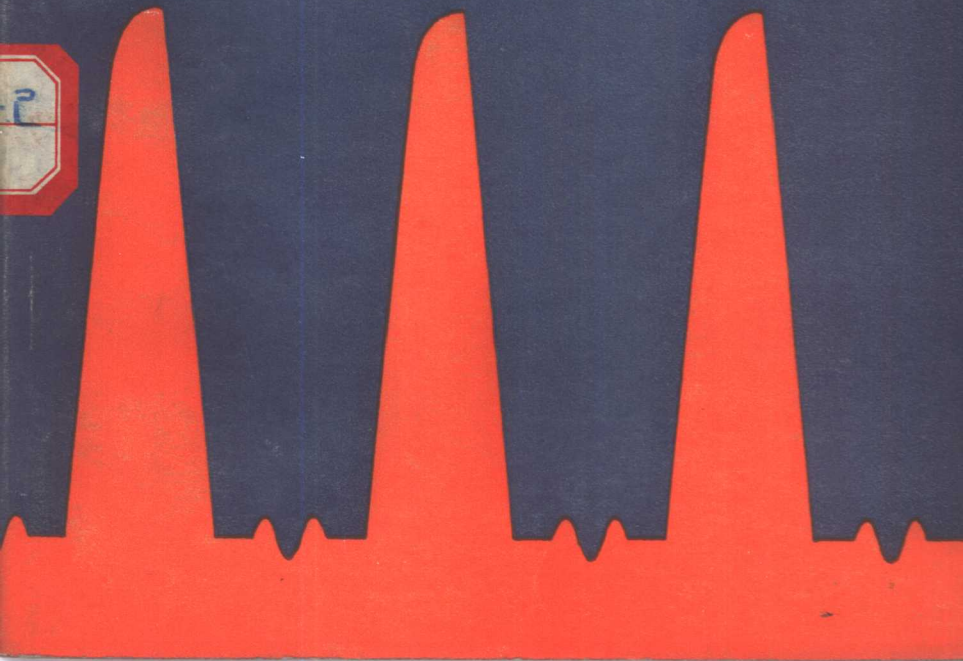


# 五金刃口产品 的热处理

潘月琴 张子慈编著



# 五金刃口产品 的热处理

潘月琴 张子慈 编著

轻工业出版社

## 内 容 简 介

本书比较系统地介绍了刀、剪、理发工具、刨、凿、斧、锯等五金刃口产品的热处理工艺和主要设备。内容主要包括各类产品的热处理方法、性能要求和钢材的选择，预备热处理、淬火、回火、渗碳、氰化或氮化工艺，热处理车间常用设备，以及热处理技术的发展趋势等。另外，还附有常用的热处理参考数据表。

## 五金刃口产品的热处理

潘月琴 张子慈 编著

\*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

787×1092毫米 1/32 印张：8 字数：176千字

1982年10月 第一版第一次印刷

印数：1—4600 定价：0.75元

统一书号：15042·1714

## 前 言

热处理在五金刃口产品的生产中占有十分重要的地位。它既是决定产品质量和使用寿命的关键因素，也是充分发挥钢材潜力以及节约材料、燃料和电力的有效途径。因此，近年来许多工厂企业对热处理工作都极为重视，不断改进热处理设备及操作方法，积极采用新技术、新工艺，从而使生产效率 and 产品质量得到显著的提高。

为了适应生产发展的需要，满足本行业广大职工学习与交流热处理技术的迫切愿望，我们在轻工业部五金电器局和北京二轻研究所的组织与指导下，编写了本书。

在编写过程中，我们结合五金刃口产品技术标准的制订工作，深入到全国主要生产厂及科研部门调查研究，对40多个工厂的200多把刀剪进行了金相检验分析。在深入调查研究、征求意见和收集资料的基础上，我们着重介绍了五金刃口产品的热处理工艺，并就产品的使用性能与热处理的关系进行了探讨，还根据产品的生产特点介绍了热处理的主要设备。此外，对热处理技术的发展趋势也作了概括的介绍。全书分为八章，除第七章由张子慈编写以外，其余各章均由潘月琴编写。

在走访全国各地主要生产和科研单位的过程中，我们得到了当地有关部门的领导、技术人员和工人的大力支持及热情帮助，特此表示深切的谢意。

本书不足之处，欢迎读者指正。

编 者

# 目 录

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| <b>第一章 热处理基本知识</b> .....         | ( 1 ) |
| 一、热处理的重要性.....                   | ( 1 ) |
| 二、热处理的概念.....                    | ( 3 ) |
| 三、铁碳平衡图及其应用.....                 | ( 5 ) |
| 四、钢在加热和冷却时的转变.....               | ( 9 ) |
| 五、热处理的基本方法.....                  | (14)  |
| <b>第二章 菜刀的热处理</b> .....          | (24)  |
| 一、菜刀的制作方法及其用钢.....               | (24)  |
| 二、菜刀的淬火、回火工艺.....                | (25)  |
| 三、菜刀热处理的常见缺陷及防止办法.....           | (36)  |
| 四、刀刃显微组织与锋利度、<br>硬度耐磨性的关系.....   | (44)  |
| <b>第三章 剪刀的热处理</b> .....          | (50)  |
| 一、剪刀制作方法及钢材的选择.....              | (50)  |
| 二、贴钢剪刀的热处理.....                  | (52)  |
| 三、低碳钢剪刀的渗碳及氰化.....               | (56)  |
| 四、剪刀的质量分析.....                   | (69)  |
| <b>第四章 理发刀具的热处理</b> .....        | (72)  |
| 一、理发刀具的性能要求及用钢.....              | (72)  |
| 二、理发刀具的预备热处理.....                | (73)  |
| 三、推剪片的淬火.....                    | (77)  |
| 四、刮脸刀片、剃刀的热处理.....               | (84)  |
| <b>第五章 不锈钢小刀及刨、凿、斧的热处理</b> ..... | (89)  |

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 一、不锈钢小刀 .....               | ( 89 )         |
| 二、刨刀、凿子及斧头 .....            | ( 95 )         |
| <b>第六章 锯的热处理 .....</b>      | <b>( 104 )</b> |
| 一、钢锯 .....                  | ( 104 )        |
| 二、带锯 .....                  | ( 120 )        |
| 三、圆锯 .....                  | ( 136 )        |
| <b>第七章 热处理车间常用设备 .....</b>  | <b>( 144 )</b> |
| 一、加热设备 .....                | ( 144 )        |
| 二、冷却设备 .....                | ( 188 )        |
| 三、温度测量仪表 .....              | ( 201 )        |
| <b>第八章 热处理技术的发展趋势 .....</b> | <b>( 209 )</b> |
| 一、无氧化、无脱碳的加热方法 .....        | ( 209 )        |
| 二、改善材料机械性能的热处理方法 .....      | ( 213 )        |
| 三、几种新型的热处理技术 .....          | ( 215 )        |
| 四、新型淬火介质的应用 .....           | ( 217 )        |

#### **附录:**

- 附表 1 五金刀具常用钢的化学成分
- 附表 2 五金刀具常用钢的热处理工艺规范
- 附表 3 常用盐浴成分表
- 附表 4 淬火与回火用的水基介质
- 附表 5 淬火及回火用油
- 附表 6 硬度换算表

#### **附图:**

- 附图 1 菜刀的显微组织
- 附图 2 刀刃显微组织与性能的分析
- 附图 3 各种剪刀的金相组织
- 附图 4 推剪、剃刀的原始组织状态

# 第一章 热处理基本知识

## 一、热处理的重要性

热处理在我国劳动人民的生产实践中早已得到应用。古代制造刀剑时，就知道把它加热，而后蘸入水中，则其钢刃锋利，不易磨钝。制造针时，将加热的钢针蘸到水里，然后在热锅上炒一炒，这样钢针既耐磨，又不易脆断。近几十年来，随着科学技术水平的不断提高，金属材料的广泛使用，热处理已成为现代工业生产中不可缺少的组成部分，并且得到迅速发展。

今天，钢铁及合金是用来制造机器或其它工业产品的基本材料。这是因为它们有许多良好的性能，尤其具有较高的硬度、强度、弹性、韧性和耐磨性。而这些优异的机械性能，除了在冶炼时达到所需要的化学成分外，主要通过热处理来获得。所以，凡是重要的机器零件绝大多数都要进行热处理。例如：汽车拖拉机上需要经过热处理的零件占70~80%，机床工业中占60~70%以上，至于各种工具及刃口产品几乎全部需要热处理。

五金刃口产品在使用过程中总会或多或少地承受外力的作用，而且它们的用途和工作状况又有很大差异。因此对于每一种产品来说，必须具备与其使用要求相适应的性能。譬如菜刀、剪刀，为了保证刃口锋利，不卷刃、不崩刃，需要有足够的硬度和良好的韧性；而刮脸刀片这种极薄的刀具，

除应有很高的锋利度和硬度外，还必须具有极好的弹性和韧性。这些性能要求，只有合理地选择钢材，并通过恰当的热处理，以改变钢的组织与性能才能实现。

热处理既是强化钢材，使其发挥潜在能力的重要工艺措施，也是提高产品质量、延长使用寿命和降低产品成本的有效途径。

由于热处理能够改变钢的性能，因而可以利用成分简单、制造容易、价格便宜的钢材或合金，经热处理而使其达到价格昂贵的优质钢或合金的同样效果。例如生产铁锹，过去多采用45钢或其他中碳钢，甚至使用65Mn钢。现在许多工厂改用普通低碳钢（如A<sub>3</sub>、20钢），经强刃化处理后，其性能接近并在某些方面（如抗泥沙能力等）优于中碳钢制铁锹。既满足了使用要求，又能节约优质钢材，降低产品成本。

在实际生产中，由于采用某种更完善的热处理工艺，可以成倍乃至几十倍地提高产品或零件的使用寿命，使一件顶几件用，一吨钢材顶几吨用。这对于加速我国社会主义现代化建设有着重大意义。例如生产钢锯，若利用低碳钢渗硼处理以代替工具钢，则使用寿命可提高两倍以上。

热处理是决定产品质量的关键因素。五金产品多为民用，其质量的好坏同广大人民群众的利益息息相关。固然，产品性能的优劣与设计结构、材料选择以及制作方法等各种因素有密切的关系，但大量事实说明，热处理工艺是否得当，往往起着决定性的作用。众所周知，王麻子、张小泉的剪刀之所以驰名中外，除加工制作的精巧、别致以外，更主要的原因是他们皆以热处理技术见长，因而在国内外享有很高的声誉。

特别值得指出，热处理的对象通常是经过许多工艺过程而生产出来的成品或半成品，倘若由于热处理进行得不适当，或者违反工艺操作规程，则将使花费在成品、半成品上的所有代价化为乌有，以致造成极大的损失。因此，对于热处理工作应当引起足够的重视；同时，作为从事热处理的人员，还必须了解热处理基本知识，熟练掌握其操作工艺，不断提高技术水平。

## 二、热处理的概念

所谓热处理，就是对固体状态下的金属或合金，通过加热、保温和冷却，来改变它们的内部组织结构，从而改善其性能的工艺操作。简言之，即对钢或合金进行加热和冷却的工艺。

为什么钢经过热处理后能改变其性能呢？让我们来做这样一个试验：取两块含碳量均为0.8%的高碳钢，放在加热炉内一起加热至800℃，经过一段保温，取其中一块钢于水中急冷（即淬火）；另一块却让它随炉冷至600℃后出炉空冷到室温（即退火）。分别测量它们的硬度，前者为HRC65，而后者为HRC15。由此可见，同一成分的钢，采用不同的热处理工艺就可以得到显著不同的性能。如果进一步把这两块钢材进行金相分析，还会发现两者的组织是不一样的，前者为马氏体，后者为珠光体。这就说明在成分一定的情况下，钢的性质决定于它的组织。所以热处理工艺就是创造一定的外因条件——温度、时间、气氛等，使钢的内部组织根据其固有规律，发生我们所需要的某种转化，改变其性能，来满足使用要求。

利用钢的上述特性，并对钢制工件进行热处理，可以达到下列目的：

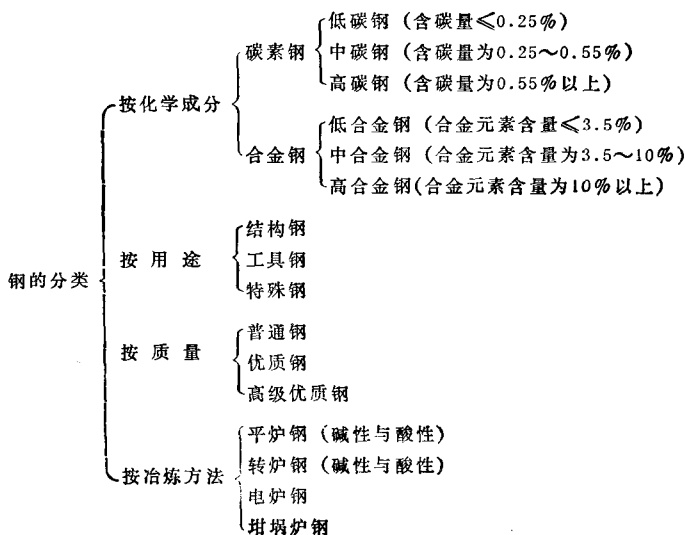
- 由于工件的形状和大小不同, 材料的化学成分各异, 因



此在热处理过程中，应施以不同的加热温度( $T$ )、加热速度( $v$ )、保温时间( $t$ )和冷却速度( $v'$ )。我们把最高加热温度、加热速度、保温时间和冷却速度叫做热处理的四个要素。其中温度和时间是热处理中经常起作用的基本因素，故可以用温度和时间坐标曲线来表示任何热处理过程，如图1-1所示。

### 三、铁碳平衡图及其应用

生产中使用的金属材料几乎都是合金。因为纯金属的性能有一定局限性，远远不能满足使用要求。例如纯铁的抗拉强度仅为18公斤/毫米<sup>2</sup>，而含碳量为0.15%的钢，其抗拉强度达40公斤/毫米<sup>2</sup>。因此，工业上广泛应用的并非纯铁而是钢。钢主要是铁和碳所组成的合金（其中含有少量的硅、锰、硫和磷）。常用的钢及其分类如下：



现在我们来讨论什么是铁碳平衡图，它与热处理有何关系。

所谓铁碳平衡图就是用来表示平衡条件下（加热或冷却都极其缓慢的情况下），不同成分的铁碳合金在不同温度下的组织状态的图解，如图1-2所示。图中纵坐标表示温度，横坐标表示含碳量。图的最左边是纯铁（含碳量为0）；右边是指含碳量相当于6.67%的铁碳合金。当铁碳合金中的含碳量超过6.67%时，便无使用价值。

铁碳平衡图所涉及的问题相当广泛，这里我们仅介绍其中各主要部分的物理意义。

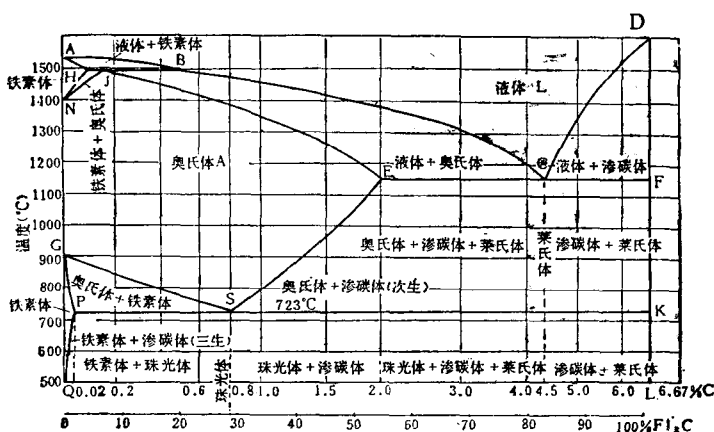


图 1-2 铁碳平衡图

在图1-2中，ABCD线叫做液态线，温度在这条线以上时，合金为液体状态。温度下降至此线时，合金开始结晶。AHJECF为固态线，温度在这条线以下时，合金为固体状态。这条线的温度为结晶终了温度。在液态线与固态线之间的三个区域（即AHJB、JECB和DCF）中，同时存在液体合金和

## 、结晶体。

根据含碳量的不同，可以把铁碳合金分为铸铁和钢。含碳量在2~6.67%的铁碳合金叫做铸铁，即图中E点以右的部分。含碳量低于2%的铁碳合金叫做钢。所以E点通常成为钢和铸铁的分界点。S点叫做共析点，它把钢分成三类即：在S点以左为亚共析钢（含碳量 $<0.8\%$ ）；在S点上为共析钢（含碳量 $=0.8\%$ ）；在S点以右为过共析钢（含碳量 $>0.8\%$ ）。从图中可以看出，在共析线PSK以下，它们的组织分别为：

亚共析钢：珠光体+铁素体；

共析钢：珠光体；

过共析钢：珠光体+渗碳体。

钢在加热或冷却过程中，其内部组织转变开始或终了的温度，称为临界温度或临界点。在铁碳平衡图中，存在着若干个临界点，我们只讨论与热处理有关的临界点以及各点的组织转变情况。为方便起见，常用下列符号来表示：

$A_1$ -PSK线：在图上是一条水平线，温度为 $723^{\circ}\text{C}$ 。它表示所有含碳量的钢，当其加热至 $723^{\circ}\text{C}$ 时，室温组织中的珠光体全都转变为奥氏体组织。同样，从高温冷却下来到达 $723^{\circ}\text{C}$ 时，奥氏体均转变为珠光体。

$A_3$ -GS线：它表示亚共析钢加热到 $A_3$ （ $910^{\circ}\text{C}$ ）时，室温组织中的铁素体全部溶解于奥氏体中。同样，从高温冷却下来到达 $A_3$ 时，奥氏体开始析出铁素体。

$A_{cm}$ -ES线：它表示过共析钢加热到 $A_{cm}$ （ $1130^{\circ}\text{C}$ ）时，室温组织中的渗碳体全部溶入奥氏体。同样，从高温冷却下来到达 $A_{cm}$ 时，从奥氏体中开始析出渗碳体。

由于钢在连续加热和冷却过程中，相变开始时实际上都

将发生滞后现象,故通常把钢在加热和冷却时的临界点,分别附以小写字母“c”和“r”,以示区别。加热时的临界点用 $Ac_1$ 、 $Ac_3$ 和 $Accm$ 表示;冷却时用 $Ar_1$ 、 $Ar_3$ 和 $Arcm$ 表示。这些临界点是钢在加热和冷却时组织结构发生转变的温度,因而对热处理工艺参数的正确选择至关重要。

从平衡图中我们可以了解下列主要内容:

(1) 它是合理选用钢铁材料成分的依据之一。由于含碳量的变化,钢的机械性能亦随之变化。也就是说,随着钢中含碳量的不断增加,钢的硬度、强度相应增高,而韧性、塑性却逐渐降低。因此,不同含碳量的钢材各有不同的用途,例如刀体一般采用低碳钢,而刀刃则采用中、高碳钢。

(2) 铁碳平衡图是热处理的基础,不同含碳量的钢在缓慢加热或冷却时能否发生相变,发生什么样的相变,都可以从平衡图上判断出来。同时,也是确定热处理加热温度的依据。

(3) 可以为碳钢和铸铁的熔炼及热加工工艺提出基本数据。此外,还能从中了解合金元素对钢的性能所产生的影响。

综上所述,铁碳平衡图是研究钢铁热处理的理论基础,它反映了钢铁材料的内部组织随含碳量多少与温度高低而变化的规律,人们可以利用这些规律来正确地指导生产实践。但应当指出:铁碳平衡图只适用于平衡状态,或接近平衡状态(极缓慢地加热或冷却)。并不能反映生产实际中的快速加热或冷却时的变化情况。同时,它是用极纯的铁和碳配成合金来测定的,而实际上钢铁材料中是含有其他元素的(如硅、锰、硫、磷等),故图上的临界点与实际材料略有偏差。因此,在应用平衡图时,必须注意其局限性。

## 四、钢在加热和冷却时的转变

为什么钢通过加热和冷却就能得到我们所期望的性能呢？这是因为钢在加热和冷却时，其内部组织与晶体结构发生了变化的缘故。那么，钢在加热和冷却时，其内部组织怎样变化，晶体结构有何不同呢？下面我们就来分析这个问题。

### （一）钢在加热时的转变

从铁碳平衡图可知，钢在加热到临界点  $Ac_1$  ( $723^{\circ}\text{C}$ ) 之前，其组织结构并不发生明显变化，只有当加热温度超过  $Ac_1$  时，共析钢（含碳量为0.8%）中的珠光体才能全部转变为奥氏体；而亚共析钢的室温组织通常是珠光体+铁素体，加热到稍高于  $Ac_1$  时，其中的珠光体首先转变成奥氏体，剩余的铁素体随着加热温度的继续升高而逐渐向奥氏体转变，直至加热温度超过  $Ac_3$  时，铁素体才最后消失，钢处于完全奥氏体状态（如图1-3所示）。然而，随着含碳量由0增加到0.8%时，其转变为奥氏体的终止温度逐渐降低，即由  $910^{\circ}\text{C}$  降至  $723^{\circ}\text{C}$ ，也就是平衡图中的

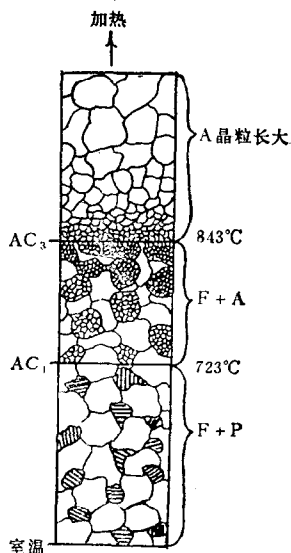


图 1-3 亚共析钢加热时的组织转变

GS线。过共析钢的组织是珠光体+渗碳体，当加热温度超过  $A_{c1}$  时，首先珠光体转变为奥氏体，随着温度的继续升高，渗碳体则逐渐溶解于奥氏体之中。随着含碳量由 0.8% 增加到 2% 时，其奥氏体转变终止温度由  $723^{\circ}\text{C}$  逐渐升高到  $1130^{\circ}\text{C}$ ，即平衡图中 ES 线。

由于钢的成分和加热条件的不同，可以得到大小不同的奥氏体晶粒。奥氏体晶粒共分 8 级，参见图 1~4。其中 1~3 为粗晶粒，4~6 为中等晶粒，7~8 为细晶粒。

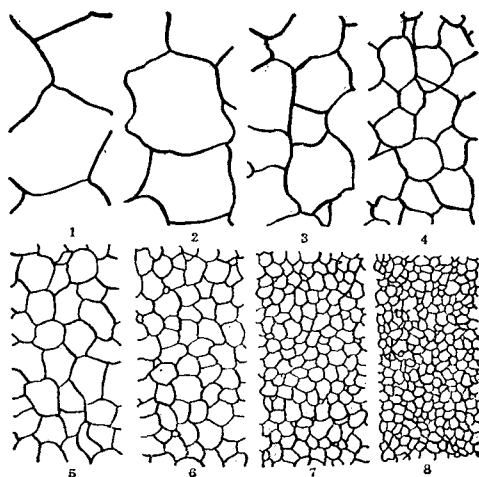


图 1-4 钢的标准晶粒度等级  $\times 100$

不同的钢种，在加热时奥氏体晶粒长大的倾向也不一样。表示奥氏体晶粒长大倾向的大小，称为本质晶粒度。在规定的加热条件（ $930^{\circ}\text{C}$ ，保温 3~8 小时）下，奥氏体晶粒长大倾向小，则称为本质细晶粒；与此相反，则称为本质粗晶粒。钢的本质晶粒的大小，将会影响热处理及锻造工艺。

奥氏体晶粒的大小对以后钢在冷却时的转变及热处理后钢的组织影响极大。细小的奥氏体晶粒使冷却后的组织转变产物也细化，因而在常温下具有良好的机械性能。因此，我们总希望获得本质细晶粒的钢。

## （二）钢在冷却时的转变

将钢加热到某一确定的温度，使它转变成奥氏体组织，这仅仅是热处理的第一步，而且不是最终目的，只有随后的冷却才是控制其组织与性能的关键步骤。然而，由于冷却速度的不同，又使得钢在性能上表现出很大的差异。下面我们分析其原因。

奥氏体在冷却时的转变有两种不同的方式即：

### 1. 奥氏体的等温分解

把钢加热到奥氏体状态并经保温后随即冷却，若冷却速度足够缓慢，在 $A_{r1}$ 温度以下时，奥氏体则转变为珠光体组织。但奥氏体也可以过冷到 $A_{r1}$ 以下的某一温度，并在保持温度不变的条件下进行转变——等温转变。倘若改变等温转变的温度，就能转变成不同的组织（见图 1-5）。这种转变就叫做过冷奥氏体等温分解。因为图上的曲线形状象英文字母 C，故又简称“C-曲线”图。

C-曲线图的纵坐标表示温度（℃），横坐标表示时间（秒，对数坐标）。曲线 I 和 II 为过冷奥氏体开始转变线和转变终止线。图中 $A_1$ 为下临界点温度； $M_s$ 为马氏体转变开始温度； $M_z$ 为马氏体转变终了温度。

奥氏体等温分解是以过冷度这个重要条件为前提而转化的。所谓过冷度，就是加热至奥氏体区域的钢，在冷却过程中，由奥氏体转变为其他组织（如珠光体、索氏体、屈氏体、