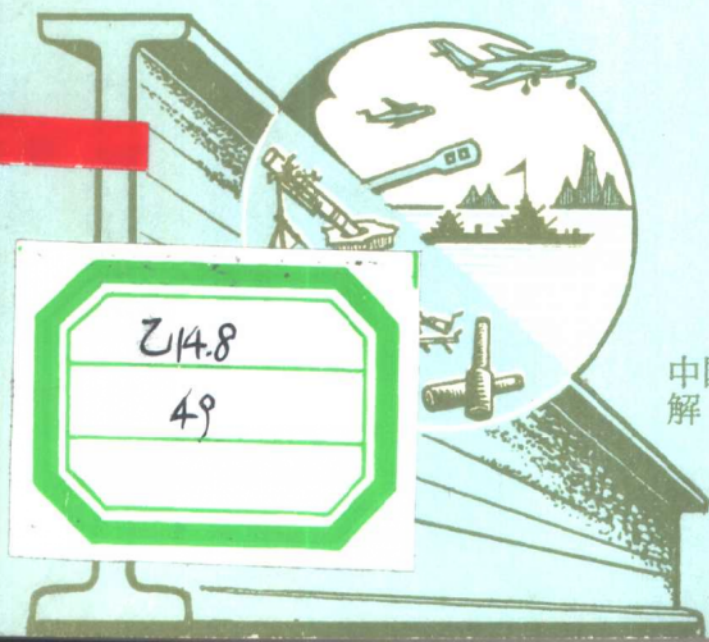


材 料 学 教 材

军 械 专 业



中国人民解放军总后勤部装备部



2 007 0332 8

材 料 学 教 材

材 料 学 教 材

中国人民解放军总后勤部装备部

中国人民解放军战士出版社出版发行
中国人民解放军第一二〇二工厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32·插页3·印张7 $\frac{1}{2}$ ·字数200,000

1973年9月第1版(北京)

1973年9月第1次印刷

说 明

遵照毛主席关于“**要准备打仗**”的教导，为加强军械专业基础训练，编写了《材料学教材》，供各部队、技工训练队和学校进行训练时使用。在使用中，望及时总结经验，提出修改意见，以便再版时订正。

总 后 装 备 部

一九七三年九月

目 录

第一章 金属材料的性能	(1)
第一节 金属材料的机械性能.....	(1)
一、强度.....	(1)
二、塑性.....	(4)
三、韧性.....	(5)
四、硬度.....	(5)
第二节 金属的工艺性能.....	(8)
一、可延展性.....	(9)
二、可锻造性.....	(9)
三、可切削性.....	(9)
四、可焊接性.....	(9)
第二章 钢	(10)
第一节 金属合金的内部结构.....	(10)
第二节 碳钢.....	(15)
一、钢的组织 and 性能.....	(16)
二、碳钢的分类、牌号与应用.....	(21)
第三节 合金钢.....	(27)
一、合金元素对钢性能的影响.....	(27)
二、合金钢的牌号与应用.....	(29)
第四节 钢的识别.....	(37)
一、按印记和涂色识别.....	(37)
二、按火花识别.....	(38)

第三章 钢的热处理	(51)
第一节 铁碳状态图 (钢的固态部分)	(52)
第二节 钢在加热和冷却时的转变	(55)
一、钢在加热时的转变	(55)
二、钢在冷却时的转变	(57)
第三节 钢的加热	(67)
一、加热炉的种类	(68)
二、加热温度的测定	(68)
三、加热时间	(69)
四、加热方法	(70)
第四节 钢的退火与正火	(74)
一、钢的退火	(74)
二、钢的正火	(79)
三、正火和退火在修械所的应用	(80)
第五节 钢的淬火与回火	(81)
一、淬火	(81)
二、回火	(91)
第六节 钢的表面处理和化学热处理	(101)
一、固体渗碳	(102)
二、钢的氰化	(105)
第七节 修械所材料的选用和代用	(107)
一、碳钢零件材料选用和代用	(107)
二、合金钢零件材料选用和代用	(108)
三、利用废旧零件改制零件或工具	(109)
四、各种武器、器材部分零件选用	
材料实例	(109)
第八节 热处理实例	(140)

一、片簧及弹簧垫圈	(140)
二、螺旋弹簧 (钢丝簧)	(141)
三、扳机簧	(142)
四、击针	(142)
五、闭锁卡铁	(144)
六、镊子	(144)
七、丝锥	(146)
八、高速钢车刀	(146)
九、常用碳素钢和合金钢热处理规范 举例	(147)
第四章 有色金属	(161)
第一节 铜及铜合金	(161)
一、铜	(161)
二、黄铜	(162)
三、青铜	(165)
四、白铜	(169)
第二节 铝及铝合金	(169)
一、铝	(169)
二、压力加工铝合金	(170)
三、铸造铝合金	(173)
第三节 轴承合金	(174)
一、锡基、铅基轴承合金	(175)
二、铜基轴承合金	(176)
第五章 金属的防锈	(177)
第一节 金属锈蚀的原因	(177)
一、化学锈蚀	(177)
二、电化学锈蚀	(177)

第二节 金属的除锈	(178)
一、一般的除锈方法	(178)
二、化学除锈法	(178)
第三节 防锈的方法	(181)
一、发蓝	(181)
二、烧蓝	(184)
三、补蓝	(184)
四、磷化	(185)
五、补磷化膜	(188)
六、镀铬	(188)
第六章 油料与油漆	(196)
第一节 油料	(196)
一、油料的性质	(196)
二、军用油料	(197)
三、锭子油与机械油	(201)
四、油料检验	(201)
第二节 油漆	(202)
一、油漆的原料	(202)
二、色漆	(204)
三、底漆	(205)
四、清漆	(206)
五、喷漆	(206)
附 表	(208)
一、汉语拼音字母	(208)
二、注音字母	(209)
三、英文字母	(209)
四、俄文字母	(210)

五、希腊字母	(210)
六、硬度对照表	(211)
七、热处理方法代号	(214)
八、钢的涂色标记	(215)
九、硬质合金涂色标记	(216)
十、新旧牌号对照表	(217)
十一、碳素弹簧钢丝机械性能及尺寸 精度 (摘录).....	(220)
十二、弹簧钢带规格	(221)
十三 合金弹簧钢丝规格	(222)

第一章 金属材料的性能

金属材料具有多方面的性能，如机械性能、工艺性能、化学性能、物理性能等。就军械维修工作来说，在金属材料的很多性能中，最重要的而且通常作为选择和使用材料依据的是机械性能和工艺性能。

第一节 金属材料的机械性能

零件在使用过程中，要受外力的作用，外力作用将使零件产生变形甚至破断。所谓机械性能就是材料对变形和破坏的抵抗能力。机械性能越好的材料，受到外力作用时，越不容易产生超过允许范围的变形和破断。零件受的外力可分为静力（缓慢加上的力）、动力（突然加上的力）两种。为了区别材料对不同外力作用的抵抗能力，可用强度、塑性、韧性、硬度等来表示其性能。只有了解了材料的这些机械性能，才能根据零件的要求，合理地选用材料。热处理的目的也是为了改善钢材的机械性能，以求得预想的结果。

一、强度

强度是材料在静力作用下对变形和破坏的抵抗能力。

材料在外力作用下，首先产生弹性变形，当外力逐渐增大到一定程度时，就转为塑性变形（即永久变形），当外力继续增大到一定限度时，材料就要破断。这种关系可用拉力——变形图（图1—1）来说明。它是在拉伸试验中在

试验机的记录装置上自动记录下来的。图中的纵座标 P 表示加于试样的拉力，横座标 ΔL 表示在外力作用下试样的变形量。

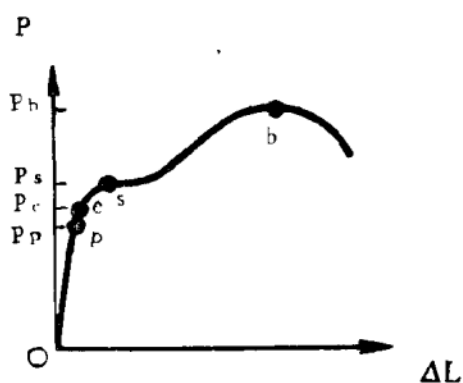


图1—1 拉力——变形图

材料在外力作用下产生变形时，材料内部就要产生抵抗变形的力，这种力称为内力。当外力增大时，内力也随着增大，以抵抗外力保持平衡。由此可见外力和内力在数值上是相等的。

通常把材料单位面积上的内力叫做应力。因为内力和外力在数值上相等，所以应力可用单位面积上的外力来表示。材料单位长度内的伸长量叫做应变。在上述拉力——变形图中若将拉力以试样的横截面积去除则变成应力，变形量以试样的标距长度去除则变成应变。这样拉力——变形图就变成了应力——应变图。

试样受外力的作用，当外力从零增大到 P_p 时，外力与变形成正比，即在图1—1之 OP 段直线部分。外力消除时金属能恢复原状，这一段的变形叫弹性变形。材料在 P 点的抵抗能力，即应力与应变保持正比关系的最大应力，称为比例极限。

当外力增加到 P_e 时，试样虽有永久变形，但变形量还是极小，习惯上把材料在 e 点的抵抗能力称为弹性极限。由于弹性极限和比例极限在数值上非常接近。又弹性极限不易测定，所以比例极限也可当作弹性极限。

当外力增至 P_s 时, 试样出现了较明显的塑性变形 (即永久变形), 外力消除后, 不能恢复原状。这时, 即使外力稍有增加, 都能使试样产生很大的变形, 好象“屈服”了一样, 材料在 S 点的抵抗能力, 即材料屈服时的应力称为屈服点。亦称屈服强度。

继续增加外力时, 试样被很快拉长, 到 P_b 时, 试样局部薄弱部分出现“缩颈”, 不久试样就被拉断。材料在 b 点的抵抗能力, 即材料在破断前的最大应力称为强度极限。

要计算出上述各极限的数值, 只要从拉力——变形图上找出 P_p 、 P_e 、 P_s 、 P_b 等外力的数值 (试验时可直接从测力表上读出), 然后分别以试样的断面积去除即可。

(一) 弹性极限: 用“ σ_e ”表示。

$$\sigma_e = \frac{\text{外力与变形保持正比关系时的最大外力 (公斤/毫米}^2\text{)}}{\text{试样原来的横截面积}}$$

例如截面积为 10 平方毫米的某钢材, 拉力与变形保持正比关系时, 所能承受的最大外力为 270 公斤, 则弹性极限:

$$\sigma_e = \frac{270 \text{ 公斤}}{10 \text{ 毫米}^2} = 27 \text{ 公斤/毫米}^2$$

(二) 屈服强度: 用“ σ_s ”表示。

$$\sigma_s = \frac{\text{材料屈服时的外力 (公斤/毫米}^2\text{)}}{\text{试样原来的横截面积}}$$

例如上述钢材承受 294 公斤时就出现较明显的塑性变形, 则屈服极限 $\sigma_s = 29.4 \text{ 公斤/毫米}^2$ 。

有的材料 σ_s 不易测出, 这时, 就以产生 0.2% 塑性变形时的应力来代替称为屈服强度。故 σ_s 亦用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

(三) 强度极限 (亦称破断强度): 用“ σ_b ”表示。

$$\sigma_b = \frac{\text{材料破断前所能承受的最大外力}}{\text{试样原来的横截面积}} \quad (\text{公斤/毫米}^2)$$

例如上述钢材, 被拉断前所能承受的最大外力为 550 公斤。则强度极限 $\sigma_b = 55 \text{ 公斤/毫米}^2$ 。

材料受压力时的强度极限叫抗压强度极限, 用“ σ_{bc} ”表示。

材料受弯曲时的强度极限叫抗弯强度极限, 用“ σ_{bb} ”表示。

强度是选用材料的重要依据。制造一个零件, 首先应当考虑到它的安全, 如果选材或使用不当, 受力超过了材料的弹性强度, 零件就要产生塑性变形, 如枪管就会产生枪膛膨胀。受力超过了材料的破断强度, 就会破断, 如枪管发生膛炸、钢绳被拉断等。

二、塑 性

塑性是材料受外力作用产生永久变形而不破断的性能。它是材料能否进行压力加工的依据。例如钢的塑性比生铁好, 因此钢材可进行锻打、轧制、冲压等压力加工, 而生铁则不能。塑性的数值是将材料作拉伸试验时测出的: 常用伸长率, 代号为“ δ ”; 和断面收缩率, 代号为“ ψ ”来表示:

$$\text{伸长率}(\delta) = \frac{\text{拉断以后的长度} - \text{原来长度}}{\text{原来长度}} \times 100\%$$

$$\text{收缩率}(\psi) = \frac{\text{原截面积} - \text{破断处的截面积}}{\text{原截面积}} \times 100\%$$

材料的伸长率 (δ)、断面收缩率 (ψ) 愈大, 塑性愈好。

例如:

一种钢 $\delta = 14\%$, $\psi = 40\%$

一种钢 $\delta = 26\%$, $\psi = 55\%$

第二种钢的塑性比第一种钢好。

三、韧 性

是材料抵抗冲击性外力而不破断的能力, 又称冲击韧性, 它是用冲击试验求出的如图 1—2。它可以理解为脆性的反面。武器上的零件射击时要承受较大的冲击力, 因此必须选用韧性较好的材料。韧性用“ a_k ”表示, 它的单位是公斤·米/厘米² ($\text{kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$)。材料的 a_k 值愈大, 韧性愈好。这里必须指出, 韧性与塑性是不同的, 两者不要混淆。

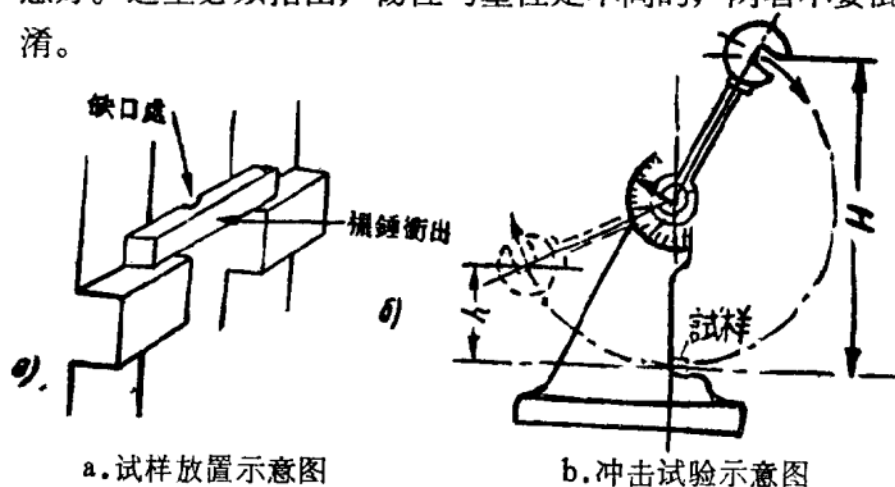


图1—2 冲击试验

四、硬 度

硬度是材料抵抗硬物体压入的能力。它的大小表示了材料的软硬程度。由于硬度试验比较简便, 又不破坏零件, 且硬度与强度有一定的关系, 因此是用来最后检验零件热处理质量的重要方法。

(一) 硬度的种类

硬度是用硬度试验机测量出来的。由于测量方法的不同，硬度可以分为许多种。常用的有布氏硬度和洛氏硬度

两种。

1. 布氏硬度。

布氏硬度用“HB”表示。其测定方法是：在布氏硬度试验机上，用一定压力将一定大小的硬钢球压入工件表面，然后根据压坑直径的大小（如图1—3）在有关硬度表（见附表六）

图1—3 布氏硬度试验原理示意图

上查出数值。压坑直径愈大，硬度值愈小，工件就愈软。

布氏硬度多用于表示软金属材料 and HB 450 以下的各种制件的硬度。硬度举例见表1—1。

硬 度 举 例 表1—1

材 料		硬 度	
		布 氏 硬 度 HB	洛 氏 硬 度 HRC
软金属材料	铅	4	
	铝	20	
	铜	35	
	原钢材	130—255	
硬金属材料	淬火零件		37—50
	切削工具		60—65
	受冲击工具		50—58
	扳手等工具		42—48
	弹 簧		45—50

2. 洛氏硬度。

洛氏硬度有三种，其代号分别为“HRA”、“HRB”、“HRC”，常用的是“HRC”，举例见表1—1。洛氏硬度的测定方法是用一定的压力将一定的试头（见表1—2）压入工件表面（如图1—4）根据压坑深度来计算硬度的大小，压坑愈深硬度愈小。洛氏硬度可直接在试验机刻度盘上读出。

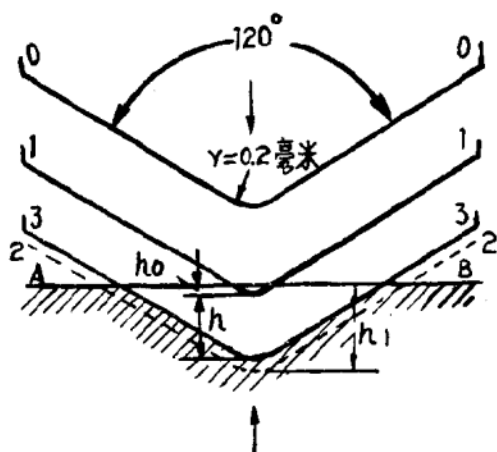


图1—4 洛氏硬度试验原理示意图

洛氏硬度与布氏硬度的关系见附表六。从表中可知HRC1≈HB10。

洛氏硬度分类

表1—2

硬度种类	试头	压力	应用
HRA	120°金刚石圆锥	60公斤	硬而薄的工件
HRB	1/16" (Φ1.5875mm) 钢珠	100公斤	软金属
HRC	120°金刚石圆锥	150公斤	淬火钢等硬材料

（二）部队判断硬度的方法

1. 用锉刀判断硬度。

部队修械所在没有硬度试验机的情况下，常用锉刀来判断零件热处理后的硬度，方法是：

用长150~200毫米、八成新的细平锉，锉削被检验零件。当手感觉有明显的阻力，且有较多的铁末被锉下来，硬度约为HRC 40；当感觉不到明显的阻力，且锉刀在零件表面有些打滑，只有少量铁末被锉下来，硬度约为HRC 45；当锉刀在零件表面打滑，没有铁末被锉下来，硬度约为HRC 50以上。工厂生产的零件，硬度值都比较标准，因此用新旧零件比较是保证判断准确的一种简便办法。

用锉刀判断硬度主要是靠感觉，为了判断准确，要注意以下几点：

- (1) 平时经常练习，认真总结经验。
- (2) 锉刀八成新，最好单独用。
- (3) 零件擦拭干净，保持锉刀清洁。
- (4) 用力大小一致，不要锉削棱角。

2. 用钢片判断硬度。

制备一套硬度分别为HRC 35、40、45、50、55、60，宽10~20毫米、厚3~5毫米，头部有刮刀刃口的钢片。用这种已知硬度的钢片去刮削新制零件，若能刮动，即零件较钢片硬度低；若刮不动，则零件较钢片硬度高或相近。按上述方法反复进行比较，即可确定零件的近似硬度值。钢片刃口用钝后应重新磨锐，才能判断准确。

第二节 金属的工艺性能

金属材料在加工过程中所表现出来的性能，叫工艺性能。各种金属材料的工艺性能是不相同的，比如：把钢烧红了能锻打成各种形状的零件，而生铁就只能铸造。掌握了金属的工艺性能后，就能恰当地选择加工方法。工艺性能包括：可延展性、可锻造性、可切削性与可焊接性等。