

非调质钢30Mn2SiV再结晶规律研究

徐福昌, 蔡庆伍, 曾良平

摘要: 研究了某厂开发的非调质钢30Mn2SiV的再结晶行为, 指出该钢中由于加入了微量元素V, 原始奥氏体晶粒随加热温度变化和缓, 粗化温度在1200 °C以上; 这种钢发生动态再结晶的临界变形量较大; 部分静态再结晶区较大, 从而为轧制工艺和轧后余热处理工艺参数的确定提供了理论基础。

关键词: 非调质钢; 再结晶; 规律

中图分类号: TG142文献标识码: A

文章编号: 1001 - 2311 (2000) 01 - 0015 - 03

Research on Recrystallization Law of Non - Quenched and Tempered 30Mn2SiV Steel

XU Fu - chang, CAI Qin - wu, ZENG Liang - ping

(College of Materials, Beijing University of Science and Technology ,Beijing 100083,China)

Abstract : The research focuses on the recrystallization behaviors of the non - quenched and tempered 30Mn2SiV steel developed by a specific works. The result shows that thanks to addition of the trace element V to the said steel, primitive austenitic grain formation is slowing down along with change of the temperature, and the coarsening temperature is above 1200 °C, and that the critical deformation amount of the steel's dynamic recrystallization is considerable, while certain static recrystallization area is also significant, which provides theoretic basis for setting parameters of rolling process and post - rolling afterheat treatment of the work piece.

Key words : Non - quenched and tempered steel ; Recrystallization ; Law

0 引言

非调质工艺是对钢材进行控制轧制和控制冷却或利用轧后余热进行在线热处理的工艺, 从而能够省却钢材轧后离线的调质处理, 因而可简化工序、减少能源消耗。采用非调质工艺的前提, 是要保证经非调质工艺得到的钢材达到或超过相应调质钢的性能, 为此既需要研制合适的钢种, 又要研究轧后余热处理的设备和工艺。本文介绍了某厂开发的非调质钢30Mn2SiV的再结晶行为, 为轧制工艺和轧后余热处理工艺参数的确定提供了理论基础。

1 试验用钢和试验手段及方法

1.1 试验用钢

试验用30Mn2SiV钢在真空感应炉中冶炼,其熔炼成分如表1所示。

表1 试验用钢化学成分%

C	Si	Mn	S	P	V	N
0.31	0.50	1.62	0.0025	0.017	0.10	0.0074

钢锭首先被锻造成 18mm的圆棒,然后加工成Gleeble2000扭转试样。

1.2 试验手段和方法

试验在Gleeble2000热模拟机上进行,采用扭转试验来进行再结晶规律的研究。试验中,利用扭转圈数来控制应变量,经推导两者关系如下

$$N = (3l_0 \epsilon_{eq}) / (\pi d_0)$$

式中N--扭转圈数;

l_0 --扭转试验工作部分长度;

d_0 --扭转试验工作部分直径;

ϵ_{eq} --等效真应变。

真应变与工程相对变形量G的关系是

$$G = 1 - \exp(-\epsilon)$$

2 试验结果及分析

2.1 加热温度对原始奥氏体晶粒度的影响

试验用钢在不同加热温度下的奥氏体晶粒大小如图1和表2所示。由图1可知,随着加热温度的升高,原始奥氏体晶粒逐渐长大。加热温度从850 上升到1200 ,晶粒度从9.4级降到4.7级,且基本呈一种两段式折线关系,即1000 以下,晶粒度变化稍大;在1000 以上高温,加热温度每升高50 ,晶粒度平均下降0.5级,最大降幅仅0.6级。特别有利的是,加热到1200 ,保温20min时的晶粒度仍保持在5级左右(为4.7级)。

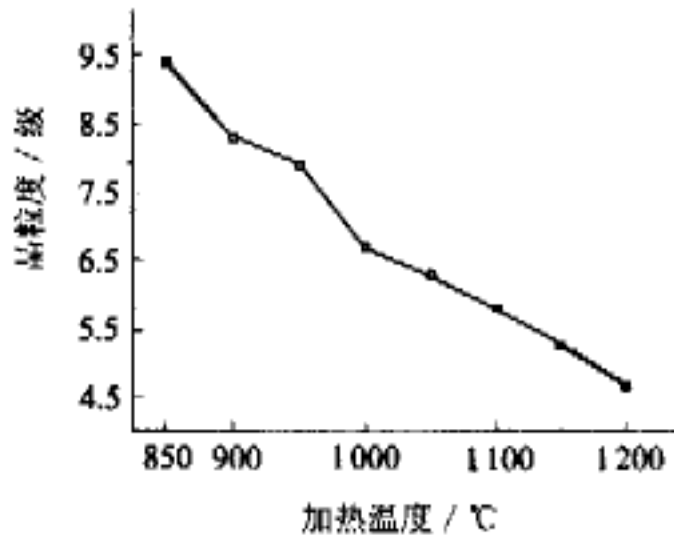


图1 加热温度对30Mn2SiV钢原始奥氏体晶粒度的影响

表2 加热温度对原始奥氏体晶粒度的影响

项目	温度 /							
	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
晶粒度	9.4	8.3	7.9	6.7	6.3	5.8	5.3	4.7

注:保温时间20min。

这一切说明，钢中的合金元素及其碳氮钒化合物在加热时起到了阻碍晶粒长大的作用，使钢在高温加热时，加热温度对原始奥氏体晶粒大小的影响减小。

此外，还可以得出，该钢种的粗化温度在1200 以上。现场加热温度范围为1210 ~ 1250 ，因此该钢种可以适应现场的加热条件。

2.2 动态再结晶

利用Gleeble2000进行扭转试验，对采集到的数据进行处理，即得到转数 - 转矩关系曲线图，图2（扭转温度850 ，等效应变 $\epsilon_{eq}=1.8$ ）就是其中一例。图中 N_d 、 N_r 分别为奥氏体发生和完成动态再结晶时的临界转数，根据前面介绍的计算方法，可以得到 σ_d 和 σ_r 以及 G_d 和 G_r 。试验结果和计算结果汇总于表3。由此得到图3所示的30Mn2SiV钢的动态再结晶图。

表3 30Mn2SiV钢的动态再结晶数据

项目	变形温度 /						
	850	900	950	1000	1050	1100	1150
N_d	0.923	0.899	0.836	0.805	0.782	0.771	0.751
N_r	1.733	1.620	1.417	1.264	1.183	1.132	1.095

d	0.670	0.645	0.607	0.584	0.567	0.559	0.545
r	1.257	1.175	1.028	0.917	0.858	0.821	0.794
$G_d\%$	49.0	47.5	45.5	44.2	43.3	42.8	42.0
$G_r\%$	72.0	69.1	64.2	60.0	57.6	56.0	55.0

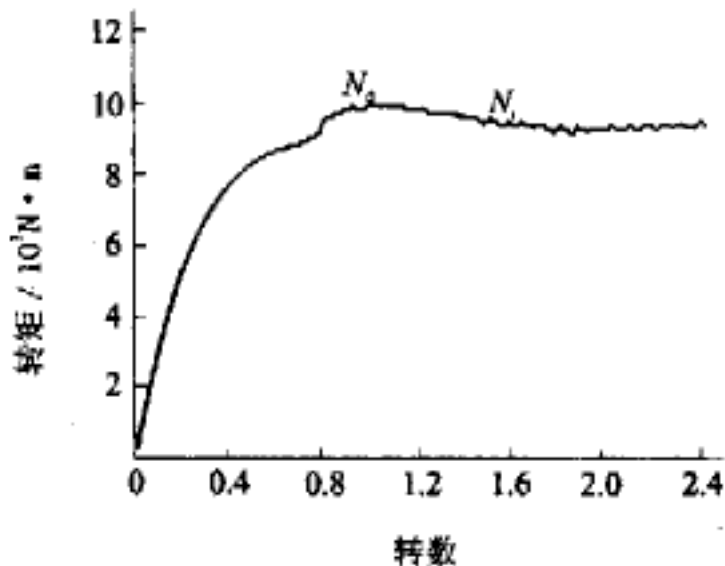


图2 扭转变形得到的转数-转矩关系曲线示意

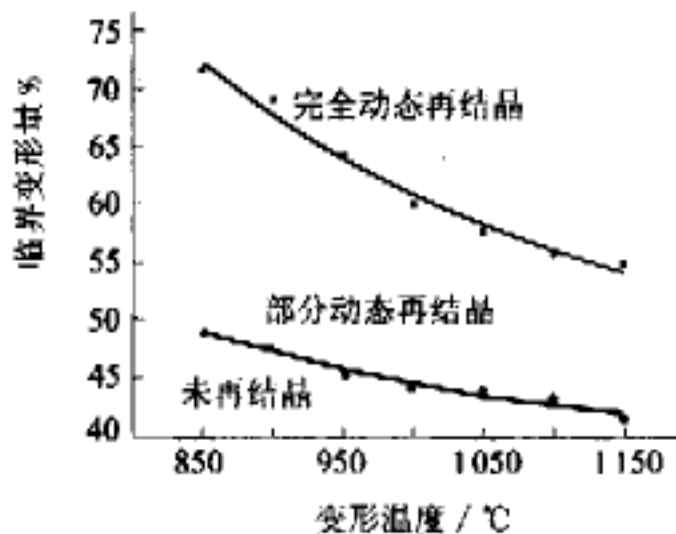


图3 30Mn2SiV钢动态再结晶图

从图3中可以看出，随着变形温度的升高，发生和完成动态再结晶的临界变形量也逐渐减小。但总的来看，这种钢发生和完成动态再结晶的临界变形量较大，850 时的临界变形量为49%和72%（0.670和1.257），在1150 时的临界变形量也高达42%和55%（0.545和0.794）；发生和完成动态再结晶的临界变形量差也较大。因此在一般变形条件下，这种钢不易发生和完成动态再结晶。

某厂粗轧工序的温度为1180 ，等效应变为1.82以上，因此这种钢在粗轧工序能发

生和完成动态再结晶；中轧工序的温度为1180℃，等效应变为0.75以上，因此这种钢在中轧工序可以发生动态再结晶，但不能完成动态再结晶；而在精轧工序，轧制大小规格钢材的等效应变分别是0.069和0.27，道次等效应变仅为0.01725和0.0245，变形温度不超过1020℃，因此不发生动态再结晶，都处于未再结晶区。

2.3 静态再结晶

对于变形道次间隙的静态再结晶行为，可以通过道次间隙中的软化百分数来衡量和评定。图4是试验结果，图中定义软化率10%为未再结晶，软化率85%为完全再结晶。

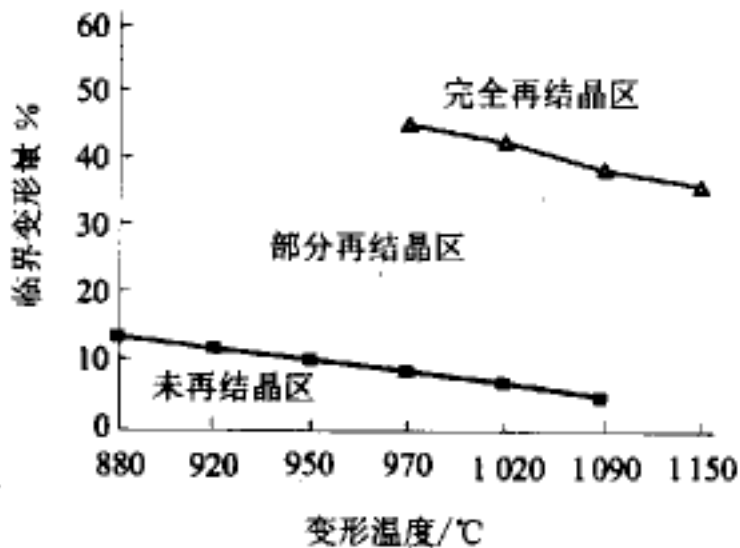


图4 30Mn2SiV钢静态再结晶图

由图4可以看出，在970℃时，完成静态再结晶必须有50%左右的变形量，即使在1150℃，变形量也需达到35%；在变形量小于10%、温度低于1000℃时处于未再结晶区；其他条件时基本处于部分再结晶区。因此对实际生产而言，粗轧和中轧变形后处于完全静态再结晶区，而每道次精轧变形后基本处于未再结晶区；轧小规格钢材时由于道次变形的累积，变形后将处于部分再结晶区。

3 结论

(1) 30Mn2SiV钢的原始奥氏体晶粒随加热温度的升高变化和缓，特别是在较高温度时长大更慢，这与钢中微量元素V分不开；该钢种的粗化温度在1200℃以上。

(2) 这种钢发生和完成动态再结晶的临界变形量较大，临界变形量差也较大。因此在一般变形条件下，这种钢不易发生和完成动态再结晶。

(3) 该钢种完成静态再结晶必须有40%~50%左右的变形量；在变形量小于10%、温度低于1000℃时处于未再结晶区；其他条件时基本处于部分再结晶区。

(4) 该钢种在某厂的粗轧工序能发生和完成动、静态再结晶；在中轧工序可以发生动态再结晶，但不能完成动态再结晶，变形后处于完全静态再结晶区；在精轧工序中不发生动态再结晶，都处于未再结晶区，每道次变形后也处于未再结晶区；轧小规格钢材时由于道次变形的累积，变形后处于部分再结晶区。

作者简介：徐福昌（1962 - ），男，江苏苏州人，硕士，副教授，教研室副主任，曾赴德国进修一年半。

作者单位：徐福昌（北京科技大学材料学院，北京 100083）

蔡庆伍（北京科技大学材料学院，北京 100083）

曾良平（北京科技大学材料学院，北京 100083）

（收稿日期：1999 - 08 - 10）