

文章编号:1009-3842(2005)02-0026-03

五机架 UCMW 冷连轧机板形平坦度自动控制系统

朱简如¹ 林秀贞¹ 吴平¹ 王文广²

(1、宝钢股份公司;2、北京科技大学)

摘 要:板形平坦度自动控制系统是板带材冷连轧机过程控制系统的重要组成部分。从国外成套引进的某 1550UCMW 冷连轧机组装备了具有国际先进水平的板形平坦度自动控制系统。本文通过对此系统的深入消化研究,从预设控制、弯辊力—轧制力前馈控制和闭环反馈控制三个方面,分别总结介绍了系统的板形控制策略和控制模型设计思想。

关键词:UCMW 轧机 冷轧 板带钢 平坦度控制

中图分类号: TG333.7⁺2

文献标识码: B

1 前言

UCMW 冷连轧机组是目前国内最先进的宽带钢冷轧生产机组,也是我国引进的第一套所有机架全部采用 UCMW 机型的冷连轧机组。该机组配备了多种能力强大的板形控制执行机构,采用了先进的平坦度控制策略和技术,组成完善的平坦度自动控制系统。

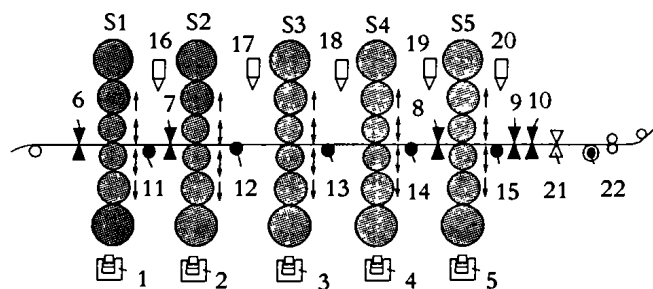


图1 UCMW 冷连轧机组

1~5、压下装置;6~10、测厚仪;11~15、测张仪;

16~20、测速仪;21、边降仪;22、平坦度仪;

↑、正弯辊;↓、正负弯辊

UCMW 冷连轧机组由 5 个机架组成。如图 1 所示。该冷连轧机组使用的板形控制手段包括的压下倾斜(S1~S5)、工作辊正负弯辊(S1~S5)、中间辊轴向移位(S1~S5)、中间辊正弯辊(S1~S5)、工作辊轴向移位(S1~S5)和工作辊 28 段精细分段冷却(S5)。本套平坦度自动控制系统由日本日立公

司开发,它具有一般平坦度控制系统的功能结构:预设控制模块、轧制力—弯辊力前馈控制模块和闭环反馈控制模块。

2 预设控制模块

带钢头部进入冷连轧机组之前,轧机的各个板形调控机构都应具有正确的预设值,以保证闭环反馈控制模型投入前所轧带钢的板形良好,为闭环反馈控制提供较好的起点。作为闭环反馈控制的调控起点,其对反馈控制效果有一定的影响。

此预设控制模型采用表格设定法,即过程控制级计算机通过查表直接获得 S1~S5 各个板形调控机构的预设值,其包括工作辊弯辊、中间辊弯辊、工作辊轴向移位和中间辊轴向移位等多个设定参数。另外,此预设模型还带有设定值自适应模块,即根据同种规格和材质的来料板形状况相似的特点,利用当前带钢正常轧制中的实测参数,对预设表格中的设定值进行优化。

3 轧制力—弯辊力前馈控制模块

轧制力及其分布是对板形影响最大的因素之一。在轧制过程中,总是波动的轧制力必将对板形造成影响。为了快速消除轧制力波动对平坦度的干

* 收稿日期:2005-04-20

作者简介:朱简如(1971-),男,上海人,毕业于东北大学金属塑性加工专业,研究生学历,1996年到宝钢工作,现任冷轧厂轧钢二分厂主任工程师。

扰,需根据轧制力的波动调整 S1 ~ S5 的工作辊和中间辊弯辊力对带钢平坦度实施快速的前馈控制。

前馈控制模块的基本控制模型如下:

$$BF = \{(P_s/B_s)_{(n)} - (P_s/B_s)_{(n-1)}\} \times \text{gain} \quad (1)$$

式中, BF 为由实测轧制力补偿的弯辊力, $(P_s/B_s)_{(n)}$ 为本次单位轧制力实测值, $(P_s/B_s)_{(n-1)}$ 为前次单位轧制力实测值, gain 为转化系数。

4 闭环反馈控制模块

平坦度自动控制系统只对第五机架实施平坦度闭环反馈控制。它是该系统的核心部分。当带钢速度达到板形仪正常运行要求的速度值时, 闭环反馈控制模型开始根据板形仪周期性给出的实测平坦度信号和带钢平坦度目标值, 对各个板形控制机构的设定值进行修正。

4.1 参与平坦度闭环反馈控制的调控手段

平坦度闭环反馈控制系统通过调节压下倾斜、工作辊正负弯辊、中间辊正弯辊、端部锥形工作辊轴向移位和 28 区域的精细分段冷却, 对一次和二次板形平坦度缺陷及小边浪和其它高次复杂板形缺陷进行分别控制。

4.2 闭环反馈控制模型

平坦度闭环反馈控制模块根据输入的实测平坦度数据和目标平坦度数据, 运用最小二乘多项式拟合方法, 得出消除此平坦度偏差所需的压下倾斜位置 (ΔS_{lev})、工作辊弯辊力 (ΔFW) 和中间辊弯辊力 (ΔFI) 以及消除边部浪形的工作辊移位方向, 其数据处理流程见图 2。

对于不同平坦度偏差的控制方法如下:

(1) 模型拟合得出的一次项作为压下倾斜要控制的非对称平坦度偏差, 并以此为依据调节压下倾斜位置 (ΔS_{lev}), 消除一次平坦度偏差。

(2) 模型拟合得出的二次项作为弯辊要控制的对称平坦度偏差, 利用工作辊、中间辊弯辊力分配算法, 合理分配工作辊与中间辊间的弯辊力设定, 消除带钢的二次平坦度偏差。

(3) 对应带钢边降控制技术而增设了小边浪控制环节, 通过对边部 2 个区段的应变差进行比较, 确定工作辊轴向移动的方向。

(4) 模型运用了先进的模糊控制技术, 通过模糊分类、模糊推理和模糊评价 3 个步骤, 根据模糊运算的结果调节冷却阀门开关状态, 以消除带钢的局

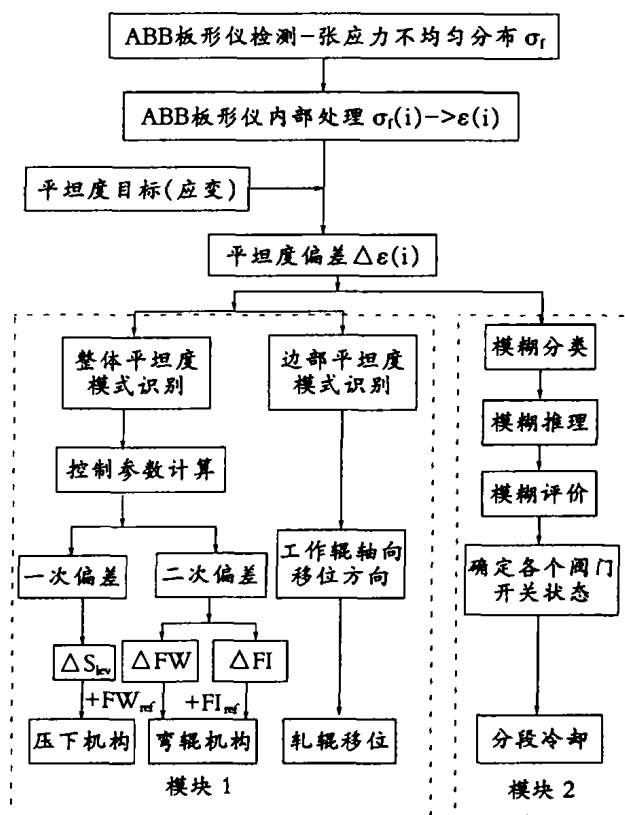


图2 1550 平坦度反馈控制系统的功能组成和流程示意图

部高次浪形。

4.3 工作辊和中间辊的弯辊力分配算法

平坦度闭环控制系统采用最小二乘原理, 对边部平坦度偏差和中部平坦度偏差数据分别进行拟合, 得出工作辊和中间辊的弯辊力控制量。为合理分配工作辊与中间辊的弯辊力, 在模型中采用 2 种算法对弯辊力进行分配。

4.3.1 x0 点法。将工作辊弯辊和中间辊弯辊进行固定模式的分配, 工作辊弯辊用于边部平坦度的控制, 中间辊弯辊用于中部平坦度的控制, 带钢的边部与中部由 x0 点界定。

4.3.2 登山搜索法。根据板形控制原理设定评价函数, 采用登山搜索法, 使评价函数值达到最小, 控制系统按此时得到的弯辊力分配权重分别输出工作辊和中间辊的弯辊力控制量。

$$J = w_0 \Delta \Lambda_2^2 + w_1 \Delta \Lambda_4^2 \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta \Lambda_2 \\ \Delta \Lambda_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta F_w \\ \Delta F_i \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\Delta \Lambda_2 = \Lambda_2 - \Lambda_{2ref} \quad (4)$$

$$\Delta \Lambda_4 = \Lambda_4 - \Lambda_{4ref} \quad (5)$$

式中 Λ_2 、 Λ_4 为实测二次和四次平坦度参, Λ_{2ref} 、 Λ_{4ref} 为二次和四次平坦度目标参数, w_0 、 w_1 为权重系

数。

5 平坦度控制系统的特点总结

从以上 UCMW 冷连轧机平坦度控制模型的分析中,可以总结出此模型具有以下几个显著特点。

(1)平坦度控制手段丰富。预设定控制的被操作量有 S1 ~ S5 的工作辊弯辊、中间辊弯辊、工作辊轴向移位和中间辊轴向移位的设定值;闭环反馈控制模块的被操作量有 S5 的工作辊弯辊和中间辊弯辊。

(2)平坦度预设定控制采用表格式模型,即查表直接获得各控制机构预设定值。

(3)在闭环反馈控制模型中,增设了带钢小边浪的控制。这是首次关于边部平坦度的专门控制思想和模型。

(4)第五机架 28 区段的工作辊精细分段冷却系统,采用先进的模糊控制技术。这也是目前最为先进的工作辊精细分段冷却控制。

(5)复杂问题简单处理,工作辊弯辊和中间辊弯辊采用比例分配的方法确定各自的控制量,通常情况下平均分配;小边浪的控制中,只根据边部 2 个区段的应变差确定工作辊轴向移位的方向。

6 结束语

UCMW 冷连轧机组平坦度自动控制系统投入运行后,通过生产调试运行,在板带材的平坦度控制中发挥了重要的作用。机组的板形缺陷发生率始终在较低的水平,同时板形评价指标 $\leq 6I$ 的精度保持在稳定的高水平,体现了这一平坦度控制系统的稳定性和精确度都具有相当高的水平。

参考文献:

- [1] 吴平. 板形控制新领域 - 边降控制. 北京科技大学学报, 2003, 25.
- [2] 张清东. 宽带钢轧机板形控制技术比较研究. 北京科技大学学报, 2000, 2.
- [3] 周晓敏. 基于 BP 神经网络的 CVC 冷连轧机板形预测控制模型. 北京科技大学学报, 2000, 4.
- [4] 杨荃. 宝钢冷轧厂自动控制目标模型的改进. 冶金自动化, 1994 - 01.
- [5] 徐悦, 柴天佑. 一种新型的板形控制系统. 自动化与仪器仪表, 1995 - 02.
- [6] 连家创. 冷轧带材板形判别模型的有限条分析. 燕山大学学报, 1996 - 03.
- [7] 陈先霖. 新一代高技术宽带钢轧机的板形控制. 北京科技大学学报, 1997, 1.

FLATNESS AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF FIVE - STAND UCMW CONTINUOUS COLD ROLLING MILL

Baosteel Co. Ltd. Zhu Jianru Lin Xiuzhen Wu Ping

Beijing Science&Technology University Wang Wenguang

Abstract: Flatness automatic control system is an important part of process control system of sheet or strip continuous cold rolling mill. This article describes the advanced flatness control system of a set of 1550UCMW rolling mill and its design idea.

Key Words: UCMW rolling mill Cold rolling Steel sheet Flatness control

(上接第 41 页)

ON WAY OF REDUCING QUANTITY OF CATHODE COPPER BLISTERS

Jiangxi Copper Corporation Guixi Smelter Feng Yimin

Abstract: Based on operation practice of tank house in Guixi smelter, this article analyzes the reason why blister grow on copper cathodes, puts forward effective way of reducing blisters, and points out that it is key to increase unit weight of starting sheets and lower down the tolerance of unit weight as well as improve the straightness of processed starting sheets.

Key words: Electrolytic refining Starting sheet Straightness Processing performance