

森吉米尔轧机板形控制精度问题与应对措施

王承刚 玄利剑

首钢智新迁安电磁材料有限公司 河北 唐山 063000

摘要: 森吉米尔轧机作为金属表面处理的重要设备之一,其板形控制精度直接影响到产品的质量和加工效率。然而,在实际生产中,经常会面临板形控制精度不高的问题,从而导致产品质量下降、浪费资源、增加成本等诸多不利影响。本文就森吉米尔轧机板形控制精度问题进行深入探讨,并提出相应的应对措施,以期对相关行业的从业人员和研究者提供一定的参考和借鉴。

关键字: 森吉米尔轧机;板形控制;精度

The Problem and Countermeasures of Shape Control Accuracy in Senzimir Rolling Mill

Wang Chenggang Xuan Lijian,

Shougang Zhi Xin Qian an Electromagnetic Material Co., Ltd., Hebei, Tangshan 063000

Abstract: Sendzimir Mill is one of the most important equipment for metal surface treatment. Its shape control accuracy directly affects the quality of products and processing efficiency. However, in the actual production, often will face the shape control accuracy is not high, which leads to product quality decline, waste resources, increase costs and many other adverse effects. In this paper, the shape control accuracy of Sendzimir Mill is discussed, and the corresponding measures are put forward, which can be used for reference for practitioners and researchers in related industries.

Keywords: Sendzimir Mill; Strip shape control; Precision

前言

森吉米尔轧机属于高精度轧机,具有复杂的板形控制系统,板形控制精度高,但板形问题影响因素也多。在冷轧工序,因为带材宽厚比较大,所以一般不考虑宽展现象,而带材厚度变薄,则转为带材长度的增加。一旦在轧制期间带材宽度上的某个部位出现较大的变形量,相应的成品带材部位轧出长度也会增加,临近部分带材对其伸长的压应力则会产生限制,若内应力达到特定值,则会出现平直度缺陷问题。为了提升板形控制精度,保证成品合格率,则需结合具体的问题进行深入分析,针对板形精度控制中存在的板形偏差大、厚度波动大、板形控制困难、板形控制参数不准确等问题,其主要与板形自动控制程序、钢卷来料缺陷、二级模型的设定精度等有关,通过采取合理的应对措施,有效解决森吉米尔轧机板形控制精度问题。

1 森吉米尔轧机的结构与工作原理

森吉米尔轧机包括内外牌坊、辊系、压上系统、传动系统及配套检测和控制系统的组成,其中,辊系是非常重要的组成部分。与四辊、六辊相比,二十辊轧机的工作辊直径比较小,轧制压下率大,适合大张力、薄规格轧制;塔形辊系具

有较强的稳定性,轧机刚度大,包括横向刚度与纵向刚度;多支点梁可将轧制力经外层支撑辊通过鞍座均匀地传递给内牌坊,受力状态较好。

森吉米尔轧机是一种高效、精准的轧制设备,采用高精度传动技术,能够进行精准调节,既能够保证加工的准确性,其整体结构也比较稳定。并且具备AS-U调节(单/双)、轧制力控制系统、一中间窜辊、辊系凸度调整等多种板形控制手段,具备多阶板形问题控制能力。其中前三种为轧机设备具备的功能,辊系凸度一般由用户根据产品需求自行开发。

森吉米尔轧机具有整体铸造的机架,刚度比较大,并且,轧制力呈放射状作用于机架的各个断面;具有轴向、径向辊形调整,辊径尺寸补偿,轧制线调整等机构,并且采用液压AGC系统,所以,产生板形好,尺寸的精度比较高;设备质量比较轻,轧机外形的尺寸比较小,所需基建投资不多。总而言之,由于轧机本身机械特性和完善的板形控制系统,森吉米尔轧机在轧制高强度金属、合金薄带、极薄带、高精度带材方面具有显著优势,因此得到了广泛的应用。

2 森吉米尔轧机板形精度控制方法



板形直观上来说是指数板带材的翘曲度(又称不平度),其实质是板带材内部残余应力的分布。通常有两项指标即不平度、横向厚差。森吉米尔轧机针对板带材的不平度和厚度不同的控制需求配备了完善的控制系统。

2.1 不平度控制

板形不平度测量常采用的是多段测量辊式板形测量仪,包括信号处理装置、板形测量辊、显示器等。多段板形测量辊采用的是整体实心辊,借助晶体压电效应,进行压力测量,至于测量放大器当中的电容,能够对测量的工作压力自动适应,所采集的数据,在测量辊当中,已经被数字化,并且以光信号形式,将其输至板形控制计算机中,通过调整,显示出带材的板形曲线、应力分布等。森吉米尔轧机板形测量仪在测量过程中采用了自动化操作,能够实现对钢板的快速、连续测量。同时,该设备还具备数据记录和分析功能,能够实时监测生产过程中的数据变化,为生产调整和优化提供有力支持^[2]。

板形控制一般采用AS-U调节、一中间辊带锥度窜辊、两侧压紧钢调平和辊型凸度调整等方式进行板形控制和调整。其中AS-U调节可以用于调整局部浪型和中浪,相当于连轧机的弯辊及轧辊点冷系统;一中间窜辊通过对上下带锥度辊位置的调整,改变工作辊边部支撑,可以有效改善带钢边部变形不均问题;调平通过主液压缸调整辊缝倾斜程度,从而实现非对称板形的调整;辊型凸度根据不同钢种、不同宽度对二中间从动辊和工作辊凸度进行调整,实现对整体板形的调整,保证轧制过程的稳定。

在实际轧制过程中,生产人员基于板形测量仪进行实施控制。目前部分轧机具备自动板型控制功能,但实际工作效果无法达到预期效果,手动干预较多。

2.2 厚度控制

森吉米尔轧机厚度控制是通过控制液压缸伸出量控制辊缝,并采用分辨率 $1\mu\text{m}$ 的磁尺作为位置检测传感器来进行反馈控制,内牌坊安装压力传感器用于测量实际轧制力。轧制过程中,轧机系统通过力马达阀控制缸杆伸出长度,通过磁尺位移反馈以及压力传感器轧制力反馈形成双闭环控制,以保证最终的辊缝大小。

辊缝实际控制过程中,核心逻辑是利用轧机弹跳方程进行轧机动态刚度补偿控制,即轧机变刚度厚度控制(AGC)。森吉米尔轧机AGC控制系统一般包括BISRA AGC、FF AGC(前馈AGC)、FB AGC(反馈AGC)、Gauge Smith AGC(Smith补偿AGC)、MF AGC(秒流量AGC)等多种控制模式,在实际轧制过程中,为提高轧制精度,采用组合控制模式,其中BISRA AGC为基础控制逻辑。

AGC系统通过结合压力计、测厚仪、测速仪、张力计、测速仪等高精度检测仪表的测量数据,通过液压系统快速调整辊缝以保障轧制带钢厚度精度。正常情况下,厚度控制偏差可以控制到几个微米,并保持长期稳定轧制。

2.3 调平控制

来料出现楔形时,操作人员需要以手动的方式将旋钮调平,以消除来料楔形,或者是减小来料楔形。在调平期间,保持两个主液压机动作异向同步。在采用该板形调控手段时,主要是针对原料楔形存在严重板形,大多用于起车甩尾期间的板形控制。因森吉米尔轧机为单机架可逆式轧机,其带钢尾部出现起车轧制跑片的现象比较常见。

3 森吉米尔轧机板形控制精度问题及应对措施

3.1 板形控制精度问题的表现

通过对二十辊轧机生产设备特点进行分析,板形控制精度存在的问题主要表现在以下几个方面:

① 板形偏差较大

轧制后的金属板材存在明显的扭曲、弯曲等问题,或者带钢存在单边浪、双边浪、中浪、横向厚差等板形缺陷。在生产过程中,严重的板形偏差将对后工序、本工序的正常生产造成影响,造成设备异常磨损,产品降级或判废。

② 厚度波动较大

在板材长度方向上,板带厚度存在明显的周期性波动,产品出现色差、色带,纵向厚差超标,影响产品的尺寸精度和外观质量。

③ 板形控制困难

因轧辊磨削本体问题,板带内应力波动明显,基于轧机板形调整系统无法快速得到优良板形,造成动态调整过程板形超差,板形控制精度较低。

④ 板形控制参数不准确

产品实际厚度、板形状态与轧机仪器、仪表检测结果不匹配,致使轧机控制系统稳态精度控制失真,从而造成板形精度超差。

3.2 板形精度问题的原因

在了解森吉米尔轧机板形控制精度存在的问题之后,分析影响板形控制精度的因素主要包括以下几点:

① 板形自动控制程序存在问题,一中间窜辊与ASU自动控制调节补偿有待完善与优化,并且,对于神经网络模糊控制,其精度依然有待提升,导致对板形自动控制、精度产生较大的影响。

② 钢卷来料存在缺陷问题,在很大程度上影响轧制的自动化控制,并且操作人员在板形操作上存在较大的难度,所以,极易引发断带事故^[3]。

③ 二级模型的设定精度存在问题,未达到标准要求。由于轧制的品质具有多样化特点,所以,二级设定的压下分配、流量设定等模型,若其精度未达到规定要求,则会对板形的控制精度产生较大的影响。

④ 对于高精度检测设备,如第一中间窜辊、压上缸等位置传感器,一旦出现误差,则会对设备的控制精度产生影响,最终影响板形控制。

⑤ 在板形控制期间,操作人员手动干预比较多,因为

自动控制的程序不够完善,所以,操作人员会以手动的模式,频繁进行干预,以进行板形控制,导致劳动量大大增加,并且操作的难度也不断增加^[4]。

⑥ 轧机共振问题,轧机进行厚度自动控制调整时,当轧机控制系统的调整频率与带钢缺陷频率耦合或与轧机本体固有频率耦合时,会产生共振现象。共振一旦产生,将会造成厚度控制能力的下降甚至完全失效。

⑦ 轧辊磨削的精度较低,在实际生产中,磨削的工作辊、中间辊无法满足其具体要求,导致在轧制期间对板形控制产生较大的影响,甚至更换工作辊也不能起步轧钢,最终导致停机。

3.3 板形控制精度问题的应对措施

通过对二十辊轧机板形控制精度原因进行分析,结合实际生产,应采取以下措施加以改进,有效解决板形控制存在的异常问题。

① 优化前馈-中间窜辊的控制功能程序,上下辊一端带锥度窜动可以有效改善带钢边部变形不均。

② 严格控制钢卷原料板形的有关指标,由于原料的厚度、硬度差存在较大的波动,所以,应仔细检查原料质量,避免因工序板形问题传导造成后工序板形不良问题。

③ 对于二级模型的设定精度进行不断优化,而变形抗力、张力设定等各种模型,应结合不同的产品特性及需求,进行精准匹配,并且要定期进行自学习优化,以确保模型控制精度的提升。

④ 完善设备的功能精度管理体系,建立轧机机械系统精度测量及管控标准,确保牌坊、轧制线调整装置、消除缸等关键设备精度及功能符合轧制需求。对于磁尺、磁环等传感器,也应定期进行检查、更换,检查响应曲线状态及磁尺数值变化的平滑状态,确保压上系统位置检测精准;检查数据采集模块,是否存在故障报警,以保证传感器在检测方面具有较强的精准度^[5]。

⑤ 完善复合浪形的修正模型,通过集合实际板形数据,对复合浪形的程度进行计算,并依据复合浪形模型控制规则,对AS-U、中间辊窜动进行有效控制。

⑥ 对轧机电液多态耦合振动进行研究,通过调整AGC控制参数避开共振频率、通过差异化速度轧制避开振动敏感区间、通过改善润滑条件提高辊缝润滑状态、通过提高内牌坊空间位置精度提高轧机刚度等手段,消除轧制过程中的共振情况。

⑦ 强化磨床管理,对磨床磨削主轴、头架尾架精度、导轨精度及关键控制元器件需进行定期测量、检查,建立磨床精度管控体系,确保磨床磨削精度处于较高水平。

结语:森吉米尔轧机板形控制精度是影响金属加工质量和效率的重要因素,通过结合板形控制精度问题的表现,分析其具体存在的问题,并有针对性地提出合理的措施,有效提高板形控制精度,降低产品质量问题和资源浪费,提高生产效益。在实际应用中,应根据具体情况综合运用以上措施,以期实现更高水平的板形控制精度,推动相关行业的进一步发展。

参考文献

[1]郭明明.浅谈轧机板形控制系统的组成及控制原理[J].世界有色金属,2021(10):6-8.

[2]孙建亮,晏铭泽,李明远等.二十辊轧机支撑辊组变形及板形调控分析[J].钢铁,2021(12):85-95+102.

[3]亓萌.二十辊轧机板形控制的思路与实践[J].中国重型装备,2022(01):35-37.

[4]李胤.二十辊轧机板形控制精度问题分析及应对措施[C]//中国金属学会.第十三届中国钢铁年会论文集——11.冶金自动化与智能化.冶金工业出版社(Metallurgical Industry Press),2022:187-195.

[5]石宽,韩家昌,郑剑等.森吉米尔二十辊轧机过程控制系统分析[J].电气传动,2022(02):32-35.

