

HX260YD+Z 无锌花热镀锌带钢表面亮点缺陷分析及改进

王印周 张 宇 潘伟鹏 (邯鄯钢铁有限公司生产制造部, 河北 邯鄯 056015)

摘要: 本文针对 HX260YD+Z 无锌花热镀锌带钢表面亮点缺陷, 通过缺陷宏观形貌和微观结构检测, 分析亮点缺陷的产生原因, 总结改善亮点缺陷的方法。

关键词: 高强 IF 钢; 亮点; 宏观形貌; 微观结构

HX260YD+Z 无锌花热镀锌带钢属于高强 IF 钢, 主要用于制造复杂的汽车结构件, 对强度、韧性、表面质量等性能要求较高。邯宝冷轧厂 1# 镀锌线是一条设计年产能力 45 万 t 的连续热浸镀锌生产线, 产品规格为 0.4~2.5*1000~2000mm, 镀层为 GI 和 GA。该生产线采用美钢联法工艺, 由比利时 CMI 公司设计总包, 同时引进了日本 TMEIC 公司窄搭接焊机、比利时 DREVER 公司立式连续退火炉、比利时 INDUCTOTHERM 陶瓷感应加热锌锅、德国 FOEN 气刀、德国 SIEMENS/VAI 公司四辊光整机和两弯一矫拉矫机, 产品主要定位汽车用 GI 和 GA 镀锌板。

1 概述

2017 年 6 月份邯宝冷轧厂 1# 镀锌线生产高强 IF 钢 HX260YD+Z 时, 现场发现镀锌后钢板表面出现大量亮点缺陷, 技术中心、制造部和邯宝冷轧厂三方现场确认停止了该钢种的生产。缺陷表现现象见图 1。

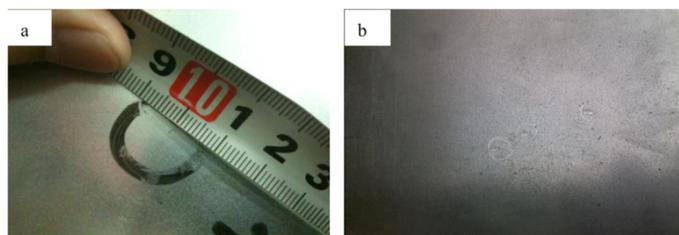


图 1 亮点缺陷表现现象

从图 1 可以看出有的亮点呈圆形, 有的呈长棒形。镀锌板上下表面均有亮点缺陷, 直径 200 μm~1mm, 密度 1~2 个/2m² 至 1 个/4cm²。从现场观察看出锌锅后即出现了该缺陷, 光整后该缺陷更加明显和密集。生产过渡卷时也发现了零星亮点缺陷, 但密度很小, 怀疑过渡卷为钝化不涂油, 而 HX260YD+Z 为涂油不钝化产品, 钝化后遮盖了亮点缺陷。怀疑该缺陷为光整压印缺陷, 随后立即组织更换光整机工作辊进行验证, 换辊后第一卷生产时亮点明显减少, 但随后增多。由此可见, 亮点缺陷并非由光整机造成。

2 亮点缺陷检测

2.1 锌层剥离前后表面宏观形貌

为确定亮点缺陷是否为基板缺陷造成, 对缺陷位置

锌层进行剥离对比, 发现亮点缺陷存在三种不同的宏观形貌。①如图 2 所示, 亮点缺陷位置锌层剥离前后, 缺陷位置基板无明显缺陷; ②如图 3 所示, 亮点缺陷位置锌层剥离前后, 缺陷位置基板发现凹坑和黑斑缺陷无明显缺陷; ③如图 4 所示, 亮点缺陷位置锌层剥离前后, 缺陷位置基板发现大量异物缺陷。

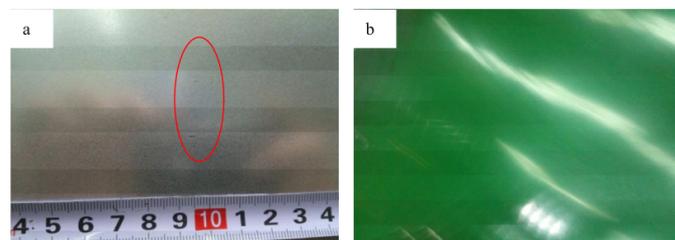
2.2 锌层剥离前表面显微形貌与能谱分析

图 5 为圆形亮点处表面形貌和正常部位、交界处、缺陷处能谱图, 从图中可以看出表面均为 Zn 和少量 Fe。

2.3 锌层剥离后表面显微形貌与能谱分析

图 6 为剥离锌层后表面形貌和正常部位、交界处、缺陷处能谱图, 显示含有为 Fe、Mn、Cl、O 等元素, 其中 Fe、Mn 为基板元素, Cl 为腐蚀液, 腐蚀后部分发生了氧化。

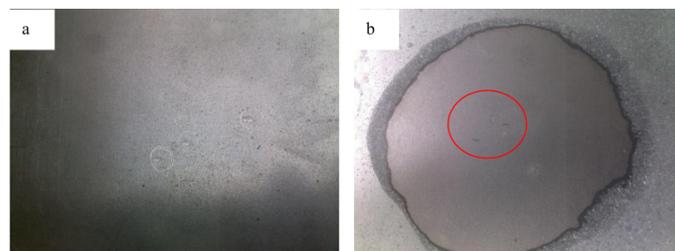
2.4 横截面形貌及成分分析



(a) 腐蚀前

(b) 腐蚀后

图 2



(a) 腐蚀前

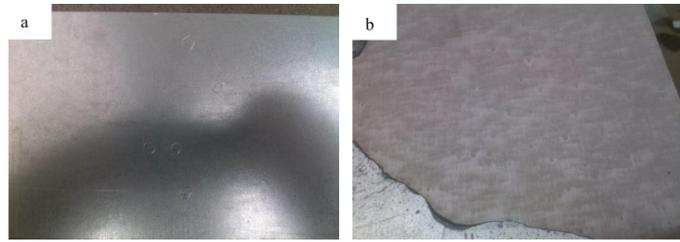
(b) 腐蚀后

图 3

挑选若干圆形亮点、棒形亮点等样品沿横截面方向切开, 在扫描电镜下观察横截面的基体和锌层状态。

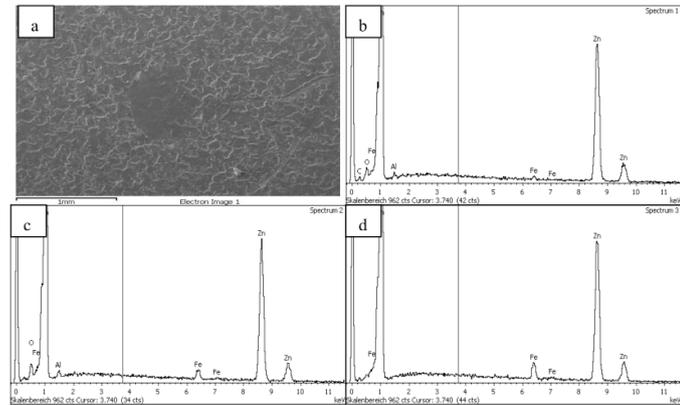
如图 7 所示, 光学显微镜下亮点缺陷部位锌层厚度

约 2~3 μm，正常部位 6~10 μm，且缺陷部位基体凹凸不平。为了检验缺陷部位附着性能，在亮点处做了若干 180° 弯曲试验，未发现锌层剥落现象，但从显微形貌分析，缺陷处附着力肯定不如正常部位好，制样时抛光可能对缺陷处锌层有所减薄。



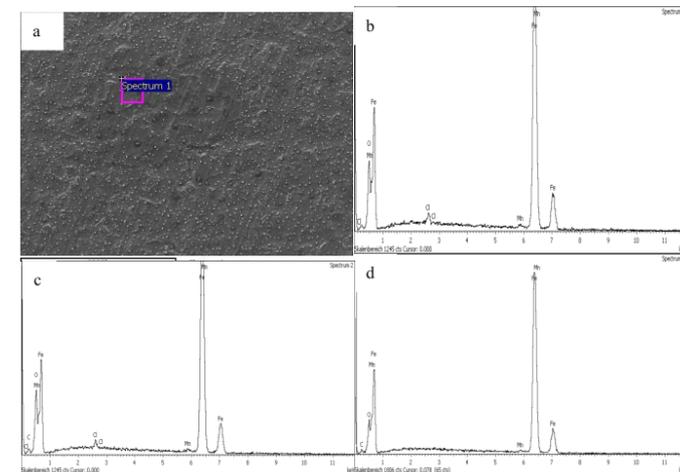
(a) 腐蚀前 (b) 腐蚀后

图 4



(a) 亮点处形貌；(b) 正常部位能谱
(c) 交界处能谱；(d) 亮点处能谱

图 5

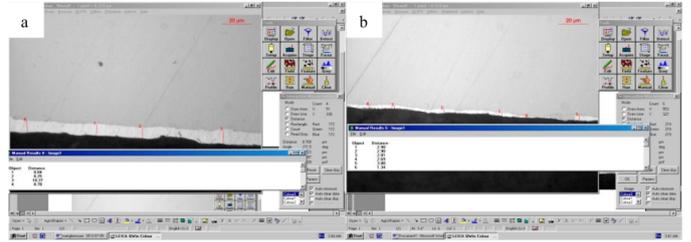


(a) 剥离后表面形貌；(b) 交界处能谱
(c) 亮点处能谱；(d) 正常部位能谱

图 6

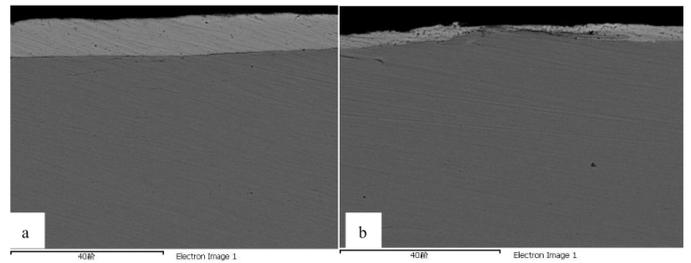
如图 8 所示，扫描电镜下亮点缺陷横截面的锌层厚度约 6~7 μm 左右，正常部位为 9 μm 左右，可见“亮

点”处锌层厚度与正常部位稍薄。亮点缺陷部位结构类似环形山或火山口，中间凹陷，中间有一圈环形突起。图中突起部位比正常部位高出 20 μm 左右，凹线区域长度在 120 μm 左右。由于切割界面不一定通过亮点直径，实际亮点缺陷尺寸更大。



(a) 正常部位 (b) 缺陷部位

图 7



(a) 正常部位 (b) 缺陷部位

图 8

3 检测结果分析

通过以上检测，可以确定 HX260YD+Z 亮点缺陷产生的原因不仅一种：镀锌前基板凹坑和啃伤，清洗不净是产生亮点缺陷的主要原因，锌层并不能遮盖住此类缺陷，相反锌粒的附着增长会使缺陷更加明显。其中 HX260YD+Z 高锰高磷的化学成分特点是不易清洗的原因之一。

亮点缺陷产生后，经光整机光整，会有部分颗粒附着在工作辊上，辊上的附着点再挤压正常部位锌层，致使亮点密度增大。

4 结论

①汽车板热轧、酸轧生产时保持产线平稳运行，避免造成基板表面出现凹坑和啃伤等缺陷；②镀锌基板应获得良好的表面清洁度，建立检测清洗效果制度，并根据检测结果调节清洗段参数，定期对清洗段储存罐进行底排；③同时应避免退火炉内赃物沾染到基板表面，定期对炉内衬板、耐材和炉辊的润滑油脂进行检查、更换、固定和清洁；④及时更换光整机工作辊，保证在线辊系清洗循环系统正常投用。

参考文献：

[1] 李婧, 赵德文等. 结构用 Q420E 高强度厚板控轧控冷工艺研究 [J]. 轧钢, 2008, 25(6): 35-41.