

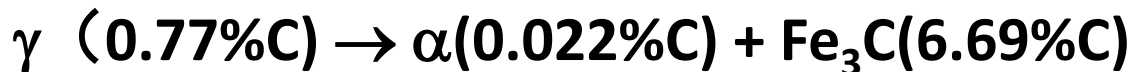


共析转变

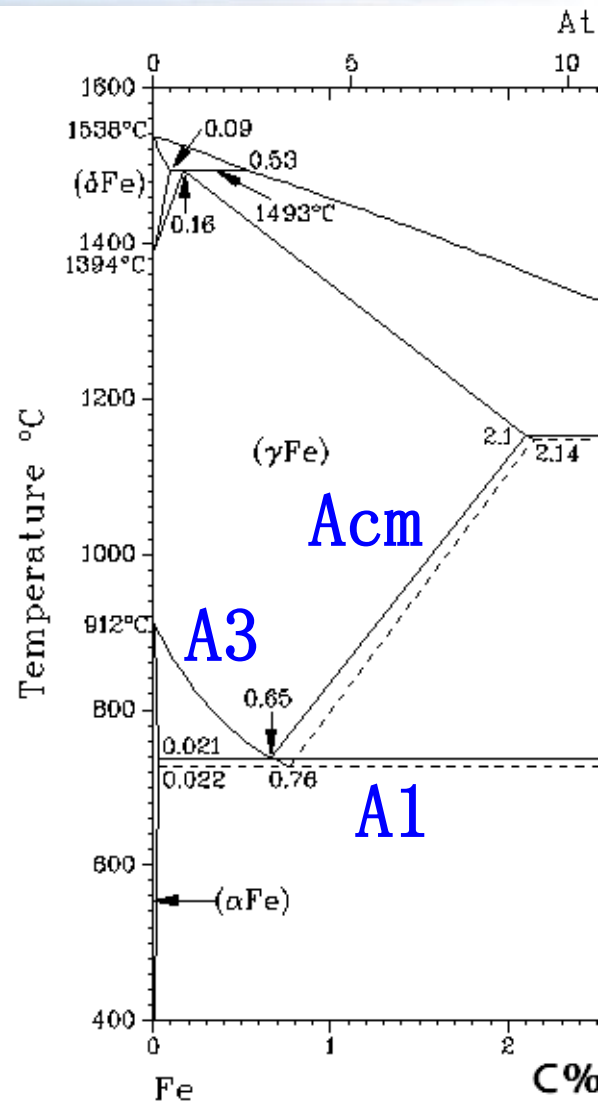
一、概述

共析转变是从固溶体母相中以相互协作的方式生长为结构、成分均不相同于母相的两个新固相。

Fe-C合金中，共析转变是奥氏体冷却到A1 (Ar1) 以下发生的相变：

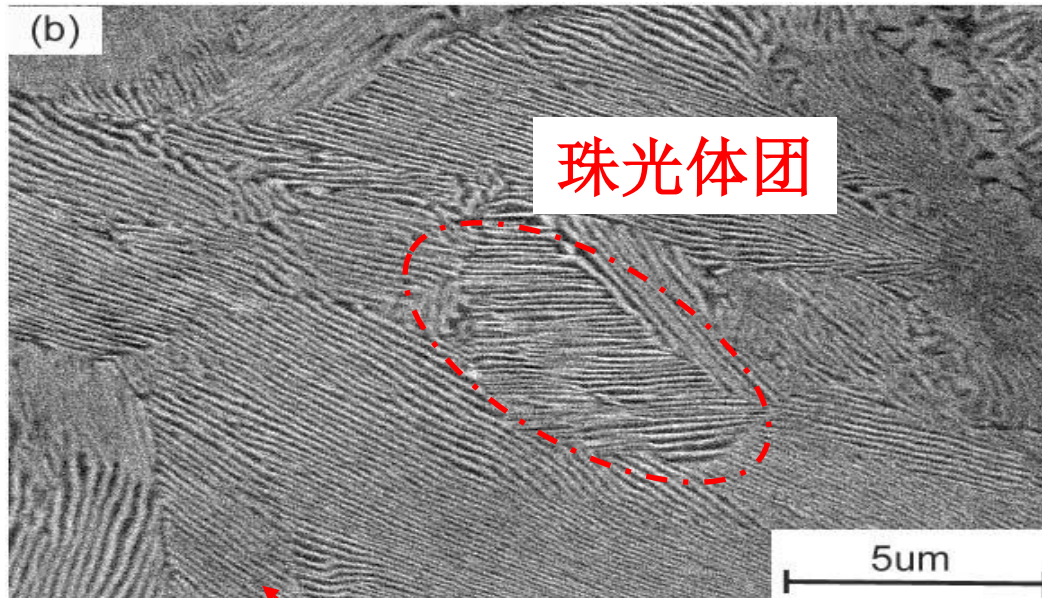


P为 α 和 Fe_3C 成交替分布的片层状组织，**P**转变包含两个过程：**C**的扩散和**晶体点阵重构**





珠光体 P



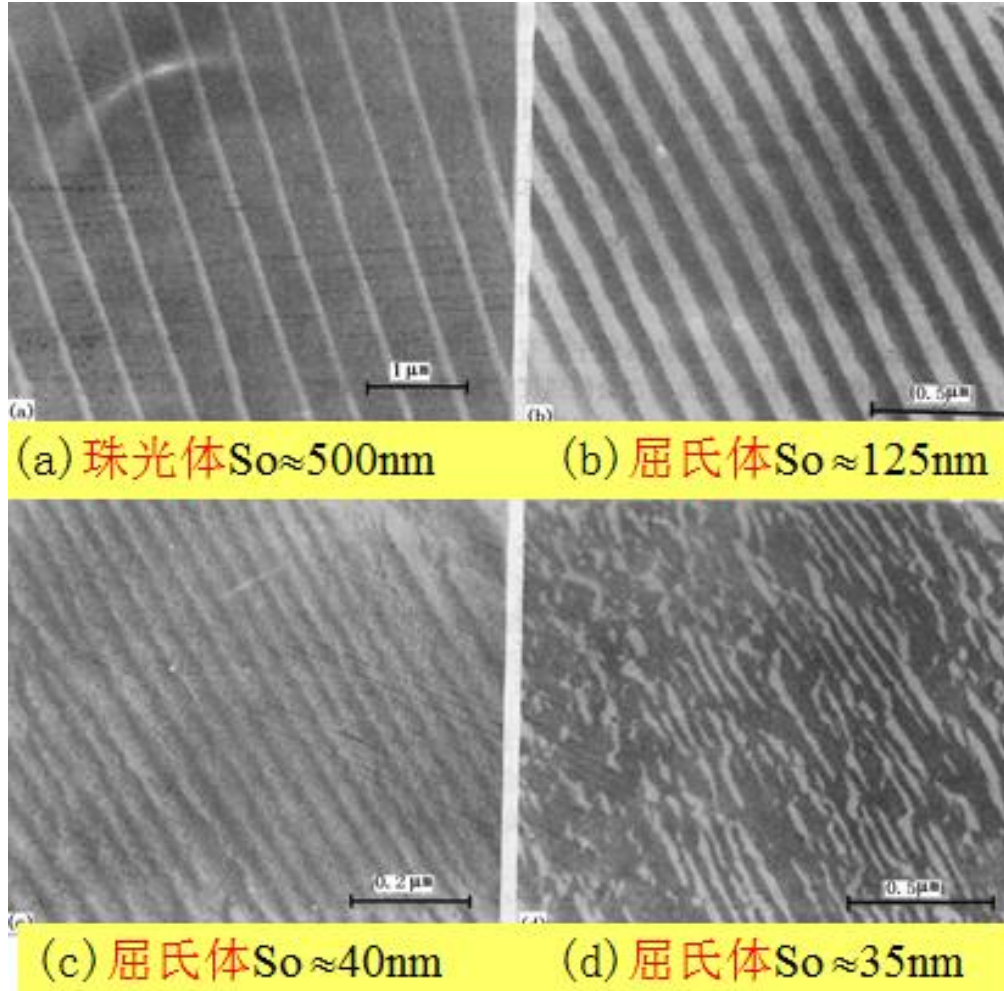
片间距

索氏体

650—600° C下
形成，片间距
400—200nm

屈氏体

600—500° C下形
成，片间距
<200nm



二、共析转变的热力学分析

共析转变的驱动力仍是自由焓差。

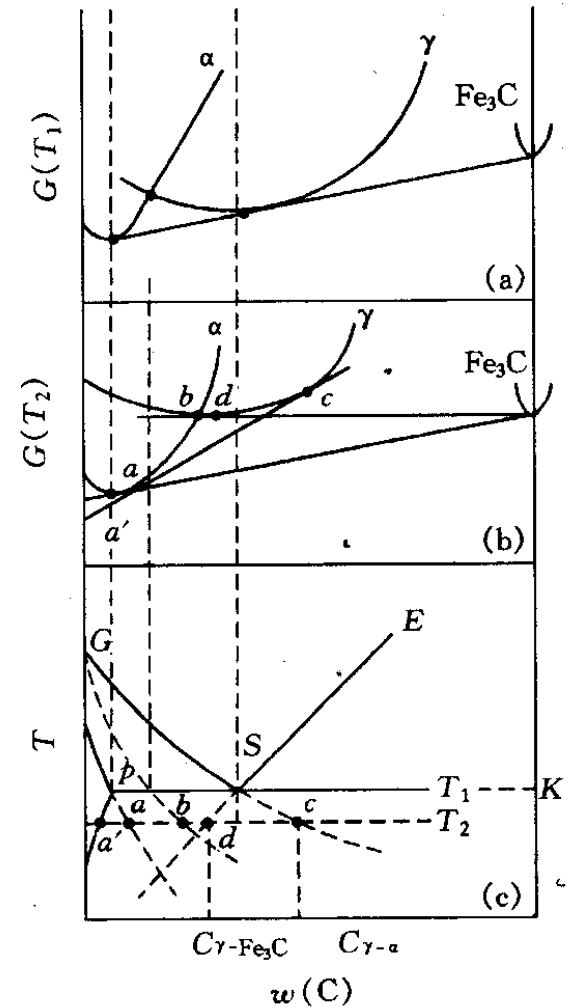


图 8-43 铁碳合金中 α 、 γ 及 Fe_3C 相在 T_1 、 T_2 温度的自由焓—成分曲线



三、珠光体的形成

1. 形核

几乎都是晶界形核，非均匀形核

晶界处常富碳， Fe_3C 优先形核，消耗C，贫C区又促进 α 形核，由此构成P核心。

在一个典型的珠光体团中，铁素体和渗碳体可以看成是两个互相穿插的单晶体，这两个相与所在的原奥氏体晶粒都没有一定的晶体学取向关系。但是在一个珠光体团中，铁素体与渗碳体之间总是有一个确定的晶体学取向关系。



2. 长大

与铁素体相接的奥氏体碳浓度 $C_{\gamma-\alpha}$ (与C点对应)较高, 与 Fe_3C 相接的奥氏体碳浓度 $C_{\gamma-\text{Fe}_3\text{C}}$ (与d点对应)较低。

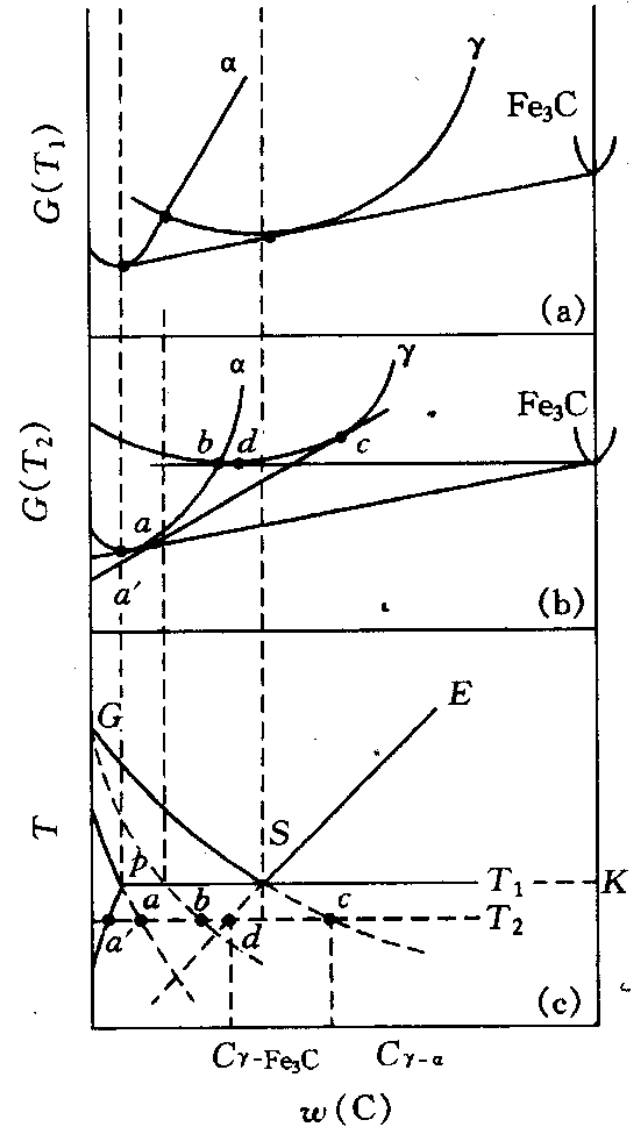


图 8-43 铁碳合金中 α 、 γ 及 Fe_3C 相在 T_1 、 T_2 温度的自由焓—成分曲线



三、共析转变动力学

1. 形核率 I 和长大速率 u

共析转变的形核率 I 及长大速率 u 均随过冷度的增大先增后减。

当扩散因素起主导作用时， I 、 u 均将随过冷度的增大而减少；在曲线上出现极大值。

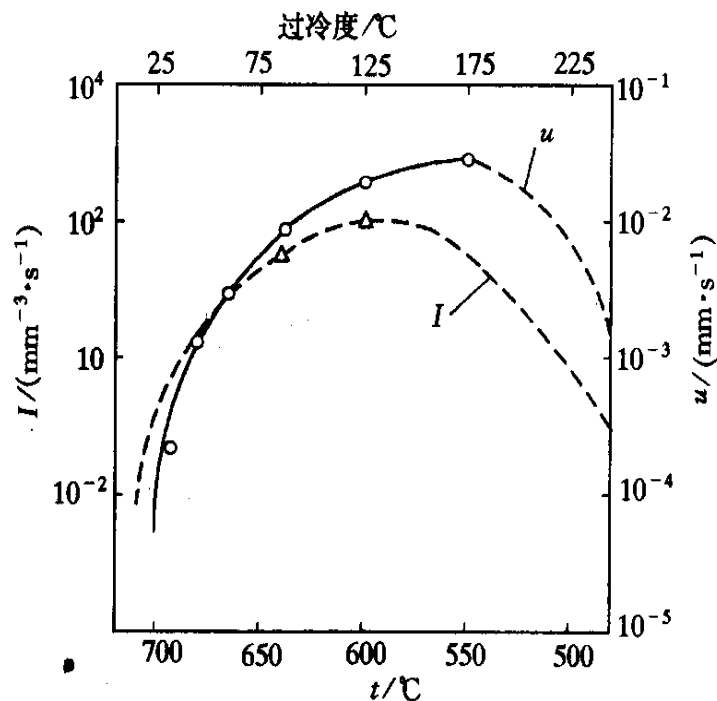


图 8-45 共析碳素钢珠光体转变的形核率 I 及线长大速度 u 与过冷度的关系



珠光体的形核率不仅与转变温度有关，而且还与在该温度上停留的时间有关。

等温时间对珠光体的长大速度无明显影响。

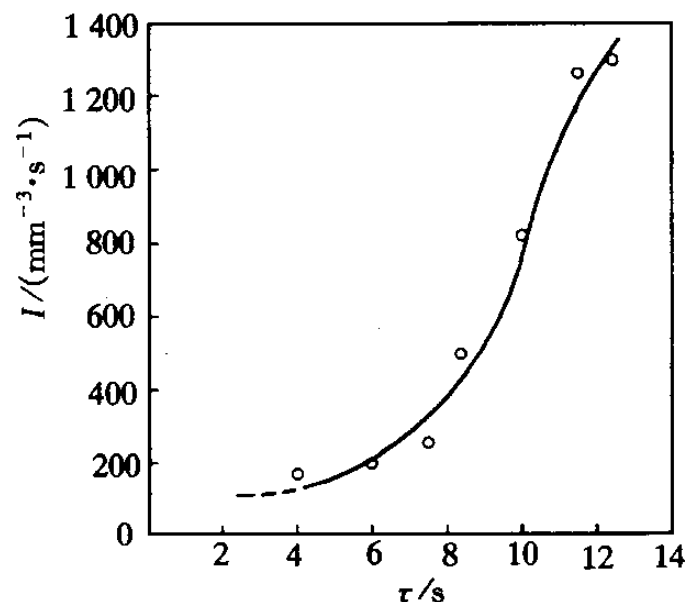


图 8-46 共析碳素钢在 680 °C 时珠光体转变形核率 I 与等温时间的关系



2. 共析转变动力学图

- 转变开始之前有一个**孕育期**；
- 温度一定时，转变速度随时间延长有一**极大值**；
- 随转变温度的降低，珠光体转变的**孕育期有一极小值**，在此温度下，转变最快；
- **合金元素的影响很显著。**

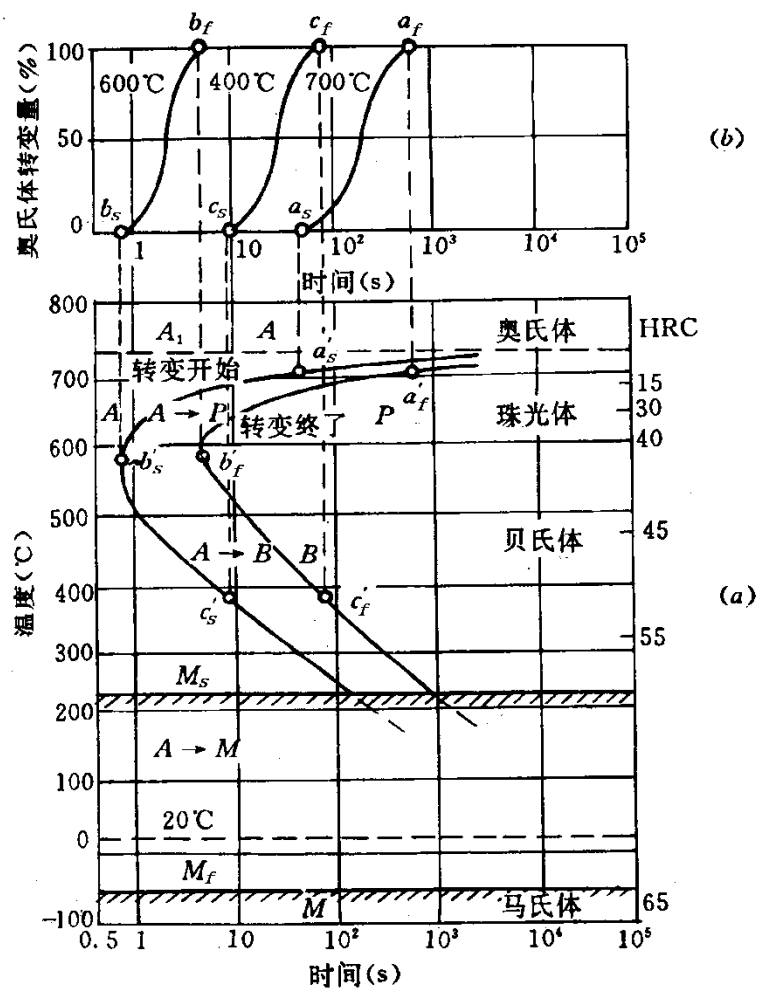


图3-1 共析碳钢的IT图(a)及等温转变动力学曲线(b)



四、先共析转变和伪共析转变

Hultgren外推法认为相图上各条相界(即相区交界线)的延长线仍具有物理意义。例如GS线的延长线**SG'**仍可看作是奥氏体对铁素体的饱和线, ES线的延长线**SE'**仍可看作是奥氏体对渗碳体的饱和线。

◆ 先共析转变

亚共析钢或过共析钢分别降温到 Ar_3 和 Ar_{cm} 以下温度时发生先共析相的析出。

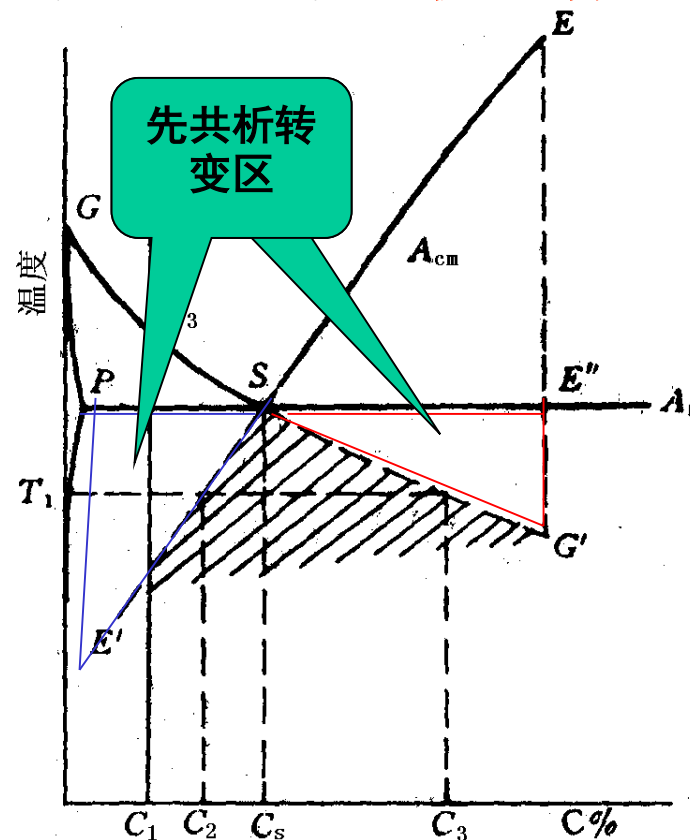


图3-28 先共析相析出的温度和成分范围



先共析相一般沿奥氏体晶界形核，长大后成等轴。在一定条件下呈针状或网状，如钢中**魏氏组织**的铁素体或渗碳体。

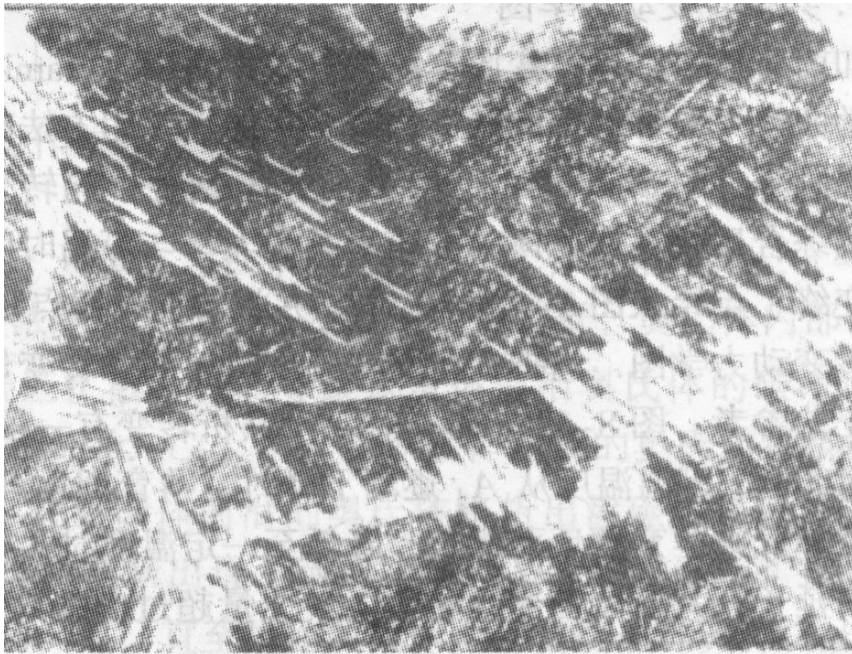


图 8-49 亚共析钢中的魏氏组织
× 500

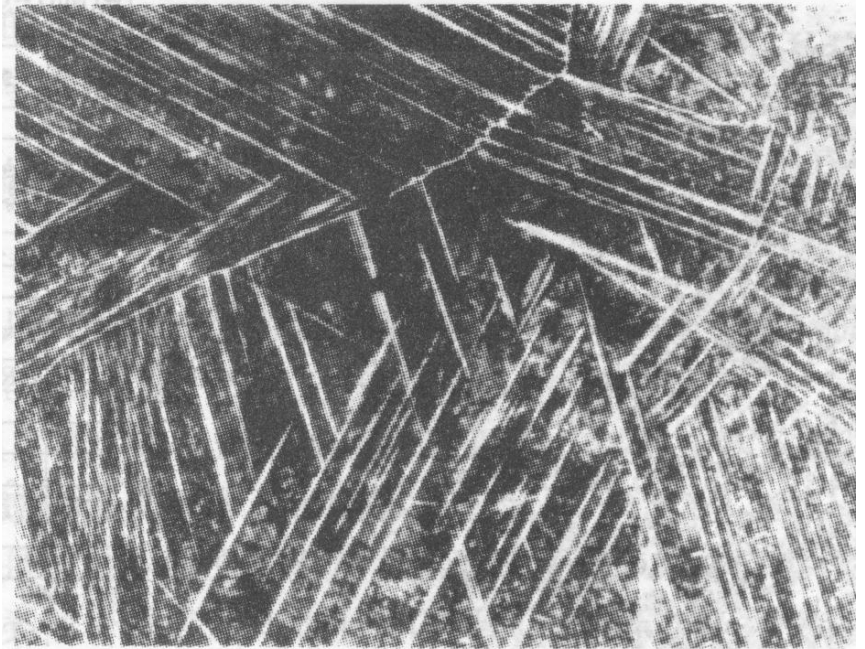


图 8-50 过共析钢中的魏氏组织
× 500

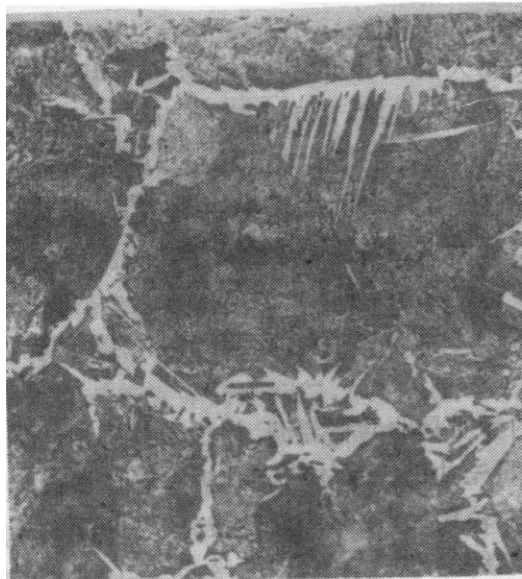
不同形态先共析相的显微组织



(a) 网状铁素体



(b) 网状渗碳体



(c) 片状铁素体



(d) 片状渗碳体

图3-32 先共析相的几种形态, 1000X



◆ 伪共析转变

如果将奥氏体快冷到SE'线和SG'线以下的影线区时，则会因同时对铁素体欠饱和和对渗碳体过饱和而直接进行珠光体转变。

这种非共析成分的奥氏体不经过先共析转变而直接进行珠光体转变得到的珠光体，又称为伪共析体。

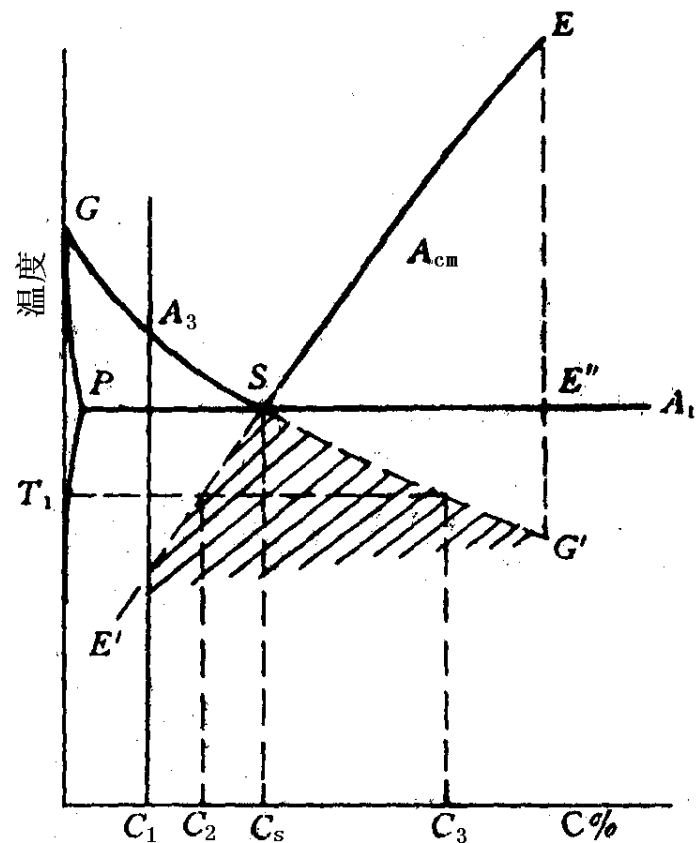


图3-28 先共析相析出的温度和成分范围



五、珠光体的组织特点及力学性能

根据渗碳体的形状，钢中珠光体分为两种：一种是片状珠光体，由铁素体和渗碳体片层相间排列而成的；另一种是粒状珠光体(其中渗碳体呈颗粒状均匀分布在铁素体基体上)。

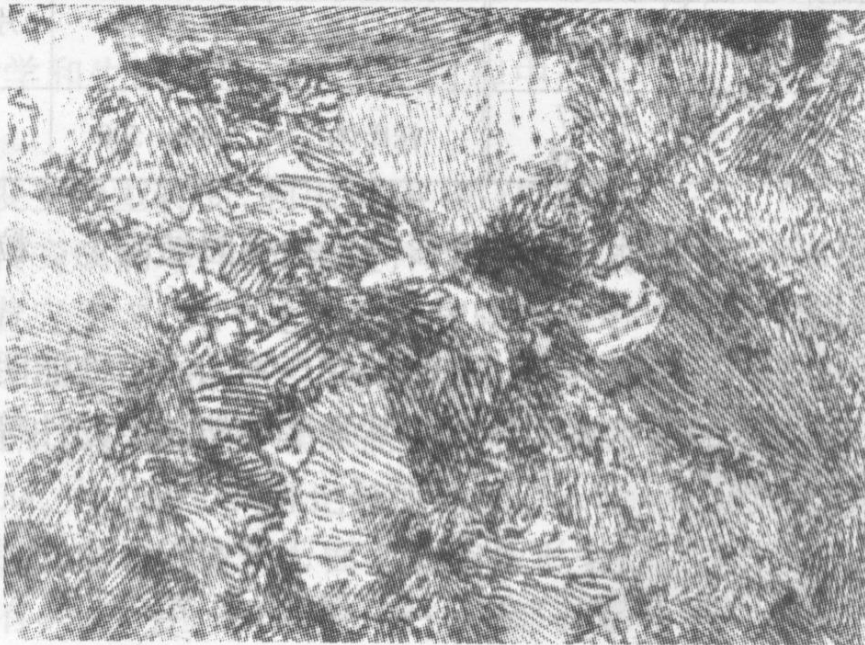


图 8-51 片状珠光体

× 500

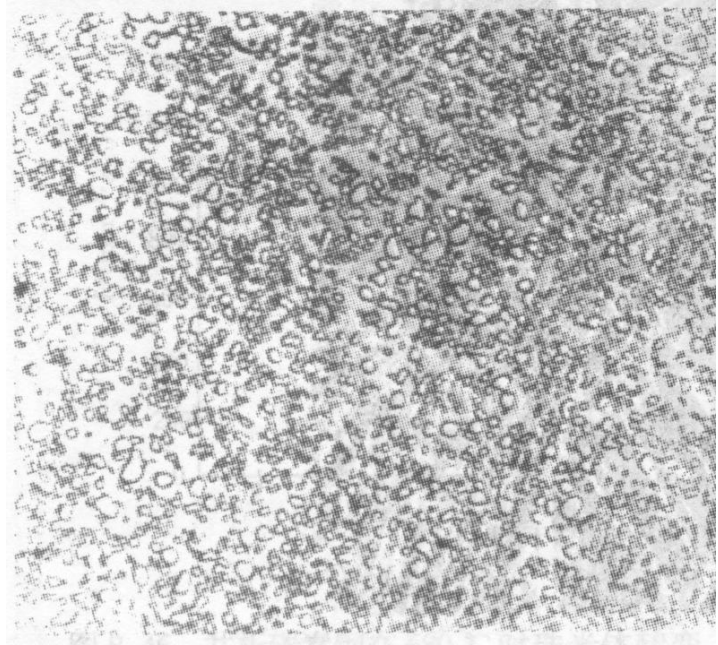


图 8-52 粒状珠光体

× 500



表 8-4 共析碳素钢的珠光体转变产物

组织类型	形成温度/ ℃	片层间距 $S_0/\mu\text{m}$	硬度 HRC
珠光体	$A_1 \sim 650$	>0.4	5~27
索氏体	650~600	0.4~0.2	27~38
托氏体	600~500	<0.2	38~43

转变温度越低，珠光体的片层间距越小，硬度越高。

渗碳体的强化作用不仅仅是依靠本身的高硬度，同时还依靠铁素体与渗碳体的相界面增大位错运动的阻力，这就使得细片状珠光体(索氏体、托氏体)不但强度、硬度高，而且塑性、韧性也较好。

渗碳体的形状对于珠光体的力学性能也有重要影响，在相同硬度下，粒状珠光体比片状珠光体的综合力学性能优越得多。

先共析相沿原奥氏体晶界呈网状分布，会使转变产物的力学性能明显下降。

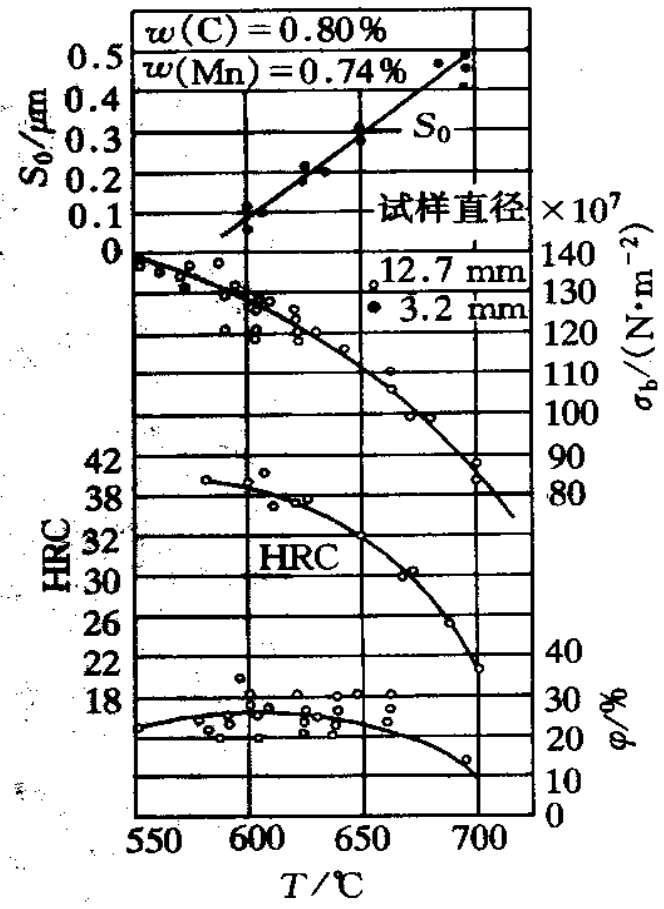


图 8-53 共析碳素钢珠光体的力学性能与片层间距和转变温度的关系