

中等职业技术学校试用教材

J i Xie Ji Shu
Ji Chu

机械技术 基础

广东、北京、广西中等职业技术学校
教材编写委员会 组编



广东高等教育出版社

中等职业技术学校试用教材

机械技术基础

广东、北京、广西中等职业
技术学校教材编写委员会
组 编

机械专业教材编写组
总主编 梁中平
副总主编 曾凡亮 凌伟宏

本 书
主编 梁中平
编者 阮积武 王世润
主审 江厚祥

广东高等教育出版社
· 广州 ·

内 容 简 介

《机械技术基础》共五章,集工程材料、摩擦传动、啮合传动、常用机构和常用机械零件与部件等内容于一体,分别介绍了:常用工程材料如钢、铁、铜、铝、塑料等的牌号及其性能和应用;带传动和摩擦轮传动:链传动、螺旋传动、齿轮传动、蜗杆蜗轮传动等的组成、工作原理及其应用和实例;平面连杆机构、凸轮机构、变速机构、变向机构和步进运动机构的基本组成、工作原理及其应用实例;轴、轴承、螺纹连接、键连接、销连接、联轴器、离合器、制动器等结构、原理、应用特点及标准。此外,每章均附有思考练习题和供学生实践操作的课题,符合感知、认知与实践相结合的学习过程的需要。

本书采用了大量的图形进行表述。读者使用时可以结合实物,以强化机械结构的思维能力和平面图形的表达能力。

本书可作为中等职业技术学校机械专业及其他相关专业的教材,也可供具有初中以上文化程度的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械技术基础/广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编. —广州:广东高等教育出版社,2005.12

中等职业技术学校试用教材

ISBN 7-5361-3212-3

I. 机… II. 广… III. 机械设计-专业学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第089492号

广东高等教育出版社出版发行

地址:广州市天河区林和西横路

邮政编码:510500 电话:(020) 87551101 87555530

广东茂名广发印刷有限公司印刷

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:12.5 字数:289 千

2005年12月第1版 2005年12月第1次印刷

印数:1~3 000册

定价:22.00元

前 言

以电子信息技术为特征的知识经济已遍及人们生活的方方面面，科技进步日新月异。数据表明，20 世纪 80 年代初期，一项技术的寿命大约为 30 年；到了 90 年代，技术的寿命变为 10~15 年；进入 21 世纪，一项技术仅 1~3 年就将走下历史舞台。知识经济呼唤现代技术和大批德才兼备，具有专业技能、创新意识、创业能力，能参与市场竞争的现代人才，这给为经济社会发展提供智力和人才支持的职业教育带来了机遇和挑战。当我们站在更高的起点和层面上审视我们过去的职业教育的时候，我们会发现，以 2~3 年的教育周期，最多仅能使受教育者掌握 2 项甚至仅仅 1 项专业技术的传统中等职业教育，远远不能适应知识经济发展的要求，观念、制度、教学内容、教学方法、教学手段等方面的改革已迫在眉睫。

当知识经济不断敲打 21 世纪大门的时候，广东、北京、广西三省（市、区）的职业教育同行，决定以教学内容的改革为核心，从课程改革和教材建设入手，编写一套依托三省（市、区）支柱产业，糅合当今世界最新科技成果，体系完善、内容先进的中等职业学校教材，以现代的课程体系和教材推动职业教育教学内容、教学方法、教学手段的改革，以专业建设的现代化推动职业教育的现代化。在 20 世纪的最后一年，这套教材终于面世了。

参套教材遵循“宽基础、重技能、活模块”和“一纲多本”的原则，在组织有关专家、学者审定教学大纲、教学计划的基础上，由三省（市、区）进 200 名专家、学者及教学第一线的资深教师编写，各专业课教材并经有关大中专院校教材研究专家以及有关行业专家、技术人员审定，具有系统性和权威性。本套教材保持了传统教育的基础性的特色，又注意吸纳当今世界先进技术和最新

科技成果，结合三省（市、区）产业结构优化升级的实际，不断修订完善，因此具有实用性、科学性和先进性。

经过多年的试用后，编委会根据教育部新颁发的中等职业学校的课程教学大纲，结合全面实施国家九年义务教育和普通高中教育新课程标准，以及三省（市、区）社会经济发展和中等职业教育的实际，于今年组织对教材进行了全面的修订。

但是，本套教材也许仍有某些疏漏和不妥之处，敬请专家和广大读者批评指正，以便我们进一步修订和完善。

广东、北京、广西中等职业
技术学校教材编写委员会

2005年5月6日

编者说明

《机械技术基础》是根据教育部2000年8月颁发的中等职业学校《〈机械基础〉教学大纲》(试行),结合广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会确定的教学计划和《〈机械基础〉教学大纲》编写的。

机械技术基础是中等职业技术学校机械类专业的一门综合性技术基础课。本书的内容包括工程材料、机械传动、常用机构和常用机械零、部件等,能使学员通过学习掌握专业技术基础,并形成一定的专业技能,为后续课程的学习和进一步的深造奠定较为扎实的基础。基本要求是:了解常用工程材料的种类、牌号、性能和应用;熟悉机械传动、常用机构和通用机械零、部件的结构、原理、应用特点及标准;具有分析、使用和维护一般机械的初步能力;了解本课程相关的技术政策和法规,培养严谨的工作态度和创新能力。

本书在编写过程中,还依据国家技能型紧缺人才培养工程对中等职业教育的要求,参照机械类中级技术工人等级标准,尽量采用新技术、新标准。在内容上打破学科界线,使相关知识既有机结合又相对独立,教师可根据教学需要进行调整。同时,增加了零件的结构、安装、使用和维护等职业技术方面的知识,较好地体现了中等职业教育的特色。学生学习本书后,能对整个机械技术基础知识有较充分的认知,达到培养综合职业能力的目标。

具体采说,本书具有以下几个特点:

1. 注意当前中等职业技术学校的实际情况,编写中叙述简明,深浅适中,淡化理论推导,较少涉及计算,突出生产实际应用知识,注重职业能力的培养。

2. 以项目(课题)为主线,以应用实例作为知识的载体,注重理论联系实际,让学生感到机械就在身边,激发学生学习的兴趣,营造轻松、和谐的学习气氛。

3. 在基础理论章节后面安排实训课题,规定了实训课时,并作为职业能力形成部分进行考核。这样的教学内容安排,改变了传统的教学模式,体现了个性化教学的特色,让学生在一定程度上有

机会选择学习资源。

4. 大量采用图形和表格,通过图形的直观表达,避免了繁琐的文字叙述,使所介绍的内容易懂、易记,达到事半功倍的效果;利用表格对知识、数据进行比较和整理,既清晰明了,又能培养学生查阅技术手册的能力。

机械专业教材由梁中平任总主编,曾凡亮、凌伟宏任副总主编。本书由梁中平担任主编;阮积武编写第一、二、三章,王世润编写第四、五章。

江厚祥负责本书的审稿,并从专业、教学和出版等方面对本书的修改和完善提出了很有建设性的意见,做了许多细致的工作。在本书编写过程中,还得到了广东省教育厅有关处室、广东高等教育出版社及有关学校的大力支持。谨此一并致以衷心的感谢!

机械专业教材编写组

2005 年 8 月

目 录

第一章 工程材料	1
第一节 金属材料性能	2
一、机械性能	2
二、加工工艺性能	6
第二节 铁碳合金的结构及热处理	7
一、纯铁的同素异晶转变	8
二、铁碳合金的基本组织	9
三、Fe-Fe ₃ C 状态图	10
四、钢的热处理	12
第三节 钢	14
一、碳素钢	16
二、合金钢	19
第四节 铸铁	22
第五节 有色金属	25
一、铜及其合金	25
二、铝及其合金	31
三、粉末冶金材料	34
第六节 工程塑料和橡胶	35
一、工程塑料	35
二、橡胶	37
思考练习题	38
实训课题 I	
——材料洛氏硬度的测量	41
第二章 摩擦传动	43
第一节 带传动	43
一、带传动的组成和工作原理	43
二、带传动的传动比和动力特性	44
三、带传动的类型	45

四、带传动的特点和应用	46
五、V 带传动选择的基本原则与方法	47
第二节 摩擦轮传动	52
一、摩擦轮传动的组成和工作原理	52
二、摩擦轮传动的种类及应用	53
三、摩擦轮传动的优、缺点	54
四、摩擦轮传动的安装、使用和维护	55
思考练习题	55
实训课题 II	
——V 带安装训练	56
第三章 啮合传动	57
第一节 链传动	57
一、链传动的组成和工作原理	57
二、链传动的优、缺点	58
三、链的分类	58
四、滚子链	58
五、链传动的安装、使用与维护	60
第二节 齿轮传动概述	61
一、齿轮传动的组成和工作原理	61
二、齿轮传动的传动比和动力特性	62
三、齿轮传动的类型	63
四、齿轮传动的优、缺点	64
五、渐开线齿形	64
第三节 直齿圆柱齿轮	66
一、齿轮各部分的名称和符号	66
二、标准直齿圆柱齿轮几何尺寸	66
三、齿轮的加工和测量	69
四、齿轮传动的安装、使用和维护	72
第四节 其他齿轮传动	73
一、斜齿圆柱齿轮传动	74
二、直齿圆锥齿轮传动	76
三、啮合齿轮的简易表达方式	77
第五节 蜗杆蜗轮传动	79
一、蜗杆传动的组成和工作原理	79
二、蜗杆传动的传动比和旋转方向	80
三、蜗杆传动的应用特点	81

四、蜗杆传动的几何尺寸	83
第六节 螺旋传动	86
一、螺纹的分类	86
二、螺纹的主要参数	88
三、螺纹标记	89
四、螺旋传动的运动特性	90
五、螺旋传动的类型和应用	92
第七节 轮系	93
一、轮系的分类	94
二、定轴轮系传动比的计算	94
三、轮系的应用特点	97
思考练习题	98
实训课题Ⅲ	
——自行车链条的装拆	101
实训课题Ⅳ	
——标准直齿圆柱齿轮测绘	102
第四章 常用机构	103
第一节 机器、机构和运动副	103
一、机器和机构	103
二、运动副	104
第二节 平面连杆机构	105
一、铰链四杆机构的基本形式和判定	105
二、铰链四杆机构的运动特性及其应用	106
三、铰链四杆机构的演化及其应用	109
第三节 凸轮机构	111
一、凸轮机构的组成及特点	111
二、凸轮机构的应用和分类	112
三、凸轮材料、公差及工作图	114
* 四、对心直动从动件盘形凸轮的绘制	115
第四节 变速机构与变向机构	118
一、变速机构	118
二、变向机构	121
第五节 步进运动机构	122
一、棘轮机构	123
二、槽轮机构	124
思考练习题	126

综合实践（一）	
——常用机构的观察与分析	129
综合实践（二）	
——普通车床的操纵	130
第五章 常用机械零、部件	133
第一节 轴	133
一、轴的分类和应用特点	133
二、轴的常用材料	134
三、轴的结构	135
第二节 轴承	141
一、滑动轴承	141
二、滚动轴承	144
第三节 连接	153
一、螺纹连接	153
二、键连接	157
三、销连接	159
第四节 联轴器、离合器、制动器	160
一、联轴器	161
二、离合器	165
三、制动器	167
第五节 机械润滑和密封	169
一、机械润滑	169
二、密封	178
思考练习题	179
综合实践（三）	
——凸缘联轴器的装配	183
综合实践（四）	
——滚动轴承的装配	186
参考文献	188

第一章 工程材料

机械都是由若干零件构成的，零件是用工程材料加工制成的，常用的工程材料主要有金属材料、工程塑料、橡胶等。金属材料因它具有良好的机械、物理和化学性能，并可用不同的加工方法制成所需要的零件，应用最为普遍。

每个零件所用的材料是根据它的工作条件来选用的，在该零件的工作图上标出材料的牌号。如图 1-1 所示，直齿圆柱齿轮工作图的标题栏中标出该齿轮的材料为 45 号优质碳素结构钢。

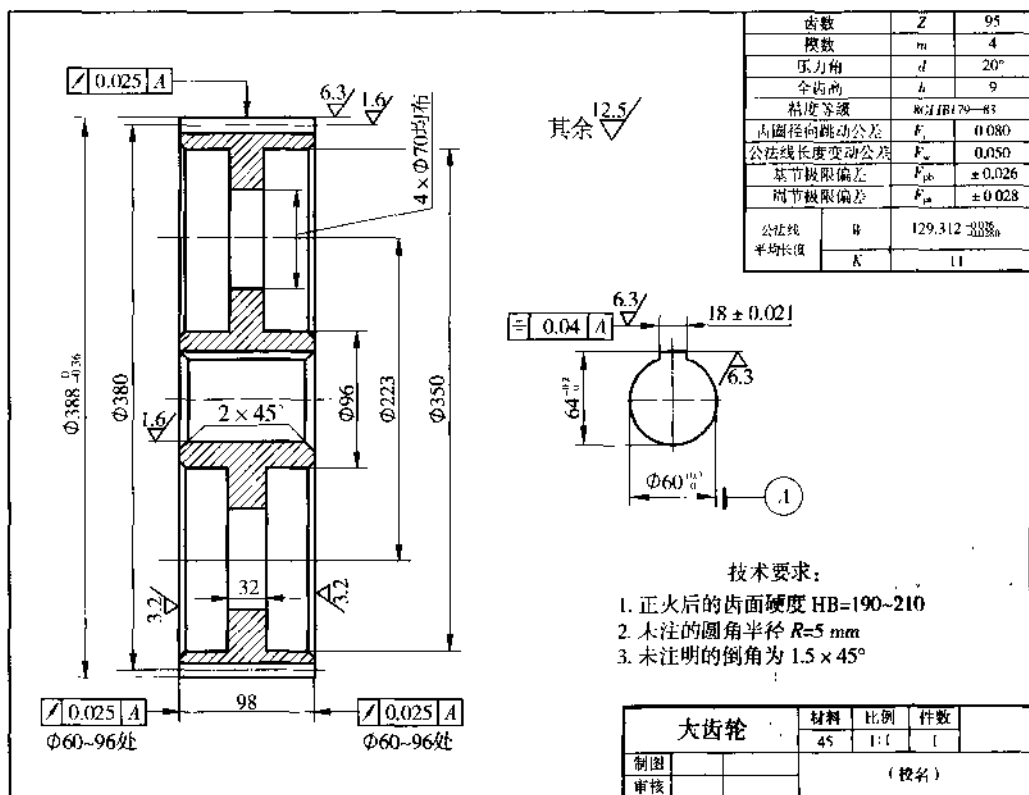


图 1-1 直齿圆柱齿轮工作图

加工零件时，必须根据所标注的材料牌号，了解清楚该材料的种类及其成分、性能和用途，才能更好地去研究零件的加工工艺方法，选择合适的加工设备和刀具，从而高效地加工出优质的零件。

第一节 金属材料的性能

机械制造中常用的金属材料以合金材料为主,在机械中合金材料的性能比纯金属材料的性能更为优越。金属材料的性能有物理性能、化学性能、机械性能和加工工艺性能,下面只介绍金属材料的机械性能和加工工艺性能。

一、机械性能

金属材料在受到外力作用时,表现出的各种抵抗能力,称为金属材料的机械性能。金属材料的机械性能主要有强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等,各种金属材料的机械性能指标一般要在专门的试验机上进行测试而取得。

(一) 强度

强度是指材料在外力(静载荷)作用下抵抗变形和断裂破坏的能力。工程上常用的强度指标有屈服极限和抗拉强度。

1. 屈服极限

屈服极限是指材料在外力(静载荷)作用下出现屈服现象时的最小应力,用符号 σ_s 表示,单位为Pa(帕)。1 Pa = 1 N/m², 1 MPa = 1 × 10⁶ Pa。

金属材料受外力作用时,在金属材料内部产生阻止材料变形的抗力称内力,其大小和所受的外力相等。应力是指单位面积上的内力。

2. 抗拉强度

抗拉强度又称强度极限,是材料拉断前能承受的最大应力,用符号 σ_b 表示。

σ_s 和 σ_b 愈大,表示材料抵抗塑性变形和断裂的能力愈大。

(二) 塑性

塑性是指金属材料受到外力作用下(拉伸)产生永久变形而不被破坏的能力。工程上表示塑性的常用指标有延伸率和断面收缩率。

1. 延伸率

延伸率是指金属材料作拉伸试验的试样被拉断时的标距长度的伸长量($L_1 - L_0$)和原标距长度 L_0 之比值,用符号 δ 表示,常用公式 $\delta = [(L_1 - L_0)/L_0] \times 100\%$ 计算。

2. 断面收缩率

断面收缩率是指金属材料作拉伸试验的试样被拉断时的横截面积的缩减量($A_0 - A_1$)与拉伸前原横截面积 A_0 之比值,用符号 ψ 表示,常用公式 $\psi = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100\%$ 计算。

以上 L_1 和 A_1 分别是试样拉断时原标距部分伸长后的长度和断口处的机截面积。 δ 和 ψ 愈大,表示材料塑性愈大。

上述的强度和塑性的指标, 通常在拉伸试验机上通过常温拉伸试验来测定(如图1-2所示)。

试验前, 先将所测定的金属材料制成如图1-3所示标准拉伸试样。试样分为长、短两种, 长试样 $L_0 = 10d_0$, 短试样 $L_0 = 5d_0$ 。不同的金属材料进行强度和塑性比较, 要采用同一长度的试样。

试验时, 将试样放在试验机上并安装好, 然后缓慢加载, 随着拉力不断增大, 试样也逐渐被拉伸, 直到拉断为止。试验机自动绘出材料拉伸曲线图如图1-4所示, 即拉力 F 与伸长量 ΔL 变化的关系曲线图。

拉伸曲线图中, s 点就是屈服点, b 点是拉伸试样的最大拉力点, 找出这两点的拉力 F_s 、

F_b , 同时将试样横截面的面积 $A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}$ 代入公式 $\sigma_s = F_s/A_0$ 和 $\sigma_b = F_b/A_0$, 即可求出屈服极限值和抗拉强度值。

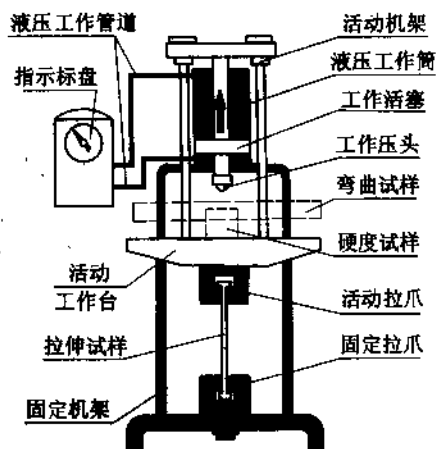


图1-2 材料试验机示意图

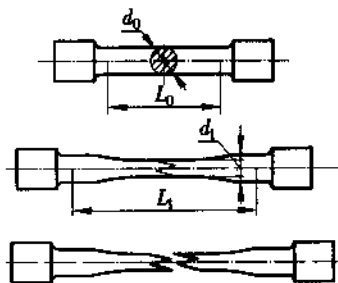


图1-3 标准拉伸试样

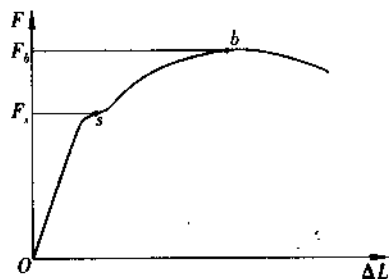


图1-4 拉伸曲线图

测量出试样被拉断时原标距伸长后的长度 L_1 以及断口处的直径 d_1 , 将 L_1 和 L_0 代入公式 $\delta = [(L_1 - L_0)/L_0] \times 100\%$, 得出延伸率。若试样为长试样 ($L_0 = 10d_0$), 延伸率用 δ_{10} 表示; 试样为短试样 ($L_0 = 5d_0$), 延伸率用 δ_5 表示。将 d_1 和 d_0 代入公式 $\psi = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100\%$, 得出断面收缩率 ψ 。

例1-1 有一根钢试样, $L_0 = 100 \text{ mm}$, $d_0 = 10 \text{ mm}$, 进行拉伸试验后, 从拉伸曲线图中知道, $F_s = 26\,690 \text{ N}$, $F_b = 47\,100 \text{ N}$; 测量拉断时试样标距伸长后的长度 $L_1 = 116 \text{ mm}$, 断裂处的直径 $d_1 = 7.75 \text{ mm}$ 。求此钢材的 σ_s 、 σ_b 、 δ_{10} 、 ψ 。

解: $A_0 = \pi d_0^2/4 = 3.14 \times 10^2/4 = 78.5 \text{ (mm}^2\text{)} = 78.5 \times 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}$

$A_1 = \pi d_1^2/4 = 3.14 \times 7.75^2/4 = 47.5 \text{ (mm}^2\text{)} = 47.5 \times 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}$

$\sigma_s = F_s/A_0 = (26690/78.5) \times 10^{-6} = 340 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 340 \text{ (MPa)}$

$\sigma_b = F_b/A_0 = (47100/78.5) \times 10^{-6} = 600 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 600 \text{ (MPa)}$

$$\delta_{10} = [(L_1 - L_0)/L_0] \times 100\% = (116 - 100)/100 = 16\%$$

$$\psi = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100\% = (78.5 - 47.5)/78.5 = 40\%$$

(三) 硬度

硬度是指金属材料表面抵抗比它更硬的物体压入的能力。通常在工程上根据测试方法不同,使用的指标有:布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度。

1. 布氏硬度(HB)

布氏硬度的测定是在布氏硬度计上进行的,压头为一定直径的淬火钢球(适用于软钢、灰铸铁、有色金属等布氏硬度在 450 以下的材料)或硬质合金球(适用于布氏硬度不大于 450 的材料),以规定的相应载荷将其压入磨平的测试金属表面,保持规定时间,卸荷后,所得球形压坑表面上的单位面积所承受的平均压力,作为该金属的硬度值,如图 1-5(a)所示。用淬火钢球测得的布氏硬度用符号 HBS 表示,用硬质合金球测得的布氏硬度用符号 HBW 表示。布氏硬度主要用于测较软的材料。

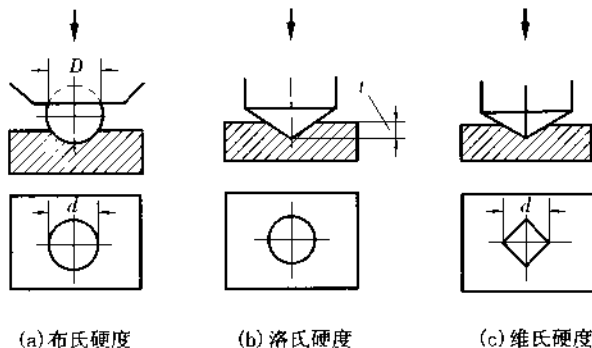


图 1-5 各种硬度测试法

2. 洛氏硬度(HR)

洛氏硬度测定是在洛氏硬度计进行,压头为锥顶角为 120° 的金刚石锥体或直径 1.588 mm 的淬火钢球,以规定的初试载荷和主试验载荷依次将压头压入被测金属表面,去除载荷后,根据压痕的深度确定硬度值,如图 1-5(b)所示。如采用 120° 金刚石圆锥体为压头,初试载荷为 98 N,主试验载荷为 1 373 N,测得的洛氏硬度的标度为 HRC;若压头不变,初试载荷为 98 N,主试验载荷为 490 N,测得的洛氏硬度的标度为 HRA。若压头为淬火钢球,初试载荷为 98 N,主试验载荷为 883 N,测得的洛氏硬度的标度为 HRB。洛氏硬度适用于较硬的材料。具体测试时,洛氏硬度值可从硬度计的刻度盘上直接读出。洛氏硬度测定操作简单、方便,应用最广。

3. 维氏硬度(HV)

维氏硬度在维氏硬度计上进行,压头是 136° 夹角的金刚石正四棱锥体,测试方法与布氏硬度相似,如图 1-5(c)所示。它以正四棱锥体压入被测金属表面所得压痕的对角线长度来确定硬度值。维氏硬度用 HV 表示。维氏硬度一般用来测试已被热处理的零件金属表面硬化层及显微硬度等。

(四) 冲击韧性

冲击韧性是指金属材料抵抗冲击载荷作用而不被破坏的能力。

冲击韧性在冲击试验机上进行冲击试验。先把被测金属材料制成如图 1-6 所示常用标准试样。试验时,把标准试样按图 1-7(a)所示那样安放在冲击试验机的机架上,然后如图 1-7(b)将摆锤抬高到高度 H_1 处,再让摆锤自由落下,将试样冲断,此时从表盘上根据指针指向读出摆锤冲断试样消耗的最大冲击功 P_k [单位 J(焦耳)],将 P_k 除以试样缺口处最小横截面积 $A(\text{cm}^2)$,得金属材料的单位面积承受的最大冲击功,就是冲击韧性,用符号 α_k 表示,即 $\alpha_k = P_k/A$,单位为 J/cm^2 。

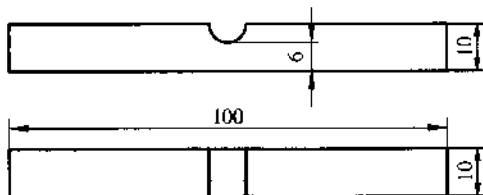


图 1-6 冲击试验标准试样

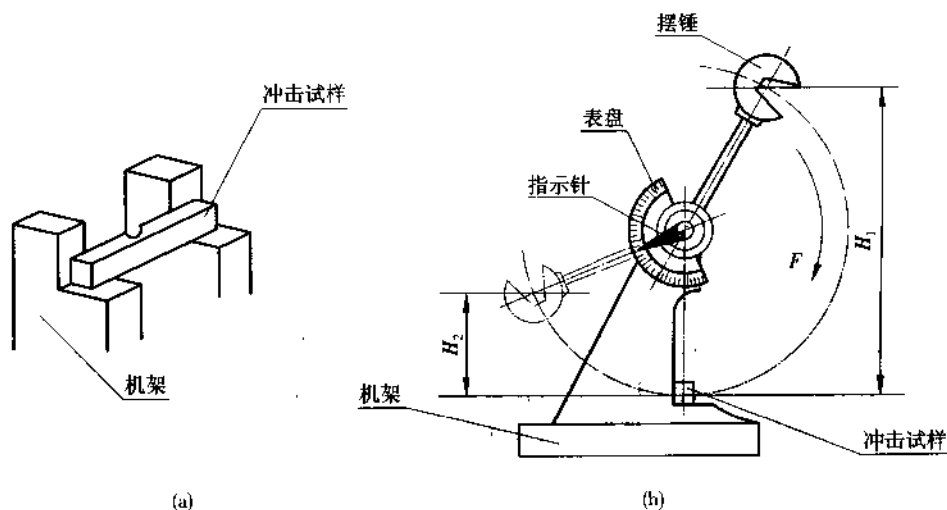


图 1-7 冲击试验原理图

例 1-2 一根钢的冲击韧性试验的标准试样缺口处最小横截面积 $A = (10 \times 6) \text{ mm}^2$, 冲击试验时,冲断试样在刻度盘上显示最大冲击功 $P_k = 48 \text{ J}$, 求此钢材的冲击韧性 α_k 。

解: $A = 1 \times 0.6 = 0.6 (\text{cm}^2)$

$$\alpha_k = P_k/A = 48/0.6 = 80 (\text{J}/\text{cm}^2)$$

(五) 疲劳强度

在机器运行中,有许多构件(如轴、齿轮、弹簧等)是在大小和方向周期性变化的交变载荷作用下,经长期运转后,虽然工作应力低于屈服极限 σ_s ,经常在没有明显塑性变形情况下就突出发生断裂,这种现象称为疲劳破坏。

疲劳强度又称疲劳极限,是金属材料抵抗疲劳破坏的能力,也就是金属材料在交变载荷作用下,经过无限次($10^7 \sim 10^9$ 次)循环,而不被破坏的最大应力。疲劳强度指标常

用符号 σ_{-1} 表示, 其指标越大, 抵抗疲劳破坏的能力越大。

疲劳强度的测试是在疲劳试验机上进行的, 如图 1-8 所示。

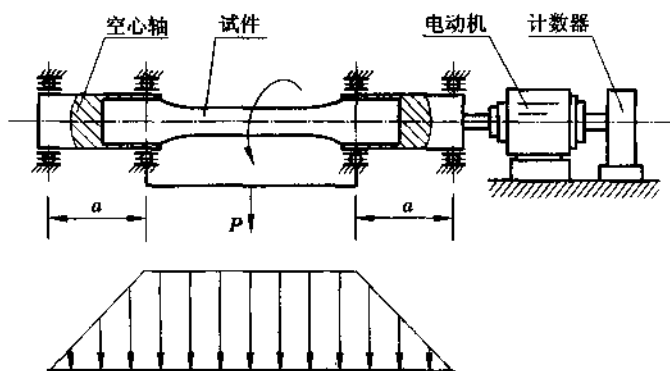


图 1-8 疲劳强度试验

二、加工工艺性能

金属的加工工艺性能是金属材料能够适应各种加工工艺要求的能力。金属的加工工艺性能有：铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能。

(一) 铸造性能

铸造是将金属熔化成液体后浇注入与零件形状相似的铸模的空腔中, 如图 1-9 所示, 待凝固后, 获得零件或毛坯的工艺方法。用铸造工艺获得优良的零件或毛坯的难易程度称金属的铸造性能。铸造性能是否良好, 主要取决于浇注时液态金属的流动性, 以及凝固时收缩和偏析的倾向。流动好的金属有良好的充满铸模空腔的能力, 能铸出较薄的零件; 凝固时收缩小, 则铸件产生变形或裂纹可能性减少; 偏析严重使凝固后铸件各处的成分不均匀, 使铸件机械性能变坏。在常用的金属材料中, 灰铸铁和青铜有良好的铸造性能。

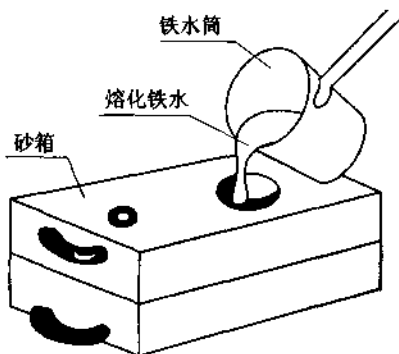


图 1-9 铸造

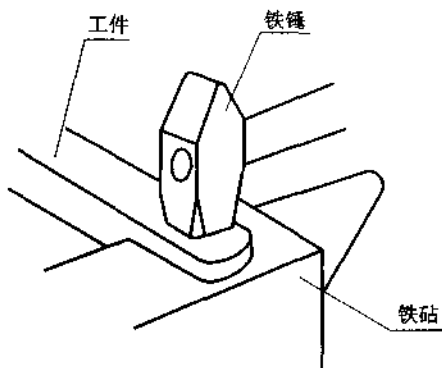


图 1-10 压力加工