

试验研究

高碳钢盘条劈丝断裂的原因分析

李文英, 孙理, 钟浩

(青岛钢铁控股集团有限责任公司, 山东 青岛 266043)

摘要:针对高碳钢盘条在拉拔、合股过程中产生劈丝断裂的情况, 取样进行金相及扫描电镜和能谱分析, 结果表明, 盘条表面有较深的裂纹, 裂纹两侧无脱碳, 在靠近表面的裂纹两侧有块状渗碳体(Fe_3C); 试样断口呈不规则状, 试样表面有大量不规则形状的夹杂物, 大多数夹杂物中含有Na元素和K元素。综合分析认为, 浇注过程中发生了结晶器卷渣, 并导致连铸坯局部增碳, 使盘条产生了表面碳化物, 从而引起劈丝断裂。

关键词:高碳钢盘条; 劈丝断裂; 夹杂物; 卷渣

中图分类号: TG142.15

文献标识码: A

文章编号: 1004-4620(2011)05-0087-03

铸坯中的大型夹杂物主要来源于结晶器保护渣, 其次是中间包渣和钢包渣, 在非稳态浇铸期间, 中间包及结晶器液面易发生波动而导致卷渣^[1]。外来大型非金属夹杂物严重影响盘条组织的连续性与塑性, 导致用户在拉拔、合股过程中产生劈丝断裂。本研究借助金相显微镜、扫描电镜和能谱仪对试样进行分析, 对劈丝断裂的原因进行探讨。

1 金相分析

横向截取小段断裂试样(拉至)制成金相试样, 经过研磨、抛光, 利用金相显微镜观察表面裂纹, 然

后腐蚀观察组织形貌。

试样的横截面上有如图1a所示的裂纹, 裂纹深约2.5 mm, 裂纹两侧无脱碳; 在靠近表面的裂纹两侧有块状渗碳体 Fe_3C , 如图1b、图1c所示; 其他部位组织为S+P。由图1a可以看出, 裂纹呈直线深入中心, 说明此裂纹不是折叠; 裂纹两侧无脱碳, 说明此裂纹不是连铸坯表面裂纹造成; 也不是轧制过程中产生。由图1b和图1c可知, 在靠近表面的裂纹两侧有块状渗碳体(Fe_3C)不良组织, 而其他部位组织为S+P, 说明渗碳体(Fe_3C)存在于材料局部, 即线材存在局部增碳现象。

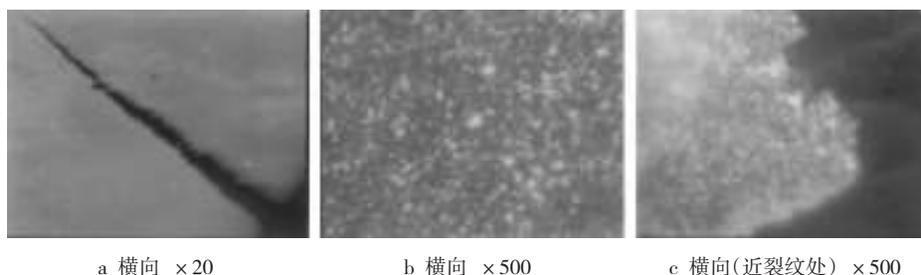


图1 高碳钢盘条试样的金相组织

2 扫描电镜(SEM)分析

在断口处按顺序截取3段, 利用扫描电镜进行观察, 利用能谱仪进行能谱分析。

2.1 试样表面和断口形貌分析

图2a所示试样表面有1条裂纹, 而劈丝断口并不在裂纹处, 试样表面分布有夹杂物(黑色处); 图2b为试样断口全貌, 不是平齐断口; 图2c所示断面上以较大夹杂物($14.3 \mu m$)为界限, 其上方为韧性断口, 下方为脆性断口; 图2d断口形貌表明: 断口出现了明显的分层断裂, 中间有裂纹, 最上层为脆性断口, 最下层为韧性断口; 图2e所示为分层断裂最

下层的韧性断口(以韧窝为特征); 图2f是混合断口形貌, 此图中间区域为脆性断口; 图2g为劈开处的非正常断口形貌; 图2h是试样表面裂纹, 试样表面裂纹循环出现, 并在某段裂纹处发现了一些大型的夹杂物(见图3e)。

2.2 试样断裂处和表面的典型夹杂物分析

在试样断口处和试样表面发现了许多夹杂物, 夹杂物数量多, 分布范围大。为便于分析, 选取了一些较大的分布特殊的夹杂物(分布在 $12.1 \sim 73.3 \mu m$)进行能谱分析。

选取6个典型夹杂物进行分析, 夹杂物电子图像及能谱见图3, 夹杂物类型、大小见表1, 夹杂物成分见表2。夹杂物多为球形或不规则形状, 6个夹杂物成分中都含有Na和K, 说明发生了结晶器卷渣。

收稿日期: 2011-08-08

作者简介: 李文英, 女, 1976年生, 2005年毕业于北京科技大学钢铁冶金专业, 硕士。现为青钢技术中心工程师, 从事新产品开发工作。

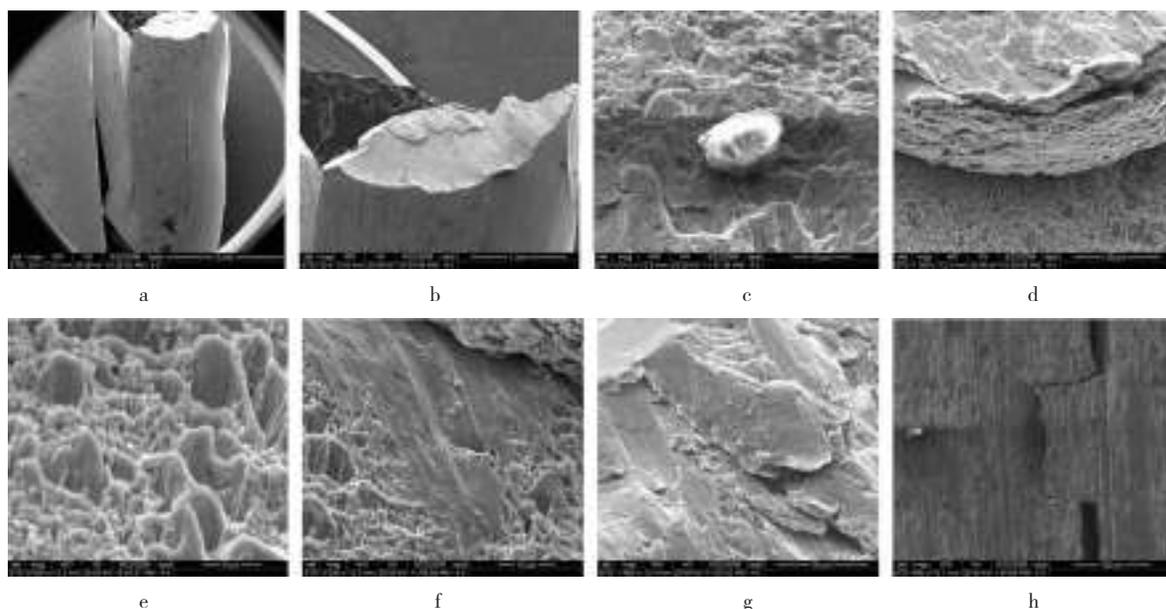


图2 高碳钢盘条试样表面和断口形貌

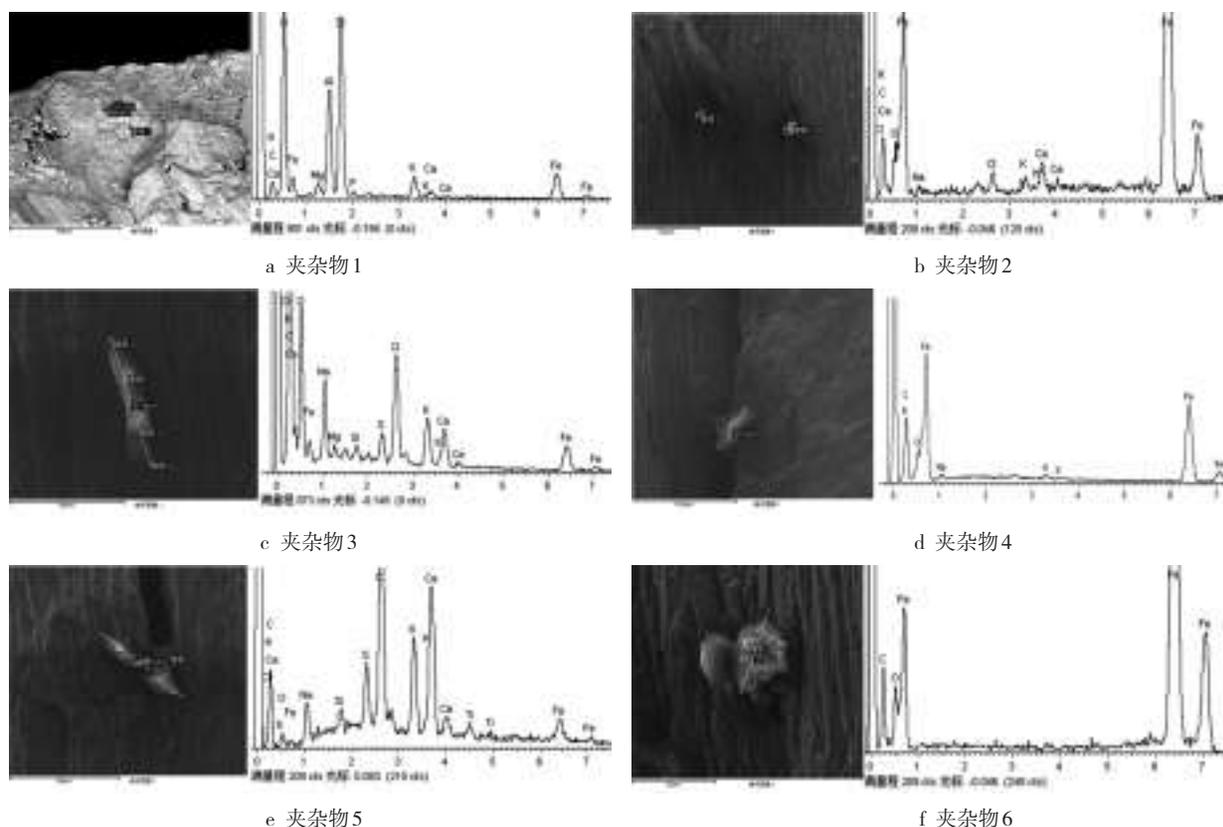


图3 高碳钢盘条试样断口夹杂物二次电子图像和能谱

表1 高碳钢盘条试样夹杂物类型

夹杂物	形状	尺寸/ μm	夹杂物类型
夹杂物1	球形	14.3	$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-MgO-K}_2\text{O-Na}_2\text{O}$ (含Ti)
夹杂物2	球形	18.7	$\text{CaO-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$
夹杂物3	长条状	47.9	$\text{CaO-SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-MgO}$
夹杂物4	条状	46.5	$\text{Fe}_3\text{C-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$ (有渗碳体)
夹杂物5	不规则	73.3	$\text{CaO-SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-Ti}_2\text{O}$
夹杂物6	不规则	17.6	$\text{Fe}_3\text{C-FeO}$ (渗碳体)

3 分析与讨论

1)一般说来盘条表面缺陷是造成合股劈丝断

裂的主要原因。表面有碳化物组织或者盘条表面有微裂纹划痕或其他表面缺陷都可能会造成合股劈丝断裂。若盘条表面有大量大型夹杂物也会造成合股时从表面开始的裂纹^[2-3]。盘条表面缺陷可能来自连铸坯表面缺陷,也可能来自装卸划伤,还可能有轧制缺陷。有时拉丝模具问题或润滑剂等拉拔问题也会造成拉拔过程盘条表面缺陷^[4]。但母材盘条表面正常,裂纹是拉拔至5.2 mm时产生的,故以上原因可排除。

2)通过金相检验(图1),发现裂纹周围有大量

表2 夹杂物中各元素质量分数(w)及原子分数(x) %

夹杂物	项目	CK	OK	NaK	MgK	AlK	SiK	PK	SK	ClK	KK	CaK	TiK	FeK	总量
夹杂物1	w	12.35	51.57	1.20	1.16	8.11	15.30	0.45			2.22	0.63		8.21	100.00
	x	19.12	59.93	0.69	0.89	5.59	10.12	0.27			1.06	0.29		2.73	
夹杂物2	w	19.31	6.34	1.08						1.02	0.58	1.41		70.25	100.00
	x	47.45	11.70	1.39						0.85	0.44	1.04		37.13	
夹杂物3	w	62.61	26.19	2.52	0.26		0.29		0.63	2.79	1.37	1.14		2.20	100.00
	x	72.58	22.79	1.52	0.15		0.14		0.28	1.10	0.49	0.39		0.55	
夹杂物4	w	46.28	13.51	1.44							0.51			38.27	100.00
	x	70.59	15.47	1.15							0.24			12.55	
夹杂物5	w	49.76	6.67	2.87			0.76		2.89	13.58	6.41	11.58	1.52	3.96	100.00
	x	72.17	7.26	2.17			0.47		1.57	6.67	2.86	5.03	0.55	1.23	
夹杂物6	w	16.42	4.78											78.80	100.00
	x	44.44	9.71											45.86	

不良组织即渗碳体块,这些渗碳体不良组织不是用户拉拔过程中产生的。不良组织破坏了金属基体的连续性,是裂纹的发源地。据此可推断盘条中的渗碳体不良组织是导致裂纹的主要原因。

3)扫描电镜观察断口呈不规则形状,而且半成品试样表面发现了许多大型夹杂物,能谱分析含有保护渣中元素Na、K,说明连铸浇注过程中有结晶器保护渣卷入;扫描电镜观察到的大多数夹杂物中碳含量较高,而且存在表面渗碳体(图2d、图2f及夹杂物4、6),这是由于保护渣中碳元素较高,造成连铸坯局部碳含量增加。

金相检验和扫描电镜检验均发现了异常组织渗碳体,因此可知:线材表面的不良组织,是由于结晶器卷渣导致连铸坯局部增碳所致。

4 结论及建议

4.1 因结晶器卷渣导致连铸坯局部增碳,使线材产生了表面碳化物等不良组织。这些不良组织是导致高碳钢盘条劈丝断裂的主要原因。

4.2 结晶器卷渣,产生许多大型夹杂物,这些大型夹杂物加剧了裂纹的扩展。

4.3 结晶器保护渣卷入钢液由以下原因造成:结晶器弯月面扰动;漩涡;气泡从钢水进入渣中产生乳

化作用;沿水口壁由于压力差引起的吸入;较高流速将渣切入;液面波动^[5]。结晶器保护渣熔融不均造成高熔点低黏度氧化物相存在,容易引起卷渣,在开浇初期,结晶器保护渣不能及时形成润滑所必须的足够的液相层,形成固相,半熔融和熔融的保护渣组成状态容易造成头坯卷渣^[6]。

4.4 建议采取以下措施预防结晶器卷渣:1)选用合适的结晶器保护渣,保护渣要少加勤加;避免搅动保护渣层。2)及时更换浸入式水口;更换浸入式水口的部分铸坯要切掉。3)控制浸入式水口合理的插入深度。4)头坯及拉速出现波动时须切掉干净。

参考文献:

- [1] 张彩军,王琳,蔡开科,等.非稳态浇铸对钢水洁净度的影响[J].特殊钢,2002,23(6):46-48.
- [2] 赵贤平,李子林,李静宇.82B盘条常见质量缺陷分析[J].金属制品,2008,34(6):35.
- [3] 雍治文.SWRH82B盘条拉拔横裂纹分析[J].金属制品,2009,35(1):44-46.
- [4] 商振宇,郑建柱.高碳硬线盘条拉拔断丝分析[J].金属世界,2009(4):50-51.
- [5] 张立峰,王新华.连铸钢中的夹杂物[J].山东冶金,2005,27(1):1-5.
- [6] 张立峰,王新华.连铸钢中的夹杂物[J].山东冶金,2004,26(6):1-5.

Cause Analysis of High Carbon Wire Rod Splitting

LI Wen-ying, SUN Li, ZHONG Hao

(Qingdao Iron and Steel Group Co., Ltd., Qingdao 266043, China)

Abstract: Aiming at the splitting phenomena of high carbon wire rod in the course of drawing or twine, sampling carried through metallographic examination, SEM and EDAX analysis. The results showed that there are rather deep crack on the surface of the wire rod, no decarburizations hereabout the crack and there are massive cementites near the submarginal crack; the fracture texture is abnormality, there are many erose inclusions and there are natrium and kalium in most of the inclusions. Comprehensive analysis considered that mould slag entrapment happened in casting course, causing billet carbon pickup, and then forming surface carbide in wire rod, accordingly resulting in splitting.

Key words: high carbon wire rod; splitting; inclusion; slag entrapment