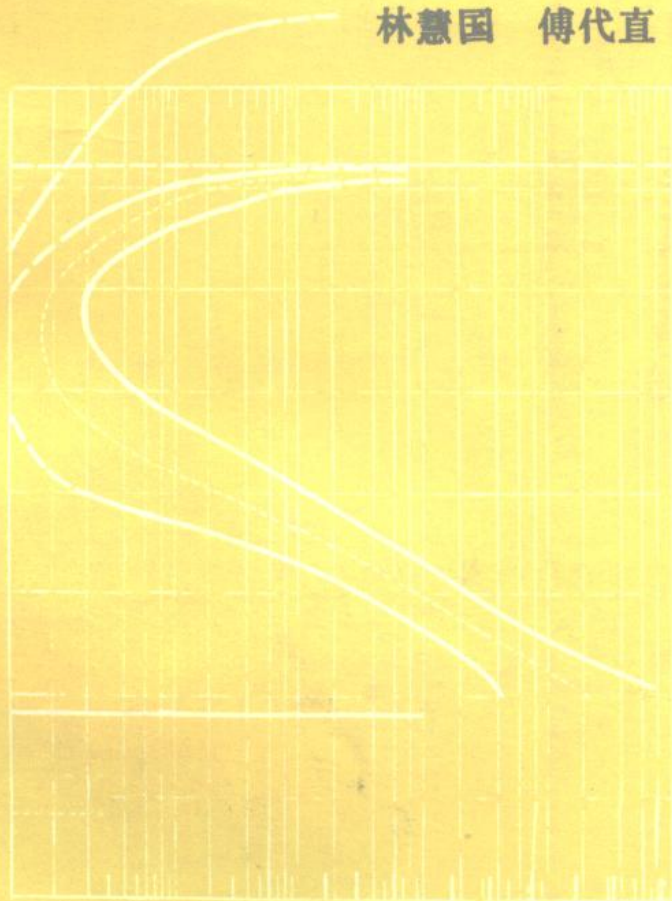


# 钢的奥氏体转变曲线

—原理、测试与应用—

林慧国 傅代直 编著



机械工业出版社



# 钢的奥氏体转变曲线

—原理、测试与应用—

林慧国 傅代直 编著



机械工业出版社

本书分四篇，第Ⅰ篇基础篇，系统地介绍了在加热与冷却时的奥氏体转变原理、转变曲线的类型、形式及其影响因素等。第Ⅱ篇测试篇，详细叙述了测绘等温转变曲线及连续冷却转变曲线的各种方法，特别是介绍了改革连续冷却转变曲线测试方法。第Ⅲ篇应用篇，较全面地介绍了转变曲线在实际生产中的各种应用方法。第Ⅳ篇图集篇，列有我国常用的各类钢种的TTT曲线、CCT曲线和改型CCT曲线以及TTA曲线等，可供参考。

读者对象：冶金、机械部门从事热处理及焊接等热加工工艺方面工作的科技人员、技术工人及大专院校的有关师生。

## 钢的奥氏体转变曲线

—原理、测试与应用—

林慧国 傅代直 编著

\*

责任编辑：丁文华

封面设计：王 伦

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印张31<sup>3</sup>/<sub>8</sub>·字数832千字

1988年2月北京第一版·1988年2月北京第一次印刷

印数 0,001-2,610·定价：9.20元

\*

ISBN 7-111-00101-X/TF·2

## 前 言

钢的生产、使用部门和热处理工作者，对于如何正确选择热处理工艺及掌握钢材热处理后的性能，一向是十分关心的。本书介绍的奥氏体转变曲线，包括钢在冷却和加热时的TTT曲线、CCT曲线和改型CCT曲线，以及TTA曲线，简明地用图表形式反映了在不同冷却和加热方式下奥氏体转变的规律，为正确制订钢的热处理工艺、分析热处理后的组织与硬度，以及合理选择钢材等提供科学的依据；同时对铸、轧、锻、挤压和焊接等热加工工艺也有重要的参考价值。

早在六十年代初，我们曾针对这种需要，并应机械工业出版社的约请，尝试编写了奥氏体等温转变曲线的初稿，并编集了曲线图，当时参加工作的还有姜祖赓、周人俊等同志。但在十年动乱中，原稿散失，未能出版。在当前四化建设蓬勃发展的形势下，为了适应生产与使用部门以及材料与热处理工作者的需要，并经各方面热心同志的催促，我们才决心重新开始编写，并增加了新内容，扩充了篇幅。

本书在内容上，力求将与奥氏体转变曲线有关的基础理论和实际的热处理工艺联系起来；力求使奥氏体转变规律与实际应用结合起来；力求深入浅出，便于掌握，便于应用，便于查阅；力求使本书反映出这些特色。

本书分为四篇，在统一编写计划下分头执笔，其中I篇除个别章节外均由林慧国编写，II篇和III篇由傅代直编写，IV篇系由傅代直和林慧国共同编辑和绘制而成。

在编写过程中，承蒙首都钢铁公司钢铁研究所曾家炳、张凤仙、刘天化、孙达庚、钱永润、李本源和邓泽英等很多同志提供参考资料，并对书稿提出有益的意见；冶金部钢铁研究总院合金

钢部陈钐、赵伯恭和有关同志对本书给予详细审阅，特此表示衷心的感谢。在编写过程中，曾参阅了许多图书资料，并引用了若干图表、公式和技术数据，除已在各章末列出主要参考文献外，难以一一列出，谨向有关作者致以谢意。

由于我们的专业水平有限，实际经验不足，在所编写的各篇章中，将会存在不少缺点或错误，殷切希望广大读者批评和指正。

作 者

# 目 录

## I 基 础 篇

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 第一章 钢中奥氏体转变导论.....              | (1)  |
| § 1 引言.....                     | (1)  |
| § 2 铁碳系相图与奥氏体相区.....            | (2)  |
| 2.1 铁碳系平衡相图 .....               | (2)  |
| 2.2 相图中的奥氏体单相区和有关的双相区 .....     | (3)  |
| 2.3 合金元素对铁碳系平衡相图及奥氏体相区的影响 ..... | (5)  |
| § 3 铁碳系合金与奥氏体转变.....            | (8)  |
| 3.1 铁碳系的结晶过程、稳定相与非稳定相 .....     | (8)  |
| 3.2 铁碳系的平衡状态与不平衡状态 .....        | (9)  |
| 3.3 铁碳合金的奥氏体转变 .....            | (12) |
| 主要参考文献.....                     | (17) |
| 第二章 钢的奥氏体转变曲线的类型.....           | (18) |
| § 1 等温转变曲线 .....                | (18) |
| 1.1 等温转变曲线的建立 .....             | (18) |
| 1.2 等温转变曲线的分析 .....             | (21) |
| 1.3 等温转变曲线图的基本类型 .....          | (25) |
| § 2 连续冷却转变曲线.....               | (28) |
| 2.1 连续冷却转变曲线的建立 .....           | (28) |
| 2.2 连续冷却转变曲线的分析 .....           | (30) |
| 2.3 连续冷却转变曲线数据的系统化分析 .....      | (36) |
| 2.4 连续冷却转变曲线与等温转变曲线的关系 .....    | (39) |
| § 3 奥氏体化曲线.....                 | (40) |
| 3.1 奥氏体化曲线的建立 .....             | (41) |
| 3.2 奥氏体化曲线的分析比较 .....           | (49) |
| 主要参考文献.....                     | (54) |
| 第三章 合金元素及各种因素对奥氏体转变的影响.....     | (57) |
| § 1 对钢中奥氏体形成的影响.....            | (57) |

|      |                             |       |
|------|-----------------------------|-------|
| 1.1  | 合金元素对奥氏体的形成及其均匀化的影响 .....   | (57)  |
| 1.2  | 各种因素对奥氏体形成速度的影响 .....       | (59)  |
| § 2  | 对钢中过冷奥氏体分解的影响 .....         | (62)  |
| 2.1  | 合金元素对珠光体形成的影响 .....         | (62)  |
| 2.2  | 合金元素对贝氏体形成的影响 .....         | (68)  |
| 2.3  | 碳和合金元素对马氏体转变点和组织形态的影响 ..... | (72)  |
| § 3  | 各种合金元素对奥氏体转变曲线的影响 .....     | (81)  |
| 3.1  | 碳的影响 .....                  | (82)  |
| 3.2  | 硅的影响 .....                  | (89)  |
| 3.3  | 锰的影响 .....                  | (92)  |
| 3.4  | 铬的影响 .....                  | (93)  |
| 3.5  | 镍的影响 .....                  | (100) |
| 3.6  | 钼的影响 .....                  | (105) |
| 3.7  | 钨的影响 .....                  | (108) |
| 3.8  | 钒的影响 .....                  | (112) |
| 3.9  | 钛的影响 .....                  | (114) |
| 3.10 | 铝的影响 .....                  | (114) |
| 3.11 | 钴的影响 .....                  | (115) |
| 3.12 | 铜的影响 .....                  | (116) |
| 3.13 | 硼的影响 .....                  | (116) |
| 3.14 | 砷的影响 .....                  | (120) |
| § 4  | 其他因素的影响 .....               | (122) |
| 4.1  | 偏析的影响 .....                 | (122) |
| 4.2  | 奥氏体受应力及形变的影响 .....          | (122) |
| 4.3  | 奥氏体化温度及保温时间的影响 .....        | (122) |
| 4.4  | 奥氏体晶粒度的影响 .....             | (124) |
| 4.5  | 加热方法的影响 .....               | (125) |
| 4.6  | 取样位置的影响 .....               | (127) |
| 4.7  | 原始组织的影响 .....               | (127) |
|      | 主要参考文献 .....                | (128) |
| 第四章  | 钢在加热时的转变 .....              | (129) |
| § 1  | 钢的奥氏体化 .....                | (129) |
| 1.1  | 共析碳钢的奥氏体化 .....             | (129) |

|     |                    |       |
|-----|--------------------|-------|
| 1.2 | 过共析碳钢的奥氏体化         | (131) |
| 1.3 | 亚共析碳钢的奥氏体化         | (131) |
| 1.4 | 纯铁的奥氏体化            | (135) |
| 1.5 | 合金钢中奥氏体化的特点        | (135) |
| § 2 | 等温与连续加热时奥氏体形成的特点   | (139) |
| 2.1 | 奥氏体等温形成的特点         | (139) |
| 2.2 | 连续加热和快速加热时奥氏体形成的特点 | (142) |
| § 3 | 奥氏体晶粒的变化           | (148) |
| 3.1 | 奥氏体晶粒度             | (148) |
| 3.2 | 晶粒长大机制简介           | (151) |
| 3.3 | 影响奥氏体晶粒度的因素        | (154) |
|     | 主要参考文献             | (157) |
|     | 第五章 钢在冷却时的转变       | (159) |
| § 1 | 珠光体转变              | (159) |
| 1.1 | 珠光体的组织形态           | (159) |
| 1.2 | 珠光体的形成及特点          | (163) |
| 1.3 | 珠光体的层间距离和晶体学位向关系   | (168) |
| 1.4 | 珠光体的力学性能           | (173) |
| § 2 | 马氏体转变              | (177) |
| 2.1 | 马氏体的组织形态           | (177) |
| 2.2 | 马氏体的形成及特点          | (183) |
| 2.3 | 马氏体转变的晶体学特征        | (189) |
| 2.4 | 马氏体的形成类型           | (191) |
| 2.5 | 马氏体的力学性能           | (195) |
| § 3 | 贝氏体转变              | (200) |
| 3.1 | 贝氏体的组织形态           | (201) |
| 3.2 | 贝氏体的形成及特点          | (206) |
| 3.3 | 贝氏体转变的晶体学特征        | (210) |
| 3.4 | 贝氏体的力学性能           | (212) |
| § 4 | 先共析相的析出和魏氏组织的形成    | (215) |
| 4.1 | 先共析相的析出            | (215) |
| 4.2 | 魏氏组织的形成            | (218) |



|              |       |
|--------------|-------|
| 主要参考文献 ..... | (221) |
|--------------|-------|

## II 测试篇

|                                                                   |       |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| 第一章 临界点 $Ac_1$ 、 $Ac_3$ 、 $Ac_{cm}$ 和相变点 $B_s$ 、 $M_s$ 等的测定 ..... | (225) |
| § 1 $Ac_1$ 、 $Ac_3$ 、 $Ac_{cm}$ 点的测定 .....                        | (227) |
| 1.1 算法 .....                                                      | (227) |
| 1.2 金相法 .....                                                     | (227) |
| 1.3 膨胀法 .....                                                     | (230) |
| § 2 $A_{f1}$ 、 $A_{p1}$ 的计算 .....                                 | (232) |
| § 3 $B_s$ 、 $B_f$ 及 $B_{s0}$ 最高温度的计算 .....                        | (233) |
| § 4 $M_s$ 点的测定 .....                                              | (233) |
| 4.1 算法 .....                                                      | (233) |
| 4.2 金相法 .....                                                     | (236) |
| 4.3 膨胀法 .....                                                     | (238) |
| 4.4 磁性法 .....                                                     | (239) |
| 4.5 末端淬火法 .....                                                   | (240) |
| 第二章 等温转变曲线图的测绘法 .....                                             | (242) |
| § 1 金相法 .....                                                     | (244) |
| § 2 硬度法 .....                                                     | (246) |
| § 3 膨胀法 .....                                                     | (248) |
| § 4 热磁仪法 .....                                                    | (253) |
| 第三章 连续冷却转变曲线图的测绘法 .....                                           | (256) |
| § 1 金相法 .....                                                     | (256) |
| § 2 膨胀法 .....                                                     | (258) |
| § 3 末端淬火法 .....                                                   | (270) |
| § 4 热分析法及微分热分析法 .....                                             | (272) |
| § 5 由S曲线算法 .....                                                  | (277) |
| § 6 由S曲线作图法 .....                                                 | (281) |
| § 7 磁性感应法 .....                                                   | (286) |
| 第四章 改型连续冷却转变曲线图的测绘 .....                                          | (292) |
| § 1 基本概念 .....                                                    | (292) |

|     |               |       |
|-----|---------------|-------|
| § 2 | 测绘条件 .....    | (293) |
| § 8 | 测绘方法 .....    | (314) |
| 3.1 | 膨胀法 .....     | (314) |
| 3.2 | 选置冷却曲线法 ..... | (317) |
| 3.3 | 冷却速度对应法 ..... | (317) |

### III 应 用 篇

|      |                        |       |
|------|------------------------|-------|
| 第一章  | 等温转变曲线图的应用 .....       | (321) |
| § 1  | 临界冷却速度的计算 .....        | (321) |
| § 2  | 合理选择淬火剂 .....          | (323) |
| § 3  | 估测淬透性 .....            | (324) |
| § 4  | 推断质量效应 .....           | (325) |
| § 5  | 估计产生不同组织量的临界直径 .....   | (327) |
| § 6  | 推测淬火转变产物 .....         | (331) |
| § 7  | 普通退火工艺的选择与制订 .....     | (332) |
| § 8  | 等温退火工艺的选择与制订 .....     | (334) |
| § 9  | 等温淬火工艺的选择与制订 .....     | (338) |
| § 10 | 分级淬火工艺的选择与制订 .....     | (341) |
| § 11 | 选择形变热处理的变形温度范围 .....   | (343) |
| § 12 | 制订消除白点的工艺 .....        | (346) |
| 第二章  | 连续冷却转变曲线图的应用 .....     | (350) |
| § 1  | 临界冷却速度与临界淬火直径的确定 ..... | (350) |
| § 2  | 选择淬火剂与热处理方法 .....      | (353) |
| § 3  | 求淬火后具有一定组织的钢棒直径 .....  | (356) |
| § 4  | 推知钢的组织 and 性能 .....    | (357) |
| § 5  | 推求钢的淬透性曲线 .....        | (365) |
| § 6  | 求U曲线 .....             | (369) |
| § 7  | 焊接方面的应用 .....          | (371) |
| 7.1  | 推测冷却时间, 判定钢的焊接性能 ..... | (373) |
| 7.2  | 选择确保安全的焊接工艺 .....      | (374) |
| § 8  | 选择代用钢种 .....           | (378) |
| 第三章  | 改型连续冷却转变曲线图的应用 .....   | (381) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| § 1 指示钢棒的冷却行为和不同直径钢棒的组织变化 .....   | (381) |
| § 2 确定形成各种组织的临界直径 .....           | (382) |
| § 3 质量效应、临界冷却速度和最佳力学性能的估计 .....   | (383) |
| § 4 显示化学成分与钢棒直径变化对组织转变的敏感度 .....  | (385) |
| § 5 求淬透性 .....                    | (385) |
| § 6 推知不同断面工件的临界冷却速度和组织转变的情况 ..... | (386) |
| 主要参考文献 .....                      | (394) |

## IV 图 集 篇

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第一章 钢的等温转变曲线图 .....         | (401) |
| § 1 结构钢 .....               | (401) |
| 1.1 碳素钢 .....               | (401) |
| 1.2 锰钢 .....                | (402) |
| 1.3 铬钢 .....                | (403) |
| 1.4 镍钢 .....                | (403) |
| 1.5 钼钢 .....                | (405) |
| 1.6 钨钢、钛钢、钒钢、铝钢、铜钢 .....    | (406) |
| 1.7 硅锰钢 .....               | (406) |
| 1.8 锰钼钢、锰钒钢 .....           | (407) |
| 1.9 铬硅钢、铬锰钢 .....           | (407) |
| 1.10 铬钼钢、铬钒钢、铬铝钢 .....      | (408) |
| 1.11 铬镍钢 .....              | (410) |
| 1.12 镍钼钢、硅钼钢、锰钼钢、锰镍钼钢 ..... | (413) |
| 1.13 铬锰硅钢、铬锰钼钢、铬锰镍钢 .....   | (414) |
| 1.14 铬锰钒钢、铬锰钛钢、铬硅钼钢 .....   | (415) |
| 1.15 铬镍钼钢 .....             | (416) |
| 1.16 铬镍钨钢、铬镍硅钢、铬镍钒钢 .....   | (419) |
| 1.17 铬钼钒钢、铬钼铝钢 .....        | (419) |
| 1.18 铬镍钼钒钢、铬镍钨钒钢 .....      | (420) |
| 1.19 铬钨钼钒钢、铬钼钨钒钢 .....      | (420) |
| 1.20 铬锰镍钼钢 .....            | (420) |
| 1.21 锰镍钼铜钢、锰硅钼钛钢 .....      | (421) |
| 1.22 铬锰硅镍钼钢、铬锰钼钨钒钢 .....    | (421) |

## X

|      |                          |       |
|------|--------------------------|-------|
| 1.23 | 硼钢 .....                 | (422) |
| 1.24 | 易切钢 .....                | (423) |
| § 2  | 弹簧钢 .....                | (423) |
| 2.1  | 碳素钢 .....                | (423) |
| 2.2  | 硅钢 .....                 | (423) |
| 2.3  | 硅锰钢、硅钼钢、铬钼钢 .....        | (424) |
| 2.4  | 铬锰钒钢 .....               | (424) |
| 2.5  | 铬锰硅钼钢、铬锰硅钒钢 .....        | (425) |
| § 3  | 轴承钢 .....                | (425) |
| § 4  | 工具钢 .....                | (426) |
| 4.1  | 碳素钢 .....                | (426) |
| 4.2  | 铬钢、钼钢 .....              | (427) |
| 4.3  | 钼镍钢、铬钨钢 .....            | (427) |
| 4.4  | 铬钨钒钢、铬钨硅钢 .....          | (427) |
| 4.5  | 铬锰钼钢、铬钼钒钢 .....          | (428) |
| 4.6  | 铬镍钛钢、铬镍钼钢、铬镍钨钢 .....     | (428) |
| 4.7  | 铬镍硅钼钢、铬镍钨硅钢、铬镍钼钒钢 .....  | (429) |
| 4.8  | 铬钼钨硅钢、铬钼钒硅钢、铬钼钨钒钢等 ..... | (429) |
| § 5  | 高碳工具钢 .....              | (430) |
| 5.1  | 铬钢、钨钢、钒钢 .....           | (430) |
| 5.2  | 锰钼钢、锰钒钢、铬钒钢、铬钨钢 .....    | (431) |
| 5.3  | 铬锰钼钢、铬锰钒钢、铬镍钛钢 .....     | (431) |
| 5.4  | 铬钨锰钢、铬钼钒钢 .....          | (432) |
| 5.5  | 铬钼钨钒钢、锰铬钨钒钢 .....        | (432) |
| § 6  | 高速钢 .....                | (433) |
| § 7  | 不锈钢、耐热钢 .....            | (435) |
| § 8  | 高锰钢 .....                | (436) |
| 第二章  | 钢的连续冷却转变曲线图 .....        | (759) |
| § 1  | 结构钢 .....                | (759) |
| 1.1  | 碳素钢 .....                | (759) |
| 1.2  | 锰钢 .....                 | (760) |
| 1.3  | 铬钢 .....                 | (760) |

|                         |                                          |       |
|-------------------------|------------------------------------------|-------|
| 1.4                     | 镍钢、钼钢.....                               | (761) |
| 1.5                     | 硅锰钢、锰钒钢.....                             | (761) |
| 1.6                     | 铬锰钢.....                                 | (761) |
| 1.7                     | 铬硅钢、铬钼钢、铬钒钢、铬钨钢.....                     | (762) |
| 1.8                     | 铬镍钢、锰镍钢、镍钨钢.....                         | (763) |
| 1.9                     | 锰镍钼钢、锰镍铜钢.....                           | (763) |
| 1.10                    | 铬锰硅钢、铬锰钼钢、铬锰钒钢 .....                     | (763) |
| 1.11                    | 铬镍钼钢、铬镍钨钢 .....                          | (764) |
| 1.12                    | 铬钼钒钢、铬钼铝钢 .....                          | (764) |
| 1.13                    | 铬镍钼钒钢、锰镍钼铜钢、铬钼钨钒钢 .....                  | (765) |
| 1.14                    | 铬锰钨钛钢、铬锰钼钛钢、锰镍钼铜钢、锰镍钒铜钢、<br>铬锰钼钨钒钢 ..... | (765) |
| § 2                     | 弹簧钢 .....                                | (766) |
| § 3                     | 工具钢 .....                                | (767) |
| 3.1                     | 碳素钢.....                                 | (767) |
| 3.2                     | 铬锰钼钢、铬镍钼钢、铬镍钨钢.....                      | (767) |
| 3.3                     | 铬钨钒钢、铬钨硅钢、铬钼钒钢.....                      | (768) |
| 3.4                     | 铬钼钒硅钢、铬钼钨钒钢.....                         | (768) |
| 3.5                     | 铬镍钼钒钢、铬钨硅钒钢.....                         | (768) |
| 3.6                     | 高碳工具钢.....                               | (769) |
| § 4                     | 轴承钢 .....                                | (769) |
| § 5                     | 不锈钢 .....                                | (770) |
| § 6                     | 高锰钢 .....                                | (770) |
| § 7                     | 低合金钢(快速高温加热) .....                       | (771) |
| 第三章 钢的改型连续冷却转变曲线图 ..... |                                          | (875) |
| § 1                     | 优质碳素结构钢 .....                            | (875) |
| § 2                     | 易切削钢 .....                               | (875) |
| § 3                     | 合金结构钢 .....                              | (875) |
| 3.1                     | 锰钢.....                                  | (875) |
| 3.2                     | 铬钢.....                                  | (875) |
| 3.3                     | 铬锰钢.....                                 | (875) |
| 3.4                     | 铬镍钢.....                                 | (875) |

|        |                |       |
|--------|----------------|-------|
| 3.5    | 铬钼钢.....       | (875) |
| 3.6    | 铬镍钼钢.....      | (875) |
| 3.7    | 铬钼铝钢.....      | (875) |
| § 4    | 弹簧钢和轴承钢 .....  | (876) |
| § 5    | 不锈钢和耐热钢 .....  | (876) |
| 第四章    | 钢的奥氏体化曲线图..... | (920) |
| § 1    | 优质碳素结构钢 .....  | (920) |
| § 2    | 合金结构钢 .....    | (920) |
| § 3    | 弹簧钢和轴承钢 .....  | (920) |
| § 4    | 工具钢 .....      | (921) |
| § 5    | 不锈钢 .....      | (921) |
| 主要参考文献 | .....          | (991) |

# I 基础篇

## 第一章 钢中奥氏体转变导论

### § 1 引言

钢是工业上应用最广的金属材料，为了改善钢的性能，可以根据合金化原理调整钢的化学成分，还可以进行热处理或者采用热处理与塑性变形相结合的方法。在现代工业中，后者则是用来提高钢材和工件性能很主要的方法之一。

从另一方面看，作为热处理的材料，应当具备两个基本条件：一是具有一定的固溶度；二是能够发生相变。工业用钢，完全具备了这两个基本条件，因此能够用热处理及强化手段来改善钢的性能。

钢中的固溶度，通常是指作为溶质的碳和其他元素在 $\alpha$ -Fe和 $\gamma$ -Fe中的溶解度。随着温度的变化，这种溶解度也要发生变化。

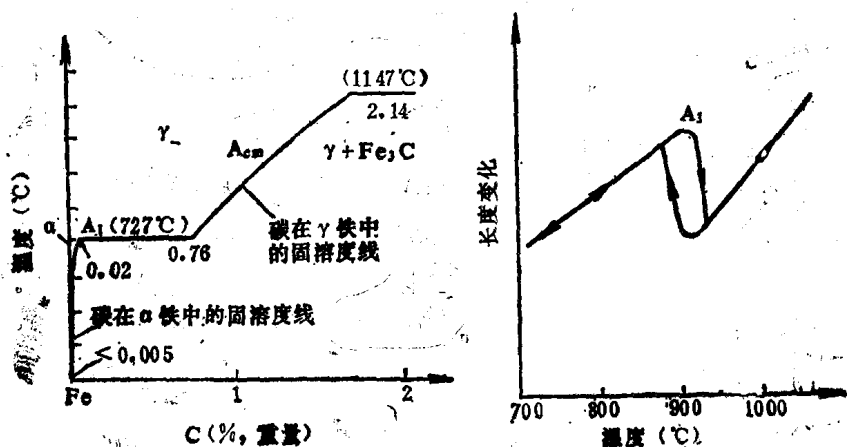


图 I-1-1 碳在 $\alpha$ 铁和 $\gamma$ 铁中的溶解度变化<sup>(1)</sup>

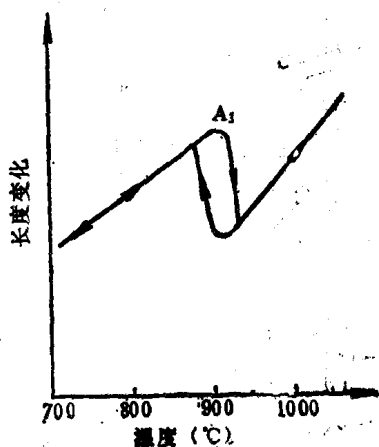


图 I-1-2 纯铁的膨胀曲线

图 I-1-1 所示是在不同温度时碳在  $\alpha\text{-Fe}$  和  $\gamma\text{-Fe}$  中的溶解度变化。

钢中的相变，是指随着温度等外部条件的改变，引起内部点阵结构变化的现象。当从某种点阵结构转变为另一种点阵结构时，钢的力学、物理、化学等性能几乎都将发生突变。图 I-1-2 所示为纯铁丝的长度随温度的变化而变化，而且在  $910^{\circ}\text{C}$  附近，其长度发生突变。这种突变现象，意味着有  $\alpha\text{-Fe} \rightleftharpoons \gamma\text{-Fe}$  同素异晶相变发生。在热处理过程中，可以利用和控制的相变主要是：钢加热时的奥氏体化和冷却时的奥氏体分解，以及马氏体分解。

总的来说，钢中的相变和固溶度的变化，是钢可进行强化的根据，而奥氏体转变则是其中一个重要条件。为了探讨钢的热处理与钢中奥氏体转变的关系，合理选用钢种并寻求最佳热处理工艺规范，首先要研究在金相学及热处理上具有重要地位的铁碳系平衡相图。

## § 2 铁碳系相图与奥氏体相区

### 2.1 铁碳系平衡相图

热力学上达到平衡状态的铁碳系相图，通常称之为铁碳系平衡相图。图 I-1-3 为铁碳系平衡相图的富铁部分，图中实线表示铁-渗碳体亚稳定系相图，虚线表示铁-石墨稳定系相图。由于铁和渗碳体的平衡相图对于钢的热处理来说更有实际意义，因此本章中所述的铁碳系平衡相图，均指铁-渗碳体系平衡相图的富铁部分。

铁碳系平衡相图是研究铁碳合金热处理的基础，它反映了在平衡状态下不同的铁碳合金的成分、温度与金相组织之间的关系，以及奥氏体相区和其他各相区的范围。在相图中出现的五个基本相列于表 I-1-1。相图中的特性点均采用固定的拉丁字母表示，各特性点的成分和温度数据，是随着被测材料的纯度提高和测试技术的进步而不断趋于精确，所以在不同文献上往往略有出入。



