

# 奥氏体本质晶粒度与金相组织的关系

鞍钢钢铁研究所 韩 富 义

## 一、引 言

奥氏体晶粒大小能影响材料的高温和室温机械性能,因此,人们对晶粒度非常重视。关于奥氏体本质晶粒度,长期以来,很多人认为它只与钢的某些化学成分,例如钢中残余铝含量有关。在工业生产上,一般经铝脱氧的钢,大都是本质细晶粒钢,只用硅、锰脱氧的钢,为本质粗晶粒钢。这就给人这样一个印象,似乎奥氏体本质晶粒度只与炼钢工艺有关,即冶炼方法一定,钢的化学成分一定,奥氏体本质晶粒度就不能改变了。其实,它也是可以改变的,它与钢中的相变过程有着密切的关系,本工作结合一种国产奥氏体晶粒度经常不合格(出现4级以下大晶粒)的低合金钢进行研究,发现改变钢材的金相组织会明显地影响奥氏体本质晶粒度,奥氏体本质晶粒度也是一种组织结构敏感性能。

本工作有一定的实际意义,因为尽管冶炼工艺、化学成分对奥氏体本质晶粒度有重要影响,但也不能忽视钢材的热处理制度、化学成分、冶炼工艺的合理性,由于钢材热处理不当,奥氏体晶粒度也会不合格,相反,冶炼工艺、化学成分即使稍不理想,也可以通过钢材热处理来改善奥氏体本质晶粒度。

## 二、试验方法

本试验采用YB27-77规定的晶粒边界腐蚀法检验奥氏体本质晶粒度,即将试样加热至 $930\pm 10^{\circ}\text{C}$ 保温3小时,水冷,磨去脱碳层制成

金相试样,采用饱和苦味酸水溶液加几滴国产海鸥牌洗净剂为浸蚀剂(为增加效果,可以在浸蚀剂内加入一些生锈的铁片和几滴盐酸),浸蚀温度 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ,时间 $30\sim 90$ 秒。评级采用YB27-77比较法 参照ASTM标准规定的晶粒计数法。试验用钢 $930^{\circ}\text{C}$ 淬火后的金相组织,为板条马氏体和针状马氏体的混合组织。对若干典型试样,使用高温金相进行检验。

试样先进行预先热处理,得到不同的金相组织,然后进行照相观察、硬度检验,用箱式电炉进行热处理,浸蚀本质晶粒度;即金相组织,硬度值和本质晶粒度都是同一块试样的对应值。

## 三、试验结果

本试验使用的钢材的化学成分列于表1,由表1可看出,钢中残余铝含量还是比较低的。金相组织、硬度值和晶粒度级别列于表2。

## 四、大生产检验结果

在试验室工作的基础上,对工厂生产的15炉钢材进行了热处理,其中1~3炉仍用原来的热处理制度(这种热处理经常出现奥氏体本质晶粒度偏大的现象),4~15炉使用试验室推荐的热处理制度,检验结果列于表3。由表3可看出:结果与表2是一致的。即原热处理制度的奥氏体本质晶粒度都有4级大晶粒,试验室推荐的热处理制度使奥氏体本质晶粒度级别都大于5级。将1~3炉重新按试验室推荐的制度进行热处理,奥氏体本质晶粒度级别又都大于5级了,结果列于表4。

\* 本文承蒙胡玉和高级工程师指导、赵德祥同志给予大力支持。

表 1 试验用钢的化学成分(重量%)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	Al <sub>酸</sub>	Al <sub>全</sub>	AlN	N <sub>化合</sub>
0.30	0.50	0.20	0.80	2.2	0.25	0.25	0.015	0.017	0.0020	0.0129

表 2 奥氏体本质晶粒度、硬度和金相组织

热 处 理 制 度	金 相 组 织	晶粒度级别*	硬度HRC	金相图号
830°C×2小时炉冷至650°C空冷	球状珠光体	3—9	15,15,16	1,2,3
680°C×2小时空冷	球状珠光体	4—9	16.5,17,17.5	
850°C×1小时空冷	粒状贝氏体	8—6	24,29,30	4,5,6
940°C×1小时空冷	粒状贝氏体	8—7	30,30,33	
850°C×1小时空冷+680°C×2小时空冷	索氏体	8—7	23,24,24.5	7,8
940°C×1小时空冷+680°C×2小时空冷	索氏体	8—7	28.5,29,29.5	
850°C×1小时水冷+680°C×2小时空冷	索氏体	8—7	25,28,28	

\* 三个试样,前一数字表示大多数晶粒的级别数,后一数字表示有少量这种晶粒级别的级数(表3和表4亦同)。

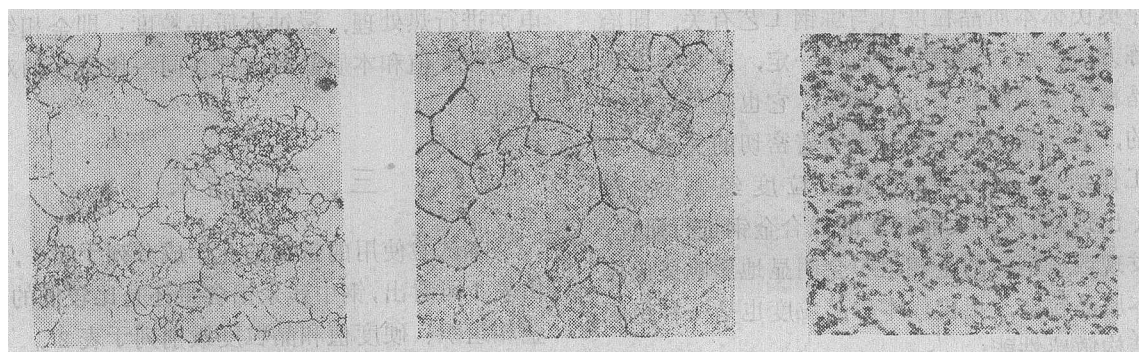


图 1 本质晶粒度3—9  
(腐蚀法)

图 2 本质晶粒度3—8  
(高温金相)

图 3 球状珠光体  
(4%硝酸酒精)

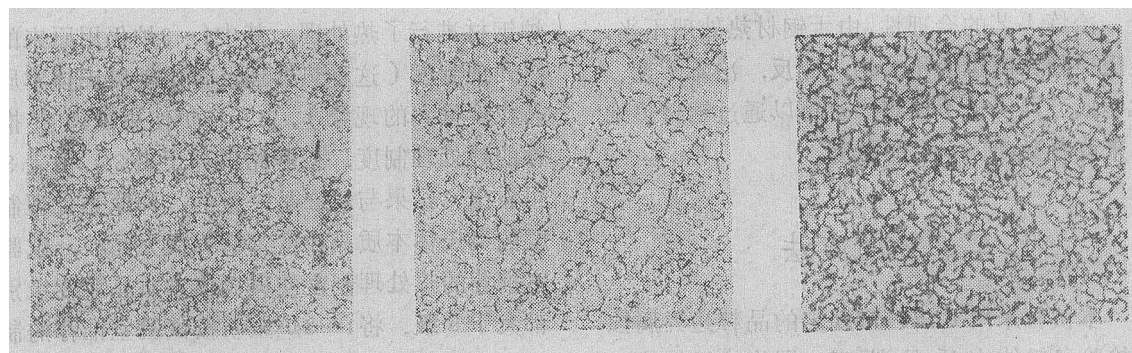


图 4 本质晶粒度8—6  
(腐蚀法)

图 5 本质晶粒度8—6  
(高温金相)

图 6 粒状贝氏体  
(4%硝酸酒精)

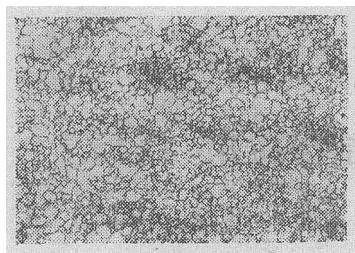


图 7 本质晶粒度  
8—7 (腐蚀  
法)

100×

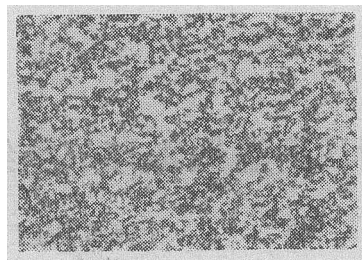


图 8 索氏体 (4%  
硝酸酒精)

800×

表 3 生产检验结果

热 处 理 制 度	炉 号	晶粒度级别*	硬 度 HB d	金 相 组 织
820°C×2小时炉冷至 650°C空冷	1	4—6	4.1, 4.2, 4.2	球状珠光体
	2	4—8	4.0, 4.0, 4.0	
	3	4—8	4.0, 4.0, 4.2	
840°C×1.5小时空冷	4	7—5	3.7, 3.7, 3.7	粒状贝氏体
	5	5—8	3.7, 3.7, 3.7	
	6	8—5	3.7, 3.7, 3.7	
	7	8—5	3.8, 3.8, 3.7	
	8	8—5	3.6, 3.6, 3.7	
950°C×15分空冷 +680°C×2小时空冷 +820°C×2小时空冷	9	8—6	3.4, 3.4, 3.4	粒状贝氏体
	10	8—6	3.5, 3.6, 3.5	
	11	8—6	3.7, 3.6, 3.6	
	12	8—5	3.5, 3.5, 3.5	
	13	8—5	3.5, 3.6, 3.6	
	14	8—6	3.7, 3.8, 3.8	
	15	8—6	3.8, 3.8, 3.8	

表 4 表 3 中晶粒度大的炉次重新热处理结果

热 处 理 制 度	炉 号	晶粒度级别*	硬 度 HB(d)	金 相 组 织
950°C×15分空冷 +680°C×3.5小时空冷	1	8—5	3.9, 3.8, 3.8	索 氏 体
	2	8—6	3.8, 3.8, 3.8	
	3	8—5	3.9, 3.8, 3.8	

## 五、几点结论

1. 试验室和生产检验都说明, 奥氏体本质晶粒度与钢的金相组织有着密切的联系, 改变钢材的金相组织可以改变钢的本质晶粒度级别。本文指出: 粒状贝氏体和索氏体可以细化奥氏体本质晶粒度, 球化珠光体使奥氏体本质晶粒度粗化, 奥氏体本质晶粒度是一个组织

结构敏感性能指标。

2. 试样硬度与奥氏体本质晶粒度有一定联系, 对本文研究的中碳低合金结构钢来说, 硬度HRC<20或HB(d)>4.01奥氏体本质晶粒度就是本质粗的, 即有4级大晶粒出现。

3. 鉴于奥氏体本质晶粒度与金相组织有关, 奥氏体本质晶粒度检验前的钢材状态应与钢材的使用状态一致, 这样才能反映钢材的实际情况。(参考文献略)