

# 镀锌线切边剪质量影响因素及改进措施

陈彪, 于洋

首钢京唐钢铁联合有限责任公司冷轧作业部, 河北 唐山

收稿日期: 2025年11月18日; 录用日期: 2026年1月23日; 发布日期: 2026年2月2日

## 摘要

镀锌产线切边剪的应用对改善带钢边部质量如锌流纹、欠光整、边褶印、边部增厚等缺陷起到了关键性的作用, 但生产过程中易出现堵边、毛刺过大、边部浪形、切边不良等问题严重影响连续生产产线的稳定运行。本文主要介绍了某钢厂镀锌线切边剪如何改善带钢质量、在正常运行中出现的问题及应对措施。

## 关键词

切边剪, 堵边, 浪形, 毛刺, 切边不良

# Influencing Factors and Improvement Measures of Edge Cutting Quality of Galvanizing Wire

Biao Chen, Yang Yu

Cold Rolling Operations Department of Shougang Jingtang United Iron & Steel Co., Ltd., Tangshan Hebei

Received: November 18, 2025; accepted: January 23, 2026; published: February 2, 2026

## Abstract

The application of galvanized production line trimming has played a key role in improving the quality of strip edge such as zinc running, underpolishing, edge pleating, edge thickening and other defects. However, in the production process, the problems such as edge blocking, excessive burr, edge wave shape and poor edge have seriously affected the stable operation of continuous production line. This paper mainly introduces how to improve the quality of strip steel with galvanized line trimming, the problems in normal operation and the corresponding measures.

## Keywords

Edge Cutting, Edge Blocking, Wave Shape, Burr, Poor Edge

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 圆盘剪设备介绍

圆盘剪机械系统由底座、回转、箱体部件及辅助设备构成。系统核心配置含制动功能伺服电机、滚珠丝杠与直线导轨, 伺服电机驱动两套正反向滚珠丝杠旋转, 带动机箱沿导轨往复移动以调节开口宽度, 其调整范围为 550~2700 mm, 带钢宽度误差可控制在 0~1 mm 内。常规切割作业时, 侧面板装配的旋转支架通过独立锁定机制固定, 保障作业稳定性; 更换剪切装置时, 支架底座进入待机状态, 由变速齿轮马达经齿轮系统驱动支架完成 180° 旋转, 实现剪切装置的便捷更换。

剪切单元为圆盘剪核心, 0.6 mm 以下带钢采用主动剪避免切不断, 0.6 mm 及以上带钢拉剪依靠张力辊与卷取机提升剪切速度。上下剪刀设 15 mm 偏心距, 可分散剪切力、避免带钢边缘翘曲及废边堵槽问题; 两侧刀盘呈倒八字[1]形布局( $\theta=0.1^{\circ}\sim0.5^{\circ}$ ), 软钢(屈服强度  $\geq 280$  MPa)取  $0.3^{\circ}\sim0.35^{\circ}$ , 硬钢( $<280$  MPa)取  $0.2^{\circ}\sim0.25^{\circ}$ , 能减少刀刃崩裂、防止带钢拱起, 还可通过废边摆角解决堵边问题。

剪切单元的上、下机体内部平行装设两根剪切轴, 悬臂端装配剪刀、定位环及液压锁紧螺母, 三者通过该螺母固定; 剪切轴经滚轮轴承与轴承端盖连接机体, 组装时易精准定位, 无相对移动, 提升剪刀定位精度。剪切位置由剪切轴悬臂端轴肩(编码器磁尺定宽)决定, 与剪刀厚度无关。上剪刀隔环比剪刀小 2~3 mm (适配带钢厚度), 预留通过空间; 下剪刀隔环采用高硬度尼龙材质, 外径大于剪刀 1 mm, 避免划伤带钢下表面。

## 2. 关于 GAP 值、LAP 值调整问题

襄阳博亚切边剪(供某些镀锌线用)的 GAP 值与 LAP 值分别由上、下剪刀独立控制, 互不干涉, 误差  $\leq \pm 0.01$  mm。GAP 值通过交流变频电机驱动滚珠丝杠副旋转, 经滚动直线导轨副带动 40:1 斜楔水平移动, 推动上主轴微量转向调整, 间隙范围 0.03~0.3 mm, 精度  $\pm 0.02$  mm; LAP 值由交流变频电机驱动蜗轮蜗杆副, 使下偏心套旋转, 下主轴以其外圆中心为基准转动, 实现上下刀片重合量微调, 范围  $\pm 3$  mm。

## 3. 切边剪剪切质量因素分析

### 3.1. 切边剪的剪切原理

圆盘剪剪切钢带的过程[2], 分为四个连续的步骤。

(1) 挤压阶段(又称弹性变形阶段): 在钢带受到拉力作用时, 它会被夹入上、下剪刀之间, 形成切割刃口。此时, 剪刀对钢带施加压缩力, 使钢带产生弹性形变, 包括压缩、弯曲等。在此阶段, 钢带内部的应力尚未超出其弹性极限范围。

(2) 滑移阶段(又称塑性变形阶段): 随着剪刀持续施压, 钢带内部的应力逐步上升, 直至达到屈服点, 晶粒间的滑移开始发生。尤其是在剪刀间隙较大时, 钢带纤维的弯曲和拉伸效应变得更加显著。在滑移阶段的后期, 刃口附近的应力与钢带的剪切应力达到平衡。

(3) 剪裂阶段: 在剪切进行的过程中, 剪刀持续对钢带施加压力。当钢带内部的应力超过分子间的结

合力时, 钢带会在滑移面上形成裂缝。在理想情况下, 这些裂缝应直接贯穿上下剪刀, 但由于剪刀间的间隙, 这种理想状态很难实现。因此, 剪切后的钢带边缘通常会有不同程度的毛刺, 毛刺的大小与裂缝起始点的位置有关。

(4) 分离阶段: 剪刀持续作业, 裂缝逐渐扩展成更大裂缝。在剪切过程中, 由于上剪刀外侧产生的摩擦力, 被剪切的板材会向上翘起, 最终从钢带上分离。在牵引力的推动下, 钢带持续向前移动, 直至完成剪切任务。

必须指出, 剪切作业中的这四个阶段在极短的时间内连续进行。随着钢带的不断前进, 依次经历这四个阶段, 从而形成所需的加工边缘, 并达到规定的钢带宽度。

### 3.2. 钢带剪切断面的特征

在标准操作环境下, 确保塌角及毛刺[3]尺寸最小化是关键, 同时切断层和撕裂层在剪切断面中的占比需占主导地位, 对于优质剪切断面的评估标准如下:

(1) 塌角区域应尽可能狭窄, 以降低形成带钢缺口的几率。钢带的屈服强度越高, 塌角区域越小; 若屈服强度较低, 塌角区域则较大。塌角尺寸亦受带钢厚度影响, 厚度增加, 塌角区域随之增大; 反之, 厚度减少, 塌角区域则减小。

(2) 切断层需保持平整, 其在剪切断面中的占比应尽量减少。剪切过程中, 切断层发生晶粒滑移, 引起加工硬化, 金属硬度增加, 塑性降低, 这不利于带钢的后续轧制。若切断层不平整, 轧制后可能产生边裂缺陷。

(3) 撕裂层需保持平整, 其在剪切断面中的占比应尽量大。撕裂层直接撕裂金属, 内部金属未经历显著强化, 其硬度和塑性与母材相似。

(4) 毛刺的尺寸应尽可能减小, 因为较大的毛刺可能会对后续设备中的衬胶辊体造成损害, 这会增加生产和维护的成本; 此外, 在带钢的边缘, 较大的毛刺在轧制过程中更容易导致应力集中现象, 导致边缘开裂, 生成不合格产品; 此外, 后处理线中, 若成品边部毛刺过大, 卷取后可能引起边部翘曲, 造成严重的浪形缺陷。

### 3.3. 切边质量影响因素

#### 3.3.1. 侧间隙的使用

切边剪切设备作为精密机械, 其剪切成效受诸多因素制约, 包括设备制造精度、带钢张力波动、纠偏准确度以及带钢的形状质量等。在众多影响因素中, 剪刀侧间隙量(gap)和上下剪刀的重叠量(lap)对剪切质量的影响尤为显著。

在剪裁作业中, 确保剪刀间侧向间隙的适宜性是决定剪裁断面质量的核心。经过对剪切机制的研究, 发现当侧向间隙适中时, 剪刀刃口产生的裂纹能够精确对接, 从而在剪裁面上形成轻微的塌角, 并塑造出光亮且垂直于钢带表面的切割面。尽管撕裂区域略显不平滑, 但整体较为平坦, 斜率较低, 因此产生的毛刺相对较少。尽管此断面并非无瑕疵, 但根据剪切过程的分析, 断面质量已基本达标。

随着侧向间隙的增加至某个阈值, 剪裁面的缩小趋势趋于稳定, 但塌肩和毛刺等缺陷显著增加。若侧向间隙过大, 剪刀刃口处的裂纹无法准确对接, 材料在水平方向上承受拉伸, 最终导致断裂, 毛刺被拉伸出来, 并可能出现断面凸起或凹陷。反之, 若侧向间隙过小, 剪刀刃口处的裂纹相交, 导致材料经历二次剪切, 毛刺被挤出。

在标准作业流程中, 推荐将侧向间隙设定为带钢厚度的 7.5%到 10%区间。然而, 这一设定需根据材料特性及具体条件的变化进行相应调整。以下是根据不同带钢材料设定的剪切间隙指南:

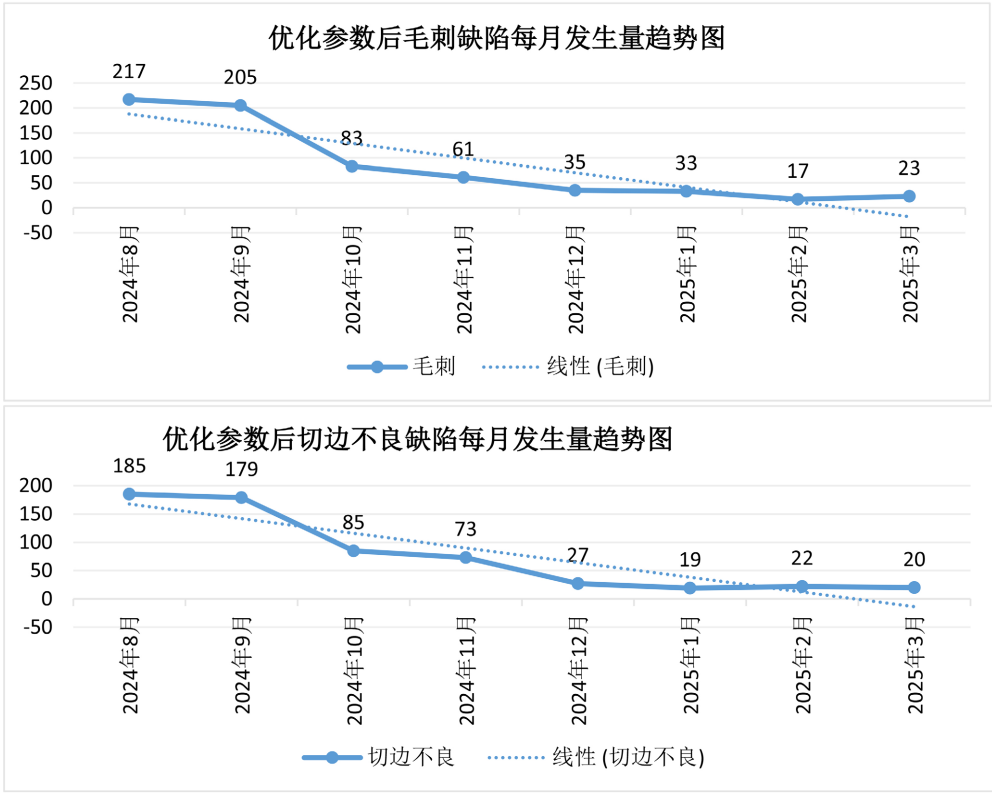
针对柔软型钢, 侧向间隙可选取带钢厚度的 5%到 10%。

对于坚硬型钢, 包括号钢和高合金钢, 侧向间隙宜选择带钢厚度的 10%至 20%。

对于薄且强度低的带钢, 应选用较小的间隙设置。

而对于厚且强度高的带钢, 则应采用较大的间隙值。

在一条涵盖了家电板和高强钢的产线采用了此套参数后, 每月的边部毛刺降级量减少 87%, 切边不良降级量减少了 89%, 如图 1 所示:



**Figure 1.** The trend chart of the monthly degradation volume (tons per month) after optimizing the parameters  
**图 1.** 优化参数后每月降级量(吨/月)趋势图

### 3.3.2. 重叠量的使用

确定材料切割特性与 GAP 参数后, 切割光滑面与断裂面比例恒定, 需精确调整剪刀 LAP 参数以保障断面平整度。LAP 参数(剪刀重叠量)分正重叠(LAP > 0)、零重叠(LAP = 0)、负重叠(LAP < 0)三类, 其对断面品质影响虽小于侧隙但至关重要。

重叠量过大会加剧剪刀磨损, 增大咬入角  $\alpha$ , 导致钢带边缘塑形变化增强、应力不均, 引发波浪弯错边、板条扭曲(“拧麻花”), 且废边易呈螺旋状造成堵边; 负重叠量过大会导致带钢(尤其窄废边)无法完全切断。

## 4. 切边剪堵边因素及解决方法

### 4.1. 设备功能精度

在切割狭小规格的带钢时, 由于钢丝的刚度较低, 在合力作用下容易引发弹性形变。随着形变量的累积, 进而产生塑性形变。边缘钢丝因受到阻碍而形成钩状, 使得钢丝难以顺畅地从导料槽中排出。此

外，导料槽盖板的卡口尺寸过大，导致边缘钢丝从开口部分滑出，并被卡在剪切刀与导料槽之间，最终形成边缘堵塞现象。此类问题措施可通过增大圆盘剪的刀箱摆角、降低圆盘剪先导率和缩小溜槽与圆盘剪之间缝隙进行解决。

## 4.2. 剪切参数准确性

高强钢参数使用不合适，导致边丝弯曲，造成溜槽内堵边。此类问题可通过增大剪刀侧间隙，减少正 LAP 值，减小边丝的变形和弯曲，保证边丝顺利进入溜槽内部。具体分析如下：

根据诺沙里公式：

$$F = (h^2 \times \delta_b \times \rho / 2 \tan \partial) \times (1 + Z_1 \times \tan \partial / \rho) \quad (1)$$

式(1)中： $F$ 为剪切力； $h$ 为带钢厚度； $\delta_b$ 为带钢相对延伸率； $Z_1$ 取 1.4； $\partial$ 为咬入角。

其中，咬入角与切边剪的关系为：

$$\cos \partial = 1 - (h + s) / D \quad (2)$$

式(2)中： $\partial$ 代表咬入角； $h$ 指的是板材的厚度； $s$ 表示剪刀间隙值(即 GAP)； $D$ 是圆形剪刀片的直径。

由式(1)、式(2)可知，若板材厚度  $h$  保持不变时，间隙量  $s$  变大， $\cos \partial$  减小  $\tan \partial$  变大，导致  $F$  减小，从而影响切割边缘的质量；反之，若间隙  $s$  减小， $F$  则会增加。由于  $F$  施加于带钢边缘，并且其作用力方向垂直于板宽并向下方，若在此情形下重叠量(即 LAP)较大，则可能导致边缘形成螺旋状流出的现象。

某镀锌产线试验对重叠量、溜槽结构、先导率和刀箱摆角进行优化后，堵边次数和返修量降低了 60% (如图 2 所示)，产线切边能力得到了很大提升。

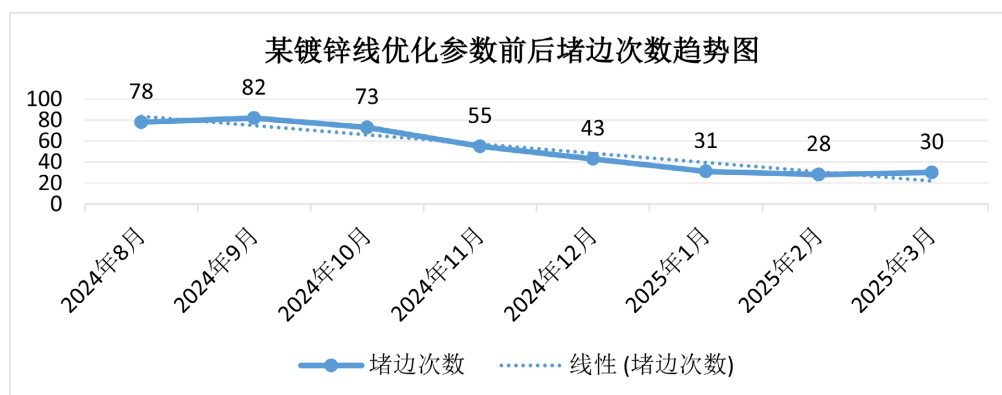


Figure 2. The trend chart of edge blocking times before and after optimizing parameters

图 2. 优化参数前后堵边次数趋势图

## 4.3. 保证备件修复精度

剪刀修复质量不好[4]。当剪刀厚度差异较大时，GAP 值会变得不稳定，剪刀开始剪切时，GAP 值波动剧烈，导致剪切力和边丝自身重力的合力在边丝流出方向上产生分力，从而造成边丝流出时左右摆动，若摆动幅度过大，可能引起边丝堵塞。此时我们需要对修复剪刀精度做出要求，通过仪表测量剪刀端面和轴向的跳动值以保证剪刀精度。

## 5. 结束语

通过对镀锌产线切边剪参数使用、剪切原理及剪刀和溜槽功能精度的研究，已使得切边剪能充分满

足产线对切边工作的需求。但随着家电板和汽车板行业的发展, 客户对钢卷边部质量要求日益增高, 制造端逐步转为后处理线切边, 还要收集调整后的剪切效果, 根据不同的板厚和屈服强度优化剪刀调节数据, 对数据库进行更新, 来进一步保证切边运行和质量的稳定性。

### 参考文献

- [1] 马瑞杰, 艾晶, 郑祥臣. 圆盘剪剪切原理的探讨及剪刀崩刀的分析[J]. 冶金设备, 2012(1): 43-46.
- [2] 江威. 带钢切边圆盘剪的使用及维护[J]. 机械研究与应用, 2010, 23(2): 130-131.
- [3] 洪运涛. 切边剪“毛边”原因分析及技术改进[J]. 钢铁研究, 2010, 38(3): 60-62.
- [4] 黄生银, 甄圣明. 冷轧圆盘剪切边过程中常见问题处理[J]. 江苏冶金, 2008, 36(6): 62-63.