

飞剪剪切精度提升研究

张宏杰 张建峰 李万京
(首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北 唐山 063200)

摘要: 为了降低飞剪事故率, 保证飞剪剪切准确, 提高产品的成材率, 本文提出了一系列的改进方法, 通过牌坊修复, 规范剪刀更换周期, 剪刀实时监控, 自动化程序优化以及现场防护等措施, 飞剪事故率明显降低, 成材率显著提升。
关键词: 飞剪; 剪切; 精度; 提升

1 飞剪的剪切原理及现状调查

飞剪作为热连轧生产线的重要设备, 布置在精轧机前, 主要负责切除粗轧轧制完毕后的中间坯形成的不规则形状的头部和尾部。当热检信号跟踪到板坯头部和尾部位置时, 给传动单元发出指令, 电机驱动减速机进而带动飞剪曲柄摆动, 完成剪切动作。飞剪剪切的准确性直接影响到带钢的成材率以及进入精轧机的轧制状态。

1.1 飞剪切头尾的剪切原理

图 1 所示为飞剪剪切示意图。

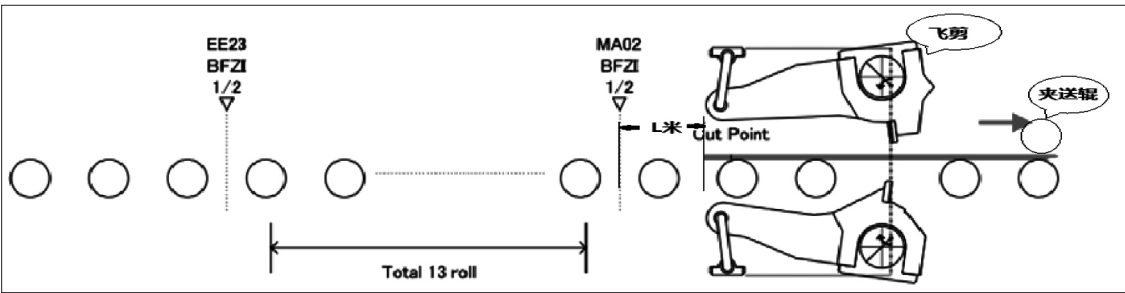


图 1 飞剪剪切示意图

切头的执行过程为: 带钢头部到达热金属检测器 MA02 时跟踪启动, 此时带钢为恒定的速度, 当跟踪距离等于 L 米时, 启动飞剪剪切带钢头部, 头部剪切长度可以在操作画面中增加或减小以达到带钢头部完全切齐的目的。此切头方式为定尺剪切。

切尾的执行过程为: 带钢跟踪系统借助于夹送辊的速度确定, 当热金属检测器 MA02 灭时跟踪启动, 根据精除鳞夹送辊速度开始计算跟踪距离, 当跟踪距离等于 L 米 (理论固定值, 为 MA02 热检到飞剪前摆臂的实际长度) 时, 启动飞剪剪切。尾部剪切长度由操作工根据现场切尾大小在操作画面输入, 并时常更改。

1.2 现状调查

带钢的头部形状多种多样, 有规则平齐的、有圆的、倾斜的。由于切头在定尺的剪切下, 切头的大小不会随着切头形状的变化而改变, 这样操作工需要根据带钢头部形状更改切头值的大小, 时常出现更改不及时导致切头过小, 进而引起穿带的不稳定。操作工时常需要更改切头值的大小的带钢头部形状 (见图 2)。

实际切尾的精度远远超出精度范围, 因准确性差, 造成每次剪切的位置不固定。难以保证正确的剪切线, 从而引起浪费或事故。在不同的切尾剪切线 1、2、3、4

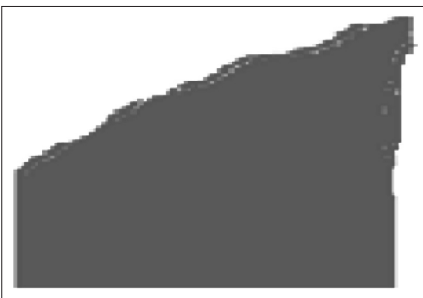


图 2 不规则的带钢头部

中 (见图 3), 1 为最准确的剪切线, 4 产生浪费, 3 切除不干净产生鱼尾, 2 切除线在带钢的边部容易产生粘连带入轧机 (见图 4)。

2 控制设备精度及周期管理

2.1 消除机械间隙

隙

由于轧制管线钢等高强度钢种, 造成牌坊与轴承外套之间间隙增大, 一方面可以采用在主轴外套与牌坊之间加垫片的临时措施消除牌坊与轴承外套之间的间隙, 增加上下

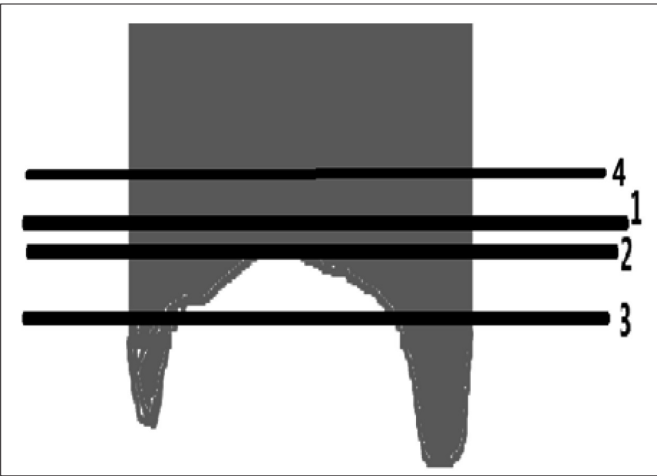


图 3 剪切线示意图



图 4 未切断实物照片

刀架的平稳运行。通过打开下刀架主轴承端盖，用千斤顶将下刀架整体往出口侧顶，通过测量间隙量，将做好的不锈钢垫片装入轴承楔块上的大套筒与脾承外套与牌坊之间，利用年修时采用堆焊与机加工对牌坊进行了修复彻底解决，同时采用激光熔覆对牌坊修复，提高了牌坊的强度、硬度和耐磨性。另一方面，增加点对点智能润滑保证了轴承与牌坊直接干油的供给，智能干油的优点在于可以通过控制打油的时序来精准控制给飞剪关键部位的补油。目前，采用飞剪根据剪切动作给与主轴承及相关牌坊配合部位补充润滑脂的方式，可明显降低磨损，提高使用寿命。

2.2 规范剪刀更换周期

剪刀的使用周期直接影响飞剪剪切的质量，剪刀使用老化或剪刀间隙超标，也容易造成剪切不掉，带入轧机造成堆钢事故或不必要的停机。

从剪刀磨削、垫片配作到剪刀的组装严格按照标准进行作业。制定合理的剪刀使用周期，可以避免剪刀过度磨损造成的剪切不断，切断面不平整等问题。经过摸索实验制定剪刀的使用周期，增加在操作画面中，可以随时查看。更换剪刀后间隙必须调整到图纸要求的范围内，并且轧制一个辊期需要，再次确认剪刀间隙是否在精度范围之内。

3 控制手段提高剪切精度

3.1 切头的剪切方式改善

切头不能完全切除时都为中右侧形状（见图 5），热检检测都是检测带钢的中间位置，如带钢头部形状良好，切头完全切除时，画面切头的大小为 t （如图 5 左侧），当切头形状不好时 KELK 成像系统切头大小为 T ，那么相同的切头 t 时只能切到 2 位置，及带钢中间位置 1 再加 t 。大概切头的总长度为 $1/2T+t$ ，切头完全切除时大概差 $1/2T$ ，由于 KELK 系统不够精确，切头也不完全规则，所以根据经验设定此时切头的大小为：

切头长度 $=0.5 \times (T-t) + C$ （其中，0.5 为补偿系数， C 为偏差补偿量）。

切头措施实施前后对比，带钢头部避免因切头不齐而造成的头部偏窄。图 6 和图 7 所示分别为切头措施实施前后的带钢宽度曲线。

3.2 切尾的跟踪改善

由于除鳞夹送辊速度反馈与带钢实际速度存在不确定偏差和带钢实际运行中存在加速度，造成尾部跟踪计算准确性难度加大。

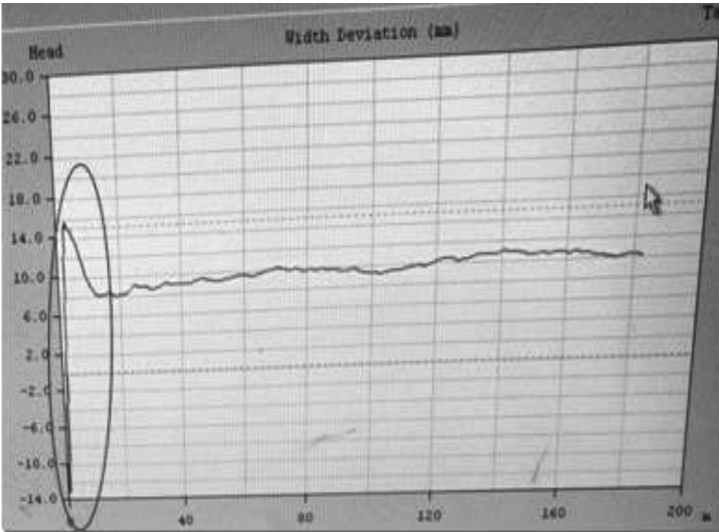


图 6 实施前宽度曲线

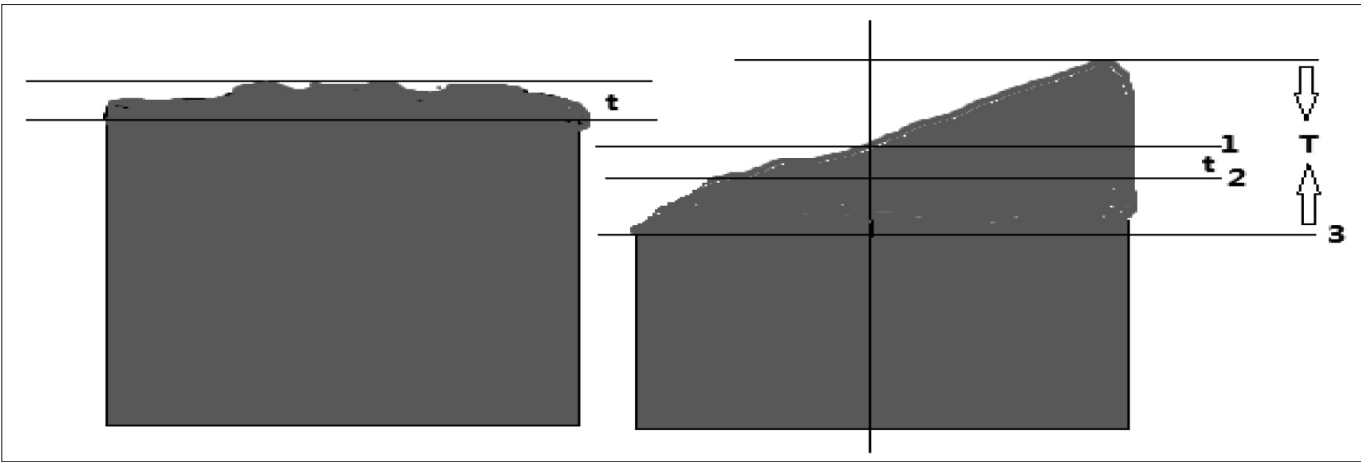


图 5 热成像剪切示意图

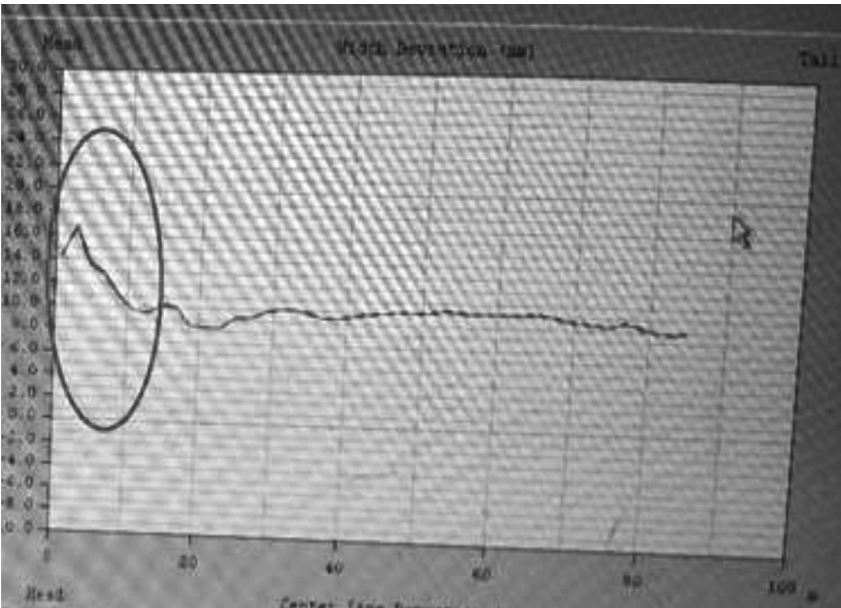


图 7 实施后宽度曲线

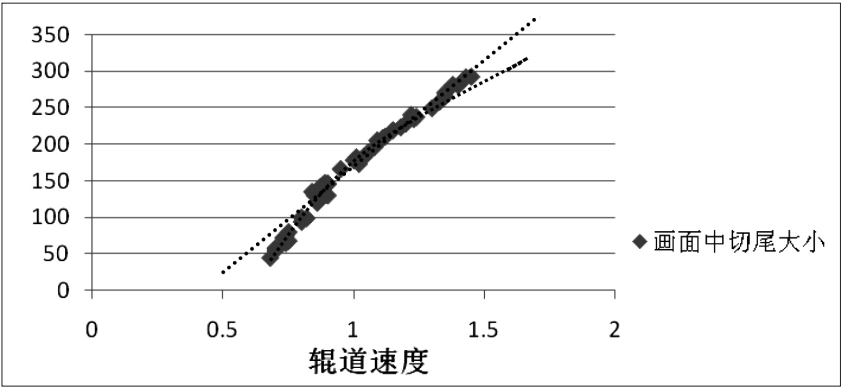


图 8 辊道速度与切尾关系图

如果把除鳞夹送辊速度看成是匀速的，除鳞辊道速度 V 和带钢的实际速度 V_s 存在的偏差为定值 X ，那么带钢尾部从热检 MA02 灭到飞剪开始切尾的运行的理论距离 L 和带钢实际运行距离 L_s 的关系为 $L_s=L+(L/V) \times X+L$ 。

那么相邻两根带钢切尾大小的偏差为 $L_{s1}-L_{s2}=(L/V_1) \times X-(L/V_2) \times X=XL(V_2-V_1)/V_1 \times V_2=(XL/V_1V_2) \Delta V$ ，其中 $\Delta V=V_1-V_2$ 。中间 X 、 L 为定值，当 V_1 、 V_2 为 1.0 左右时 V_1V_2 近似为 1。因此，建立切尾值和 ΔV 之间的函数关系。

通过观察在现场实际切尾值大小一定的情况下，记录一级画面切尾值大小和除鳞夹送辊速度的关系，根据大量的统计数据建模做出辊道速度与切尾关系图（见图 8）。

通过上图可以看出，切尾的大小和除鳞夹送辊速度大致为线性关系。即随着除鳞夹送辊速度的增加切尾值成比例增加 $A1=\Delta V$

$\times X$ （ $A1$ 为切尾增加量， X 为比例系数， ΔV 为除鳞夹送辊速度变化量）。所以制定增加一个切尾的补偿值 $A1$ 。

增加具体细则如下：

a、由于除鳞夹送辊速度对切尾的大小为线性关系，所以考虑增加一个除鳞夹送辊速度的变量 ΔV （ $\Delta V=v_1-v_2$ ，其中 v_1 为上一根钢切尾执行时的辊道速度， v_2 为当前钢切尾执行时的辊道速度）；

b、由于 v_1 和 v_2 除鳞夹送辊速度和带钢的实际速度存在偏差，为了消除除鳞夹送辊速度采集不准确造成的偏差的累加 $\Delta V=v_1-v_2$ 并不是直接 v_1 和 v_2 比较，而是通过一个定值 1.0（1.0 为实际生产中除鳞夹送辊速度的中间值），即 $\Delta V=(v_1-1.0)-(v_2-1.0)$ ，这样只有相邻两根钢的偏差，偏差不大可以忽略不计，消除除鳞夹送辊速度采集不准确造成的偏差的累加；

c、同时增加一个补偿系数 X ， X 为除鳞夹送辊速度变化 ΔV 每变化 0.1m/s 时切尾需要补偿的大小；

d、那么切尾的尾部补偿值 $A1=\Delta V \times X$ 。

由图 8 可知，在速度为 1.0 左右时，近似为线性关系，可在速度逐渐增大或减少时，切尾值和速度变化量 ΔV 并不是线性关系，通过分析带钢并不是匀速的而是有一定的加速度 a ，所以增加一个关于加速度 a 的尾部补偿值 $A2$ ，由公式 $S=v \times t-1/2 \times a \times t^2$ 可得加速度的补偿值为 $-1/2a \times t^2$ 。为了计算的方便同样和速度 1.0m 时作对比，得出：

加速度补偿值 $A2=- (1/2 \times a \times L^2/V^2-1/2 \times a \times L^2/1.0 \times 1.0)$ 其中， L 为定值， a 暂定为 $0.02m/s^2$ ， V 为带钢实际速度。综合得出增加的切尾补偿值 $A=A1+A2$ 。



图 9 实施前剪切效果



图 10 实施后剪切效果

切尾措施实施后的前后对比：
实施前切尾不稳定（见图 9），前后两根切尾的大小相差非常大，严重超出精度标准，这就造成了带钢尾部切不全尾部粘连带入轧机，或者切尾过大造成浪费，极大的影响了生产的稳定。

实施后（见图 10）切尾剪切稳定，且剪切精度提高到 $\pm 20\text{mm}$ 以内，同时经过观察再未发生切尾切不断，和尾部切。

4 结语

随着飞剪剪切精度的提升，需要严格控制设备的相关精度，并且建立剪刀的上下线周期更换及线下组装标准，精准修订头尾补偿值。采取以上措施后，切头尾的准确度有了明显提升，切尾准确度实现了精度管理的要求，保证了设备正常运行，节约维修成本，减少劳动强度，创造可观的利润。

参考文献：

[1] 柯尊凤,李慧斌.双速比强力启停式飞剪的技术创新[J].冶金设备,2020(06):27-30.
[2] 朱向阳.螺纹钢生产线3#飞剪测长方式的改进[J].电子世界,2020(17):33-34.
[3] 李士交,任莉.转鼓式飞剪的控制原理和应用[J].河北冶金,2019(09):63-67.
[4] 贾为征,马柯.热轧薄板带钢头部剪切控制的优化设计及应用[J].冶金自动化,2019,43(05):60-63.
[5] 陈炎敏.减少热轧飞剪误剪切的研究与应用[J].宝钢技术,2019(02):69-73+78.

（上接第 31 页）

表 2 翻车机压车力曲线

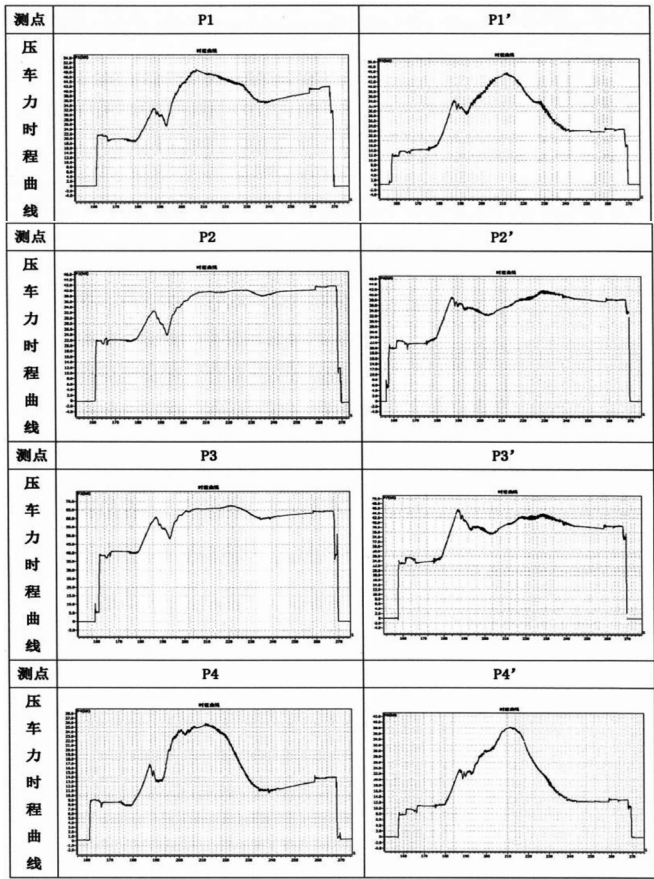
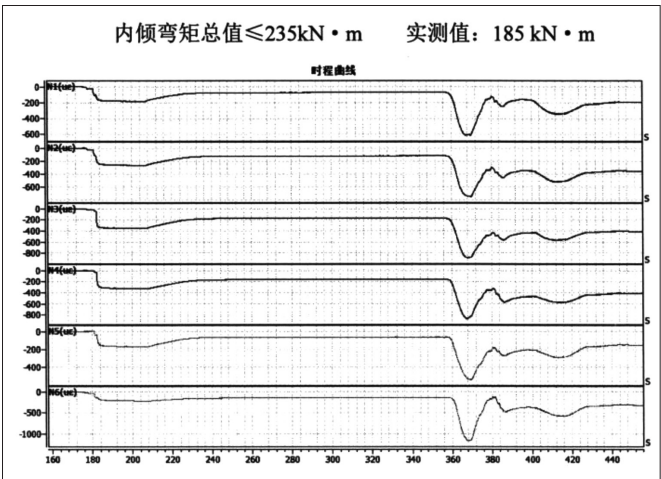


表 3 翻车机靠车应变曲线图



4 结语

综上所述，本改造方案不仅能完全适应新车型及原有设计车型的翻卸，而且施工量小，施工时间短，可极大节约成本，对提高设备使用部门的经济效益起着不可或缺的作用。

参考文献：

[1]GB/T18818-2021，铁路货车翻车机和散装货物解冻库技术条件[S].
[2]GB146.2-2020，标准轨距铁路建筑限界[S].
作者简介：骆嵩（1987.01-），男，汉族，辽宁绥中人，本科，工程师，研究方向：机械设计、散料输送。