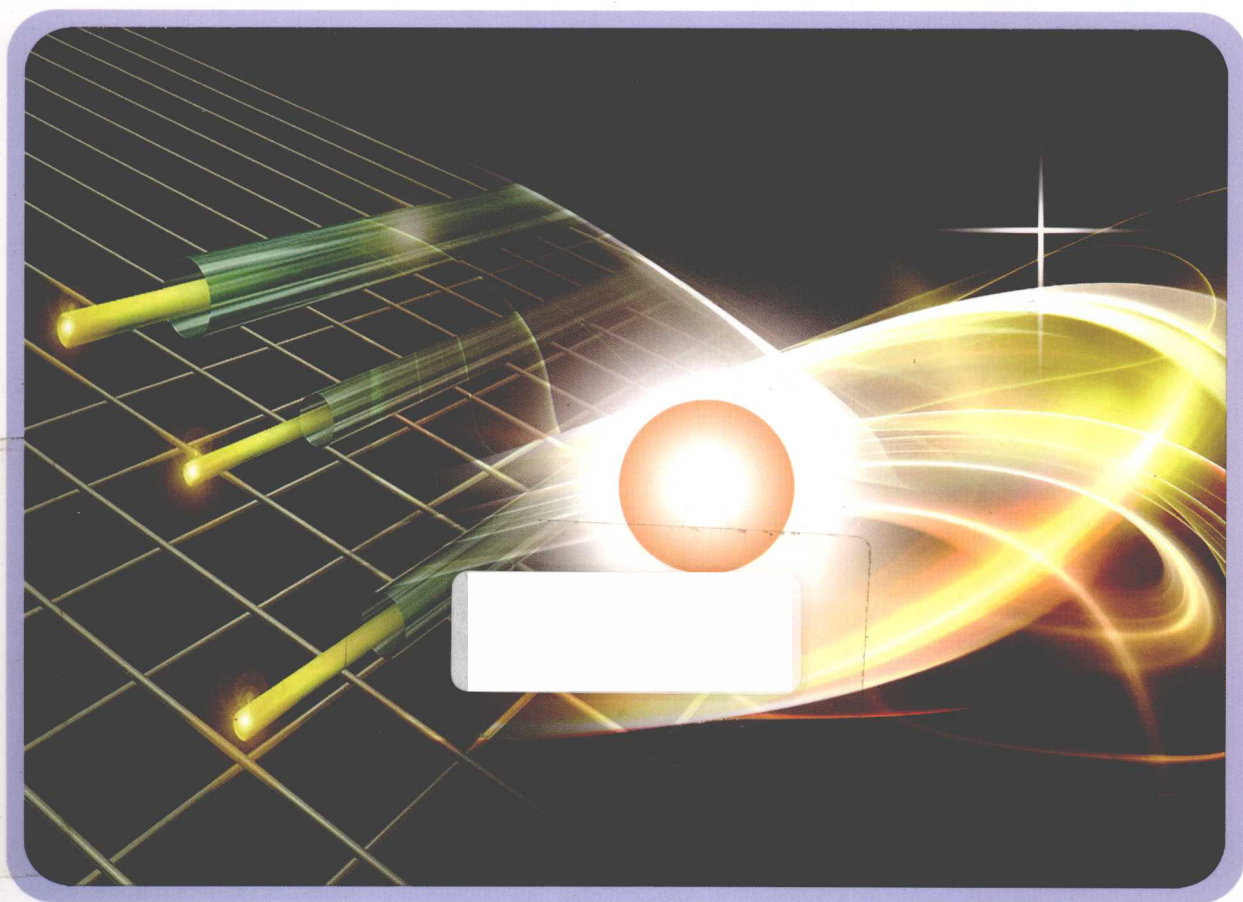


职业教育特色精品课程规划教材
职业教育课程改革项目研究成果

金工实习

jingong shixi

◆ 主编 李新领 郝建军



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪职业教育特色精品课程规划教材

职业教育课程改革项目研究成果

金工实习

主 编	李新领	郝建军	
主 审	孙维连	弋景刚	
副主编	杨淑华	李 猛	
参 编	于华丽	王会强	刘江涛
	孙 伯	李久熙	姜海勇
	胡敏英	徐鹏云	
	桑永英	蒋 辉	

内容提要

本书根据劳动和社会保障部培训就业司最新颁发的教学大纲,并结合教学实践、职业技能鉴定的需求和焊接技术的发展状况编写而成,是职业教育焊接专业课程改革项目研究成果《21 世纪职业教育焊接专业精品课程规划教材》之一。本书的内容编排结合岗位技术特点,贴近生产实际。在尊重教学规律的前提下,注重对部分专业知识的重新整合和对学生创新精神和实践能力的培养。全书在保证理论体系清晰、完整的前提下,力争做到实用为先、够用为度、宽基础、厚专业。全书共 8 章,主要内容为:机械工程材料基础、铸造、锻压、焊接、热处理、机械加工(车削、铣削、刨削、磨削)、钳工以及钣金工等基础知识。本书可供职业技术学校、职业培训学校、高职高专院校及成人高校的机电类专业师生使用,也可作为岗位培训教材和相关工程技术人员的参考资料。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

金工实习 / 李新领, 郝建军主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 11
ISBN 978 - 7 - 5640 - 3926 - 4

I. ①金… II. ①李… ②郝… III. ①金属加工 - 实习 - 教材 IV. ①TG - 45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 209759 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 380 千字

版 次 / 2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 31.00 元

责任校对 / 张沁萍

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

CHU BAN SHUO MING

职业教育是以培养具有较强实践能力,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。目前,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。根据教育部关于发展职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社根据职业教育课程改革项目研究成果,组织编写了《21世纪职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为指导思想。主要从以下3个角度切入。

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列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于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有职业教育教材内容上的“重理论轻实践”“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”“重课堂轻现场”,考核评价上的“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,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,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式，注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学，吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时，为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际，注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入，在培养学生创造能力和自我学习能力的基础上，力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想，在本系列教材的内容编写上，我们坚持以下一些原则。

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上，根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性，以相关行业和区域经济状况为依托，特别强调面向岗位群体的指向性，淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势，保证学生的岗位适应能力得到训练，使其有较强的择业能力，从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时，注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容，但随着社会发展和科技进步，及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”“人有我精”或“众有我新”，科学预测人才需求远景和人才培养的周期性，以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向，参考发达地区的发展历程，力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快，科技迅猛发展引起技术手段不断更新，用人机制的改革使人才转岗频繁，因此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽，当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一

些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力，挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

职业教育的专业课程都有其内核的稳定性，这种内核主要是体现在其基础理论，基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点，但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式，设置与生产实践相切合的项目，推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则，教材的编写者都是既有一线教学经验、懂得教学规律，又有较强实践技能的专家，他们分别是：相关学科领域的专家；各类职业教育科研带头人；教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写，将理论性与实践性高度统一，打造精品教材。另外，还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件，以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之，该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果，希望本系列教材能为职业教育的提高和发展做出贡献。

北京理工大学出版社

编写说明

BIAN XIE SHUO MING

本套教材根据劳动和社会保障部培训就业司最新颁发的教学大纲,以中(高)等职业教育焊接专业培养目标为基础,结合职业技能鉴定需求和焊接专业特点编写而成。全套教材包括《熔焊方法与工艺》《焊接电工电子技术》《焊接工程制图与CAD》《焊接结构与制造》《焊接检测技术》《熔焊基础与金属材料焊接》《工程材料与热加工基础》《机械工程基础(焊接专业)》《焊接安全与卫生》《金工实习》《材料连接与切割技术》《电弧焊工艺与实训》《钳工与冷作工艺与实训》《钣金连接技术》等。

在教材的编写过程中,我们始终坚持了以下几个原则。

(1) 坚持中高级技能人才的培养方向,从职业(岗位)需求分析入手,强调实用性,使学生掌握一定理论知识,培养学生分析问题、解决问题的能力。并引导学生理论联系实际,提高学生操作技能水平。

(2) 紧密结合职业教育的教学实际情况,化繁为简,化难为易,全书以国家职业资格标准为依据,力求使教材内容在覆盖职业技能鉴定的各项要求的基础上拓展外延,以满足不同层次的各级各类学校和工矿企业的需求。

(3) 突出教材的时代感,力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料等方面的内容,较全面地反映焊接技术发展趋势。

(4) 打破传统的教材编写模式,树立以学生为主体的教学理念,强调培养学生自主学习能力。

本套教材是基于编者多年的教学实践积淀而成。编写时,取材力求少而精,突出实用性,内容紧密结合焊接工程实践。本套教程可供职业技术学校、职业培训学校、成人高校的机电类专业师生使用,也可作为岗位培训教材和相关工程技术人员的参考资料。

本套教程在编写过程中得到了保定市焊接学会(培训中心)、河北农业

大学机电工程学院及河北省焊接学会、河北省职工焊割技术协会的大力支持，在此表示感谢。同时，对本书编写中所参阅的书籍和资料作者（编者）表示感谢。

衷心希望本套教材能使业内读者受益，成为各级各类学校焊接专业师生和广大焊接工作者的良师益友。由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免有不足和错误，恳请广大读者不吝赐教，予以斧正。

本书共分8章，由河北农业大学李新领、郝建军任主编，中国地质大学长城学院杨淑华、河北农业大学李猛担任副主编，河北农业大学于华丽、王会强、刘江涛、孙伯、李久熙、姜海勇、胡敏英、徐鹏云、桑永英、蒋辉参编，全书由河北农业大学孙维连、戈景刚审稿。

21 世纪职业教育焊接专业精品课程规划教材 编委会

1

第6章 机械加工	107
6.1 车削	107
6.2 铣削	142
6.3 刨削	157
6.4 磨削	171
6.5 特种加工	187
第7章 钳工	205
7.1 概述	205
7.2 钳工常用设备及量具	206
7.3 划线	212
7.4 錾削	218
7.5 锯削	221
7.6 锉削	225
7.7 孔加工——钻孔、扩孔与铰孔	230
7.8 螺纹加工——攻螺纹与套螺纹	238
7.9 刮削和研磨	243
7.10 机器的装配与拆卸	251
第8章 钣金工	259
8.1 概述	259
8.2 钣金零件的制作工艺	260
8.3 钣金工的基本操作	261
8.4 变形薄板成型和修复	264
参考文献	267

第1章

机械工程材料基础

低碳钢拉伸试验的应力-应变曲线



教学目标

了解金属材料常用的力学性能试验,熟悉常用钢材的分类、牌号、用途与鉴别,了解常见有色金属材料和非金属材料的用途。



教学重点和难点

拉伸试验、硬度试验、钢的分类与鉴别。

1.1 金属材料的性能

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。使用性能是指机械零件在使用条件下,金属材料表现出来的性质。它包括力学性能,物理、化学性能等。金属材料使用性能的好坏,决定了机械零件的使用范围和寿命。工艺性能是指金属材料在加工过程中表现出的加工难易程度,它的好坏决定了它在加工过程中成型的适应能力。

1.1.1 力学性能

金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下所表现出的性能。常用的力学性能主要有:强度、塑性、硬度、冲击韧度等。

1. 强度

强度是指材料抵抗外力作用下变形和断裂的能力,符号为 σ ,单位为MPa。测定强度最基本的方法是拉伸试验。常用的强度指标是屈服强度 σ_s 和抗拉强度 σ_b ,屈服强度和抗拉强度可用拉伸试验测定。如图1-1所示是低碳钢的拉伸曲线。

屈服强度是指材料在拉伸过程中,载荷不增大而试样伸长量却在继续增加时

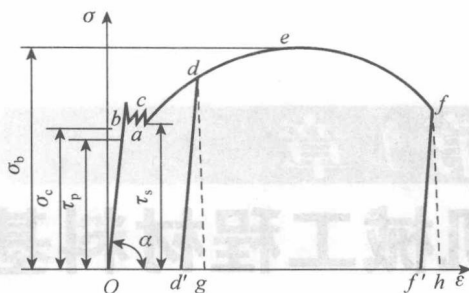


图 1-1 低碳钢拉伸应力应变曲线

的应力，用 σ_s 表示。机械设计中，有时机械零件不允许发生塑性变形，或只允许少量的塑性变形，否则会失效，因此屈服强度是机械零件设计的主要依据。抗拉强度是指试样在拉断前所能承受的最大应力，用 σ_b 表示。它是机械零件设计和选材的重要依据。

2. 塑性

塑性是指在外力作用下产生永久变形而不被破坏的能力。常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。在拉伸实验中可同时测得。 δ 和 ψ 愈大，材料的塑性愈好。反之，塑性越差。良好的塑性是金属材料进行锻造、轧制等的必要条件，也是保证机械零件工作安全，不发生突然脆断的必要条件。

3. 硬度

硬度是材料抵抗局部变形（特别是塑性变形）、压痕或划痕的能力，是衡量材料软硬程度的力学性能指标。硬度是各种零件和工具必须具备的性能指标。机械制造业所用的刀具、量具、模具等，都应具备足够的硬度，才能保证使用性能和寿命。有些机械零件如齿轮等，也要求有一定的硬度，以保证足够的耐磨性和使用寿命。因此硬度是材料重要的力学性能之一。生产中应用较多的有布氏硬度和洛氏硬度。

(1) 布氏硬度是用一定直径的球体（钢球或硬质合金球），以相应的试验力压入试样表面，经规定保持时间后卸除试验力，用测量表面压痕直径来计算硬度的一种压痕硬度试验，布氏硬度试验原理图如图 1-2 所示。

当试验的压头为淬硬钢球时，其硬度符号用 HBS 表示，适用于硬度值小于 450 HBS 的退火钢、灰铸铁和非金属材料（有色金属）等。当试验压头为硬质合金球时，其硬度符号用 HBW 表示，适用于硬度值小于 650 HBW 的淬火钢等。布氏硬度的缺点是压痕较大，不宜于测量成品及薄件。

(2) 洛氏硬度的测定是用顶角为 120° 的金刚石圆锥或直径为 1.588 mm 的淬硬钢球做压头，以相应的载荷压入试样表面，由压痕深度确定其硬度值，如图 1-3 所示。洛氏硬度可以从硬度计读数装置上直接读出。洛氏硬度有三种常用标度，分别以 HRC、HRB、HRA 表示。硬度值数字写在字母前面，如 60 HRC、85 HRB 等。三种洛氏硬度

的符号、试验条件和应用范围见表1-1。

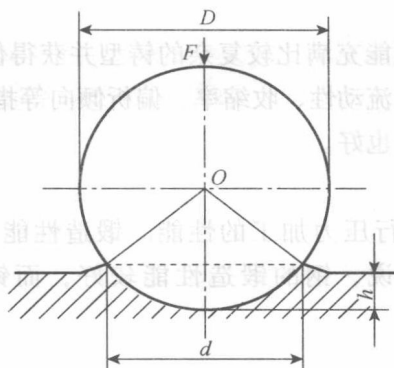


图 1-2 布氏硬度试验原理图

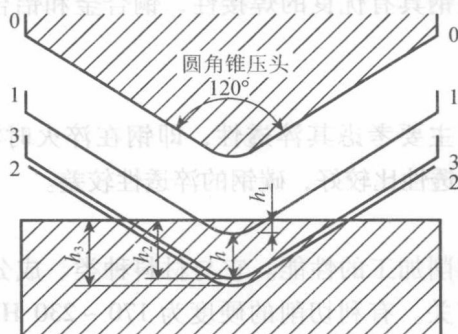


图 1-3 洛氏硬度试验原理图

0, 1, 2, 3 - 压头位置; h, h_1, h_2, h_3 - 压入深度

表 1-1 洛氏硬度参数表

符号	压头类型	载荷/N	硬度值有效范围	应用举例
HRC	120°金刚石圆锥体	1 471.0	20 ~ 67 HRC	一般淬火钢、调质钢
HRB	$\phi 1.588$ mm 钢球	980.7	25 ~ 100 HRB	软钢、退火钢、铜合金等
HRA	120°金刚石圆锥体	588.4	60 ~ 85 HRA	硬质合金、表面淬火钢等

4. 冲击韧性

它是指材料在冲击载荷作用下，抵抗冲击力的作用而不被破坏的能力。冲击韧度的测量方法，应用最普遍的是一次摆锤冲击试验。通常用冲击韧度 α_k 来度量，单位为 J/cm^2 。 α_k 值越大，表示材料的冲击韧性越好。一般情况下，把 α_k 值低的材料称为脆性材料， α_k 值高的材料称为韧性材料。

1.1.2 工艺性能

工艺性能是指材料在加工过程中所表现出的性能。材料工艺性能的好坏，直接影

响到制造零件的工艺方法和质量以及制造成本。所以选材时必须充分考虑工艺性能。

1. 铸造性能

是指浇注铸件时,材料能充满比较复杂的铸型并获得优质铸件的能力。对金属材料而言,铸造性能主要包括流动性、收缩率、偏析倾向等指标。流动性好、收缩率小、偏析倾向小的材料其铸造性也好。

2. 锻造性能

是指材料是否易于进行压力加工的性能。锻造性能好坏主要以材料的塑性和变形抗力来衡量。一般来说,钢的锻造性能较好,而铸铁锻造性能极差,不能锻造。

3. 焊接性能

是指材料是否易于焊接在一起并能保证焊缝质量的性能,一般用焊接处出现各种缺陷的倾向来衡量。低碳钢具有优良的焊接性,铜合金和铝合金的焊接性能较差,而灰铸铁的焊接性能很差。

4. 热处理工艺性能

钢的热处理工艺性能主要考虑其淬透性,即钢在淬火时淬透的能力。含锰、铬、镍等合金元素的合金钢淬透性比较好,碳钢的淬透性较差。

5. 切削加工性能

是指材料是否易于切削加工的性能。它与材料种类、成分、硬度、韧性、导热性及内部组织状态等因素有关。有利切削的硬度为 170 ~ 230 HBW,切削加工性好的材料,切削容易,刀具磨损小,加工表面光洁。

1.2 机械工程材料的分类及应用

常用机械工程材料分类:					
机械工 程材料	金属 材料 (黑色金属)	钢铁材料	钢	碳素钢	碳素结构钢: 碳素结构钢、优质碳素结构钢 碳素工具钢: 优质碳素工具钢、高级优质碳素工具钢
				合金钢	合金结构钢: 低合金高强度结构钢、合金结构钢 合金工具钢: 量具用钢、刀具用钢、模具用钢 特殊性能钢: 不锈钢、耐热钢、耐磨钢
					铸铁: 灰铸铁、球类铸铁、可锻铸铁、蠕黑铸铁、合金铸铁
		非铁材料 (有色金属)	铜及铜合金: 纯铜、黄铜、青铜		
			铝及铝合金: 纯铝、变形铝合金、铸造铝合金		
		非金属材料: 塑料、橡胶、陶瓷			
复合材料: 树脂基复合材料、金属基复合材料					

1.2.1 金属材料

1. 常用的钢铁材料

钢铁材料是指钢和铸铁。工业用钢按化学成分可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多元以铁为基础的合金。合金钢的性能比碳素钢更加优良,因此合金钢的用量逐年增大。

(1) 碳素钢。碳素钢是以铁和碳为主要元素而组成,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。

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	字母“Q”表示屈服强度的汉语拼音第一个字母;235表示屈服强度值;“A”表示质量等级,质量等级分为A、B、C、D四级;“F”表示沸腾钢	两位数字表示钢中的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	建筑结构件、螺栓、小轴、销子、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、錾子、板牙、圆锯片、丝锥、钻头、锉刀、刮刀、量规、冷切边模等

(2) 合金钢。合金钢是在碳素钢的基础上加入一些合金元素而成的钢。常用的合金元素有锰、硅、铬、镍、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。

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”表示屈服强度的汉语拼音第一个字母,“345”表示屈服强度的数值(MPa),最后一个字母“C”表示质量等级	用于制造工程构件,如压力容器、桥梁、船舶等
合金结 构钢	20Cr 50 Mn2 GCr15	前面两位数字表示钢中平均碳的质量分数的万分数,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,质量分数小于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 $w(C)$ 为0.40%, $w(Cr) < 1.5\%$ 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 高速工 具钢	9SiCr W18Cr4V	前面一位数字表示钢中平均碳的质量分数(%),当 $w(C) \geq 1.0\%$ 时不标出, $w(C) < 1.0\%$ 时以千分之几表示。高速钢例外,其 $w(C) < 1.0\%$ 时也不标出。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 etc)、模具(如冲裁模、拉丝模、热锻模等)、量具(如千分尺、塞规等)
特殊性 能钢	1Cr18Ni9Ti 15CrMo	前面一位数字表示钢中平均碳的质量分数,以千分之几表示。当 $w(C) \leq 0.03\%$ 时,钢号前以“00”表示,当 $w(C) \leq 0.08\%$ 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

常用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,所以成为人类最早使用和广泛使用的金属材料之一。根据碳在铸铁中存在的形式及石墨的形态不同,将铸铁分为灰铸铁、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。

表 1-4 常用铸铁的牌号、种类和用途

名称	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	QT400-18	KTH330-08	RuT300	RTCr16 RTSi5
	HT200	QT600-3	KTH370-12	RuT340	
	HT350	QT900-2	KTZ650-02	RuT380	

续表

名称	类 别				
	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	蠕墨铸铁	合金铸铁
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值	“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、阀体、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、气缸盖、活塞环、排气管等	化工机械零件、炉底、坩埚换热器等

2. 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, 为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。常见有色金属及其合金的牌号、种类和用途见表1-5。

表1-5 常用有色金属及其合金牌号、种类和用途

名称	牌 号	应用举例	说 明
纯铜	T1	电线、导电螺钉、储藏器及各种管道等	纯铜分 T1 ~ T4 四种。如 (T1 表示一号铜) 铜的质量分数为 99.95%; T4 含铜量为 99.50%
黄铜	H62	散热器、垫圈、弹簧、各种网、螺钉及其他零件等	“H”表示黄铜, 后面数字表示铜的质量分数, 如 62 表示铜的质量分数为 60.5% ~ 63.5%
纯铝	1070A 1060 1050A	电缆、电器零件、装饰件及日常生活用品等	铝的质量分数为 98% ~ 99.7%
铸铝合金	ZL102	耐磨性中上等, 用于制造载荷不大的薄壁零件等	“Z”表示铸, “L”表示铝, 后面数字表示顺序号。如 ZL102 表示 Al-Si 系 02 号合金

1.2.2 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。这是由于金属材料具有良好的力学性能和工艺性能的缘故。但随着科学技术的发展, 对材料的要求愈来愈高, 不但要求高强度, 而且要求重量轻、耐蚀、耐高温、耐低温和良好的电气