



机械工人进修丛书

金属材料

邓志煜 朱正色 程慈龄



安徽人民出版社

內 容 簡 介

本書給機械工人提供了選用金屬材料的基本知識，書中比較通俗而系統地介紹了機械工業中常用的金屬材料的種類、性能及用途，並着重地介紹了金屬材料的代用。

金 屬 材 料

鄧志煜 朱正色 程慈齡

*

安徽人民出版社出版

(合肥市金羅路)

安徽省書刊出版業營業許可證出字第2號

地方國營合肥印刷廠印刷 安徽省新华書店發行

*

開本：787×1092毫米 1/32 • 印張：3 $\frac{1}{8}$ • 字數：72,000

1962年2月第1版

1962年2月合肥第1次印刷

印數：1—5,000冊

統一書號：T15102·81

定 價：(7) 0.30 元

2554/26

“机械工人进修丛书”出版說明

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，机械工业正在一日千里地發展着。广大机械工人意气風發，干劲冲天，掀起了大搞技术革新和技术革命的羣众运动。他們迫切要求提高操作技术，掌握先進操作方法。这一套丛書的出版，正是为了帮助他們提高操作技术和有关的理論知識，从而更好地参加技术革新和技术革命运动。

这一套丛書在編輯中，我們力求多介紹一些实际操作方法，和先進的操作經驗，並从理論上簡明扼要、通俗易懂地加以說明，使之适合具有一些基本知識的工人同志閱讀。

这一套丛書，計劃編輯的內容，包括机械工业的各个主要方面，編好后将陸續出版。

71.222
141

20554/6

目 录

一 开头的話

- (一)金属和合金..... 1
- (二)金属材料在国家社会主义建設中的重要性..... 2
- (三)金属和合金的分类..... 3

二 金属材料的性質

- (一)金属材料的物理性質..... 5
- (二)金属材料的化学性質..... 8
- (三)金属材料的力学性能..... 9
 - 1.强度(9)—— 2.硬度(16)—— 3.弹性(19)—— 4.可塑性(19)——
 - 5.展性(20)—— 6.耐磨性(20)
- (四)金属材料的工艺性能.....20

三 鑄鉄

- (一)鑄鉄概述.....21
- (二)鑄鉄的种类、性能和用途.....22
 - 1.白口鑄鉄(22)—— 2.灰口鑄鉄(23)—— 3.变质鑄鉄(25)——
 - 4.冷硬鑄鉄(27)—— 5.可锻鑄鉄(27)—— 6.球墨鑄鉄(30)——
 - 7.合金鑄鉄(32)
- (三)鑄鉄的牌号及化学成分.....34

四 鋼

(一)鋼的概述.....	37
(二)碳素鋼.....	39
1.碳及杂质对碳鋼性能的影响(39)—— 2.碳素結構鋼(40)——	
3.优质碳素結構鋼(44)—— 4.碳素工具鋼(48)	
(三)合金鋼.....	51
1.常用合金元素对鋼性能的影响(51)—— 2.合金結構鋼(53)——	
3.合金工具鋼(73)—— 4.具有特殊性能和特殊用途的鋼和合金(77)	

五 有色金属及合金

(一)有色金属及合金的分类.....	82
(二)銅和銅合金.....	82
1.銅(82)—— 2.黃銅(83)—— 3.青銅(86)	
(三)鋁和鋁合金.....	88
1.純鋁(88)—— 2.鑄造鋁合金(89)—— 3.压力加工鋁合金(90)	
(四)耐磨合金.....	94

六 选择金属材料的原则

.....	97
-------	----

一 开头的話

(一) 金属和合金^①

1. 金属

金属是世界上千万种物質之一。它具有特殊的光彩，可以鍛造，还具有高的导电性和传热性。例如銅就是一种金属，顏色为紫紅色；它可通过鍛造、軋制和拉絲，制造成銅板、銅管、銅棒和銅絲；它的导电性很好，所以用它做成电綫；它的传热性也很好。我們在冷天接触到門上的銅握手时，就会感到很冷，而碰到木板上就不会感到那么冷，这就說明金属的传热性好，它能很快地将手上的热传走，使人有較冷的感觉。

目前世界上已发现有102^②种元素，其中除掉硅、硼、硒、碲、砷等16种非金属元素和氦、氖、氩、氙等6种稀有气体外，余下的80种都是組成各种各样金属材料的金属元素。金属元素中，铁、錳、鉻3种属于黑色金属，鋁、鈦等13种属于人造放射性金属，其余64种均属有色金属。

2. 合金

合金是由两种以上的金属元素或者一种与一种以上的金属

① 合金有金属的与非金属的两类，本书中所述的合金均为金属合金。

② 最近科学家們又发现了一种新元素，因此，已发现的元素总数已达103种。

和非金屬元素所熔合而成的物質。例如，鋼就是一種合金，它主要是由鐵、碳等元素組成；黃銅也是一種合金，它是由銅和鋅所組成。工業上所用金屬材料，絕大部分都是成份複雜的合金，這一方面是因為合金的性能往往比純金屬更加適合於工業上的使用要求，另一方面是因為合金比純金屬容易獲得和價格低廉。

(二) 金属材料在国家社会主义 建設中的重要性

金属材料就是現代工業上用到的金屬和合金。許多工業產品，例如火車、輪船、汽車、飛機、拖拉機、重型機床以及日常用的鐘表、儀表、針、鋼筆尖等等，沒有一樣不是用金属材料製造的。今天，我國的社會主義建設事業，正在飛躍地發展。金屬材料的用途也就更加廣泛，不論是發展工業、交通運輸，或是農業生產，都需要大量的金属材料。為什麼金属材料在工業等部門中這樣重要而用途又這樣廣泛呢？這是因為金属材料有一系列重要的特性。

金属材料最可貴的特性是能夠受得起較大的負荷，不彎不斷；也就是說，它的強度比較大，它受到突然的衝擊時，只不過彎一彎，但不会破裂；它受到強大的外力時，可以改變形狀而不破裂；它可以鑄造和焊接；它能夠抵抗空氣的侵蝕，而不容易發生腐爛。此外，有些金属材料更具有其他特殊的特性，有的金属材料硬而脆，有的則很軟；有的磁性很好，有的却幾乎沒有磁性；有的耐酸、鹼和空氣的腐蝕，有的很容易腐蝕；

有的熔点很高，有的却很低，有的电阻很大，有的則很小，有的耐高溫，有的耐低溫等。

現代的工業技術愈來愈發達，不同的工業、不同的技術，就要求用不同性質的材料，例如製造火箭，就要求材料體質輕、耐高溫、強度大；做機器的材料，就要耐磨、強度大；做化學工業設備的就要求能耐腐蝕；做電綫的就要求強度好、電阻小等等。只有金属材料才能適應這些特殊的要求。所以金属材料在社會主義建設中有着特別重要的作用和地位。

為了使金属材料在社會主義建設中發揮更好的作用，我們必須要懂得金属材料的知識，必須要掌握哪些金属材料具有哪些特性，只有這樣才能幫助我們更合理、更有效、更經濟地運用它。例如：用硬度很高而又很耐磨的金属材料制作刀具，就可延長刀具的壽命，減少磨刀次數，既節約了刀具材料的消耗，又可縮短生產的輔助時間，提高生產率，降低成本。如果不懂得金属材料的知識，選錯了材料，那就會造成相反的效果。因此，掌握金属材料的知識，對我們提高生產，高速度地進行社會主義建設，有很重要的意義。

(三) 金属和合金的分類

工業上的一切金属材料，主要分為黑色金属材料 and 有色金属材料兩大類。屬於黑色金属材料的為鐵和鐵的合金、錳、鉻，其餘的各種金属和它們的合金，統稱為有色金属材料。最常用的金属材料可分類如下。

1. 黑色金属材料

(1) 生鐵

(2) 鋼

a. 碳鋼

b. 合金鋼

(3) 錳

(4) 鉻

2. 有色金屬材料

(1) 銅及銅合金

(2) 鋁及鋁合金

(3) 鎂及鎂合金

(4) 軸承合金

二 金属材料的性質

金属的性質可归納而分为物理性質、化学性質、力学性能(或机械性能)和工艺性能等几大类。

(一) 金属材料的物理性質

金属材料受到自然界中的光、重力、溫度变化、电場和磁場等的作用而反映出的性質称为物理性質。属于物理性質的有顏色、密度、比重、可熔性、导电性、导热性、磁性、热容量和受热膨胀性能等。

1. 顏色：是金属受光的作用而反映出来的性能。对于普通光綫，金属是不透明体，光綫不能穿透过金属的自体，金属具有强烈反射光綫的能力。普通的白色光綫是由不同顏色的光綫所組成的，由于每种金属只能反射白色光中某些顏色的光綫，而不能全部反射，因此各种不同的金属就表现为各种不同的特殊顏色。金属中除紫紅色的銅和黃色的金子与其他金属的顏色有显著不同外，其余金属的顏色均介于鋼灰色和銀白色之間。大多数金属长期暴露在空气中，会被氧化而使顏色变暗，少数不受氧化的金属，例如銀、金、及白金等的顏色和光泽，可以长久保持不变。

2. 比重：是金属受重力作用所反映出的性質。每单位体积

物質的重量(以克為單位表示),稱為該物質的比重。按比重大小可將金屬分為輕金屬(比重小於3)和重金屬(比重大於3)。例如鎂、鋁等屬於輕金屬,銅、鉛、鋅、錫、鎢和鉑等屬於重金屬。在工業上最常用的金屬中,最輕的是鎂,它的比重為1.74克/立方厘米,最重的是鉑,它的比重為21.45克/立方厘米。在用熔化法製造合金時,如果組合的金屬元素的比重相差過大,在熔合時,較輕的金屬會浮在上面,而不易得到均勻的合金。這種現象在工程上稱為比重偏析。

3. 可熔性:是物質受熱的作用而反映出來的性能。固體金屬被加熱而轉變為液體的性質,稱為可熔性。可熔性是金屬最主要的特性之一。物體受熱的作用由固體狀態開始變為液體狀態的溫度稱為熔點。各種金屬和合金的熔點各不相同,工業上常用的金屬中,錫的熔點最低,為 $+232^{\circ}\text{C}$;鎢的熔點最高,為 $+3370^{\circ}\text{C}$ 。熔點低的金属材料可做成電工上的保險絲;熔點高的,可用在需要耐熱的地方,例如電燈泡中的燈絲,由於使用時溫度極高,所以用具有高熔點的鎢絲做成。

4. 導電性:是金屬受電場的作用而表現出來的性能。物體能夠傳導電的性能,稱為導電性。金屬的導電性比非金屬大很多倍。一般說來,金屬的導電性隨著金屬本身的溫度增高而降低,溫度降低時,導電性就增大。金屬的導電能力也各不相同,有的大,有的小,工業上常用金屬中導電性最大的是銅和銀,其次是金、鉻、鋁、錳、鎢等,導電性較低的是鐵和水銀。純金屬的導電性比合金的好,所以工業上用的導線是由純銅和純鋁做成的,而電阻材料則由合金(例如,康銅、錳銅和鎳、鉻合金等)做成。

5. 磁性:是金屬受磁場作用而反映出來的性質。金屬中僅

鐵、鎳、鈷三種金屬元素和他們的合金為具有顯著磁性的物質，叫做鐵磁體。但是這些金屬在加熱到一定的高溫時，也會突然失去磁性。失去磁性的溫度稱為居里溫度，鐵的居里溫度為 769°C ，鎳為 350°C ，鈷為 1100°C 。其他金屬均不呈磁性。

6. 導熱性：是金屬受熱的作用而反映出來的性質。物體能夠把熱從溫度高處傳至溫度低處的能力，叫做導熱性。導熱性好的金屬可以很快而均勻地被加熱。導熱性差的金属材料，必須慢加熱，如果快加熱就容易產生變形，甚至開裂。

所有金屬都具有良好的導熱性，不同金屬的導熱性也各不相同，銅和銀的導熱性最大，鐵的導熱性較差。金屬愈純它的導熱性愈好。金屬的導熱性隨溫度升高而降低，溫度降低時增大。

金屬導熱性的大小，以導熱率表示，即物質在1秒鐘內傳過長為一厘米、截面積為1平方厘米，兩端溫度差為 1°C 的热量（以卡表示）。

7. 熱容量：是金屬受熱的作用而反映出來的性質。物體溫度升高 1°C 時所需要的热量（以卡或大卡表示，1大卡=1000卡），叫做熱容量。使1公斤重的物質，溫度升高 1°C 時所需要的热量（以大卡表示），叫做該物質的比熱。金屬的比熱比別的物质比熱小，即使1公斤金屬的溫度升高 1°C 所需的热量，比使1公斤別的物质溫度升高 1°C 所需的热量小，因之，金屬很容易被加熱。

8. 熱膨脹性：也是物體受熱的作用而反映出的性質。物體受熱則膨脹，冷卻則收縮。受熱而引起物體膨脹的性質，叫做熱膨脹性。物體的熱膨脹性常用膨脹係數表示。物體在溫度升高 1°C 時所伸長的長度和它原來長度的比，叫做線膨脹係數。可以用下面的式子來表示線膨脹係數：

$$\text{綫膨脹系數} = \frac{\text{物体在溫度升高 } 1^{\circ}\text{C 时所伸长的长度}}{\text{物体原来的长度}}$$

各种金属的綫膨脹系數相差很大，如鎢为0.000004，而鉛的为0.00002924。

物体的面膨脹系數为綫膨脹系數的二倍，体膨脹系數为綫膨脹系數的三倍。

測量工具如千分尺、块規等，要求用膨脹系數小的金属材料制造。膨脹系數大的材料制成的測量工具，測量会不准确。需銲接的两种材料，它們的膨脹系數必須相近，如金属和玻璃相銲接时，只有用和玻璃膨脹系數相同的金属材料，才能順利地实现銲接。

由于金属冷却就收縮，因此鑄造工作上，往往将鑄型的尺寸做得比鑄件要求的尺寸略大，当液体金属鑄入后，經過冷却收縮，就可以正好符合鑄件尺寸的要求，如果鑄型的尺寸不放大，将会由于收縮，而使得鑄件的尺寸小于所要求的尺寸，造成废品，这一点在鑄造作业上很重要。

(二) 金属材料的化学性質

金属材料受到其他物質的化学作用而反映出来的性質，叫做化学性質。金属材料最重要的化学性質为耐蝕性。金属和所接触的介質，如空气、水、酸、碱、酸碱溶液以及汽油、潤滑油等发生化学作用而引起金属的損失，叫做腐蝕。物質抵抗这种腐蝕的能力，叫做該物質的耐蝕性。有些貴重金属，如鉑金、金和銀的耐蝕性很强。鎳和其他金属的耐蝕性也很好。普通鋼鉄的耐蝕性較差。

(三) 金属材料的力学性能

固体物質受到外力作用而反映出来的性能，叫做力学性能。属于力学性能的有强度、硬度、弹性、韌性、脆性、延展性、可塑性和耐磨性等。

1. 强度：任何物体，在很大的外力作用下，都要受到破坏，例如細的銅絲，被我們用力一拉，就会拉断，即被外力所破坏。物体不是在一受到外力后就立即破坏的，而是在外力大到一定程度时才破坏的，物体的这种抵抗外力破坏作用的能力，叫做强度。强度的大小以单位面积上承受力的大小来表示，单位为公斤/平方毫米或公斤/平方厘米。强度是决定金属材料是否适合制造各种机件的最重要的性質。任何机器、工作机、工具和結構物的零件都是根据所用材料的强度来設計的。用来制造机件的材料的强度愈低，那么破坏它所需要的外力也就愈小。所以，用来制造机件的任何一种材料都应该尽可能地具有高的强度。

物体被破坏前所能承受的最大外力在材料内部单位面积上所产生的抵抗力，叫做强度极限。

按照外力的性質，强度可分为三种，

- (1) 靜力强度。
- (2) 冲击强度(或动力强度)。
- (3) 周期性强度(或疲劳强度)。

以固定的外力或者是均匀而緩慢地改变的外力，作用于物体时，物体所表現的所有强度，叫做靜力强度。在一次突然增加的外力作用下，物体所表現的所有强度，叫做冲击或动力强

度。在多次忽大忽小变化的外力作用下，物体所表现的所有强度，叫做周期性的或疲劳强度。

(1) 静力强度：静力强度是由静力试验来测定的。静力试验包括拉伸试验、压缩试验、弯曲试验和扭转试验。

拉伸试验：拉伸试验主要是确定金属的拉伸强度（或抗拉强度），弹性极限、屈服点（或屈服极限），断面收缩率和延伸率等性能。

将需要进行试验的金属做成一定尺寸的圆形截面或扁平形截面的试样，如图1所示。将试样

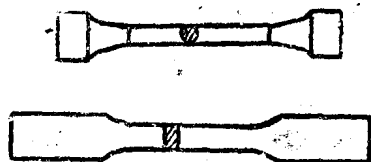


图1 拉伸试样

夹紧在拉力试验机(图2)的夹子4内进行试验。试验时，开动油泵，将油打入2内，油即将1上顶；1推3上行，使夹子4产生拉力，油不断打入即可不断增加拉力。这个拉力使试样内部产生应力（物体受外力作用时，内部单位面积上所产生的抵抗外力作用的力），并使试样逐渐拉长，截面逐渐缩小。当应力超过极限强度时，试样即断裂。

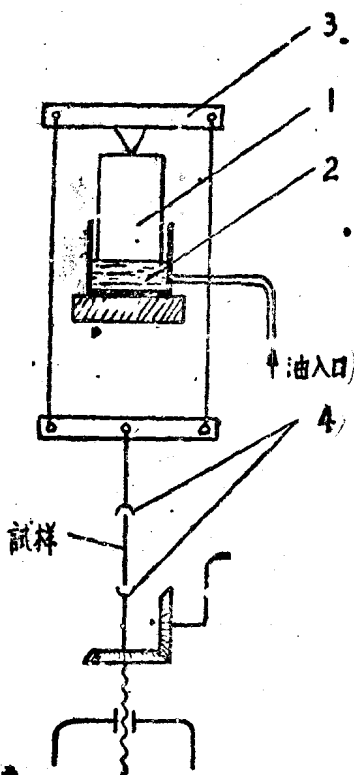


图2 拉伸试验机示意图

图 3 是以软钢做成的试样，通过试验所得的数据做出的拉伸曲线图。这个图是在逐渐增加拉力一直到试样拉断为止的情况下做出来的。图中的纵坐标表示拉力的大小，横坐标表示试样受拉力后所伸长的量（即变形的大小）。

从试验过程和图中的曲线上可以看出几个特征。

a. OP 段是直线，说明试样的伸长（或变形）与拉力的增加成比例，拉力超过 P 点后即不按比例增加，所以在 P 点时的应力称为比例极限。

b. 在 P 点以后，变形和拉力即依曲线变化，但在 E 点以下，如将拉力除去，试样的伸长也就消失而恢复原状，好象弹簧一样，受力后伸长，除去力后即恢复原状，超过 E 点后，即不能恢复原状，所以 E 点的应力称为弹性极限。试样在 E 点以前的变形叫做弹性变形。

c. 从 S 点开始，试样几乎在不增加外力时，也能继续伸长一定的长度，好象材料屈服了一样，所以相当于 S 点的应力称为屈服点，或屈服极限。

d. 到达 B 点时，试样上即开始有某处很快变细，形成缩颈，见图 4，同时作用在试样上的拉力便很快下降，到达 Z 点

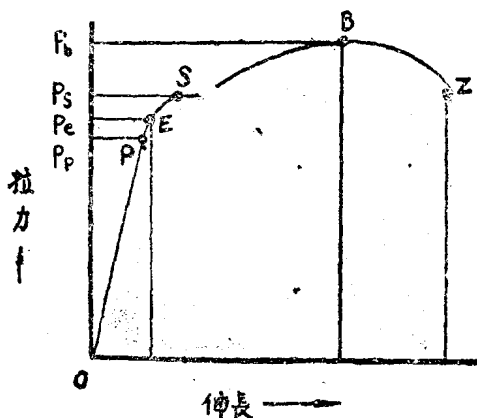


图 3 软钢拉伸曲线图



图 4 软钢拉伸后的试样

时试样即断裂。B 点是试样断裂前所能承受的最大拉力，因此，相当于 B 点的应力称为抗拉强度极限。

断裂后试样断面积的减小数值与原来断面积之比以

百分数计，叫做断面收缩率。即：

$$\text{断面收缩率} = \frac{\text{试样原来的断面积} - \text{断裂后断裂处的断面积}}{\text{试样原来的断面积}} \times 100\%$$

试样拉断后，所增加的长度与原来长度之比以百分数计，叫做延伸率，即：

$$\text{延伸率} = \frac{\text{试样拉断后长度} - \text{试样原来长度}}{\text{试样原来长度}} \times 100\%$$

脆性金属材料如硬質合金、鑄鉄等的延伸率和断面收缩率接近于零，塑性大的金属材料如软鋼等的延伸率和断面收缩率则可达百分之几十。

机器零件在工作时，所受的载荷必须保持在强度极限以下，否则就会断裂。如果用来做弹簧，则载荷不能超过 E 点的弹性极限，否则就要发生永久变形，而使弹簧不能恢复原状而失去作用。

压缩试验：压缩试验是用来测定金属材料受压缩时的强度极限、比例极限、弹性极限等。只有脆性金属材料，如鑄鉄才进行压缩试验。鑄鉄的特点是它的压力极限强度比拉伸极限强度大 3~4 倍。试验时，将拉伸试验机上的夹头相对而行，即可产生压力作用于试样上，直到试样被压坏为止。根据试验所得数据亦可得出压力试验曲线图。