

五机架酸轧机组控制系统

刘翠红¹, 王 岩²

(1.河北钢铁集团唐钢自动化公司, 河北 唐山 063016; 2.唐山钢铁集团重机装备有限公司, 河北 唐山 063306)

摘 要:介绍首钢京唐股份公司 1700 酸轧机组生产线, 及其自动化控制系统的体系结构, 并对特色技术进行分析。

关键词:张力; 板形; 厚度控制

Control System of Five-high Sour Rolling Mill

LIU Cui-hong¹, WANG Yan²

(1. Automation Corporation of Tangshan Iron & Steel Group Co., LTD, HeBei Iron&Steel Group, Tangshan 063016, China;

2. Tangshan Iron and Steel Group Heavy Machinery and Equipment Co., LTD, Tangshan 063000, China)

Abstract: The 1700 sour rolling mill production line and structure of automatic control system of Shougang Steel Jing-tang Share Company are introduced. The technical features are analyzed.

Keywords: tension; shape; thickness control

0 引言

首钢京唐的酸轧联机生产线是从日本日立公司引进, 轧机为 UCM 形式, 5 个机架全部为 6 辊轧机, 中间辊具有横移功能, 并且工作辊和中间辊具有正负弯辊能力, 轧制力液压缸为压上方式, 可提供高达 2200t 的轧制力。轧机具有出色的板形和厚度调控能力, 其中板形控制系统配置有先进的 ABB 板形测量系统, 并采用智能模糊控制策略。

1 控制系统

1.1 硬件配置

采用 HISEC-04R 700 系列 PLC 的 CPU, 实现 RACK 上其它 HPU 和通信模块的管理, 以及 L1 级系统与 L2 级系统的通信等功能。HPU 为高速处理单元, 用于酸轧的高精度工艺控制, 如张力控制、AGC 控制、HYROP 压上控制等。NCP 模块为网络通信处理器, 是 L1 级 PLC 专门用于处理 $\mu\Sigma-100$ 网络数据的通信模块。D-NET 通信模块用于连接现场的远程站; C-NET 通信模块用于处理 PLC 与传动之间的通信。另外, 对于专门控制压上的 HYROP PLC 来说, 还具有与 PI/O 过程输入输出单元通信的 DIF 模块, 通过一个 UD 模块与每个 DIF 模块连接, 它们之间采用双绞线连接, 连接距离不超过 4m。

PLC 系统配备 POC 计算机两台, 开一备一, 起

PLC 系统服务器的作用。在 POC 机上运行着系统正常运转所必须的系统应用程序, 使用 POC 机可以对 PLC 的硬件配置、系统状态进行修改或监视, 还可以直接管理 HPU 中的程序。

1.2 网络结构

日立的 PLC 控制系统采用 $\mu\Sigma-100$ 网作为 L1 级系统的核心, 它是一种高速通信网络, 最大传输速率为 100Mbps, 酸轧生产线重要的控制数据都是通过 $\mu\Sigma-100$ 网进行通信。 $\mu\Sigma-100$ 网是一种双环双工网, 如图 1 所示, 在网络中, 各 CPU 中的数据通过 N 地址传送。PLC 系统下连接传动系统的 Control Net 和连接远程 IO 的 Device Net 都属于 $\mu\Sigma-100$ 网的一部分。由于 $\mu\Sigma-100$ 网传输格式的特殊性, MICA 的开发机 POC、L2 的服务器与 $\mu\Sigma-100$ 网通信时都要通过 LAN BOX 转换网络信号。

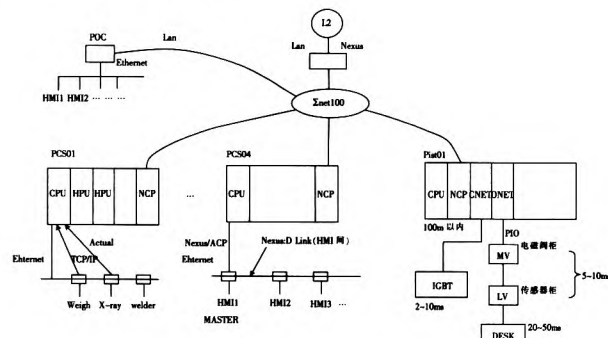


图 1 $\mu\Sigma-100$ 通信网络

HMI 人机界面之间, L2 与 L1 PLC, 以及称重、打包机、测厚仪部分信号等与 PLC 的通信都是采用以太

作者简介: 刘翠红(1978-), 工程师, 从事冶金自动化工作。

收稿日期: 2013-03-03

网, HMI 之间和 L2 级与 L1 级之间的以太网通信采用特殊的 NEXUS 协议。

2 工艺控制

2.1 主控 MRH

MRH 主控功能如图 2 所示, 其将工艺控制与传动控制紧密联系在一起。系统根据来自过程机 L2 的轧制线速度设定以及 AGC 功能计算出的速度比, 分配各架轧机的线速度, 并进而将各架轧机的线速度转换成轧辊转速发送给主传动。轧机主控功能还包括: 发送加减速及摩擦转矩补偿等给主传动, 轧线启动时, 全线将从零速缓和升至设定速度; 接受来自 L2 的入口张力、出口张力设定, 并将其转化成开卷机力矩、卷取机力矩设定, 分别完成入口区、出口区的恒张力控制。

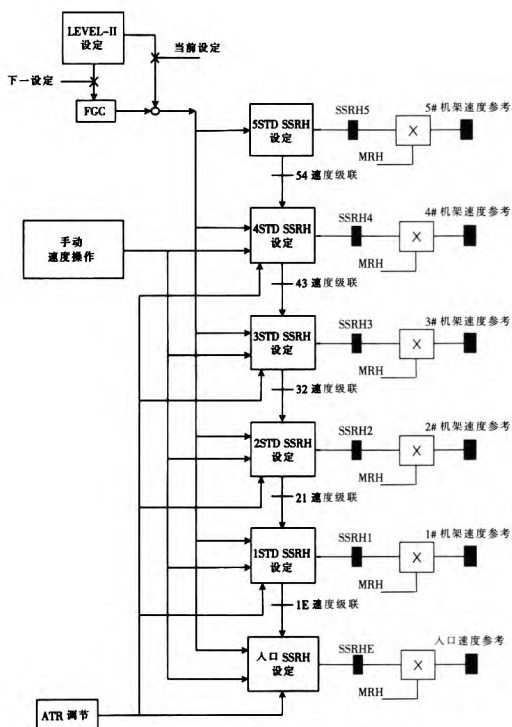


图 2 MRH 主控调节功能

2.2 自动张力控制 ATC

自动张力控制系统能够维持机架间张力、入口张力以及出口张力的恒定, 保证稳定轧制。

该冷连轧机组的张力控制如图 3 所示, 包括:

(1) 在连续轧制的过程中, 当实际张力值 > 1.6 倍参考张力值 (UPPER LIMIT2) 或实际张力 < 0.6 倍参考张力 (LOWER LIMIT2), ATL-S 自动投用, 主要通过调节前机架的速度来实现调节张力。

(2) 在连续轧制的过程中, 当实际张力值 > 1.3 倍

参考张力值 (UPPER LIMIT1), ATR-G 自动投用, 主要通过调节前机架的辊缝来调节张力。

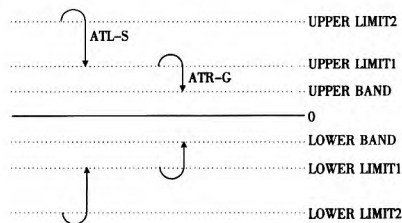


图 3 张力调节示意图

2.3 自动板形控制 ASC

为了获取优良的带钢平直度, 采用板形最优综合控制算法。该算法基于最小二乘原理, 最大限度地利用了输入信息, 并全面考虑了轧辊倾斜、弯辊及横移等执行机构对板带不同区域的影响作用, 计算出的执行机构调节量是多个控制的最优综合。除了多变量的平直度反馈控制外, 为了防止轧制力波动带来的板形影响, 系统还具有平直度前馈控制功能。经过平直度前馈和反馈控制后残留的高次板形缺陷由乳化液分段冷却来消除。

带钢板形控制包括:

(1) 目标板形设定: 直接选择预先设定好的目标曲线。

(2) 板形实际测量: 在第五机架后安装有 ABB 分段压磁式板形仪, 实时准确地测量每个分段区域内的径向压力, 并转化成板形偏差送给工艺控制系统。

(3) 板形最优控制算法: 根据板形实际测量值与目标设定值之间的误差, 控制多种板形调节机构, 以获得尽量接近目标设定的板形。板形调节方式主要有轧辊倾斜、工作辊弯辊、中间辊弯辊及中间辊横移, 能有效地控制一次非对称板形缺陷以及二次、四次对称性板形缺陷。

(4) 乳化液分段冷却。乳化液分段冷却功能主要是为板形缺陷中无法通过轧辊倾斜、弯辊控制和轧辊横移消除的复杂高次缺陷设置的。轧辊冷却的分段同 ABB 板形仪测量段一一对应。每个冷却段由乳化液喷嘴和控制喷嘴的阀门组成。系统通过喷嘴的乳化液是否喷射及喷射量的多少来改变工作辊热膨胀的横向分布, 从而改变带钢轧制时相应位置的延伸率, 以控制带钢的平直度。

2.4 AGC 自动厚度控制

AGC 自动厚度控制的目的是使实际的厚度和张力与其目标值尽可能接近, 利用现场测厚仪和测速仪的测量值, 通过秒流量控制、前馈控制、反馈控制等功

(下转第 12 页)

式中, Q 为额定起升载荷, $Q=200\text{t}$; Q_0 为吊具重量, $Q_0=25\text{t}$; α 为进入卷筒的钢丝绳分支数, 对于四绳卷筒, $\alpha=4$; q 为滑轮组倍率, $q=7$; η_b 为滑轮组效率, $\eta_b=0.9$ 。

卷筒最大转矩:

$$T_a = \alpha \cdot S_{\max} \cdot r = 2 \times 9 \times 0.916 = 16.488 \text{ t} \cdot \text{m}$$

式中, r 为卷筒半径(带钢丝绳半径), $r=0.916 \text{ m}$ 。

制动力矩:

$$T = k \cdot T_a = 1.75 \times 16.488 = 28.854 \text{ t} \cdot \text{m}$$

式中, k 为安全系数, $k=1.75$ 。

西姆 SH15-3 一个制动器产生的制动力矩:

$$BT = BF(D/2000 - 0.09)$$

$$= 150000(2320/2000 - 0.09)$$

$$= 16.05 \text{ t} \cdot \text{m}$$

两个 SH15-3 安全制动器产生的制动力矩为 $2BT=32.1 \text{ t} \cdot \text{m}$ 。

根据计算制动力矩结果, 参考西姆安全制动器给定参数, 选 4 套 SH15-3 型安全制动器即可满足使用要求。

在电气室中安装有监控装置, 可查看编码器在某一时刻的速度及所报故障, 如编码器的速度超过最大设定值或两台编码器的测定速度相差值不同步, 超过设定值, 造成安全制动器动作, 都可以通过监控装置查出并记录偏差值、速度值及事故发生时间等重要参数, 供事后分析用, 有利于电气检修维护工判断故障, 并制定解决方案。

在监控装置上和司机室都设有复位键, 具备同样功能, 若在起吊钢、铁水时, 编码器测得速度有误, 造成安全制动器动作, 操作工可按下复位键, 将起重机运行至安全位置, 将钢、铁水包放至地面后, 再仔细检查, 试车, 确认无故障后, 再重新开始运行, 可最大限度地降低损失。PLC 编码器最大速度设定程序如图 2 所示。

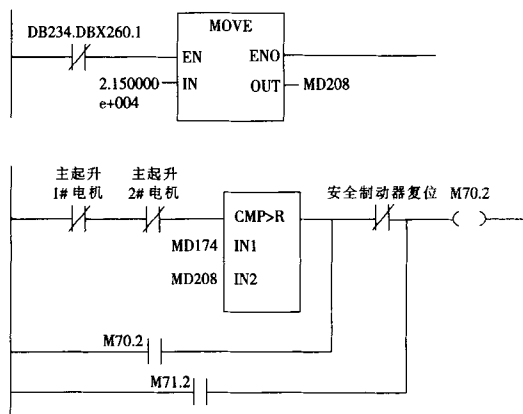


图 2 PLC 编码器最大速度设定程序

3 结语

起重机主起升机构安装安全制动器至今 1 年多时间, 安全制动器运行稳定, 符合使用要求, 达到了预期效果, 解决了这一长期威胁安全生产的隐患。

(上接第 8 页)

能计算出偏差值, 发送到主传动和液压辊缝控制等实际执行机构, 来进行调节。

2.4.1 1# Bisra AGC

其主要目的是消除热轧卷的厚度和硬度偏差。Bisra AGC 没有传输时间延时, 响应时间要比使用 1 机架出口测厚仪反馈快得多, 所以 Bisra AGC 可以更有效地快速消除机架的厚度和硬度波动。

2.4.2 1# FF AGC

其目的是消除热轧卷在 1 机架入口的厚度偏差波动。此功能的输入信号是 1 机架入口测厚仪测量的厚度偏差。

2.4.3 1# Gauge Meter Smith

1#FF AGC 和 1# Bisra AGC 的判断点是相近的, 它们不能完全消除 1# 机架出口厚度偏差, 而 Gauge Meter Smith 就是通过出口测厚仪, 利用 Smith 补偿和轧辊控制消除 1# 机架出口厚度偏差。Gauge Meter Smith 实际是一种反馈控制, 从机架到出口测厚仪存在传输时间延时, 常规 FB AGC 很难得到高响应, 而

使用史密斯补偿, 通过 PI 控制可实现高响应。

2.4.4 1#REC 偏心补偿

由于 1# 机架处的带钢硬度比其它机架处要小很多, 所以支撑辊的偏心对 1 机架影响较大。通常支撑辊轴承中心与辊子中心是存在偏差的, 如果没有投入轧辊偏心控制, 出口带钢厚度将因轧辊偏心而发生变化。

2.4.5 2~5 机架秒流量控制

秒流量厚度计算(η_i 仅作用于 4、5# 机架, 2、3# 机架不需补偿):

$$hm_i = \frac{\Delta VD_{i-1}}{\Delta VD_i} \cdot H_{\pi} \cdot (1 + \eta_i)$$

秒流量适应性补偿计算:

$$\eta_i = \sum KIADP_i \cdot \left(\frac{h_{ix}}{h_{m}(x)} - 1 \right) \Delta T$$

式中, ΔT 为出口跟踪移位计时; $KIADP_i$ 为适应性补偿积分增益。

2.4.6 加减速补偿

此功能是为了补偿在加减速期间摩擦值 μ 引起的厚度改变, 采用前馈轧制力补偿控制。