

热轧低碳钢边部翘皮产生原因分析

王铭哲, 刘少峰

(内蒙古包钢钢联股份有限公司销售分公司, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 在 2 250 mm 热连轧带钢生产过程中, 低碳钢会出现大量的边部翘皮缺陷, 为了减少或避免翘皮缺陷的发生, 从翘皮的形态、翘皮产生与粗轧机立辊侧压量的关系、板坯的在炉时间、出炉温度以及板坯成分的 Mn/S 比控制进行缺陷产生原因的分析, 并制定了相应的解决措施, 从而降低了翘皮缺陷的发生率。

关键词: 翘皮; 辊侧压量; 在炉时间; Mn/S 比

中图分类号: TG333.7⁺¹

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)01-0057-04

Cause Analysis on Warp at Edge of Hot Rolled Low Carbon Steel

Wang Ming-zhe, Liu Shao-feng

(Sales Branch Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: In the production process of 2 250 mm hot continuous rolling band steel, there would be a large number of warp defects at edge of low carbon steel. In order to reduce or avoid the occurrence of warp defect, its causes are analyzed from its morphology, the relation between generation of warp and edging draught of vertical roll of roughing mill, time in furnace and tapping temperature of slab as well as control of Mn/S for composition of slab. Finally, the corresponding countermeasures are formulated so that the occurrence rate of warp defect is reduced.

Key words: warp; edging draught of roll; time in furnace; Mn/S

热轧或冷轧钢板的表面缺陷是影响钢板质量的一个重要指标, 这些表面缺陷主要包括翘皮、裂纹等, 连铸坯在轧制过程中经常会出现这些缺陷, 从而影响产品的成材率。特别是在低碳钢轧制时, 近几年翘皮缺陷出现的数量明显增多, 给企业生产造成严重的损失。本文结合生产现场的实际情况及对试验数据的分析发现, 翘皮缺陷与板坯的 Mn/S 比控制、轧制时立辊的侧压量、板坯的在炉时间以及出炉温度有很大的关系。

1 低碳钢边部翘皮缺陷形态描述

在热连轧带钢生产过程中, 低碳钢 SPHC 极易在边部出现翘皮缺陷, 此缺陷的频繁发生不但会严重影响钢材成品的合格率、产品的外观, 而且对材料的性能有很大的影响, 严重时会导致材料失效, 影响产品质量。典型的翘皮缺陷主要在钢板上表面沿轧制方向呈条状分布, 大小不一, 呈现为一端翘起脱离基体, 另一端与钢板基体紧密相连。这种缺陷一般发生在距边部 10 mm 处, 沿轧制方向平行于板卷边

部,长度不等,有时断续出现。该缺陷有 2 种类型,一种是敞口缺陷,带有缺陷的 SPHC 热轧板卷经酸洗后,在酸洗板的下表面沿轧制方向呈敞口线条状^[1],如图 1 所示。另一种是闭口缺陷,对原板酸洗后检查,未发现明显缺陷,但是在冷轧第 3—5 道次后开始出现线状缺陷,如图 2 所示。

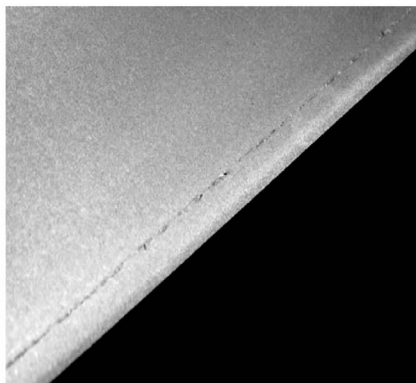


图 1 敞口缺陷

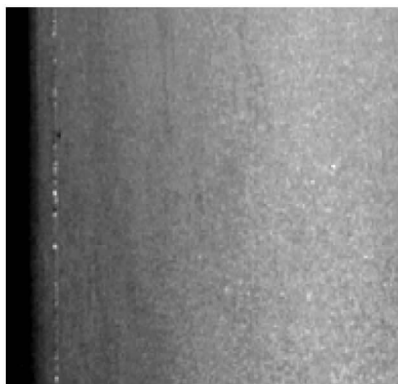


图 2 闭口缺陷

2 影响因素

低碳钢的边部缺陷是带钢表面产生翘皮缺陷的主要原因。图 3 为粗轧完成后中间坯边部状态图,中间坯进入 F1 轧制后侧边在带钢宽展过程中出现“翻边”^[2],使得边部缺陷延伸到带钢的表面边部,并折叠压入带钢的基体^[3],F1 轧制完成后板坯的边部状态如图 4 所示。随着钢带进入 F2 轧机后,在轧制过程中“翻边”部分被压入带身边部,最终形成翘皮缺陷,F2 轧制完成后板坯的边部状态如图 5 所示。

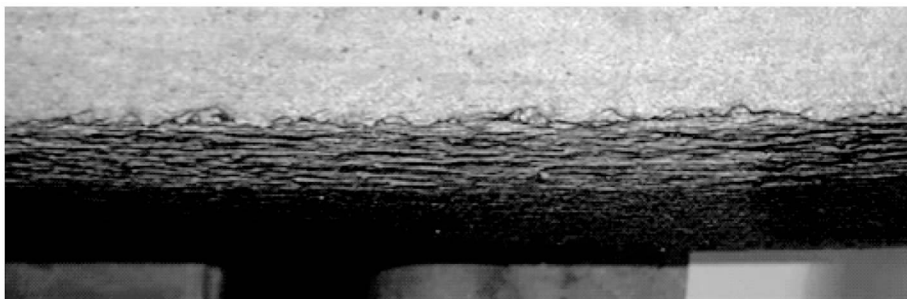


图 3 粗轧完成后中间坯边部状态图

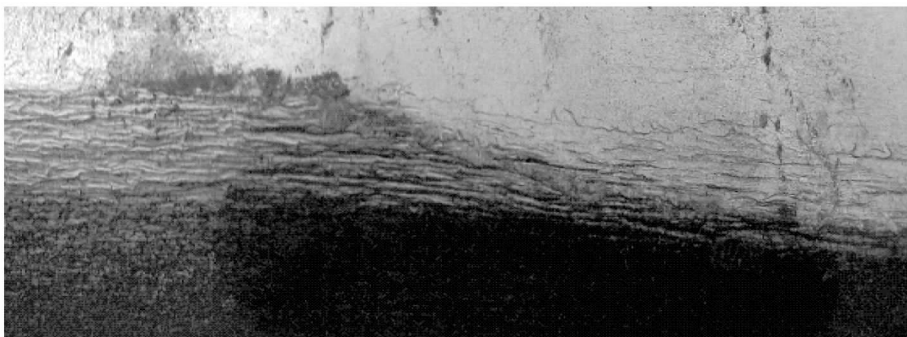


图 4 F1 轧制完成后板坯的边部状态图

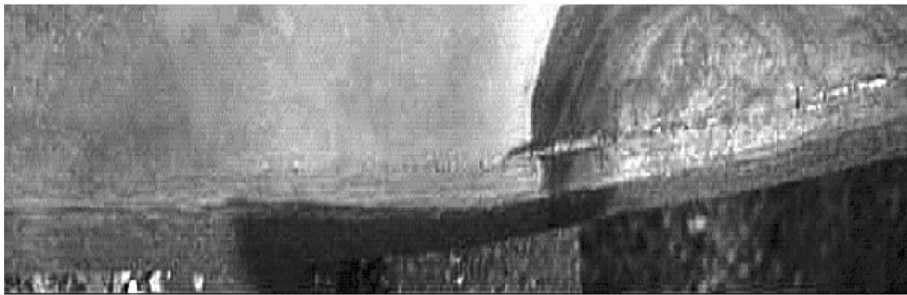


图 5 F2 轧制完成后板坯的边部状态图

2.1 粗轧机立辊侧压量的影响

热轧过程中,立辊侧压量对带钢边部翘皮有严重影响^[4]。当使用立辊进行调宽时,宽度调节量远小于板坯宽度,如果变形不能全部传递到板坯的中间位置,就会形成边部偏厚的“狗骨头”形状,粗轧中间坯边部产生凸起,凸起部位在冷却水的冲击下温度降低,进入低塑性区,在随后的轧制过程中发生局部撕裂,表现为线性翘皮^[5]。调宽量较大时缺陷发生率比较低,主要原因是调宽量较大时,变形可进一步地传递到板坯的中间位置,可以降低边部凸起量。现场通过对 55 块中间坯不同立辊压下量进行测试,不同侧压量与缺陷发生率关系见表 1。

表 1 不同侧压量与缺陷发生率统计表

序号	项目	轧制块数	缺陷块数	发生率/%
1	等宽轧制试验	21	21	100
2	立辊压下量 50 mm 试验	10	4	40
3	立辊压下量 150 mm 试验	24	4	16.7

2.2 板坯的在炉时间、出炉温度的影响

板坯的加热制度对控制轧制制度以及钢板的组织性能有非常重要的影响。依据金属热塑性加工特点,如果轧制过程中边部温度过低,就会导致边部提前发生相变,进而边部塑性降低,一旦变形量超出其塑性极限,就会形成边部裂纹,这种裂纹会在随后的轧制变形过程中形成翘皮。提高轧制温度虽然可以提高板坯塑性,降低轧制力,减少边部翘皮的产生,但是过高的温度会增加加热炉的负担,浪费燃料,增加烧损,还会影响带钢的机械性能。如果加热温度过高或者保温时间过长,有可能造成过热、过烧等加热缺陷,极大的影响产品质量。因此制定合适的温度是提高产品质量的一个重要方法^[6]。现场通过

设定不同的在炉时间、加热温度对板坯进行轧制,发生的缺陷情况见表 2、表 3。

表 2 不同在炉时间与缺陷发生率关系统计表

在炉时间/min	实际钢卷数	缺陷发生数	发生率/%
≤150	288	20	6.94
150~200	2 828	171	6.05
200~250	631	34	5.39
250~300	111	10	9.01
300~350	21	1	4.76
350~400	74	26	35.14

表 3 不同出炉温度与缺陷发生率关系统计表

出炉温度范围/℃	实际钢卷数	缺陷发生数	发生率/%
≤1 250	3 023	2	0.07
1 250~1 260	432	35	8.10
1 260~1 270	319	128	40.13
1 270~1 280	160	83	51.88
1 280~1 290	45	15	33.33

2.3 板坯的化学成分对边部缺陷的影响

板坯的 Mn/S 比低是造成边部缺陷的一个主要原因。硫是一种有害元素,它在钢中以 FeS 和 MnS 的形态存在。当板坯中 Mn 的含量较低、S 的含量较高,即 Mn/S 比较低时,低碳钢在边角部的 MnS 富集并在晶界析出,如图 6 所示。特别是随着板坯温度的降低,晶界处会出现裂纹。粗轧机轧制以后的中间坯边部温度一般为 900~1 000 ℃,此时中间坯进入精轧机轧制后边部更容易产生撕裂,使板坯边部的侧面呈现粗糙状态,造成边部缺陷。

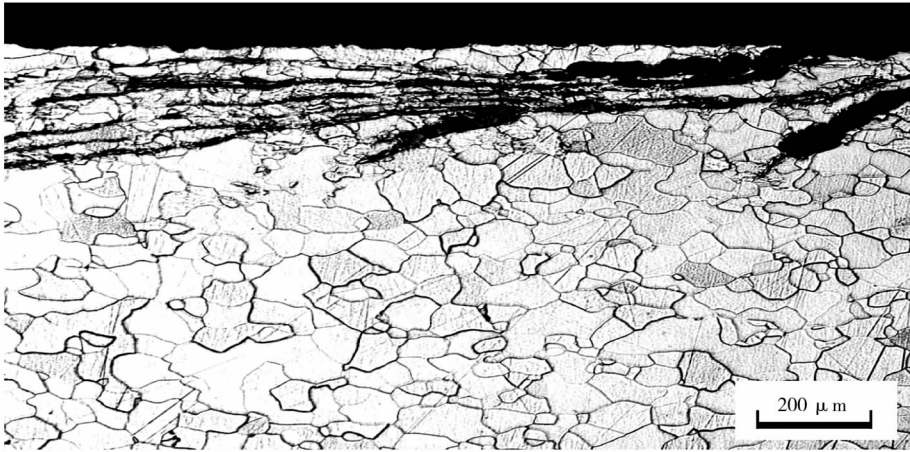


图 6 低碳钢在边角部的 MnS 析出

图 7 为 Mn/S 比与缺陷发生率统计图。

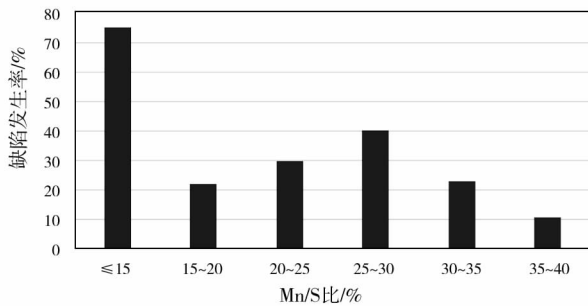


图 7 Mn/S 比与缺陷发生率统计图

- (1) 当 Mn/S 比 $\leq 15\%$ 时, 缺陷率为 75% ;
- (2) 当 Mn/S 比为 15% ~ 20% 时, 缺陷率为 22% ;
- (3) 当 Mn/S 比为 20% ~ 25% 时, 缺陷率为 30% ;
- (4) 当 Mn/S 比为 25% ~ 30% 时, 缺陷率为 40% ;
- (5) 当 Mn/S 比为 30% ~ 35% 时, 缺陷率为 23% ;
- (6) 当 Mn/S 比为 35% ~ 40% 时, 缺陷率为 11% 。

3 控制措施

(1) 现场通过对 55 块中间坯进行不同立辊压下量的测试可以看出, 加大立辊的减宽量, 板坯边部的变形可进一步地传递到板坯的中间位置。降低边部凸起量可以使板坯边部的表面粗糙缺陷得到较大改善, 翘皮缺陷出现的几率明显减低。

(2) 通过统计可以看出, 板坯的加热温度要控制在一定的范围内, 在保证边部温度的前提下不易过高, 板坯的加热时间也不宜过长, 否则会使奥氏体晶粒粗大, 导致带钢性能降低。板坯的在炉时间越长, 出现缺陷的几率越大; 板坯的在炉时间越短, 出现缺陷的几率就越小。考虑到板坯的在炉时间、出炉温度对后续轧机轧制的影响, 将板坯的在炉时间控制在 250 ~ 300 min, 出炉温度不高于 1 260 $^{\circ}\text{C}$, 可以明显地改善边部表面质量。提高边部的表面光滑度, 翘皮缺陷发生情况明显减少。

(3) 提高板坯的 Mn/S 比, 可以有效地避免板坯在温度降低时边部裂纹, 从而减少了中间坯进入精轧机时边部出现撕裂状况, 可以明显改善板坯的边部缺陷。

4 结论

(1) 通过优化粗轧立辊的负荷分配模型, 严格执行合理的侧压量, 增加中间坯的立辊减宽量, 精轧后边部表面质量得到了明显的提高。

(2) 设定合理的在炉时间、加热温度, 特别是降低出炉温度, 翘皮缺陷发生率存在明显的下降趋势, 板坯在炉时间短、出炉温度在 1 200 $^{\circ}\text{C}$ 以下时缺陷明显减少。考虑到板坯的在炉时间、出炉温度对后续轧机轧制的影响, 将板坯的在炉时间控制在 250 ~ 300 min, 出炉温度不高于 1 260 $^{\circ}\text{C}$, 可以明显的改善边部质量。

(3) 锰和硫的亲合力较大, 生成的高熔点 MnS 可取代 FeS, 这种取代随着钢中 Mn/S 比的增大而增

(下转第 93 页)

表1 人机判罚结果

时间	验收总 车数	人工验质结果/车		智能验质系统验质结果/车		人机验质 符合数/车	识别率 /%
		中型	重型	中型	重型		
10月1日	18	18		17	1	17	94.40
10月2日	20	20		20		20	100.00
10月3日	25	25		23	2	23	92.00
10月4日	25	25		22	3	22	88.00
10月5日	11	11		8	3	8	72.70
10月6日	10	10		10		10	100.00
10月7日	16	16		16		16	100.00
10月8日	17	17		17		17	100.00
10月9日	13	10	3	12	1车未判	9	69.20
10月10日	7	7		6	1	6	85.70
10月11日	9	9		9		9	100.00
10月12日	20	19	1	20		19	95.00
10月13日	19	19		19		19	100.00
合计	210					195	

3.3.2 报表及历史数据

在废钢大厅内,有权限的人员可以通过操作站进行历史数据查询与报表导出。系统提供丰富的数据报表分析功能,操作人员可以自定义时间进行查询与分析,为废钢管理提供有力的数据支撑。

4 结论

(1)该系统上线后运行平稳,废钢验质识别率达到 92.86%,单车最高识别率 100%,形成了以智能判级系统为主,人员辅助监管的新模式,使车辆在卸料过程中,全程图像抓拍,方便日后质量追溯,真实还原当时卸料、验质全过程。

(2)实现了除打包压块以外的所有散料废钢的

识别、等级判定、扣杂及违禁品报警等功能,并与计量系统、ERP 系统相互稳定交换数据,自动生成验质报告、质量分析等。

参 考 文 献

- [1] 董小虎. 基于卷积神经网络的图像目标检测技术研究[D]. 长沙:国防科技大学,2018.
- [2] 关煜. 基于深度学习的图像降噪研究[D]. 兰州:西北师范大学,2021.
- [3] 薛海燕. 基于计算机网络技术的远程监控系统应用研究[J]. 电子测试, 2020, (6): 84-85.

(上接第 60 页)

加。因此,为减少裂纹,保证铸坯质量,尽量消除 FeS 共晶体的影响,通常规定钢中 Mn/S 比应在 35%~40%之间。

参 考 文 献

- [1] 朱敏. 热轧带钢边部翘皮缺陷的成因调查研究[J]. 中国科技博览,2017,(25):38-39.
- [2] 武彩虹,韩静涛,刘靖,等. 热轧带钢边部“翘皮”分析[J]. 轧钢,2005,12(6):3-5.
- [3] 王国栋,朱鲁玲,张作贵,等. 热轧钢板表面翘

皮缺陷分析[J]. 物理测试,2009,27(1):46-47.

- [4] 白瑞国,张俊粉,田海平,等. 热轧卷板表面“翘皮”的研究[J]. 中国冶金,2013,23(3):9-11.
- [5] 徐海卫,于洋,李飞,等. IF 钢热轧薄板边部翘皮缺陷的产生原因及机制[J]. 钢铁,2012,47(9):53-56.
- [6] 吴进,徐在新. 热轧带钢边部起皮缺陷影响因素分析[J]. 钢铁研究,2012,40(20):56-58.