

# 首钢酸轧机组 4<sup>#</sup> 纠偏装置缺陷分析及其改进

刘永振<sup>1</sup>, 周永文<sup>2</sup>, 陈基超<sup>1</sup>

(1. 北京首钢冷轧薄板有限公司, 北京 101304; 2. 首钢总公司设备部, 北京 100041)

**摘 要:** 针对北京首钢冷轧薄板有限公司酸轧生产线上酸洗工艺段出口烘干风机和 1<sup>#</sup> 出口活套之间的带钢经常出现跑偏而损伤设备的问题, 分析了 4<sup>#</sup> 纠偏装置的设备结构、纠偏原理, 以及无法正常纠偏带钢的原因, 通过将纠偏框架的固定旋转中心移到设备下侧, 将感应式检测传感器移到上部以检测进带带钢, 采用前馈控制, 再配合活套出口的 5<sup>#</sup> 比例积分型纠偏装置的纠偏作用, 使带钢实现了平稳运行。

**关键词:** 酸轧机组; 带钢跑偏; 纠偏装置; 设备改进

**文献标志码:** B **文章编号:** 1003-9996(2015)03-0079-03

## Defect analysis and modification for No. 4 steering unit in the Shougang PL-TCM

LIU Yong-zhen<sup>1</sup>, ZHOU Yong-wen<sup>2</sup>, CHEN Shen-chao<sup>1</sup>

(1. Beijing Shougang Cold Rolling Mill Co., Ltd., Beijing 101304, China; 2. Equipment Department, Shougang Group, Beijing 100041, China)

**Abstract:** To solve the problem of strip deviation occurring between the pickling line outlet and No. 1 exit looper, the structure, steering principle and malfunction of No. 4 steering unit were analyzed. Taking the measurements of moving the rotation center of steering unit down to its underside, and feedforward controlling the steering system with the sensor going upside, strip's stable running was achieved by the cooperation of No. 5 proportional-integral steering unit.

**Key words:** PL-TCM; strip deviation; steering unit; equipment modification

## 1 引言

北京首钢冷轧薄板有限公司酸轧生产线带钢运行轨迹全长 1200 多米, 受热轧来料板形不佳、焊机焊接错牙、生产线张力变化、设备安装精度及设备磨损等因素的影响, 带钢在运行过程中经常会出现跑偏问题<sup>[1-3]</sup>。为确保带钢在生产线上对中稳定地运行, 设计安装了 9 套带钢纠偏装置, 其中 4<sup>#</sup> 纠偏装置位于酸洗工艺段出口烘干风机和 1<sup>#</sup> 出口活套之间, 用于纠偏进入 1<sup>#</sup> 出口活套的带钢。实际运行中, 带钢经过 100 多米长的酸洗槽, 受 12 对挤干辊不均匀的挤压作用, 经常出现跑偏现象。严重时, 带钢偏向一侧刮蹭烘干风机设备侧壁, 损坏设备和带钢。设备安装调试时, 为缓解酸洗槽内带钢跑偏的影响, 将两对挤干辊改造为纠偏装置, 但受酸环境的影响, 改造后的纠偏装置易被腐蚀, 经常出现设备故障, 严重影响生产线的生产节奏和产品质量。因此, 亟需改造设备以消除隐患。

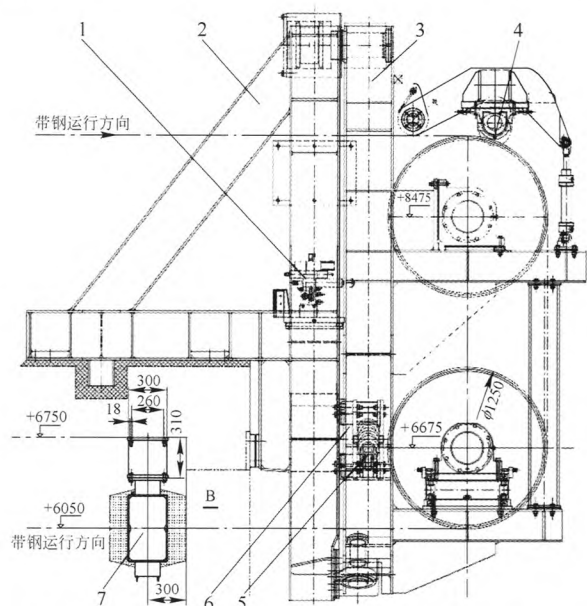
## 2 4<sup>#</sup> 纠偏装置的组成及原理

首钢酸轧生产线 4<sup>#</sup> 纠偏装置为无驱动双转向辊设计, 采用“回”型布置, 带钢在 4<sup>#</sup> 纠偏装置处转向 180°, 从酸洗工艺段进入下部的 1<sup>#</sup> 出口活套, 既改变带钢运行的高度又改变带钢运行的方向。4<sup>#</sup> 纠偏装置由液压控制阀台、固定框架、带双转向辊的活动框架、驱动压辊、驱动液压缸、转向辊位置传感器、感应式检测传感器组成, 为后馈式设计, 纠偏精度为 ±10 mm, 见图 1。

4<sup>#</sup> 纠偏装置采用比例调节型纠偏方式, 带双转向辊的活动框架为单铰轴固定, 控制方式是中心导向控制。当纠偏装置出口的感应式检测传感器检测到带钢偏离中心线时, 带双纠偏转向辊的活动框架在伺服阀控制液压缸的推动作用绕固定旋转中心偏转一定角度, 活动框架偏转距离靠转向辊位置传感器来检测, 依靠纠偏转向辊与带钢之间的静摩擦力带动带钢偏转, 从而使纠偏装置出口的带钢

收稿日期: 2014-06-06

作者简介: 刘永振(1981—), 男, 工程师。



1-液压控制阀台;2-固定框架;3-带双转向辊的活动框架;4-驱动压辊;  
5-驱动液压缸;6-转向辊位置传感器;7-感应式检测传感器。

图 1 4# 纠偏装置

Fig. 1 No. 4 strip steering unit

始终在轧制中心线上。

纠偏装置的纠偏量  $C$  与活动框架的偏转角度  $\alpha$  和纠偏装置出口带钢平面与固定旋转中心的距离  $L$  有关:

$$\pm C = L \sin \alpha \quad (1)$$

式中:  $C$  为纠偏装置的纠偏量, mm;  $L$  为纠偏装置出口带钢平面与固定旋转中心的距离, mm;  $\alpha$  为纠偏辊的偏转角度, ( $^{\circ}$ )。

### 3 4# 纠偏装置存在的问题及原因分析

比例调节型纠偏又称 P 型纠偏, 是应用最为广泛的一种纠偏, 具有响应快、纠偏精度高等特点, 适用于安装空间较为狭窄的场合<sup>[4-5]</sup>。比例调节型纠偏由一个转向辊或一对转向辊组成, 转向辊安装在同一个活动框架上, 带转向辊活动框架绕固定框架上的固定旋转中心摆动。常见的比例调节型纠偏装置的固定旋转中心都在进带平面上, 如图 2 所示。纠偏装置的转向辊本身没有积分作用不能纠正进带的位置偏差, 但能纠偏出带带钢, 使其始终在轧制中心线上。

考虑到既要改变带钢运行高度、又要改变带钢方向的需求, 4# 纠偏装置的固定旋转中心与进带平面存在一定距离, 并不在进带平面上。由于要保证出带带钢始终在中心线上, 活动框架偏转时必然会带动进带带钢偏转, 而且带钢并非一直在纠偏装置

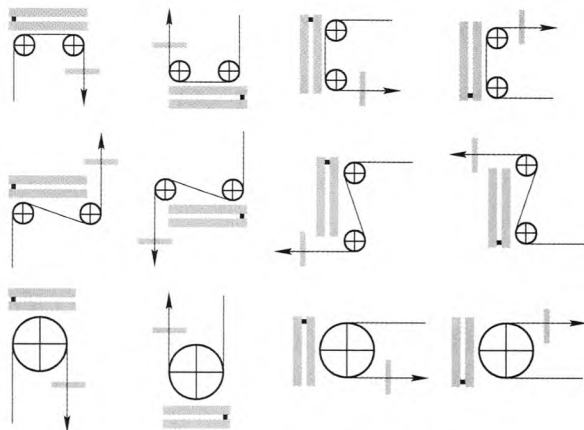


图 2 比例调节型纠偏示意图

Fig. 2 Diagram of proportional type steering method

转向辊辊面的正中间位置运行, 会偏向一侧。进带带钢跑偏越严重, 纠偏装置就需摆动越大的角度来纠正出带带钢, 导致进带侧带钢跑偏越严重, 经 4# 纠偏装置纠偏后跑偏越严重, 严重时带钢刮蹭设备框架造成停车事故。

4# 纠偏装置的机械结构可简化为图 3, 进带带钢平面与固定旋转中心距离为  $L_0 = 702$  mm, 出带带钢平面与固定旋转中心的距离  $L = 3\,752$  mm。活动框架液压缸叉头连接点  $H$  和固定旋转中心  $O$  之间的距离  $L_{ms} = 3\,636$  mm, 固定框架液压缸连接铰点  $T$  与固定旋转中心  $O$  之间的距离  $L_s = 3\,794$  mm。活动框架液压缸叉头连接点  $H$  和固定转轴点  $O$  的连线与固定框架液压缸连接铰点  $T$  和固定旋转中心轴点  $O$  的连线的夹角  $\beta$  随纠偏液压缸长度  $L_c$  的变化而变化,  $\beta$  相对于中间位置的变化  $\Delta\beta$  即是纠偏装置的偏转角  $\alpha$ , 即  $\alpha = \Delta\beta$ 。

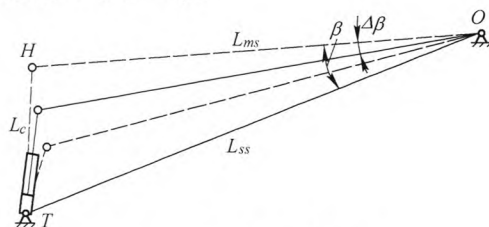


图 3 4# 纠偏装置简化图

Fig. 3 Schematic diagram of No. 4 steering unit

由三角形定理, 可知:

$$\beta = \arccos \frac{L_s^2 + L_{ms}^2 - L_c^2}{2L_s L_{ms}} \quad (2)$$

4# 纠偏装置液压缸行程为 300 mm, 液压缸本体至框架连接铰点  $T$  距离为 167.4 mm, 则纠偏液压缸长度  $L_c$  的范围为  $[467.4 \text{ mm}, 767.4 \text{ mm}]$ 。由式(2)可以计算出 4# 纠偏装置的偏转角  $\alpha$  的范围为

$[-2.388^\circ, 2.429^\circ]$ 。

由式(1)可得 4# 纠偏装置对出带带钢的纠偏能力范围为 $[-156.3 \text{ mm}, 159.0 \text{ mm}]$ 。由于 4# 纠偏装置固定旋转中心不在进带带钢平面上, 纠偏装置作用时会使得进带带钢发生偏转。同理可得进带带钢的跑偏范围为 $[-29.3 \text{ mm}, 29.8 \text{ mm}]$ , 即当出带带钢负向跑偏量为 156.3 mm 时, 纠偏时会使得进带带钢正向偏离中心线 29.8 mm; 当出带带钢正向跑偏量为 159.0 mm 时, 纠偏时会使得进带带钢负向偏离中心线 29.3 mm。4# 纠偏装置的“纠出不纠进”的结构缺陷必然会对进带带钢产生负面影响, 带钢跑偏越严重, 进带带钢受其影响也越大。

#### 4 4# 纠偏装置改进措施

由以上分析可知, 4# 纠偏装置固定旋转中心与进带平面不重合, 在纠偏出带侧带钢的同时会带偏入带侧带钢, 入带侧带钢跑偏越严重, 纠偏装置偏转导致的跑偏越严重。为了消除 4# 纠偏机械结构本身问题对进带侧带钢的影响, 考虑对 4# 纠偏装置进行改造。

若将 4# 纠偏装置上转向辊改造为比例积分型纠偏, 下辊改为固定转向辊, 4# 纠偏装置将具有“既纠进又纠出”的功能<sup>[6-7]</sup>, 但纠偏转向辊和固定转向辊距离较近会造成改造后的纠偏装置出带距离较短, 影响纠偏效果; 若将 4# 纠偏装置的固定旋转中心移到进带平面上, 就需要在转向辊的外侧增加固定安装框架, 设备改造量较大, 且设备维护难度也增加。

为此, 将纠偏框架的固定旋转中心移到设备下侧, 将感应式检测传感器移到上部以检测进带带钢, 改造后的 4# 纠偏装置为前馈控制, 能保证进带带钢始终在中心线上, 见图 4。纠偏框架的旋转中心在下侧, 进带带钢平面与固定旋转中心的距离较远, 出带带钢与旋转中心的距离较近, 这样既能保证纠正进带带钢的纠偏能力, 又能使出带带钢在一定的“聚心”作用下运行在中心线附近。4# 纠偏装置改造后, 能对进带带钢进行及时、准确、大范围地纠偏, 保证了酸洗槽内的带钢运行在中心线上, 而且通过对出带带钢所具有的“聚心”作用再配合活套出口的 5# 比例积分型纠偏装置的纠偏作用, 可使带钢在活套内平稳运行。

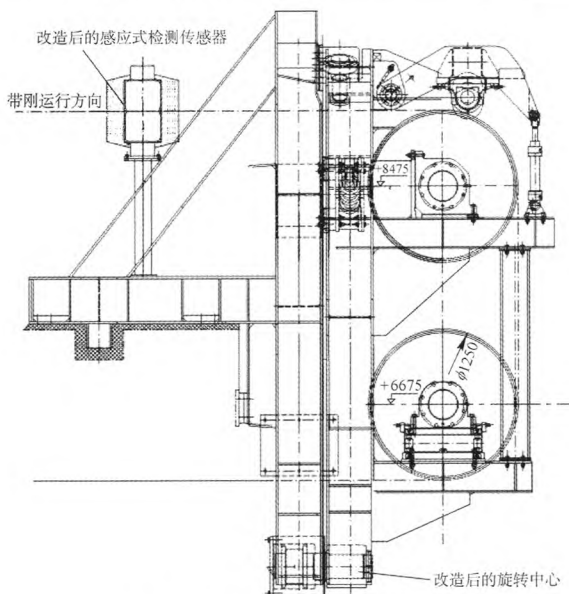


图 4 4# 纠偏系统设备改造图

Fig. 4 Reformed No. 4 steering unit

#### 5 结语

首钢酸轧生产线 4# 纠偏装置改造后, 旋转中心移到下部, 感应式检测传感器移到上部以检测进带带钢, 既可保证进带带钢不跑偏, 又可保证出带带钢跑偏不严重, 消除了原 4# 纠偏装置对进带带钢跑偏的影响, 保证了带钢在酸洗槽和 1# 出口活套区域运行的稳定性。改造完成后, 停用了 4# A 纠偏装置, 恢复了 5#、6# 挤干辊设备原始状态, 减少了由于挤干辊改造带来的漏酸、纠偏设备腐蚀等问题, 提高整个酸洗工艺段设备的运行稳定性。

#### 参考文献:

- [1] 令狐克志, 王洋, 刘光明, 等. 冷轧过程中带钢楔形与跑偏关系模型研究[J]. 轧钢, 2012, 29(1): 22.
- [2] 王海峰, 杨忠林, 黄宇, 等. 冷连轧带钢跑偏原因分析[J]. 轧钢, 2008, 5(3): 54.
- [3] 李广林, 陈伟, 刘玉金, 等. 冷连轧过程中带钢跑偏的原因分析与应对措施[J]. 轧钢, 2014, 31(1): 57.
- [4] 刘丹, 崔炳大, 傅时君, 等. 首钢连退清洗段跑偏问题的治理[J]. 轧钢, 2013, 30(2): 56.
- [5] 王斌, 高成章. 冷轧带钢纠偏设备的功能与应用[J]. 一重技术, 2008(4): 15.
- [6] 刘忠诚, 王永亮, 安俊博, 等. 冷轧带钢连续退火炉炉内自动纠偏系统探析[J]. 轧钢, 2007, 24(1): 42.
- [7] 习中革, 白露, 武志博. 平面六杆机构式比例积分型纠偏装置的分析[J]. 轧钢, 2013, 30(3): 38.

《轧钢》杂志投稿网站: [www.chinarolling.com](http://www.chinarolling.com), 欢迎投稿!