

热轧薄板表面氧化铁皮类缺陷的形成机理与控制

徐海卫, 李飞, 王全礼

(首钢技术研究院)

胡志远, 李金宝, 李瑞, 安冬阳

(首钢迁钢公司)

摘 要 针对供冷轧用热轧薄板表面出现的氧化铁皮麻点表面缺陷,介绍了氧化铁皮压入与氧化铁皮麻点形成的机理,并分析了该缺陷的成因,结合首钢迁钢 2160 热轧线实际生产经验,提出了预防和减少该缺陷的措施。

关键词 热轧薄板;表面缺陷;氧化铁皮麻点;预防措施

Analysis of Causes of Scale Mark Formation on the Surface of Hot Rolled Thin Strip

Xu Haiwei, Li Fei, Wang Quanli

(Shougang Research Institute of Technology)

Hu Zhiyuan, Li Jinbao, Li Rui, An Dongyang

(Shougang Qian'an Steel Company)

Abstract In this paper, the mechanisms of formation of rolled-in scale and scale mark are analyzed which are the major surface defects of continuous hot rolled strip used for cold rolling. Based on the production experience on 2160 mm hot strip rolling mill at Shougang Qian'an steel, the methods of preventing them have been analyzed in theory and proved in practice, and they are useful for improving the surface quality of hot rolled strip.

Key words hot rolled strip; surface defect; scale mark; preventing methods

1 概述

近些年来,随着冷轧汽车板、家电板的进一步开发,其产量不断提高,对带钢表面质量高要求尤为突出。对于高等级的 O5 板,不仅要求带钢表面氧化铁皮必须能酸洗除净,而且要求表面光洁、均匀性好。影响热轧带钢表面质量的主要因素有结疤、翘皮、夹杂、划伤、辊印,氧化铁皮压入与麻点等。其中氧化铁皮类表面缺陷是最重要的一个方面,影响因素复杂而难以控制。多年来,国内外一直在研究其形成机理,探索其控制措施^[1]。

首钢迁钢为了使其供冷轧用热轧产品实物达到 O5 板水平,在提高热轧带钢尺寸与板形精度的同时,在改善带钢表面质量方面进行了长期的探索,尤其在氧化铁皮压入以及氧化铁皮麻点表面缺陷的控制方面积累了一定的经验。

2 氧化铁皮压入与氧化铁皮麻点的形貌

氧化铁皮类表面缺陷主要有氧化铁皮压入以及氧化铁皮麻点,其典型形貌如图 1 所示。由于形成的机

理不同,氧化铁皮压入与氧化铁皮麻点是两种截然不同的氧化铁皮类表面缺陷。氧化铁皮压入是由于带钢表面较为粗大的氧化铁皮压入带钢所致,是由于除鳞不彻底引起的。氧化铁皮麻点则是由于精轧机组前几机架工作辊表面氧化膜剥落、粗糙,引起三次氧化铁皮破碎形成,其形成机理和影响因素较复杂。

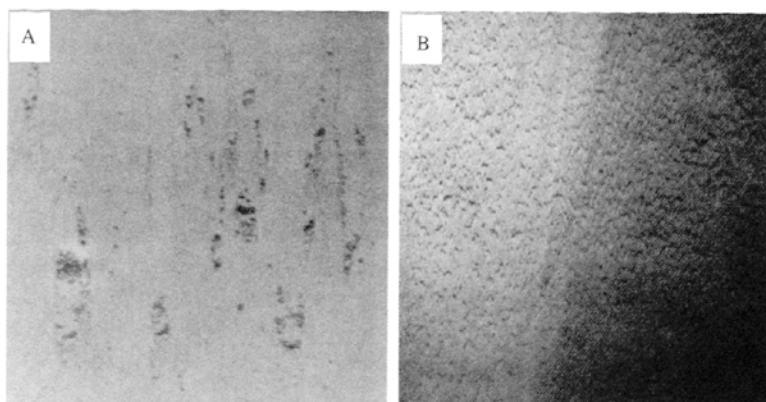


图1 典型氧化铁皮压入与氧化铁皮麻点表面形貌

A:氧化铁皮压入 B:氧化铁皮麻点

3 氧化铁皮压入的形成、影响因素与控制措施

3.1 氧化铁皮压入的形成机理

在热轧带钢的生产过程中,从板坯加热至卷取,在带钢或板坯表面会形成四种典型的氧化铁皮:①炉内生成的初生氧化铁皮;②在粗轧机组和中间辊道上生成的二次氧化铁皮;③在精轧机组生成的三次氧化铁皮;④轧后生成的四次氧化铁皮。

氧化铁皮压入一方面与初生氧化铁皮或二次氧化铁皮厚度、粘附性有关,如果部分除鳞水嘴角度不正确、堵塞或严重磨损,则会引起带钢长度方向的条状氧化铁皮压入。此外,即便是氧化铁皮已经剥离带钢(或板坯)基体,但如果吹扫不净,也会在随后的轧制过程中压入带钢表面。这种氧化铁皮在后续道次中会在轧制中连续碾压,与基体结合更强。

3.2 氧化铁皮压入的影响因素

初生氧化铁皮一般为0.8mm—7mm,与板坯基体的结合力主要与板坯在炉时间、空燃比和出炉温度有关,而这就决定了初生氧化铁皮的厚度以及氧化铁皮中疏松层和致密层构成比例,氧化铁皮较薄且致密层比例较高时,除鳞时更易被除鳞水铲除。

板坯出炉温度较高时,相应粗轧机组温度较高,氧化速度较快,易形成较厚的二次氧化铁皮,这也会加大在精轧前的除鳞难度。

此外,若轧线除鳞水压力过低或除鳞水嘴角度不正确、堵塞或严重磨损,则难以清除一次或二次氧化铁皮,从而形成一次或二次氧化铁皮压入。

3.3 氧化铁皮压入的控制措施

对于轧制温度较高且较薄规格的钢种,首先,应提前采取措施,适当降低空燃比,尽量缩短在炉时间,降低出炉温度;其次,通过粗轧区除鳞水、道次与负荷的分配,将粗轧出口温度尽量控制在990—1010℃之间。因为,入精轧温度过低不利于精轧轧制,过高则易形成过厚的二次氧化铁皮,不利于保证除鳞效果,同时也会引起精轧期间温度过高形成过厚的三次氧化铁皮,而这也是引起氧化铁皮麻点的隐患。再次,对于整个轧线的除鳞水系统,必须保证喷嘴角度正确、无堵塞或严重磨损的现象。

4 氧化铁皮麻点形成、影响因素与控制措施

4.1 氧化铁皮麻点形成机理

在带钢精轧过程中,工作辊受到三类疲劳作用。其一,精轧工作辊与支撑辊接触,形成接触疲劳;其二,精轧工作辊与带钢表面接触,由于有轧向的前后滑动,形成摩擦磨损;其三,由于轧辊表面与带钢表面的温差,轧辊表面受到反复的冷热交变作用,形成热疲劳。这三种疲劳作用,使得工作辊表面逐渐粗糙,在与带钢表面接触时,若带钢表面氧化铁皮较厚,将会使三次氧化铁皮破碎,并在随后的轧制中碾压,形成这种细小的氧化铁皮压入,即氧化铁皮细孔或氧化铁皮麻点。当然,如果精轧过程中,带钢表面氧化铁皮较薄,这种氧化铁皮麻点出现的几率也会降低,而仅仅表现为表面粗糙。

4.2 带钢表面氧化铁皮麻点的关键影响因素

对于整个轧制计划中,良好的精轧工作辊的表面质量是带钢表面无氧化铁皮麻点的重要保证。

在精轧过程中,由于工作辊接触带钢温度上升,在轧辊表面会形成一层氧化膜。适当厚度、表面良好的氧化膜如同润滑剂一样附着在轧辊表面,可以减缓轧辊的磨损。氧化膜的厚度主要由辊面温度以及轧辊处于高温状态的时间而定,而这又取决于轧辊冷却水量、冷却水的喷射位置。如图2所示,辊面从A点至C点所经历的时间 t_{AC} 越长,则氧化膜越厚,剥落的倾向性增大。若 t_{AC} 过短,氧化膜则不能良好地建立,同样轧辊表面也会快速磨损,变得粗糙^[2]。精轧轧辊冷却水是控制氧化铁皮麻点的关键。精轧轧辊冷却水水压正常,水量以及延迟时间可调,喷嘴无堵塞和严重磨损,喷嘴角度正确等是控制精轧工作辊表面质量的关键。

其次,轧制计划编排的优化以及轧制节奏的控制是延长轧辊表面质量的重要措施。

此外,咬钢时,带钢头部对辊面的冲击作用也容易引起氧化膜的剥落。

4.3 建立并维护轧辊氧化膜的措施

只有在轧制计划中控制精轧工作辊表面氧化膜薄而均匀,才能对辊面起到良好的保护作用,减缓工作辊辊面磨损。主要措施有以下几点:

(1) 轧制计划的编排要合适,在轧制高表面等级的O5时,必须安排相当强度级别的带钢作为过渡料,并且保证带钢厚度、宽度平缓过渡。

(2) 轧制负荷分配不合理时,易造成单个机架轧制力过大,这会使轧辊在轧制带钢时的单位轧制力增大而造成轧辊氧化膜的过早剥落,从而造成氧化铁皮麻点的产生。

(3) 对于一个轧制计划的头几块带钢,精轧前几机架工作辊冷却水量控制在100%,这样有利于防止工作辊热膨胀过快,引起过大的热应力,同时也有效地阻止了辊面氧化膜的过快地生成,因为快速形成的氧化膜与轧辊基体结合力较低。随后,适当降低工作辊的冷却水量,建议减小20%—30%,从而加快工作辊表面氧化膜的形成,当进行到轧制计划中期时,可以再一次增加工作辊冷却量至100%,以防止氧化膜进一步增厚而剥落。

(4) 检查工作辊冷却水嘴无堵塞、无角度异常,保证擦辊器未过度磨损或烧损。

(5) 如果轧制计划中带钢的强度较高,应保证切头切尾量,这样可以切除带头带尾温度较低的部分,同时也避免中间坯头尾的结疤或裂纹等缺陷被切除。这些均会对轧辊氧化膜造成损坏;

(6) 对于表面氧化膜易剥落的F2和F3,可以适当减小两机架的负荷。如果辊面严重粗糙,则必须换辊。

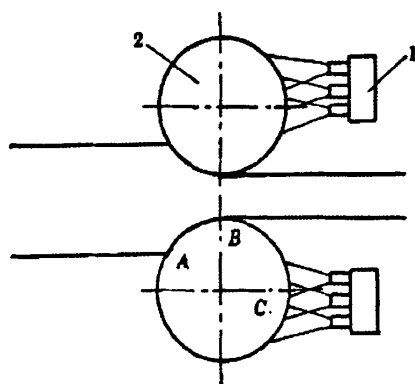


图2 轧辊冷却水喷射示意图

1—轧辊冷却水;2—工作辊

(7) 轧制润滑的投入会有效地降低轧辊的磨损,在轧辊表面覆盖保护性油层,在变形区缓解了水的侵蚀,降低了接触面的温度,减缓了表面氧化程度。同时,轧制润滑能大大降低轧辊的热裂倾向,并对轧辊表面具有物理化学作用,促进生成褐色、光滑的 Fe_3O_4 膜层,改善轧辊表面的摩擦条件,从而增加轧辊的寿命;

(8) 采用耐磨损、硬度、韧性、强度、热疲劳等综合性能优良的高速钢轧辊(HSS),不仅有利于改善和提高带钢的表面质量,同时也能降低辊耗和生产成本。

5 结论

(1) 由于氧化铁皮麻点与氧化铁皮压入具有不同的形成机理,在带钢表面检查时,应明确区分,以便采取正确的措施;

(2) 采取较低的空燃比,较短的在炉时间和较低的出炉温度,同时保证除鳞水系统压力正常、喷嘴无堵塞或过度磨损、喷嘴角度无异常等不仅可以减少氧化铁皮压入,也有利于防止氧化铁皮麻点的产生。

(3) 合理设置精轧工作辊冷却水系统可以保护辊面,延缓轧辊表面粗糙的进度,这是防止氧化铁皮麻点产生的关键;

(4) 采用高速钢轧辊以及轧制润滑工艺可以大大改善轧辊表面质量,延缓轧辊磨损的进度,从而有利于提高 O5 板的生产效率。

通过对氧化铁皮麻点形成机理的分析,结合国内外热连轧厂的成熟措施和首钢迁钢实际生产经验,迁钢在控制氧化铁皮压入与氧化铁皮麻点方面卓有成效,目前 2160 热连轧生产线上成功地生产了用于高级轿车用 O5 级表面质量热轧带钢,产品的优越性在多家汽车厂试冲后获得认可。

参考文献

[1] 黄庆生,梁爱生。高精度轧制技术。冶金工业出版社,2002。

[2] 黄传清,赵昆,方明强。带钢热连轧生产中氧化铁皮形成机理与控制[J]. 钢铁,1997,32(11):32-35。