

高等工业专科学校试用教材

机械制造基础

江苏省《机械制造基础》编写组

江苏科学技术出版社

机 械 制 造 基 础

主 编：唐克嵘

副主编：沈龙德、倪健生、张乃照

主 审：韩克筠

江 苏 科 学 技 术 出 版 社

机 械 制 造 基 础

唐克嵘 主编

出版、发行：江苏科学技术出版社

印 刷：东南大学印刷厂

开本787×1092毫米 1/16 印张17.5 字数420,000

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数1—2,000册

ISBN 7-5345-0825-8

TH·30 定价：6.40元

前 言

本教材是根据苏高教86(9)号文件通知组织编写的,是江苏省教育委员会指定专人负责编写的12本大专教材之一。全书分为工程材料、热加工工艺及切削加工工艺等基本内容三篇。

本教材是参照国家教委87年9月下达的对工程材料与机械制造基础本科课程的基本要求编写的,有关内容均采用新的国家标准。在本教材的编写过程中,我们力求全面系统地介绍本课程的基本理论,注意反映近年来国内外的科研成果和先进的生产经验,适合大专层次培养具有专业知识和实践能力的应用型人才的要求。

本教材适用于高等专科学校、职业大学的各类专业,也可用于职工大学、电视大学、函授大学、夜大学、业余大学及各类大专层次的培训班,对企业领导者及技术人员也是一本通用的技术基础参考书。

本教材由金陵职业大学唐克嵘副教授任主编,沈龙德副教授、倪健生副教授、张乃照讲师任副主编,东南大学韩克筠副教授任主审。工程材料篇由金陵职业大学唐克嵘、沙州职业工学院王德生、连云港职业大学徐敌敌执笔;热加工工艺篇由江南大学朱欣庆,中州大学金伯连、李宗智,金陵职业大学唐克嵘执笔;切削加工工艺篇由江南大学丁群、谢清,南通职业大学倪健生,金陵职业大学沈龙德、张乃照执笔。

在本教材编写过程中,承江苏省教委高教处邱坤荣副处长大力支持和指导,书中部分插图由陈铈同志协助绘制,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,本书可能存在不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

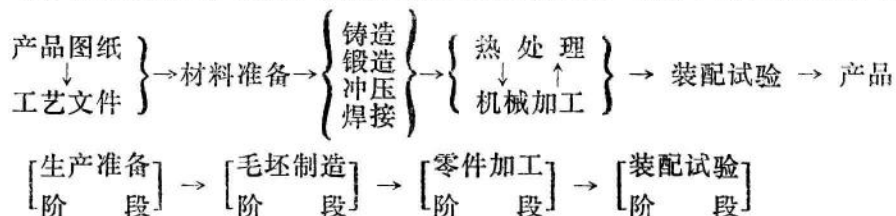
1988年12月

绪 论

工业在国民经济发展中起着主导作用，它承担着国民经济各部门的各种技术装备的制造，供应生产需要的原料、燃料、动力及其他工业品，成为农业、科学技术、国防及其本身现代化的物质技术基础。

机械制造基础课程是为在工业企业中从事机械制造、经营管理、财会、科技档案及食品工程等专业人员以及近机类专业的专业人员，所开设的一门综合性课程，目的是使以上人员，了解和掌握工业生产的基础知识，更好的做好本职工作，促进企业中产品质量的提高和经营管理水平的提高，使企业获得最大的经济效益，更好地为社会主义四化建设服务。

任何一种机械产品都有着自已特定的生产过程，这一过程可以划分成生产的准备，毛坯的制造，零件的机械加工，装配、试验和油漆包装等阶段，可用下图来表示整个过程：



一般说来，生产准备阶段的工作包括：根据产品图纸按生产计划制订工艺文件；设计和制造专用工艺装备；组织原材料及外购件等生产物资的供应；编制生产方案，组织车间生产等环节。

毛坯制造阶段的工作包括：将铸锭、钢材、板材等原材料根据设计要求，通过铸造、锻造、冲压等方法制造出零件的毛坯。

零件加工阶段的工作包括：将毛坯进行机械加工，制成符合图纸要求的零件；有的零件要经过热处理或表面处理等工序，才能成为合格的零件。

装配试验阶段的工作包括：将各种零件和外购件有顺序地装配成各个组件，部件后总装成整台产品；通过调试、测试和试验后认为已成为合格产品，再进行油漆、包装后入库。

一个好的生产过程，在保证产品品种、产量和质量的同时，应尽可能地降低各种消耗，如材料、能源等以获得最好的经济效益。所以在做好大量的技术工作的同时，还要做好一系列的组织和管理工作，使企业在市场竞争机制中，永远处于领先地位。

八十年代我国的机械制造工业在原有的基础上又向前迈进了一步，在改革开放政策的推动下，正在汲取世界上最先进的科学技术，朝着现代化方向前进。

在高等职业技术教育中，机械制造基础课程是一门综合性的技术基础课。学习本课程的主要目的，在于使学生对常用金属材料、零件加工方法和机械制造过程具有全面的工艺基础知识，为了解工业生产的全貌打下基础。

本课程的主要内容有：

第一篇工程材料包括金属及合金性能、金属及合金的结构、钢的热处理、碳素钢及合金钢、有色金属及其合金、非金属材料。

第二篇热加工包括铸造、压力加工、焊接。

第三篇金属切削加工包括金属切削加工的基础知识、金属切削机床、各种表面的加工、机械加工工艺流程、机械加工的新工艺及新技术。

目 录

绪 论

第一篇 工程材料	(1)
第一章 金属及合金的主要性能	(1)
第一节 金属及合金的机械性能.....	(1)
第二节 金属及合金的工艺性能.....	(7)
第二章 金属及合金的结构	(9)
第一节 金属的晶体结构.....	(9)
第二节 合金的相结构.....	(11)
第三节 铁碳合金.....	(15)
第三章 钢的热处理	(23)
第一节 热处理原理.....	(23)
第二节 热处理工艺.....	(28)
第四章 碳素钢及合金钢	(37)
第一节 碳素钢.....	(37)
第二节 合金钢.....	(40)
第三节 特殊性能钢.....	(46)
第五章 有色金属及其合金	(49)
第一节 铝及铝合金.....	(49)
第二节 铜及铜合金.....	(50)
第三节 其它合金.....	(53)
第六章 非金属材料	(60)
第一节 工程塑料.....	(60)
第二节 复合材料.....	(63)
第三节 其它非金属材料.....	(66)
第二篇 热加工	(70)
第七章 铸 造	(71)
第一节 砂型铸造.....	(71)
第二节 铸造工艺图.....	(78)
第三节 合金的铸造性能.....	(84)

第四节	常用铸造合金	(91)
第五节	特种铸造	(100)
第八章	压力加工	(107)
第一节	金属塑性变形的实质	(107)
第二节	自由锻与模锻	(114)
第三节	板料冲压	(125)
第四节	先进锻压工艺简介	(135)
第九章	焊接	(140)
第一节	焊接方法及其应用	(140)
第二节	手工电弧焊	(143)
第三节	埋弧焊	(146)
第四节	钨极氩弧焊	(147)
第五节	熔化极氩弧焊	(147)
第六节	CO ₂ 电弧焊	(148)
第七节	等离子弧焊接及切割	(148)
第八节	电阻焊	(151)
第九节	电渣焊	(153)
第十节	电子束焊接	(154)
第十一节	激光焊接	(156)
第十二节	超声波焊接	(156)
第十三节	摩擦焊	(158)
第十四节	扩散焊接	(160)
第十五节	钎焊	(161)
第十六节	气焊	(161)
第十七节	焊接结构	(163)
第三篇	金属切削加工	(165)
第十章	金属切削加工的基础知识	(166)
第一节	切削加工的运动分析及切削要素	(166)
第二节	金属切削刀具	(169)
第三节	金属切削过程的基本规律	(178)
第四节	提高切削加工生产率的方法	(185)
第十一章	金属切削机床	(189)
第一节	机床的分类及型号	(189)
第二节	机床的基本传动方法	(190)
第三节	普通机床	(192)
第四节	自动、半自动机床	(199)
第五节	数控机床	(199)

第十二章 各种表面的加工.....	(202)
第一节 外圆表面的加工.....	(202)
第二节 内圆表面的加工.....	(209)
第三节 平面加工.....	(217)
第四节 螺纹加工.....	(226)
第五节 齿轮的齿形加工.....	(230)
第十三章 零件结构的工艺性.....	(239)
第一节 切削加工对零件结构工艺性的要求及示例.....	(239)
第二节 生产条件对零件结构工艺性的影响.....	(244)
第十四章 机械加工工艺过程.....	(246)
第一节 工艺过程的基本知识.....	(246)
第二节 典型零件的工艺过程.....	(253)
第十五章 机械加工的新工艺及新技术.....	(261)
第一节 机械加工自动线.....	(261)
第二节 柔性生产系统.....	(263)
第三节 电火花加工.....	(266)
第四节 电解加工.....	(267)
第五节 超声加工.....	(267)
第六节 激光加工.....	(268)

第一篇 工程材料

内 容 提 要

本篇主要从绍常用的金属材料及非金属材料两大类。简要阐述了金属和合金的组织结构、二元合金相图、钢的热处理原理及工艺。介绍了常用的碳钢、合金钢、有色金属等金属材料的成分、组织、性能和用途的关系。概述了高分子材料的基本知识、常用工程塑料、复合材料、橡胶和陶瓷的特性及其应用。论述了如何合理选用材料，充分发挥材料的性能潜力，保证材料具有良好的加工工艺性，理想的使用性能，以提高零件的质量，延长其使用寿命，同时节省材料，降低成本，获得最佳经济效益的方法和措施。

第一章 金属及合金的主要性能

第一节 金属及合金的机械性能

金属及合金是机器制造业中应用最广的材料，由此制成的机械零件，在使用过程中，要受到各种方式的外力作用，如弯矩、扭矩、剪力、压力和拉力和冲击力等。这就要求金属和合金材料具有一种抵抗外力作用而不被破坏的能力，这种能力就是通称的机械性能。主要的机械性能有：强度、刚度、塑性、硬度及冲击韧性。

一、金属材料的拉伸试验

测定金属材料的强度、刚度及塑性，广泛采用拉伸试验。

拉伸试验通常在万能材料试验机上进行。先将金属材料做成标准试棒(参见图 1-1 a))，

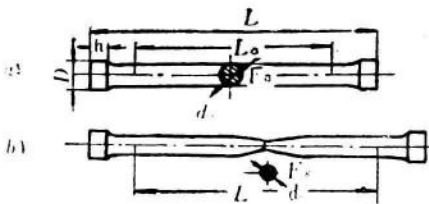


图1-1 拉伸试棒

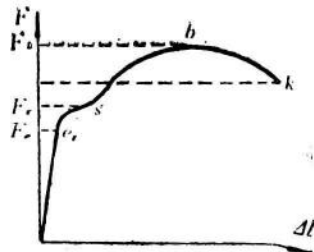


图1-2 低碳钢的拉伸曲线

然后将它装夹在试验机上，缓慢地对试棒施加轴向拉伸载荷，随着拉力的增加，试棒逐渐变形伸长，直至拉断。图 1-2 所示为用低碳钢作拉伸试验测出的拉力（载荷 F ）和变形量（伸长量 Δl ）的关系曲线，通常称为拉伸曲线。

拉伸曲线中， Oe 是直线。在外力不超过 F_e 时，对外力与变形成正比，这时，试棒只产生弹性变形，当外力去除后，试棒将恢复到原来的长度。这一段称为弹性阶段。

在拉伸曲线中的 ec 段（屈服阶段），当外力超过 F_e 后，试棒除发生弹性变形外，还产生部分塑性变形（永久变形）。此时，外力去除后，试棒不能恢复到原有的长度。如继续增加拉力，超过 F_s 后，虽外力不再增加，但试棒继续伸长，试棒开始产生明显的塑性变形，这种现象称为“屈服”。

过了 c 点，材料又恢复了低抗变形的能力。要使变形增加，就必须大大加大拉力，这种现象称为“强化”。 cb 段称为强化阶段。

过了 b 点，试样在某一局部范围内尺寸急剧收缩，逐渐出现“细颈”这就是颈缩现象。出现颈缩现象后，拉力迅速下降，至 k 点，试样断裂。

通过拉伸试验可测得材料的强度、刚度及塑性。

二、金属及合金的机械性能

在材料受外力作用而不破坏的条件下，其内部相应产生与外力平衡的内力，单位面积上的内力称为应力。

下面就金属及合金的强度、刚度、塑性、硬度、韧性及金属疲劳的概念作一简单介绍。

1. 强 度

材料在外力作用下，抵抗塑性变形和断裂的能力，称为强度。根据作用力的不同，可分为抗拉强度、抗压强度及抗弯强度等。各种强度之间存在一定的联系，通常以抗拉强度作为材料的强度指标。

抗拉强度又称强度极限，是材料拉断前所能承受的最大应力，用符号 σ_b 代表，可以按下式计算：

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0}, \quad \sigma = \frac{F}{A_0}$$

式中： F_b ——试样承受的最大外力，单位为 N

A_0 ——试样原始截面积，单位为 mm^2

σ_b ——抗拉强度，单位为 MPa

屈服极限是指材料产生屈服现象时的应力，即 s 点的应力，用符号 σ_s 代表，可按下式计算：

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0}$$

式中： σ_s ——屈服强度，单位为 MPa

F_s ——屈服时的外力，单位为 N

A_0 ——试样原始截面积，单位为 mm^2

有些金属的拉伸曲线没有显著的水平线段。这些材料的屈服极限通常规定以产生永久残余塑性量为0.2%时的应力计算，用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

金属及合金的 σ_b 和 σ_s 是工程技术上最重要的机械性能指标，是设计机械零件和检查材料性能的重要依据。设计机械零件时，是以材料的 σ_b ，还是 σ_s 计算，需视零件的要求而定。如果只要求零件在工作时不会断损，就以该材料的 σ_b 来计算；如果零件在工作时发生少量塑性变形，会引起降低传动精度或影响其它零件的相对运动时，则必须以该材料的 σ_s ，或 $\sigma_{0.2}$ 来计算。当然，在实际设计还要根据零件工作的条件，金属的质量来规定相应的安全系数。

2. 塑 性

金属材料在外力作用下变形而不破坏，当外力去除后仍能保持所获得的变形的性能，称为塑性。这种随外力消失而保持的永久变形称为塑性变形。

金属材料的塑性指标通常用延伸率(δ)和断面收缩率(ψ)来表示。

延伸率是指试样拉断后的伸长量与原来长度的百分比。可用下式计算：

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

式中： δ ——延伸率

l_1 ——试样拉断后的长度，单位为 mm

l_0 ——试样的原始长度，单位为 mm

对同一材料用不同长度的试样所测得的延伸率数值是不同的，为了便于比较，试样必须标准化。通常采用试样的计算长度为其直径的5倍或10倍，并相应以 δ_5 或 δ_{10} （通常写为 δ ）表示。

断面收缩率是指试样拉断处横截面积减少量与原横截面积的比值，用百分率来表示。

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

式中： A_0 ——试样的原始截面积，单位为 mm^2

A_1 ——试样断裂处的截面积，单位为 mm^2

ψ ——断面收缩率

材料的 δ 或 ψ 越大，其塑性越好。当采用压力加工（如轧制、锻造、冲压或冷拉等）工艺时，要求材料具有良好的塑性，否则在加工过程中易发生开裂而损坏。

3. 刚 度

材料在受力时抵抗弹性变形的能力称为刚度。刚度的大小用弹性变形范围内应力与应变（指单位长度的变量）的比值 E （弹性模数）来表示。 E 在拉伸曲线上表现为 OE 的斜率。

弹性模量 E 越大，即在一定的应力下发生的弹性变形越小，刚度就越大。它随温度的升高而降低。

弹性是指材料所具有的弹性变形性质。即在不产生塑性变形时，材料所能承受的最大应

力。一般用弹性极限来表示材料的最大弹性指标。

一般零件在使用过程中均处于弹性状态。对于要求弹性变形较小的零件，应选用刚度大（即弹性模量 E 较大）的材料。

4. 硬 度

金属材料抵抗其它更硬物体压入表面的能力称为硬度。也可以说是材料抵抗局部塑性变形的能力。它是个综合机械性能指标。

常用的硬度指标有：布氏硬度(HB)，洛氏硬度(HRA,HRB,HRC)，维氏硬度(HV)。

(1) 布氏硬度

用直径为 D 的淬火钢球加上一定的压力 F ，使其压入被测金属材料的表面（见图1-3），并保持一定的时间，然后去除压力，再测量金属表面上的凹痕面积，求出单位面积所受的压力，即表示布氏硬度值，用符号HB表示。

$$HB = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中：HB——布氏硬度值，单位为 kg/mm^2

F ——所加压力，单位为 kg

A ——压痕球面积，单位 mm^2

D ——标准钢球直径，单位为 mm

d ——压痕直径，单位为 mm

在实际测定中，用放大镜测得压痕直径 d 后，可以直接查表求出硬度值。

由于布氏硬度的压印头是淬火钢球，所以它只适用于测定硬度较低（ $HB > 450$ ）的金属材料，当被测材料硬度较高时，钢球本身会发生变形，失去了测量的准确性。

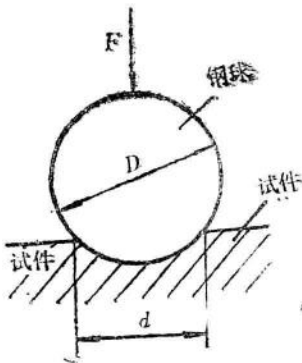


图1-3 布氏硬度试验原理简图

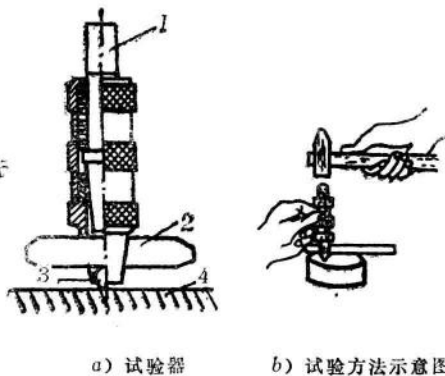


图1-4 布氏小球动力测定硬度试验示意图

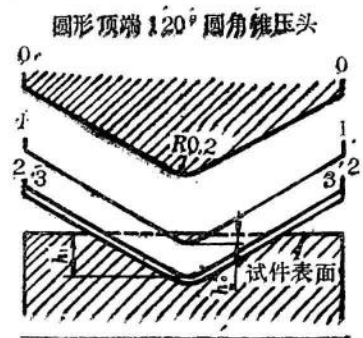


图1-5 洛氏硬度试验原理示意图

对于大型机器零件（如机床床身，工作台），不能用硬度试验机进行测定，常用一种布氏小球动力测定硬度试验法。如图1-4所示，试验时先将试验器垂直安放在被测表面4，用锤敲击试验器的撞杆1后，钢球3就会同时也在被测表面和标准试棒2上压出印痕，最后取出标准试棒，测量两者表面印痕直径，再查表就可知道被测表面的硬度值。由于被测零件和标

准试棒的弹性不同，撞击后的印痕会稍有差异，因此会影响硬度的准确性，但试验器体积小，便于携带，使用方便，所以应用很广。

(2) 洛氏硬度

洛氏硬度所用印头顶角为120°的金刚石圆锥体（见图1-5）或直径为1.588mm(1/16")的淬火钢球。用一定的载荷将坚硬的压头压入被测金属材料的表面，根据压痕的深度来计算硬度。按所用压头和加载的不同，分为HRA, HRB, HRC三种标准，其中以HRC应用最广。

布氏硬度和洛氏硬度的数值可以利用专门的表格互相进行换算(表1-1)。

由于测定硬度的试验设备较简单，操作方便，迅速，而且硬度与强度之间有一定关系，因此它是材料热处理质量检查和工作性能要求的最通用的指标。

表 1-1 布氏、洛氏、维氏硬度换算

布氏硬度 HB37D ²	洛氏硬度		维氏硬度 HV	布氏硬度 HD30D ²	洛氏硬度		维氏硬度 HV
	HRC	HRA			HRC	HRA	
	70.0	86.6	1037		51.5	76.6	534
	69.5	86.3	1017		51.0	76.3	525
	69.0	86.1	997		50.5	76.1	516
	68.5	85.8	978		50.0	75.3	509
	68.0	85.5	959		49.5	75.5	501
	67.5	85.2	941		49.0	75.3	493
	67.0	85.0	923		48.5	75.0	483
	66.5	84.7	906		48.0	74.7	478
	66.0	84.4	889		47.5	74.5	470
	65.5	84.1	872	449	47.0	74.2	463
	65.0	83.9	856	442	46.5	73.9	456
	64.5	83.6	840	436	46.0	73.7	449
	64.0	83.3	825	430	45.5	73.4	443
	63.5	83.1	810	424	45.0	73.2	436
	63.0	82.8	795	418	44.5	72.9	429
	62.5	82.5	780	413	44.0	72.6	423
	62.0	82.2	766	407	43.5	72.4	417
	61.5	82.0	752	401	43.0	72.1	411
	61.0	81.7	739	398	42.5	71.8	405
	60.5	81.4	726	391	42.0	71.6	399
	60.0	81.2	713	385	41.5	71.3	393
	59.5	81.0	700	380	41.0	71.1	388
	59.0	80.6	688	375	40.5	70.8	382
	58.5	80.3	676	370	40.0	70.5	377
	58.0	80.1	664	365	39.5	70.3	372
	57.5	79.8	653	360	39.0	70.0	367
	57.0	79.5	642	355	38.5	69.7	362
	56.5	79.3	631	350	38.0	69.5	357
	56.0	79.0	620	345	37.5	69.2	352
	55.5	78.7	609	341	37.0	69.0	347
	55.0	78.5	599	336	36.5	68.7	342
	54.5	78.2	589	332	36.0	68.4	338
	54.0	77.9	579	327	35.5	68.2	333
	53.5	77.7	570	323	35.0	67.0	329
	53.0	77.4	561	318	34.5	67.7	324
	52.5	77.1	551	314	34.0	67.4	820
	52.0	76.9	543	310	33.5	66.1	316

续表

布氏硬度 HB30D ²	洛氏硬度		维氏硬度	布氏硬度 HD30D ²	洛氏硬度		维氏硬度
	HRC	HRA	HV		HRC	HRA	HV
306	33.0	66.9	312	242	23.5	62.0	246
302	32.5	66.6	308	240	23.0	61.7	243
298	32.0	66.4	304	237	22.5	61.5	240
294	31.5	66.1	300	234	22.0	61.2	237
291	31.0	65.8	296	232	21.5	61.0	234
286	30.5	65.6	292	229	21.0	60.7	231
283	30.0	65.3	289	227	20.5	60.4	229
280	29.5	65.1	280	225	20.0	60.2	226
276	29.0	64.8	281	222	19.5	59.9	223
273	28.5	64.6	278	220	19.0	59.7	221
269	28.0	64.3	274	218	18.5	59.4	218
266	27.5	64.0	271	216	18.0	59.2	216
263	27.0	63.8	268	214	17.5	58.9	214
260	26.5	63.5	264	211	17.0	58.6	211
257	26.0	63.3	261	209	16.5	58.4	209
254	25.5	63.0	258		16.0	58.1	
251	25.0	62.8	255		15.5	57.9	
248	24.5	62.5	252		15.0	57.6	
245	24.0	62.2	249				

低碳钢 $\sigma_b \approx 0.36HB$
高碳钢 $\sigma_b \approx 0.34HB$

调整合金钢 $\sigma_b \approx 0.325HB$
灰铸铁 $\sigma_b \approx 0.1HB$

5. 冲击韧性

许多机器零件在工作过程中往往受到冲击载荷的作用，由于外力的瞬时冲击作用所引起的变形和应力比静载荷大得多，因此，在设计承受冲击载荷的零件和工具时，必须考虑所用材料的冲击韧性。

金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力称为冲击韧性。

金属材料的冲击韧性用冲击值 a_k 表示，冲击值是指金属单位面积能承受的最大冲击功。

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

式中： a_k ——冲击韧性值，单位为 J/cm^2

A_k ——冲击功，单位为 J

A ——试样断口处横截面积，单位为 cm^2

冲击值 a_k 与试验的温度有关。有些材料在室温（20℃左右）试验时并不显示脆性，而在较低温度下，则可能发生脆断。因此，为了确定金属材料（特别是低温用材料）由韧性状态向脆性状态变化的倾向，可在不同的温度下测定冲击值 a_k ，将试验结果绘成曲线（图1-7）。由图1-7可以看出， a_k 随温度的降低而减小，在某一温度范围时， a_k 显著降低而呈现脆性，这个温度范围称谓脆性转变温度范围。转变温度愈低，材料的低温抗冲击性能越好。

实际上，在冲击载荷下工作的零件或构件，很少因受一次超载冲击而破坏，不少情况下所承受的冲击载荷是属小能量的多次重复冲击载荷，这时用冲击值 a_k 来衡量其抗力并不合适，而应采用小能量多次重复冲击试验来测定。

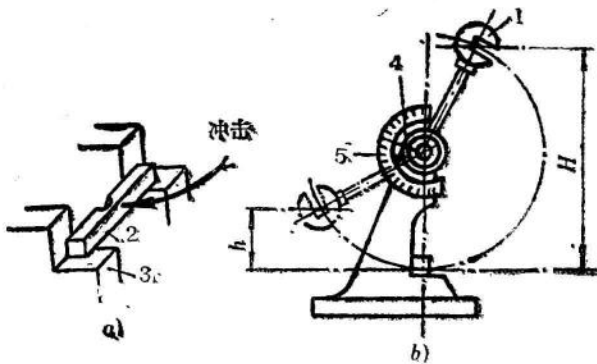


图1-6 冲击试验简图

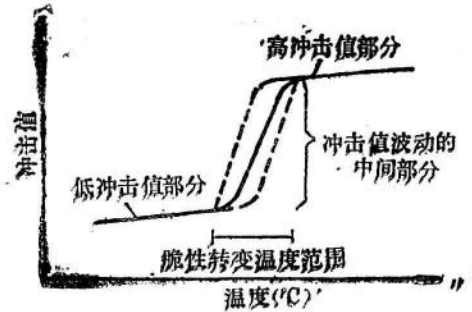


图1-7 冲击率-温度曲线示意图

实验研究表明：材料承受小能量的多次重复冲击的能力，主要决定于强度，而不是主要决定于冲击值。

6. 金属疲劳的概念

许多机械零件（如轴，连杆、弹簧、齿轮等）是在重复或交变应力作用下工作的。所谓重复或交变应力，是指应力的的大小或大小和方向随时间周期性变化。例如，轴类零件在旋转时，其截面上，一面受拉应力；另一面受压应力，转过半周后，原来受拉应力的一面变为受压应力；原来受压应力的则变为受拉应力。轴在不断旋转时，所受到的就是大小和方向周期改变的交变载荷。在交变载荷作用下，金属发生破坏时的应力值比静荷拉伸试验的屈服极限 σ_s 还低，这种现象称为金属的疲劳。

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，称为疲劳强度（或称疲劳极限）。

实际上不可能做无限次交变载荷试验，所以一般试验时规定，钢在经受 $10^6 \sim 10^7$ 次，有色金属经受 $10^7 \sim 10^8$ 次交变载荷作用时不产生破坏的最大应力称为疲劳强度，代表符号是 σ_{-1} 。

金属材料的疲劳强度，与抗拉强度之间存在着近似的比例关系。

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

灰口铸铁： $\sigma_{-1} \approx 0.4 \sigma_b$ ；

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

金属材料的疲劳强度与很多因素有关，如合金的成分，表面质量，组织结构，夹杂物的多少与分布状况等。对零件表面进行强化处理（如表面喷丸，表面淬火，冷挤压等，或进行精密加工以降低零件表面粗糙度的参数值等方法能提高零件的疲劳强度。

第二节 金属及合金的工艺性能

制造零件时，金属材料要进行各种加工工艺。为了使工艺简便，产品质量好，成本低廉，则要求材料具有良好的工艺性能。

金属材料的工艺性能有铸造性、可锻性、可焊性和切削加工性等。它能否适应这些加工工艺的要求，以及适应的程度如何，是决定它能否进行加工或如何进行加工的重要因素。

工艺性能就是指金属材料能够适应加工工艺要求的能力。工艺性能往往是由物理性能，化学性能，机械性能综合作用所决定的，不能单用一个物理参数来表示。这些性能将在以后各章分别加工叙述。

习 题

1. 金属及合金有哪些基本机械性能？
2. 已知试棒的直径为 10mm，长度为 50mm。试验时测出材料在 26000N 时屈服，45000N 时断裂。拉断后试棒长 58mm，断口直径为 7.75mm。试计算 σ_s ， σ_b ， σ ， Ψ 。
3. 说明各种硬度试验的原理，并比较其优缺点。
4. 测量金属材料冲击韧性时，将冲击试验机的摆锤(50kg)抬至 35cm 的高度，当摆锤下落时，将试样冲断后又升至 12cm 的高度，若方形截面的断口边长为 8mm，试求被测材料的 a_k 值。
5. 怎样提高金属材料的疲劳强度？

第二章 金属及合金的结构

不同的金属和合金具有不同的性能，这是由其内部结构所决定的。要掌握或应用金属和合金的性能特点，就必须从本质上了解它们的内部结构及其在加热、冷却等条件影响下的基本变化规律。

第一节 金属的晶体结构

一、金属的晶体结构

根据原子在物质内部聚集状态的不同，固体分为非晶体和晶体两大类。非晶体的特点是原子呈不规则排列，例如松香、沥青、普通玻璃等；晶体的特点是其原子呈规则排列（如图2-1a）所示），例如水晶、金刚石和一切固态金属及合金。晶体规则排列的方式称为晶体的结构。

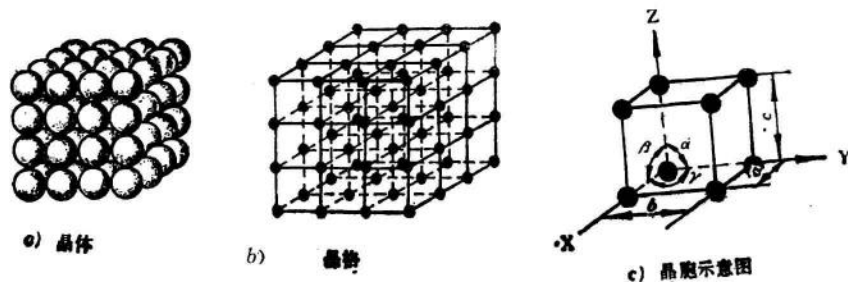


图2-1 金属晶体结构的示意图

为了便于研究和描述晶体结构，示意地将原子缩小成一个小球，用假想线将各原子的中心联接起来，就得到一个抽象化的空间格架，这种假想的格架称为晶格（如图2-1b）所示）。晶格的结点为原子平衡时的中心位置。由于晶体中原子在三维空间呈周期性重复排列的特点，通常取晶格中一个能够完整反映晶格基本特征的最小几何单元（即为晶胞，如图2-1c）所示）来研究问题。晶胞的棱边长度 a 、 b 、 c 称晶格常数，其尺寸单位用 \AA （埃）来度量。晶胞各边间的相互夹角分别以 α 、 β 、 γ 表示。通过晶体中原子中心的平面叫做晶面；通过原子中心的直线所代表的方向叫做晶向。

二、常见金属的晶格类型

本世纪初，利用X射线测定了金属的晶体结构。大多数金属皆为体心立方、面心立方和密排六方三种典型的结构。