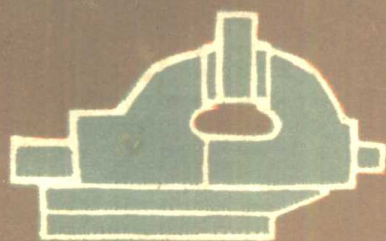


农业机械化丛书

金属工艺基础



四川人民出版社



农业机械丛书

金属工艺基础

《金属工艺基础》编写组编

四川人民出版社

金属工艺基础(修订版)

四川人民出版社出版

重庆新华印刷厂印刷

四川省新华书店重庆发行所发行

开本787×1092毫米1/32 印张16.25 插页6 插表2 字数410千

1978年8月第一版

1980年2月第三次印刷

印数: 150,001—180,000册

书号: 15118·18

定价: 1.41元

《农业机械化丛书》

出版说明

在全国人民高举毛主席的伟大旗帜，紧跟以华主席为首的党中央抓纲治国的战略决策，团结战斗的大好形势下，为了大力宣传毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的教导，普及农业机械化知识，提高农业机械化队伍的思想、技术水平，发挥亿万群众的积极性和创造性，大搞农业技术改革，加快农业机械化的步伐，以适应普及大寨县和一九八〇年基本上实现农业机械化的需要，中央和地方有关出版社联合出版这套《农业机械化丛书》。

《农业机械化丛书》包括耕作机械、农田基本建设机械、排灌机械、植物保护机械、运输机械、收获机械、农副产品加工机械、化肥、农药、塑料薄膜、林业机械、牧业机械、渔业机械、农村小型电站、半机械化农具、农用动力、农机培训、农机管理、农机修理、农机制造等二十类。可供在生产队、公社、县从事农业机械化工作的贫下中农、工人、干部、知识青年和技术人员参考。

本书属于《农业机械化丛书》农机修理类。

F636.30

前 言

一九七四年九月,我们在湖南长沙召开了教材协作编写会议,讨论并拟定了本书的编写提纲,决定由湖南、安徽、四川、广西等省(自治区)农业机械化学校及河北省廊坊地区农业机械化学校组成编写小组,深入实际,调查搜集资料,依据提纲分工写出初稿。一九七五年三月,在四川省农业机械局的关怀和支持下,邀请了四川手扶拖拉机厂,南京农业机械化学校等十个省、市共二十二个单位的工人、领导干部、技术人员及教师,对本书进行“三结合”审查、修改、定稿。于一九七六年七月由四川人民出版社出版,发行全国。一九七七年二月,“全国农业学大寨图书出版工作座谈会”将本书列入《农业机械化丛书》。经过两年来的使用,读者对本书提出了许多宝贵意见,并要求再版。

一九七八年一月,农林部在广西桂林召开教材编写座谈会,议定对原书作进一步修订,然后作为全国中等农林学校试用教材,并由四川、湖南、新疆、甘肃、山东等省(自治区)农业机械化学校负责这项修订工作。展现在读者面前的这本书,就是经过修订后的再版本。

全书分“金属材料及热处理”、“热加工基础”、“金属切削加工”三篇共十八章,讲述了机器零件从毛坯到成品的主要生产环节及过程。修订时,删去了一些陈旧内容,加强了金属学及热处理的基础理论,将金属材料按其系统集中论述,并增添了“公差配合及技术测量”一章。此外,还结合农机修造工作,在原书的基础上,尽力增补了一些新材料、新工艺、新技术,如粉末冶金及其材料、气体软氮化、气体保护电弧焊、电加工等。

本书系中等农林学校的农业机械修理、农业机械化、林业机械和渔业轮机管理等专业的教科书，也可供三级农机修造网青年工人和技术人员自学参考。

金属工艺基础是一门综合性的技术基础课程，内容多，涉及面较广。由于我们思想和业务水平有限，修订本难免仍存在一些缺点和错误，恳请读者批评指正。

《金属工艺基础》修订小组

一九七八年五月

目 录

第一篇 金属材料及热处理	1
第一章 金属的机械性能	1
第一节 强度	1
第二节 塑性	3
第三节 硬度	4
第四节 韧性	7
第五节 疲劳	9
第二章 金属与合金的结构及铁碳合金	10
第一节 金属的晶体结构	10
第二节 合金的基本组织结构	15
第三节 铁碳合金状态图 ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ 状态图)	18
第三章 钢的热处理	29
第一节 概述	29
第二节 钢在加热及冷却时的组织转变	31
第三节 钢的退火与正火	40
第四节 钢的淬火与回火	44
第五节 钢的表面热处理	56
第六节 热处理缺陷及其防止	64
第七节 热处理车间常用的加热设备	66
第四章 钢	72
第一节 碳素钢	72
第二节 合金钢	79
第五章 铸铁	101

第一节	铸铁的分类	101
第二节	影响铸铁石墨化的因素	102
第三节	灰口铸铁及其热处理	103
第四节	可锻铸铁	107
第五节	球墨铸铁及其热处理	108
第六节	合金铸铁简介	112
第六章	有色金属及其合金	114
第一节	铜及铜合金	114
第二节	铝及铝合金	118
第三节	轴承合金	122
第四节	粉末冶金及其材料	126
第七章	机器零件的选材及典型零件的热处理	130
第一节	机器零件材料的选用	130
第二节	制定热处理工艺的一般原则	133
第三节	典型零件的热处理	135
第二篇	热加工基础	139
第八章	铸造	139
第一节	造型材料	140
第二节	造型与造芯	144
第三节	浇注系统	150
第四节	铸铁的熔炼和浇注	153
第五节	有色金属铸造特点	160
第六节	铸件的缺陷分析及防止	162
第七节	特种铸造	166
第九章	锻造	169
第一节	金属塑性变形的基本原理	169
第二节	金属的加热及加热设备	173
第三节	锻造工作	177

第十章 金属的焊接与气割	189
第一节 手工电弧焊	190
第二节 金属的气焊与切割	208
第三节 常用金属材料的焊接	221
第四节 焊接缺陷及焊缝质量的分析与检查	230
第五节 其它几种焊接方法	236
第三篇 金属切削加工	243
第十一章 公差配合与技术测量	243
第一节 公差与配合的基本概念	243
第二节 公差与配合制度	250
第三节 公差制度的应用	263
第四节 常用量具的结构和使用	276
第五节 表面形状和位置公差	290
第六节 表面光洁度	309
第十二章 金属切削基础知识	315
第一节 刀具材料	315
第二节 金属切削的基本概念	319
第三节 车刀几何参数的选择	330
第四节 切削用量的选择	341
第五节 金属切削机床概述	342
第十三章 车削加工	351
第一节 C620 型普通车床	351
第二节 车床的主要工作	361
第十四章 刨削加工	392
第一节 刨削及刨刀	392
第二节 刨床工作	401
第十五章 铣削加工	407
第一节 铣床	407

第二节	铣削与铣刀	414
第三节	万能分度头及其工作	420
第四节	齿轮的铣削加工	429
附:	展成法加工齿轮	438
第十六章	磨削加工	441
第一节	概述	441
第二节	砂轮	443
第三节	磨床工作	450
附:	金属加工的新工艺	456
第十七章	机械加工工艺基础知识	459
第一节	基本概念	459
第二节	工艺路线的制定	467
第十八章	钳工工作	476
第一节	划线	476
第二节	整削	480
第三节	锯割	482
第四节	锉削	485
第五节	刮削	488
第六节	钻孔、扩孔、铰孔	492
第七节	攻丝、套扣	500
附表 I	汉语拼音字母读音	506
附表 II	外文字母读音	506
附表 III	元素周期表	507
附表 IV	洛氏硬度HRC与其它硬度及强度换算表(试行)	508
附表 V	农机修理常用磨具参考表	510

第一篇 金属材料及热处理

第一章 金属的机械性能

任何机器零件，在其使用过程中都会受到各种不同形式外力的作用。所受的外力称为载荷(或负荷)。机器零件在载荷的作用下，会发生变形或断裂，反映金属材料在外力作用时所表现的特性，称为机械性能，包括强度、塑性、硬度、韧性和疲劳等。

第一节 强 度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。常用来衡量金属强度的指标有屈服强度(σ_s)和抗拉强度(σ_b)。

材料受外力作用会发生变形，同时在材料内部产生一个抵抗变形的力(又称内力)，其大小和外力相等，方向相反。材料单位面积上的抵抗力称为应力。强度的大小，就是用应力来度量的。

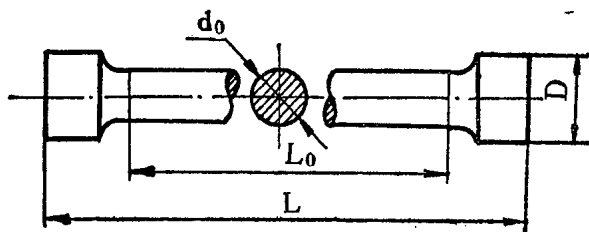


图1—1 拉伸试样

金属的屈服强度和抗拉强度是通过把材料做成标准试样，在材料试验机上进行拉伸试验测得的。常用的拉伸试样如图1—1所示。图中 d_0 为原始直径， L_0 为计算长度。试样的形状及尺寸已列入国家标准：长试样 $L_0 = 10d_0$ ；短试样 $L_0 = 5d_0$ 。

试验时，随着载荷的缓慢增加，试样产生变形，逐渐增长。把试验过程中外加载荷和试样的相应变形量，画在以变形量 ΔL 为横座标、载荷 P 为纵座标的图上，所连成的曲线即为拉伸曲线。

图1—2是低碳钢的拉伸曲线图。从图中可知，载荷未达到 P_e 前，试样只产生弹性变形，即载荷消除后，试样能消除变形，恢复原状。材料产生最大弹性变形时的应力叫弹性极限。当载荷超过 P_e 时，试样开始产生塑性变形，即

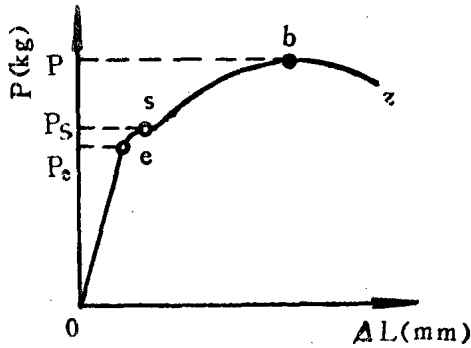


图1—2 拉伸曲线图（低碳钢）

载荷取消后也不能恢复原状。载荷继续增加至 P_s 时，试样承受的载荷虽然不再增加，但塑性变形仍在继续产生，图上出现水平线段，这种现象称为“屈服”。产生屈服现象时的应力，称为屈服强度 (σ_s) 。屈服强度是表示材料抵抗微量塑性变形的能力。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F} \text{ (公斤/毫米}^2\text{)}$$

式中： P_s ——材料屈服时的载荷（公斤）；

F ——试样的原始横截面积（毫米²）

有些金属（如高碳钢）的拉伸曲线，没有明显的水平线段，这些材料的屈服强度，通常以其产生塑性变形为试样计算长度的0.2%时的应力计算，用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

载荷继续增加, 试样继续变形, 直至 b 点, 试样出现局部变细的缩颈现象(图1—3)。由于试样横截面的逐渐缩小, 载荷也逐渐下降, 至 Z 点试样被拉断。所以 P_b 是试样拉断前所能承受的最大载荷, 与之相应的应力称为抗拉强度(σ_b)。

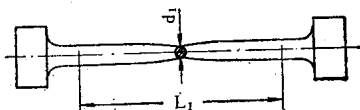


图1—3 缩颈示意图

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F} \text{ (公斤/毫米}^2\text{)}$$

式中: P_b ——试样所能承受的最大载荷(公斤);

F ——试样原始横截面积(毫米²)

屈服强度和抗拉强度是金属材料机械性能的重要指标, 也是一般零件设计、选材时的重要依据。当材料受压力或弯曲力时, 其强度指标分别用抗压强度(σ_{bc})或抗弯强度(σ_{bb})表示, 单位: 公斤/毫米²。

第二节 塑 性

塑性是指金属在外力作用下, 产生永久变形而不破坏的能力。衡量金属材料塑性的指标有延伸率(δ)和断面收缩率(Ψ)。

一、延伸率

延伸率是指试样拉断后的伸长量与原始长度的比值, 用百分率表示。

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中: L_0 ——拉伸试样的原始计算长度;

L_1 ——拉伸试样拉断后的计算长度

从上式可知, 同一材料的延伸率与试样尺寸有关。为此, 短

试样的延伸率用 δ_5 表示，长试样的延伸率用 δ_{10} 表示（ δ_{10} 通常简写成 δ ）。

二、断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后断口面积的缩减量与原截面面积之比值，用百分率表示。

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\%$$

式中： F_0 ——拉伸试样原始横截面积；

F_1 ——拉伸试样断口处横截面积

塑性也是金属材料机械性能的一个重要指标。它影响着零件的加工方法，如塑性良好的低碳钢，可进行压力加工；而塑性差的铸铁，就不能采用这种方法。为了避免机器零件在工作中突然断裂，零件材料一般都需具有一定的塑性。不同的零件对塑性的要求各不相同，但通常并不需要很大的塑性， δ 达5%或 ψ 达10%即可满足使用要求。过高的追求塑性，反而会导致强度的下降。

第三节 硬 度

硬度是指金属材料抵抗硬物压入其表面的能力，它也是材料机械性能的重要指标之一。常用的硬度指标有：布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)等。

一、布氏硬度

布氏硬度是在布氏硬度计上测量得到的。其试验规范见表1—1。

表 1-1 布氏硬度试验规范

材 料	HB 范 围 (公斤/毫米 ²)	试样 厚度 (毫米)	P/D ²	钢球直径 D(毫米)	载 荷 P(公斤)	载荷保持 时间 (秒)
黑色金属 (如 钢的退火、正 火、调质状态)	140~450	>6	30	10	3000	10
		6~3		5	750	
		<3		2.5	187.5	
黑色金属	<140	>6	30	10	3000	30
		6~3		5	750	
		<3		2.5	187.5	
有色金属及合 金 (如铜、黄 铜、青铜、镁 合金)	31.8~130	>6	10	10	1000	30
		6~3		5	250	
		<3		2.5	62.5	
有色金属及合 金 (铝、轴承 合金)	8~35	>6	2.5	10	250	60
		6~3		5	62.5	
		<3		2.5	15.6	

测定布氏硬度是在直径为 D 的淬火钢球上施加压力 P ，使钢球压入被测金属表面并留下压痕(图1—4)，载荷 P 与压痕表面积之比称为布氏硬度，用 HB 表示。

$$HB = \frac{P}{F} \text{ (公斤/毫米}^2\text{)}$$

式中：P——载荷(公斤)；
F——压痕表面积
(毫米²)

布氏硬度一般不经过计算，只须用带刻度的放大镜测出压痕直径，再根据载荷 P 、

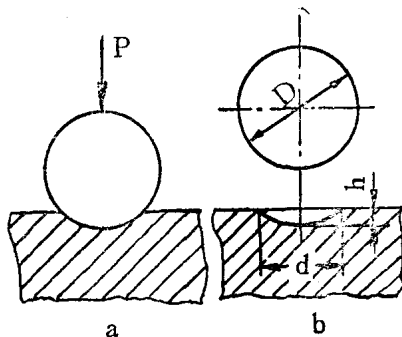


图1—4 布氏硬度试验原理示意图

钢球直径 D 和压痕直径 d ，从有关资料中即可查出相应的布氏硬度值。布氏硬度值一般不标注单位。

由于布氏硬度测得的压痕面积较大，故准确度较高。但其压头是淬火钢球，所以只能测量硬度不高 ($HB < 450$) 的材料。布氏硬度常用来测量退火、正火后的钢制零件及铸铁件和有色金属零件等。

根据经验，布氏硬度与抗拉强度之间有一定的近似关系。

对于低碳钢 $\sigma_b \approx 0.36HB$;

对于高碳钢 $\sigma_b \approx 0.34HB$;

对于调质合金钢 $\sigma_b \approx 0.325HB$

二、洛氏硬度

洛氏硬度是在洛氏硬度计上测量得到的。其试验规范见表 1—2。

试验时，以一定的载荷 P 把压头压入被测金属表面（图 1—5）。卸掉载荷后，以压痕的深度来确定金属材料的硬度。压痕愈深，硬度愈低；反之，硬度愈高。实际测定时，金属材料的硬度值可直接从洛氏硬度计的刻度盘上读出。

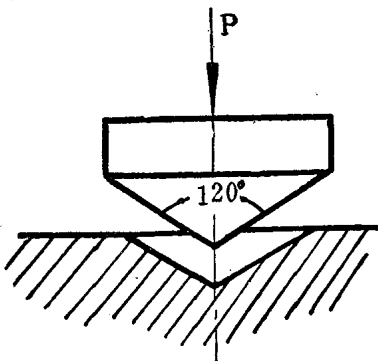


图 1—5 洛氏硬度试验原理示意图

根据所加载荷与压头形状的不同，洛氏硬度可分为 A、

B、C 三级。淬硬钢多用 C 级，其硬度值用 HRC 表示。

由于硬度的测量方法简便、迅速、经济，同时又能间接反映强度的大小，所以在零件的技术要求中常标注硬度要求。

各种硬度试验得到的数值，相互间没有一定的比例关系。只

表 1-2 洛氏硬度试验规范

洛氏 硬度	压 头		负 荷 (公斤)		适 用 范 围
	形状	大 小	预负 荷	主负 荷	
HRC	金 刚 石 圆 锥	圆锥顶角120°	10	140	HRC 20~70的硬金 属如淬火钢
HRB	钢 球	直径 = $\frac{1}{16}$ " (1.59毫米)	10	90	HRB 25~100的软金 属如中低碳钢
HRA	金 刚 石 圆 锥	圆锥顶角120°	10	50	HRA 70以上很硬很 薄的材料

有通过同一材料用不同的方法测定各硬度值后列表进行比较。各种硬度及强度换算见附表IV。

当HB>220时，HRC与HB的关系大约为1:10。

下面介绍一种在没有硬度计或零件某些部位（如螺纹和孔的内表面等）不使用硬度计测量的情况下，用锉刀检验硬度的经验：选用七、八成新的中齿平锉，用一定压力压在零件上，并慢慢地向前推动，若开始锉动时有明显的阻力，并有较多的铁屑锉下，说明材料硬度不高，约在HRC35~40以下；若没有明显的阻力，锉刀有些打滑，继续向前推动时，只有少量铁屑被锉下，说明材料硬度高，约在HRC40~50左右；若锉刀在零件表面打滑，没有铁屑落下，则说明硬度很高，约在HRC50以上。

用锉刀测量硬度是凭手的感觉和经验来判断的，得到的是近似值。但只要多实践，也能判断得比较准确。

第四节 韧 性

许多机器零件，如内燃机的连杆和曲轴、锻锤的锤杆等，在工作过程中都承受着大小不同的冲击载荷。冲击载荷是一种能量载荷（单位是公斤·米），其破坏能力要比静载荷大得多。因此，凡