

MACHINERY MANUFACTURING
BASIC ENGINEERING TRAINING



机械制造 基础工程实训

主 编 曾艳明 刘会霞
副主编 马鹏飞 张应龙
主 审 马伟民

MACHINERY MANUFACTURING
BASIC ENGINEERING TRAINING

机械制造 基础工程实训

主 编 曾艳明 刘会霞

副主编 马鹏飞 张应龙

主 审 马伟民

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础工程实训 / 曾艳明, 刘会霞主编. —
镇江: 江苏大学出版社, 2014. 1
ISBN 978-7-81130-603-3

I. ①机… II. ①曾… ②刘… III. ①机械制造工艺
—高等学校—教学参考资料 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 320933 号

机械制造基础工程实训

Jixie Zhizao Jichu Gongcheng Shixun

主 编/曾艳明 刘会霞

责任编辑/吴昌兴 郑晨晖

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/<http://press.ujs.edu.cn>

排 版/镇江新民洲印刷有限公司

印 刷/句容市排印厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/30.25

字 数/736 千字

版 次/2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-603-3

定 价/42.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

前 言

本书根据教育部高等学校机械基础课程指导分委员会制订的“机械制造课程教学基本要求”的有关内容,结合“卓越工程师培养计划”的精神,以及近年来江苏大学在基础工程训练体系和模式方面的探索、改革和实践的成果与经验基础上编写而成。

本书以科学性、实用性、通用性为原则,以工程能力和综合素质培养为根本,面向实践教学,力求培养学生的基本技能、综合运用工艺知识能力、工程素质和创新意识。本书在编写过程中强调“基础知识与技能训练模块化,夯实基础,强化能力;综合能力与基础创新项目化,突出创新,提高素质”的教学理念,并以此确定编写的指导思想和教材特色,主要体现在:

- ① 对基础理论知识以必需、够用为度,着重工程实例的分析与训练;
- ② 按照“提出问题—分析问题—解决问题”的思路组织编写;
- ③ 基于项目驱动教学模式,以实际零件的加工为载体,通过典型实例工艺分析与加工,达到提高工程素质和职业能力的目的。

全书共分为 12 章,主要内容包括:工程材料与热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识、车削加工、铣削加工、磨削加工、钳工、数控加工、特种加工、综合工艺设计与创新训练等。

本书由曾艳明、刘会霞主编,马鹏飞、张应龙副主编,马伟民审阅。参加本书编写的人员有曾艳明、刘会霞、马伟民、马鹏飞、张应龙、葛福才、张松生、杨建新等。

编写过程中参阅并引用了国内外有关教材、手册及相关文献,在此谨向有关作者表示敬意和感谢。

由于编者水平有限,本教材难免有不当之处,敬请同行与读者批评指正!



目 录

第1章 工程材料与热处理	(001)
1.1 工程材料	(001)
1.1.1 工程材料的分类	(001)
1.1.2 金属材料	(002)
1.1.3 非金属材料	(005)
1.2 热处理基础知识	(010)
1.2.1 热处理概述	(010)
1.2.2 退火与正火	(010)
1.2.3 淬火与回火	(012)
1.2.4 表面热处理	(014)
1.2.5 常见热处理缺陷	(016)
1.2.6 常用热处理设备	(017)
1.2.7 热处理安全操作技术规程	(019)
1.3 热处理工艺训练	(020)
1.3.1 退火与正火	(020)
1.3.2 淬火与回火	(022)
1.3.3 热处理工艺综合训练	(024)
第2章 铸 造	(026)
2.1 铸造基础知识	(026)
2.1.1 铸造概述	(026)
2.1.2 砂型铸造生产过程	(027)
2.1.3 铸型	(027)
2.1.4 造型材料	(028)
2.1.5 常用造型工具和工艺装备	(030)
2.1.6 造型方法	(033)
2.1.7 制芯方法	(039)
2.1.8 砂型铸造工艺方案的选择	(041)
2.1.9 浇注系统	(044)
2.1.10 冒口和冷铁	(045)
2.1.11 金属的熔炼、浇注及铸件清理	(046)
2.1.12 特种铸造	(051)
2.1.13 铸件常见缺陷分析	(056)



2.1.14 铸造安全操作规程	(058)
2.2 砂型铸造工艺训练	(059)
2.2.1 黏土型砂的配制训练	(059)
2.2.2 整模造型操作训练	(062)
2.2.3 挖砂造型操作训练	(063)
2.2.4 铸造创新训练	(064)
第3章 锻 压	(067)
3.1 锻压基础知识	(067)
3.1.1 概述	(067)
3.1.2 金属坯料加热及锻件的冷却	(069)
3.1.3 自由锻	(074)
3.1.4 模锻和胎模锻	(084)
3.1.5 冲压	(089)
3.1.6 锻压安全操作规程	(094)
3.2 锻压工艺训练	(094)
3.2.1 手锻方坯	(094)
3.2.2 机锻方坯	(098)
3.2.3 冲制校标	(101)
3.2.4 锻压综合训练	(103)
第4章 焊 接	(107)
4.1 焊接基础知识	(107)
4.1.1 焊接概述	(107)
4.1.2 手工电弧焊	(108)
4.1.3 CO ₂ 气体保护焊	(117)
4.1.4 气焊与气割	(125)
4.1.5 其他焊接工艺方法	(127)
4.1.6 焊接件缺陷分析	(132)
4.1.7 焊接安全操作规程	(135)
4.2 焊接工艺训练	(136)
4.2.1 手工电弧焊操作训练	(136)
4.2.2 CO ₂ 气体保护焊操作训练	(138)
4.2.3 气焊与气割操作训练	(141)
4.2.4 焊接创新训练	(142)
第5章 切削加工基本知识	(145)
5.1 切削加工的运动及切削要素	(145)
5.1.1 切削运动	(145)



5.1.2	切削过程中形成的工件表面	(146)
5.1.3	切削用量	(146)
5.2	金属切削刀具	(148)
5.2.1	刀具的组成及结构	(148)
5.2.2	刀具角度	(149)
5.2.3	刀具材料	(151)
5.3	机械零件的加工质量	(154)
5.3.1	机械加工精度	(154)
5.3.2	公差与配合	(155)
5.3.3	表面粗糙度	(157)
5.4	工件的定位与夹紧	(158)
5.4.1	工件的定位	(158)
5.4.2	工件的夹紧	(165)
5.5	常用量具	(167)
5.5.1	常用长度量具与测量	(167)
5.5.2	常用角度量具与测量	(172)
第6章	车 削	(177)
6.1	车削基础知识	(177)
6.1.1	车削加工	(177)
6.1.2	车床	(178)
6.1.3	车刀	(183)
6.1.4	车床安全操作技术规程	(184)
6.2	车工基本操作	(184)
6.2.1	卧式车床的各种手柄和基本操作	(184)
6.2.2	工件的安装	(186)
6.2.3	刀具的安装	(191)
6.2.4	刀具刃磨	(192)
6.3	车削加工工艺训练	(194)
6.3.1	车削外圆、端面与台阶	(194)
6.3.2	车槽与切断	(197)
6.3.3	车削圆锥面、成形面及滚花	(203)
6.3.4	车床上孔的加工	(208)
6.3.5	车削螺纹	(209)
6.3.6	车削创新加工训练	(215)
第7章	铣削加工	(219)
7.1	铣削基础知识	(219)
7.1.1	铣床	(220)

7.1.2	铣刀	(221)
7.1.3	铣削加工	(223)
7.1.4	铣刨实习安全操作规程	(226)
7.2	铣工基本操作	(227)
7.2.1	铣床的变速与进给操作	(227)
7.2.2	工件的安装	(229)
7.2.3	铣刀的安装	(234)
7.3	铣削加工工艺训练	(235)
7.3.1	铣削平面	(235)
7.3.2	铣削台阶和沟槽	(238)
7.3.3	铣削正多边形	(247)
7.3.4	铣削综合训练	(251)
7.4	刨削加工简介	(256)
7.5	齿形加工简介	(259)
7.5.1	齿轮概述	(259)
7.5.2	齿轮加工的方法	(260)
第8章	磨削加工	(265)
8.1	磨削加工基础知识	(265)
8.1.1	磨削的特点及应用	(265)
8.1.2	磨削的基本运动及功用	(267)
8.1.3	常用磨削机床	(268)
8.1.4	砂轮的组成、特性及选用	(274)
8.1.5	磨床安全操作技术规程	(283)
8.2	磨床的基本操作	(285)
8.2.1	砂轮的检查、安装、平衡和修整	(285)
8.2.2	外圆磨削方法	(288)
8.2.3	平面磨床的基本操作	(293)
8.3	磨削加工工艺训练	(294)
第9章	钳工	(297)
9.1	钳工基础知识	(297)
9.1.1	钳工工作特点	(297)
9.1.2	钳工常用设备和工具	(298)
9.1.3	钳工安全操作技术要求	(300)
9.2	钳工工艺训练	(300)
9.2.1	划线、锯削、锉削及铰削	(300)
9.2.2	孔加工	(313)
9.2.3	螺纹加工	(317)



9.2.4 钳工创新训练	(321)
9.3 装配	(327)
9.3.1 装配概述	(327)
9.3.2 典型连接件的装配方法	(328)
9.3.3 机器的装配和拆卸	(334)
9.3.4 装配自动化	(335)
第10章 数控加工	(338)
10.1 数控加工基础知识	(338)
10.1.1 数控与数控加工	(338)
10.1.2 数控机床坐标系	(341)
10.1.3 数控机床安全操作技术规程	(342)
10.2 数控车床	(343)
10.2.1 数控车床概述	(343)
10.2.2 数控车床编程基础	(345)
10.2.3 数控车床基本操作	(349)
10.2.4 数控车床加工工艺训练	(352)
10.3 数控铣床及加工中心	(356)
10.3.1 数控铣床及加工中心概述	(356)
10.3.2 数控铣床及加工中心的编程基础	(359)
10.3.3 数控铣床及加工中心的基本操作	(365)
10.3.4 数控铣床及加工中心加工工艺训练	(367)
10.4 数控加工创新训练	(372)
10.4.1 工艺挂件的创意制作	(372)
10.4.2 爱心印章的创意制作	(373)
10.4.3 八骏图镇纸的创意制作	(374)
第11章 特种加工	(376)
11.1 特种加工概述	(376)
11.1.1 特种加工的特点	(376)
11.1.2 特种加工的分类	(376)
11.2 电火花线切割加工	(378)
11.2.1 电火花线切割加工的原理、特点及分类	(378)
11.2.2 电火花线切割加工机床	(379)
11.2.3 DK7732 线切割加工基本操作	(383)
11.2.4 电火花线切割加工工艺训练	(386)
11.2.5 电火花线切割加工创新训练	(390)
11.3 电火花成型加工	(392)
11.3.1 电火花成型加工的原理和特点	(392)



11.3.2	电火花成型加工机床	(393)
11.3.3	SE 电火花成型加工基本操作	(395)
11.3.4	电火花成型加工工艺训练	(398)
11.4	激光加工	(404)
11.4.1	激光加工的原理、特点及其应用	(404)
11.4.2	激光加工机床	(406)
11.4.3	LD802 多功能激光加工机床操作	(408)
11.4.4	激光切割加工工艺训练	(409)
11.5	超声波加工	(411)
11.5.1	超声波加工的原理和特点	(411)
11.5.2	超声波加工设备组成	(412)
11.5.3	超声波加工的应用	(413)
11.5.4	超声波加工的操作加工训练	(415)
11.6	快速成型加工	(416)
11.6.1	立体印刷(光敏树脂液相固化成型)	(416)
11.6.2	薄片分层实体制造	(418)
11.6.3	熔融沉积制造	(418)
11.6.4	选择性激光烧结	(419)
11.7	注塑加工	(420)
11.7.1	注塑基础知识	(420)
11.7.2	注塑机及其分类	(421)
11.7.3	注塑成型的操作工艺训练	(424)
第 12 章	综合工艺设计与创新训练	(428)
12.1	生产过程与工艺过程	(428)
12.1.1	生产过程	(428)
12.1.2	工艺过程	(430)
12.1.3	安全生产与环保	(434)
12.2	机械加工工艺规程概述	(438)
12.2.1	基本概念	(438)
12.2.2	毛坯的选择	(442)
12.2.3	工艺路线的确定	(443)
12.2.4	定位基准的选择	(448)
12.2.5	工艺方案的技术经济性分析	(450)
12.3	综合创新训练	(454)
12.3.1	创新概念	(454)
12.3.2	创新设计与制作的特点和制作步骤	(455)
12.3.3	创新训练实例	(456)
参考文献		(473)



第 1 章

工程材料与热处理

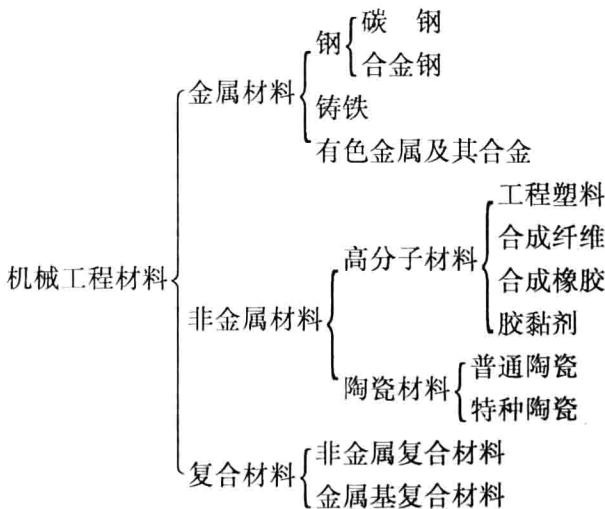
1.1 工程材料

1.1.1 工程材料的分类

材料是现代文明的三大支柱之一,也是发展国民经济和机械工业的重要物质基础。材料作为生产活动的基本投入之一,对生产力的发展有深远的影响。历史上曾把当时使用的材料当作历史发展的里程碑,如“石器时代”、“青铜器时代”、“铁器时代”等。我国是世界上最早发现和使用金属的国家之一。周朝是青铜器的极盛时期,到春秋战国时期已普遍应用铁器。直到 19 世纪中叶大规模炼钢工业兴起,钢铁才成为最主要的工程材料。

科学技术的进步推动了材料工业的发展,使新材料不断涌现。石油化学工业的发展促进了合成材料的兴起和应用;20 世纪 80 年代特种陶瓷材料又有很大进展。因此现代材料种类繁多,据粗略统计,目前世界上的材料已达 40 余万种,并且每年约以 5% 的速率增加。材料有许多不同的分类方法,机械工程中使用的材料按其结合键的性质常分为如表 1-1 所示的 3 类。

表 1-1 工程材料的分类





按零件在机械或机器中实现的功能,又将制造零件的材料分为结构材料和功能材料。用于制造实现运动和传递动力的零件的材料称为结构材料,用于制造实现其他功能的零件的材料称为功能材料。功能材料是利用物质的各种物理和化学特性及其对外界环境敏感的反应,从而实现各种信息处理和能量转换,主要有弹性材料、膨胀材料、形状记忆合金和磁性材料等。机械工程中大量使用各类结构材料。

上述3类工程材料在性能上各有优缺点。集中各类材料的优异性能于一体,充分发挥各类材料的潜力,则制成了各种复合材料。

1.1.2 金属材料

金属材料是人们最为熟悉的一种材料,机械制造、交通运输、建筑、航天航空、国防与科学技术等各个领域都需要使用大量的金属材料,因此金属材料在现代工农业生产中占有极其重要的地位。

金属材料是由金属元素或以金属元素为主,其他金属或非金属元素为辅构成的,并具有金属特性的工程材料。金属材料的品种繁多,工程上常用的金属材料主要有钢铁及有色金属等。

金属材料中使用最多的是钢铁,钢铁是世界上的头号金属材料,年产量高达数亿吨。钢铁材料广泛应用于工农业生产及国民经济各部门。例如,各种机器设备上大量使用的轴、齿轮、弹簧,建筑上使用的钢筋、钢板,以及交通运输中的车辆、铁轨、船舶等都要使用钢铁材料。通常所说的钢铁是钢与铁的总称。实际上钢铁是以铁为基体的铁碳合金,当碳质量分数大于2.11%时称之为铁,当碳质量分数小于2.11%时称之为钢。

为了改善钢的性能,人们常在钢中加入硅、锰、铬、镍、钨、钼、钒等合金元素,它们各有各的作用,有的提高强度,有的提高耐磨性,有的提高抗腐蚀性能等等。在冶炼时有目的地向钢中加入合金元素就形成了合金钢。钢中合金元素含量虽然不多,但具有特殊的作用,就像炒菜时放入少量的味精一样,含量不多但味道鲜美。合金钢种类很多,按照它们的性能与用途不同,合金钢可分为合金结构钢、合金工具钢、不锈钢、耐热钢、超高强度钢等。

人们可以按照生产实际提出的使用要求,加入不同的合金元素而设计出不同的钢种。例如,切削工具要求其具有较高的硬度及耐磨性,在切削速度较快、温度升高时其硬度不下降。按照这样的使用要求,人们设计了一种称为高速工具钢的刀具材料,其中含有钨、钼、铬等合金元素。钢的生锈、化工设备及船舶壳体等的损坏都与腐蚀有关,据不完全统计,全世界因腐蚀而损坏的金属构件约占其产量的10%。人们经过大量试验发现,在钢中加入13%的铬元素后,钢的抗蚀性能显著提高,如在钢中同时加入铬和镍,还可以形成具有新的显微组织的不锈钢。至此,人们设计出了一种能够抵抗腐蚀的不锈钢。

有色金属包括铝、铜、钛、镁、锌、铅及其合金等,虽然它们的产量及使用量不如钢铁材料多,但由于它们具有某些独特的性能和优点,从而使其成为当代工业技术中不可缺少的材料。

由于金属材料的历史悠久,因而在材料的制备、加工、使用及材料的研究等方面已经形成了一套完整的系统,它已经拥有了一整套成熟的生产技术和巨大的生产能力,并且经受了在长期使用过程中各种环境的考验,具有稳定可靠的质量,以及其他任何材料不



能完全替代的优越性能。金属材料的另一个突出优点是具有高的性能价格比,在所有的材料中,除了水泥和木材外,钢铁是最便宜的材料,它的使用可谓量大面广,经济实用。由于金属材料具有这些成熟稳定的工艺、大规模的现代装备以及高的性能价格比,因而它具有强大的生命力,在国民经济中占有首屈一指的重要位置。

此外,为了适应科学技术的高速发展,人们还在不断推陈出新,进一步发展新型的、高性能的金属材料,比如超高强度钢、高温合金、形状记忆合金、高性能磁性材料、储氢合金等。

1. 常用金属材料

(1) 碳素钢

碳素钢是指碳的质量分数小于 2.11% 和含有少量硅、锰、硫、磷等杂质元素所组成的铁碳合金,简称碳钢。其中锰、硅是有益元素,对钢有一定强化作用;硫、磷是有害元素,分别增加钢的热脆性和冷脆性,应严格控制。碳钢的价格低廉、工艺性能良好,在机械制造中应用广泛。常用碳钢的牌号及用途见表 1-2。

表 1-2 碳钢的牌号、应用及说明

名称	牌号	应用举例	说明
碳素结构钢	Q215A 级	承受载荷不大的金属结构件,如薄板、铆钉、垫圈、地脚螺栓及焊接件等	碳素钢的牌号是由代表钢材屈服点的字母 Q、屈服点值、质量等级符号、脱氧方法 4 个部分组成。其中质量等级共分 4 级,分别以 A、B、C、D 表示
	Q235A 级	金属结构件、钢板、钢筋、型钢、螺母、连杆、拉杆等, Q235C、D 可用作重要的焊接件	
优质碳素结构钢	15	强度低,塑性好,一般用于制造受力不大的冲压件,如螺栓、螺母、垫圈等。经过渗碳处理或氰化处理可用作表面要求耐磨、耐腐蚀的机械零件,如凸轮、滑块等	牌号的两位数字表示平均碳质量分数的万分数,45 号钢即表示平均碳质量分数为 0.45%。含锰量较高的钢,须加注化学元素符号“Mn”
	45	综合力学性能和切削加工性均较好,用于强度要求较高的重要零件,如曲轴、传动轴、齿轮、连杆等	
碳素工具钢	T8T8A	有足够的韧性和较高的硬度,用于制造能承受振动的工具,如钻中等硬度的岩石的钻头、简单模子、冲头等	用“碳”或“T”,后附以平均碳质量分数的千分数表示,有 T7 ~ T13,平均碳质量分数为 0.7% ~ 1.3%
碳素铸钢	ZG200 - 400	有良好的塑性、韧性和焊接性能,用于受力不大、要求韧性好的各种机械零件,如机座、变速箱壳等	“ZG”代表铸钢。其后面第一组数字为屈服点(MPa);第二组数字为抗拉强度(MPa)。ZG200 - 400 表示屈服强度为 200 MPa,抗拉强度为 400 MPa 的碳素铸钢

(2) 合金钢

为了改善和提高钢的性能,在碳钢的基础上加入其他合金元素的钢称为合金钢。常用的合金元素有硅、锰、铬、镍、钨、钼、钒、稀土元素等。合金钢还具有如耐低温、耐腐蚀、



高磁性、高耐磨性等良好的特殊性能,它在工具以及力学性能、工艺性能要求高的、形状复杂的大截面零件或有特殊性能要求的零件方面得到了广泛应用。常用合金钢的牌号、用途见表 1-3。

表 1-3 合金钢的牌号、性能及用途

种 类	牌 号	性能及用途
普通低合金结构钢	9Mn2, 10MnSiCu, 16Mn, 15MnTi	强度较高, 塑性良好, 具有焊接性和耐蚀性, 用于建造桥梁、车辆、船舶、锅炉、高压容器、电视塔等
渗碳钢	20CrMnTi, 20Mn2V, 20Mn2TiB	心部的强度较高, 用于制造重要的或承受重载荷的大型渗碳零件
调质钢	40Cr, 40Mn2, 30CrMo, 40CrMnSi	具有良好的综合力学性能(高的强度和足够的韧性), 用于制造一些复杂的重要机器零件
弹簧钢	65Mn, 60Si2Mn, 60Si2CrVA	淬透性较好, 热处理后组织可得到强化, 用于制造承受重载荷的弹簧
滚动轴承钢	GCr9, GCr15, GCr15SiMn	用于制造滚动轴承的滚珠、套圈

(3) 铸铁

碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。由于铸铁含有的碳和杂质较多, 其力学性能比钢差, 不能锻造。但铸铁具有优良的铸造性、减振性、耐磨性等特点, 加之价格低廉、生产设备和工艺简单, 是机械制造中应用最多的金属材料。资料表明, 铸铁件占机器总质量的 45% ~ 90%。常用铸铁的牌号、用途见表 1-4。

表 1-4 铸铁的牌号、应用及说明

名称	牌 号	应用举例	说 明
灰铸铁	HT150	用于制造端盖、泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮; 一般机床底座、床身、滑座、工作台等	“HT”为“灰铁”两字汉语拼音的第一个字母, 后面的一组数字表示 $\phi 30$ 试样的最低抗拉强度。如 HT200 表示灰口铸铁的抗拉强度为 200 MPa
	HT200	承受较大载荷和较重要的零件, 如汽缸、齿轮、底座、飞轮、床身等	
球墨铸铁	QT400-18 QT450-10 QT500-7 QT800-2	广泛用于机械制造业中受磨损和受冲击的零件, 如曲轴(一般用 QT500-7)、齿轮(一般用 T450-10)、汽缸套、活塞环、摩擦片、中低压阀门、千斤顶座、轴承座等	“QT”是球墨铸铁的代号, 它后面的数字表示最低抗拉强度和最低伸长率。如 QT500-7 即表示球墨铸铁的抗拉强度为 500 MPa; 伸长率为 7%
可锻铸铁	KTH300-06 KTH330-08 KTZ450-06	用于受冲击、振动等零件, 如汽车零件、机床附件(如扳手)、各种管接头、低压阀门、农具等	“KTH”, “KTZ”分别是黑心和白心可锻铸铁的代号, 它们后面的数字分别代表最低抗拉强度和最低伸长率

(4) 有色金属及其合金

有色金属的种类繁多, 虽然其产量和使用不及黑色金属, 但它由于具有某些特殊性



能,已成为现代工业中不可缺少的材料。常用有色金属及其合金的牌号、应用见表 1-5。

表 1-5 有色金属及其合金的牌号、应用及说明

名 称	牌 号	应用举例	说 明
纯 铜	T1	电线、导电螺钉、贮藏器及各种管道等	纯铜分 T1 ~ T4 四种。如 T1(1 号铜)铜的质量分数为 99.95%;T4 铜的质量分数为 99.50%
普通黄铜	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 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,用于制造负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,ZL102 表示 Al-Si 系 02 号合金

2. 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见表 1-6。

表 1-6 金属材料的性能

性能名称		性 能 内 容
物理性能		包括密度、熔点、导电性、导热性、磁性等
化学性能		金属材料抵抗各种介质的侵蚀能力,如抗腐蚀性能等
使用性能	力学性能	强度 在外力作用下材料抵抗变形和破坏的能力,分为抗拉强度 σ_b 、抗压强度 σ_{bc} 、抗弯强度 σ_{bb} 、抗剪强度 σ_r ,单位均为 MPa
	硬度	衡量材料软硬程度的指标,较常用的硬度测定方法有布氏硬度(HBS,HBW)、洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)等
	塑性	在外力作用下材料产生永久变形而不发生破坏的能力。常用指标是伸长率 $\delta(\%)$ 和断面收缩率 $\psi(\%)$, δ 和 ψ 愈大,材料塑性愈好
	冲击韧性	材料抵抗冲击力的能力。常把各种材料受到冲击破坏时,消耗能量的数值作为冲击韧性的指标,用 $a_k(J/cm)$ 表示。冲击韧度值主要取决于塑性、硬度,尤其是温度对冲击韧度值的影响具有更重要的意义
	疲劳强度	材料在多次交变载荷作用下而不致引起断裂的最大应力
工艺性能		包括热处理工艺性能、铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能等

1.1.3 非金属材料

1. 高分子材料

(1) 高分子材料基础知识

高分子材料是以高分子化合物为主要成分,与各种添加剂配合而形成的材料。它主要包括合成树脂、合成橡胶和合成纤维三类。高分子化合物是指相对分子质量大于 10^4 的有机化合物。常见高分子材料的相对分子质量位于 $10^4 \sim 10^6$ 。

高分子化合物是由大量的大分子构成的,而大分子是由一种或多种低分子化合物通



过聚合连接起来的链状或网状的分子,因此高分子化合物又称高聚物或聚合物。分子的化学组成及聚集状态不同,因而形成性能各异的高聚物。

组成高分子化合物的低分子化合物称为单体。大分子链中的重复单元称为链节,链节的重复数目称为聚合度。一个大分子的相对分子质量(M)是其链节相对分子质量(m)与聚合度(n)的乘积,即 $M = m \times n$ 。由于聚合度的不同,因此高分子化合物的相对分子质量是一个平均值。例如,聚氯乙烯大分子是由氯乙烯重复连接而成,其单体为 $[\text{CH}_2 = \text{CHCl}]$,链节为 $[-\text{CH}_2 - \text{CHCl}-]$, $m = 62.5$, $n = 800 \sim 2\,400$,因此可以算出 M 约为 $50\,000 \sim 150\,000$ 。

高聚物的命名方法很多,目前尚没有完全统一的方法。常见的有以下两种:

① 根据单体的名称命名。把形成高聚物的单体作为基础,在前面加一个“聚”字。如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲醛、聚己内酰胺等。

有时,单体有 2 种或 2 种以上时,常把单体的名称(或它们的缩写)写在前面,在其后加“树脂”或“橡胶”字样,后面加上的字样主要根据该种聚合物通常的用途来定,如苯酚甲醛树脂(简称“酚醛树脂”)、丁苯橡胶(由丁二烯和苯乙烯聚合而成)、ABS 树脂(由丙烯腈、丁二烯和苯乙烯共聚合而成)等。

② 习惯上的命名或商品名称。这种方法完全是习惯上的命名法,或者纯属商品名称。例如,聚酰胺的商品名称为尼龙;聚对苯二甲酸乙二醇酯的商品名称为涤纶;聚丙烯腈的商品名称为腈纶,又叫人造羊毛;聚甲基丙烯酸甲酯俗称有机玻璃。为简化起见,聚合物的名称常以英文缩写符号来表示,如聚甲基丙烯酸甲酯的符号是 PMMA,聚乙烯的符号是 PE 等。

(2) 工程塑料

塑料是一类以天然或合成树脂为主要成分,在一定温度、压力条件下经塑制成形,并在常温下能保持形状不变的高分子工程材料。

塑料的主要成分是合成树脂,此外还包括增强材料、增塑剂、固化剂、润滑剂、稳定剂、着色剂、阻燃剂等各种添加剂。树脂在一定的温度、压力下可软化并塑造成形,它决定了塑料的基本属性,并起到黏结剂的作用。其他添加剂是为了弥补或改进塑料的某些性能。例如,木粉、碎布、纤维等填料主要起增强和改善性能作用,其用量可达 20% ~ 50%。因此,塑料的性能主要取决于合成树脂本身,但添加剂也起很大作用。

塑料具有一定的耐热、耐寒及良好的力学、电气、化学等综合性能,可以替代非铁金属及其合金,作为结构材料制造机器零件或工程结构。塑料以其质轻、耐蚀、电绝缘,具有良好的耐磨和减磨性,良好的成形工艺性等特性以及资源丰富而成为应用广泛的高分子材料,在工农业、交通运输业、国防工业及日常生活中均得到广泛应用。

塑料的不足之处是强度、硬度较低,耐热性差,易老化、易蠕变等。对于金属材料,超过再结晶温度才有蠕变现象,而塑料在室温受到载荷作用后就会产生蠕变现象,甚至发生蠕变断裂。

工程塑料一般有以下两种分类方式:

① 按树脂受热的行为分为热塑性塑料与热固性塑料两大类。

热塑性塑料的特点是受热软化、熔融,具有可塑性,冷却后坚硬,再受热又可软化,可重复使用而其基本性能不变,可溶解在一定的溶剂中。它们的优点是加工成形简便,机

械性能好,缺点是耐热性和刚性比较差。

热固性塑料的特点是一次成形后,质地坚硬、性质稳定,不再溶于溶剂中,受热不变形,不软化,不能回收。它们的优点是耐热性高,受压不易变形,缺点是机械性能不好,但可通过加入填料来改善。

② 按应用范围可分为通用塑料、工程塑料和耐热塑料3类。

通用塑料是指产量大、成本低、用途广的塑料(如聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯等),它们的产量占塑料总产量的75%以上。

工程塑料是指应用于工业产品或在工程技术中作为结构、零件、外观和装饰的塑料,具有高强度或耐热、耐蚀等特点,如ABS,聚四氟乙烯、酰胺等。

耐热塑料是指能在较高温度下工作的各种塑料。例如,聚四氟乙烯、聚三氟氯乙烯、有机硅树脂、环氧树脂等。这些塑料的工作温度可达100~200℃。

常用的热塑性工程塑料有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和聚丙烯、ABS塑料、聚碳酸酯、有机玻璃、聚甲醛和聚酰胺(尼龙)等。

与热塑性工程塑料相比,热固性工程塑料的主要优点是硬度和强度高,刚度大,耐热性优良,使用温度范围远高于热塑性工程塑料;其主要缺点是成形工艺较复杂,常常需要较长时间加热固化,而且不能再成形,不利于环保。常用的热固性工程塑料有酚醛塑料、环氧塑料和有机硅塑料等。

(3) 工业橡胶

① 工业橡胶的基本概念。

橡胶也是一种高分子材料。工业橡胶是以生胶为原料,加入适量配合剂,经硫化后组成的高弹体。高弹性是橡胶性能的主要特征,同时它还具有良好的耐磨、隔音、阻尼性和绝缘性。

橡胶的缺点是受氧化、光照射易老化,失去弹性。大部分橡胶不耐酸、碱、油及有机溶剂。因此,橡胶制品在使用时应注意以下事项:尽量避免氧化、光照、高温和低温,不工作时应处于松弛状态,不与酸、碱、油类及有机溶剂接触。

② 工业橡胶的分类及应用。

橡胶品种很多,按其原料来源可分为天然橡胶和合成橡胶两大类;按其用途可分为通用橡胶和特种橡胶。凡是性能与天然橡胶相同或相近,物理性能和加工性能较好,能广泛用于轮胎和其他一般橡胶制品的橡胶称为通用橡胶。凡是具有特殊性能,专供耐热、耐寒、耐化学腐蚀、耐油、耐溶剂、耐辐射等特殊性能使用的橡胶制品称为特种橡胶。应指出,通用橡胶和特种橡胶之间并无严格的界限。

2. 陶瓷材料

陶瓷是由天然或人工合成的粉状矿物原料和化工原料组成,经过成形和高温烧制而成的,由金属和非金属元素构成化合物反应生成的多晶体相固体材料。

(1) 陶瓷的性能

陶瓷的种类繁多,不同的陶瓷性能差异很大。即使同一类陶瓷,它们的性能波动范围也很大,但是它们还是存在以下一些共同特性:

① 力学性能。陶瓷的弹性模量比金属高,硬度几乎是各类材料中最高的,抗压强度高,但脆性大,抗拉强度低,塑性和韧性也很小。