

金属材料学

Metal Material and Heat Treatment

主讲教师：曾燕屏

§ 2-2 钢的过冷奥氏体转变图

冷至临界温度以下的奥氏体处于热力学不稳定状态，称为过冷奥氏体。

一、过冷奥氏体等温转变图

将奥氏体迅速冷至临界温度以下的一定温度，并在此温度下进行等温，在等温过程中所发生的相变称为过冷奥氏体等温转变。

1. 过冷奥氏体等温转变图的建立

- 测定过冷奥氏体等温转变图的方法有金相-硬度法、膨胀法、磁性法、热分析法等。
- 将若干共析碳钢小试样加热到奥氏体状态，保温一定时间；
- 然后将试样迅速冷却到 A_{r1} 点以下不同温度，例如 700°C 、 650°C 、 600°C 等等；

- 在各温度下等温，每经过一定时间取出一个试样立即放入盐水中冷却；
- 用金相-硬度法确定在给定温度下经一定时间等温后转变产物的类型和转变百分数；
- 将结果绘制成曲线，即为过冷奥氏体等温转变动力学曲线，简称TTT(Time Temperature Transformation)曲线或C曲线。



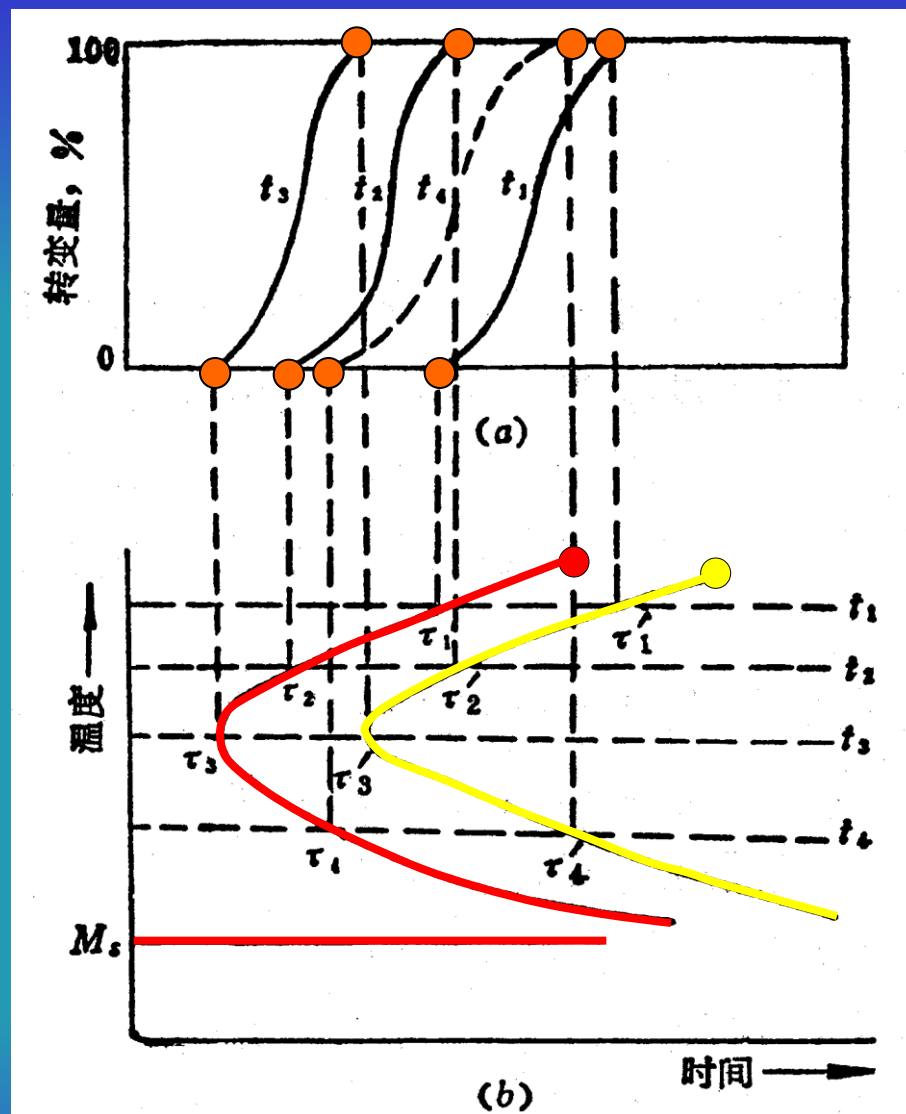


图2-9 过冷奥氏体等温转变图作法示意图

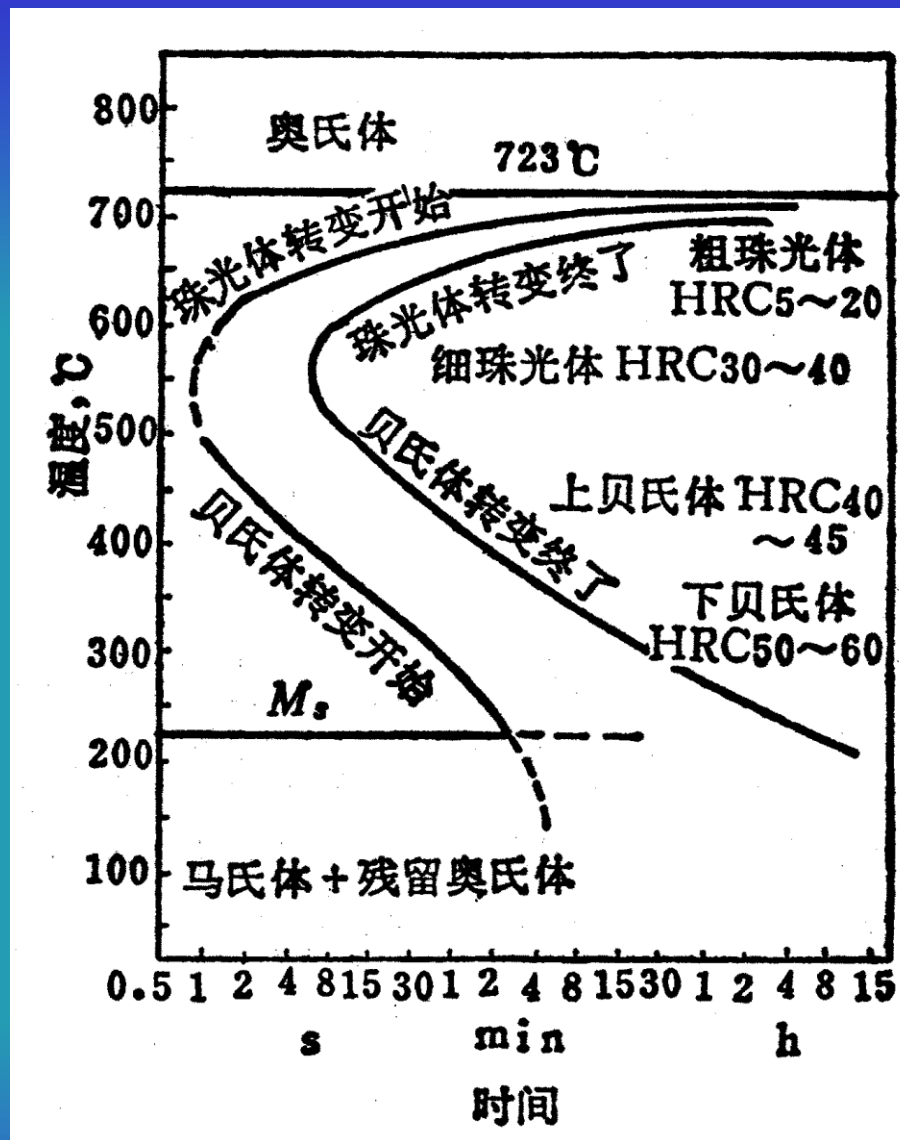


图2-10 共析碳钢(0.8%C, 0.76%Mn)的C曲线

由图2-9和2-10可以看出：

(1) 将奥氏体冷至临界温度以下，它并不马上分解，必须等温一段时间后，它才开始分解，这段时间称为孕育期。

(2) 奥氏体分解开始后，其分解速度逐渐加快，在转变量约为50%时分解速度达到最大，然后又逐渐减慢。

(3) 随着等温温度从临界温度逐渐降低，过冷奥氏体分解的孕育期逐渐缩短，转变速度加快；温度降至某一温度时，孕育期最短，转变速度最快，通常把此处称为C曲线的鼻部或拐点；温度再降低，孕育期反而增长，转变速度也随之减慢。

(4) 对于碳钢，在其C曲线鼻部以上为过冷奥氏体高温转变区，生成珠光体；在鼻部以下至 M_s 点之间为中温转变区，生成贝氏体；在 M_s 点以下为低温转变区，生成马氏体。

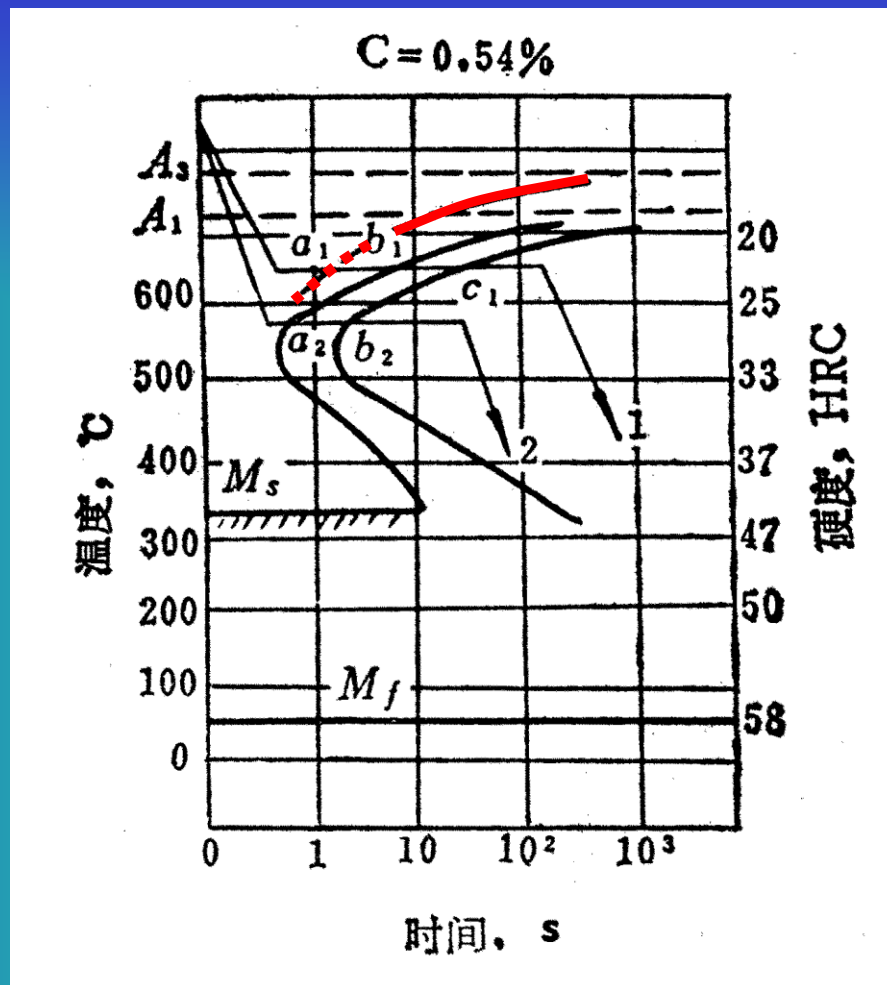


图2-11 亚共析钢(0.54%C)
过冷奥氏体等温转变图

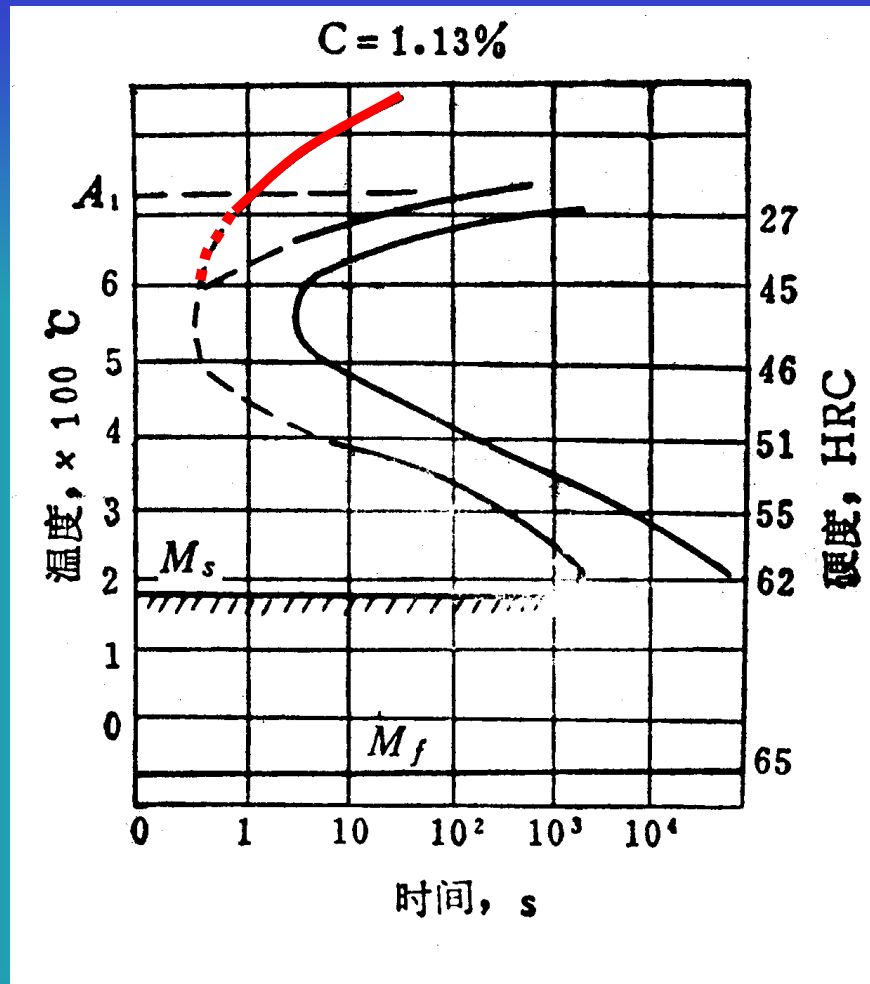


图2-12 过共析钢(1.13%C)
过冷奥氏体等温转变图

2. 影响奥氏体等温转变图的因素

(1) 加热条件的影响

(2) 含碳量的影响

(3) 合金元素的影响

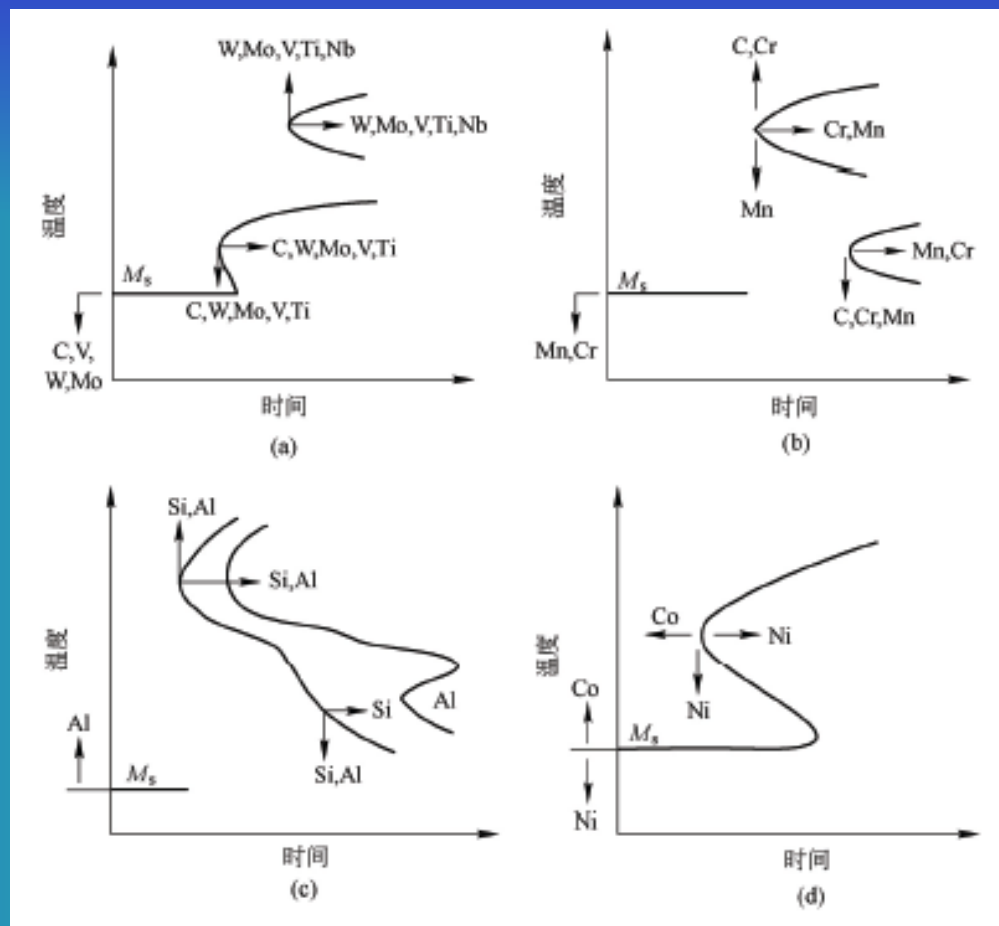


图2-13 合金元素对过冷奥氏体等温转变图位置及形状的影响

二、过冷奥氏体连续冷却转变图

1. 过冷奥氏体连续冷却转变图的建立

- 将若干共析碳钢小试样在规定的温度奥氏体化后，以不同的速度连续冷却。
- 在冷却中途的不同时期(即不同温度)分别取出一组试样用盐水急冷，以终止其中的分解转变过程。

- 然后观察金相组织并测定硬度，以确定在各种冷速下连续冷却时的转变开始点和终了点。
- 将这些点画在温度-时间坐标系中，并将转变开始点与终了点各自分别连在一起，绘成连续冷却转变图，简称CCT(Continuous Cooling Transformation)曲线。

2. 过冷奥氏体连续冷却转变图的分析

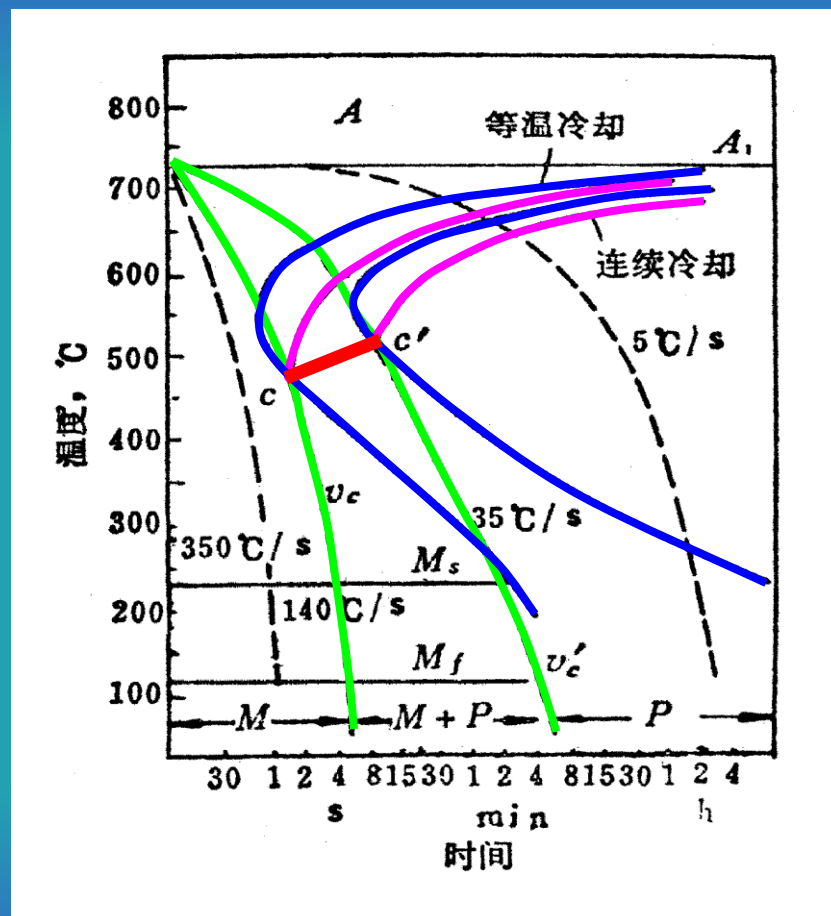


图2-14 共析碳钢连续冷却转变图

- 图中CC'线为转变中止线；
- v_c 是使全部过冷奥氏体都不发生分解，而被过冷到 M_s 点以下发生马氏体转变的最小冷却速度，称为上临界冷却速度，通常也叫临界冷却速度或临界淬火速度；
- v_c' 是过冷奥氏体全部转变为珠光体的最大冷速，称为下临界冷却速度。

3. 亚(或过)共析碳钢的连续冷却转变曲线

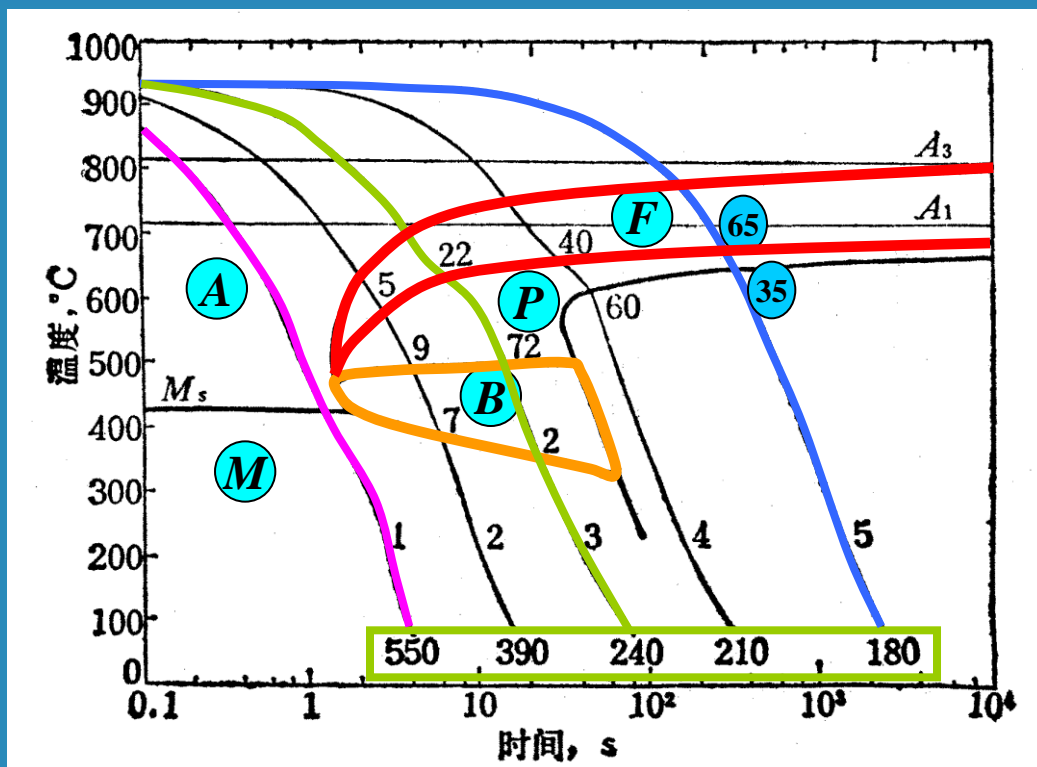


图2-15 0.30%C钢连续冷却转变曲线
奥氏体化温度：930℃；时间：30min

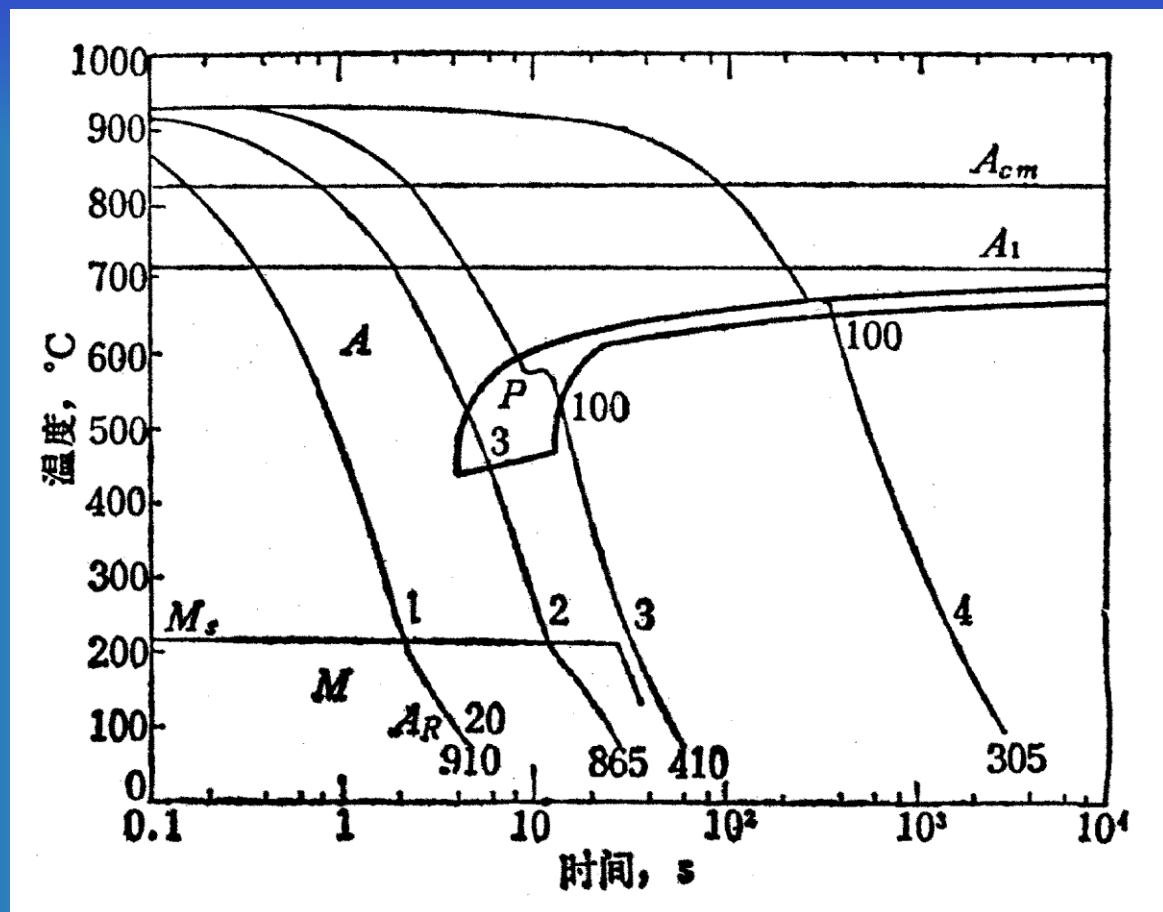


图2-16 0.90%C钢连续冷却转变曲线
奥氏体化温度：930℃；时间：30min

思考题

1. 解释下列材料专业术语：过冷奥氏体。
2. 过冷奥氏体等温转变曲线(TTT曲线)与连续冷却转变曲线(CCT曲线)有何异同？各有何用途？
3. 试述影响过冷奥氏体等温转变动力学曲线的因素。