

冷轧镀锌卷取机套筒窜动原因及对策分析

王建华 朱长月 田才
(首钢京唐钢铁联合有限责任公司冷轧作业部 河北 唐山 063210)

摘要: 近年来,随着行业对带材表面质量要求的提升,一些高端的板材生产企业为了提升产品质量,在带材卷取环节,通过在卷取芯轴上安装橡胶套筒,在芯轴与带钢之间产生柔性过渡层来消除钢板头部折印缺陷。而在实际生产中,由于卷取机频繁卸卷造成橡胶套筒存在不同程度的窜出挤伤问题。本文针对卷取机橡胶套筒在卸卷时窜出挤伤问题进行分析,并通过结合现场实际及套筒厂家提出了解决套筒窜出的方案。

关键词: 卷取机;橡胶套筒;窜出;锁紧机构

0 引言

某钢铁厂新建冷轧高强镀锌机组为了提高带头卷取质量在卷取机上设置带头定位套筒。自产线投产以来,卷取机橡胶套筒频繁发生窜出故障,严重时导致橡胶套筒被挤伤或者撕裂,造成橡胶套筒提前报废并严重影响机组生产节奏。

1 卷取机相关设备介绍

卷取机卷筒由芯轴、棱锥套、扇形板、芯轴拉杆、橡胶套筒、套筒锁紧机构组成。最大膨胀直径 $\phi 473\text{mm}$,卷取位直径为 $\phi 468\text{mm}$,卸卷时直径为 $\phi 436\text{mm}$ 。卷取机卷筒结构见图 1。

橡胶套筒材质为氯丁橡胶,橡胶套筒原设计内径约为 $\phi 438\text{mm}$ 。在卷取模式时,橡胶套筒内径膨胀到 $\phi 468\text{mm}$;在卸卷模式时,扇形板组成的卷筒类似圆形,其外径为 $\phi 436\text{mm}$,套筒与扇形板间存在间隙。

扇形板的外侧设计有套筒锁紧机构(图 2),由扇形底座、弹簧、挡块组成。在卸卷模式时,橡胶套筒跟随芯轴收缩,此时锁紧机构的挡块弹出卡住套筒。理论上锁紧机构能挡住套筒高度为 16mm。

2 套筒窜出过程描述

卸卷时钢卷从芯轴上卸下,整个过程为:卸卷小车上升顶住钢卷 $\rightarrow$ 芯轴收缩至卸卷直径($\phi 436\text{mm}$) $\rightarrow$ 外支撑打开 $\rightarrow$ 卸卷小车移出钢卷。在卸卷小车移出钢卷的同时,橡胶套筒跟随钢卷逐渐外窜,反复多次后,套筒窜出到芯轴轴头支撑位置,外支撑重新应用后夹住套筒的一端,套筒留在芯轴上的另一端随芯轴膨胀旋转,而夹在芯轴轴头支撑处的套筒不能旋转,造成套筒撕裂、卷伤。

3 套筒窜出原因分析

套筒在卸卷过程中,芯轴外径在 2s 内由 $\phi 468\text{mm}$

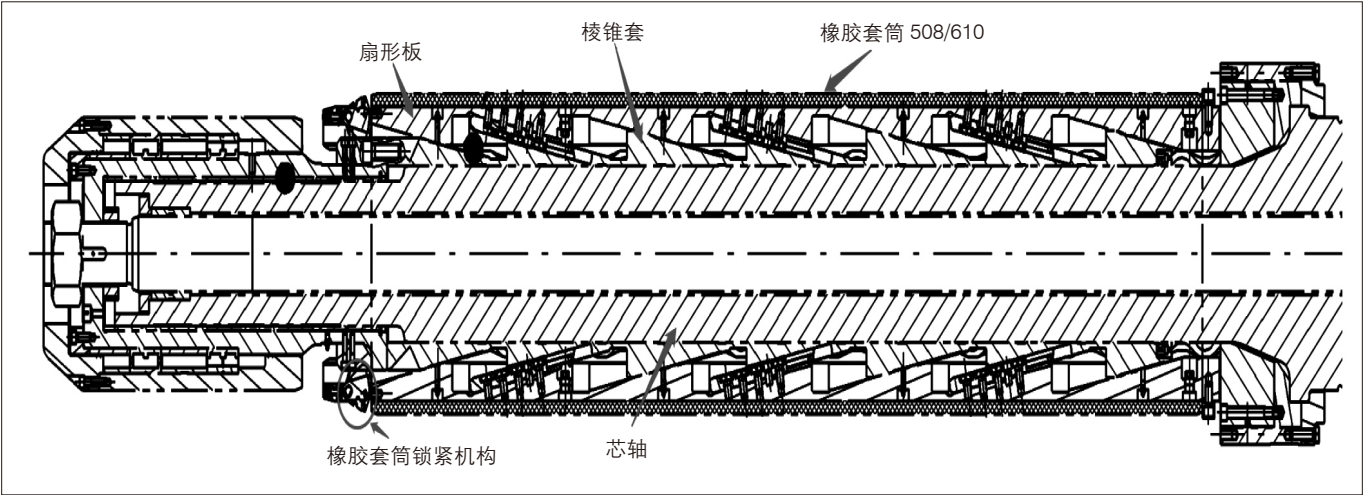


图 1 芯轴卷筒结构图

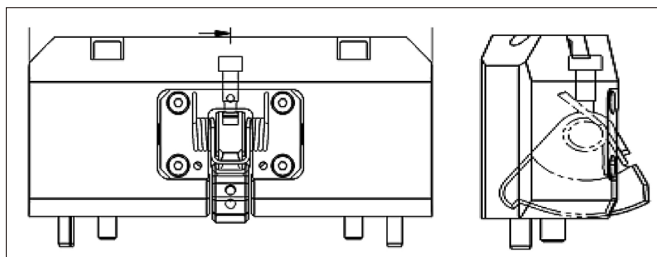


图2 橡胶套筒锁紧机构

缩小至 $\phi 436\text{mm}$ ，橡胶套筒内径相应的也由 $\phi 468\text{mm}$ 开始收缩。橡胶属于高回弹性材料，正常弹性膨胀范围内能够快速收缩到原始内径 $\phi 438\text{mm}$ 附近，但由于橡胶套筒长期涨缩造成橡胶疲劳，导致套筒内径不能在较短时间内恢复到原始内径，故套筒与芯轴间存在间隙。虽然芯轴端部有套筒锁紧机构，但仍存在套筒窜出问题，可能原因如下。

3.1 芯轴与卸卷小车不同心

以 508 套筒为例。理论上芯轴收缩后钢卷内壁与套筒外壁之间存在 $(508-483)/2 \approx 12.5\text{mm}$ 间隙，即橡胶套筒外壁与钢卷内径在 90° 、 180° 、 270° 、 360° 方向上各有约 12mm 间隙，此间隙足以满足卸卷需求。如在水平方向上卸卷小车中心线与芯轴中心线不重合，存在偏差，或在竖直方向上，卸卷小车提升高度过高或过低，造成竖直方向上钢卷中心线与芯轴中心线不重合，都会导致套筒外壁与钢卷内径间隙过小，给套筒一个向外拉力，橡胶套筒就会在该力的作用下窜出。

3.2 橡胶套筒疲劳

橡胶套筒往复涨缩产生疲劳，套筒疲劳变形和使用工况、套筒材质直接相关，一般情况下产线的使用工况较难改变，而套筒材质的选择较容易实现。橡胶套筒材质为氯丁橡胶，其缺点为低温下硬度和定伸应力上升、弹性下降。

以 508 套筒为例，定义残留间隙值 δ ，以橡胶套筒外径为基准，原套筒底面极限残留间隙值

$$\delta_1 = D_{\text{gnmax}} (\text{钢卷最大内径}) - D_{\text{xtmin}} (\text{橡胶套筒最大外径}) = 508 - 483 = 25\text{mm}$$

以橡胶套筒内径为基准，原套筒工作残留间隙值

$$\delta_2 = D_{\text{xn1}} (\text{橡胶套筒内径}) - D_{\text{qwmn}} (\text{卷取机卷筒最小外径}) = 438 - 436 = 2(\text{mm})$$

实践证明，在冬季现场温度为 5°C 左右生产使用 30 天后，橡胶套筒内径由 $\phi 438\text{mm}$ 胀大到 $\phi 468\text{mm}$ ，静置 1h 后，芯轴收缩到卸卷位直径 436mm ，同时测得橡胶套筒内径 D_{xn2} （实测橡胶套筒内径）。原橡胶套筒实际残留间隙值

$$\delta_{\text{实际}} = D_{\text{xn2}} (\text{实测橡胶套筒内径}) - D_{\text{qwmn}} (\text{卷取机套筒最小外径}) = 462.5 - 436 = 26.5(\text{mm})$$

$\delta_{\text{实际}} > \delta_1 > \delta_2$ ，表明原橡胶套筒在使用 1 个月后，橡胶套筒弹性变形较大，且超过理论极限残留间隙值，套筒材料疲劳损伤，不能继续使用。

3.3 套筒与芯轴摩擦系数低

芯轴内部各个滑动面需要润滑，润滑油脂如果加得过量会挤出到扇形板与橡胶套筒内壁，从而降低摩擦系数，有助于套筒窜出。

3.4 锁紧机构功能失效

锁紧机构由于靠弹簧弹起挡块来阻挡橡胶套筒窜出，挡块的外形结构为圆弧型，而套筒为了便于拆装工艺上对套筒内壁侧面设计有倒角，内壁倒角为 $30 \times 10\text{mm}$ 。由于倒角和圆弧的存在，橡胶套筒端面与锁紧机构挡块接触时，挡块有效阻挡区域几乎呈一条直线，接触面积太小，锁紧机构对套筒的阻挡功能降低。锁紧机构挡块与橡胶套筒作用见图 3。

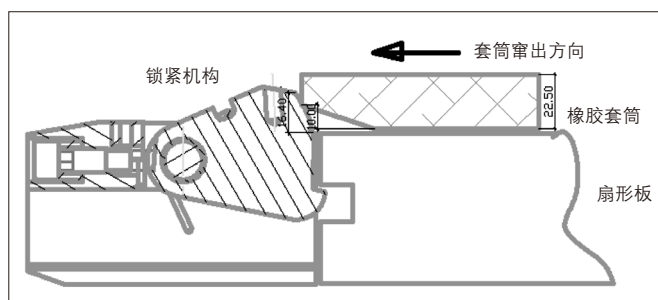


图3 锁紧机构挡块与橡胶套筒作用图

4 防止套筒窜出的对策

4.1 定期检测卸卷小车与卷取机芯轴相对安装基准线的位置精度

利用产线检修期间对芯轴、小车轨道相对于安装基准线进行测量，标准为偏差值在 1mm 以内合格。具体测量步骤如下。

(1) 测量芯轴圆度：芯轴套上试车环，将芯轴膨胀到真圆直径，用百分表测量扇形板跳动值，并用 π 尺测量扇形板的外圆直径。一般要求扇形板外圆的跳动值在 0.05mm 以内，最大不超过 0.1mm 。如果测量后跳动值较大，可以考虑将芯轴胀缩几次，通过增大或减小“真圆”直径的设定值来找到最理想的扇形板外圆直径。

(2) 通过预留基准点找到卷取机安装基准线，用全站仪检验扇形板外圆水平方向上距设备中心线的距离（至少测 2 个点）。

(3) 用全站仪检验小车轨道中心线与卷取机安装基

准线的偏差。

(4) 用水准仪检验小车轨道的水平度, 要求小车水平度在 $\pm 0.25\text{mm}$ 以内。

(5) 用水准仪测量小车鞍座的高度并与小车编码器读数进行对比标定。

4.2 橡胶套筒材质、结构优化

为了兼顾橡胶套筒的工况要求, 很多套筒厂家已经不再使用单一的橡胶材料了, 开始将多种材料混合成型。这样生产出来的套筒可以避开氯丁橡胶低温疲劳老化的缺点。目前, 使用的较多的是氯丁橡胶、海帕龙、丁腈橡胶按一定比例混合, 各个厂家成分比例有所差异。

橡胶套筒结构上优化主要是将端面倒角由原来的 $30 \times 10\text{mm}$ 优化为 $12 \times 5\text{mm}$, 增大橡胶套筒端面与锁紧机构的作用面积。另外, 为了防止套筒内壁与扇形板之间的润滑脂聚集降低摩擦系数, 将套筒内壁开出平行沟槽, 槽的间距为 $150 \sim 200\text{mm}$, 槽宽 $\times$ 槽深为 $3\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

4.3 建立橡胶套筒使用管理规范

橡胶套筒的管理需包含以下几个方面: 套筒要求站立放置以减小套筒自重产生的变形; 套筒连续服役半个月需下线静置半个月进行弹性恢复; 套筒更换要有可行的操作规程, 吊运过程中不得捆绑套筒本体, 可通过换套筒工装进行吊运; 套筒存放远离高温、暴晒、高寒等极端区域, 远离酸碱腐蚀区域。

4.4 适当增大卸卷位芯轴膨胀直径

适当增大卸卷位芯轴膨胀直径, 使芯轴与橡胶套筒之间存在微膨胀, 但是芯轴不得膨胀太大, 会减少套筒与钢卷间的间隙值, 造成钢卷抽芯。将卸卷位芯轴直径由 436mm 最大增大至 442mm , 相当于橡胶套筒和扇形板之间有 $(442-438)/2=2\text{mm}$ 过盈量。但是该方法只限套筒初期窜出使用, 随着套筒疲劳变形, 增大的过盈量会逐渐消失。

4.5 改造套筒锁紧机构

在相对的两块扇形板上设计套筒侧挡装置, 侧挡装置与扇形板通过 2 个螺栓连接, 便于拆装。为了避免卸卷时侧挡块与钢卷内壁刮蹭, 将侧挡装置外圆直径略小于钢卷内径 $\phi 508\text{mm}$ 可设计为 $\phi 506\text{mm}$, 侧挡装置的挡块截面为矩形无倒角设计。假设卸卷时套筒完全不收缩套筒外径为 $\phi 508\text{mm}$, 侧挡块的外径为 $\phi 506\text{mm}$, 由此可见套筒的端面完全被侧挡块挡住, 不能窜出。图 4 所示为改造后的套筒侧挡块三维图。

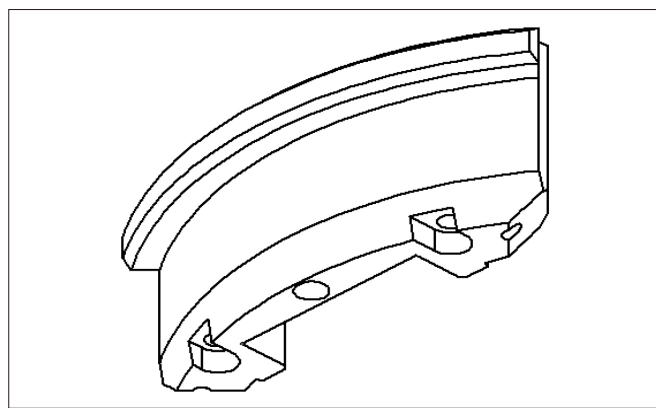


图 4 改造后的套筒侧挡块三维图 (单个)

5 结语

影响套筒窜出的因素较多, 多数情况下是多个因素叠加后的结果, 具体产线需要根据产线实际情况进行分析, 针对卸卷时橡胶套筒窜出问题最本质化的解决方案为设计增加合理的侧挡块装置。本文所述的原因对策会给其他产线同类问题提供参考。

参考文献:

- [1] 李彤洲, 武宝喜, 李金丽. 冷轧 1550mm 卷取橡胶套筒分析与设计 [J]. 河南冶金, 2018, 26(3): 34-36.
- [2] 袁晓芳. 改善氯丁橡胶耐低温性能 [J]. 塑料制造, 2013(9): 78-80.