

# 热处理基本知识

中国科学院  
电子学研究所



# 熱處理基本知識

胡占元 編著

冶鑒金錫出版社

# 热处理基本知識

胡占元 編著<sup>1</sup>

— \* —

冶金工业出版社出版（北京海灯市口甲43号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第008号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

— \* —

1959年10月第一版

1959年10月 北京第一次印刷

印数 8,020 册

開本  $87 \times 1092 \cdot \frac{1}{32}$  • 62000 字 • 印張  $3 \frac{12}{32}$  •

— \* —

統一書号 15062 • 1902 定价 0.32 元

## 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第一章 金屬和合金的机械性能</b> ..... | 7  |
| 一、强度.....                   | 7  |
| 二、硬度.....                   | 12 |
| 三、冲击韧性.....                 | 14 |
| <b>第二章 金屬的构造和性質</b> .....   | 16 |
| 一、金屬的成分、性質和构造.....          | 16 |
| 二、金屬的結晶构造和性質.....           | 16 |
| 三、金屬的結晶过程.....              | 19 |
| 四、金屬在固态下的轉变.....            | 21 |
| <b>第三章 鉄碳合金</b> .....       | 24 |
| 一、合金的概念.....                | 24 |
| 二、鉄碳平衡图的意义.....             | 28 |
| 三、鋼的組織和性質.....              | 33 |
| 四、鋼的分类、标号和用途.....           | 39 |
| 五、生鉄的組織和性質.....             | 46 |
| <b>第四章 碳鋼的热处理</b> .....     | 50 |
| 一、什么是热处理.....               | 50 |
| 二、热处理时的加热、保溫和冷却.....        | 52 |
| 三、退火和正火.....                | 58 |
| 四、淬火和回火.....                | 62 |
| 五、鋼的化学热处理.....              | 72 |
| 六、热处理的缺陷及其防止方法.....         | 76 |
| <b>第五章 其他金屬材料的热处理</b> ..... | 73 |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 一、合金鋼热处理的特点.....         | 79        |
| 二、鑄鉄的热处理.....            | 82        |
| 三、有色金屬热处理的一般知識.....      | 84        |
| <b>第六章 热处理常用的設備.....</b> | <b>87</b> |
| 一、热处理用加热爐.....           | 87        |
| 二、測量溫度的仪器.....           | 90        |
| 三、冷却設備.....              | 96        |
| <b>附表.....</b>           | <b>97</b> |
| 一、硬度对照表.....             | 97        |
| 二、結構鋼的热处理規範和机械性能.....    | 93        |
| 三、工具鋼的热处理規範和硬度.....      | 104       |

# 熱處理基本知識

胡占元 編著

冶鑄金鋼出版社

# 热处理基本知識

胡占元 編著<sup>1</sup>

— \* —

冶金工业出版社出版（北京海灯市口甲43号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第008号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

— \* —

1959年10月第一版

1959年10月 北京第一次印刷

印数 8,020 册

開本  $87 \times 1092 \cdot \frac{1}{32}$  • 62000 字 • 印張  $3 \frac{12}{32}$  •

— \* —

統一書号 15062 • 1902 定价 0.32 元

## 內 容 提 要

這本書用通俗的文字介紹了熱處理的理論基礎和各種操作方法，並簡明扼要地敘述了合金鋼、鑄鐵、有色金屬的熱處理以及有關金屬學方面的基本知識。可供熱處理工人、機械工人和從事這方面工作的幹部閱讀。



## 序

随着我国工农业的飞跃发展，越来越要求有数量更多、質量更好的鋼材和机器設備，要求它們有更高的机械性能、抗磨性和耐蝕性。

机器的性能和質量与选择材料和热处理方式有密切关系。就是說，正确地选用材料和进行合适的热处理，会提高机械性能，增强产品質量，延长机器的使用寿命。这样，不但能节省金屬材料，还能大大提高生产效率。

本書編著的主要目的，是用浅显的文字，闡明热处理各种操作方法，以帮助热处理工人、机械工人系統了解热处理过程，提高理論知識；对于从事这方面工作的而又不懂技术的人員，以及願意学习热处理方面知識的同志会有些帮助。

但由于編者学識所限，难免会有錯誤和缺点，希同志們多多批評和指正，以便再版时更正。

編 者

1959年8月

## 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第一章 金屬和合金的机械性能</b> ..... | 7  |
| 一、强度.....                   | 7  |
| 二、硬度.....                   | 12 |
| 三、冲击韧性.....                 | 14 |
| <b>第二章 金屬的构造和性質</b> .....   | 16 |
| 一、金屬的成分、性質和构造.....          | 16 |
| 二、金屬的結晶构造和性質.....           | 16 |
| 三、金屬的結晶过程.....              | 19 |
| 四、金屬在固态下的轉变.....            | 21 |
| <b>第三章 鉄碳合金</b> .....       | 24 |
| 一、合金的概念.....                | 24 |
| 二、鉄碳平衡图的意义.....             | 28 |
| 三、鋼的組織和性質.....              | 33 |
| 四、鋼的分类、标号和用途.....           | 39 |
| 五、生鉄的組織和性質.....             | 46 |
| <b>第四章 碳鋼的热处理</b> .....     | 50 |
| 一、什么是热处理.....               | 50 |
| 二、热处理时的加热、保温和冷却.....        | 52 |
| 三、退火和正火.....                | 58 |
| 四、淬火和回火.....                | 62 |
| 五、鋼的化学热处理.....              | 72 |
| 六、热处理的缺陷及其防止方法.....         | 76 |
| <b>第五章 其他金屬材料的热处理</b> ..... | 73 |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 一、合金鋼热处理的特点.....         | 79        |
| 二、鑄鉄的热处理.....            | 82        |
| 三、有色金屬热处理的一般知識.....      | 84        |
| <b>第六章 热处理常用的設備.....</b> | <b>87</b> |
| 一、热处理用加热爐.....           | 87        |
| 二、測量溫度的仪器.....           | 90        |
| 三、冷却設備.....              | 96        |
| <b>附表.....</b>           | <b>97</b> |
| 一、硬度对照表.....             | 97        |
| 二、結構鋼的热处理規範和机械性能.....    | 93        |
| 三、工具鋼的热处理規範和硬度.....      | 104       |

## 第一章 金屬和合金的机械性能

金屬是指单一的元素，如鉄、錳、鋁、銅、鉻、鎳、鎢等等，这些都是金屬元素。而合金則是由两种或两种以上的金屬元素，或者金屬元素与非金屬元素所組成的物質。如鋼是由鉄和碳所組成的合金，黃銅是銅和鋅的合金，青銅是銅和錫的合金，硬鋁是鋁、銅、錳、鎂的合金等。这些合金的性能都比其中单一的金屬元素好得多，所以在現代工业上应用很广，特别是属于黑色金屬的鋼和鉄，应用得更为广泛。

所謂金屬和合金的机械性能，就是它抵抗外力作用的性能。譬如，在制造一个零件时考虑它的强度够不够，它的硬度是否合适，它的韌性是否能足够的抵挡冲击和震动等等。

机械性質包括很多，主要有强度、硬度和冲击韌性等。

### 一、强 度

一列滿載的火車，会給鋼軌以很大的压力；一个吊着上百吨重量的吊車，它的鋼繩会受有很大的作用力（載荷）；一个高大的建筑物，它的地基和鋼骨都承受着很大的載荷。我們当然要求鋼軌經得起火車的壓力，鋼繩吊得起上百吨的重量，要地基和鋼骨承担住建筑物的重量。那么，鋼軌、鋼繩、地基和鋼骨就要有相当的强度。

**强度**就是零件在受外力作用时，能抵抗住外力不受损坏的一种能力。要用一个式子来表达，强度是指单位橫断面积上（ $1\text{ 毫米}^2$ ），材料所能承受最大外力的数值（公斤），

单位为公斤/毫米<sup>2</sup>。

由于受力种类不同，材料强度可分为以下五种（如图1）。

1. 抗拉强度——由两个方向相反相互离开的力（即拉力）的作用而产生。
2. 抗压强度——由两个方向相反相互移近的力（即压力）的作用而产生。
3. 抗弯强度——由力垂直的作用在支于两点的梁上（即弯力）而产生。
4. 抗扭强度——由绕轴扭转力（即扭力）的作用而产生。
5. 抗剪强度——由方向相反相距很近两个力（即剪力）的作用而产生。

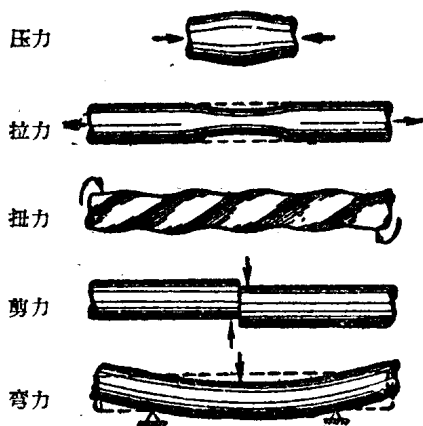


图1 几种不同力的作用对金属材料引起的变形

强度种类虽多，但在实际应用时主要是抗拉强度。因为，

其他强度都与抗拉强度有一定的关系，知道抗拉强度便可能近似地预测其他强度数值。

表示强度特性的，有极限强度（抗拉、抗压、抗弯、抗扭和抗剪的最大强度）、比例极限强度、弹性极限强度、屈服点强度等。这些极限强度数值的确定，可以在拉伸机（如图2）或万能材料试验机上进行检验。它们的计算方法可按下面几个公式（参照图3）：

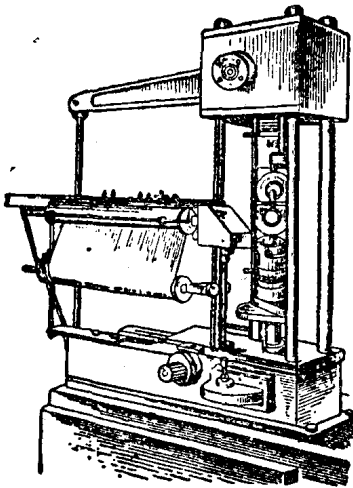


图2 ИМ-4P型  
拉伸机外形图

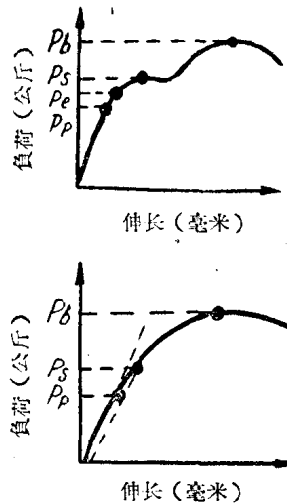


图3 拉伸图

a—有屈服点的拉伸图；  
б—没有屈服点的拉伸图

$$\text{比例极限强度 } \sigma_p = \frac{\text{比例极限点所受的拉力}}{\text{试件原来的断面积}} = \frac{P_p}{F_0} \quad (\text{公斤/毫米}^2)$$

$$\text{弹性极限强度 } \sigma_e = \frac{\text{弹性极限点所受的拉力}}{\text{试件原来的断面积}} = \frac{P_e}{F_0} \quad (\text{公斤/毫米}^2)$$

$$\text{屈服点强度 } \sigma_s = \frac{\text{屈服点所受的拉力}}{\text{試件原来的断面积}} = \frac{P_s}{F_0} \quad (\text{公斤/毫米}^2)$$

$$\text{极限强度 } \sigma_b = \frac{\text{断裂前所受的最大拉力}}{\text{試件原来的断面积}} = \frac{P_b}{F_0} \quad (\text{公斤/毫米}^2)$$

知道金属材料的极限强度和屈服点强度，是有很重要的实际意义。因为零件不能在极限强度以上使用，也不能在屈服点强度以上使用，由此我們便可以根据受力大小，计算出零件所需的尺寸；或者用現有零件的尺寸校对它是否安全。

金属材料进行拉力試驗以后，除计算出一些强度以外，还能计算出表示材料塑性的延伸率和断面縮減率。

$$\text{延伸率 } \delta = \frac{\text{試件經過拉伸后的长度} - \text{試件原来的长度}}{\text{試件原来的长度}}$$

$$= \frac{L - L_0}{L_0} \times 100(\%)$$

$$\text{断面縮減率 } \psi = \frac{\text{試件原来的断面积} - \text{試件断裂处的断面积}}{\text{試件原来的断面积}}$$

$$= \frac{F_0 - F}{F_0} \times 100(\%)$$

現在举一个例子：有一直径 10 毫米的中碳錳鉻鋼試件，标距（作檢驗部分的长度）是 50 毫米，在拉伸机上拉断。知道相当于比例极限的載荷  $P_p = 1.650$  公斤，相当于弹性极限的載荷  $P_e = 1.800$  公斤，相当于屈服点的載荷  $P_s = 2.850$  公斤，試件断裂前的最大拉力是 5.300 公斤，在断裂后量它的长度是 62.5 毫米，断裂处的直径是 7 毫米。

那么，試件原来的断面积：

$$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3.142}{4} \times 10^2 = 78.5 \text{ 毫米}^2$$

試件断裂处的断面积：

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.142}{4} \times 7^2 = 38.5 \text{ 毫米}^2$$

(式中的  $d_0$  是試件原来的直径， $d$  是試件拉断后的直径)

将拉力試驗所得的各数值代到上面的公式中：

比例极限强度

$$\sigma_p = \frac{1.650}{78.5} = 21 \text{ 公斤/毫米}^2。$$

弹性极限强度

$$\sigma_e = \frac{1.800}{78.5} = 22.9 \text{ 公斤/毫米}^2。$$

屈服点强度

$$\sigma_s = \frac{2.850}{78.5} = 36.3 \text{ 公斤/毫米}^2。$$

极限强度

$$\sigma_b = \frac{5.300}{78.5} = 67.5 \text{ 公斤/毫米}^2。$$

延伸率

$$\delta_5 = \frac{62.5-50}{50} \times 100\% = 25\%。$$

( $\delta$  右下角的“5”表示标距为直径的5倍)

断面縮減率

$$\psi = \frac{78.5-38.5}{78.5} \times 100\% = 51\%。$$



## 二、硬 度

金屬具有能抵抗比它更硬的物体压入的性能称为硬度。它是測量金屬和合金机械性質的最直接而又簡便的方法。从硬度的数值，可以大致的推断出金屬材料的强度、韌性、塑性等各种机械性質，同时金屬材料的硬度与工艺性質有很大关系。如車床在工作时，要按加工金屬材料的硬度来选择切削刀具。

硬度的測量是在硬度計上进行的。硬度計的种类很多，一般常用的有以下几种：

### 1. 布氏硬度計

在試驗的时候，把直径 10 毫米的淬火鋼球，用油压机以 3000 公斤的压力，压在試片表面經 30 秒鐘，然后用精度 1/10 毫米的显微鏡尺測出压坑直径，根据压坑直径的大小进行換算，就能得到布氏硬度数值。图 4 和图 5 为布氏硬度計的外觀及压坑状况。

### 2. 洛氏硬度計

将一定重量加于頂角为  $120^\circ$  的圓錐状金刚石，使其压入被测金屬的表面，以压入金屬表面的深度来表示洛氏硬度数值。在实际測量的时候，可以从硬度指示表上直接讀出硬度数。压坑愈深，硬度表指示的数值愈大；压坑愈浅，硬度表指示的数值愈小。图 6 便是洛氏硬度試驗及試驗簡图。

用这种方法进行測量硬度簡便迅速；能測最硬的金屬和合金，同时压痕不大，可用来測定薄的試件和成品。