基于程序创新的薄带钢尾部防失张关键技术

邢春伟,苗瑞林,周学刚,闫志学,范 鑫,杨永朋,卢晓敏,杜 雄

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢板材厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要:文章针对热连轧低合金高强薄带钢生产中的作业难题,例如带尾失张导致的甩尾、轧烂及设备损伤。通过活套控制程序创新,开发带尾轧机阶梯降速功能模块,实现了尾部角度与张力的动态精准控制。分规格匹配参数调节机制,使带尾张力可按需自动调整,避免了传统人工干预的频繁调整弊端。工业应用表明,该技术使月均甩尾轧烂事故引发的非计划换辊次数显著降低,全年预计减少损失 300 万元,为薄规格带钢稳定轧制提供了新路径。

关键词:控制程序;带尾张力;阶梯降速;带尾跑偏;参数调整

中图分类号:TG162.86 **文献标识码**:B **文章编号**:1009-5438(2025)06-0049-04

Key Technologies of Preventing Tension Fluctuation at Tail End of Thin Strip Based on Program Innovation

Xing Chunwei, *Miao Ruilin*, *Zhou Xuegang*, *Yan Zhixue*, *Fan Xin*, *Yang Yongpeng*, *Lu Xiaomin*, *Du Xiong*

(*Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region*, *China*)

Abstract: In the paper, the dynamic precise control of angle and tension at tail end is realized through innovating control program of looper and developing function module of stepwise deceleration for rolling mill at tail end of strip aiming at such industry challenges as back end whip, breakage due to rolling and equipment damage caused by tension fluctuation at tail end of strip in the production of hot continuous rolled low alloy high strength thin strip. With the adjustment mechanism of matching parameters based on specifications, tension at tail end of strip could be automatically adjusted as needed so as to avoid the drawback of frequent adjustment for traditional manual intervention. The industrial applications show that the times of unplanned roll change caused by accidents of back end whip and breakage due to rolling each month are significantly reduced as well as expected annual loss is reduced by CNY 3 million Yuan with the technology, which could provide a new path for stable rolling of thin strip.

Key words: control program; tension at tail end of strip; stepwise deceleration; deviation of tail end of strip; parameter adjustment

包钢 2 250 mm 热轧生产线的热轧机组里,精轧机由 7 架连轧机构成。作为对产品质量起决定性作用的核心成品轧机,精轧机组包含立辊、牌坊、支撑辊、工作辊、轧辊调整装置、导卫装置以及活套等组

收稿日期:2025-05-27

作者简介:邢春伟(1988-),男,内蒙古赤峰市人,工程师,现从事轧钢技术管理工作。

件。活套布置在两机架之间的导卫前方,在精轧连轧工序中,可实现对钢带的支撑、部分套量的存储,以此保障机架秒流量与张力的恒定。

1 板带尾部跑偏轧烂的原因分析

在精轧机轧制低合金高强薄带过程中,因带尾跑偏引发的甩尾、轧烂现象的频发,导致大量换辊时间与再处理品、非计划产品量的显著增加。该问题在热轧精轧区域长期存在,始终未能得到有效根治,严重影响低合金高强薄带的轧制稳定性与生产节奏。“辊印”缺陷不仅造成非计划换辊时间增加,还因降低生产节奏导致产量降低,生产效率下降。活套张力曲线如图 1 所示。

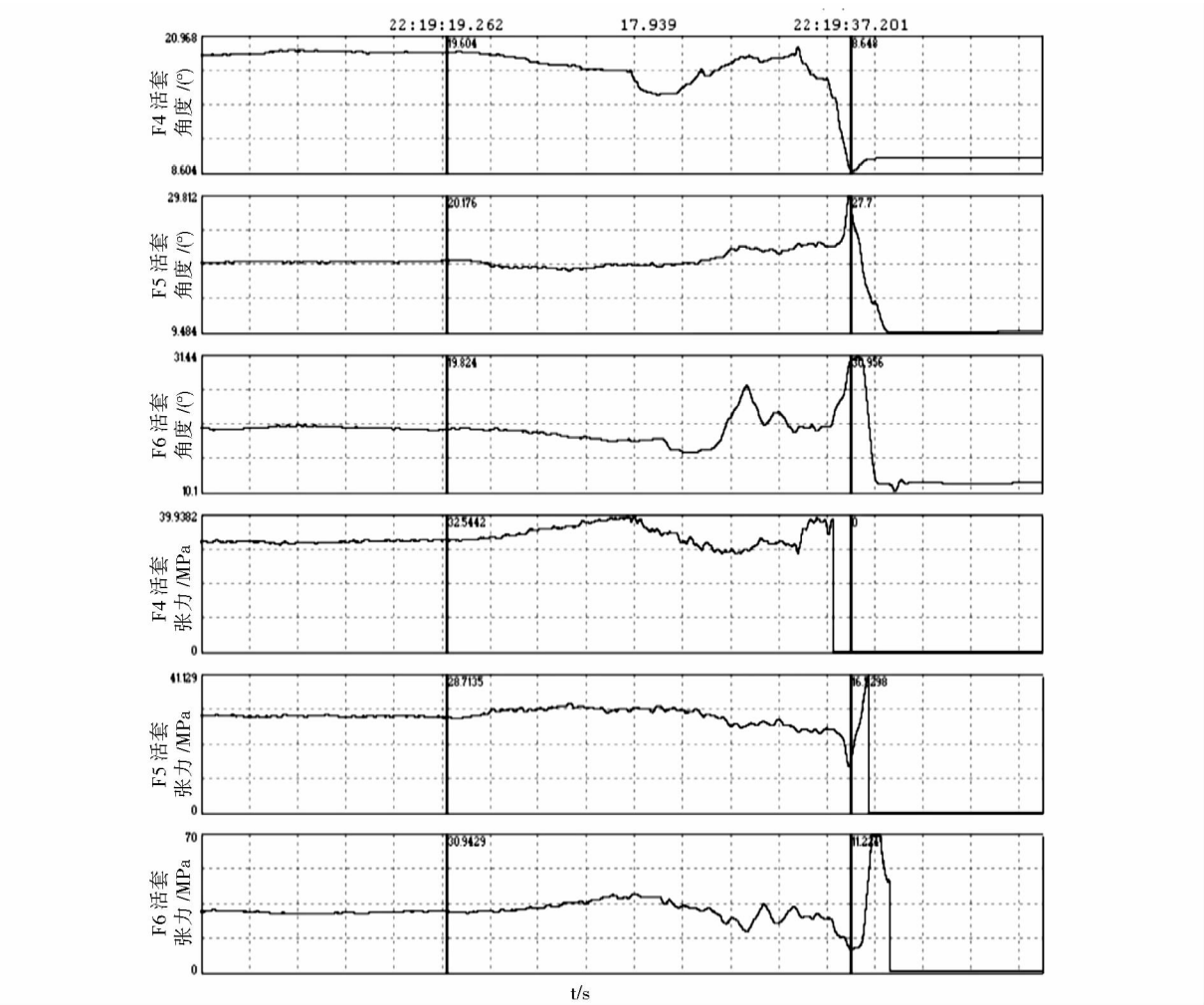


图 1 板带尾部失张曲线

带尾失张跑偏现象的产生是多种因素共同作用的结果。主要涉及小活套控制时序、活套功能缺陷、上游机架抛钢时序、连轧机机组流量匹配及工艺参数等方面,需要针对以上问题进行排查分析[1]。

经检查,板坯出炉温度、粗轧末道次温度、精轧入口温度、中间坯镰刀弯等控制参数均正常。精轧机各机架 HGC 操作侧与传动侧偏差、同侧出入口偏差以及传感器的跟随性能均良好。

团队开展技术研讨,对活套功能控制参数进行调试,并进行试验轧制。在 F4 机架抛钢阶段,F6 活套由稳态 21°出现异常“挑套”至 30°;同时 F6 活套张力从稳态 30 MPa 发生突变,降至抛尾阶段的 11 MPa左右。轧制期间操作人员采取上调机架间张力、抛尾阶段手动旋钮降速等措施,均无法有效改善带尾失张的跑偏现象。

从活套控制角度来看,活套的主要功能是缓冲

金属流量变化、维持恒定小张力以及调节上游机架轧制速度以保证秒流量恒定[2]。在带钢尾部轧制阶段,当上游机架抛钢时,金属流量瞬间改变,若活套响应滞后,就无法及时调节张力。根据带尾“挑套”失张的现象,确定带尾失张为活套功能存在缺陷,无法及时调节张力,导致甩尾轧烂。针对此问题立项并攻关,通过修改控制程序,改善带尾“挑套”失张现象。

2　带尾部跑偏轧烂措施探讨

2.1　抛钢降速补偿功能的优化

本研究在一级操作界面增设调整窗口,实现上游机架卸载轧机的自动化降速控制。当 F3 至 F7 机架执行上游机架卸载时,当前机架将按预设固定比例实施降速。然而,实际投入使用后控制效果并不理想,系统投用瞬间活套角度减小、张力增加,但随着轧制带尾的速度调整,活套又出现“挑套”失张的现象,尾部控制极不稳定(角度和张力波动显著)。经过多次参数优化与功能调试,仍未实现尾部角度和张力的稳定控制。

2.2　抛钢阶梯降速功能模块的开发

在上游机架卸载轧机固定速度策略的基础上,本研究创新性地提出了基于递增数列的降速比率控制方案。通过多次调试,结合轧机抛尾的速度特性,确定了控制程序及相关参数,实现了稳定且持续的控制效果[3]。

在程序设计中,针对厚度不大于 3.5 mm 的规格,根据工程经验预设固定降速数值作为基础值,并在一级界面增设可手动调整的附加降速值。控制程序会根据基础降速值上,按扫描周期递增 0.02% 的降速速率执行阶梯降速,直至达到基础值与附加调整值的总和。具体控制流程如图 2 所示。

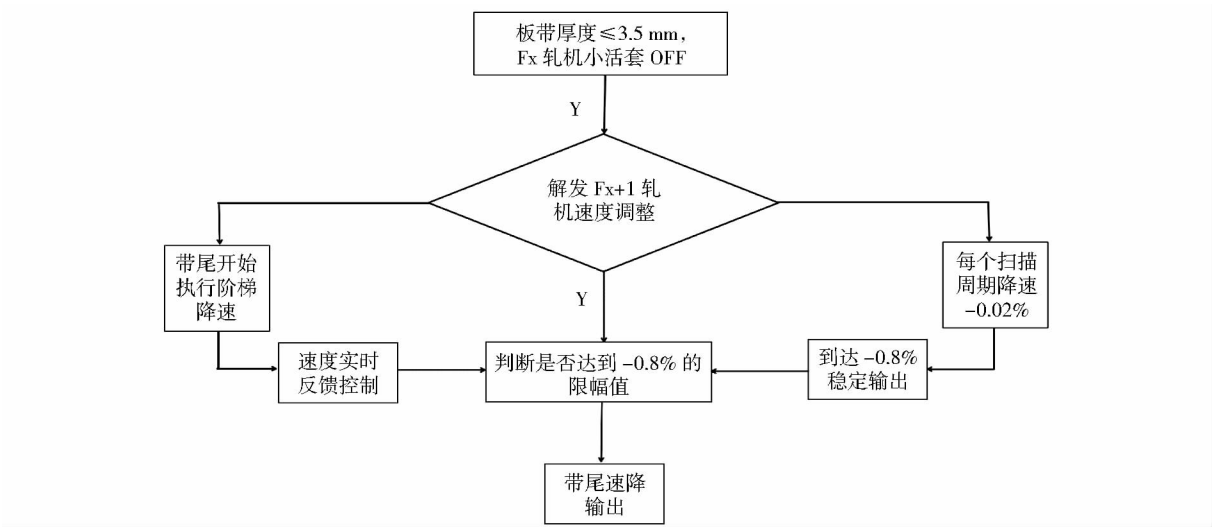


图 2　程序控制图

增加此功能模块后,薄规格带钢在抛尾阶段角度平稳和张力没有降低,尾部张力可以通过调整阶梯降速的限幅值和每个扫描周期的降速量来实现带尾张力可调(张力设定 30 MPa,抛尾张力可以增加 10% ~50% 进行调整),有效地解决了尾部失张跑偏造成的甩尾轧烂问题,功能投入使用后抛尾张力曲线见图 3。

通过创新性地增设抛钢阶梯降速功能模块,成功解决了因抛尾阶段活套异常挑套失张而引发的甩尾轧烂事故[4]。该功能经长期运行验证,控制稳定可靠,无需频繁调整参数,且能有效地提升轧制稳定性,完全满足连轧机组薄带稳定轧制的需求,契合本领域的实际应用要求。

3　效果验证

该功能有效改善了薄规格钢带因尾部失张引发的甩尾轧烂问题[5],显著降低了“辊印”缺陷的发生率。统计结果表明,功能投用后事故时间、“废次降”产品及辊耗减少,全年累计实现降本增效约 307 万元。该功能在热轧板材生产线上具有较强的推广价值。

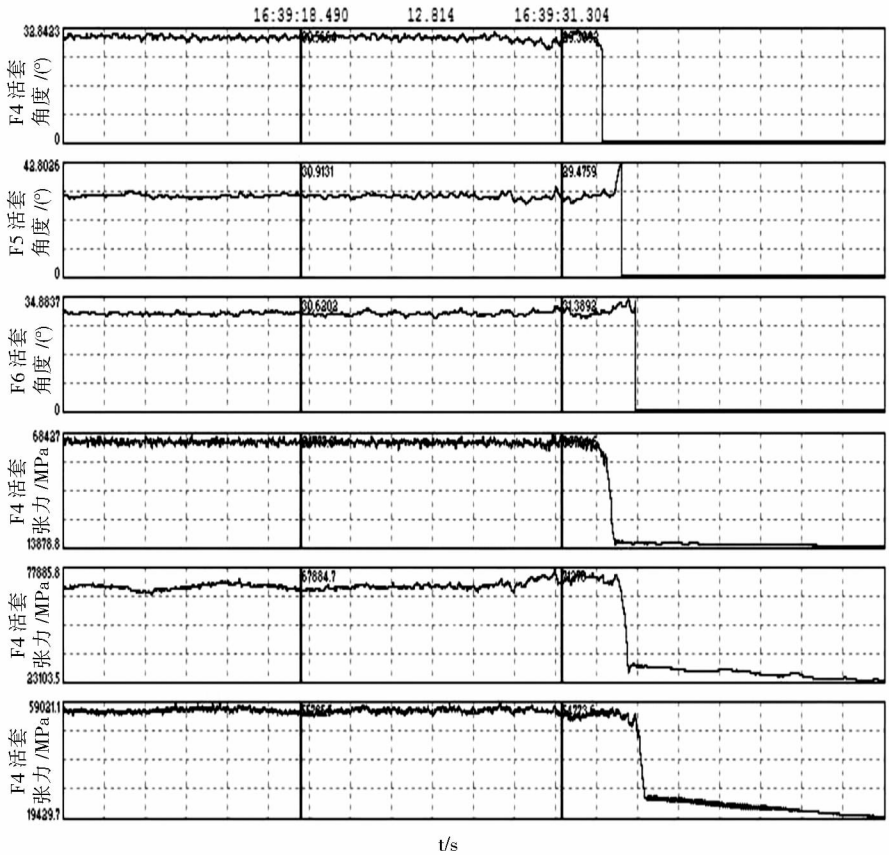


图3 带尾张力改善曲线图

4 结束语

本文围绕着低合金高强薄热轧带钢的带尾失张问题,通过活套控制程序创新与阶梯降速功能开发,构建了尾部张力动态稳定控制体系。研究结果表明,通过在程序中嵌入分规格参数匹配机制及递增数列降速策略,实现了带尾角度与张力的精准调控,使失张导致的甩尾轧烂事故率明显降低,产品表面质量合格率得到显著提升。

该技术突破了传统人工调整张力的局限性,采用"基础值+可调附加值"的阶梯降速模式,实现了带尾张力自动适配,显著提升了轧制过程的智能化水平。工业应用数据显示,该创新每年可为企业创造显著经济效益,同时为上下游工序的连续稳定生产提供了技术保障。本研究成果不仅解决了薄规格带钢轧制的行业难题,其"程序驱动+参数自适应"的控制路径也为同类金属轧制领域(如铝板、不锈钢带)的缺陷管理控制提供了新思路,具有较强的工程推广价值。未来可进一步结合人工智能算法,优化降速策略的动态响应能力,推动热轧过程控制向智能化、精准化方向发展。

参 考 文 献

[1] 王志强,陈立恒,刘宏民. 热连轧带钢尾部张力失稳的机理分析与控制策略[J]. 工程科学学报,2020,42(7):890-897.

[2] 陈贵,王勇,李刚. 薄规格带钢轧制过程中活套控制策略的优化[J]. 钢铁,2018,53(11):68-74.

[3] Li, X., et al. Dynamic Tension Control Strategy for Hot Strip Rolling Based on Adaptive Neural Network [J]. Journal of Iron and Steel Research International,2021,28(5):1123-1133.

[4] 邵健,何安瑞,孙文权,等. 热轧带钢高精度轧制过程控制技术的发展与展望[J]. 金属学报,2019,55(3):385-394.

[5] Zhang, Y., et al. Intelligent Control System for Strip Tail Stability in Hot Rolling via Programmed Speed Reduction [J]. Ironmaking & Steelmaking, 2022,49(8):1234-1242.