

H13 热作模具钢连续冷却转变 (CCT) 曲线的研究

郝少祥

刘宗昌

(郑州大学材料工程学院, 郑州 450052)

(内蒙古科技大学材料科学与工程学院, 包头 014010)

摘要 采用 Gleeble 1500D 热模拟试验机测定了 H13 热作模具钢(%:0.34C, 0.39Mn, 0.91Si, 5.11Cr, 1.34Mo, 0.91V, 0.001 5S, 0.009P)在奥氏体温度 1 060 ℃, 20 ℃/s ~ 100 ℃/h 的不同冷却速度的相变膨胀曲线,并用 Origin 软件按膨胀法原理绘制了 H13 钢的连续冷却转变 (CCT) 图。结果可得, H13 钢以 20 ℃/s ~ 15 ℃/min 的冷却速度, 从 1 060 ℃ 冷至 20 ℃ 时均可得到马氏体组织。

关键词 模具钢 H13 CCT 图

A Study on Continuous Cooling Transformation (CCT) Curves of Hot Work Die Steel H13

Hao Shaoxiang

(School of Materials Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052)

Lu Zongchang

(School of Materials Science and Engineering, Nei Mongol University, Baotou 014010)

Abstract The expansion curves of phase transformation in hot work die steel H13- 0.34C, 0.39Mn, 0.91Si, 5.11Cr, 1.34Mo, 0.91V, 0.001 5S, 0.009P with austenitizing temperature 1 060 ℃ at different cooling velocity between 20 ℃/s and 100 ℃/h were determined by Gleeble 1500D thermal simulation test machine and the continuous cooling transformation (CCT) diagram has been obtained using Origin software by expansion principle. The results obtained that the martensite structure in H13 steel was got as the steel austenitized at 1 060 ℃ and cooled at the cooling velocity between 20 ℃/s and 15 ℃/min.

Material Index Die Steel, H13, CCT Curves

1 试验方法

试验用钢为 H13 钢, 由棒材加工成 $\Phi 6$ mm, 长 86 mm 的圆柱试样。其化学成分如表 1。

表 1 试验用 H13 钢的化学成分/%
Table 1 Chemical composition of test steel H13 /%

C	Mn	Si	Cr	Mo	V	S	P
0.34	0.39	0.91	5.11	1.34	0.91	0.001 5	0.009

连续冷却实验在 Gleeble-1500D 热模拟试验机上进行, 奥氏体化温度为 1 060 ℃, 保温后依次按 20 ℃/s、4 ℃/s、2 ℃/s、1 ℃/s、0.5 ℃/s、15 ℃/min、300 ℃/h、200 ℃/h、100 ℃/h 等不同冷却速度进行冷却转变, 测定出不同冷速下的膨胀曲线。

确定膨胀曲线上的相变温度, 并用 Origin 计算机软件绘制成 H13 钢连续冷却转变图。

在热模拟实验试样的加热速度选为 106 ℃/s, 加热温度为 1 060 ℃, 保温时间为 15 min。

H13 钢在 1 060 ℃ 保温 15 min, 实现奥氏体化, 可使碳化物充分溶解, 奥氏体中溶入较多的 C、Cr、Mo 等元素。

2 实验结果及分析

2.1 不同冷却速度时膨胀曲线及转变点

图 1(a) 为冷速 20 ℃/s 的膨胀曲线, 曲线有两处明显的转变点, 相当于相变温度 652 ℃、262 ℃。图 1(b) 为冷速 4 ℃/s 的膨胀曲线, 这是试验中典型的膨胀曲线。从 1 060 ℃ 开始连续冷却至室温, 图上只有一个拐点, 说明发生了一个相转变, 所确定的相变点为 304 ℃, 即为马氏体点。图 1(c) 为冷速 15 ℃/min 的膨胀曲线, 曲线上有明显的拐点 2 处, 确定这两个转变点温度分别为 745 ℃、280 ℃。

为了更好地确认组织转变情况, 用显微硬度计进行了硬度测定。硬度值见表 2 所示。

2.2 H13 钢的连续冷却转变图

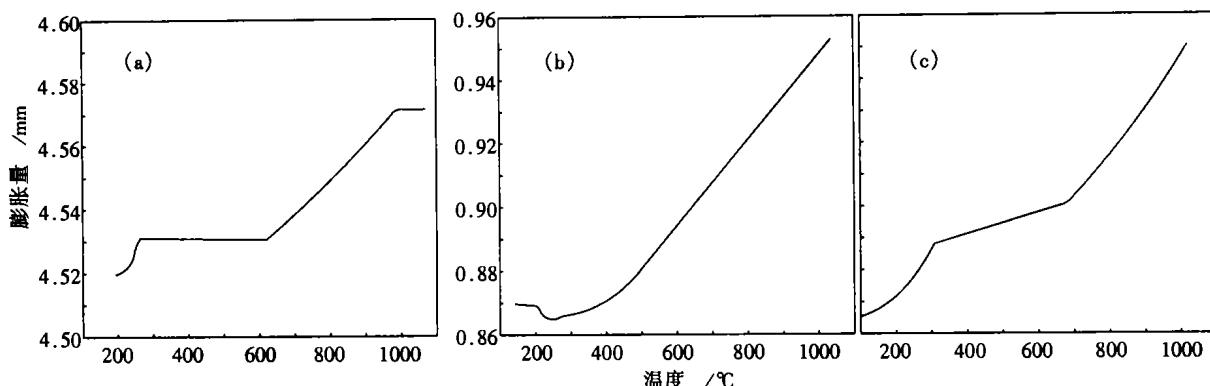


图 1 H13 钢奥氏体化后的冷却膨胀曲线,冷却速度 20 °C/s(a);4 °C/s (b);15 °C/min (c)

Fig.1 Cooling expansion curves of steel H13 austenitized at 1060 °C and cooling at velocity 20 °C/s (a), 4 °C/s (b), and 15 °C/min (c)

表 2 H13 钢不同冷速所得组织的 HV 显微硬度值

Table 2 HV microhardness of structure of steel H13 at different cooling velocity

测试点	冷却速度					
	20 °C/s	0.5 °C/s	1 °C/s	300 °C/h	100 °C/h	100 °C/h
1	613	683	555	581	454	460
2	641	675	675	608	466	486
3	622	640	646	507	450	489
4	453	605	614	597	453	475
5	525	556	660	565	450	474
平均	571	632	630	572	455	477

将先共析碳化物的析出温度,珠光体转变开始点和终了点,珠光体转变开始温度和终了温度,马氏体点等通过计算机 Origin 软件把其标在“温度-时间”为坐标的转变图上,便得到了如图 2 所示的连续冷却转变图,即 CCT 图。可见,珠光体分解温度区和贝氏体转变区大幅度右移,珠光体和贝氏体两个转变区之间有一个很宽的河湾区,并与 H13 钢的 TTT 图相匹配^[1]。可供制定热处理工艺参数时参考。

2.3 连续冷却转变产物的组织特征

从图 2 可见,当冷却速度在 20 °C/s 到 15 °C/min 之间时,从 1060 °C 冷至 20 °C,均得到马氏体组织。显然,该钢奥氏体非常稳定。当冷速为 100 °C/h 时,从 1060 °C 冷至 160 °C,得到贝氏体 + 马氏体组织,可能还有残余奥氏体。当冷速为 300 °C/h 时,可见少量贝氏体在晶界形成。

3 结论

(1) 采用 Gleeble-1500D 热模拟实验机测定了 H13 钢不同冷却速度的相变膨胀曲线,并用 Origin 软件按膨胀法原理绘出了 H13 钢的连续冷却转

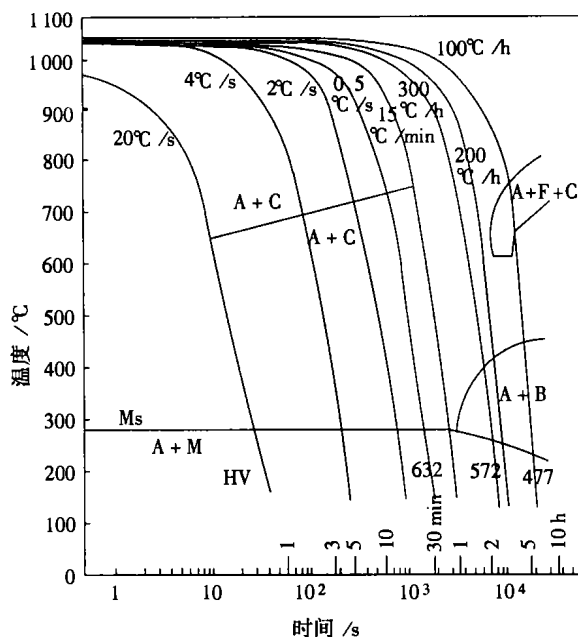


图 2 H13 钢连续冷却转变图

Fig.2 Continuous cooling transformation curves of steel H13

变图(CCT 图)。

(2) 观测了不同冷却速度下的硬度和组织转变情况,与 H13 钢的 TTT 图相匹配。

参考文献

1 刘宗昌,任慧平,宋义全.金属固态相变教程.北京:冶金工业出版社,2003,60

郝少祥,男,39 岁,硕士研究生,工程师。从事合金钢热处理工艺研究。

收稿日期:2004-11-01