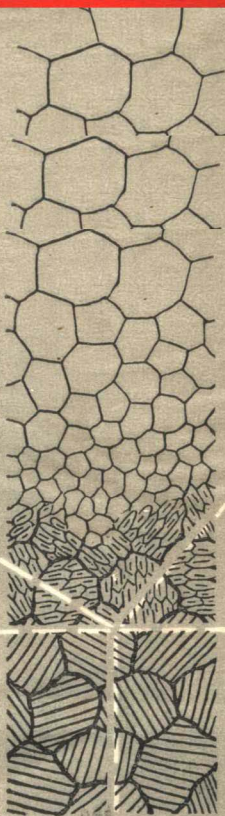


金属材料基础

国营红湘江机器厂教育组编



金属材料基础

国营红湘江机器厂教育组编

湖南人民出版社

一九七二年七月

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

引 言

我国解放二十多年来，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，冶金和机械工业战线的广大革命职工，满怀革命豪情，牢记毛主席关于“自力更生，艰苦奋斗”，“打破洋框框，走自己工业发展道路”的教导，能用自己生产的各种金属材料（包括碳钢、合金钢、特殊钢和各种有色金属合金以及各类型材），来制造各种工农业和国防工业的各种产品。例如：一万二千吨的巨型水压机，万吨级远洋轮船，重型机床和矿山冶金机械设备，各种类型的汽车、拖拉机，石油化工，水利电力以及近代国防工业产品等等。

各种不同的产品，都有它对材料的特殊性能的要求。例如在机械性能方面，有些产品需要硬度高，耐磨性好。有些则要求韧性好，强度高，或者高的塑性等等。也有一些产品它需要有特殊的化学和物理性能，如对比重、导热性、耐热性、抗蚀性等方面提出不同的要求。单从汽车制造这一项工业来看，就需要有一千多种不同性能、型号、规格的金属材料。

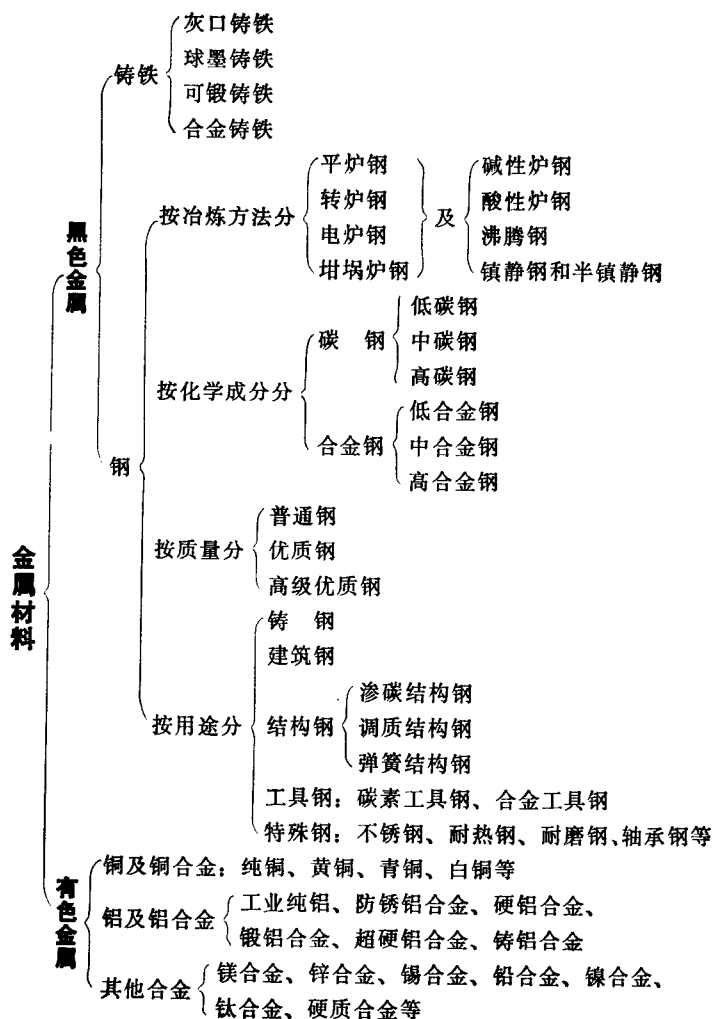
如何来反映各种金属材料的不同性能？同一种金属材料它

的性能还可能有那些改变？各种金属材料的牌号如何表示？各种金属材料的加工性能和应用情况如何？这些都是一般机械工人所经常遇到的。熟悉和正确选用材料，对于加工和产品质量、生产成本都有直接影响。

由于各种金属材料的自然资源不同，金属材料中有些价廉，有些稀贵。“节约是社会主义经济的基本原则之一。”在选用材料时，决不可忽视这一原则。熟悉金属材料，就能在使用价廉材料的情况下，而不采用稀贵的高级材料，以降低成本和把稀贵的材料用到社会主义建设和国防建设的更重要的地方去。

《金属材料基础》是为我们熟悉有关金属材料的成分、组织结构、性能和应用之间的关系以及对金属材料防锈和鉴定方法的基础知识而编写的。

金属材料的种类繁多，它可以从各个不同角度来进行分类，例如，可以按冶炼方法不同来分，按质量高低来分，按化学成分不同来分，按应用范围不同来分等等。现将常见的一些金属材料概括分类如下：



目 录

引 言	(1)
第一章 金属材料性能	(1)
一、金属的机械性能	(1)
二、金属的工艺性能	(20)
三、金属的物理性能	(21)
四、金属的化学性能	(24)
第二章 金属和合金的基本概念	(26)
一、金属的晶体结构	(26)
二、金属的同素异晶转变概念	(29)
三、金属的结晶过程	(31)
四、合金的基本结构	(32)
第三章 改善金属材料性能的常用措施	(36)
一、钢的热处理	(36)
二、钢的化学热处理	(54)
三、金属的塑性变形	(59)
第四章 铸 铁	(63)
一、灰口铸铁	(64)

二、球墨铸铁	(65)
三、可锻铸铁	(66)
第五章 碳 钢	(69)
一、普通碳素钢	(71)
二、优质碳素结构钢	(75)
三、碳素工具钢	(82)
第六章 合金钢	(83)
一、合金元素对钢性能的影响	(84)
二、合金结构钢	(87)
三、合金工具钢	(93)
第七章 特殊钢	(98)
一、不锈钢	(98)
二、耐热钢	(103)
三、抗磨钢	(106)
四、软磁钢	(107)
第八章 粉末冶金	(108)
一、硬质合金	(108)
二、粉末冶金	(110)
第九章 有色金属及其合金	(112)
一、铜及铜合金	(113)
二、铝及铝合金	(119)

三、镁及镁合金	(125)
四、钛及钛合金	(126)
五、铅基与锡基合金	(127)
第十章 金属的表面防护	(131)
一、金属锈蚀的原因	(131)
二、金属的表面防护方法	(134)
第十一章 金属材料的鉴别方法	(142)
一、金属材料化学成分的鉴定法	(142)
二、金属与合金的组织结构鉴别法	(149)
三、金属材料表面缺陷的探伤法	(150)
四、金属材料内部缺陷探伤法	(151)

第一章 金属材料的性能

金属材料的性能，可以从几个方面来反映。例如：在受到各种不同的机械负荷（拉、压、弯、扭、冲击等）时，不同金属材料就表现出不同的机械性能。同样的道理，不同的金属材料，具有各不相同的化学和物理性能。对不同金属材料，为了要达到不同的几何形状和尺寸、精度和光洁度而进行各种加工时，也各自表现出不同的工艺性能。这些从各个方面反映出来的性能，就成为我们认识和合理使用金属材料的重要依据。

一、金属的机械性能

在不同条件下使用的零件或工具，都会受到各种不同的外力作用，金属在承受机械负荷的作用时所表现出来的抵抗能力，总称机械性能。如机器结构中的轴，工作时会受到各种复杂的外力，有的受到拉力，有些则受压力，也有受到弯曲力、扭转力、摩擦力等。各种外力都能使零件发生变形、磨损、断裂等现象。

不同的金属材料，它所表现出来的机械性能是不同的。在生产中经常用来反映材料机械性能的有以下几种：

1. 塑性：

塑性是指金属材料在外力作用下，不发生破裂的永久变形能力。如一般在受拉时材料会拉长，加压时材料会变形，这种拉

长或变形的量愈大,而又不出现破裂现象的材料,说明塑性好。

怎样知道某一种材料塑性好与不好呢? 它可以从两个方面来反映。一个叫断面收缩率, 另一个叫延伸率。断面收缩率和延伸率分别用 ψ 和 δ 表示。

当一定断面积的试件受拉伸直至断裂时, 它的横断面积会有一定的缩小, 而长度也会增长。根据这种断面积的缩小和长度的增长情况, 便可计算出材料的断面收缩率 ψ 和延伸率 δ 来,

$$\psi = \frac{\text{原来断面积} - \text{拉断后断面积}}{\text{原来断面积}} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{\text{拉断后的长度} - \text{拉伸前的长度}}{\text{拉伸前长度}} \times 100\%$$

ψ 和 δ 的百分数愈大, 则塑性愈好。如含碳量低的碳钢, 它的断面收缩率为 $\psi=60\%$ 左右, 延伸率 $\delta=35\%$ 左右, 生产上常用 δ_5 或 δ_{10} 分别表示用不同规格的拉伸试棒试验时得到的延伸率。如 δ_5 表示试棒的计算长度 L_0 , 等于试棒直径 d 的5倍 ($L_0=5d$) 时所测得的延伸率。

塑性好的材料, 适宜于各种压力加工, 如冲压、挤压、拉深、拉丝、冷拔、热轧、锻造等。

2. 弹性:

当材料受力时发生了变形, 外力去掉后, 能完全恢复原来形状的性能, 称为弹性。这种变形量愈大, 说明该材料的弹性愈好。弹性变形范围内, 材料所受的外力和变形是成正比的。见图1-1, 如图中 $o-e$ 这是一段直线。材料能保持弹性变形的最大

应力(指材料单位断面积上的抵抗力)称弹性极限,用 σ_e 表示:

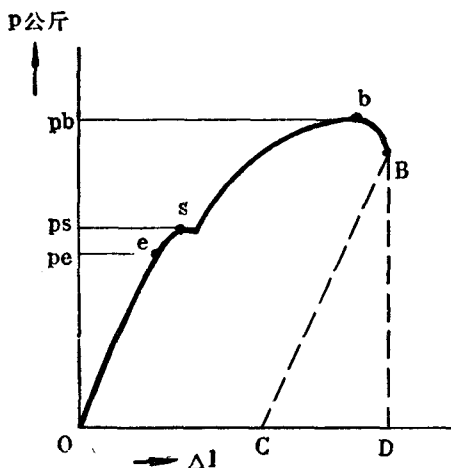


图1-1 拉伸曲线图

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0} \text{ (公斤/毫米}^2\text{)}$$

式中 P_e ——弹性极限的负荷:(公斤)

F_0 ——拉伸试件的横断面积:(毫米²)

材料的弹性是从该材料的弹性极限大小,以及弹性变形量的大小这两方面来衡量的。材料在弹性变形范围内,外力与变形量之比值为比例常数,也称弹性系数,常用“E”来表示。

$E = \operatorname{tg} \alpha$ 。 α ——为图1-1中O-e直线与水平线O-D的夹角,

例如低碳钢的弹性系数 $E = 20000 \sim 21550$ 公斤/毫米²,

铜的弹性系数 $E = 11700 \sim 12650$ 公斤/毫米²。

3. 屈服强度:

材料受外力作用下,开始发生明显的塑性变形,或达到规定塑性变形值时的应力,称为屈服强度。对于脆性材料,一般规定用拉伸试件标距长的0.2%时的应力,作为屈服强度用 $\sigma_{0.2}$ 表示,单位是公斤/毫米²。对于塑性高的材料在拉伸时有明显的屈服现象,如图 1—1 中 S 点,故将 S 点时的外力 P_s 与试件断面积 F_0 之比称为屈服极限 σ_s 。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{ 公斤/毫米}^2$$

屈服极限是金属材料将要发生显著塑性变形的标志,因此,机器结构零件工作时所受的应力,不应超过 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 。

4. 抗拉强度:

金属材料在拉力作用下,抵抗破坏的最大能力,称为抗拉强度(常用符号 σ_b 表示),在拉伸试验时,试件被拉断前的最大负荷 P_b 与原横断面积 F_0 之比,即为抗拉强度或称强度极限。图

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \text{ 公斤/毫米}^2$$

1—1 中的 b 点为强度极限点,金属材料所受外力超过 σ_b 就会发生断裂,因此为了避免构件断裂,材料所受的负荷不允许超过 σ_b ,并且还应考虑一定的安全系数。

如工业上常用的 45 钢供应状态 $\sigma_b = 61$ 公斤/毫米²、15 钢 $\sigma_b = 38$ 公斤/毫米²。

当材料受的外力是压力或弯曲力时，这种抵抗破坏的最大能力分别称为抗压强度(用 σ_{bc} 表示)或抗弯强度(用 σ_{bb} 表示)，单位同样是公斤/毫米²。

5. 硬度:

金属材料抵抗硬的物体压陷表面的能力，称为硬度。根据试验方法和适用范围不同，硬度又可分为布氏，洛氏，威氏，肖氏等几种。

一) 布氏硬度:

布氏硬度是用淬火硬化后的钢球（直径有2.5、5、10毫米三种）作为压印器，以一定的压力 P （可从15.6公斤至3000公斤中的某一压力）压入被测材料的表面，在试件表面便留下一个压坑，见图1—2，根据压坑面积的大小，便可计算出布氏硬度值，用HB表示。

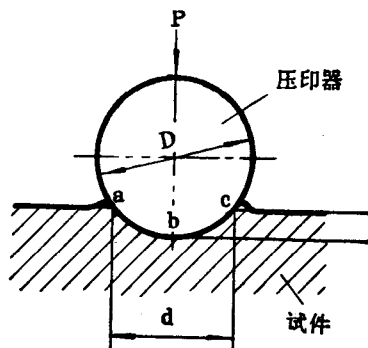


图1—2 布氏硬度压坑

$$HB = \frac{P}{F} \text{ 公斤/毫米}^2$$

式中 P——压印器上加的负荷（公斤）

F——压坑的面积（毫米²）

布氏硬度，就是用单位压坑面积所受力的大小来表示的。

在生产中只要把压坑的直径d用放大镜测出后，再根据压印器钢球的直径D和压力P（P和D有一定关系，如 $P = 30D^2$ 或 $P = 10D^2$ 或 $P = 2.5D^2$ 等）这三个因素来直接查表，便可知道HB的值：见表1—1。例如：已知压印器钢球直径 $D = 10$ 毫米，压力 $P = 30D^2$ ，测得压坑直径 $d = 3.85$ 毫米，从表1—1中即可查得 $HB = 248$ 公斤/毫米²。

测量不同材料时所采用的压印器和压力等标准，可参考表1—2。

布氏硬度法所测得的硬度值较准确。因为压坑大，对由于表面不平或材料组织不匀引起的误差小，可以根据布氏硬度值HB，换算出近似的抗拉强度 σ_b ，如未经淬火的碳钢 $\sigma_b \approx 0.36HB$ 公斤/毫米²。这种硬度测量的范围有限，这是由于压坑大，容易损伤零件表面，同时由于压印器是淬火的钢球，不能测量同样经淬火的硬的材料。故布氏硬度主要适合测量原材料，毛坯，铸锻件，有色金属合金等，不宜做成品检验。

二) 洛氏硬度：

洛氏硬度法是用金刚石做的呈120°圆锥体，或直径 $= 1.58$ 毫米的淬火钢球，作为压印器，在一定的压力下，压入试件的表面，根据压坑的深浅来测定材料硬度的。洛氏硬度的压坑见

表1—1

布氏硬度值表 (一)

压坑直径 d10或2d5或4d2.5 (毫米)	当负荷为P公斤时的硬度值			压坑直径 d10或2d5或4d2.5 (毫米)	当负荷为P公斤时的硬度值		
	P = 30D ²	P = 10D ²	P = 2.5D ²		P = 30D ²	P = 10D ²	P = 2.5D ²
2.90	444	—	—	3.70	269	89.7	22.4
2.95	429	—	—	3.75	262	87.2	21.8
3.00	415	—	34.6	3.80	255	84.9	21.2
3.05	401	—	33.4	3.85	248	82.6	20.7
3.10	388	129	32.3	3.90	241	80.4	20.1
3.15	375	125	31.3	3.95	235	78.3	19.6
3.20	363	121	30.3	4.00	229	76.3	19.1
3.25	352	117	29.3	4.05	223	74.3	18.6
3.30	341	114	28.4	4.10	217	72.4	18.1
3.35	331	110	27.6	4.15	212	70.6	17.6
3.40	321	107	26.7	4.20	207	68.8	17.2
3.45	311	104	25.9	4.25	201	67.1	16.8
3.50	302	101	25.2	4.30	197	65.5	16.4
3.55	293	97.7	24.5	4.35	192	63.9	16.0
3.60	285	95	23.7	4.40	187	62.4	15.6
3.65	277	92.3	23.1	4.45	183	60.9	15.2

表1-1 布氏硬度值表(二)

压坑直径 d10或2d5或4d2.5 (毫米)	当负荷为P公斤时的硬度值			压坑直径 d10或2d5或4d2.5 (毫米)	当负荷为P公斤时的硬度值		
	P = 30D ²				P = 10D ²		
	P = 30D ²	P = 10D ²	P = 2.5D ²		P = 30D ²	P = 10D ²	P = 2.5D ²
4.50	179	59.5	14.9	5.30	126	41.9	10.5
4.55	174	58.1	14.5	5.35	123	41.0	10.3
4.60	170	56.1	14.2	5.40	121	40.2	10.1
4.65	167	55.5	13.9	5.45	118	39.4	9.86
4.70	163	54.3	13.6	5.50	116	38.6	9.66
4.75	159	53.0	13.3	5.55	114	37.9	9.46
4.80	156	51.9	13.0	5.60	111	37.1	9.27
4.85	152	50.7	12.7	5.65	109	36.1	9.10
4.90	149	49.6	12.4	5.70	107	35.7	8.93
4.95	146	48.6	12.2	5.75	105	35.0	8.76
5.00	143	47.5	11.9	5.80	103	34.3	8.59
5.05	140	46.5	11.6	5.85	101	33.7	8.43
5.10	137	45.5	11.4	5.90	99.2	33.1	8.26
5.15	134	44.6	11.2	5.95	97.3	32.4	8.11
5.20	131	43.7	10.9	6.00	95.5	31.8	7.96
5.25	128	42.8	10.7				