

变形对双相钢相变行为及组织的影响

王银凤¹,何宜柱²

(1.安徽工程大学 机械与汽车工程学院,安徽 芜湖 241000;2.安徽工业大学 材料科学与工程学院,安徽 马鞍山 243000)

摘要 利用 Gleeble3500 热模拟试验机,结合光学显微镜,研究双相钢在不同变形量和保温温度条件下的相变行为及组织演变规律。结果表明:变形量和保温温度对第二相的体积分数均有影响,随变形量的增加,保温温度的降低,第二相的体积分数增加。当冷却速度为 25 °C/s 时,保温温度选择 450~500 °C,可以得到较为理想的组织。

关键词 双相钢;变形;组织;相变

中图分类号 TG146.4+13

文献标识码 A

文章编号 1004-244X(2010)04-0050-03

Effect of deformation on transformation and microstructures of dual phase steel

WANG Yinfeng¹, HE Yizhu²

(1.Anhui Polytechnic University, School of Mechanical and Automotive Engineering, Wuhu 241000, China;

2.College of Material Science and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243000, China)

Abstract Transformation and microstructures of dual phase steel with different deformation reduction and holding temperature were investigated by using the Gleeble3500 thermal-mechanical simulator and optical microscope. The experimental results show that deformation and holding temperature affect the volume fraction of second-phase. The second-phase fraction increases with increasing deformation reduction, and decreases with increasing holding temperature. The optimum holding temperature should be 450~500 °C at the cooling rate of 25 °C/s.

Key words dual phase steel; deformation; microstructure; transformation

双相钢具有屈服点低、初始加工硬化速率高以及强度和延性匹配好等特点,已成为一种强度高、成形性好的新型冲压用钢^[1]。目前生产的热轧双相钢主要是含有 Mo 和 Cr 合金元素,但 Mo 的价格昂贵,会增加钢的成本。而钒能够细化贝氏体组织并且促进贝氏体组织的转变^[2],因此在钢中加入 V 能够促进贝氏体的形成,使钢在较低的温度保温时能够得到贝氏体组织,所以在钢中添加 V 可以取代 Mo 的作用,有助于降低钢的成本,得到合适的双相组织。奥氏体转变过程中,组织发生了一系列变化,这些变化会对奥氏体的相变行为及相变组织、性能产生很大的影响^[3]。为了研究变形量对钒微合金化热轧双相钢相变及组织的影响,利用 Gleeble3500 热模拟试验机,对试验钢在不同变形条件下,以相同的速度冷却到不同温度下保温时的相变

行为及组织演变规律进行了研究。

1 试验

1.1 材料

试验钢是在马钢技术中心的 1 t 中频炉中冶炼而成,其化学成分的质量分数为:0.042% C,0.46% Si,1.49% Mn,0.014% P,0.006% S,0.074% V,136×10⁻⁶ N。采用扁锭模浇注,然后对试验钢钢锭进行锻造。将钢板切至合适的大小,进行固溶处理,将固溶处理后的钢板加工成热模拟试样。固溶处理工艺为:1 150 °C 保温 25 min,用 5% 的盐水淬火。固溶处理的目的是使合金元素固溶于基体中,为热模拟实验做准备。

1.2 方法

利用 Gleeble3500 热模拟试验机,对试验钢在压缩

收稿日期:2010-01-21;修回日期:2010-04-16

基金项目:安徽省国际科技合作项目(0708070300);安徽工程科技学院青年基金(2007YQ029)

作者简介:王银凤,女,安徽砀山人,硕士,讲师;主要从事材料组织性能研究。联系电话:0553-2871253;E-mail:wyfxfz@sina.com。

6 参考文献

- [1] 许泽建. 40Cr 和 30CrMnSiNi2A 高应变率动态起裂特性的研究[D]//西北工业大学硕士学位论文. 西北工业大学,2005.
- [2] 胡时胜,王礼立. 一种用于材料高应变率试验的装置[J]. 振动与冲击,1986(1):40-47.
- [3] 钟平,张连荣. 热处理制度对 30CrMnSiNi2A 钢组织与性能的影响[J]. 材料工程,1995(5):25-26.

- [4] Perzyna P. Fundamental problems in visco-plasticity Vol 9[M]//Advances in Applied Mechanics. New York:Academic Press, 1968(9):313-377.
- [5] 范亚夫,段祝平. Johnson-Cook 材料模型参数的实验测定[J]. 力学与实践,2003,25:40-42.
- [6] Johnson G R, Cook W H. A constitutive model and data for metals subjected to large strains, high strain rates and high temperatures[C]//Proceedings of the 7th International Symposium on Ballistics. Netherlands, The Hague, 1983:541-547.

变形量为 0、30%、50%时,以 25 °C/s 的速度冷却到不同温度下保温(卷取)时的相变行为及组织演变规律进行研究。用 JMatPro 软件计算了热轧的温度参数,确定开轧温度应该控制在 1 070 °C,终轧温度控制在 850 °C。热模拟实验工艺见图 1。将试样以 10 °C/s 的速度加热到 1 150 °C,保温 300 s,然后以 10 °C/s 的速度冷却到 850 °C 变形,压缩变形量分别为 0、30%和 50%,变形后保温 5 s,再以 25 °C/s 的冷却速度冷至 400、450、500 °C 保温 20 min,最后空冷,试样热模拟结果见表 1。

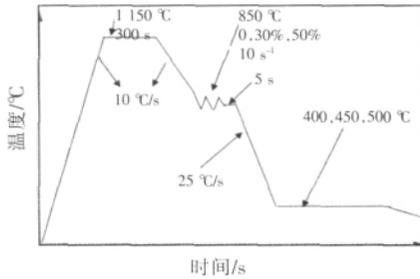


图 1 热模拟实验的工艺

Fig.1 Thermal-mechanical simulation processing

表 1 热模拟结果

Table 1 Sample number of thermal-mechanical simulation

试样编号 No.	变形量/%	保温温度/°C
1	0	400
2	0	450
3	0	500
4	30	400
5	30	450
6	30	500
7	50	400
8	50	450
9	50	500

2 试验结果

图 2~4 为变形温度 850 °C、冷却速度 25 °C/s、变形量分别为 0、30%、50%时的金相组织形貌。试样用 Lepera 试剂腐蚀,黑灰色是贝氏体组织,白色是马氏体

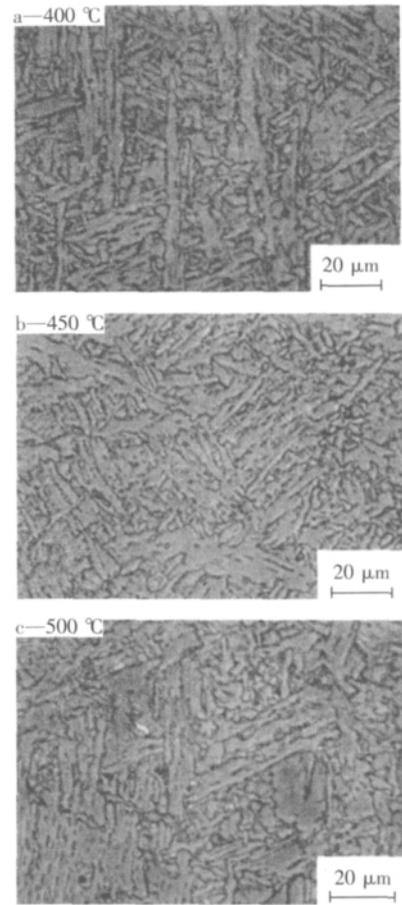


图 2 变形量 0,冷却速度为 25 °C/s,不同保温温度下的组织形貌

Fig.2 Microstructures at different cooling temperature, cooling rate 25 °C/s and with no deformation

组织,其余是铁素体基体。

图 2 为变形温度 850 °C、冷却速度为 25 °C/s、变形量为 0 时,不同保温温度下相变的组织形貌。图 2 的保温温度为 400、450、500 °C,试样编号为 No.1、No.2、No.3。可以看出,没有发生变形的情况下,奥氏体的晶粒粗大,不同的保温温度下相变的最终组织都是粗大的贝氏体组织。

图 3 为变形温度 850 °C、变形量 30%、冷却速度 25 °C/s,在不同保温温度下相变的金相组织形貌。图 3 的保温温度为 400、450、500 °C,试样编号为 No.4、No.

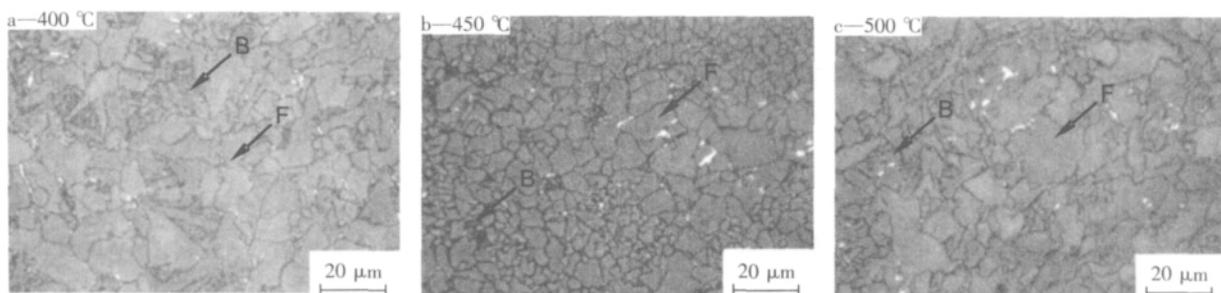


图 3 850 °C 变形 30%,冷却速度为 25 °C/s,不同保温温度下的组织形貌

Fig.3 Microstructures at different cooling temperature, cooling rate 25 °C/s and reduction 30%

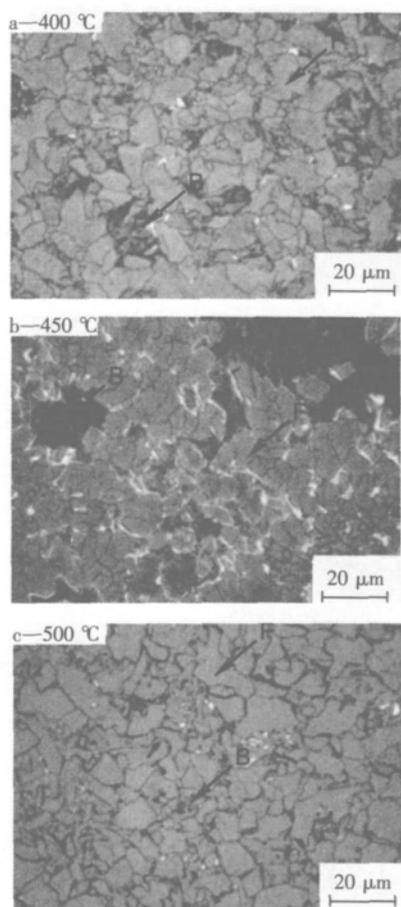


图 4 850 °C 变形 50%, 冷却速度为 25 °C/s, 不同保温温度下的组织形貌

Fig.4 Microstructures at different cooling temperature, cooling rate 25 °C/s and reduction 50%

5、No.6。可以看出,当冷却速度为 25 °C/s 时,不同的保温温度下相变的组织由铁素体、贝氏体和少量的马氏体组成,其中马氏体为白亮色组织,铁素体和贝氏体组织见图示。No.4、No.5、No.6 试样中第二相的体积分数分别为 28.9%,13.3%,11.5%。

图 4 为变形温度 850 °C、冷却速度 25 °C/s、变形量 50%、不同保温温度下相变的金相组织形貌。图 4 的保温温度为 400,450,500 °C, 试样编号为 No.7、No.8、No.9。可以看出,不同的保温温度下相变的组织均由铁素体、贝氏体和少量的马氏体组成,其第二相的含量随着保温温度的升高而减少, No.7、No.8、No.9 试样中第二相的体积分数为 35.7%、30.6%、23.3%。

3 结果分析

要使双相钢具有优良的性能,第二相的体积分数应该在 5%~30% 之间^[4]。冷却速度、变形量、保温温度对第二相的体积分数均有影响,在相同的保温温度下,第二相的体积分数随冷却速度的增加而增加;在相同

表 2 奥氏体变形量对第二相体积分数的影响

Table 2 Effects of austenite deformation reduction on volume fraction of second-phase

保温温度/°C	奥氏体变形量/ %		
	0	30	50
400	100.0	28.90	35.70
450	100.0	13.30	30.60
500	100.0	11.50	23.30

的冷却速度下,第二相的体积分数随保温温度的升高而降低^[5]。

由图 2~4 可知,当变形温度为 850 °C、冷却速度为 25 °C/s 时,变形量分别为 30%、50% 时的组织均由铁素体、贝氏体和马氏体组成,当变形量为 0 时其组织全部为贝氏体,分别计算其第二相的体积分数如表 2 所示。可以看出,变形温度为 850 °C、冷却速度为 25 °C/s 时随着奥氏体变形量的增加,第二相的体积分数增加。还可以看出,在相同的冷却速度下,当变形量相同时,第二相的体积分数随保温温度的升高而降低。

4 结 论

1) 变形温度为 850 °C、冷却速度为 25 °C/s 时,不同变形量和保温温度下的组织均由铁素体、贝氏体和马氏体组成,当变形量为 0 时其组织全部为贝氏体。

2) 变形量、保温温度对第二相的体积分数均有影响,随变形量的增加,保温温度的降低,第二相的体积分数增加。

3) 冷却速度为 25 °C/s 时,保温温度选择 450~500 °C,可以得到较为理想的组织。

5 参考文献

- [1] Al-Abbasi F M, Nemes J A. Micromechanical modeling of dual phase steels[J]. International Journal of Mechanical Sciences, 2003, 45: 1449-1465.
- [2] 徐曼, 孙新军, 刘清友, 等. 低碳含钒钢组织变化及 V(C,N) 析出规律[J]. 钢铁钒钛, 2005, 26(2): 25-30.
- [3] 吴红艳, 杜林秀, 薛文颖, 等. 变形工艺对 V、Ti 微合金钢连续冷却相变的影响[J]. 钢铁钒钛, 2006, 27(1): 6-11.
- [4] de Cosmo M, Galantucci L M, Tricarico L. Design of process parameters for dual phase steel production with strip rolling using the finite element method[J]. Journal of Materials Processing Technology, 1999, 92/93: 486-493.
- [5] 王银凤, 何宜柱, 苏世怀, 等. 热模拟工艺对 V 微合金化双相钢的相变及组织影响[J]. 热加工工艺, 2009, 38(18): 12-15.