

本 溪 鋼 鐵 公 司 編

金属材料 常识

冶 金 工 业 出 版 社

金屬材料常識

本溪鋼鐵公司 編

冶金工業出版社

出 版 說 明

金属是工业上应用最广的一种重要材料，无论那一工业部門都离不开它。熟悉金属材料的类别，了解它的性能，就可以更有效地利用它。

在我国工农业大跃进的今天，无论在工业战线上或农业战线上，迫切要求了解它，熟悉它，掌握它的人越来越多了。因为欲制造一把镰刀，一把锤子，首先必须了解材料的质量、性能，是否符合要求，更不用说制造犁头、机器、工作母机了。因此当前介绍这样一本书更是十分必要的。

本书介绍了金属材料的一般知识，及其分类、性能与用途，并叙述了钢的热处理和金属的防腐方法。

本书适合冶金和机械工业部門的工人，中小型厂的工作人员及初级技术人员阅读。

金 屬 材 料 常 識

本溪鋼鐵公司編

編輯：陈 略 設計：魯芝芳 韓晶石 校對：刘蕓芸

1959年2月第一版 1959年2月北京第一次印刷30,000册

850×1168·1/32·67,000字·印張2²⁰/32·定价：0.28元

中央民族印刷厂印 新华書店发行 書号：1387

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

概 說	(1)
一、金屬材料的重要性	(1)
二、金屬材料的分类	(2)
第一章 金屬的性質	(3)
一、物理性質和化学性質	(3)
二、机械性能	(5)
三、工艺性能	(7)
第二章 材料的选择	(8)
一、机械性能符合要求的原則	(8)
二、适合經濟条件的原則	(9)
三、适合加工性能的原則	(9)
四、符合特殊要求的性能	(10)
第三章 生鉄	(12)
一、各种元素对生鉄性質的影响	(12)
二、生鉄的种类和用途	(14)
第四章 鋼	(20)
一、鋼的分类	(20)
二、几种主要元素对鋼的性質的影响	(21)
三、碳鋼	(22)
四、合金鋼	(22)
五、鋼的机械加工	(28)
六、鋼的标号、成分与性能	(28)
第五章 鋼的热处理	(55)
一、鋼的退火与正火	(55)
二、淬火	(59)
三、表面淬火	(62)

四、回火.....	(63)
第六章 有色金屬及其合金	(66)
一、銅和銅合金.....	(66)
二、鎳和鎳合金.....	(70)
三、鋁和鋁合金.....	(73)
四、鎂和鎂合金.....	(76)
五、減摩合金.....	(77)
第七章 金屬的腐蝕及其預防	(79)
一、金屬鍍面.....	(79)
二、非金屬鍍面.....	(80)

概 說

一、金屬材料的重要性

这里所說的金屬材料，是指現代工業上用到的金屬及其合金。金屬材料为什么在工業上这样的重要而用途又这样的广泛呢？关于这一問題，我們可以从金屬材料的特性上得到解答。

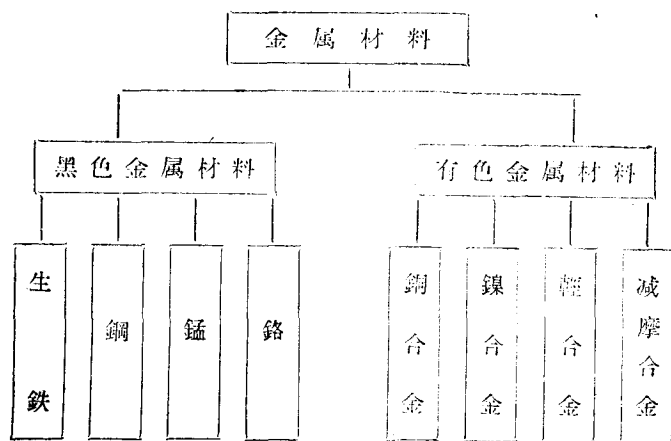
金屬材料的性質和性能是多方面的。比如說：有的金屬材料很硬而脆（以碳化鎢为基础的硬質合金），有的却軟而容易变形（銅的某些合金）；有的金屬材料容易磁化（純鐵），有的却几乎完全不能磁化（含鎳25%和鉻2%的鋼）；有的金屬材料耐酸（含鉻25%和鎳20%的鋼），有的却极容易溶于酸中（鋅合金）；有的金屬熔点很高（如鎢，熔点在 3000°C 以上），有的却极容易熔化（如四合金，熔点只有 67°C ）。

一般地說来，金屬材料比較能够受得起負荷而不弯不断；它受到突然的冲击时只不过弯一弯，但不会破裂；它能够抵抗空气的侵蝕，而不象木材那样容易腐烂；它受到强大压力时容易改变形状。另外金屬还可以鑄造和焊接。因此，我們可以把它造成适合生产需要的各种不同形状和不同性能的物件。

以上所說的种种性質是金屬材料所共有的，任何其他工業材料都不能和它相比。有些金屬材料更具有其他的特殊性質，象能够受磁化，耐高溫，有特別高的电阻等等。因此金屬材料在工業上占有相当重要的地位。在机械工業上，金屬材料更为重要。如果我們能够掌握金屬材料的性能，明确認識它的重要性，也就能幫助我們更合理、有效的运用它。这对我們国家提高生产，加速社会主义工业化，有很重要的意义。

二、金屬材料的分類

金屬材料主要分為黑色金屬和有色金屬兩大類。黑色金屬為鐵、鐵基合金、錳和鉻。其他的各種金屬和它們的合金，總稱之為有色金屬。



第一章 金屬的性質

金屬的性質分为物理性質、化学性質、机械性能和工艺性能等。

属于物理性質的有顏色、比重、可熔性、导电性、导热性、磁性、热容量和受热膨胀性等。

属于化学性質的有耐蝕性、可溶性和氧化性等。

属于机械性能的有强度、硬度、彈性、韌性、脆性、延展性、可塑性和耐磨性等。

属于工艺性能的有流动性、可鍛性、焊接性、淬火度和切削加工性。

一、物理性質和化学性質

1. 顏色 金屬本身是不透明体，但是金屬具有强烈反射光綫的能力，所以金屬的外表都显出特殊的顏色。金屬中除銅（紅玫瑰色）和金（黃色）与其他金屬的顏色有显著不同外，其余的金屬顏色都介于鋼灰色和銀白色之間。

大多数金屬长期暴露在空气中，会被氧化而使其顏色变暗。不受氧化的金屬（銀，金及白金系金屬）以及表面有极薄氧化物防腐层的金屬（鋁及其他），它們的顏色与光澤长久保持不变。

2. 比重 每一立方公分物質的重量（以克重表示），叫做該物質的比重。按比重的大小可将金屬分为輕金屬（比重小于3克重/立方公分）和重金屬。在常用的金屬中最輕的是鎂，比重为1.74克重/立方公分；最重的是鉕，比重为21.45克重/立方公分。

在鑄造业方面，如果相組合的金屬元素的比重数值相差較大，在熔合时較輕的金屬会浮在上面，因而不易得到均匀的合金。

3. **可熔性** 固体金屬因加热变成液体的性質叫做可熔性。加热时金屬由固体状态变成液体状态，而冷却时熔化的金屬由液体变成固体。物体受热由固体状态开始变成液体状态时的溫度，叫做熔点。

4. **导电性** 物体能够傳导电的性能，叫做导电性。金屬的导电性比非金屬高，其中导电性最大的是銅和銀，其次是金、鉻、鋁、錳、鎢等，較低的是鉄和水銀。

5. **磁性** 金屬中仅鉄、鎳、鈷三种金屬和它們的合金为有显著磁性的金屬。但是这些金屬在高温时（鉄 769°C ，鎳 350°C ，鈷 1100°C ）也会失去它的磁性。其他金屬实际上都不呈磁性。

6. **导热性** 物体能够把热度較高地方的热傳导到热度較低的地方，也就是說，物体能够傳导热的性質，就叫导热性。导热性强的金屬可以迅速而平均的进行加热或冷却。

在金屬中，銅的导热性最大。鉄的导热性很低。但鋼的导热性由于所含成份不同而有差別。金屬的导热性在溫度升高时减小，在溫度降低时增加。

7. **热容量** 物体升高 1°C 时所需的热量，叫做热容量。使1公斤重的金屬，升高 1°C 时所需的热量（以大卡为单位），叫做該金屬的比热。金屬的比热比别的物質的比热小，因之，金屬容易加热。

8. **受热膨胀性** 物体的受热膨胀性常用綫膨胀系数来表示。物体加热 1°C 所伸长的长度和它原来长度的比，叫做綫膨胀系数。各种金屬的綫膨胀系数相差很大，如鎢的綫膨胀系数为 4.0×10^{-6} ，而鉛的綫膨胀系数为 29.5×10^{-6} 。面膨胀系数为綫膨胀系数的二倍，体膨胀系数为綫膨胀系数的三倍。

9. **耐蝕性** 金屬抵抗周圍环境中的水、空气等物質腐蝕的性質叫做耐蝕性。

有些金屬，如白金、金和銀等，它們最重要的特性就是耐蝕性强，所以它們是貴重金屬。鎳和其他金屬耐蝕性也很好。黑色金屬比有色金屬容易腐蝕。

二、机械性能

1. 硬度 物体抵抗其他物体压入其表面的性能，叫做硬度。物体的硬度越高，就越难压入它的表面。比如在车削的时候，车刀本身的硬度应该比工作物的硬度大，因为只有这样，它才能进行对工作物的车削加工，并且保持本身的完整和不变形。常用的硬度表示法有两种：

(1) 布氏硬度 布氏硬度试验法是把钢球放在试样上，在球上加一定压力，在试样上便印有球面痕迹。

p = 压力 (公斤)

D = 钢球直径 (公厘)

d = 试样上印痕的直径
(公厘)

则布氏硬度

$$(H_B) = \frac{2p}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

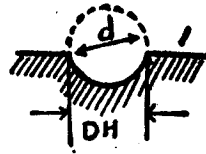


图1 布氏硬度试验时，
压印的示意图

对钢件试样常用的压力为3000 公斤，如金属较软可改为500 公斤。

(2) 洛氏硬度 洛氏硬度试验法是先硬球上加一轻压力，然后再在硬球上加一重压力，试样上印痕深度的差，就是该金属的洛氏硬度。在洛氏硬度试验机上可以读出洛氏硬度数。

洛氏硬度试验法中所用球的直径为 $1/16$ 英寸。

2. 强度 物体抵抗外力破坏作用的性能，叫做强度。用来制造物体的材料强度越低，那么破坏它所需要的力也就越小。所以用来制造结构的任何一种材料，都应该尽可能地具有高的强度。按照外力的性质，强度可分为三种：

(1) 抗拉强度——物体抵抗拉断的性质。

(2) 抗压强度——物体抵抗压坏的性质。

(3) 抗剪强度——物体抵抗被剪断的性质。

物体破坏前承当最大载荷时的应力，叫做强度极限。单位为

公斤/平方公厘。(材料单位面积上所受的力,叫做应力,单位为公斤/平方公厘。单位长度上的长度变化,叫做应变。)

3.弹性 物体在变形后能恢复原来形状的性能,叫做弹性。材料内所生应力如不太大,当应力全部消失后,能恢复原来形状而不留永久变形。当应力大于一定限度时,便产生永久变形,这个限度叫做弹性限度,或叫弹性极限。如果物体具有高的弹性,那就要需较大的力才能改变它的形状,并使它在力的作用停止后保持改变后的新形状。相反地,如果物体的弹性很低,那末只要不大的力就可以改变它的形状。因此用来制造结构的材料应该具有尽可能高的弹性,以防变形。

4.韧性 物体受冲击力后保持不裂的性能,叫做韧性。用来制造结构的材料不但要能够抵抗缓慢而逐渐加上去的力,而且还要能够抵抗突然而剧烈加上去的力(冲击力)。用来制造结构的材料应该具有高的韧性。韧性是和脆性相反的一种性能。

5.脆性 物体受到外力时,不待改变形状就马上破坏的性质,叫做脆性。很明显,具有脆性的材料是不容易加工的。所以用来制造结构的材料应韧性高,脆性低。

6.可塑性 物体受力的作用容易变形,而在力的作用停止后,能够保持改变了的性质的性质,叫做可塑性。在许多情形下,使物体具有高的可塑性和尽可能低的弹性是重要的。如锻造、轧制、冲压、弯曲及进行其他压力加工的时候,如果材料的可塑性很低,就很难达到加工的目的,并且加工时也需要很大的力。

7.展性 金属受压力加工容易发生永久变形,但不破裂的性质,叫做展性。金属的展性与它的可塑性有关,可塑性好的金属通常也具有好的展性。

8.耐磨性 金属抵抗磨损的性质,叫做耐磨性。许多机器零件,象齿轮、轴瓦、活塞等等,在工作中承受剧烈的摩擦。因此在工作的时候,这些零件的表面层因承受摩擦而极易磨损,最后改变了零件的尺寸。个别部份剧烈摩擦的结果,并能影响整个机

器的工作。所以这些零件或部件的材料性能必须是耐磨的。这样才可以不受磨损，或减少磨损。

三、工艺性能

1. **流动性** 熔融金属充满铸型而利于精确铸造铸件的性能，叫做流动性。较好的流动性不但能使熔融金属很好的充满铸型，而且还能促使铸件铸得紧密而完好。金属的流动性依它在熔融状态中的粘度来决定。

2. **可锻性** 当金属的可塑性最大的时候，它的形状最容易改变，这种性能叫做可锻性。金属在冷状态和热状态下都可以具有可锻性。

3. **焊接性** 用局部加热的方法，使金属达到熔化或塑性状态，然后使用机械压力或其他方法，使两块金属牢固的接合成一体的性能，叫做焊接性。

4. **淬硬度** 金属加热以后，遇到急冷，就能提高硬度。这种性能叫做淬硬性。淬硬的深度叫做淬硬度。

5. **切削加工性** 金属被切削工具加工时所显示的性能，叫做切削加工性。

各种金属的性质并不是固定不变的，主要还是根据它的化学成份来决定。加在金属中的各种化学元素，都能改变金属的性质。

第二章 材料的選擇

選擇材料是一件重要而又比較複雜的工作，不但要使所選擇的材料能夠符合于制品的各種性能的要求（如機械性能、加工性能等），而且還要適合經濟條件。只有這樣，才能以最低的成本，製造出最好的制品。為此，我們必須根據幾個原則來選擇材料。這些原則是：

一、機械性能符合要求的原則

在選擇材料時，首先要考慮或通過試驗，明確工件將要承受一種什麼力量，然後才能確定工件需要什麼材料來製造：是硬的還是軟的；要抵抗巨大拉力的，還是要承受巨大壓力的；要能抵抗衝擊力的，還是要能耐久的……，例如：車軸上的滾珠，經常受摩擦，必須採用耐磨的材料來製造。切削工具要能對工作物加工，必須採用硬度較高的材料。鋼絲繩所承受的主要是拉力，因此，抗拉強度便是選擇鋼絲繩材料所必須考慮的條件。鍋爐上的鉚釘，主要承受剪力，因此，抗剪強度必須符合要求。製造板簧和彈簧，必須採用有很大彈性的材料。工作時承受衝擊力的零件，應以韌性材料製造……。

機械性能是選擇材料時最基本最重要的條件。因為大部分材料的性能，都是以其機械性能表示的。所以，我們必須熟悉各種金屬材料的機械性能，以便更恰當的來選擇它。

所要求的材料的機械性能，這並不是對一整塊材料某一地方的要求，而是處處地方都要符合使用要求。也就是說整塊材料的組織必須是一致的。如果材料的均勻度不好，便不能滿足製造工作物的要求。如製造軋鋼用的冷面軋輥，假使冷面厚度不一樣，就會因此不能使用，有時也會因局部磨損而縮短了使用時間。因

此，我們不但要選擇那些符合機械性能要求的材料，而且也要使我們所選擇的材料具有好的均勻度。

二、適合經濟條件的原則

雖然材料的機械性能完全符合要求，如果不適合經濟條件，仍然不能成為我們選擇材料的最好對象。在經濟條件方面，我們主要應該考慮產地、產量和生產成本等方面。如果材料的產地很遠，則將增加運輸費用和加大供應的困難。如果材料產量很少，材料價格很高，也很難滿足更多的需要。如果製品可以用鑄鐵製造的話，就應儘可能不使用鑄鋼件，這樣可以大大減低生產的成本。因此，這三個條件是我們選擇材料時考慮經濟條件的主要方面。總之，應該在機械性能符合要求的原則下，儘量採用產地較近，產量較多，成本較低的材料。

三、適合加工性能的原則

所謂加工性能，是把材料製造成所需要的特性的性能。如果選擇的材料雖然具有優良的機械性能，也能符合經濟條件，但是加工性能不能滿足於機械製造的要求時，仍舊是無法利用的。加工性能包括很多，茲分別簡述如下：

1. 鑄造性能 為了澆注較薄的鑄件，鑄鐵中常常把磷的含量提高，以增高它的流動性和減少收縮，使鑄件表面光潔而平滑。但是含磷量增高會增加鑄件的脆性（即機械性能減弱）。（

2. 車削性能 要想得到較好的車削性能，必須選擇硬度較低的材料或者加入某種元素使材料的硬度減低，以提高車削性能。如在銅鑄件中加入少量的鉛，便可以得到較好的車削性能。鋼的含碳量愈多，硬度愈高。所以低碳鋼的切削性能便較高碳鋼好。

3. 軋鍛性能 為了適合於軋鍛加工，便不得不選擇可塑性較好的材料。球墨鑄鐵成本低，且具有一些比碳素鋼更優越的條件，

但是考虑到軋鍛加工，其使用便受到限制。很多需要軋鍛加工的机件便只能用鋼而不能球墨鑄鉄，因为鋼較球墨鑄鉄有高的可塑性。

4. 焊接性能 在焊接时，普通鑄鉄便往往不得不用鑄鋼代替。鑄鉄焊接不是完全不可能，而是比鑄鋼困难一些。

5. 热处理性能 含碳0.3%以上的碳鋼，經過热处理以后，可以得到較高的硬度和各种需要的性能。由于碳鋼热处理的优越，在目前便成了最受欢迎的材料。中碳鋼表面淬火性最好，因此需要表面淬火的机件，往往被指定使用中碳鋼。

四、符合特殊要求的性能

某些机件常常对于材料有些特殊要求。这些特殊要求，主要是如何利用材料的物理化学性質的問題。

1. 耐蝕性 耐蝕性对于在强烈氧化环境下工作的制品（化学机器和儀器的零件）非常重要。为了获得高度的耐蝕性，就要制造特殊不銹鋼，耐酸鋼以及保护鍍面等。

2. 耐热性 鎢的熔点高达 3370°C 。因此被广泛的用来制造电灯絲。高速鋼要求在較高的溫度下保持一定硬度。为了这项需要，鎢被加入鋼中。

3. 导电性 为了增加导电能力，鋼絲中夾入銅絲做为电话綫用。鋼絲导电能力弱，所以电綫不能用鋼絲，而用导电能力强的銅絲。

4. 重量 在飞机、汽車和車廂制造业中，零件的重量常为重要的特性。所以鋁合金，特别是鎂合金在这方面是不可缺少的。

5. 變形 珍貴的儀器、鐘表零件和度量衡器皿等的价格常常是較高的。因为，这一类物品必須保持长久不变形，不得不在材料中加入較貴的金屬，如鎳、鉻、鈮、鎢等。甚至有时使用昂貴的鉑、金等金屬去制造。

由于近代工业的高速度发展，材料的制造也就随着扩大了品

种范围。因此，正确地选择材料便成了一件非常广泛而又复杂的工作。和许多其他工作一样，材料的选择，不能单纯依靠过去的经验。需要随时注意新的材料，熟悉它们的特点。只有这样才可能作好选择材料工作：保证用最廉美的材料，制出更多、更好、更经济的机器或零件，以满足日益发展的国家工业建设和国防建设的要求。

第三章 生 鐵

生鐵在工業上，特別是在機械製造工業上用得很廣。因為生鐵的生產成本較低，比較容易熔煉，鑄造性良好，可以用來製造形狀複雜的零件，甚至是空心的零件。

生鐵的優點，還在於它對腐蝕作用的穩定性，迅速平息震動的能力，能夠受壓以及比重較小。

此外，生鐵耐磨性較強。在遭受摩擦的工作面上，如果有潤滑劑存在的話，生鐵的零件是磨損得很少的，尤其經過熱處理後更是如此。因此，某些受摩擦的零件，有時可以用有耐磨性的生鐵，來代替出產稀少的有色金屬減摩合金。

但是，生鐵的機械性能比鋼差得多。所以在大多數情形下，不能用生鐵製造承受重大載荷和衝擊的零件。不過這是指普通的生鐵來說的。而生鐵鑄件（鑄鐵）的性能，隨著技術的發展，不斷的在改善。目前已經有好幾種高級鑄鐵，能在許多情況下可以成功地代替鑄鋼和鍛鋼。

一、各種元素對生鐵性質的影響

生鐵是在煉鐵爐（高爐）里熔煉出來的。生鐵基本上是鐵和碳的合金（含碳量在1.7~6.67%，通常為3%）。生鐵中除含碳外，還含有矽、錳、磷、硫等元素。各元素對生鐵性質的影響如下：

1. 碳的影響 碳在生鐵中能以滲碳體、石墨和退火碳的形態存在。

滲碳體是鐵和碳的化合物，即含碳6.67%的鐵的碳化物，分子式為 Fe_3C ，它的性質很硬而且很脆。

分布在生鐵中的、不同大小的、片狀或鱗狀的自由碳，就是石墨。它的性質很軟而且很脆。