酸轧白点缺陷形成机理及解决对策[*1]

宋木清[1], 胡华东[2], 宋 刚[1], 张 磊[2], 薛红伟[1], 刘精华[2]

(1. 湖北鼎信格林科技有限公司, 湖北 武汉 430000;
2. 山东钢铁集团日照有限公司, 山东 日照 276800)

摘 要: 为了解决冷轧料酸轧工序轧制后外圈表面出现白点状缺陷的问题, 利用金相显微镜、扫描电镜和能谱对缺陷部位进行微观形貌和成分分析, 并对比了焊缝拉矫对缺陷的影响。结果表明, 缺陷处为铁基体, 未检测到氧元素, 过焊缝拉伸矫直机未投入时, 观察轧机出口钢卷存在不同程度的白点斑状缺陷, 过焊缝投入拉伸矫直机后, 生产钢卷表面均未发现白点缺陷, 通过合理设定拉矫延伸率可有效解决此问题。

关键词: 焊缝区域; 白点; 拉矫
中图分类号: TG335.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2019)01 - 0064 - 04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.01.016

Formation Mechanism and Countermeasures for Defect of Fish Eye in Pickling Rolling

Song Mu - qing[1], *Hu Hua - dong*[2], *Song Gang*[1], *Zhang Lei*[2], *Xue Hong - wei*[1], *Liu Jing - hua*[2]

(1. *Hubei Dingxin Green Technology Co., Ltd., Wuhan* 430000, *Hubei*, *China*;
2. *Rizhao Co., Ltd. of Shandong Iron & Steel Group Co., Ltd., Rizhao* 276800, *Shandong*, *China*)

Abstract: In order to eliminate the defect of fish eye on the surface of outer ring of cold rolled material after pickling rolling process, its micro structure and component were analyzed with the metallographic microscope, scanning electron microscope and energy spectrum as well as the effects of straightening and withdrawing weld joint on the defect were compared. The results showed that the defect was the iron matrix and the oxygen was not detected. There were different degrees of fish eye and porphyritic defects on the steel coils at the outlet of tandem mill observed when passing the weld joint without the stretcher leveler, while the defects were not found on the surface of steel coils when passing the weld joint in the stretcher leveler, so the problem could be solved by setting reasonable elongation of straightening and withdrawing.

Key words: weld joint area; fish eye; straightening and withdrawing

当前汽车厂涂装工艺正发生着很大变化, 对冷轧产品缺陷遮盖能力越来越低, 对产品表面质量提出了更高要求, 产品表面质量的好坏直接决定产品竞争力, 是应用过程中最重要的评价指标之一; 对于高等级的 O5 板, 不仅要求带钢表面氧化铁皮必须能够酸洗干净, 而且要求表面光洁、均匀性好[1]。冷轧薄板一般的生产工艺为: 热轧原料→酸洗→冷轧→连续镀锌→光整(拉矫)→精整→涂油→包装, 最终产品为汽车用冷轧薄板; 某公司调试过程中生产的 SPCC 牌号产品, 原料厚度规格为 3.0 mm, 成品规格为 0.7 mm, 酸洗后在圆盘剪处发现成品上表面密集圆点状凹坑, 有明显手感, 轧制后上表面密

* 收稿日期: 2018 - 10 - 31
作者简介: 宋木清(1957 -), 男, 湖北省咸宁市人, 博士, 高级工程师, 现任湖北鼎信格林科技有限公司技术总顾问。

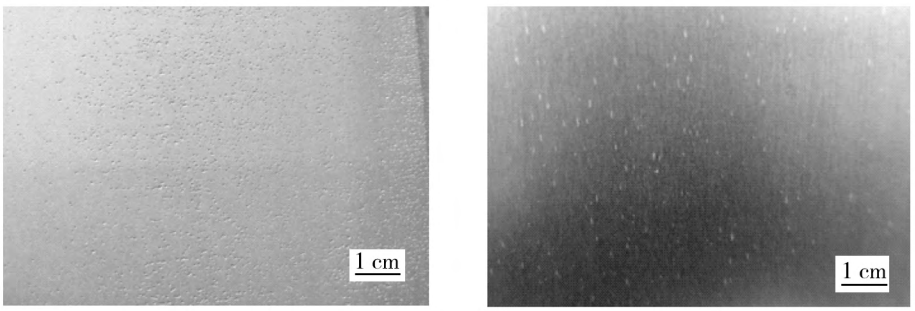
中国知网 https://www.cnki.net

集、细小、点针状白点缺陷，轻微的侧光可见，严重的甚至存在轻微手感；下工序无法消除，高表面要求的客户无法使用，为查明原因，避免造成批量质量问题，利用金相显微镜、扫描电镜和能谱对缺陷部位进行微观形貌和成分分析，结合现场生产实际对缺陷进行机理性分析和生产验证，最终找到了解决方案。

1　缺陷形貌及基体成分

1.1　形貌分析

对现场取的 3.0 mm 厚酸洗样和 0.7 mm 厚冷轧缺陷试样进行分析，宏观形貌如图 1 所示。



（a）3.0 mm厚酸洗后　　（b）0.7 mm厚轧制后

图 1　白点缺陷宏观形貌

该缺陷宏观形貌与热轧三次氧化铁皮形貌类似，三次氧化铁皮缺陷肉眼可见：黑褐色、小舟状、相对密集、细小、散沙状地分布在缺陷带钢表面，细摸有手感，酸洗后在带钢表面缺陷处留下深浅不一的针孔状小麻坑，它们在正常热轧带钢的表面上是看不见的[2]。

1.2　化学成分

利用火花直读光谱仪测定冷轧基料试样的化学成分，结果见表 1，钢中碳、锰、硫、磷、硅等元素质量分数均符合标准值。

表 1　SPCC 钢牌号的化学成分（质量分数）　　%

元素	C	Si	Mn	P	S	N	Al_t
缺陷样	0.02	0.018	0.24	0.011	0.013	0.005	0.045
内控标准	≤0.06	≤0.035	≤0.50	≤0.060	≤0.050	≤0.010	≤0.060

2　原因分析

2.1　金相形貌

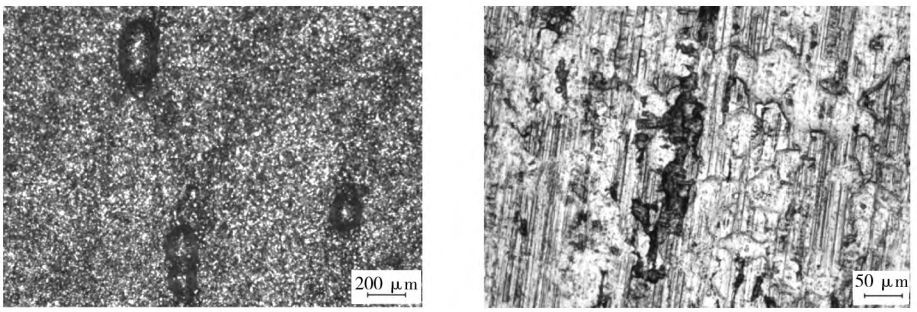
显微金相观察，图 2 中黑色（光学显微镜光线不足视野显示为黑色，肉眼观察缺陷处为白色点状）凹坑呈长条状，边部未发现线状划伤，可以排除冷轧润滑不足导致的热划伤，说明此缺陷为轧制前产生，经过轧制有轧向延展；图 3 中横截面及表面微观组织显示，热轧室温组织均为铁素体加少量碳化物，晶粒度均为 8 级，截面、表面晶粒大小均匀，无混晶现象，可以排除混晶造成的点状色差缺陷。

2.2　电镜和能谱检验

取表面凹坑密集分布的热轧酸洗后带钢，进行形貌及能谱分析如图 4、5 所示。

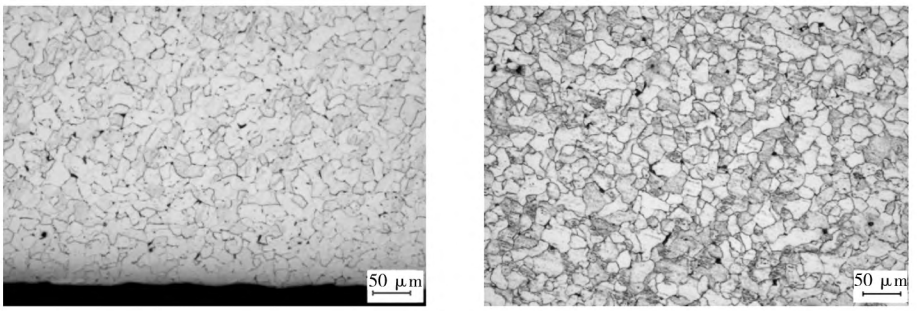
从图 4、图 5 扫描及能谱结果看，酸洗后和轧制后缺陷样检测均未发现 O、Cr 等元素，全部为 Fe 元素，认为热轧氧化铁皮已经酸洗干净，留下密集的针状凹坑缺陷；该缺陷经冷轧机轧制后变为密集白点缺陷（宏观表现为沿轧向拉长白点缺陷，实为短线状小凹坑），轧前轧后缺陷形貌有一定对应关系。

中国知网　https://www.cnki.net



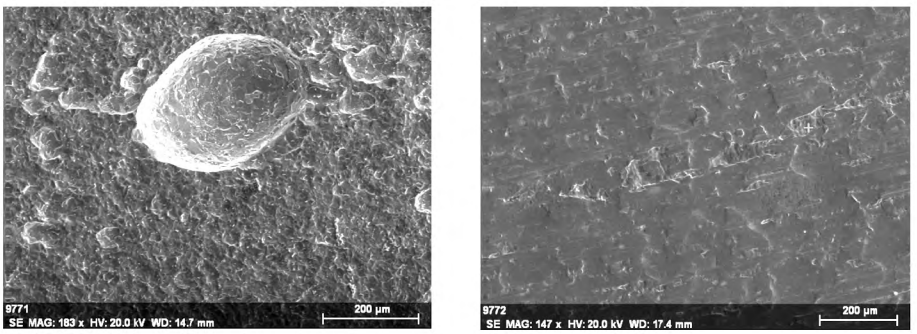
（a）3.0 mm厚酸洗后　　（b）0.7 mm厚轧制后

图2　白点缺陷金相形貌图



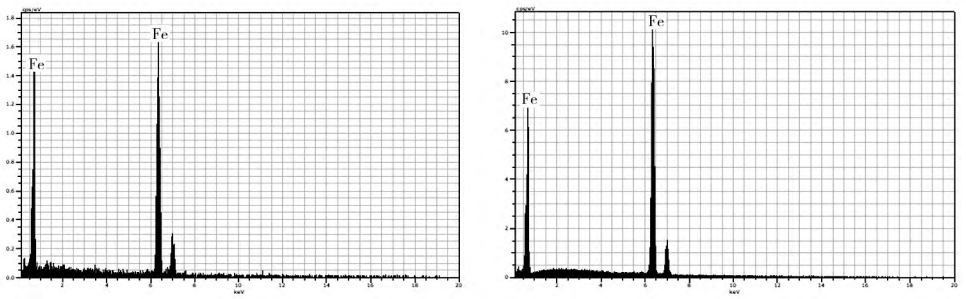
（a）截面晶粒度　　（b）表面晶粒度

图3　带钢表面微观组织



（a）酸洗后　　（b）轧制后

图4　缺陷处微观形貌对比



（a）酸洗后　　（b）轧制后

图5　缺陷处能谱对比

中国知网　https://www.cnki.net

2.3　生产试验

试生产期间，基于生产实际考虑，为避免机组断带等因素而影响调试进度，故在焊缝通过矫直机时，不投入延伸也是合情合理的。为了考察焊缝过拉矫机时，延伸的投入是否对白点缺陷有所改善，开展了如下实验。正常通板时（非焊缝前后），矫直机延伸率实际值约 1.0%，张力 135.3 kN，具体见表 2。

表 2　拉矫机延伸率试验

钢卷号	材质	入口厚度/mm	出口厚度/mm	过焊缝延伸率/%	结果
A	SPCC	4.0	0.9	0.80	无白点缺陷
B	SPCC	5.0	1.2	0.80	无白点缺陷
C	SPCC	5.0	1.5	0.80	无白点缺陷
D	SPCC	4.0	0.9	0.80	无白点缺陷
E	SPCC	5.0	1.2	1.00	无白点缺陷
F	SPCC	5.0	1.2	1.00	无白点缺陷
G	SPCC	5.0	1.2	1.00	无白点缺陷
H	SPCC	5.0	1.2	1.00	无白点缺陷

试验结果表明，过焊缝拉伸矫直机未投入时，观察轧机出口钢卷存在不同程度的白点斑状缺陷；过焊缝投入拉伸矫直机后，生产钢卷表面均未发现白点缺陷。

3　结果与讨论

热轧原料表面的氧化铁皮是热轧材的固有属性，相对冷轧的酸洗工艺来说，氧化铁皮的厚度、致密性和压入的深度，都直接影响到冷轧的酸洗质量和效率，同时也决定着酸洗板表面粗糙度的大小、酸洗坑的深度及其分布的均匀性，这是冷轧的酸洗工序无法改变的。白点形成的机理：热轧卷的头部（冷硬卷的尾部由于其工艺的特性所致，必然会导致带钢头部的氧化铁皮较厚（处于热轧卷的卷芯，散热效果差）；经各道次咬入时，受力最大，因此，其氧化铁皮的压入的深度最深；层流冷却的效果相对于热轧带钢中部来说要差。如果热轧卷头部的工艺（尤指层流冷却）控制不好，就会导致热轧卷头部的氧化铁皮过深、过厚。经冷轧酸洗后，表面就会呈现出大小不一、深浅不一和形状不一的酸洗坑。再经冷轧轧制后，不同深浅的酸洗坑就会拉长变形成为长短不一、色泽不一的白色斑点状缺陷。如果氧化铁皮压入过深，冷轧酸洗工艺难以洗掉，经冷轧轧制后，就会呈现出点状的褐色斑点。由此推断：此缺陷为热轧原料带来的缺陷，与冷轧工序无关。

冷轧酸洗线上拉矫机的作用就是通过对带钢拉伸、矫直，达到破鳞的效果，其目的就是使酸洗液更容易渗透到机体的内部，提高酸洗效率。由于带钢中部经过拉矫，破鳞较均匀，酸洗的化学反应也是均匀的。而未经拉矫的热轧带钢表面，带有热轧原有的氧化铁皮的特性，相对于带钢中部（经过破鳞）来说，酸洗的难度加大，其化学反应过程就是非均匀性的。一般情况下，过焊缝时，热轧原料酸洗机组要降速通过，以便洗尽氧化铁皮。带钢表面氧化铁皮的酸洗过程，是酸对氧化铁皮的清除及对钢基腐蚀的过程。这一过程的不均匀，就会导致酸洗后的带钢表面的不均匀，由此会带来经冷轧轧制后，在冷硬卷的表面形成不同色差，即白点缺陷。

4　结论

（1）冷硬卷尾部表面出现的白点缺陷为热轧氧化铁皮所致，与冷轧工序无关；过焊缝时加拉矫并降速，该缺陷可以消除或减轻。

（2）该缺陷与热轧原料头部的氧化铁皮压入较深、较重有关。酸洗过程是酸对钢基氧化铁皮腐蚀的过程，由此就会导致酸洗后的带钢表面呈现不均匀性，经冷轧轧制的拉长、变形后，在冷硬卷的表面形成不同色差，即：肉眼可见的白点缺陷。

（3）改善措施实施后，消除了白点缺陷，后工序产品可应用于制作汽车发罩外板、行李箱外板等外板件。

参　考　文　献

[1]　徐海卫，于洋，朱国森，等. 热轧薄板表面氧化铁皮类缺陷的形成机理与控制 [J]. 首钢技术，2011，(3)：38－41.

[2]　夏先平，何晓明，孙业中，等. 三次氧化铁皮缺陷的成因分析 [J]. 宝钢技术，2002，(4)：33－36.

中国知网　https://www.cnki.net