

盘条线缝缺陷产生机理分析

严峰 张道富 赵松林

(江苏德龙镍业有限公司 江苏 盐城 224600)

摘要: 对盘条酸洗后表面出现线缝情况进行分析, 通过酸洗表面和金相分析, 查找产生问题的具体原因, 确定为线缝问题是由热轧盘条生产过程中划伤导致, 并对产生的原因提出相应的改善建议。

关键词: 盘条; 线性缺陷; 划伤; 线缝

0 引言

304 (06Cr19Ni10) 不锈钢盘条是奥氏体不锈钢, 作为300系不锈钢使用最广, 是食品行业设备、普通化学设备、原子能工业用材。不锈钢盘条主要用于制作标准件、不锈钢丝、弹簧、螺杆和不锈钢钢丝绳等产品, 因此要求盘条不仅要有良好的物理性能, 对盘条表面也有较高的质量要求。

在实际生产过程中, 304 热轧盘条酸洗后, 盘条表面沿轧制方向存在平直或弯曲的细线, 常呈直线型或锯齿型, 部分通长、局部或断续分布, 简称为“线缝”, 其缺陷形貌如图1所示。本文对酸洗后盘条表面出现线性缺陷进行对比和分析, 对生产过程可能造成线缝的环节进行排查, 利用科学的实验分析方法, 确定了304 热轧盘条线缝的形成原因, 并采取有效的控制手段, 以改善质量问题, 达到用户的要求。



图1 304 不锈钢盘条酸洗表面缺陷: 线缝宏观形态

1 生产工艺流程

盘条酸洗工艺流程: 上料→硫酸浸泡→清水浸泡→混酸浸泡→高压冲洗→打包→入库。

对酸洗设备及工艺流程进行检验, 酸洗槽内没有可以产生线性缺陷的设备。进一步通过对线缝缺陷位置的打磨, 发现其具有一定的深度, 因此判断此类缺陷并非由于酸洗所造成, 而是在热轧盘条生产过程中导致。

热轧盘条工艺流程: 钢坯→加热炉→粗轧机组→液压剪→一中轧机组→1#飞剪→二中轧机组→2#飞剪→预精轧机组→3#飞剪→精轧机组→吐丝机→散热辊道→集卷站→P/F线→打包机。

2 缺陷分析

2.1 国标定义

根据国标对盘条表面缺陷的描述, 符合线缝的描述共有三种缺陷: 裂纹、折叠、划痕。

裂纹: 裂纹主要是沿轧制方向出现在棒材、盘条表面上的线形开裂, 多为直线形, 也有的呈“Y”字型, 有时没有明显的缝隙, 分布无固定部位, 有的是通长出现。在棒材和盘条表面也会出现横向裂纹, 呈曲线或锯齿形、鱼鳞状等。在棒材、盘条横截面上, 裂纹有尖锐的根部, 高倍检验其周围常有严重的脱碳现象。

折叠: 折叠是钢材表面沿长度方向出现的金属重叠现象, 常呈现直线形, 也有的呈曲线形或锯齿形, 有的通长, 也有的局部或断续分布。折叠对某种产品常有固定的部位, 有明显的规律性, 其根部与金属体相连接, 缝隙与钢材表面倾斜一定角度。

划痕(刮伤、擦伤): 划痕是棒材、盘条在热轧和输送过程中, 被设备、工具尖棱刮成的沟痕, 其深度不等, 可见沟底, 一般有棱角, 常呈现直线形, 也有的呈曲线形, 单条或多条, 通长或局部分布在棒材、盘条表面上, 包括划伤、刮伤、划道、擦伤等。

2.2 缺陷对比

对三种缺陷微观形态, 与线缝缺陷微观形态进行对比分析。

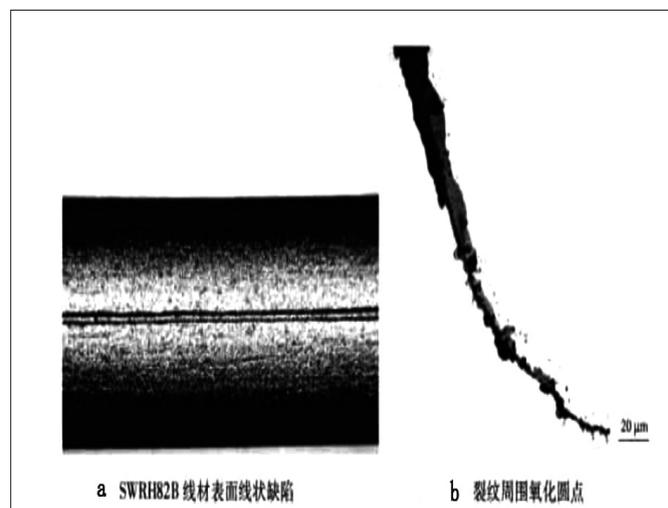


图2 裂纹

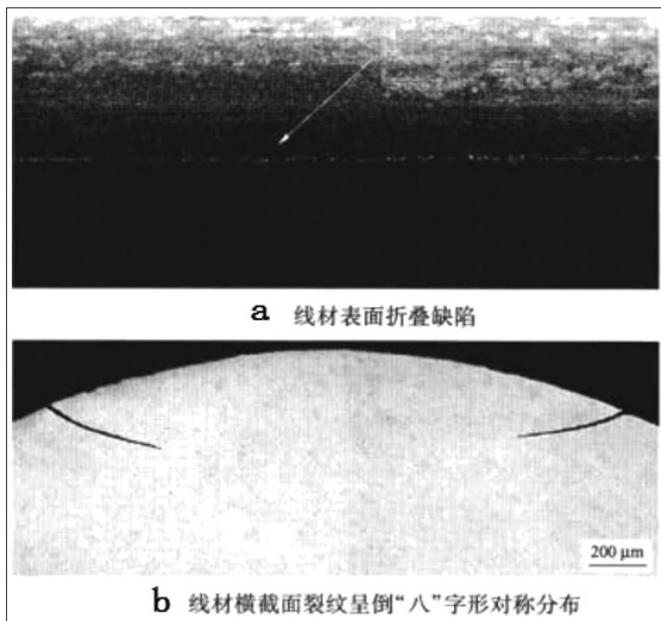


图3 折叠

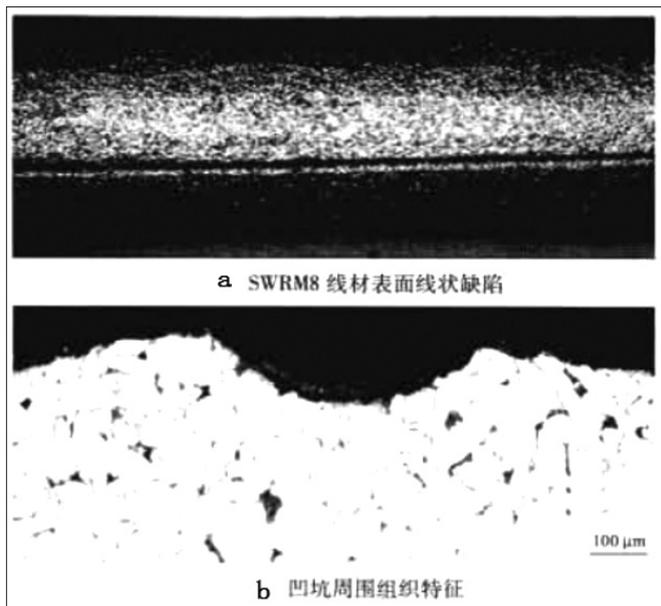


图4 划伤

盘条表面线状缺陷呈裂纹形态向内延伸，表面附近有严重的氧化脱碳，这样重度的氧化与脱碳只能在加热炉内的环境条件下发生，说明该缺陷来源于连铸坯表面纵裂纹（如图2所示）。

缺陷在线材横截面上呈倒“八”字形裂纹对称分布，这是线材上的耳子在后续道次轧制中被压而形成的折叠缺陷（如图3所示）。

线材表面线状缺陷底部圆滑，周围无氧化脱碳和流变特征，说明缺陷是热轧过程奥氏体相变之前中产生的热划伤（如图4所示）。

线缝缺陷位置呈现凹坑形态，深度 $143.3\mu\text{m}$ ，凹坑底部较钝，周围组织与正常部位相同，无夹杂。（如图5所示）。

根据裂纹的描述，线缝位置的形态并非为裂纹向内延

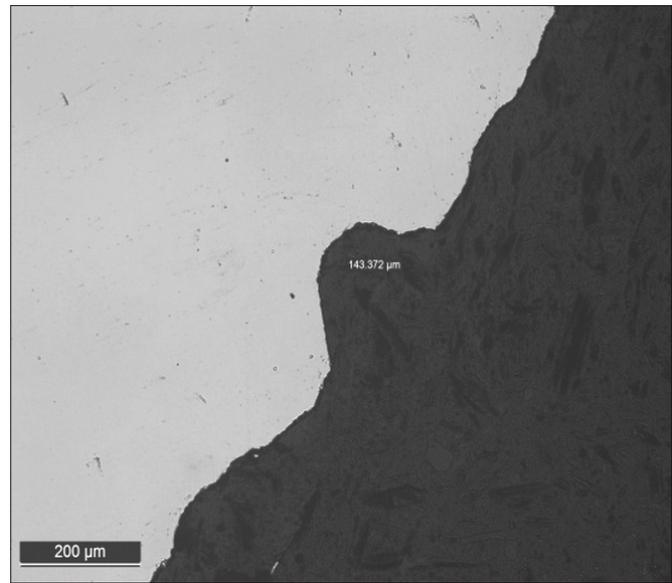


图5 线缝横截面微观形貌

伸，因此线缝不是裂纹。而折叠横截面状态为呈倒“八”字形裂纹，裂纹根部与金属基体相连接，缝隙与线材表面倾斜呈一定的角度，所以线缝也不是折叠。线缝横截面微观形貌与划伤一致，都为凹坑形态可见沟底，因此判断线缝缺陷是由于轧制过程中划伤导致。有关研究表明：划伤是由于线材被尖锐的物体划过，导致表面像沟一样沿着纵向延伸，一般呈直线状、深浅程度不定、断续或连续的分布在盘条表面的划痕，与盘条表面垂直的“u”形缺陷，该类缺陷低倍下观察划伤的底部是圆滑的，高倍下观察划伤的底部也是圆滑的，盘条表面酸洗观察主要表现为通长（或者局部较长）单道或者多道密集黑线。由此，更进一步确定了线缝是热轧过程中划伤导致。

3 原因分析

划痕主要是成品通过设备时带有故障，比如水冷箱、夹送辊、吐丝机、散卷输送线，集卷器及打捆机等造成。根据线缝的微观形态发现，划伤的底部较为圆滑，缺陷呈现开口状态，所以划伤是轧制后产生。因此判断为K1精轧机成品辊以后产生，进而明确了排查方向。

3.1 导槽

K1精轧机成品辊以后首先通过导槽，通过检查发现，部分导槽在轧制过程中磨损非常严重，存在严重跑偏现象。这就导致盘条在高速轧制过程中，表面会与导槽剧烈摩擦，从而导致表面划伤的产生。（如图6所示）

3.2 水箱

在出口段前水箱检查中，也发现了严重的划伤现象，水箱内盘条与导槽头尾空隙处，发现有大量的细丝。（如图7所示）

3.3 导卫

对夹送辊吐丝机检查过程中发现，在夹送辊与吐丝机之间的吐丝机导卫处，发现盘条在过钢的时候，与导卫发生了剧烈碰撞，表现为冒火花现象。



图6 导槽

4 后续改进措施

了解线缝产生的原因后,结合高速线材生产特性和设备状态,可采取以下管控措施方法:一是加强对导槽、导卫水箱的检查 and 清理,设备磨损严重时,应及时进行更换;二是在轧制过程中,采取合适的轧制张力,防止吐丝机导卫处发生打火花现象;三是生产发现产品表面出现划伤缺陷时,需及时排查设备情况,确保盘条表面质量情况。

5 结语

综上所述分析得出,盘条线缝缺陷是由于轧制过程中划伤导致,进行酸洗后表现为全长(或者局部比较长)单条或者多条密集的黑线。轧制过程中产生的划伤是盘条线缝缺陷产生的主要原因,酸洗时划伤内的氧化铁皮未清洗干净是表现形式。通过加强对导槽、导卫、水箱等对与盘条接触的



图7 水箱内部

设备进行检查,可有效提升热轧盘条表面质量,减少盘条划伤及线缝问题的产生。

参考文献:

- [1] 中国钢铁工业协会 .GB/T 4356-2016 不锈钢盘条 [S].2016:13.
- [2] 中国钢铁工业协会 .GB/T 28300-2012 热轧棒材和盘条表面质量等级交货技术条件 [S].2012:7-8.
- [3] 龚桂仙,陈士华.钢铁产品缺陷与失效实例分析图谱 [M].北京:冶金工业出版社,2012:136-144.
- [4] 徐杰,田海涛,孙学伟.冷锻钢盘条线性缺陷分析及控制 [J].河南冶金 2016(8):21.
- [5] 袁志学,杨林浩.高速线材生产 [M].北京:冶金工业出版社,2020(7):205.