

铁路职业教育铁道部规划教材

机械基础

| 祖国庆 马春英◎主编 |

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI
JIXIE JICHU

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

机 械 基 础

祖国庆	马春英	主 编
李雪芳	陈忠胜	副主编
	苏里中	主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2007 年 · 北京

内 容 简 介

本书内容包括金属材料及工艺、工程力学、零件及传动三篇内容,是通用机械类专业基础课程。全书在章节安排上遵循“必需、够用”的原则,尽量照顾不同专业的需求,各学校可以根据自己学校的实际情况灵活选用。本书考虑到学生实际情况,加重了习题的比重,便于学生课后复习和老师测验。

本书适应于铁路机车、供电专业高职、中专学生。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/祖国庆,马春英主编. —北京:中国铁道出版社,2007.8

铁路职业教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-08257-4

I. 机… II. ①祖…②马… III. 机械学—职业教育—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 134091 号

书 名:机械基础

作 者:祖国庆 主编

责任编辑:阚济存 赵 静

电话:010-51873133

电子信箱:td51873133@163.com

封面设计:陈东山

责任校对:马 丽

责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社

地 址:北京市宣武区右安门西街8号

邮政编码:100054

网 址:www.tdpress.com

电子信箱:发行部 ywk@tdpress.com

印 刷:三河市宏达印刷有限公司

总编办 zbb@tdpress.com

版 次:2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.25 字数:429千

书 号:ISBN 978-7-113-08257-4/TH·134

定 价:33.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:(市电)010-51873170 (路电)021-73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前 言

本教材是根据铁道部 2007 年颁发的“铁路高职教育”与“中专教育”中《机械基础教学大纲》的基本要求而编写。

本教材编写过程中,注重教材的实用性,以“必需、够用”为原则,以能力为本位,突出认知能力和实践能力的培养,并针对不同层次教育的教学特点,力争做到系统、全面、深入浅出,使教材具有一定的广泛性和实用性。

本教材分金属材料及工艺、工程力学、机械零件及传动和液压传动等四个模块共二十章。基本覆盖了与机械有关各专业的基本理论和基本知识。各学校根据自身专业特点可选取不同模块学习。通过对本课程的学习,使学生能够了解一般机械产品材料的基本知识;能够理解一般机器的组成、工作原理、运动形式、工作特点;能够对简单的机器进行平衡分析计算。

本教材在内容选取、例题分析和习题选择方面具有以下特点:

(1) 根据学生的实际,淡化理论难度和深度,强化基本认知能力和应用能力。

(2) 在选取教材内容时,对基础知识和基本理论以必需、够用、实际为度,最大限度地体现学以致用原则。在每章教学基本内容之后,都安排了相当数量的习题和综合题,有利于学生的基本理论和基本技能的掌握。

(3) 在文字表述上力求简明扼要、通俗易懂;尽可能多用插图,以求直观形象,图文并茂,有助于学生的理解和接受。

本书由祖国庆、马春英任主编,李雪芳,陈忠胜任副主编,苏里中主审。各部分编写分工如下:第一章、第二章由李雪芳编写;第三章、第四章、第五章、第十九章由祖国庆编写;第六章、第七章、第八章、第九章由马春英编写;第十章、第十一章、第十二章、第十三章由谢文秀编写;第十四章、第十六章、第十七章、第十八章由陈忠胜编写;第十五章由向秀梅编写;第二十章由郭晋荣编写。

由于编者水平有限,时间仓促,错误和不妥之处,敬请使用本书的教师和读者批评指正。

编者

2007 年 8 月

目 录

第一篇 金属材料及工艺

第一章 金属材料基础知识	1
第一节 金属材料的分类	1
第二节 金属材料的性能	3
第三节 金属的结构与结晶	8
练习题	11
第二章 黑色金属材料	13
第一节 铁碳合金的基本组织	13
第二节 非合金钢	14
第三节 低合金钢	18
第四节 合金钢	20
第五节 铸铁	28
练习题	31
第三章 钢的热处理及应用	35
第一节 钢的整体热处理	35
第二节 钢的表面热处理	39
第三节 钢的化学热处理	40
练习题	41
第四章 有色金属及其他材料简介	43
第一节 铜及其合金	43
第二节 铝及其合金	46
第三节 轴承合金及粉末冶金	48
第四节 非金属材料	50
练习题	52
第五章 金属加工工艺及防腐	54
第一节 铸造与锻造	54
第二节 焊接	57
第三节 机械加工简介	61
第四节 金属腐蚀及防护	64
练习题	66

第二篇 工程力学

第六章 力学基础知识	68
第一节 力的概述	68
第二节 力的合成与分解	70
第三节 物体的受力分析	72
第四节 匀变速直线运动	76
第五节 牛顿第二定律	79
第六节 功和能	80
练习题	87
第七章 力矩和力偶	92
第一节 力矩	92
第二节 力偶	94
第三节 力的平移定理	96
练习题	97
第八章 平面力系	100
第一节 平面汇交力系	100
第二节 平面任意力系	102
第三节 平面平行力系	105
练习题	107
第九章 摩擦	110
第一节 滑动摩擦的概念	110
第二节 摩擦角与自锁	111
第三节 考虑摩擦时的平衡问题	112
练习题	113
第十章 拉伸与压缩	115
第一节 拉伸与压缩的基本概念	115
第二节 横截面上的应力	117
第三节 拉压变形和虎克定律	119
第四节 拉伸和压缩时材料的力学性能	120
第五节 容许应力和安全系数	123
第六节 拉伸或压缩的强度条件	123
练习题	125
第十一章 剪切和挤压	127
第一节 剪切	127
第二节 挤压	128
第三节 剪切和挤压的强度计算	129
练习题	131
第十二章 圆轴扭转	133
第一节 扭转的概念	142

第二节	圆轴扭转时横截面上的应力	135
第三节	圆轴扭转时的强度计算	137
第四节	圆轴扭转时的变形	139
练习题		140
第十三章	直梁弯曲	142
第一节	梁弯曲的概念	142
第二节	梁弯曲时的弯矩图	143
第三节	弯曲正应力	146
第四节	梁的弯曲强度计算	148
第五节	提高梁弯曲强度的措施	150
第六节	梁的变形简介	151
练习题		152

第三篇 零件及传动

第十四章	机械与机器概述	155
第一节	机器与机构	155
第二节	平面机构运动简图	156
第三节	平面机构自由度计算	159
练习题		161
第十五章	常用机构	164
第一节	铰链四杆机构	164
第二节	单移动副四杆机构	166
第三节	平面四杆机构的传动特性	168
第四节	凸轮机构	170
第五节	间歇运动机构	172
练习题		175
第十六章	联 接	178
第一节	键与销联接	178
第二节	螺纹联接与螺旋传动	181
第三节	轴间联接	189
练习题		194
第十七章	带传动与链传动	197
第一节	带传动的类型、特点和应用	197
第二节	V 带传动	200
第三节	带传动的张紧、安装及维护	203
第四节	链传动简介	205
练习题		206
第十八章	齿轮传动	209
第一节	齿轮传动概述	209
第二节	直齿圆柱齿轮的几何参数	211

第三节	渐开线齿轮的啮合·····	214
第四节	齿轮加工、根切与变位简介·····	216
第五节	齿轮的失效形式与齿轮的结构·····	218
第六节	斜齿圆柱齿轮传动·····	220
第七节	直齿锥齿轮传动·····	223
第八节	蜗杆传动·····	223
第九节	齿轮系·····	226
练习题	·····	230
第十九章	支承零部件·····	234
第一节	轴·····	234
第二节	滑动轴承·····	239
第三节	滚动轴承·····	243
练习题	·····	249
第二十章	液压传动简介·····	252
第一节	液压传动的基本原理·····	252
第二节	常见的液压元件·····	255
练习题	·····	266
参考文献	·····	268

第一篇 金属材料及工艺

金属材料是现代工业、农业、国防及科学技术等部门使用最广泛的材料。它之所以能获得广泛的应用,不仅由于它的来源丰富,而且还由于它具有优良的性能。此外,金属材料品种多,性能各异,可以通过不同的加工方法(例如热处理),使金属材料的某些性能获得进一步的改善,从而扩大其使用范围。

从事机械制造或维修工作,都会遇到金属材料的选用及热处理等问题。为此,我们必须掌握常用金属材料的成分、加工方法、组织、性能、用途之间相互联系的基本知识,并运用这些知识去解决实际生产中遇到的具体问题。

它的内容主要包含以下几个部分。

1. 金属的基本知识

介绍金属的物理性能、化学性能、机械性能及工艺性能等;介绍金属和合金的晶体构造,金属的成分、温度和组织之间的相互关系及变化规律。

2. 常用的金属材料

介绍非合金钢、合金钢、铸铁、有色金属等金属材料的牌号、成分、组织、热处理、性能及用途。

3. 钢的热处理

介绍热处理的基本理论及各种热处理工艺的目的和方法。

4. 有色金属

介绍铜、铝、粉末冶金等材料;介绍常用的非金属材料。

5. 金属常用冷热加工工艺、特点及金属的防腐方法

该内容是与生产实践联系比较密切的课程,也是学习各专业与生产实习课的基础。

第一章

金属材料基础知识

金属材料是现代工农业生产中使用最广泛的机械工程材料。对机械维修和制造工作者来说,了解金属材料的分类和基本性能具有非常重要的意义。

第一节 金属材料的分类

在机械上,常用的金属材料如图 1-1 所示。

在已发现的化学元素中大多数是金属元素。金属是指具有良好的导电性和导热性,有一定的强度和塑性,并具有一定光泽的物质,如铁、铝、铜、锌等。有两种或两种以上的金属元素,或者金属与非金属元素所组成的具有金属特性的物质叫合金。如钢是由铁和碳所组成的合金;黄铜是铜和锌组成的合金。金属与合金统称金属材料。

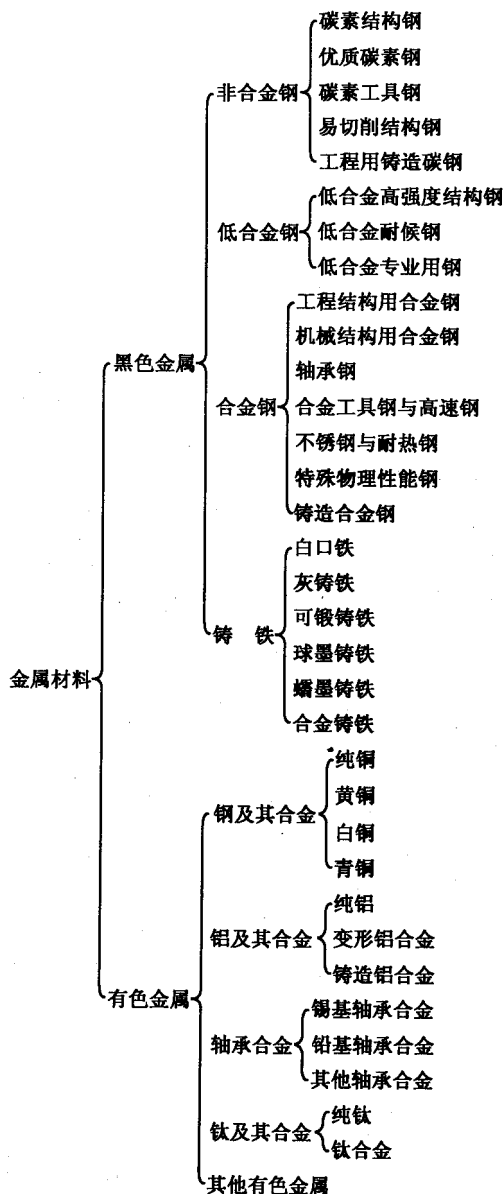


图 1-1 金属材料分类方法

在机械上所用的金属材料以合金为主,很少使用纯金属。原因是合金比纯金属具有更好的机械性能和工艺性能,而且成本一般较纯金属低。合金还可以通过调整组成元素之间的比例,获得一系列性能各不相同的材料,从而满足生产上不同的性能需要。

金属材料,特别是钢铁材料,由于它具有比其他材料优越的性能,如综合机械性能、物理性能和工艺性能等,因而在国民经济建设中有着重要的作用。

金属通常分为黑色金属和有色金属两大类。

1. 黑色金属

以铁或以它为主而形成的金属,称为黑色金属,如钢和生铁。

2. 有色金属

除黑色金属以外的其他金属,都称为有色金属,如铜、铝和锌等。

在实际生产应用中,不同的材料有不同的用途。同一种材料通过不同的热处理,可作不同的用途。这就要求从零件的具体工作条件出发,选择能够满足零件技术要求的材料和热处理工艺。因此,不论是设计工作,还是检修工作,首先应该了解材料的使用性能和工艺性能。

第二节 金属材料的性能

金属材料(包括其他材料)的性能通常可分为使用性能和工艺性能。所谓使用性能是指金属材料保证机械零件在正常工作条件下,材料应具备的性能。它决定了金属材料的应用范围、安全可靠性和使用寿命。它包括机械性能、物理和化学性能等。所谓工艺性能是指机械零件在冷、热加工制造过程中,材料应具备的加工性能,它决定了金属材料制造零件时的难易程度。

一、金属材料的机械性能

金属在使用时,都要受到不同形式的外力作用,通常把这种外力称为载荷。在载荷作用下,物体形状和尺寸发生变化就是物体的变形。变形的具体形态常见的又有:拉伸、压缩、扭转、剪切和弯曲等五种基本变形。

1. 载荷与变形

静载荷是指大小不变或变化很慢的载荷。静载荷又可分为拉伸、压缩、扭转、剪切和弯曲等种类。

冲击载荷是指突然增加的载荷。

交变载荷是指大小或方向作周期性变化的载荷。

弹性变形是指金属材料在载荷作用下产生变形,载荷去除后变形也消失,金属又恢复到原来形状和尺寸的变形。

塑性变形是指金属材料在载荷作用下产生变形,载荷去除后,变形不能完全消失,金属不能恢复到原来的形状和尺寸的变形。

2. 内力与应力

在材料受外力作用而不破坏的条件下,其内部产生与外力相平衡的力称为内力。单位横截面面积上的内力称为应力。在拉伸或压缩时的应力用 σ 表示。

金属的机械性能就是指金属材料在外力作用下表现出来的特性,通常包括强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

(一) 强度

金属材料的强度是指金属材料在载荷作用下,抵抗变形和破坏的能力。为了便于比较各种金属材料的强度,常用金属材料抵抗变形和破坏时的应力来衡量。

金属材料的强度指标可通过强度试验(拉伸、压缩、弯曲、疲劳等试验)求得。常以拉伸试验所测得的屈服强度 σ_s (又称屈服极限或屈服点)、抗拉强度 σ_b (又称强度极限)等指标来表

示最基本的强度值。

1. 屈服强度

载荷不增加的情况下仍能产生明显塑性变形时的应力,用 σ_s 表示。它是选用材料时非常重要的机械性能指标。机械零件所受的应力,一般都小于屈服点,否则会产生明显的塑性变形,例如发动机气缸盖螺栓,所受的载荷不应高于它的屈服点,否则会因螺栓变形使气缸盖松动、漏气。

2. 抗拉强度

金属材料抵抗拉伸载荷作用而不致破坏的最大应力,用 σ_b 表示。它是机械零件设计和选材的主要依据之一。

(二) 塑性

金属材料在载荷作用下,产生显著的变形而不致破坏,并在载荷取消后,仍能保持变形后形状的能力,称为塑性。例如,铜、铝、锡、铅等金属的塑性良好,可以制成线、轧制成板等。塑性可以通过拉伸试验的方法测定,常用伸长率和断面收缩率表示。

1. 伸长率(延伸率)

伸长率是试样拉断后,标定长度的伸长量与原始标定长度之比值的百分数,用 δ 表示。

2. 断面收缩率

断面收缩率是试样断口面积的缩减量与原截面面积之比值的百分数,用 ψ 表示。

伸长率和断面收缩率的数值愈大,表示金属材料的塑性愈好,可以进行冲压或大变形量加工。此外,塑性好的材料,不致因超载而突然断裂,从而增加了金属材料使用时的安全可靠。

(三) 硬度

硬度是指金属材料抵抗另一种更硬的物体(材料)压入其表面的能力。硬度值是通过硬度试验测定的。根据测定的方法不同,可分为布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等。其中比较常用的是布氏硬度和洛氏硬度两种。

1. 布氏硬度

布氏硬度是在布氏硬度试验机上测定的。布氏硬度是用一定的载荷,把一定直径的淬硬钢球或硬质合金钢球做压头压入金属材料表面,保持一定时间,然后除去载荷,使金属表面留下一个压痕。用所加载荷除以压痕表面积,得出的结果就是布氏硬度值,两者分别用HBS或HBW表示。选用淬火钢球时用HBS表示,选用硬质合金球时用HBW表示。

HBS适合测硬度450以下的金属,HBW适合测硬度为450~650的金属。

由于金属材料有硬有软,工件有厚有薄,在进行布氏硬度试验时,压头直径 D 、试验力和保持时间应根据被测金属的种类和试样厚度,按表1-1所示的布氏硬度试验规范正确地进行选择。

布氏硬度的标注方法是:测定的硬度值应标注在硬度符号的前面,除了采用钢球直径 D 为10 mm,试验力为29.403 kN(3 000 kgf),保持时间为10 s的试验条件外,其他条件下试验测得的硬度值,均应在硬度符号的后面用相应的数字注明压头直径、试验力大小和试验力保持时间。例如:

150HBS10/1 000/30 表示用直径为10 mm的淬火钢球在9.801 kN(1 000 kgf)试验力作用

下,保持30 s测得的布氏硬度值为 150。

500HBW5/750 表示用直径为5 mm的硬质合金球,在7.355 kN(750 kgf) 试验力作用下保持10 ~ 15 s测得的布氏硬度值。一般试验力保持时间为10 ~ 15 s时不需标明。

表 1-1 布氏硬度范围选择

材 料	布 氏 硬 度	F/D^2
钢及铸铁	<140	10
	≥140	30
铜及其合金	<35	5
	35 ~ 130	10
	>130	30
轻金属及其合金	<35	2.5(1.25)
	35 ~ 80	10(5 或 15)
	>80	10(15)
铅、锡		1.25(1)

注:①当试验条件允许时,应尽量选用直径为10 mm的球。

②当有关标准中没有明确规定时,应使用无括号的 F/D^2 值。

2. 洛氏硬度

洛氏硬度是在洛氏硬度试验机上测得的。根据压头与载荷的不同,洛氏硬度可分为: HRA、HRB、HRC 三种。HRA、HRC 是用 120°的金刚石圆锥体,HRB 是用直径为1.588 mm (1/16英寸)的淬火钢球做压头,在一定载荷的作用下,压入材料表面,除去载荷后,根据材料表面留有压痕的深度确定的。

洛氏硬度以 HRC 应用最多。洛氏硬度值可以直接从刻度盘上读出,不需计算。

洛氏硬度试验操作简单、迅速,软硬金属都可以测量(HRA 用于测量硬而薄的金属,HRB 用于测量较软的金属,HRC 用于测量硬度在20 ~ 70 HRC范围内的硬金属)。由于压痕较小,可以测量成品件。但是,当材料组织不均匀时,会使测量结果不够准确。测试洛氏硬度时,要选取不同位置的三点测出硬度值,再计算平均值作为被测材料的硬度值。

为了能用一种硬度计测定较大范围的硬度,常用洛氏硬度采用了三种硬度标尺,其试验条件及范围见表 1-2。

表 1-2 洛氏硬度标尺的试验条件和适用范围

硬度标尺	压 头 类 型	总试验力(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	一般淬火钢件
HRB	φ1.588 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

洛氏硬度的标注方法根据试验时选用的压头类型和试验力大小的不同分别采用不同的标尺进行标注。

根据 GB/T 230—1991 规定,硬度数值写在符号的前面,HR 后面写使用的标尺。如:50 HRC 表示用 HRC 标尺测定的洛氏硬度值为 50。

(四) 冲击韧性(冲击韧度)

冲击韧性是指金属材料抵抗冲击载荷作用而不致破坏的能力。

金属材料韧性的好坏,可通过冲击试验测定,用冲击韧性值来表示。冲击韧性值是在冲击韧性试验机上测定的。冲断试样消耗的功与试样断口处横断面积的比值即为冲击韧性值,用 a_k 表示。

冲击韧性值越大,则材料的韧性越好。

(五) 疲 劳

在交变载荷作用下,材料发生断裂的现象称为疲劳。金属抵抗疲劳的能力的大小,可以用疲劳强度(疲劳极限)衡量。疲劳强度越大,抗疲劳性能越好。所谓疲劳强度,就是金属材料在无数次重复的交变载荷作用下,而不致破坏的最大应力,用 σ_{-1} 表示。

几种金属材料的疲劳强度是与其本身抗拉强度之间有近似的关系,如:

碳素钢 $\sigma_{-1} \approx (0.4 \sim 0.55) \sigma_b$

灰口铁 $\sigma_{-1} \approx 0.4 \sigma_b$

有色金属 $\sigma_{-1} \approx (0.3 \sim 0.4) \sigma_b$

疲劳破坏是机械零件失效的主要原因之一。据统计,在零件失效中大约有 80% 以上的属于疲劳破坏,而且疲劳破坏前没有明显的变形(断裂前没有塑性变形的预兆,突然发生),引起疲劳断裂的应力低于材料的屈服点,易被忽视。

金属的疲劳强度受到很多因素的影响,经归纳有工作条件、表面状态、材料本质、材料使用的时间及残余内应力等。改善零件的结构形状、降低零件表面粗糙程度以及采取各种表面强化的方法,都能提高零件的疲劳极限。

二、金属材料的物理性能

金属及合金的主要物理性能有密度、熔点、热膨胀性、导电性、导热性和磁性等。由于机械零件的用途不同,对其物理性能的要求也有所不同,例如飞机零件要选用比重小的铝合金来制造,又如制造内燃机阀门的金属材料应具备很好的耐热性等。

金属材料的一些物理性能,对于热加工工艺还有一定影响。例如高速钢的导热性较差,在锻造时就应该用较低的速度进行加热,否则会产生裂纹,又如铸钢和铸铁的熔点不同,在铸造时选择浇注温度也不同。

(一) 密 度

物体质量与其所占体积之比,称为密度,用 ρ 表示,单位 kg/m^3 。

各种金属材料的密度不同,在相同的体积下,密度愈大的金属材料,其质量也愈大。对于飞机、机车、车辆、汽车等交通工具,为增加有效载重量和减少燃料消耗,在满足使用性能的条件下,应尽可能采用密度小的金属材料。例如飞机的许多零部件,都是采用密度小的高强度铝合金制造而成的。

根据密度的大小,可以把金属分为轻金属和重金属两类。凡密度小于 $5 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的金属,称为轻金属,密度大于 $5 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的金属,称为重金属。

(二) 熔 点

金属加热到一定温度时,会由固体状态转变为液体状态,开始转变的温度称为熔点。纯金属都有固定的熔点。

熔点是金属和合金冶炼、铸造、焊接时的重要工艺参数。

(三) 热膨胀性

金属材料受热时温度升高,体积会增大;冷却时温度下降,体积会缩小。金属材料的这种性能称为热膨胀性。不同金属材料的热膨胀性不同。

工业上经常利用金属的热膨胀性来配合组合件或拆卸组合件。如热压铜衬套,就是利用铜套的热膨胀性。铜套加热,孔径扩大,压入衬套;待冷却后,孔径收缩,使衬套在孔中紧固不动。铁路客车滚动轴承的内圈也是利用这一原理组装到轴颈上。钢轨间留有缝隙,就是为钢轨的热膨胀留有余地,以防止轨道畸变。生产中在制定焊接、热处理、铸造等工艺时,必须考虑材料的热膨胀影响,以减少工件的变形和开裂。在测量精密零件尺寸时,也要注意热膨胀问题,以减少测量误差。

(四) 导热性

金属传热量的性能称为导热性。金属的导热性各有不同,在金属加热时,常常需要考虑金属的导热性。例如合金元素含量较高的合金钢,其导热性比非合金钢差,所以对合金钢加热时,其加热速度应比非合金钢慢,以保证内外温度均匀一致。

(五) 导电性

金属传导电流的性能称为导电性。导电性好的金属电阻小,导电性差的金属电阻大。导电性最好的金属是银,其次是铜、铝。

(六) 磁性

金属在磁场中被磁化而呈现磁场性强弱的性能称为磁性。铁、镍、钴具有较高的磁性称为铁磁性金属。

磁性对电机、变压器和电器元件特别重要,例如制造永久磁铁、电机和变压器铁芯,就要用硬磁材料(钨钢、铬钢)或软磁材料(硅钢片或铁镍合金)。在检修时,利用钢铁能被磁化的特性,还可以进行电磁探伤,检查钢铁制品表面是否存在裂纹等缺陷。

三、金属材料的化学性能

金属材料的化学性能,是指在化学介质作用下表现出来的性能,如耐腐蚀性、抗氧化性等。它反映了金属在常温或高温时,抵抗各种化学作用的能力。

(一) 耐腐蚀性

金属材料在常温下抵抗各种介质(大气、蒸汽、酸、碱、盐等)腐蚀的能力,称为耐腐蚀性。如铝在大气中的耐腐蚀性较好,长期暴露在空气中,也不会因腐蚀而破坏;而铁则很差,很容易被腐蚀。在使用耐腐蚀性较差的金属时,常需要在表面进行喷漆、电镀等防护。

(二) 抗氧化性

金属材料在高温下抵抗氧化的能力,称为抗氧化性或热稳定性。如制造锅炉用的金属材料,不仅要求具有良好的耐腐蚀性,还要求有良好的抗氧化性。

四、金属材料的工艺性能

工艺性能是指金属材料是否易于加工成型等,它是金属材料的物理、化学、机械性能的综合,按工艺方法不同可分为铸造性能、锻压性能、焊接性能和切削性能等。这里简要介绍一下,具体将在以后各章中分别介绍。

(一) 铸造性能

铸造性能是指金属能否用铸造方法制造出优良的铸件的性能,它包括金属的液态流动性,

冷却时的收缩率和偏析倾向等。

(二) 锻压性能

金属能否用锻造方法制造优良锻件的性能,叫做锻压性能。锻压性能一般与材料的塑性变形抗力有关。塑性好的材料,锻压性能好。低碳钢的锻压性能比中碳钢、高碳钢好。铸铁是脆性材料,不能锻造。

(三) 焊接性能

金属能否用一般焊接方法焊成优良接头的性能,叫做焊接性能。焊接性好的金属材料,可以获得没有裂纹和气孔等缺陷的焊缝,并且焊接接头具有一定的机械性能。低碳钢的焊接性能优良,高碳钢和铸铁则较差。

(四) 切削性能

金属是否容易被刀具切削的性能,叫切削性能。切削性能良好的金属材料,在切削时,切屑易折断、脱落,切削后表面光亮,切削量大、刀具寿命长。

综上所述,了解和掌握金属材料的性能,在工业生产中有着重大的意义。在零件设计上,它是选材和确定结构尺寸等等的主要依据;在制造上,它是确定制造方法及具体工艺的主要依据;在维修保养中,它是确定检修技术标准和要求及修理方法和工艺的主要依据。

第三节 金属的结构与结晶

不同的金属材料具有不同的力学性能,即使是同一种金属材料,在不同的条件下其力学性能也是不同的。金属力学性能的这些差异,从本质上来说,是由其内部结构所决定的。因此,掌握金属的内部结构及其对金属性能的影响,对于选用和加工金属材料,具有非常重要的意义。

一、金属的晶体结构

(一) 晶体与非晶体

在物质内部,凡是原子呈无序堆积状况的,称为非晶体,例如普通玻璃、松香、树脂等,都属于非晶体。相反,凡是原子作有序、有规则排列的称为晶体。绝大多数金属和合金都属于金属晶体。

晶体与非晶体相比,由于原子排列方式不同,它们的性能也有差异。晶体具有固定的熔点,其性能呈各向异性,而非晶体则没有固定熔点,而且表现为各向同性。

(二) 晶体结构的概念

晶体内部原子是按一定的几何规律排列的。为了便于理解,把原子看成是一个小球,则金属晶体就是由这些小球有规律地堆积而成的物体,如图 1-2 所示。

为了形象地表示晶体中原子排列的规律,可以将原子简化成一个点,用假想的线将这些点连结起来,就构成了有明显规律性的空间格子。这种表示原子在晶体中排列规律的空间格架,叫做晶格,如图 1-3(a) 所示。由图可见,晶格是由许多形状、大小相同的最小几何单元重复堆积而成的。能够完整地反映晶格特征的最小几何单元称为晶胞,如图 1-3(b) 所示。

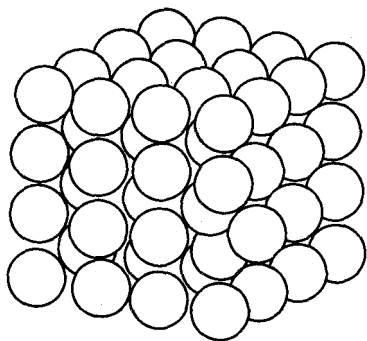


图 1-2 晶体内部原子排列示意图

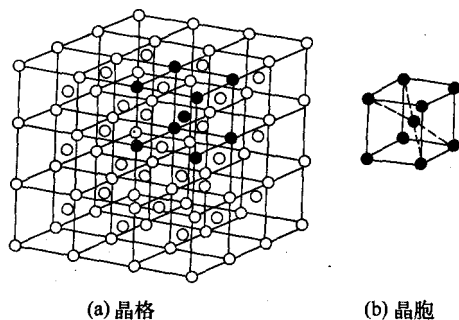


图 1-3 晶格和晶胞示意图

(三) 金属晶格的类型

金属的晶格类型很多,但绝大多数(占 85%)金属属于下面三种晶格。

1. 体心立方晶格

它的晶胞是一个立方体,原子位于立方体的八个顶角上和立方体的中心,如图 1-4 所示。属于这种晶格类型的金属有铬(Cr)、钒(V)、钨(W)、钼(Mo)、及 α 铁(α -Fe)等金属。

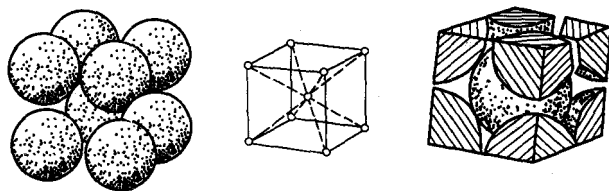


图 1-4 体心立方晶格示意图

2. 面心立方晶格

它的晶胞也是一个立方体,原子位于立方体的八个顶角上和立方体六个面的中心,如图 1-5 所示。属于这种晶格类型的金属有铝(Al)、铜(Cu)、铅(Pb)、镍(Ni)及 γ 铁(γ -Fe)等金属。

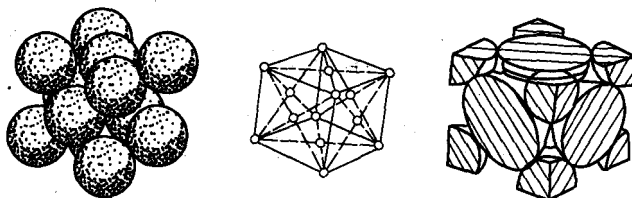


图 1-5 面心立方晶格示意图

3. 密排六方晶格

它的晶胞是一个正六方柱体,原子排在柱体的每个顶角上和上、下底面的中心,另外三个原子排列在柱体内,如图 1-6 所示。属于这种晶格类型的金属有镁(Mg)、铍(Be)、镉(Cd)及锌(Zn)等金属。

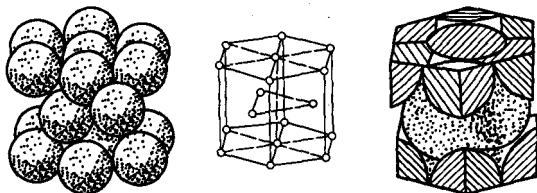


图 1-6 密排六方晶格示意图

(四) 金属晶体结构缺陷

在实际使用的金属材料中,由于加进了其他种类的外来原子以及材料在冶炼后的凝固过