

带钢表面“起皮”原因分析及对策

林宪¹ 王跃华² 裘正刚¹

(杭州钢铁集团公司 1.技术中心; 2.技术质量处 杭州 310022)

摘要:通过金相观察、电镜和能谱分析,对带钢表面“起皮”原因进行分析,并介绍相应措施以减少和消除该缺陷。“起皮”的主要原因是夹杂物的存在降低了材料的塑性,在深加工过程中表面变形较大而产生。

关键词:带钢;起皮;夹杂物

0 前言

杭钢生产的热轧钢带(主要为普碳钢和HG5钢)在用户处经冷轧加工后出现表面缺陷,给用户造成了损失,成为公司产品的主要质量异议。据实物观察,表面缺陷主要表现为三种形式:断续分布的封闭鼓泡、表面掀起的大起皮和沿轧制方向长条分布的小起皮或小鼓泡。为此,我们从带钢用户、热带厂和冷带厂的现场选取了较多的表面缺陷明显的试样,对试样进行重点检验和分析。

1 选样及制样

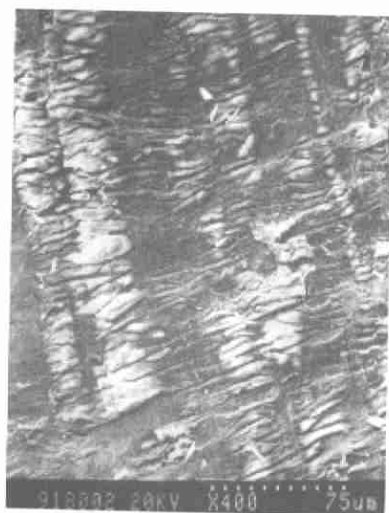
选取三类典型缺陷试样。在取样过程中,尽量

保持缺陷原始状态,减少外力引起的变形;严格保持试样清洁,避免外部夹杂的引入,以免由于制样不善造成干扰,甚至误导。

2 检验情况

2.1 低倍观察

根据钢材与非金属夹杂的不同光学性能,查看缺陷处是否有夹杂物存在。对未经磨制和抛光的试样缺陷部位在显微镜下进行低倍观察,在部分试样的缺陷部位依稀可见夹杂的存在。



a. “起皮”部位掀起后在400X电镜下形貌



b. 夹杂物1300X电镜下形貌

图1 电镜下钢带分离部位及夹杂形貌

2.2 电镜和能谱分析

对“起皮”的试样掀起表层后,保持原始洁净状态。对内表面在扫描电镜下进行观察,基体起皮分离部位的形貌为准解理断裂(见图1)。材料以韧性方式断裂,断面上形成韧窝状(或迭波),韧窝以材料中原有的夹杂物质点为核心,在应力作用下逐渐聚集、长大、串联而形成。韧窝的底部留有块状夹杂物,表明它就是韧窝形成的核心。

对分离区进行扫描能谱分析,主要成分包括Si、Mn、Ca、Al、K、Mg、Na等,表明存在明显的夹杂物。

2.3 金相高倍检验

对“起皮”带钢沿纵向取样,磨抛后制成金相样进行高倍观察。在抛光态下,夹杂物呈长条状分布,部分已破碎,有的夹杂物长已经超出0.8mm的视场范围(见图2)。并且夹杂物主要分布在距离表面较近的部位,大致在横截面上距表面五分之一的区域内。对夹杂物进行评级,试样中C类夹杂的级别较高(见表1)。浸蚀后观察,组织为铁素体+珠

光体,未发现明显的带状组织,在夹杂处存在轻微的成分偏析(见图3)。

表1 夹杂物评级检验结果

试样编号	硫化物	氧化物	硅酸盐	球状氧化物
1	A0	B0.5	C4	D0
2	A0	B0.5	C1.5	D0
3	A0	B0.5	C4	D0
4	A0	B0.5	C3.5	D0
5	A0	B0.5	C3	D0
6	A0	B0	C4	D0
7	A0	B0.5	C1.5	D0
8	A0	B0	C2	D0
9	A0	B0	C2	D0
10	A0	B0.5	C4	D0
11	A0	B0	C2.5	D0
12	A0	B0.5	C4	D0

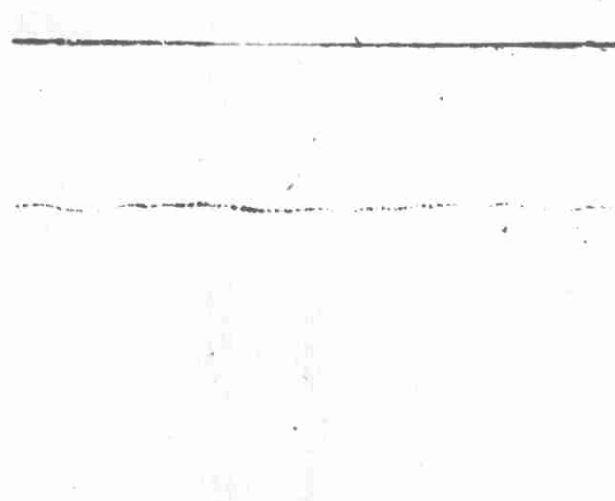


图2 非金属夹杂物 100x

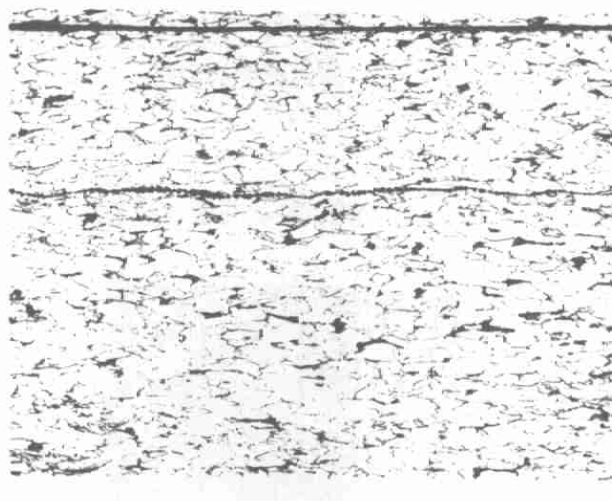


图3 组织形貌 100x

3 分析与讨论

根据文献,通常钢中非金属夹杂物,主要是由脱氧产物和钢液凝固时,因一系列物理化学反应所形成的各种夹杂物组成。非金属夹杂物作为独立相存在钢中,破坏了钢基体的连续性,使钢组织的不均匀性增大。钢中非金属夹杂物的存在,对钢的

性能产生强烈的影响。根据非金属夹杂物的性质、形态、分布、尺寸及含量等因素的不同,对钢性能的影响也不同。

依据检验的结果和夹杂物对材料性能的影响,我们认为引起起皮的主要原因是夹杂物的存在降低了材料的塑性(加工性能)。在钢带深加工过程中,表层有夹杂物存在的部分,受压力加工发生较

大的变形而产生“起皮”现象,在继续深加工过程中发生扩展和破裂。

由夹杂的形貌特征看,夹杂物较细长,基本分布在表层。我们认为是在炼钢后期,由保护渣引入的外来夹杂物的可能性较大。另外,从夹杂物的成分组成来看,主要是硅酸盐夹杂物,含有K、Ca、Mg等。硅酸盐类夹杂的成分较复杂,而且常常是多相的。这类夹杂物在钢液凝固过程中,由于冷速较快,某些液态的硅酸盐来不及结晶,全部或部分以玻璃态的形式保存于钢中。我们对转炉炼钢过程中耐火材料成分进行分析,结果见表2,可见夹杂物的成分与保护渣的成分有较大关联性。

表2 转炉耐火材料成分一览表

耐材名称	主要成份
尖晶石浇钢包注料	Al_2O_3 :75%, MgO :13%
铝镁渣线浇注料	Al_2O_3 :71.7%, MgO :8.1%
中包镁质喷补料	SiO_2 :3.46%, MgO :82.54%, CaO :2.83%, Fe_2O_3 :1.78%
鎢质复合定径水口	ZrO >65%,
石英水口、套管	SiO_2 >99%
保护渣	SiO_2 :28%~32%, CaO :33%~37%, Al_2O_3 <5.5%, MgO :1.5%~2.5%

综上分析,我们认为脱氧产物未充分上浮,且在浇铸过程中保护渣被注流卷入钢液中,造成钢材中有较粗大外来夹杂,主要为硅酸盐类,影响材料的工艺塑性即冷(深)加工性能。

4 措施及效果

根据检验分析的结果,为减少后期夹杂物的混入,特别是保护渣的卷入,我们采取了一系列措施:

1) 转炉厂对钢中的[O]含量进行控制,实施脱氧方式:用FeMnAl初脱氧,最后用Al深脱氧并喂入适量的Si-Ca线,从而降低钢中[O]含量,适当提高钢中Als含量。

2) 为了利于夹杂物的充分上浮,Q195、Q215、Q235钢钢水吹氩时间 $\geq 4\text{min}$,HG5钢钢水吹氩时间 $\geq 5\text{min}$ 。

3) 对浇注温度实施控制,使钢水的过热度 $\leq 30^\circ\text{C}$ 。同时优化一冷段和二冷段的冷却强度,在保证不漏钢的前提下弱化一冷段的冷却水强度,强化二冷段的冷却水强度。

4) 采用铝碳质水口,替代原来的石英质水口,增加水口的耐侵蚀性。

5) 使用低碳保护渣进行保护浇注,同时中间包采用镁质涂料。

6) 提高结晶器浸入式水口插入钢水的有效长度,水口长度由原来的490mm提高到510mm。

7) 试验结晶器长水口的最佳工艺长度。实现中间包升降,方便结晶器浸入式水口插入钢水有效长度的调整。确保浸入钢水的长度 $\geq 90\text{mm}$ 。

针对热带厂,增加2号孔带钢初轧压下量,改善内部组织,提高致密度。

通过实施上述措施,带钢质量得到明显改善,表面质量问题得到缓解。

参考文献

- [1] 上海市机械制造工艺研究所.金相分析技术.上海:上海科学技术文献出版社,1994
- [2] 胡德林.金属学原理.西安:西北工业大学出版社,1995
- [3] 倪瑞明等译.钢冶金学.北京:冶金工业出版社,1997

收稿日期:2004-07-05

审稿:龙尔梅