

机械设计基础

主 编 罗文翠 安美玲
副主编 孙 伟 杨永萍
主 审 徐创文

(非机类)



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

机械设计基础（非机类）

主 编 罗文翠 安美玲

副主编 孙 伟 杨永萍

主 审 徐创文

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书按照高职高专应用型人才的培养目标和教学要求编写,主要包括高职高专非机械类专业(如电气自动化技术、电力系统自动化技术、供用电技术、检测技术及应用、生产过程自动化技术、楼宇智能化工程技术、电子信息工程技术、通信技术、计算机应用技术、计算机系统维护、应用电子技术、工业企业管理等)需要了解的机械设计基础知识。全书共 10 章,内容包括机械工程材料及力学性能、机械力学基础、机械传动、液压传动、机械加工基础及现代加工技术五部分内容。

本书可作为高职高专院校非机械类专业学生学习机械基础课程的教材,也可供相关工程技术人员参阅。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础(非机类)/罗文翠,安美玲主编. —北京:电子工业出版社,2010.2

ISBN 978-7-121-10272-1

I. 机… II. ①罗… ②安… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 013230 号

策划编辑:李 洁

责任编辑:刘真平

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15 字数:383.7 千字

印 次:2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

现今高职高专专业设置岗位针对性强，同时对知识、能力的复合性要求高，许多高职高专非机械类专业需要初步的机械工程基础知识，这也是编写本书的主要原因。鉴于非机械类专业种类繁多，对机械基础知识的内容要求也不尽相同，因此，本书取材范围广泛，以便能够适应多数专业的需要。全书共 10 章，内容包括机械工程材料及力学性能、机械力学基础、机械传动、液压传动、机械加工基础及现代加工技术五部分内容。其中标注“*”号的内容为选学内容，各专业根据课时安排自行选择。

本书按照高职高专应用型人才的培养目标和教学要求编写，内容覆盖面广，包括了机械设计与机械制造的各方面知识；结合工程实际问题，针对非机械专业的特点，对基本概念和基本理论的阐述深入浅出，其数学推导过程将尽力简化或从略，各章节的知识深广度以“够用为度”，并力求“少而精”；贯彻最新的国家标准；引入新材料、新工艺、新技术的基本知识。

本书可作为高职高专院校非机械类专业学生学习机械基础课程的教材，也可供相关工程技术人员参阅。

本书由兰州工业高等专科学校罗文翠、安美玲主编。第 1 章由罗文翠、唐林虎编写，第 5、7 章由罗文翠编写，第 2、3 章由唐林虎编写，第 4、6 章及附录由安美玲编写，第 8 章由杨永萍编写，第 9、10 章由孙伟、易湘斌编写。

本书审稿人为兰州工业高等专科学校徐创文教授。

本书编写过程中得到了兰州工业高等专科学校有关领导和老师的大力支持，谨在此向他们表示感谢。

限于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者
2009 年 9 月

目 录

第1篇 机械工程材料及力学性能	1
第1章 机械工程材料	2
1.1 金属材料的性能	3
1.1.1 金属材料的力学性能	3
1.1.2 金属材料的物理、化学性能	4
1.1.3 金属材料的工艺性能	5
1.2 常用金属材料	6
1.2.1 工业用钢	6
1.2.2 铸铁	8
1.2.3 非铁金属及其合金	9
1.3 非金属材料	12
1.3.1 高分子材料	12
1.3.2 陶瓷	13
1.3.3 复合材料	13
1.3.4 汽车运行材料	13
*1.4 新型材料简介	15
*1.5 选择零件材料的基本原则	16
*1.6 毛坯的选择	17
本章实例	18
思考题与习题	19
*第2篇 机械力学基础	20
第2章 机构的受力分析与平衡	21
2.1 刚体的受力分析	22
2.1.1 基本概念	22
2.1.2 刚体与平衡的概念	23
2.1.3 静力学公理与原理	23
2.1.4 约束和约束反力	25
2.1.5 物体的受力分析及受力图	29
2.2 平面机构的受力分析	30
2.2.1 平面汇交力系的合成	30
2.2.2 力矩和平面力偶系	32
2.2.3 固定端约束	35
2.2.4 平面任意力系的平衡	36
思考题与习题	42



第3章 杆件的受力变形及其应用分析	44
3.1 概述	45
3.1.1 构件正常工作的基本要求	45
3.1.2 变形固体及其基本假设	45
3.1.3 构件变形的基本形式	45
3.2 轴向拉伸与压缩	46
3.2.1 轴向拉伸与压缩概念	46
3.2.2 拉伸和压缩时的内力、截面法、轴力与轴力图	47
3.2.3 轴向拉(压)杆的应力	48
3.2.4 轴向拉(压)杆的变形	49
3.2.5 材料在拉伸和压缩时的力学性质	50
3.2.6 构件的失效、许用应力与轴向拉(压)杆的强度计算	52
3.3 剪切与挤压	54
3.3.1 剪切的实用计算	54
3.3.2 挤压的实用计算	55
3.4 扭转	56
3.4.1 圆轴扭转变形的概念和外力偶矩的计算	56
3.4.2 圆轴扭转时的内力	57
3.4.3 圆轴扭转时横截面上的应力	59
3.4.4 圆轴扭转时强度与刚度的计算	61
3.5 弯曲	62
3.5.1 直梁平面弯曲的概念与梁的简化	62
3.5.2 梁弯曲内力	63
3.5.3 剪力图与弯矩图	65
3.5.4 纯弯曲时梁横截面上的正应力	67
3.5.5 梁弯曲时的强度计算	69
3.5.6 提高梁弯曲强度的措施	70
思考题与习题	72
第3篇 机械传动	76
第4章 常用机构	77
4.1 机构概述	78
4.1.1 机构	78
4.1.2 运动副	78
4.1.3 机构运动简图	80
4.2 平面连杆机构	82
4.2.1 铰链四杆机构的类型和应用	82
4.2.2 平面四杆机构的工作特性	86
4.2.3 铰链四杆机构的演化	87

4.3 凸轮机构	89
4.3.1 凸轮机构的特点和应用	89
4.3.2 凸轮机构的类型	90
*4.4 螺旋机构	91
4.4.1 普通螺旋机构	92
4.4.2 滚珠螺旋机构	95
*4.5 间歇运动机构	95
4.5.1 棘轮机构	95
4.5.2 槽轮机构	96
思考题与习题	97
第5章 常用机械传动装置	98
5.1 齿轮传动	99
5.1.1 概述	99
5.1.2 渐开线齿轮	102
5.1.3 直齿圆柱齿轮传动	104
5.1.4 斜齿圆柱齿轮传动的特点及应用	107
5.1.5 圆锥齿轮传动的特点及应用	108
5.2 蜗杆传动	109
5.2.1 蜗杆传动原理及其速比计算	109
5.2.2 蜗杆传动的主要特点	109
5.3 带传动	110
5.3.1 带传动的工作原理和速比	110
5.3.2 带传动的类型	111
5.3.3 带传动的特点与应用	112
5.3.4 V 带的结构与型号	113
5.3.5 带传动的张紧	113
5.4 链传动	114
5.4.1 链传动的工作原理及其速比	114
5.4.2 链传动的分类、特点和应用	115
本章实例	115
思考题与习题	116
第6章 轮系	117
6.1 定轴轮系	118
6.1.1 速比大小的计算	118
6.1.2 输出轴转向的确定	119
*6.2 周转轮系	120
6.2.1 周转轮系的组成	120
6.2.2 速比大小的计算	121

6.2.3 速比符号的确定	122
6.3 轮系的功用	124
思考题与习题	126
第7章 常用机械零件	128
7.1 连接	129
7.1.1 螺纹连接	129
7.1.2 键连接	131
7.2 轴承	134
7.2.1 滑动轴承	134
7.2.2 滚动轴承	135
7.2.3 轴承的润滑与密封	138
7.3 轴	140
7.4 联轴器、离合器	143
7.4.1 联轴器	143
*7.4.2 离合器	144
*7.5 弹簧	147
7.5.1 弹簧的功用	148
7.5.2 弹簧的类型、特点及应用	148
本章实例	149
思考题与习题	150
第4篇 液压传动	151
第8章 液压传动	152
8.1 液压传动基本原理及其特点	153
8.1.1 液压传动的工作原理	153
8.1.2 液压传动的组成	154
8.1.3 液压传动的基本参数	155
8.1.4 液压传动的优缺点	155
8.2 动力元件和执行元件	156
8.2.1 液压泵	156
8.2.2 液压马达	160
8.2.3 液压缸	160
8.3 液压控制元件及其基本回路	162
8.3.1 方向控制阀及其控制回路	163
8.3.2 压力控制阀及其控制回路	166
8.3.3 流量控制阀及其控制回路	170
8.3.4 多缸动作回路	175
8.4 YT4543 型组合机床动力滑台液压系统	176
思考题与习题	178

第 5 篇 机械加工基础及现代加工技术.....	180
第 9 章 机械加工基础.....	181
9.1 金属切削加工的基本概念.....	182
9.1.1 切削时的运动.....	182
9.1.2 切削用量.....	182
9.2 金属切削刀具的几何结构和常用材料.....	183
9.2.1 刀具的几何结构.....	183
9.2.2 刀具材料.....	185
9.2.3 刀具的种类和用途.....	186
9.3 金属切削机床的分类与型号.....	189
9.3.1 金属切削机床的类型.....	190
9.3.2 机床型号的编制方法.....	190
9.4 零件的加工质量.....	193
9.4.1 加工精度.....	193
9.4.2 加工误差.....	194
9.4.3 经济精度.....	195
本章实例.....	196
思考题与习题.....	196
*第 10 章 现代制造技术和特种加工技术.....	198
10.1 现代制造技术.....	199
10.1.1 数控加工技术.....	199
10.1.2 成组技术.....	203
10.1.3 柔性制造系统.....	204
10.1.4 计算机集成制造系统.....	206
10.2 特种加工技术.....	208
10.2.1 电火花加工.....	209
10.2.2 电解加工.....	210
10.2.3 激光束加工.....	211
10.2.4 超声波加工.....	212
思考题与习题.....	213
附录 A 机构运动简图符号 (摘自 GB 4460—84).....	214
附录 B 常用液压与气压图形符号 (摘自 GB/T 786.1—93).....	224

第 1 篇

机械工程材料及力学性能

在机械产品的制造过程中，机械工程技术需要解决的一个主要问题是对机械零件进行材料选择。本篇将从专业技术工作的需要出发，对常用的机械工程材料和力学性能作一基本介绍。



第1章 机械工程材料



本章学习目的

通过本章学习，了解常用金属材料和非金属材料的分类、特点及应用，了解机械零件材料的选择原则。



本章学习要点

- 金属材料的主要性能；
- 常用金属材料和非金属材料的分类、特点及应用；
- 机械零件材料的选择原则。

机械工程材料（machinery engineering materials）是用以制造各种机械零件的材料的统称，通常分为金属材料和非金属材料两大类。目前在机械工业生产中，普遍使用钢铁、铜、铝等金属材料；另外，工程塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料的应用也日趋广泛，并展示出良好的发展前景。

1.1 金属材料的性能

在生产实际中,不同的材料有不同的性能和用途。在选用机械零件材料时,熟悉材料的性能是非常必要的。金属材料的性能包括力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能。

1.1.1 金属材料的力学性能

金属材料受到外力作用时表现出来的性能称为力学性能。力学性能主要是指强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。力学性能是机械零件设计和选材的主要依据。

1. 强度

强度(strength)是指材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。根据受力状况的不同,材料的强度可分为抗拉、抗压、抗剪、抗扭和抗弯强度等。其中,抗拉强度是最基本的强度指标。工程上常用的强度指标有屈服强度 σ_s 和抗拉强度 σ_b 。金属的屈服强度、抗拉强度是通过拉伸实验测定的,拉伸实验在拉伸实验机上进行。实验时,首先将试样装夹在拉伸实验机上,用静拉伸力对试样进行轴向拉伸,直至拉断。在整个拉伸过程中,拉伸实验机会自动记录载荷和试样相应的伸长量。屈服强度是指试样在拉伸过程中开始产生塑性变形时的最小应力值,用 σ_s 表示,对没有明显屈服现象的材料(如铸铁),规定产生0.2%塑性变形时,试样单位面积上所承受的拉力作为屈服强度,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。抗拉强度是指试样在拉断前所能承受的最大应力值,用 σ_b 表示。

2. 塑性

塑性(plastic)是指材料在外力作用下产生塑性变形而不断裂的能力。常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 ψ ,它们在标准试样的拉伸试验中可同时测出。

材料的 δ 和 ψ 越大,材料塑性越好。具有良好塑性的材料,有利于进行锻压、冷压和冷拔等压力加工,也是保证零件工作安全,不发生突然脆断的必要条件。

3. 硬度

硬度(hardness)是指材料表面抵抗硬物压入的能力,是衡量材料软硬的依据。硬度的测试方法很多,生产中常用布氏硬度试验法和洛氏硬度试验法两种。

(1) 布氏硬度试验法

如图1-1所示,用一直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球为压头,在载荷 P 的作用下压入被测试材料的表面,保持一定时间后卸除载荷,测量材料表面留下的压痕直径,以压痕的单位面积所承受的平均压力作为被测材料的布氏硬度值。

在实际应用中,布氏硬度值一般不用计算方法求得,而是先测出压痕直径,然后从专门的硬度表中查得相应的布氏硬度值。

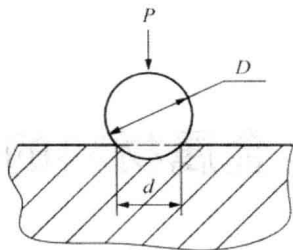


图 1-1 布氏硬度测试原理

布氏硬度指标有 HBS 和 HBW 两种。前者压头为淬火钢球,适用于布氏硬度值低于 450 的材料;后者压头为硬质合金,适用于布氏硬度值为 450~650 的材料。布氏硬度试验法常用于测定经退火、正火、调质处理的钢及铸铁、有色金属的硬度,但因压痕较大,不宜测试成品或薄壁金属的硬度。

(2) 洛氏硬度试验法

用一锥顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588mm (1/16 英寸) 的淬火钢球为压头,在规定载荷作用下压入被测试材料表面,保留一定时间后,卸除主载荷,然后可直接从硬度计的指示盘上读出硬度值。常用的洛氏硬度指标有 HRA、HRB、HRC 三种。

洛氏硬度试验法操作简便,压痕小,可以直接测定薄壁件和成品件,且硬度测试范围大。但因压痕小,准确度较差,故需在零件的不同部位测量数点,取其平均值。

4. 冲击韧性

冲击韧性 (percussive tenacity) 用以反映金属材料在冲击载荷作用下抵抗破坏的能力,其值以冲击韧度 A_K 来表征。冲击韧度是通过冲击试验测定的。冲击试验中一次冲断试样单位截面积所消耗的冲击吸收功即为 A_K ,其大小可从冲击试验机的刻度盘上直接读出。 A_K 值越大,材料的韧性就越好,在受到冲击时越不容易断裂。

5. 疲劳强度

疲劳强度 (fatigue strength) 是指材料抵抗疲劳破坏的能力。疲劳破坏是指材料在交变应力作用下的破坏。

测试材料的疲劳强度,最简单的方法是旋转弯曲疲劳试验。实验测得的材料所受循环应力 σ 与其断裂前的应力循环次数 N 的关系曲线称为疲劳曲线,如图 1-2 所示。由图中可以看出,循环应力越小,则材料断裂前所承受的循环次数越多。当应力降低到某一值时,曲线趋于水平,即表示在该应力作用下,材料经无数次的应力循环而不发生疲劳断裂。工程上规定,材料在循环应力作用下达到某一基数而不断裂时,其最大应力就作为该材料的疲劳极限。按 GB 4337—84 规定,一般钢铁材料的循环次数取 10^7 次。当材料承受对称循环应力时,材料的疲劳极限用 σ_{-1} 表示。

1.1.2 金属材料的物理、化学性能

1. 物理性能

金属材料的物理性能 (physics property) 主要包括比重、熔点、热膨胀性、导热性、导

电性和磁性等。由于机器零件的用途不同,对金属材料的物理性能要求也有所不同。例如,飞机零件是用比重小、强度高的铝合金制造的,这样可以增加有效载重量;制造内燃机的活塞,要求材料具有较小的热膨胀系数;制造变压器用的硅钢片,要求具有良好的磁性。

金属材料的一些物理性能,对热加工工艺也有一定的影响。例如,导热性对热加工具有十分重要的意义。在进行铸造、锻造、焊接或热处理时,由于导热性的缘故,金属材料在加热或冷却过程中产生内外温度差,导致各部位不同的膨胀或收缩,产生内应力,从而引起金属材料的变形和裂纹。

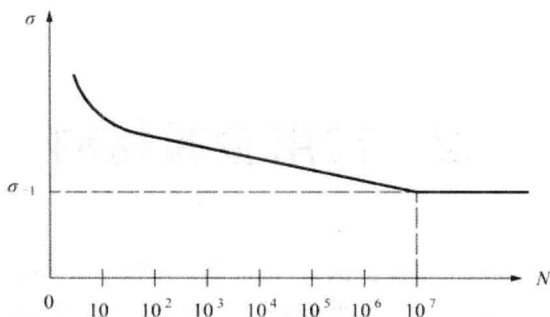


图 1-2 疲劳曲线示意图

2. 化学性能

化学性能(chemistry property)是指金属材料在常温或高温条件下抵抗外界介质对其化学浸蚀的能力。它主要包括耐酸性、耐碱性和抗氧化性等。

一般金属材料的耐酸性、耐碱性和抗氧化性都是很差的,为了满足化学性能的要求,必须使用特殊的合金钢及某些有色金属,或者使之与介质隔离。如化工设备、医疗器械等采用不锈钢,工业用的锅炉、喷气发动机、汽轮机叶片选用耐热钢等。

1.1.3 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指材料加工成形的难易程度。金属材料加工成为零件的四种基本加工方法是:铸造、锻压、焊接和切削加工(通常前三种加工方法称为热加工,而切削加工称为冷加工)。金属材料的工艺性能(technology property)包括加工工艺性能和热处理工艺性能。

按照加工工艺的不同,又分为铸造性、锻造性、焊接性、切削加工性等。工艺性能往往是由物理性能、化学性能和力学性能综合作用所决定的,不能简单用一个物理参数来表示。在生产中,对于导热性差的金属材料(如合金钢,尤其是高合金钢),应采取适当的措施,避免急剧加热或冷却,防止材料产生裂纹。

材料的热处理工艺性(heat treatment capability)是指材料的淬透性、淬硬性、变形开裂倾向、热处理介质的渗透能力等。热处理能够提高和改善钢的力学性能,因此应充分利用热处理来发挥材料的潜力。

据统计,机床、汽车、拖拉机中约 70% 的零件需要进行热处理。各种切削刀具、量具、模具及滚动轴承几乎都必须进行热处理。零件进行铸、锻、焊等热加工后产生的内应力及

表面的硬化，都必须通过热处理来消除。因此，热处理在机械制造工业中占有十分重要的地位。

热处理分为普通热处理和表面热处理，普通热处理是对工件整体进行热处理，根据加热温度和冷却方式不同，又分为退火、正火、淬火、回火。其中退火和正火常作为预先热处理，目的是消除铸、锻件的缺陷和内应力，改善切削加工性能，为最终热处理做组织准备；淬火加回火常作为最终热处理，目的是改善零件的力学性能，从而延长零件的寿命。表面热处理只对工件表层进行热处理，又分为表面淬火和化学热处理。

1.2 常用金属材料

常用金属材料主要指碳钢（非合金钢）、合金钢、铸铁、有色金属（非铁金属合金）等，它们具有优良的性能，是工业领域的主要材料，在国民经济中扮演着重要角色。

1.2.1 工业用钢

钢的性能好，价格低，品种多，规格全，并且可通过热处理改善其力学性能，是工业中用量最大的金属材料。

国家标准 GB/T 13304—91《钢分类》是参照国际标准制定的。该标准比较系统、详细地规定了钢的分类及表示方法。钢按化学成分可分为非合金钢（碳钢）、低合金钢和合金钢（国际标准 ISO 4948/1 分为非合金钢和合金钢）；按用途可分为结构钢、工具钢和特殊性能钢。

1. 碳素钢

碳素钢（carbon steel）是指含碳量小于 2.11%，含有少量硅、锰、磷、硫等杂质元素的铁碳合金。其中硅、锰是有益元素，对钢有一定的强化作用，磷、硫是有害元素，分别增加钢的冷脆性和热脆性，应严格控制。

碳素钢有结构钢和工具钢之分。结构钢是制造一般机械零件和工程结构所用的钢，按质量又分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢。此外，结构钢还包括铸钢。

（1）普通碳素结构钢（简称普通碳钢）

普通碳钢中含碳量在 0.06%~0.38% 之间，有害元素磷、硫含量较高，不需经过热处理，价格便宜，在满足性能要求的情况下，应优先采用。这类钢大多轧制成板材、型材（圆、方、扁、工、槽、角钢等）及异型材（如轻轨等），用于房屋、桥梁、船舶等建筑结构或一些受力不大的机械零件。

普通碳钢牌号的表示方法是用屈服极限“屈”字拼音首字母 Q 和屈服极限数值等组成。例如，Q235 表示屈服极限数值为 235MPa 的普通碳钢。

（2）优质碳素结构钢（简称优质碳钢）

优质碳钢中磷、硫及非金属夹杂物的含量较少，常用于制造需要经过热处理的各种较

重要的机械零件。牌号用两位数字表示,该数字为平均含碳量的万分数。如45钢表示平均含碳量为0.45%。

优质碳钢中08F、10F含碳量低,塑性好,焊接性能好,主要用于制造冷冲压零件和焊接件,属于冷冲压钢。15、20、25钢属于渗碳钢,这类钢强度低,塑性、韧性较高,切削加工性和焊接性能很好,可制造各种受力不大但要求高韧性的零件,还可用做冷冲压件和焊接件。渗碳钢经渗碳淬火后,表面硬度可达60HRC以上,耐磨性好,而心部仍具有很好的韧性,常用于制造表面要求硬度高、耐磨,并承受冲击载荷的零件。30、35、40、45、50、55钢属于调质钢,经热处理后,具有良好的综合力学性能,主要用于要求强度、塑性、韧性都较高的零件,如齿轮、套筒、轴类零件。60、65、70、75、80、85钢属于高碳钢,经过热处理可获得高的弹性极限和硬度,常用于制造弹簧、手工工具及耐磨零件等。

(3) 铸钢

在重型机械、运输机械、冶金设备、国防工业中,许多形状复杂的零件很难用锻压等方法成型,用铸铁又不能满足性能要求,此时通常采用铸钢件,如变速箱体、轧钢机架、水泵体等。铸钢(cast steel)多采用碳素铸钢,当有特殊要求时也可采用合金铸钢。GB/T 11352—1989规定铸钢的牌号用“ZG”表示,后面的两组数字分别表示屈服极限和抗拉强度值,如ZG310-570。

(4) 碳素工具钢

碳素工具钢的牌号用“T”表示,后面的数字为平均含碳量的千分数。若为高级优质钢,则后面加注“A”,如T10A。此类钢含碳量在0.7%以上,经淬火和低温回火后有很高的硬度和耐磨性。一般T7、T8用于制造中等硬度、韧性稍高的工具,如冲头、錾子、木工工具等;T9、T10、T11用于制造高硬度、中等韧性的工具,如手用锯条、丝锥、板牙等,也可用做要求不高的模具;T12、T13具有高的硬度和耐磨性,但韧性低,用于制作量具、锉刀、钻头、刮刀等。

2. 合金钢

为改善和提高钢的性能,在碳钢中加入一定量的合金元素便成为合金钢(alloy steel)。常用的合金元素有硅、锰、铬、镍、铜、钒、钛、稀土元素等。合金钢只有经过热处理,才能使合金元素发挥作用,使其力学性能和特殊性能得到显著提高。合金钢的品种繁多,按用途分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。

1) 合金结构钢

按其用途和热处理特点分为合金渗碳钢、合金调质钢、合金弹簧钢、滚动轴承钢等。除滚动轴承钢外,其余合金结构钢的牌号以钢中含碳量和所含合金元素的种类(元素符号)及含量表示,牌号的首部数字表示平均含碳量的万分数;合金元素符号后面的数字表示该合金元素平均含量的百分数,含量低于1.5%时其后数字可省略。滚动轴承钢是制造滚动轴承的专用钢,其牌号以“滚”或“G”和“元素符号+数字”表示,含碳量不标出,符号Cr后数字表示含铬量的千分数。例如,GCr15表示含Cr量为1.5%。

(1) 合金渗碳钢

渗碳钢是指经渗碳淬火、回火后使用的钢,用于制造表面承受强烈摩擦,并承受动载荷的零件。这类零件要求材料表面具有高硬度,而心部具有较高强度和韧性。常用的合金渗碳钢有20Cr、20Mn2、20CrMnTi、20MnVB、20Cr2Ni4等。

(2) 合金调质钢

调质钢是指经调质处理(淬火加高温回火)后使用的钢,主要用于制造受力情况比较复杂的零件,如机器中传递动力的轴、连杆、齿轮等。这类零件要求具有良好的综合力学性能。常用的合金调质钢有 40Cr、40MnVB、35CrMo、30CrMnSi、40CrMnMo、40CrNiMoA、30CrMnTi 等。

(3) 合金弹簧钢

弹簧在动载荷、交变应力的条件下工作,因此要求制作弹簧的材料具有高强度、高的疲劳极限,足够的塑性、韧性。

弹簧钢是专用结构钢,主要制造各种弹簧和弹性元件。弹簧钢分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢。常用碳素弹簧钢有 55Mn 和 65Mn; 常用合金弹簧钢有 50CrVA 和 60Si2Mn。

(4) 滚动轴承钢

滚动轴承钢是用来制造滚动轴承的内外圈及滚动体的专用钢,也可作为工具钢使用,用于制造精密量具、冷冲模、机床丝杠等耐磨件。它具有高的接触疲劳强度、高的硬度、耐磨性、足够的韧性和淬透性。常用的滚动轴承钢有 GCr9、GCr15 等。

2) 合金工具钢

合金工具钢是在碳素工具钢的基础上加入少量合金元素制成的,由于合金元素的加入,提高了热硬性、耐磨性,改善了热处理性能。合金工具钢的牌号表示方法与合金结构钢相似,但含碳量用一位数字表示,即平均含碳量的千分数,当平均含碳量大于等于 1% 时,可省略。合金工具钢均属高级优质钢,牌号后不标“A”。

合金工具钢常用来制造各种刀具、量具和模具等,对应地有刀具钢、量具钢和模具钢之分。

3) 特殊性能钢

特殊性能钢 (especial property steel) 是指在钢中加入某些合金元素达到一定程度后,钢的组织 and 性能将发生某种特殊变化,从而获得具有特殊性能的合金钢。例如,不锈钢、耐热钢及耐磨钢、超高强度钢、低温用钢、电工用钢等均属于这一类钢。

1.2.2 铸铁

铸铁 (cast iron) 是含碳量大于 2.11% 的铁碳合金。工业上常用的铸铁含碳量一般为 2.5%~4%, 与碳素钢相比,所含的碳和杂质较多,力学性能较差,不能锻造。但它具有优良的铸造性、减振性、耐磨性和切削加工性,而且成本低廉,生产设备和工艺简单,是机械制造中应用最多的金属材料。

根据碳在铸铁中存在形式的不同,常用铸铁有白口铸铁、灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和合金铸铁等。

1. 白口铸铁

白口铸铁中碳以渗碳体的形式存在,断口呈亮白色,故称为白口铸铁。其性能硬而脆,极难切削加工。除制造一些要求表面有高硬度和耐磨的铸件,如冷铸车轮、轧辊等外,一般不用来制造机械零件,主要用做炼钢的原料。