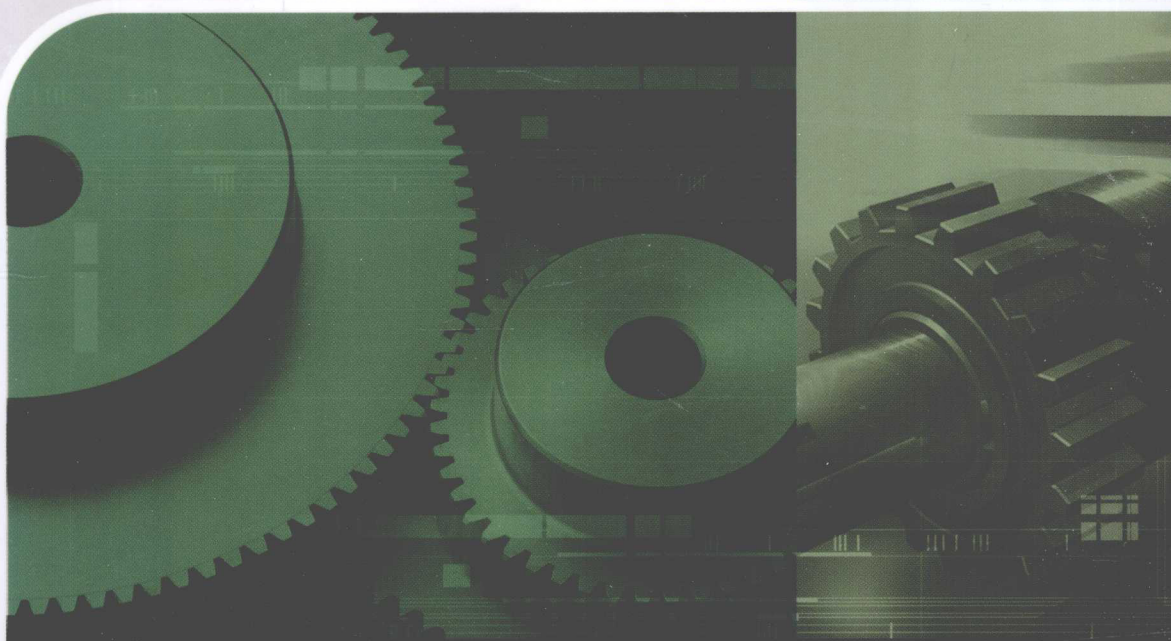




高职高专“十二五”规划教材



机械制造基础

吴明明 闫雪锋 吴水萍 主 编
邱静波 王 慧 李晓英 副主编



经济科学出版社

高职高专“十二五”规划教材

机械制造基础

吴明明 闫雪锋 吴水萍 主 编
邱静波 王 慧 李晓英 副主编

经济科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/吴明明,闫雪锋,吴水萍主编. —北京:经济科学出版社,2010.7

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5058-9616-1

I. ①机… II. ①吴… ②闫… ③吴… III. ①机械制造—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 125237 号

机械制造基础

吴明明 闫雪锋 吴水萍 主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址:北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编:100142

教材编辑中心电话:88191344 发行部电话:88191540

网址:www.esp.com.cn

电子邮件:esphj3@esp.com.cn

北京密兴印刷厂印装

787×1092 16 开 16.5 印张 400 千字

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5058-9616-1 定价:32.80 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

前 言

本教材为适应高等职业学生的实际情况,体现以工作过程为导向,结合多年的教学和实践经验而编写。本教材可作为高等职业技术学院、高等工科专科学校、成人高等院校机械类和近机类各专业教学用书,也可作为有关院校相近专业的教学参考用书。

从职业教育特点出发,本书内容安排深浅合理,通俗易懂,理论联系实际。其特点主要有如下几个方面。

- (1) 突出基本概念、基本原理和基本分析方法的讲解,采用较多的实例代替理论分析。
- (2) 淡化器件内部结构分析,重点介绍器件的符号、特性、功能及应用。
- (3) 尽量降低理论分析、公式推导和计算难度,加大应用实例的篇幅。对一些公式,直接给出结论,忽略推导过程,重点介绍结论的实际意义和应用,以符合高等职业教育的特点。
- (4) 为培养学生的动手能力,拓宽知识面,本书还增加了技能模块,以突出高等职业教育的特色。

本教材由安徽三联学院的吴明明、天津交通职业学院的闫雪锋和武汉工业职业技术学院的吴水萍担任主编,三联学院的邱静波、王慧和湖北工业大学李晓英担任副主编,其中,第1章至第8章及第9章的第一和第二节由吴明明编写;第9章的第三节由闫雪锋编写;第10章的第一节由邱静波编写;第10章的第二节由王慧编写;吴水萍和李晓英负责全书的统筹。

由于时间仓促,书中难免存在不足,请广大读者批评指正,在此表示感谢。

编 者

目 录

第1章 金属材料	1
第一节 金属材料的力学性能	1
第二节 掌握常用金属材料的特点及选用	8
第2章 金属的热处理	17
第一节 理解金属及合金的晶体结构与结晶	17
第二节 理解铁碳合金相图	20
第三节 掌握钢的热处理工艺	23
第3章 非金属材料与新型材料	31
第一节 熟悉常用非金属材料的性能及用途	31
第二节 了解新型材料的基本性质	35
第4章 金属的热加工基础	39
第一节 理解铸造的基本原理、方式及种类	39
第二节 锻压的基本原理、内容及种类	49
第三节 理解焊接的基本原理、过程及种类	57
第四节 零件毛坯的成形方法和选择原则	65
第5章 金属切削加工概述	69
第一节 切削加工的切削运动与切削要素	69
第二节 切削机床的分类及型号编制	72
第三节 切削机床的刀具角度和夹具基础	76
第四节 金属切削过程的规律及应用	87
第6章 常见加工方法与装备	98
第一节 车削加工与车床的基本知识	98
第二节 铣削加工与铣床的基本知识	108
第三节 钻削与镗削的工艺特点	119
第四节 理解刨削加工的工艺特点及刨床基本知识	128



第五节 理解磨削加工的工艺特点及应用	131
第六节 数控机床及数控机床刀具、夹具的特点	142
第7章 其他加工方法	146
第一节 了解精密加工的特点与方法	146
第二节 特种加工技术的原理与方法	154
第8章 机械加工工艺规程制定	166
第一节 机械加工工艺过程中的基本概念	166
第二节 机械加工工艺规程设计的方法与步骤	176
第三节 数控加工工艺特点	197
第四节 装配工艺规程设计	205
第9章 典型零件的加工	209
第一节 轴类零件的加工要求与过程	209
第二节 套筒类零件的加工	215
第三节 箱体类零件的加工	220
第10章 机械加工精度及加工表面质量简介	229
第一节 影响机械加工精度的因素	229
第二节 影响机械加工表面质量的因素	251

第 1 章

金属材料



学习目标

- 理解金属材料的常见力学性能指标。
- 理解常见金属材料的分类和特点。
- 掌握常见金属材料的主要应用。

第一节 金属材料的力学性能



学习目的

通过本节的学习使同学们理解金属材料的几项重要的力学性能指标,如强度、硬度、冲击韧性和疲劳强度等,为后续机械零件的设计和选材提供必备的力学性能依据。



知识要点

金属材料在加工和使用过程中都要承受不同形式的外力作用,当外力达到或超过某一限度时,材料就会发生变形,以致断裂。材料在外力作用下所表现的一些性能(如强度、刚度、韧性等),称为材料的力学性能。材料的力学性能,不仅是设计零(构)件、选择材料的重要依据,而且也是验收、鉴定材料性能的重要依据之一。对冶金产品的生产来说,金属材料的力学性能还是改进工艺、控制产品质量的重要参数之一。

本节主要包括:强度、刚度与塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等内容。

一、强度、刚度与塑性

(一) 强度

金属材料在载荷的作用下抵抗弹性变形、塑性变形和断裂的能力称为强度。

根据载荷的作用方式不同,强度可分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。各种强度之间有一定的关系,通过拉伸试验可测定材料强度指标。

按国标(GB/T 6397—1986)规定将被测金属材料制成一定形状和尺寸的拉伸试样。常用试样的截面为圆形。图 1-1 所示为标准拉伸试样,其中, d_0 为试样的原始直径(mm), l_0 为试样的原始长度(mm)。拉伸试样一般还分为长试样($l_0 = 10d_0$)和短试样($l_0 = 5d_0$)两种。

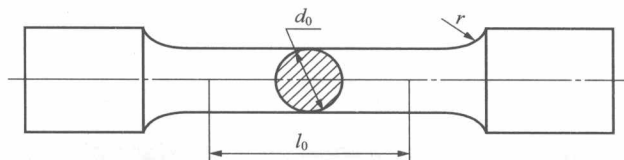


图 1-1 标准拉伸试样

试验时,在拉伸试验机上缓慢增加载荷,随着载荷的不断增大,试样的伸长量也逐渐增加,记录拉伸试验过程中的载荷大小和对应的伸长量关系,直至试样被拉断为止,便可获得如图 1-2 所示的载荷与变形量之间的关系曲线,即拉伸曲线。

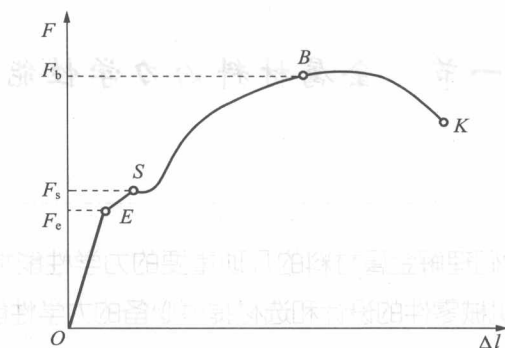


图 1-2 低碳钢拉伸曲线

如图 1-2 所示,当载荷 F 为零时,伸长量也为零。当载荷逐渐由零加大到 F_e 时,试样的伸长量与载荷成比例增加。此时卸除载荷,试样能完全恢复到原来的形状和尺寸,即试样处于弹性变形阶段。

当载荷超过 F_e 时,试样除产生弹性变形外,还开始出现塑性变形(或称永久变形),即卸除载荷后,试样不能恢复到原来的形状和尺寸。

当载荷增加到 F_s 时,在曲线上开始出现水平线段,即表示载荷不增加,试样却继续伸长,这种现象称为屈服现象, S 点称为屈服点。

当载荷超过 F_s 后,试样的伸长量又随载荷的增加而增大。此时,试样已产生大量的塑性变形。当载荷继续增加到某一最大值 F_b 时,试样的局部直径变小,通常称为“缩颈”现象。当伸长量到达 K 点时,试样就在缩颈处被拉断。



无论何种材料,其内部原子之间都具有平衡的原子力相互作用,以使其保持固定的形状。材料在外力作用下,其内部会产生相应的作用力以抵抗变形,此力的大小和外力相等,方向相反,这种作用力称为内力。材料单位截面上承受的内力称为应力,用 σ 表示。

金属材料的强度是用应力来表示的,即

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

式中, σ 为应力,单位 MPa; F 为载荷,单位 N; S_0 为试样的原始截面面积,单位 mm^2 。

常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。

1. 屈服强度

试样屈服时的应力对应材料的屈服点,称为屈服强度,用 σ_s 表示。 σ_s 表示金属抵抗微量塑性变形的能力,即

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中, σ_s 为屈服强度,MPa; F_s 为屈服时载荷, N; S_0 为试样的原始截面面积, mm^2 。

有些金属材料,如铸铁、高碳钢等拉伸曲线不出现平台,即没有明显的屈服现象,因此,工程上规定以试样发生某一微量塑性变形(0.2%)时的应力作为该材料的屈服强度,称为材料的条件屈服强度,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

2. 抗拉强度

抗拉强度是指试样在拉断前所承受的最大拉应力,用 σ_b 表示,即

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中, σ_b 为抗拉强度,MPa; F_b 为试样断裂前最大载荷, N; S_0 为试样的原始截面面积, mm^2 。

σ_b 代表金属材料抵抗大量塑性变形的能力,也是零件设计的主要依据之一。

(二) 刚度

材料受力时抵抗弹性变形的能力称为刚度,它表示一定形状、尺寸的材料产生某种弹性变形的难易程度,通常用弹性模量 E (单向拉伸或压缩时)或切变模量 G (剪切或扭转时)来评价。

弹性模量 E (或切变模量 G) 可理解为在弹性范围内应力与应变的比值,其值越大,材料的刚度越大,即具有特定外形尺寸的零件或构件保持其原有形状或尺寸的能力也越大,就是说弹性变形越不容易进行。弹性模量的大小主要取决于金属的本性(晶格类型和原子结构),而与金属的显微组织关系不大。温度的变化会影响弹性模量,温度升高,弹性模量减小,金属的合金化、热处理、冷变形等对它的影响很小。基体金属一经确定,其弹性模量值就基本确定。在材料不变的情况下,只有改变零件的截面尺寸或结构,才能改变它的刚度。

常见金属的弹性模量见表 1-1。

表 1-1 常见金属的弹性模量

金 属	弹性模量 E/MPa	切变模量 G/MPa
铁(Fe)	214000	84000
镍(Ni)	210000	84000
钛(Ti)	118010	44670
铝(Al)	72000	27000
铜(Cu)	132400	49270
镁(Mg)	45000	18000

(三) 塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生永久变形而不被破坏的能力。

金属材料在断裂前的塑性变形越大,表示材料的塑性越好;反之,则表示材料的塑性越差。衡量塑性的指标主要有断后延伸率和断面收缩率。

1. 断后延伸率

试样通过拉伸试验断裂时,总的伸长量和原始长度比值的百分率称为断后延伸率,用符号 δ 表示,即

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中, l_0 为试样原始标距长度, mm; l_1 为试样拉断后对接的标距长度, mm。

断后延伸率的数值与试样的长度有关。长试样的断后延伸率用符号 δ_{10} 表示,短试样的断后延伸率用符号 δ_5 表示。同一种材料的 δ_5 大于 δ_{10} ,所以,相同符号的断后延伸率才能进行比较。

2. 断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比,用 ψ 表示,即

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中, S_0 为试样原始横截面积, mm^2 ; S_1 为试样拉断后缩颈处的最小横截面积, mm^2 。

断面收缩率不受试样尺寸的影响,比较确切地反映了材料的塑性。

二、硬度

硬度是指金属材料抵抗更硬物体压入的能力。它是衡量材料软硬程度的指标,它表征了材料抵抗表面局部弹性变形、塑性变形及破坏的能力。材料的硬度高,其耐磨性就好。

根据测定硬度方法的不同,可用布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)等多种硬度指标来表示材料的硬度,工业生产中常用布氏硬度和洛氏硬度。

1. 布氏硬度(HB)

布氏硬度试验是用一定直径的钢球或硬质合金球,以相应的试验压力压入试样表面,经规定保持时间后,卸除试验力,测量试样表面的压痕直径。之后将测得的参数代入计算公式,即可得到布氏硬度的值。

根据金属材料的种类、试样硬度范围和厚度的不同,按照表 1-2 的规范选择试验压头直径、试验力及保持时间。

表 1-2 布氏硬度试验规范

材 料	硬度/HBS	试样厚度/mm	F/D^2	D/mm	F/N	载荷保持时间/s
钢铁材料	140 ~ 450	6 ~ 3	30	10	29400	10
		4 ~ 2		5	7350	
		< 2		2.5	1837.5	
	< 140	> 6	10	10	9800	10
		6 ~ 3		5	2450	
		< 3		2.5	612.5	
铜合金及 镁合金	36 ~ 130	> 6	10	10	9800	30
		6 ~ 3		5	2450	
		< 3		2.5	612.5	
铝合金及 轴承合金	8 ~ 35	> 6	10	10	2450	60
		6 ~ 3		5	612.5	
		< 3		2.5	152.88	

用淬火钢球压头时,用 HBS 表示,适用于硬度小于 450HBS 的退火钢、灰铸铁、非铁金属等。用硬质合金球压头时,用 HBW 表示,适用于硬度小于 650HBW 的淬火钢。

布氏硬度试验测量压痕面积较大,受测量不均匀度影响较小,故测量误差小,结果较准确,但由于测试烦琐,不宜用于大批量的生产检验。

2. 洛氏硬度(HR)

洛氏硬度是在初始试验力及总试验力的先后作用下,将压头(顶角为 120°的金刚石圆锥体或直径为 1.588mm 的淬硬钢球)压入试样表面,经规定保持时间后,卸除主试验力,由测量原残余压痕深度增量计算硬度值。

洛氏硬度用符号 HR 表示,如 70HRA,HR 前面为硬度数值,HR 后面为使用的标尺类型。

根据被测材料的硬度和厚度等条件的不同,可选用不同的试验载荷和压头类型而得到 15 种不同的洛氏硬度的标尺。每一种标尺用一个规定的字母附在洛氏硬度符号后面加以注明,我国常用的是 HRA、HRB 和 HRC 三种,其试验条件及应用范围见表 1-3。

表 1-3 常用的三种洛氏硬度的实验条件及应用范围

硬度符号	压头类型	总载荷 F/N	硬度值有效范围	应用举例
HRA	120°金刚石圆锥体	588	70 ~ 85	硬质合金、表面 淬火钢、渗碳钢等
HRB	1.588mm 钢球	980	25 ~ 100	有色金属、退火钢、 正火钢等
HRC	120°金刚石圆锥体	1471	20 ~ 67	淬火钢、调质钢等

洛氏硬度测试操作简便迅速,可直接从洛氏硬度试验计的刻盘上读出硬度值,压痕小,在批量的成品或半成品质量检验中广泛使用。但由于压痕过小,所以测量误差较大,代表性、重复性差,分散度也大。

3. 维氏硬度(HV)

维氏硬度的测量原理基本与布氏硬度相同,不同的是所加载荷较小,压头是顶角为 136°的正四棱锥金刚石压头,在被测材料的表面得到的是四方锥形压痕。

维氏硬度测量的精度高,测量范围广(最高可达 1300HV),应用广泛,特别适用于工件的硬化层及薄片、小件产品。但由于操作复杂,不宜用于大量检测;由于压痕很小,所以测量重复性差,分散度大。

三、冲击韧性

上述强度、塑性、硬度都是在静载荷作用下测量的静态力学性能指标。在实际生产中,许多零件是在冲击载荷作用下工作的,如冲床的冲头、锻锤的锤杆和风动工具等。对这类零件,不仅要满足在静载荷作用下的强度、塑性、硬度等性能要求,还应具有足够的韧性。

韧性是指材料在塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力。韧性好的材料在使用过程中不至于发生突然的脆性断裂,从而保证零件的工作安全性。材料韧性除取决于材料的本身因素以外,还和外界条件,特别是加载速率、应力状态及温度、介质的影响有很大的关系。材料韧性的变化在静实验载荷的作用下反应不敏感。

金属材料在冲击载荷作用下抵抗破坏的能力叫做冲击韧性。为了评定金属材料的冲击韧性,需进行冲击实验。最常见的冲击实验法(夏比冲击实验)是常温下的一次冲击弯曲实验,如图 1-3 所示。

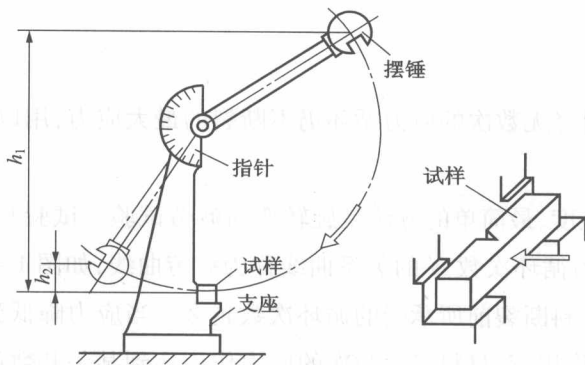


图 1-3 夏比冲击实验原理图

将一定形状和尺寸的标准试样放在冲击实验机的支座上,试样的缺口背向摆锤冲击方向,然后将事先调整到规定高度 h 、质量为 m 的摆锤释放,利用其冲击载荷将试样冲断。摆锤一次冲断试样所消耗的能量用符号 A_k 表示,即

$$A_k = mgh_1 - mgh_2 = mg(h_1 - h_2)$$

式中, A_k 称为冲击吸收功,单位为 J,其值可从冲击实验机刻度盘上直接读出。

把冲击吸收功 A_k 除以试样缺口横截面积 S_0 所得的值 a_k 称为材料的冲击韧度,即

$$a_k = \frac{A_k}{S_0}$$

对一般常用钢材来说,所测冲击吸收功 A_k 越大,材料的韧性越好。但由于测出的冲击吸收功 A_k 的组成比较复杂,所以有时测得的值 A_k 及计算出的冲击韧度 a_k 不能真正反映材料的韧脆性质。

冲击吸收功与温度有关,由图 1-4 可知, A_k 值随温度降低而减小。在不同温度的冲击实验中,冲击吸收功急剧变化或断口韧性急剧转变的温度区域称为韧脆转变温度。韧脆转变温度越低,材料的低温抗冲击性能越好。选择金属材料时,应使该材料的韧脆转变温度低于其服役环境的最低温度。

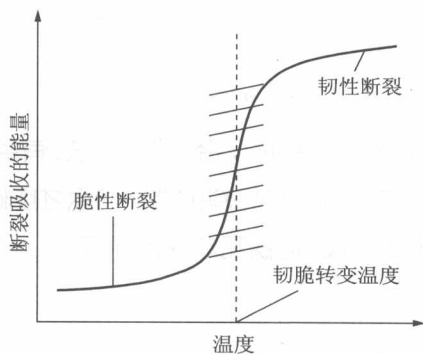


图 1-4 钢的韧脆转变温度

四、疲劳强度

疲劳强度是指材料经无数次的应力循环仍不断裂的最大应力,用以表征材料抵抗疲劳断裂的能力。

测试材料的疲劳强度,最简单的方法是旋转弯曲疲劳试验。试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 1-5 所示。由图可以看出,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作用达到某一基数而不断时,其最大应力就作为该材料的疲劳极限。一般钢铁材料的循环基数取 10^7 次。

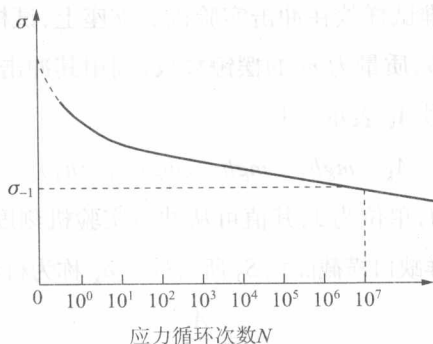


图 1-5 疲劳曲线示意图

第二节 掌握常用金属材料的特点及选用

学习目的

通过本节的学习使同学们掌握常用钢的分类及性质,理解铸铁的种类及特性,了解其他常用的非铁合金的种类及用途。

知识要点

常用的金属材料主要指碳钢(非合金钢)、合金钢、铸铁、有色金属等,它们具有优良的性能,是工业领域的主要材料。只有了解每种材料的性能特点才能做到正确、合理地选材。

本节主要包括:常用钢材料的分类、铸铁和非铁合金等。

一、常用钢

国家标准 GB/T 13304—91《钢分类》比较系统、详细地规定了钢的分类及表示方法。按照



用途来分,钢材材料可以分为结构钢、工具钢和特殊性能钢等,以下分别加以简单介绍。

(一) 结构钢

结构钢是品种最多、用途最广、使用量最大的一类钢。凡用于各种机器零件及各种工程结构(屋架、桥梁、井架、车辆构架等)的钢都称为结构钢。

1. 一般工程结构钢

(1) 碳素结构钢。碳素结构钢的磷、硫含量较高,多用于工程结构(轧制钢板,制造型材,工字钢,钢筋等),少部分用于机械零件。碳素结构钢一般在正火状态下使用,必要时可进行锻造、焊接等热加工,亦可通过热处理调整其力学性能。

(2) 优质碳素结构钢。这类钢的磷、硫含量较低,广泛用于较重要的机械零件。优质碳素结构钢(如 20, 30, 45, 50 等)使用前一般都要进行热处理。

(3) 低合金结构钢。低合金结构钢是在低碳钢的基础上加入少量合金元素(合金元素总质量分数一般在 3% 以下)而得到的,主要用于制造桥梁、船舶、高压容器、输油输气管道、大型钢结构等。具有高的强度、足够的塑性和韧性以及良好的焊接性能。低合金结构钢一般含碳量不超过 0.2%, 并加入以锰为主的合金元素。

2. 渗碳钢

渗碳钢通常是指经渗碳淬火、低温回火后使用的钢。一般使用低碳的优质碳素结构钢和合金结构钢。渗碳钢主要用于制造高耐磨性,并承受动载荷的零件,如汽车、拖拉机中的变速齿轮,内燃机上的凸轮轴、活塞销等机器零件。渗碳钢具有高硬度、高韧性、高强度和良好的热处理工艺性能。

3. 调质钢

调质钢通常是指经调质处理后使用的钢,具有优良的综合力学性能,主要用于制造汽车、拖拉机、机床和其他机器上各种重要零件(如齿轮、轴类件、连杆、高强度螺栓等)。

常用调质钢分为碳素调质钢和合金调质钢。碳素调质钢有 35, 40, 45[#] 钢和 40Mn, 50Mn 等,其中以 45[#] 钢应用最广。合金调质钢有 40MnB, 40MnVB, 35CrMo 及 40CrNiMoA 等。

4. 弹簧钢

弹簧钢是专用结构钢,主要制造各种弹簧和弹性元件。弹簧是机器和仪表中的重要零件,主要在冲击、振动、周期性扭转、弯曲等变化应力下工作。弹簧钢具有高的弹性极限 σ_e 。高的屈强比 σ_s/σ_b 、高的疲劳极限 σ_{-1} , 足够的塑性和韧性。弹簧钢分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢。常用碳素弹簧钢有 55M 和 65Mn; 常用合金弹簧钢有 55Si2Mn、50CrVA 和 60Si2Mn。

5. 滚动轴承钢

滚动轴承钢主要用来制造滚动轴承的滚动体、内外套圈等,属于专用结构钢。它也用于制

造精密量具、冷冲模、机床丝杠等耐磨件,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。常用钢种有 GCr9 和 CCr15 等。

(二) 工具钢

工具钢是指制造各种刀具、模具、量具和其他耐磨工具的钢。工具钢按化学成分可分为碳素工具钢、合金工具钢和高速钢;按用途可分为刀具钢、模具钢、耐冲击工具钢和量具钢等。

1. 刀具钢

刀具钢主要用于制造车刀、铣刀、钻头 etc 切削工具,也用于制造一些手动工具、木工工具等,具有高强度、高硬度、高耐磨性、高热硬性、足够的塑性和韧性。

刀具钢主要有碳素工具钢、合金刀具钢和高速钢三种。常用碳素工具钢有 T8、T10 和 T12 等。常用合金刀具钢有 9SiCr,广泛用于制造各种低速切削的刀具,如板牙、丝锥等,也常用于冷冲模。常用高速钢有钨系 W18Cr4V2 钢,具有较高的热硬性,但韧性较差;钨钼系 W6Mo5Cr4V2 钢用钼代替了部分钨,钼的碳化物细小,韧性较好,耐磨性也较好,但热硬性稍差。

2. 模具钢

模具钢分为冷作模具钢和热作模具钢。冷作模具钢用于制造各种冷冲模、冷挤压模和拉丝模等,工作温度不超过 200~300℃。热作模具钢用于制造各种热锻模、热挤压模和压铸模等,工作时型腔表面温度可达 600℃ 以上。常用热作模具钢有 3Cr2W8V、5CrMnMo 和 4Cr5MoSiV 等。

3. 量具钢

量具钢用于制造各种测量工具,如卡尺、千分尺、螺旋测微仪、块规和塞规等。具有高的硬度、耐磨性和高的尺寸稳定性。

量具钢没有专用钢。尺寸小、形状简单、精度较低的量具,用高碳钢制造;复杂的较精密的量具一般用低合金刀具钢制造;CrWMn 的淬透性较高,淬火变形很小,可用于精度要求高且形状复杂的塞规和块规;GCr15 耐磨性、尺寸稳定性较好,多用于制造高精度块规、螺旋塞头、千分尺;在腐蚀介质中工作的量具,则可用不锈钢 9Cr18 和 4Cr13 制造。

(三) 不锈钢、耐热钢及耐磨钢

1. 不锈钢

不锈钢是指在大气、水、酸、碱和盐溶液或其他腐蚀性介质中具有高的化学稳定性的合金钢的总称。在酸、碱、盐等侵蚀性较强的介质中能抵抗腐蚀作用的钢,又进一步称为耐蚀钢或称耐酸钢。

不锈钢主要用来制造在各种腐蚀介质中工作的零件或构件,例如,化工装置中的各种管



道、阀门和泵,医疗手术器械、防锈刀具和量具等。常用不锈钢有 1Cr13、2Cr13、1Cr17 及 1Cr18NiTi 等。

2. 耐热钢

耐热钢是指在高温下具有热化学稳定性和热强性的特殊钢。热化学稳定性指钢在高温下对各类介质化学腐蚀的抵抗能力,热强性指钢在高温下保持一定强度的性能。

耐热钢主要用于石油化工的高温反应设备和加热炉,火力发电设备的汽轮机和锅炉,飞机的喷气发动机等设备。常用耐热钢有 3Cr18Ni25Si2、Cr12、Cr13 及 1Cr18NiTi 等。

3. 耐磨钢

耐磨钢主要用于机器运转过程中承受严重磨损和强烈冲击的零件,如车辆履带板、挖掘机铲斗、破碎机颧板和铁轨分道叉、防弹板等。耐磨钢具有很高的耐磨性和韧性。常见的耐磨钢为 ZGMn13。

二、铸铁

铸铁是 $W_c > 2.11\%$ 的铁碳合金,工业上常用铸铁的 W_c 一般为 $2.5\% \sim 4.0\%$ 。铸铁具有良好的铸造性能,力学性能不如钢,但切削加工性、减摩性及减振性好,而且生产设备简单、成本低。近年来,铸铁组织进一步改善,热处理对基体的强化作用也更明显,因此,铸铁日益成为一种物美价廉、应用广泛的结构材料。根据碳在铸铁中存在形式的不同,常用铸铁有灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、蠕墨铸铁和合金铸铁等。

(一) 灰铸铁

灰铸铁中的碳多以片状石墨形式存在,它是铸铁中用量最大的一种。根据国家标准规定,灰铸铁牌号冠以 HT(灰铁),后面数字表示最低抗拉强度。HT300 和 HT350 称为变质铸铁(或称孕育铸铁),适用于制造力学性能要求较高、截面尺寸变化较大的大型铸件。

(二) 球墨铸铁

球墨铸铁中石墨呈球状,它对基体组织的割裂程度较灰铸铁进一步减弱,石墨球越细、球的直径越小、分布越均匀,则球墨铸铁的力学性能越高。球墨铸铁牌号由 QT(球铁)和两组数字组成,前一组数字表示最低抗拉强度,后一组数字表示最低断后伸长率,如 QT400-18, QT500-7 分别表示抗拉强度为 400MPa 和 500MPa,伸长率分别为 18% 和 7% 的球墨铸铁。

(三) 蠕墨铸铁

蠕墨铸铁是一种新型铸铁,其中,碳主要以蠕虫状石墨形态存在。蠕墨铸铁的力学性能介于相同基体组织的灰铸铁和球墨铸铁之间,其铸造性能、减振能力以及导热性能都优于球墨铸铁,并接近灰铸铁。蠕墨铸铁的牌号用 RuT(蠕铁)加一组数字表示,数字表示最小抗拉强