

钢的等温转变曲线图的测定方法 (磁性法)

UDC 669.017 : 536

.55 : 531.793

GB 5058—85

Steel—Determination of isothermal transformation diagram—Magnetic method

本标准适用于测定钢的等温转变曲线图，也可供测定铸铁的等温转变曲线图参考。本标准以磁性法为主，以金相法为辅。

1 基本原理

钢在奥氏体状态为顺磁性，而奥氏体冷却的转变产物，在 α 相磁性转变点 A_2 以下温度时，铁素体、珠光体、贝氏体以及马氏体等均为铁磁性。当钢加热到奥氏体化温度保温后，急冷至相变点以下某一温度等温，奥氏体经过一段孕育期开始转变，同时也引起试样由顺磁性向铁磁性的变化。随着等温时间的延长，其转变量亦逐渐增多，直至转变终止。在磁场中，测定不同等温温度下试样的磁性变化，即可得出一系列的转变量与时间的关系曲线，根据这个原理来测定等温转变曲线图。以等温温度为纵坐标，时间对数为横坐标，将所有的转变开始点和转变的等量点分别连成曲线，并标明转变的组织 and 最终硬度值以及 M_s 点等，即为钢的等温转变曲线图，简称 TTT (Time temperature transformation) 图。

2 试样要求

2.1 试样成分

所测磁性和金相试样应是同一炉号，并附有实际化学成分。

2.2 原始状态

一般选用退火、正火、调质及热轧状态的试样。组织应均匀，无显著的带状组织。

2.3 试样尺寸

根据不同类型的仪器而定。对于强磁场热磁仪，试样尺寸、公差和光洁度符合图 1 和图 2。

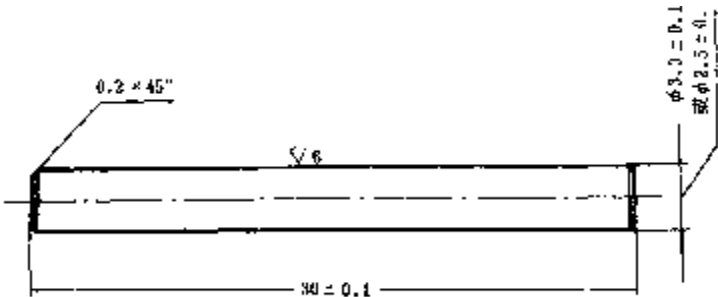


图 1 磁性试样尺寸 (比例 1 : 4)

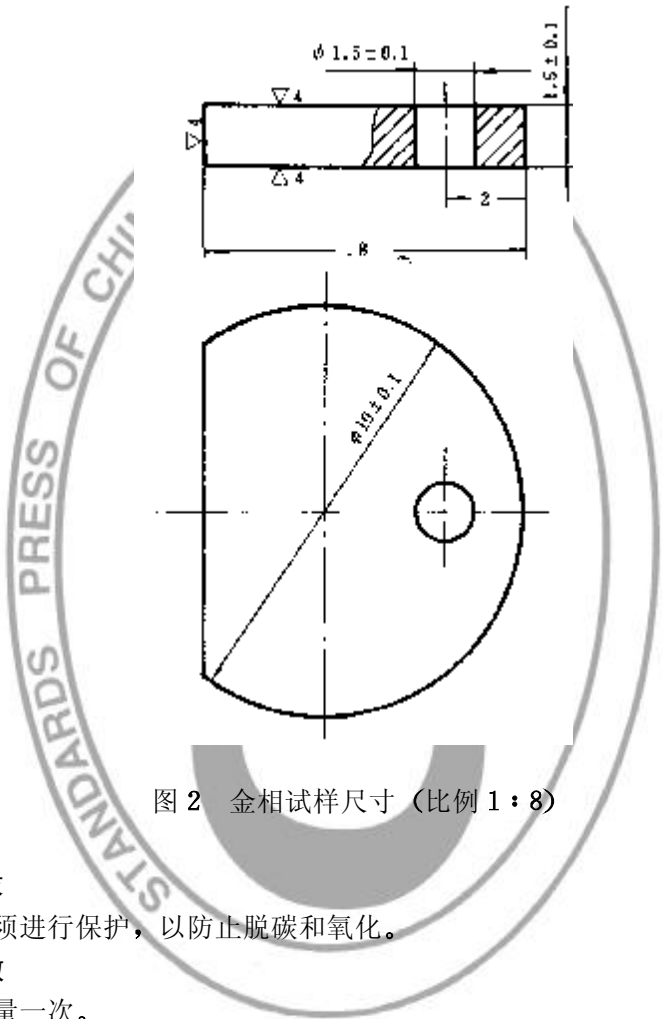


图 2 金相试样尺寸 (比例 1 : 8)

2.4 试样表面要求

磁性试样表面必须进行保护，以防止脱碳和氧化。

2.5 试样使用次数

每个试样只能测量一次。

3 试验仪器

热磁仪、金相显微镜、维氏硬度计和膨胀仪等。

4 试验条件和步骤

4.1 试验条件

4.1.1 选定奥氏体化温度

4.1.1.1 亚共析钢一般在 A_{c3} 以上 30~50℃。

4.1.1.2 共析钢、过共析钢一般在 A_{c1} 以上（或根据实际需要而定）。

4.1.2 选定奥氏体化保温时间

从试样达到奥氏体化温度后，保温 10~20min。对合金元素含量较高的钢种，可适当延长保温时间。

4.1.3 试验温度间隔

试验点的温度间隔一般为 25℃，关键部位的温度间隔应适当缩小。

4.1.4 炉温波动范围

奥氏体化炉的炉温波动应小于 $\pm 5^\circ\text{C}$ ，等温炉的炉温波动应小于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

4.1.5 选用介质

加热和等温介质应保证试样不脱碳、不氧化。

4.1.6 热电偶

使用校准后的热电偶测温。热电偶的热接点应接近试样，二者应保持在同一水平面上。

4.1.7 磁场强度

测定标样或待测试样时磁场强度应相同，磁场强度应大于 3500Oe（适用于强磁场热磁仪）。

4.2 试验步骤

4.2.1 测定临界点

按 GB 5056—85《钢的临界点测定方法（膨胀法）》规定进行测定。

4.2.2 磁性法测定

4.2.2.1 将标样或待测试样装在两个磁极轴线的中心位置上，标样与待测试样的尺寸应相同。

4.2.2.2 测定标样或待测试样时的起始角应相同，调整标样或待测试样的纵轴与磁力线方向成一 ψ 角（一般为 10° 左右）。

4.2.2.3 测定标样的饱和磁化强度（ $4\pi J$ ）和偏转格的关系曲线，对计算转变量（转格）进行校正。

4.2.2.4 将待测试样放入预定的等温炉中，保温 6~8 min 后，测出试样的磁转矩，用该磁转矩做为预定等温温度转变量的 100%。

4.2.2.5 将待测试样放入奥氏体化炉中进行保温后，将试样迅速地放入等温炉中进行等温转变，同时记录时间，直至转变终止。

4.2.3 金相法校验

当磁性法测定的曲线“鼻尖”或其他部位的开始转变时间难以确定时，可用金相法校验。

4.2.3.1 经等温转变处理后的金相试样，磨去脱碳层，然后抛光、腐蚀，在 500 倍显微镜下观察三个以上有代表性的视场，确定组织及转变量。

4.2.3.2 金相法校验时，开始转变的时间与磁性法测定开始转变的时间相差小于 10% 时，可用磁性法测定的开始转变时间。若大于 10% 时，可调试热磁仪的灵敏度。可用金相法测得的开始转变时间。

4.2.4 测定马氏体转变点

可用磁性法、膨胀法、金相法、热分析法等测定或计算给出。

4.2.5 测定晶粒度

4.2.5.1 按 YB 27—77《钢的晶粒度测定法》规定进行测定。

4.2.5.2 测定相同奥氏体化条件下的实际晶粒度。

4.2.6 测定硬度值

应在转变终止空冷后的磁性试样横截面上，按 GB 5030—85《金属小负荷维氏硬度试验方法》规定进行测定。

5 试验结果处理

5.1 确定孕育期

从试样放入等温炉起，至 1~2 %转变量时所需时间，可认为是等温转变的孕育期。

5.2 绘出珠光体析出线

亚共析钢等温转变曲线图中，应绘出珠光体析出线。

5.3 图中规定的金相组织照片

每一张 TTT 图应附具有全部组织特征的金相照片（其中包括原始组织照片一张），照片尺寸为 5 cm×7 cm，一般放大 500 倍（特殊情况可另选定）。

5.4 绘制钢的等温转变曲线图的规定

将测定结果绘制成图。对绘图的要求及格式见附录 A、附录 B。



附 录 A

绘制钢的等温转变曲线图的要求

(补充件)

A.1 绘图格式

见附录 B。

A.2 绘图要求

A.2.1 绘制转变开始线、终止线及珠光体线的规格

实测曲线用 1.0mm 宽的实线表示, 计算或推测曲线用 1.0mm 宽的虚线表示。

A.2.2 绘制临界点

临界点 A_{c1} 、 A_{c1s} 、 A_{c1f} 、 A_{c3} 的温度值用 0.5mm 宽的实线表示, 画线长度与图的横坐标长度相等, 并在线的左上方标出温度值。

A.2.3 绘制马氏体点

M_s 及 M_f 的温度实测值用 1.0mm 宽的实线表示, 计算给出的温度值用 1.0mm 宽的虚线表示, 并在线的左上方标出温度值。

A.2.4 规定图中的转变开始和终止线

1~2 % 的转变量曲线, 绘成转变开始线, 线上可不标出转变量的百分数; 大于 2 % 的转变量曲线, 绘成转变开始线, 需标出转变量的百分数; 转变量大于或等于 98 % 时, 绘成转变终止线, 不必标出转变量的百分数。

在转变区域内, 每小时转变增量小于 1~2 % 时, 可停止试验 (或根据实际需要而定), 但需标出最后一条线转变量的百分数。

A.2.5 绘制 50% 与其他百分数的转变量线

图中 50% 转变量线和需要标出的其他百分数转变量线, 均用 0.3mm 宽的实线表示。

A.2.6 标明硬度值

硬度值标在图中右侧纵坐标的外面相应温度位置处。

A.3 曲线图尺寸

纵坐标: 0~1000℃, 长度为 200mm。

横坐标: 0.5~10⁵s, 长度为 175mm。

A.4 规定图中的符号

见 GB 5057—85 《钢的连续冷却转变曲线图的测定方法 (膨胀法)》附录 A 中 A.4 的规定。

A.5 图中组织区域的符号

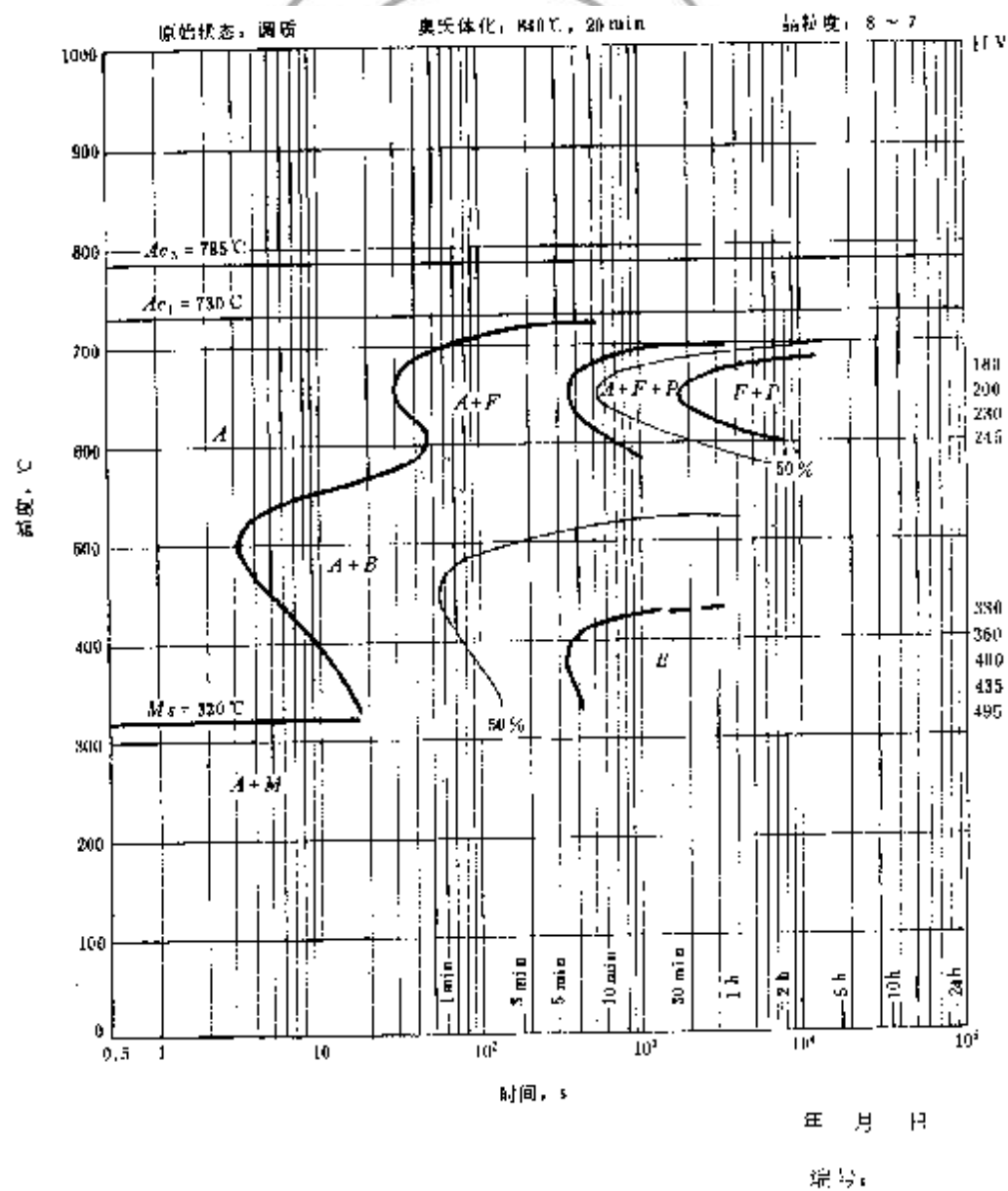
图中应标出各组织区域的符号。两相以上的区域应用 “+” 号表示如 (A+F)。

附 录 B
钢的等温转变曲线图的格式示例
(补充件)

B.1 钢的等温转变曲线图见图 B1。

40CrNiMoA

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu
0.38	0.24	0.69	0.020	0.007	0.76	1.44	0.19	0.10



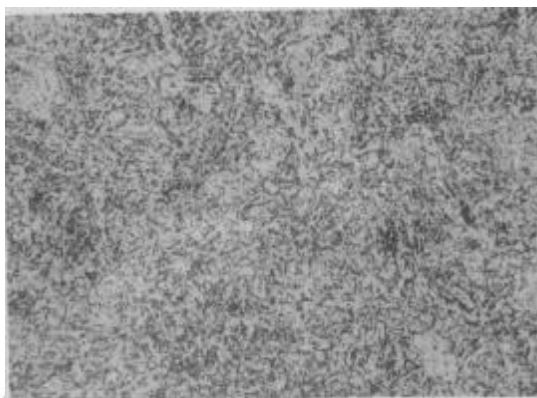
B.2 钢的等温转变曲线图金相组织照片

图 B 2 淬火温度：850℃；回火温度：650℃；×500

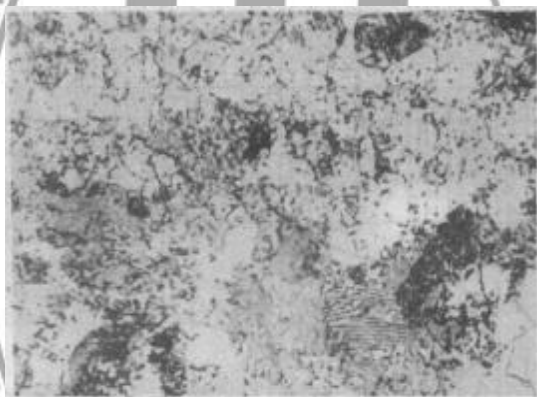


图 B3 等温温度：650℃；等温时间：1000 s；×1000

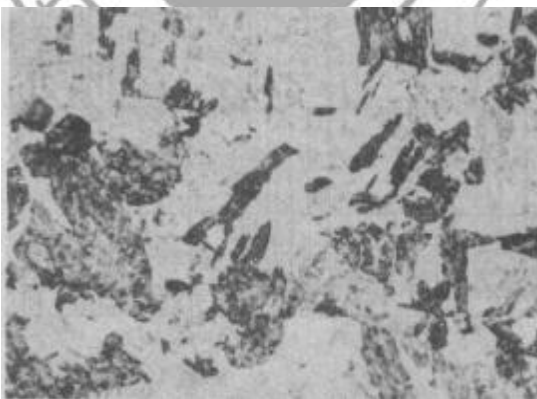


图 B4 等温温度：425℃；等温时间：60s；×1000

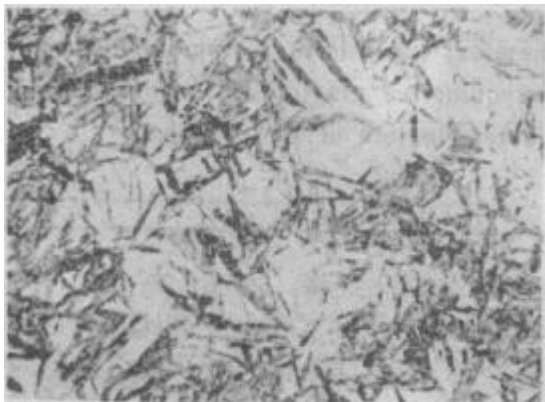


图 B5 等温温度：325℃；等温时间：150s；×1000



图 B6 等温温度：300℃；等温时间：7 s；回火温度：575℃；回火时间：5 s；×1000

附加说明：

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由冶金工业部钢铁研究总院负责起草。

本标准主要起草人赵伯恭。