

窄带冷轧板表面微小起皮缺陷研究与控制

Control of Tiny Peeling Defect on Surface of Narrowband Cold-rolling Sheet

供稿|刘志兴, 孙学玉 / LIU Zhi-xing, SUN Xue-yu

内容导读

冷轧起皮是影响冷轧产品表面质量的常见缺陷。冷轧起皮缺陷中大起皮缺陷通常与基体相连且皮下夹杂一般为偶发性的中包浇注紊流卷渣所致, 该类缺陷占比极少, 而绝大部分起皮缺陷为微小起皮缺陷。文章通过扫描电镜、能谱分析、酸洗和冷轧实验等方法对窄带冷轧板表面产生的微小起皮缺陷进行分析, 并与相同材质、表面质量良好的宽带钢表面氧化铁皮结构进行对比, 结合生产实际通过提高热轧除鳞效果、规范热轧换辊周期和控制普碳钢氧含量等有效措施使微小起皮缺陷得到有效控制。

冷轧起皮是影响冷轧产品表面质量的常见缺陷, 引起表面起皮的因素可能来自于冶炼、热轧和冷轧等工序^[1]。某钢厂生产普碳和Q08Al热轧窄带钢时, 一段时间内下游冷轧后起皮缺陷率达5.59%, 其中绝大部分为微小起皮缺陷, 本文针对微小起皮缺陷进行了系统检测和对比分析, 并结合生产实际提出了改进措施, 使微小起皮缺陷得到有效控制。

缺陷形貌特点

热轧窄带冷轧至约0.5 mm时出现微小起皮缺陷, 呈形状不规则的长条状或块状翘皮缺陷, 尺寸为长度100~300 μm、宽度几十微米, 其宏观和微观

形貌见图1和图2, 起皮缺陷大部分脱落, 脱落后的小凹坑呈灰白色, 个别的一端与基体相连, 对应热带上表面分布较多, 下表面明显较少, 宽度和长度方向呈无规律沿轧向散布, 冷轧窄带越薄起皮缺陷越长; 在目视无起皮缺陷的地方, 用胶带纸粘后撕下, 会有亮晶晶的金属微小物质, 说明起皮部分与基体结合力很低。

缺陷电镜分析

在表面缺陷处切取试样, 在电镜下观察分析缺陷元素分布情况, 由图3背散射电子照片看出在缺陷处发现黑色点状物, 尺寸在5~10 μm, 经能谱分析是

作者单位: 唐山国丰钢铁有限公司, 河北 唐山 063300

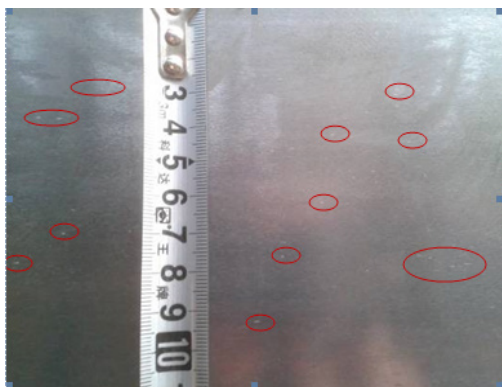


图1 小起皮缺陷宏观形貌

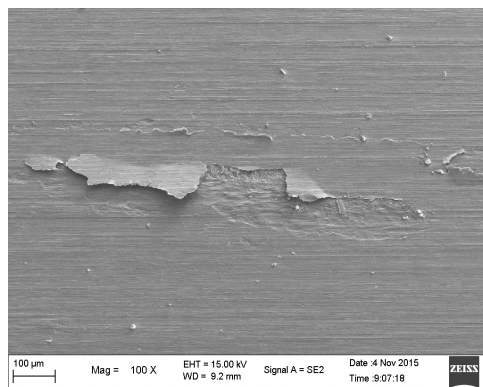


图2 小起皮缺陷微观形貌

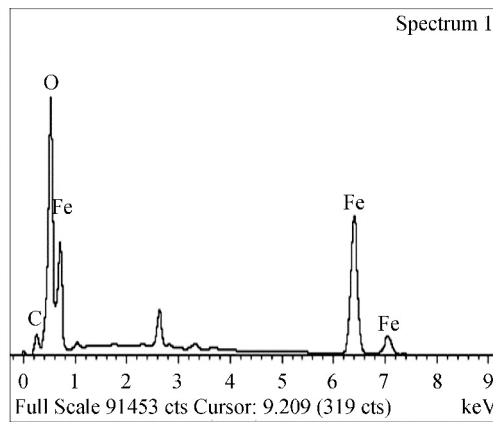
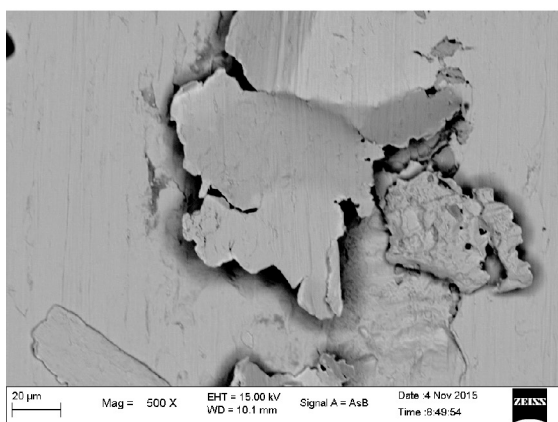


图3 缺陷能谱分析

FeO，缺陷区域未发现非金属夹杂物质。

酸洗实验

为了深入研究窄带钢与宽带钢表层氧化铁酸洗去除效果，分别在室温条件下在20%盐酸溶液中分别浸泡1、3、5、10 min后，在扫描电镜下观察残留氧化铁皮及形貌，结果表明：

(1) 热轧窄带钢表层酸洗1 min残留氧化铁皮较高；酸洗3 min后，大部分氧化皮已去除，个别凸起部分做能谱分析仍有一定的氧含量；酸洗5、10 min，虽然有部分凸起但是经过能谱分析全部为铁，说明氧化皮已经全部洗去。

(2) 宽带钢酸洗1 min后仅看到很少量的疑似残留氧化皮的附着物，而酸洗3、5、10 min后，几乎已经找不到任何疑似残留氧化皮，说明氧化皮已经全部洗去。

冷轧实验

分别用手工稍微打磨窄带钢和宽带钢表层，模拟观察不同氧化皮去除量后冷轧板表面质量，各加工阶段热轧板厚度见表1所示。

表1 各加工阶段热轧板的厚度

热轧板板厚/mm	磨后厚度/mm	打磨量/mm	冷轧板厚度/mm
3.0	2.822	0.178	0.207
2.4	2.133	0.267	0.210

打磨冷轧后用胶带粘检查表面质量发现，打磨量较大时(约0.27 mm)，冷轧板表面未发现微小起皮缺陷；打磨量较小时(约0.18 mm)，用胶带粘贴样品依旧会出现白色的微小起皮缺陷，说明该微小起皮缺陷在钢带表层产生，与基体内部钢质洁净度无关。

综合分析及控制

在生产过程检查时发现的相关质量问题有：

①炼钢生产普碳钢时存在个别炉次钢水脱氧不良，铸坯皮下约3~13 mm存在微小针孔缺陷；②部分坯次热轧除鳞效果差，氧化铁皮压入明显；③立轧后去除氧化铁皮钢刷更换不及时，喷嘴堵塞严重且角度偏斜，产生的二次氧化铁皮不能很好去除；④轧辊更换周期不规范等。

由发现的生产过程质量问题，结合系统检测中缺陷大部分与基体不相连、缺陷处无夹杂物质、热轧窄带表面氧化铁皮厚度不均且难酸洗等特点，综合分析认为该类微小起皮产生的主要原因：一是由于窄带钢在热轧时二次氧化铁皮去除不净，检测到部分氧化铁皮嵌入铁素体基体，在后续冷轧过程中剥落造成，冷轧窄带钢越薄剥落越明显；二是由于钢水脱氧不良造成的铸坯针孔缺陷内，由于针孔内已氧化无法压合，经热轧、冷轧后逐渐暴露，且窄带钢越薄越明显。

根据上述分析制定了控制措施：①生产普碳钢时，优化不同铸坯断面宽度的钢水氧含量控制标准并执行，控制铸坯皮下针孔缺陷；②专人负责热轧除鳞水喷嘴的检查与维护，确保除鳞水压力符合工艺要求，保证热轧除鳞效果；③及时监控、维护好粗轧立轧辊后钢刷及除鳞喷嘴实际工况，确保粗除鳞后产生的较厚二次氧化铁皮被清除；④规范轧辊使用周期等。

结束语

(1) 通过对起皮缺陷电镜观察、酸洗及冷轧对比实验，并结合生产过程存在的相关质量问题，综合分析认为产生该微小起皮缺陷的主要原因为热轧氧化铁皮嵌入基体组织中或钢水脱氧不良、铸坯皮下有微小针孔热轧时未压合，在冷轧受到外力作用时产生剥落。

(2) 通过酸洗实验发现，窄带钢表层氧化铁皮酸洗去除相对难度比较大，不易酸洗；且窄带钢表面打磨量较小时冷轧后产生微小起皮缺陷，打磨量较大时冷轧表面质量良好，由此可见该缺陷全部存在于钢带表层，与基体内部钢质洁净度无关。

(3) 通过提高热轧除鳞效果、规范热轧换辊周期和控制普碳钢氧含量等有效措施，该类微小起皮缺陷得到有效控制。

参考文献

[1] 赵新凯, 李刚利, 刘西峰, 等. 冷轧低碳铝镇静钢表面起皮缺陷成因分析. 物理测试, 2016, 27(5): 49

作者简介: 刘志兴(1980—), 男, 河北唐山人, 从事钢铁行业生产技术管理工作。2015年毕业于华北理工大学冶金工程专业, 主要研究方向: 炼钢、精炼和连铸。作为“中薄板坯经济洁净钢平台建设”项目、“优质冶金锯片用钢65Mn热轧带钢生产关键技术”项目主要项目负责人获得河北省冶金成果三等奖2次。E-mail: liuzhixinggf@163.com。



摄影 金雪桐