

镀锌线圆盘剪切边不良原因分析及对策

降晓强¹, 杨小明¹, 刘天放², 王 敏³, 田雨海³

- (1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢冷轧板材厂, 内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司制造部, 内蒙古 包头 014010;
3. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心, 内蒙古 包头 014010)

摘 要:文章主要阐述包钢稀土钢冷轧板材厂镀锌机组圆盘剪的剪切工艺过程中, 存在剪切参数调整不当、刀头更换流程不规范、废边卡阻堆丝和皮带运转不良等问题, 造成生产线无法按要求正常切边或切边不良, 影响主线一次合格率的提升和产品的正常周期内交付。为提升圆盘剪的切边质量, 保持连续稳产高产, 针对圆盘剪的剪切工艺稳定运行及切边质量进行试验改进。

关键词:圆盘剪; 参数调整; 稳定运行

中图分类号: TG333. 2

文献标识码: B

文章编号: 1009 - 5438 (2026) 03 - 0033 - 05

Cause Analysis and Countermeasures for Poor Edge Trimming of Circle Shear in Galvanizing Line

Jiang Xiaoqiang¹, Yang Xiaoming¹, Liu Tianfang², Wang Min³, Tian Yuhai³

- (1. Cold Rolled Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
2. Manufacturing Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
3. Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: In the paper, such problems as improper shearing parameters adjustment, nonstandard replacement process of shear blades, jam of scrap edge and poor running of belt in the shearing process with circle shear of galvanizing unit in Cold Rolled Rare Earth Steel Plate Plant of Baotou Steel are mainly elaborated, which cause the normal edge trimming of production line to be incapable as required or poor edge trimming so that the improvement of first pass yield and normal delivery within delivery cycle of products with main production line are affected. In order to improve the edge trimming quality of circle shear as well as ensure continuous stable and high production, the experiment is carried out to ensure stable operations and edge trimming quality of shearing process with circle shear.

Key words: circle shear; parameter adjustment; stable operation

包钢稀土钢冷轧板材厂热镀锌生产线设计产品规格为厚度 0.3 ~ 2.5 mm, 宽度 800 ~ 1 880 mm, 年产量 80 万 t。热镀锌产线是将酸轧后的板带经过清洗、连续退火、锌锅、气刀、光整、拉矫、钝化、切边、涂油等工序后, 得到具有良好的延展性、塑性和机械性能的板带, 生产产品面向高级家电钢、汽车板, 生产各种深冲级别的软钢和高强钢。

随着家电、汽车行业的高效快速发展, 热镀锌产品市场占有率稳步上升, 国内各家钢厂对产品外形质量关注尤为突出^[1,2]。包钢冷轧镀锌产线作为高端汽车板生产线, 对带钢切边质量要求高, 圆盘剪是

带钢尺寸精度控制、卷形边部质量提升的关键设备, 实际运行中圆盘剪在剪切工程中出现各种质量问题, 严重影响产品质量和公司效益。本文从圆盘剪的参数优化、生产稳定顺行等方面提升镀锌产品的市场竞争力, 提高品牌市场影响力。

包钢新体系镀锌线圆盘剪主要由一个固定框架、塔台横移装置、左右塔台、两个塔台上的刀头组成, 可精准控制侧隙和重叠量, 运行可靠且调整便捷, 具备在线换剪刀、不停机调整工艺的特点, 适配汽车板及高强镀锌板切边, 设备简图见图 1。

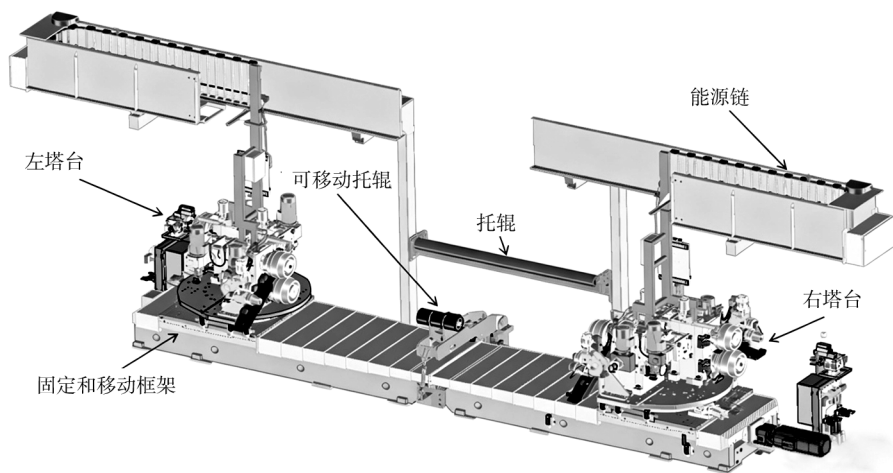


图 1 设备简图

1 剪切工况改进

1.1 剪切不畅原因分析

1.1.1 水平度异常

刀头剪切角度存在偏差。镀锌 2 号线圆盘剪在剪切 0.6 mm 以下厚度带钢时, 带钢在操作侧出现连续小边浪, 在圆盘剪的操作侧有明显的被塑料环挤压情况, 靠近操作侧 100 mm 处出现上弯现象。在 0.5 mm 厚度带钢处, 板型调整为下弓时, 在该处出现挤压痕, 且带钢表面有被塑料环磨出的划伤。通过对观察带钢发现, 圆盘剪前后稳定辊操作侧和驱动侧与轧制线之间缝隙相差 8 mm 左右, 判断为稳定辊水平与标高存在问题。

1.1.2 废料溜槽位置异常

由于设计安装精度的问题, 因此废边无法顺利进入溜槽, 溜槽内出现堆钢问题, 造成废边飞边, 影响生产顺行。

1.1.3 月牙剪顺控时序不当

过焊缝后开始切边时, 飞边现象频繁发生, 观察焊缝月牙剪在切除月牙后打开剪刀时, 剪刀与带钢存在接触, 带头月牙边部存在一定的上翘现象, 进而影响废边顺利进入废料溜槽, 产生飞边, 无法正常剪切。

1.1.4 去毛刺效果不良

在运转过程中, 处于工作状态的去毛刺辊上下两辊与带钢边部的点接触面积过小, 在生产薄规格时, 带钢与去毛刺辊的摩擦力无法带动去毛刺辊的正常运转, 在带钢边部 5 mm 位置造成划伤。

1.1.5 废边堆积现象严重

镀锌一号线 2[#]废边皮带边部挡板与皮带之间的设计缝隙过大, 废边在掉落到 2[#]皮带时, 部分边条会掉落在皮带下护板和托辊之间以及地坑下转向辊处, 长期堆积后阻碍皮带运行、造成皮带断裂, 影响圆盘剪的连续切边功能, 造成大量的再处理切边钢卷。

1.1.6 纠偏零位异常

部分飞边时出现带钢两侧切边量不一致, 传动侧边条宽度为 12 mm, 操作侧切出边条宽度仅

6 mm。排查设备定位和行走无异常、纠偏框架传感器接线无松动现象,后来怀疑 16[#]纠偏框架在长期运行过程中标定零位和实际零位相差 3 mm。在带钢板形较好时,出现整卷两侧切边量相差 3 mm 以上,在带钢存在向镰刀弯时,极易造成相反侧切出细丝现象,造成圆盘剪无法正常投入使用。

1.2 改进措施

1.2.1 水平度调整

在圆盘剪处切断带钢,通过 16[#]纠偏辊地面处标点与月牙剪前处标点来确定轧制中心线位置,拉钢线。用水准仪测量圆盘剪前后辊子的标高,测量结果见图 2。通过测量发现,圆盘剪前 2[#]和 3[#]稳定辊标高与图纸要求存在差异,因此对 2[#]辊及 3[#]辊标高进行调整,使 2[#]辊降低 8 mm 来提高稳定带钢的效果,3[#]辊操作侧比驱动侧标高高出 2 mm,调整后的数据见图 3。

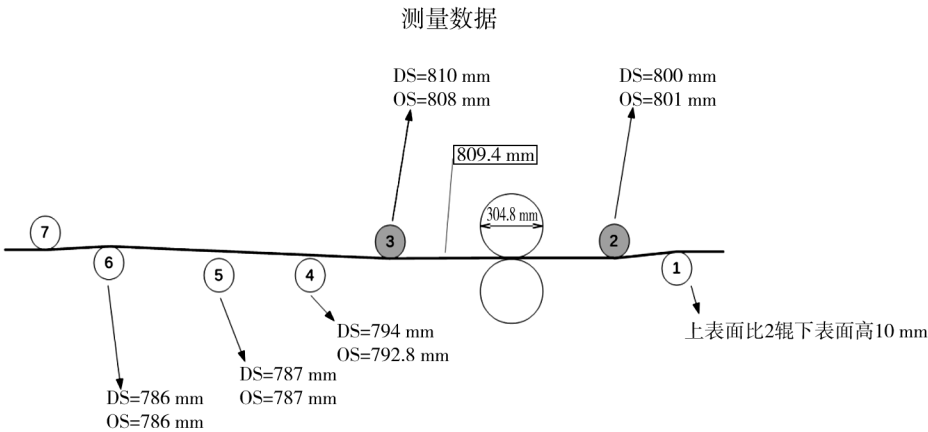


图 2 调整前数据

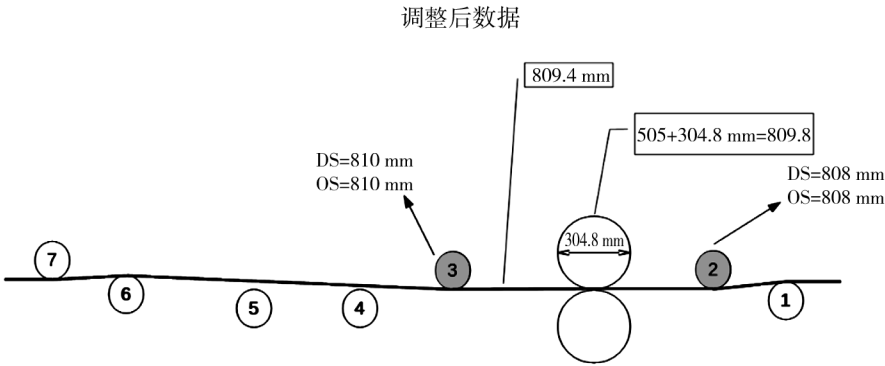


图 3 调整后数据

圆盘剪刀头应与轧制线存在出口方向 $0.3^{\circ} \pm 0.1^{\circ}$ 的夹角,经检测发现操作侧 1[#]、2[#]刀头与轧制中心线夹角分别为 0.1° 和 0.197° 。传动侧 3[#]、4[#]刀头的夹角为 0.38° 和 0.368° ,无需调整。对操作侧 1[#]、2[#]刀头进行调整,调整后的角度为 0.33° 和 0.351° ,调整后参数见图 4。

1.2.2 废料溜槽位置优化

将废料溜槽调整到最优位置,并进行固定。图 5 中 A、B 横线为废料溜槽正常位置所做标记,正常

状态下,C 必须正好处于 A 和 B 之间。

1.2.3 优化月牙剪的顺控

月牙剪剪切带钢完成并打开时,剪刀与带钢接触造成带钢月牙末端轻微变形,废边无法顺利进入溜槽,故修改剪切控制顺序,由进刀→切月牙→打开→回退,优化为进刀→切月牙→回退→打开。

1.2.4 消除去毛刺辊缺陷

带钢与去毛刺辊接触时,造成带钢边部存在轻微细小划伤,在去毛刺辊处增加胶带辅助,保证毛刺

辊的运转。

1.2.5 调整下料间隙

入口侧护板与废边皮带的间隙过大,部分边条掉落,不阻碍皮带运行的情况下,重新调整废边皮带护板,减小缝隙,减少废边掉落的几率,保护皮带。

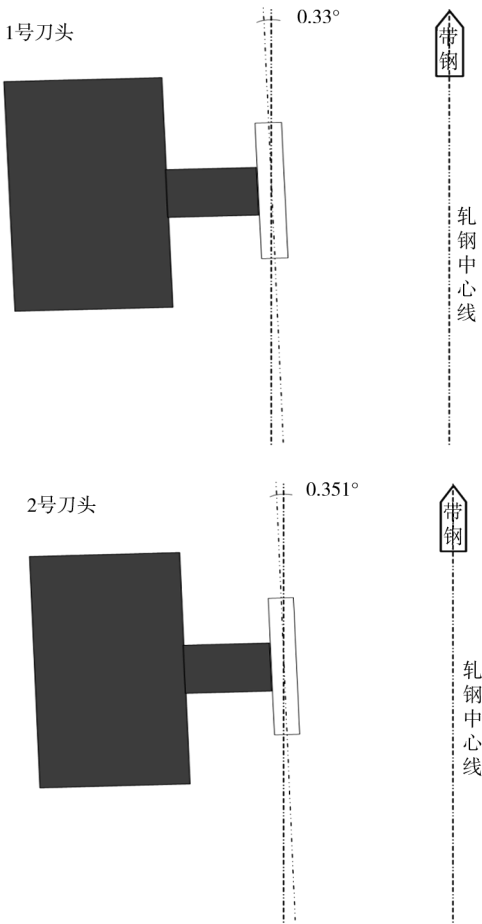


图 4 剪刀角度调整

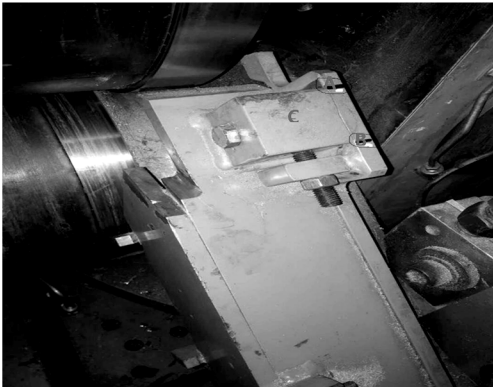


图 5 溜槽调整

1.2.6 纠偏精度优化

采取纠偏框架偏移量手动补偿措施,保证带钢经过 16# 纠偏时,带钢中心线与轧制中心线重合,补偿后效果改善明显,两侧切除边条宽度偏差保持在 1 mm 之内,后逐渐规范到生产过程控制范围。当累计偏差超过 1 mm 时,随即采用手动补偿的措施进行干预调整,保证带钢切边正常。

2 优化剪切参数

2.1 剪切变形过程

剪切变形包含了钢板的弹性变形、塑性变形、裂纹扩展、材料断裂等过程。在弹性变形阶段,上下刀刃挤压钢板,使钢板产生弹性压扁并略有弯曲;随着刃口距离的不断靠近,钢板达到屈服极限,金属内部发生塑性变形,得到光亮的剪切面;剪切继续进行,在刃口处产生应力集中并诱发微小裂纹,上下裂纹迅速扩展、重合,钢板断开,剪切过程完成。剪切后的断面见图 6。正常情况下的压陷面和毛刺都比较小,剪切面和断裂面占据了剪切断面的绝大部分面积。

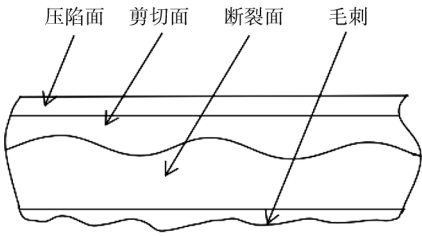


图 6 断面形貌

2.2 切边质量的判定

标准为切断面约占钢板厚度的 1/5 ~ 1/3;切断面与撕断面分界线连续、平直;整个剪切面平整光滑、无缺口、无大的毛刺。根据此切边质量判定标准,调整剪刀间隙,在保证切边质量的情况下,尽量减少剪刀磨损,尽可能放大剪刀间隙。

2.3 参数优化

在实际生产过程中,剪刀参数(GAP、LAP)选择不当。剪刀参数不当会造成薄规格软钢经常出现连丝、无法切断或者边部浪形等缺陷,同时会造成剪切过剩,增加剪刀损耗。为此,针对产线不同强度的产品,通过分钢种、批次试验调整,最终固化了不同强度产品,使用不同剪刀间隙、重叠量的数据(见表 1、表 2),并应用在镀锌产线。

表 1 剪刀间隙							mm
带钢厚度	135 ~ 170 MPa	210 ~ 215 MPa	270 ~ 310 MPa	370 ~ 400 MPa	420 ~ 580 MPa	580 ~ 670 MPa	
0.25	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	
0.30	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	
0.40	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	
0.50	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	
0.60	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	
0.70	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	
0.80	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	
0.90	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14	
1.00	0.06	0.08	0.09	0.12	0.14	0.16	
1.10	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	
1.20	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	
1.30	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	
1.40	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20	0.21	
1.50	0.10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24	
1.60	0.11	0.13	0.16	0.19	0.22	0.26	
1.70	0.11	0.14	0.17	0.20	0.24	0.27	
1.80	0.12	0.15	0.18	0.22	0.25	0.29	
1.90	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.30	
2.00	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.32	
2.10	0.14	0.18	0.21	0.25	0.29	0.34	
2.20	0.15	0.19	0.22	0.26	0.31	0.35	
2.30	0.16	0.20	0.23	0.28	0.32	0.37	

表 2 剪刀重叠量							mm
带钢厚度	135 ~ 170 MPa	210 ~ 215 MPa	270 ~ 310 MPa	370 ~ 400 MPa	420 ~ 580 MPa	580 ~ 670 MPa	
0.25	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
0.30	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	
0.40	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
0.50	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
0.60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
0.70	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	
0.80	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.31	
0.90	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34	
1.00	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.38	
1.10	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.41	
1.20	0.46	0.47	0.47	0.47	0.47	0.44	
1.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.47	
1.40	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	
1.50	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49	
1.60	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	
1.70	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.47	
1.80	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	
1.90	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	
2.00	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	
2.10	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	
2.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41	
2.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	

夹杂物控制达标。

(3)7.75 mm 薄规格头部温降快、终轧、卷取温度波动大,导致相变不均、性能不合格;头部 10 m 内易出现混晶,晶粒度偏粗;45°方向对组织各向异性敏感,叠加带状组织与夹杂物分布影响,加剧性能波动。

(4)未来可通过优化干头长度、调整甩机架策略、精准控制冷却工艺,提升薄规格产品组织均匀性与性能稳定性。本次研究为包钢 CSP 产线 L415M 管线钢规模化、稳定化生产提供技术支撑。

参 考 文 献

[1] 刘阳,刘峻峰,张斌,等.我国长输天然气用管线钢的发展现状与趋势[J].材料热处理学报,2024,45(3):98-112.

[2] 刘宇,张立忠,高维新.管线钢的历史沿革及未来展望[J].油气储运,2022,41(12):1355-1362.

[3] 高建章,韩彬,贾彦杰,等.大坡度 X70 管线钢全自动焊内根焊接头组织与性能[J].焊接,2024(8):61-68.

[4] 杨柯,史显波,严伟,等.新型含 Cu 管线钢——提高管线耐微生物腐蚀性能的新途径[J].金属学报,2020,56(4):385-399.

[5] 宋海辉,张万鹏,薛磊红,等.新版 gb/t 9711 管线用钢管标准解析[J].钢管,2024,53(3):89-94.

[6] 刘干,王进臣,杨博,等.TMCP 工艺对厚规格 X80M 管线钢低温韧性的影响[J].中国冶金,2025,35(9):81-89.

[7] 王学强.基于新一代控轧控冷的高钢级厚规格管线钢组织调控与应用研究[D].东北大学,2022.

[8] 孔祥磊,刘干,王杨,等.基于中薄板坯 x90 管线钢卷板的研发[J].轧钢,2024,41(6):31-36,53.

[9] 蔡绪明,李艳梅,李中平,等.不同冷却方式下 X80 m 管线钢的组织演变[J].轧钢,2023,40(1):41-45.

[10] 李群,田鹏,王志勇,等.坯料厚度及轧制规程对厚规格管线钢落锤撕裂性能的影响[J].轧钢,2015,32(1):19-23.

[11] 王祖滨,付俊岩.Hsla 钢冶金工艺技术的进展[J].特殊钢,2006,27(2):1-5.

[12] Li M. Y, Liu Y. Z, Zhu T., et al. Micro-structure homogenization control of nb - bearing X65 pipeline steel by the CSP process[J]. International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials,2011,18(1):35-41.

[13] 余泽金,贺景春,王瑞军,等.Ce 对 X65 管线钢显微组织的影响[J].稀土,2012,33(4):29-32.

[14] 何小东,朱丽霞,杨红兵.采用 CSP 工艺生产的 Nb - Ti 复合微合金 X60 钢级管线钢的组织 and 性能[J].钢管,2008,37(6):27-31.

[15] 张彩军,蔡开科,袁伟霞.管线钢硫化物夹杂及钙处理效果研究[J].钢铁,2006,41(8):31-33.

(上接第 37 页)

3 结束语

包钢冷轧厂热镀锌生产线,自热负荷试车以来,在投入使用后,圆盘剪经过多次改进,状态良好、生产顺利、故障率低。

(1)结合圆盘剪设备的工艺特点及剪切参数,以改善边部质量和预防设备故障为目的,通过优化剪切参数及设备工况,最终得到优良的边部质量。

(2)经过剪切参数优化,生产线的剪切工艺稳定性提升明显,产品规格精度均满足客户使用需求,参数可推广使用。

(3)当班操作人员每天至少检查一次废料溜槽

盖板,避免出现刮擦伤。

(4)每年对圆盘剪前后托辊的水平度进行找平,可减少生产线切边事故。

参 考 文 献

[1] 曹新星,贾冬梅.告别毛刺与崩刀:高强度圆盘剪切边工艺研究[J].金属世界,2025,41(5):58-63.

[2] 赵晓曦.唐钢高强汽车板镀锌生产线圆盘剪自动化控制系统[J].现代制造技术与装备,2016(4):158-159.