

· 系统与装置 ·

doi:10.3969/j.issn.1000-7059.2012.05.010

首钢京唐 1580 热连轧定宽压力机 二级系统设计及应用

董占奎¹, 田 华², 宋向荣²

(1. 首钢京唐钢铁联合有限责任公司 热轧部, 河北 唐山 063210;
2. 北京金自天正智能控制股份有限公司)

摘要: 首钢京唐 1580 热连轧定宽压力机自动化工程项目的二级控制系统是国内第 1 套自主集成具有自主知识产权的定宽压力机过程控制系统。系统主要功能包括: 轧件跟踪、模型设定计算、模型自学习、数据采集、数据通信等。目前系统运行状况非常稳定, 实测宽度达到工艺考核指标, 完全满足现场生产的要求。

关键词: 热连轧; 定宽压力机; 轧件跟踪; 模型设定计算; 模型自学习

中图分类号: TG334.9 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2012)05-0042-05

Design and application for L2 system of slab sizing press in Shougang Jingtang 1 580 mm hot strip mill

DONG Zhan-kui¹, TIAN Hua², SONG Xiang-rong²

(1. Hot Metal Dept., Shougang Jingtang United Iron and Steel Company, Tangshan 063210, China;
2. Beijing Aritime Intelligent Control Co., Ltd.)

Abstract: Based on the automation project of Shougang Jingtang 1 580 mm hot strip mill, the level 2 (L2) software of slab sizing press (SSP) has been designed and developed, which is constructed independently by domestic companies. The main functions of the system include plate tracking, model setup calculating, model self-learning, data acquisition and data communication, etc. At present, the operation of the system is very stable, and measured width is of the process evaluation index, which fully meet the requirements of the production.

Key words: hot strip mill; slab sizing press; plate tracking; model setup calculating; model self-learning

近几年我国冶金重型装备制造技术和板材生产技术有了很大进步,为减少板坯的宽度种类,提高连铸与轧钢的一体化水平^[1-2],定宽压力机(Slab Sizing Press,以下简称 SSP)设备在热轧生产线上已经得到广泛应用。目前国内已经投入使用的 SSP 及其自动控制系统主要是从国外引进的^[3-5]。

京唐 1580 热连轧 SSP 自动化项目,由北京金自天正智能控制股份有限公司自主开发,设计出

具有自主知识产权的热连轧 SSP 二级系统,系统功能主要包括:物料跟踪、模型设定、模型自学习、数据采集、数据通信等。2011 年 7 月 SSP 二级系统已经投入使用,系统运行状况非常稳定,宽度控制良好,完全满足现场生产要求。

1 工艺流程

配备 SSP 的热轧生产线上的调宽设备主要有 SSP 和立辊轧机,SSP 在锻压状态下以中间坯目标宽度为目标对板坯全长进行大的侧压,最大减宽

量为350 mm^[6];立辊轧机通常与平辊轧机配合使用,主要作用是微量调宽,经过几个道次的轧制,控制后续粗轧平辊轧机轧制后带来的自然宽展,其减宽量一般不大于100 mm。SSP和立辊轧机分工明确,通过合理控制保证宽度指标。

SSP位于除鳞箱和粗轧机之间。板坯出加热炉后经过除鳞箱,去除表面氧化铁皮,由SSP前的侧导板完成水平对中;再由辊道和入口夹送辊将板坯送至挤压室预设定位置,通过两个对称的锤头进行宽度方向的第1次侧压,之后锤头打开,板坯通过导向辊的作用向前步进某一长度,锤头第2次侧压,之后锤头再打开,板坯再向前步进,按照预设规程侧压N道次后,由出口夹送辊将板坯传递到SSP出口辊道,进行后续工序的加工。

2 系统组成

SSP自动控制系统主要是指基础自动化级(L1)与过程自动化级(L2),系统配置的总体原则:先进、可靠、开放、经济、合理。

L2系统采用Server/Client结构,由1台高性能PC服务器和1台高性能PC客户端组成,均采用当前主流配置。其中PC服务器置于过程机房,用于运行数据库和应用程序;PC客户端置于粗轧操作室,用于显示SSP设定规程画面和进行相应操作。

SSP的L2系统通信主要是指PC服务器与L1和人机界面(HMI)及仪表的通信。与L1的通信

功能主要是L1给L2上传生产过程的实测数据,L2根据L1上传的数据做出判断,从而给L1下发SSP设定规程。与HMI的通信功能主要是将SSP的规程发送到画面以及接收人工干预数据。与仪表的通信包括与高温计和SSP前测宽仪的通信,在设置高温计时,每个站位采用两个高温计同时获取板坯温度实际值,两组数值通过L1上传给L2系统,一用一备;与测宽仪之间有两种通信方式,一是L2系统与测宽仪直接通信,以该通信方式为主,二是测宽仪数据通过L1上传给L2系统,L2系统根据时间和上传次数求平均值,这种通信方式留作备用,这种一用一备的通信方式,可以避免某一通信方式中断时,数据不能及时传递的问题。

L2系统采用Windows 2003 Server操作系统,依托金自天正具有自主知识产权的过程控制开发平台HDP,利用Oracle 10g数据库系统管理数据,采用Visual Studio 2008开发工具和VC++语言实现SSP的L2控制系统功能。

3 系统功能

L2系统主要对SSP区域进行工艺参数设定计算,实现生产过程优化控制:通过软件跟踪触发模型设定计算,进行数据采集、HMI干预和数据通信等(见图1)。其中,软件跟踪是实现模型设定计算的基础,而模型设定计算是其核心功能。SSP模型设定计算主要包括SSP锤头开口度设定、SSP入口和出口夹送辊的位置设定等关键参数计算。

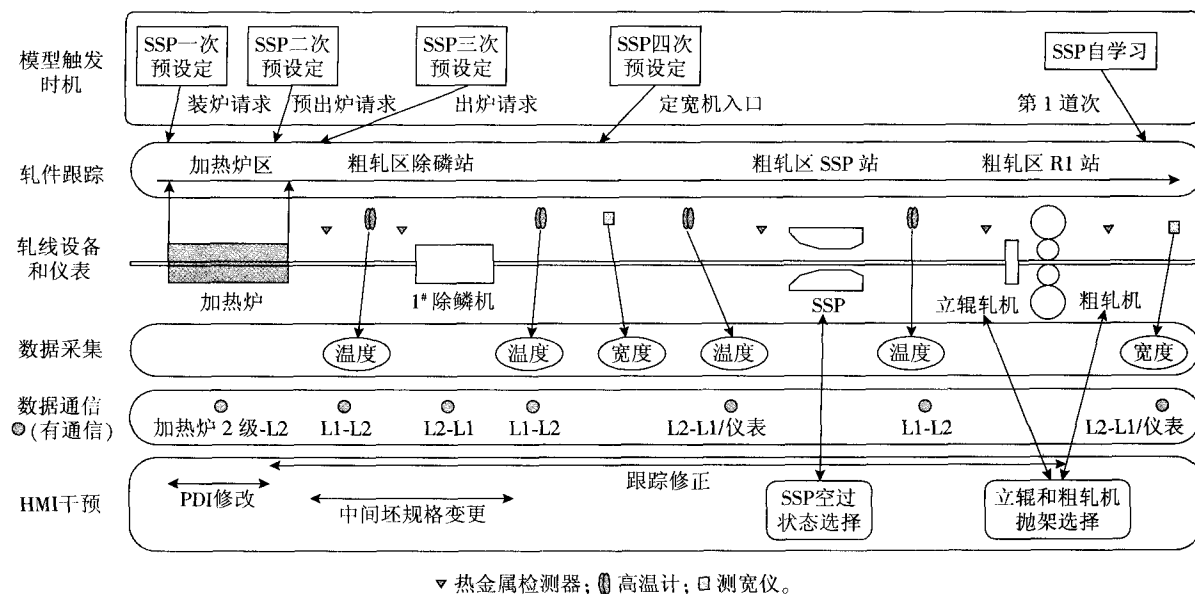


图1 SSP的L2系统控制功能图

Fig. 1 System control function graph for SSP L2

图1中,PDI修改是指板坯原始数据信息修改。

3.1 轧件跟踪

通过轧件跟踪,一方面为操作员显示正确的生产信息,包括轧件位置、状态和相关的工艺参数以及轧线工况;另一方面依据轧件跟踪信息触发相应的程序,如操作数据库、调用模型计算、产生控制信息等。

SSP的区域跟踪通过L1上传的SSP入口和出

口热金属检测器信号的检得和检失以及夹送辊的实测压力来判断跟踪区域是否有钢,并在共享内存中创建跟踪数组以存储这些变量,然后将数值转换后发送到HMI画面上显示。

3.2 模型设定计算

如图1所示,L2系统在4个时刻自动触发模型设定计算(见表1第1~4行),在粗轧第1道次出口获得宽度实测值后,延时进行模型自学习计算(见表1第5行)。

表1 L2模型设定触发时机表
Table 1 Trigger time of SSP L2 model setup

次数	触发时机	触发的功能	数据来源	HMI	与L1通信
1	板坯入炉	SSP一次预设	PDI	显示	否
2	板坯即将出炉	SSP二次预设	PDI,化学成分	显示	否
3	板坯出炉	SSP三次预设	PDI,高温计实测值	显示	根据跟踪区域是否有钢判断
4	SSP入口	SSP四次预设	PDI,高温计实测值,SSP入口测宽仪实测值	显示	发送设定数据
5	粗轧第1道次出口	SSP自学习	粗轧第1道次测宽仪实测值	无	无

表1中SSP一次和二次预设完成设定数据的有效性检查,设定结果并不下发到一级系统;三次预设由于高温计采集到了温度实测值,因此其设定较之前的一次和二次设定更为准确,此时,如果SSP区域有钢,则该次设定不下发,否则,下发该次设定到一级系统;四次预设则是在高温计采集到温度和测宽仪采集到宽度的实测值后进行,该次设定与前三次设定相比更加准确,其设定结果下发一级系统。

在通过SSP模型进行设定计算时,首先需要确定减宽量,计算出轧制力;其次判断轧制力是否在限定范围内,如果轧制力超限,则给出新的板坯步进长度,再重新迭代计算,直到给出合理的SSP锤头开口度;然后计算入口夹送辊和出口夹送辊的位置设定;最后当板坯经过SSP,并且由粗轧第1道次出口的测宽仪测得实际宽度后,SSP设定模型进行自学习。SSP模型设定计算流程如图2所示。

3.2.1 轧制力模型

在进行轧制力计算时,首先需要计算SSP的减宽量,然后再根据减宽量大小计算SSP一次击打板坯的偏移量,最后再代入轧制力模型计算出轧制力。

(1) 计算减宽量

假设板坯为弹塑性体、SSP为刚体,考虑侧压后的狗骨回复量和过压量,根据SSP入口宽度 W_{EN} 万方数据

和出口目标宽度 W_{EX} ,可以确定SSP的减宽量 ΔW_{SSP} ,即

$$\Delta W_{SSP} = W_{EN} - W_{EX} = W_{EN} - W_{RMX} + \Delta W_{DP} + \Delta W_{OE} \quad (1)$$

式中, W_{RMX} 为SSP中间目标宽度,mm; ΔW_{DP} 为SSP侧压引起的狗骨回复量,mm; ΔW_{OE} 为SSP过压量,mm。

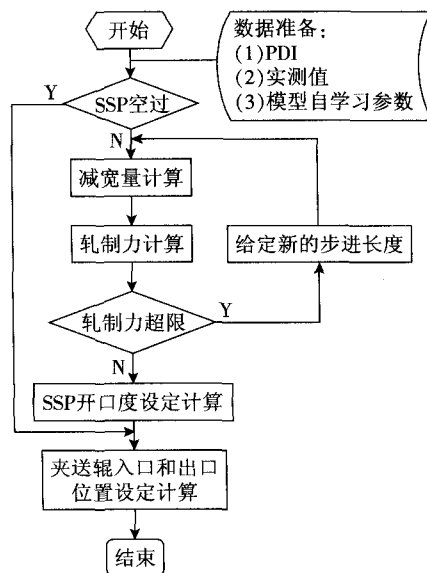


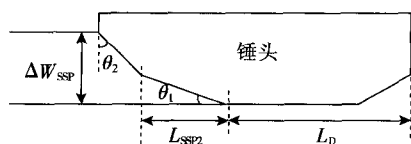
图2 SSP模型设定计算流程图

Fig. 2 Calculating flow chart of SSP model setup

(2) 计算一次击打板坯的偏移量
一次击打板坯的偏移量 δL 如式(2)计算。

$$\delta L = \begin{cases} \Delta W_{SSP} / \tan \theta_1 \\ L_{SSP2} + (\Delta W_{SSP} - L_{SSP2} \cdot \tan \theta_1) / \tan \theta_1 \end{cases}$$

式中, θ_1 为 SSP 锤头角度 1, °; θ_2 为 SSP 锤头角度 2, °; L_{SSP2} 为 SSP 锤头尺寸, mm。SSP 锤头尺寸如图 3 所示。



L_D —SSP 一次击打板坯步进量, mm。

图 3 SSP 锤头尺寸示意图

Fig. 3 Diagram of dimension for SSP hammers

(3) 计算轧制力

轧制力模型基本方程如下:

$$P_{SSP} = k_m Q_p (L_D + \delta L) E_p H_s \quad (3)$$

式中, k_m 为平均变形抗力, MPa; Q_p 为轧制力模型系数; E_p 为修正系数; H_s 为板坯厚度, mm。

3.2.2 SSP 开口度模型

根据 SSP 轧制力 P_{SSP} 和出口目标宽度 W_{EX} , 可以确定 SSP 开口度 G_{SSP} , 即

$$G_{SSP} = W_{EX} - P_{SSP} / (\alpha W_{EX} + \beta) + \Delta E \quad (4)$$

式中, $\alpha, \beta, \Delta E$ 为 SSP 设备常数, 由工艺设备参数确定。

3.2.3 夹送辊位置模型

根据板坯的原始数据信息 PDI 和板坯温度进行计算, 得出板坯的热值, 在某一偏移量的基础上可以确定入口夹送辊的高度。而出口夹送辊的高度, 需要考虑板坯经过侧压以后产生的狗骨峰值, 在此峰值的基础上偏移一定高度, 进行夹送辊位置设定。

(1) 入口上夹送辊高度

$$H_{ENPU} = f(H_s, T_s) \quad (5)$$

式中, H_{ENPU} 为入口上夹送辊高度, mm; $f(H_s, T_s)$ 为与板坯厚度 H_s 和板坯温度 T_s 相关的函数。

(2) 入口下夹送辊高度

入口下夹送辊高度与运输辊道高度相同。

(3) 出口上夹送辊高度

$$H_{EXPU} = H_s + \Delta \varepsilon_u \quad (6)$$

式中, H_{EXPU} 为出口上夹送辊高度, mm; $\Delta \varepsilon_u$ 为向上偏移量, mm。

(4) 出口下夹送辊高度

$$H_{EXPD} = \frac{H_p - H_s}{2} + \Delta \varepsilon_d \quad (7)$$

$$\Delta W_{SSP} \leq L_{SSP2} \cdot \tan \theta_1$$

$$\Delta W_{SSP} > L_{SSP2} \cdot \tan \theta_1$$

(2)

式中, H_{EXPD} 为出口下夹送辊位置, mm; H_p 为经过 SSP 侧压定宽后的板坯最高厚度, mm; $\Delta \varepsilon_d$ 为向下偏移量, mm。

3.2.4 模型自学习

利用粗轧第 1 道次从测宽仪得来的实际值和计算值之差作为下一块板坯 SSP 开口度设定的补偿量, 利用指数平滑法对 SSP 开口度模型的补偿量进行更新。

(1) 当前自学习值计算

$$Z_{CUR} = W_{RM_1_ACT} - W_{RM_1_AC} \quad (8)$$

式中, Z_{CUR} 为 SSP 开口度模型自学习补偿量; $W_{RM_1_ACT}$ 为粗轧第 1 道次出口测宽仪实测值; $W_{RM_1_AC}$ 为粗轧第 1 道次出口宽度计算值。

(2) 平滑更新

利用指数平滑法更新自学习补偿量, 判断新的自学习补偿量是否满足边界条件。

$$Z_{NEW} = \begin{cases} Z_{OLD} + \beta(Z_{CUR} - Z_{OLD}) & Z_{LD} \leq Z_{CUR} \leq Z_{LU} \\ Z_{OLD} & \text{否则} \end{cases} \quad (9)$$

式中, Z_{NEW} 为新的自学习补偿量; Z_{LU} 和 Z_{LD} 分别为自学习补偿量的上、下限; Z_{OLD} 为旧的自学习补偿量; β 为平滑系数。对于新的钢种和规格, 模型经过 3~5 次自学习参数调整, 即可使宽度达到目标值允许公差范围要求。模型自学习计算流程如图 4 所示。

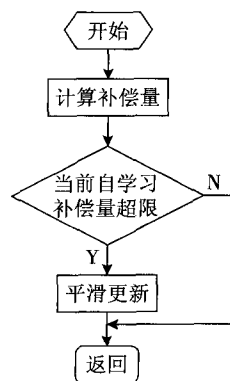


图 4 SSP 模型自学习计算流程图

Fig. 4 Calculating flow chart of SSP adaptation model setup

4 应用效果

2011 年 7 月 2 日进行了第 1 块板坯的定宽热试, 减宽量为 60 mm, 成品宽度达标。之后分别对减宽量 100, 150, 200, 250, 320 mm 的 SSP 设定计

算功能进行了调试,并于7月29日完成了极限减宽350 mm的设备能力测试,检验了系统在极限情

况下设定规程的合理性。图5为投入SSP后随机抽取的实测宽度趋势图。

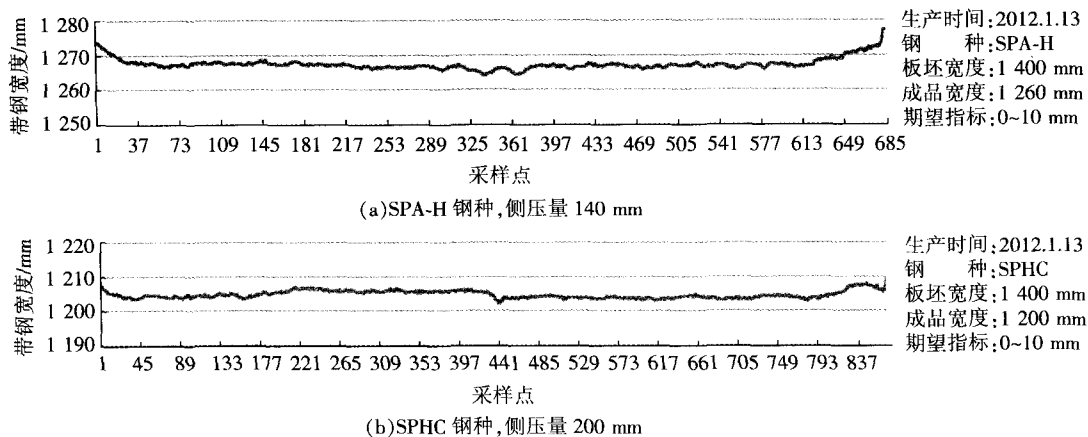


图5 投入SSP后的宽度统计数据图

Fig. 5 Diagram of width statistic data after using SSP

从图5可以看出,SPA-H和SPHC这两个钢种,SSP侧压量分别为140 mm和200 mm的情况下,带钢全长实测宽度的趋势平稳,板坯宽度控制效果良好,完全满足现场生产要求。

参考文献:

- [1]刘统珂,赵立伟.板坯定宽压力机的技术发展与进步[J].一重技术,2011,143(5):29-31.
- [2]Hideyuki Nikaidu. Development of slab sizing press for heavy width reduction in hot strip mills[J]. Iron & Steel

Engineer,1990(9):21-26.

- [3]焦四海,周旭,刘相华,等.调宽压力机调宽过程中的弹塑性有限元分析[J].钢铁,1999(10):21-23.
- [4]孙本荣,率民,杨新法,等.热宽带钢连轧机调宽轧制工艺参数研究[J].钢铁,1995,30(10):37-41.
- [5]季明.2050热轧增加板坯侧压能力可行性研究[D].上海:上海交通大学,2011.
- [6]鱼晓峰,李亚峰,王维,等.首钢京唐1580热轧定宽机控制系统[J].中国科技博览,2010(32):309.

[编辑:薛朵]

上海梅山钢铁股份有限公司投用焦炉自动语音系统

上海梅山钢铁股份有限公司焦炉自动语音系统作为宝钢科研标杆项目《焦炉全自动操作控制模型》的重要组成部分,由梅钢公司炼铁厂组织自有技术人员进行攻关研发而成,目前已在梅钢炼铁厂炼焦分厂的7 m焦炉生产操作中成功应用。焦炉自动语音系统可以有效解决人工对讲系统(手持电台)使用过程中常见的播报错误、信息漏报等问题,通过语音播报系统可以自动向生产监控人员播报本单元的生产流程信息、生产设备的重要故障信息以及与本单元有连锁关系单元的生产流程信息等。

焦炉自动语音系统基于高速数据通信网络,可以实现备煤系统、炼焦系统、四大车系统(推焦车、拦焦车、加煤车和电机车)和干熄焦系统的可靠数字量通信。系统的每个子单元均由通信设备、控制系统和语音播报设备构成,通信设备负责接收外部系统传送来的和发送本单元的流程连锁信号;控制系统负责产生本系统的生产流程信号、设备故障信号和处理通信设备接收的流程连锁信号;语音播报设备中预先录制本系统生产过程中常见的设备故障报警、流程状态提示和外部流程状态提示,在控制系统判断条件满足后进行语音文件调用,通过播报设备进行语音播放。各子单元进行生产操作时,其控制系统将会产生相应的数字量信号,利用该信号可以调用事先录制在语音播报设备中的语音文件,并通过播报设备进行语音播放。当本单元流程与外部单元有连锁关系时,通信网络将会等待接收外部系统传送来的数字量信号,利用该信号可以调用录制在本单元控制系统中的生产流程连锁语音文件,并通过播报设备进行语音播放。当本单元在生产过程中出现异常或重要设备故障时,也将产生数字量信号,利用该信号可以调用故障报警语音文件并进行语音播放。

通过控制系统和实时数据交换网络,实现对焦炉重要生产流程和关键故障信息的全方位自动语音提示和报警,使生产操作人员可以密切监控现场生产实际情况,有助于加强生产安全、提高生产效率和减轻工人操作强度。

(上海梅山钢铁股份有限公司 炼铁厂 丁海泉)