

热轧板边裂原因分析及改进措施

攀枝花钢铁(集团)公司钢铁研究院 吴菊环

【摘要】 通过采用低倍观察、金相、电子探针、扫描电镜、化学检验等检测手段进行分析,认识了热轧板边裂缺陷的宏观、微观特征,分析了该缺陷的形成原因,提出了有效的改进措施。

【关键词】 热轧板 缺陷 边裂 气泡 过烧

1 前言

正确判断产品缺陷,是改进产品质量的重要环节。攀钢热轧板厂的产品质量一直较好。但 1998 年下半年,出现了大量带有边部破裂缺陷的产品,其中较突出的钢种是低碳铝镇静钢,另外还涉及管线钢、大梁板、耐侯钢及一些普碳钢等。造成了很大的经济损失。缺陷的发生率见表 1、表 2。质检部门判钢时,将其大部分判为热轧厂的过烧缺陷。但针对此判断去做工作,缺陷仍然得不到有效控制,因此引起了较大争议。为弄清该缺陷的性质和产生原因,以便有针对性地采取有效措施来提高产品质量。我们开展了大量工作。

表 1 1998 年各季度边裂发生率

1998 年	检查量 (t)	边裂量 (t)	发生率 (%)
一季度	181548	248.06	0.14
二季度	269675	497.44	0.18
三季度	298026	901.78	0.3
四季度	302536	1076.43	0.36

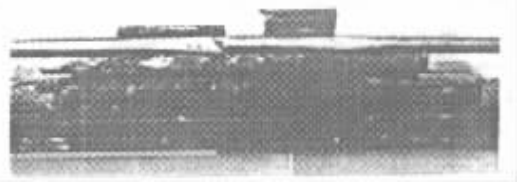
表 2 1997、1998 年边裂发生率

年	检查量(t)	边裂量(t)	发生率 (%)
1997	882784.797	796.15	0.09
1998	1051784.235	2723.71	0.26

2 缺陷的宏观形象

从宏观上看,破裂的热轧板边部缺陷有两种类型:一类是以 X52、P510L 为代表的一侧或两侧边部呈连续或间断的树皮状或严重

的锯齿状,与过烧形貌相似,侧边附近的表面有网状裂纹,附近的金属具有不健康的外表,并且可剥落,见照片 1;另一类是以低碳铝镇静钢系列为代表,其边部侧面呈层状,并且侧面附近的两轧制面有指甲形的翘皮,还有沿轧制方向分布的细长裂纹,严重时,两轧制面整个宽度方向都有沿轧制方向分布的细长裂纹,裂纹长度在 30 - 100mm 范围内,见照片 2。



照片 1 一类缺陷形貌 0.6x



照片 2 二类缺陷形貌 3.5x

3 缺陷的微观形貌及检验结果

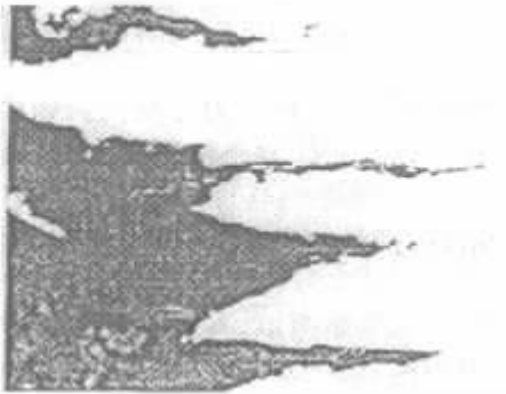
3.1 金相检验

在有严重破边缺陷的一类、二类钢板上,分别在缺陷处取样,磨制成金相样后观察,发现缺陷处有大量的裂纹,裂纹内充满氧化铁皮,抛光态的形貌见照片 3、4。经硝酸酒精腐蚀后,发现裂纹附近的组织与其它正常部位明显不一样,晶粒非常细,并有较明显的变形特征,还有明显的流线,见照片 5,这说明

该缺陷在轧制前就已存在,缺陷部位还发现了较多的马氏体、贝氏体异常组织,裂纹附近有局部脱碳及晶粒不均现象,并有大量沿晶分布的细小空隙和内氧化圆点,见照片6。钢中正常部位的夹杂、组织、晶粒度未发现异常现象。



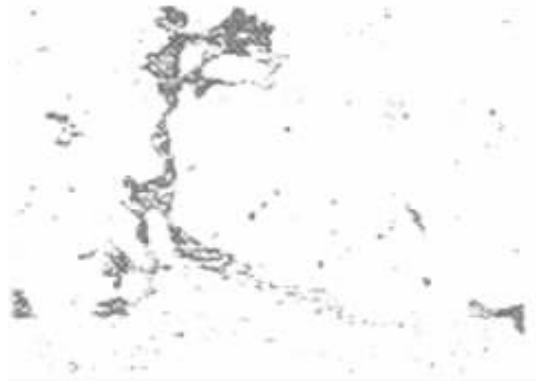
照片3 一类样 横向 200×



照片4 二类样 边部横向 100×



照片5 缺陷附近变形组织 100×



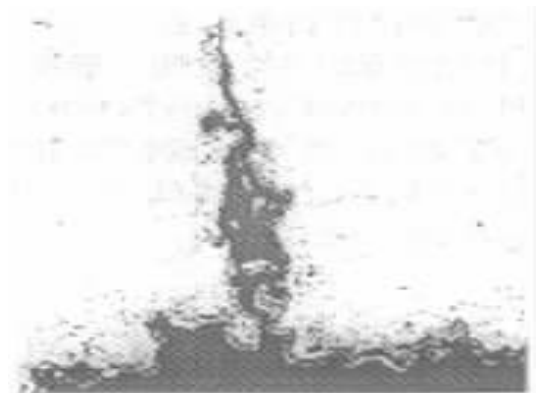
照片6 脱碳,氧化圆点 200×

3.2 电镜检验

将照片1、2所视的缺陷样制成电镜样,经超声波、丙酮溶液清洗后,在X-650电镜下观察分析,在未经磨制的缺陷表面,发现缺陷附近含有夹杂现象,见照片7。探针分析夹杂成分见表3。局部有网状裂纹,抛光态发现裂纹延伸到基体内,在裂纹内裹有较多的氧化铁,见照片8。



照片7 夹杂形貌 36×



照片8 裂纹内的氧化铁 200×

3.3 化学分析

行了分析,分析结果见表 4。

我们对带有边裂缺陷六炉钢化学成分进

表 3 夹杂成分(wt%)

Fe	Al	Ca	Si	Mg	P	S	K	Na	Ba	Zn	La	Ce	Nd	Mn	Cl	As	Ti	V	Cr
84.6		13.0				0.82	0.80							1.3					
2.08	2.38	0.67	1.32			19.2			51.9	22.4									
22.6	2.14	0.60	1.20	4.69		3.97	0.14	6.35	0.00	58.3									
18.3	8.67	4.60	3.24	4.80		4.93	23.6	14.6							17.3				
9.37					3.22	2.38					27.8	39.5	15.7			2.16			
48.3	1.27	0.31	48.1			0.02	0.50							1.09			0.42		
40.3	31.4	4.56	12.4			0.23	5.57							0.88			3.95	0.65	
38.8	0.42	11.8	20.0	20.5		0.37								0.25					
50.3	4.35	40.7	0.00			1.21	0.00							0.30			0.15		3.03
92.1		0.28	0.26			5.87	0.09							1.06			0.11	0.19	

表 4 试验钢化学成分及有关气体含量

钢种	编号	成 分 (%)										
		C	Si	Mn	P	S	V	Cu	Als	Re	[O]	[N]
X52	1	0.10	0.24	1.09	0.017	0.009	0.06	0.047	0.004	0.038	0.001	0.0038
X52	2	0.13	0.27	1.17	0.017	0.009	0.06	0.040	0.004	0.038	0.0037	0.0034
Q235	3	0.15	0.16	0.36	0.015	0.017			0.003		0.013	
Q235	4	0.20	0.18	0.32	0.015	0.015		0.02	0.004		0.012	0.0037
Q195LC	5	0.03	0.01	0.23	0.011	0.021			0.002		0.009	0.0033
Q195LC	6	0.04	0.01	0.15	0.016	0.017			0.004	0.01	0.015	0.0039

从表 4 的六炉钢的成分看 ,S、Cu 含量正常 ,Als 的含量都在 0.004 以下 ,普遍很低 ,Q195LC 的 Si 含量为 0.01 ,是由低碳铝镇静钢因脱氧不良改钢而来。而成品板的 [O] 含量为 90 - 150ppm ,普遍较高。

4 有关情况调查

我们对 30 炉有边裂缺陷钢的加热工艺进行了调查 ,没有找到加热温度与该缺陷间的对应关系 ,未发现加热温度偏高的现象。只有个别炉数存在待轧时在炉时间偏长的现象 ,调查轧制的侧压时 ,发现一般都是等宽或展宽轧制 ,还对出现边裂的钢板的冶炼原始数据进行了调查 ,发现低碳铝镇静钢的脱氧剂加入量不够 ,Al 含量都低于 0.01% ,还发现出钢温度超上限。

5 分析

边裂是热轧板生产中比较容易出现的一种缺陷 ,因为轧件边部在展宽时 ,是受附加的拉应力 ,而中间部分 ,是受附加的压应力 ,金

属的展宽越大 ,这种应力也愈大。如果金属质量很好 ,加热、轧制条件正常 ,则这些应力的存在并不能影响轧件边缘的完整性。否则 ,轧件边部受的应力会超过金属的强度 ,引起破裂。

据有关文献报道 ,导致热轧板边裂的原因有两方面 :钢质方面的 ,如①板坯边缘出现角裂、气泡 ;②由于板坯的硫、铜含量高 ,轧制时热脆性大 ;③冶炼和浇注异常 ;轧钢方面的 ,如①在炉时间长或加热温度高 ,板坯边部过热、过烧 ;②轧件边部温度过低或张力设定过大 ;③轧辊调整不好或辊型与板型配合不好 ,使钢带边部延伸不均 ;④立辊侧压量太小或精轧、卷取的侧导板开口度小 ;⑤冷却水或除磷水使用不当。

检验结果及调查情况表明 ,该缺陷在轧钢前就已存在 ,未发现过烧特征 ,而炼钢存在脱氧不良、卷渣等现象。所以我们认为该缺陷主要来自冶炼、浇注异常 ,板坯的表面针孔、皮下气泡的可能性较大。立辊侧压量大小虽不是产生边裂的主要工序 ,但它可暴露

或缓解边裂缺陷的程度。过烧可导致边裂,但从加热温度及缺陷板的金相检验看,未发现过烧现象或特征。

6 验证试验

我们对出现边裂的炉次,回头去查找铸坯样,发现仅有部分炉次取了铸坯低倍样,并对这部分铸坯低倍样进行查看,发现铸坯上带有大量针孔,针孔大小 $\phi 0.5 - 1.5\text{mm}$,长 $\leq 18\text{mm}$,距表面距离为 $0 - 50\text{mm}$,经计算,热轧板上的裂纹与铸坯上的针孔相对应。针孔形貌见照片9。



照片9 铸坯针孔、气泡

7 措施

7.1 严格执行各钢种的操作规程,特别是要严格执行脱氧制度;

7.2 加强铸坯的清理检查验收工作,对带有严重角横裂、气泡的板坯要进行处理。

8 效果

炼钢厂采取措施后,边裂缺陷得到了有效控制,1999年边裂缺陷大幅度下降,由1998年四季度的1076.43吨下降到79吨。取得了很好的效果。

9 结论

攀钢1998年出现的热轧板边裂缺陷,其主要原因是脱氧不良,出钢温度高等冶炼浇注异常引起的表面针孔或皮下气泡。钢板边部的破裂百分之九十以上是铸坯上原有缺陷经加热→轧制演变而来。

参考文献

1. 现代板坯连铸. 北京:冶金工业出版社,1994
2. 武钢品质管理部编. 钢锭钢坯钢材缺陷图册. 武汉:武汉钢铁公司
3. Wolf. M. 现代连铸理论与实践. 北京:冶金工业出版社,1986,315
4. 赵沛,王新华,龚斌. 宝钢连铸坯角横裂成因研究. 钢铁,1996(2):21
5. 姜亚飞. 连铸板坯轧制中厚板的表面缺陷. 钢铁,1998,Vol33, No. 8

(上接第17页)

层深度和抗裂能力,是影响冷轧辊制造质量的相互关联而又有矛盾的三个方面,是提高冷轧辊使用寿命的有效途径。

2. 裂纹和剥落是冷轧辊的主要破坏形式,提高冷轧辊的耐裂性是提高冷轧辊寿命、降低轧辊生产成本的主要途径。

3. 选用耐热裂新钢种,兼顾耐裂性与耐磨性的强化热处理和使用电渣重熔轧辊是提高冷轧辊耐热裂性最为重要的因素。

4. 选用3Cr和5Cr轧辊,尤其是使用5Cr轧辊,在冷轧辊正常使用和管理水平较高的条件下,可以大大提高冷轧辊的淬硬层

深度,减少轧辊中间淬火工序,大大延缓冷轧辊产生裂纹的速度和裂纹的发展速度,减少裂纹深度,从而大大地提高冷轧辊的耐裂纹能力,提高冷轧辊的使用寿命,大大地降低了轧辊生产成本,同时大大地减少了轧机换辊时间,提高冷轧机的生产率,而且还可大大地提高所生产冷轧带钢的表面质量。

参考文献

1. 李人同. 冷轧工作辊的削落. 轧辊研究会会刊. 1978.4
2. 龙正炎. 冷轧辊的应用. 淬火及其寿命. 全国轧辊研讨会讲课资料,1988.10
3. 工具钢和高速钢在生产锻造冷轧辊中的开发. 吴慧英摘译自《TOOL, ALLOYSTEEL》1980.3