

SWRH82B 硬线盘条拉拔断裂原因分析

白彬亨¹, 杜岳明¹, 李宇龙¹, 赵晓敏², 王刚², 赵家琪²

- (1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司制造部, 内蒙古包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心, 内蒙古包头 014010)

摘要:用户在拉拔使用 SWRH82B 硬线盘条的过程中, 出现拉拔断裂现象。对 SWRH82B 硬线盘条的化学成分、气体含量、母材热酸低倍以及拉拔断裂试样进行了检验, 并用金相显微镜和扫描电镜对拉拔断裂试样进行微观分析。分析结果表明, 由于存在网状铁素体异常组织, 及芯部有铁素体条带组织, 在拉拔过程中, 异常网状铁素体组织和铁素体条带组织共同作用, 导致 SWRH82B 在拉拔过程中出现抽芯断。

关键词: SWRH82B 盘条; 拉拔; 网状铁素体; 铁素体条带组织

中图分类号: TG335.6

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2023)06-0077-04

Analysis on Causes of Drawing Fracture for SWRH82B Hard Wire Rod

Bai Bin-heng¹, Du Yue-ming¹, Li Yu-long¹, Zhao Xiao-min²,
Wang Gang², Zhao Jia-qi²

- (1. Manufacturing Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China;
2. Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: There is drawing fracture during the process of drawing SWRH82B hard wire rod for users. Its chemical composition, gas content, macrostructure with hot acid of base material and sample of drawing fracture are tested. Moreover, the micro analysis of sample of drawing fracture is carried out with metallographic microscope and scanning electron microscope. The analysis results indicated that since there were abnormal network ferrite structure and band structure of ferrite in the core, their combined action caused fracture of core of SWRH82B during drawing process.

Key words: SWRH82B wire rod; drawing; network ferrite; band structure of ferrite

包钢生产的 SWRH82B 盘条一般用于制造高强度、低松弛预应力钢绞线, 广泛用于桥梁、机场、电站、大坝等重大工程。作为钢绞线原料的盘条要保证钢质纯净、盘重大、索氏体化率高、尺寸精度高及表面质量好。

2023年7月生产了6炉Φ14 mm SWRH82B 盘条, 将此批次600 t 盘条发往宁夏恒力钢丝绳有限公司使用。该公司是一家集生产、加工、销售为一体的企业, 主要生产经营钢绞线。在使用过程中, 用户反映频繁出现拉拔断裂现象, 造成大量废丝。技术人

员取回问题盘条试样,进行检验并分析拉拔断裂原因。

1 试验材料及方法

取 SWRH82B 盘条及拉拔断口试样,SWRH82B 盘条母材试样取 3 根,长度约 300 mm,盘条表面无

明显缺陷;直径为 6 mm、8 mm 的拉拔断裂试样取 8 根,每根长度约 300 mm。对盘条母材的化学成分和气体含量进行了检测,同时对 8 块断口试样的横向截面和纵向截面进行金相组织观察。图 1 为断裂钢丝绳成品及断裂样品宏观形貌,图 2 为制样后内部缺陷。



图 1 SWRH82B 盘条表面宏观缺陷及断口宏观形貌



图 2 制样后内部缺陷

1.1 SWRH82B 盘条母材化学成分

表 1 为对取回的 SWRH82B 盘条母材的化学成

分和气体含量检测结果。

表 1 化学成分和气体含量检测结果(质量分数)

%

类别	化学成分					气体含量	
	C	Si	Mn	P	S	O	N
检测值	0.83	0.25	0.79	0.013	0.005	0.002 3	0.001 2
要求	0.80 ~ 0.85	0.10 ~ 0.30	0.60 ~ 0.90	≤0.025	≤0.025	≤0.003 0	≤0.006 0

从表 1 中可以看出盘条母材的化学成分都在标准要求范围内,同时气体含量完全满足设计要求。

1.2 SWRH82B 盘条成分偏析

对长材厂 12 剪中间品(Φ18 mm)取样分析,通

过对圆钢截面 5 个点位进行成碳含量分析,见表 2,可看出存在碳偏析指数偏高的情况。图 3 为中间品圆钢直读点位置。

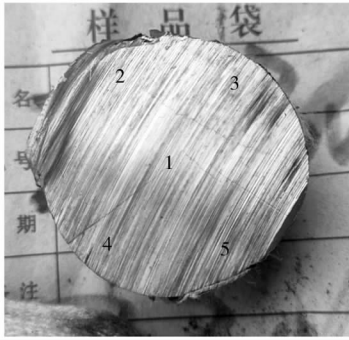


图3 圆钢直读点示意图

表2 SWRH82B 盘条均匀性(5点)分析结果

炉号	C	碳偏析指数
23203085	0.823	1.07
	0.794	
	0.817	
	0.819	
	0.850	
23303309	0.759	1.12
	0.803	
	0.807	
	0.849	
	0.772	
23303310	0.797	1.10
	0.822	
	0.808	
	0.751	
	0.797	
23303311	0.841	1.09
	0.763	
	0.792	
	0.795	
	0.808	

从表2可看出,出现频繁拉拔断裂批次炉号23303309、23303310、23303311的碳偏析指数分别为1.12、1.10、1.09,均超出1.07的上限要求。

1.3 金相组织分析

取拉拔断裂断口试样进行镶样、打磨、抛光,在LEICA DMIRM光学显微镜下观察腐蚀后的断口及非断口处金相组织,见图4。图4(b)为非断口处金相组织照片,未出现异常组织,组织为索氏体和少量珠光体,图4(a)断口处金相组织照片,断口处明显出现异常组织,组织为条带状的铁素体组织^[1]。

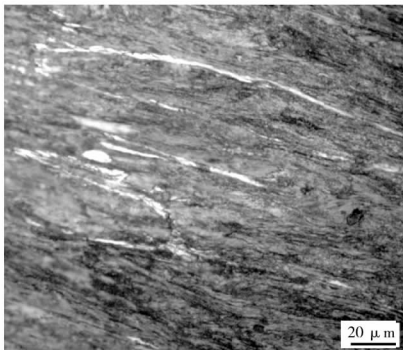
1.4 扫描电镜能谱分析

从图5中可以看出,经过LEO EVO50HV扫描电镜检测,断口试样出现典型的冰块状沿晶开裂断口形貌,可以看到试样芯部有孔洞,断裂区域可见大约为4级的网状渗碳体。断裂源处的大面积网状渗碳体是导致出现断裂失效的主要原因。

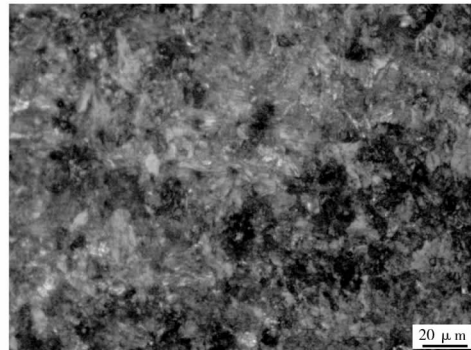
2 分析与讨论

2.1 碳偏析

在扫描电镜的检测结果中清晰的看到了网状渗碳体,一般认为金相组织中出现网状渗碳体是由于连铸坯中心偏析的遗传性造成的。通过对炼钢生产工艺分析,在钢水过热度大于30℃时,减慢了连铸坯凝固过程,增加了网状渗碳体的形成几率和形成高等级网状渗碳体的可能性,影响了二冷水冷却强度和末端电磁搅拌能力。调取断裂频繁炉号生产数据发现过热度控制超内控值不大于30℃的标准要求,见表3^[2]。



(a) 断口处



(b) 非断口处

图4 SWRH82B 盘条拉拔断裂试样断口及非断口处金相组织照片

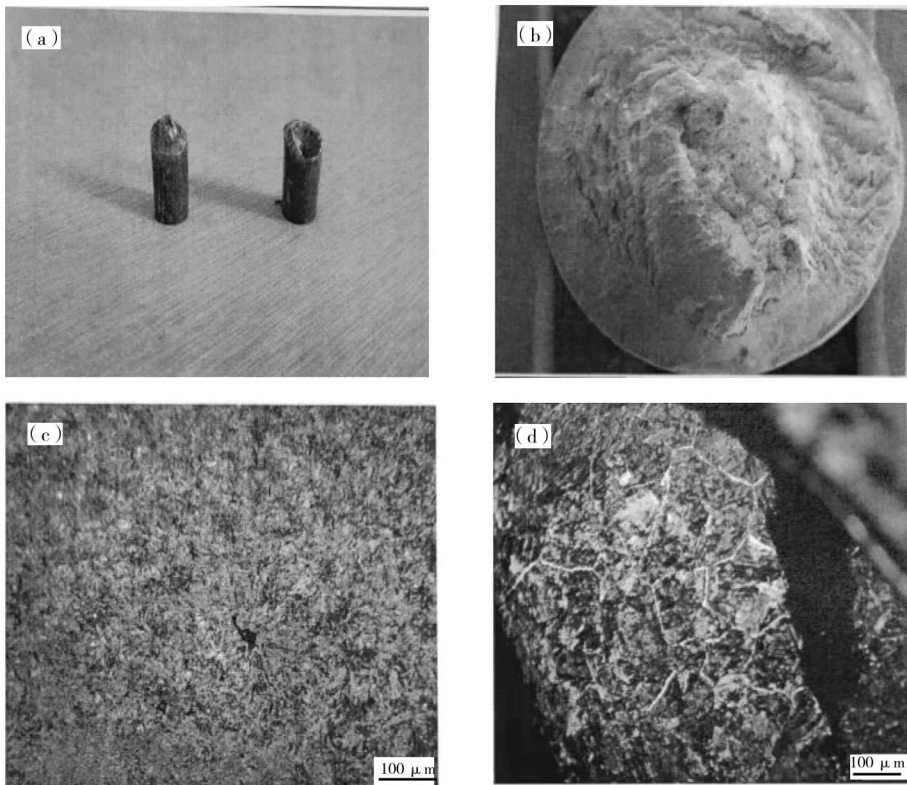


图5 断口处扫描电镜形貌

表3 断裂频繁炉号过热度统计 $^{\circ}\text{C}$

项目	23303309	23303310	23303311
内控	30	30	30
过热度	40	43	38

过热度的高低直接影响小方坯在连铸工序中中心等轴晶粒的形成,过热度控制不好,高出 30°C 越多,小方坯中心等轴晶区就越小,等轴晶区对溶质元素向连铸坯中心推进富集的阻碍作用就越小,中心偏析也就随之产生。

2.2 断口异常组织

断口出现铁素体条带组织说明轧制过程中冷速较慢,导致铁素体条带组织的出现。扫描电镜下观测到的网状渗碳体出现说明冷却工艺中冷却强度不够。根据对 SWRH82B 盘条轧制冷却工艺分析,为了得到索氏体组织加少量珠光体组织,盘条在斯太尔摩冷却线上采用强冷工艺,如果存在冷却能力不足,会出现冷却强度不够的情况,冷却强度不够会导致组织在奥氏体向索氏体转变过程中,渗碳体在奥氏体晶界优先析出和长大,并沿着晶界形成网状,从而得到网状渗碳体组织^[3-4]。

3 结束语

通过以上分析可知,造成此次 $\Phi 14\text{ mm}$ SWRH82B 盘条拉拔频繁断裂的原因是中心成分偏析严重及轧后冷却能力不足从而产生网状渗碳体。网状渗碳体的形成是由于在过热度控制不好时,减慢了连铸坯凝固过程,同时,冷却工艺中冷却强度不够导致铁素体条带组织的出现。

参 考 文 献

- [1] 刘振成,侯基林. SWRH82B 高碳盘条脆断原因分析[J]. 钢铁,2003,38(4):52-55.
- [2] 周德,王全礼,张玮,等. 连铸小方坯生产大规格 82B 盘条的实践[J]. 中国冶金,2006(3):16-19.
- [3] 王林发,施圣裴. 预应力钢丝用盘条在斯太尔摩控制冷却线的生产实践[J]. 上海金属,1996,18(1):27-29.
- [4] 桂美文,覃之光. 82B 高碳钢连铸坯中心偏析及线材质量的改善[J]. 炼钢,2005,21(3):1-4.