

Research on Transverse Crack of 60Si2CrV Billet Corner

Xiaolong Zhu

Jiangsu Shagang Group Huaigang Special Steel Co., Ltd., Huaian, Jiangsu, 223001, China

Abstract

Aiming at the transverse crack in the corner of 60Si2CrV steel billet, the causes of transverse crack in the corner of steel billet were studied by macroscopic observation, measurement, low power test, metallographic analysis and scanning electron microscopy. The results show that the 60Si2CrV billet has the phenomenon of diamond deformation, the problem of uneven cooling at four corners, and the crack is transcrystalline fracture, which should be due to insufficient plasticity at low temperature and cracking under the action of tensile stress. Most of the cracks did not decarburize except near the surface and crack end, which also indicated that the crack formation temperature was relatively low. The defect parts are concentrated in the acute angle of the inner arc, which may be because the temperature drop of the acute Angle is faster, and the inner arc is subjected to tension stress in the process of tension correction.

Keywords

billet; 60 Si₂CrV; transverse corner crack

60Si2CrV 钢坯角部横向裂纹的研究

朱小龙

江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司, 中国 · 江苏 淮安 223001

摘 要

针对60Si2CrV钢坯角部横向裂纹问题,通过经宏观观察、测量,低倍检验、金相分析、扫描电镜等方法进行分析,研究了钢坯角部横向裂纹形成的原因。结果表明,60Si2CrV钢坯存在菱变现象,在四角的冷却存在冷却不均问题,裂纹为穿晶断裂,应是温度偏低时塑性不足,在拉应力作用下形成开裂。裂纹除近表面和裂纹末端存在脱碳外,大部分没有脱碳,也说明裂纹形成温度相对较低。缺陷部位集中在内弧锐角,有可能是锐角降温更快速,在拉矫过程中内弧受拉应力而形成拉裂。

关键词

钢坯; 60Si2CrV; 角部横向裂纹

1 引言

一般来说,工艺决定组织,组织决定性能,一根成品材的性能好坏主要由铸坯的生产情况来决定。因此,钢坯的表面质量直接影响到轧材的产品质量,轧材的质量最终影响到客户的产品质量。弹簧钢 60Si2CrV 一般在调质状态下使用,多用于制造变载、高负荷的各种重要零件,如各类弹簧,高铁弹条,稳定杆等。某公司在连铸生产时发现钢坯角部横向裂纹。借助金相显微镜、低倍检验、金相分析、扫描电镜、能谱分析等材料分析手段,研究钢坯角部横向裂纹的产生原因。

见图 1。

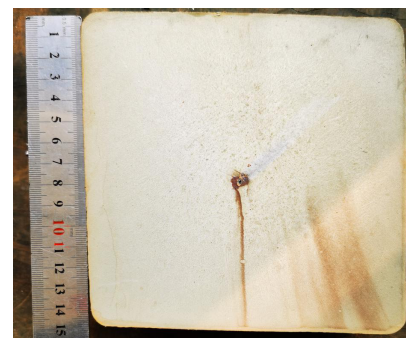


图 1 低倍图片

2 原因分析

2.1 低倍检验

对取样钢坯进行低倍检测分析,发现钢坯存在明显的菱变现象,对角线差达 10mm,角裂位置在内弧锐角处,

2.2 坯形测量

为验证钢坯的菱变现象,到现场对角缺陷钢坯进行了测量,结果如表 1 所示,均存在不同程度的菱变现象。

【作者简介】朱小龙(1989-),男,中国江苏淮安人,本科,工程师,从事钢厂售后研究。

表 1 角线尺寸测量及缺陷部位

序号	流号	对角线尺寸	对角线差	缺陷位置
1	1	201×207	6	内弧锐角
2	2	200×208	8	内弧锐角
3	2	200×210	10	内弧锐角, 缺陷较多, 取样
4	2	200×210	10	内弧锐角, 缺陷较多, 取样
5	2	200×209	9	内弧锐角
6	4	202×207	5	内弧锐角
7	4	203×207	4	内弧锐角
8	4	203×206	3	内弧锐角
9	5	203×206	3	内外弧锐角, 内弧缺陷较多

由表 1 可见, 第 2 流的钢坯菱变现象相对严重, 角部横裂缺陷也相对严重。另选取一支钢坯对第四个角探伤, 与缺陷部位 (内弧锐角) 对应的外弧锐角也发现了少量横裂缺陷。

2.3 磁粉探伤和宏观形态观察

钢坯进行磁粉探伤检查, 发现磁痕聚集于振痕底部, 经打磨, 振痕底部存在清晰可见微裂纹, 见图 2。

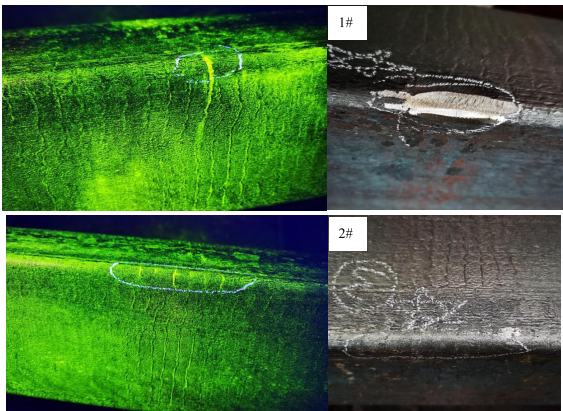


图 2 钢坯磁粉探伤和宏观形态

2.4 金相分析

对缺陷部位取样 2 件进行分析, 1# 缺陷样为在探伤过程中对表面进行了打磨, 2# 样为未经打磨的原始表面缺陷样。分别采用两种方法浸蚀进行观察分析。

2.4.1 苦味酸浸蚀观察

使用苦味酸浸蚀, 观察裂纹发展及晶粒变化情况, 发现裂纹近表面处晶粒为等轴晶, 与其他部位有所不同, 其他部位急冷层下面为柱状晶, 裂纹末端为正常的柱状晶, 断裂方式主要为穿晶断裂, 见图 3 和图 4。

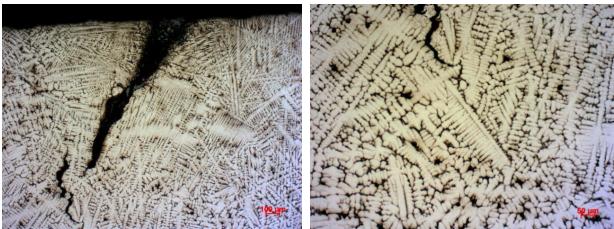


图 3 1 号样晶粒情况

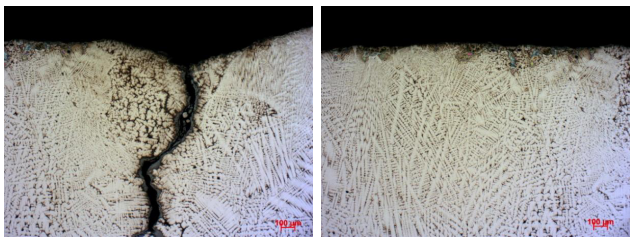


图 4 2 号样晶粒情况

2.4.2 硝酸酒精浸蚀观察

使用硝酸酒精腐蚀, 观察到钢坯角部表面脱碳层约 0.2mm, 裂纹近表面处存在脱碳, 离表面 0.2mm 向内扩展处, 则无脱碳现象。裂纹末端又存在轻微脱碳, 见图 5。

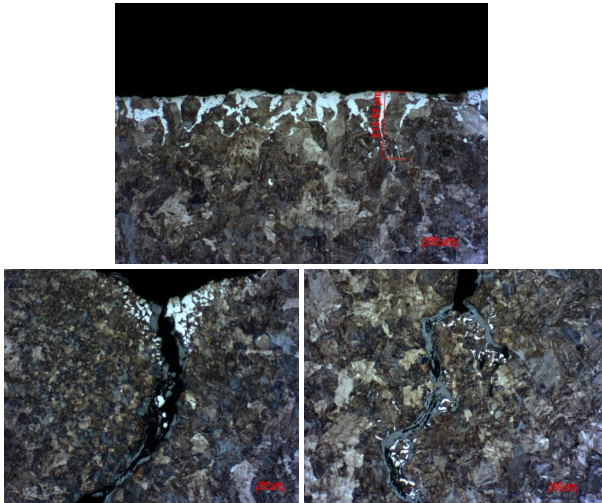


图 5 2# 样品裂纹两侧脱碳

3. 扫描电镜分析

3.1 裂纹深度测量

为探明裂纹的形成原因, 在 ZEISS 扫描电镜下对上述试样裂纹中的物相成分进行详细分析。对 1# 和 2# 试样的裂纹深度进行测量, 经测量, 1# 样的裂纹深度为 1.65mm, 2# 样的裂纹深度为 2.47mm, 见图 6。

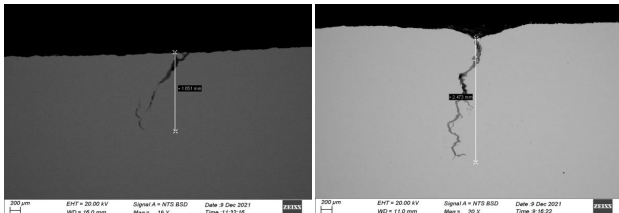


图 6 裂纹深度

3.1.1 1 号样品裂纹内的成分情况

1# 样品裂纹内的成分情况, 分别对裂纹处的三个位置的物相成分进行分析, 发现裂纹处的成分主要是氧化铁, 有些地方有少量的 Na、K、Ca、Si、Al、Mg 等元素, 见图 7。其裂纹区域能谱结果如表 2 所示。

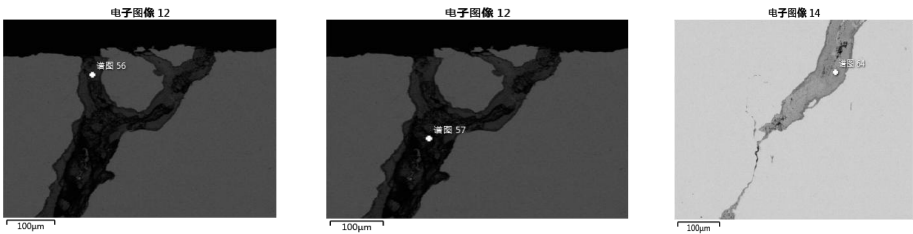


图 7 1 号样品裂纹处的能谱图

表 2 1# 裂纹区域能谱分析结果

位置	O	Na	Mg	Al	Si	S	V	K	Ca	Cr	Mn	Fe	总的
谱图 56	26.97	0.37	0.07	0.06	0.41	0.05	0.03	0.09	0.02	0.17	0.94	70.82	100.00
谱图 57	9.41	1.58	0.07	0.07	0.46	0.18	0.02	0.34	0.88	0.45	1.06	85.48	100.00
谱图 64	27.33	0.07	0.06	0.10	1.00	0.07	0.03	0.07	0.19	0.07	0.89	70.12	100.00

3.1.2.2 2 号样品裂纹内的成分情况

2# 样品裂纹内的成分情况，分别对裂纹处的三个位置的物相成分进行分析，发现裂纹处的成分主要是氧化铁，有些地方有少量的 Na、K、Ca、Si、Al、Mg 等元素，见图 8。

其裂纹区域能谱结果如表 3 所示。

由此可见，裂纹处的成分主要是氧化铁，虽然有些地方有少量的 Na、K、Ca、Si、Al、Mg 等元素，但未发现保护渣的主要成分 SiO₂、CaO 等，应不存在保护渣的卷入现象。

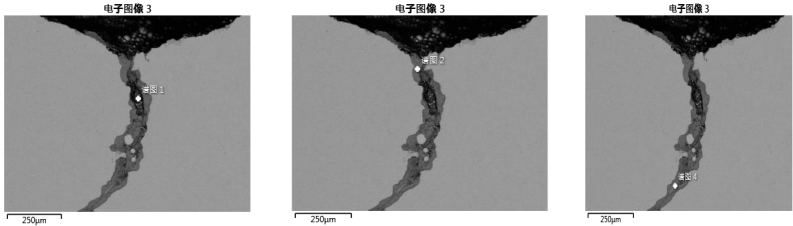


图 8 2 号样品裂纹处的能谱图

表 3 2# 裂纹区域能谱分析结果

位置	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe	总的
谱图 1	12.83	2.19	0.39	0.16	1.41	0.69	3.38	0.76	0.05	0.69	0.76	76.70	100.00
谱图 2	27.60	0.04	0.03	0.00	4.37	0.00	0.03	0.15	0.24	1.17	0.27	66.09	100.00
谱图 4	26.80	0.01	0.01	0.00	0.11	0.00	0.00	0.01	0.09	0.09	0.64	72.24	100.00

4 结论

- ①钢坯存在菱变现象，第 2 流钢坯菱变最为严重，角裂缺陷也相对更严重，缺陷集中于内弧锐角处。说明四角的冷却存在冷却不均问题。
- ②裂纹为穿晶断裂，应是温度偏低时塑性不足，在拉应力作用下形成开裂。
- ③裂纹部位未发现保护渣特征，进一步说明裂纹起源于出结晶器后。
- ④裂纹除近表面和裂纹末端存在脱碳外，大部分没有脱碳，也说明裂纹形成温度相对较低。
- ⑤缺陷部位集中在内弧锐角，有可能是锐角温降更快，在拉矫过程中内弧受拉应力而形成拉裂。

参考文献

[1] 刘宗昌,任慧平.过冷奥氏体扩散型相变[M].北京:科学出版社,2007.

[2] 刘宗昌,王海燕,王玉峰,等.贝氏体铁素体形成的热激活跃迁机制[J].内蒙古科技大学学报,2007,26(2):113-117.

[3] 刘宗昌.贝氏体相变的过渡性[J].材料研究学报,2003,24(2):37-41.

[4] 刘宗昌,任慧平,王海燕.贝氏体相变机制与块状转变[J].热处理技术与设备,2006,27(4):1-6.

[5] 刘宗昌,王海燕,任慧平.贝氏体相变的切变—扩散整合机制[J].金属热处理,2006,31(S):36-43.

[6] 刘宗昌,任慧平.贝氏体与贝氏体相变[M].北京:冶金工业出版社,2009.

[7] 徐祖耀,金学军.简论贝氏体相变的形核与长大——复康沫狂教授等[J].材料热处理学报,2005,26(6):1-4.

[8] 康沫狂,朱明.关于贝氏体形核和台阶机制的讨论——与徐祖跃院士等商榷[J].材料热处理学报,2005,26(2):1-5.

[9] 徐祖耀,刘世楷.贝氏体相变及贝氏体[M].北京:科学出版社,1991.