

森吉米尔二十辊轧机过程控制系统分析

石宽¹, 韩家昌¹, 郑剑¹, 魏向新¹, 吕海清²

(1. 天津电气科学研究院有限公司, 天津 300180;

2. 天津光电通信技术有限公司, 天津 300021)

摘要: 针对某钢厂森吉米尔二十辊轧机生产线的过程控制系统, 从结构与功能上对其进行了详细的分析。首先说明了该线的配置情况; 然后针对该系统实现的两个关键点——模型计算部分以及通信部分进行了分析说明, 模型计算部分给出了设定值计算以及模型自适应的实现流程, 通信部分阐述了客户端服务端通信机制以及服务端与PLC的通信实现方法; 最后阐述了该过程控制系统具有生产队列管理、钢卷设定值管理、轧机配置管理、停机管理以及报表管理5大功能模块, 对过程控制系统的开发具有一定的参考意义。

关键词: 过程控制系统; 生产管理; PLC通信; 冷轧模型计算

中图分类号: TP271 **文献标识码:** A **DOI:** 10.19457/j.1001-2095.dqed22315

Analysis of Process Control System of Sendzimir 20-high Mill

SHI Kuan¹, HAN Jiachang¹, ZHENG Jian¹, WEI Xiangxin¹, LÜ Haiqing²

(1. Tianjin Research Institute of Electric Science Co., Ltd., Tianjin 300180, China; 2. Tianjin

Optical Electronic Communication Technology Co., Ltd., Tianjin 300021, China)

Abstract: A process control system for Sendzimir 20-high mill in a steel plant was analyzed in detail in structure and function. First, the configuration of the production line was explained. Then two key parts of the process control system implementation——model calculation and communication were illustrated. Implementation process of set-point value calculation and model adaption was shown in part of model calculation. In part of communication, mechanism of communication between client and server was illustrated, and the method of data exchange between server and PLC was shown. Finally, it was explained that the process control system includes five function modules, which are production queue management, coil set-point value management, mill configuration management, downtime management and report management. The research provides a valuable reference to development of process control system.

Key words: process control system; production management; PLC communication; model calculation in cold rolling

森吉米尔二十辊轧机是一种较为先进的可逆轧机, 通常为单机架布置, 其主要特点有: 牌坊刚度大、工作辊径小、道次压下率大、成品精度高、板型优良等^[1-4]。过程控制系统指钢铁行业五级信息化系统^[5]中的二级系统(Level 2, 以下简称为L2系统), 其主要作用是模型计算及自适应。此外, 一条生产线的L2系统还应具备本条生产线的简单生产管理功能, 如记录原料及成品的信息、生产过程中的关键数据、生成报表等^[6-7]。

目前, 国内对于L2系统的研究成果相对于基

础自动化(Level 1, 以下简称为L1系统)系统少得多: 一方面由于森吉米尔二十辊轧机结构复杂, 板型控制难度高^[8], 早些年其L2系统主要依靠国外引进, 核心模型算法部分保密, 难以研究; 另一方面由于一些严格控制成本的小型钢厂对产品质量的要求并没有那么高, 也不愿在L2系统上进行更多的投入, 以至于L2系统的市场需求量并没有那么大。技术难度高加之市场需求不大, 造成了国内对于L2系统研究较少。

本文以某钢厂森吉米尔二十辊轧机L2系统

基金项目: 天津电气科学研究院有限公司自立项目(GY2020ZL001)

作者简介: 石宽(1974—), 男, 本科, 高级工程师, Email: shikuan@163.com

为例,从结构、功能上对其进行分析。该厂1号森吉米尔二十辊轧机配置了完善的L2系统,数字化管理使该线生产效率大大提高,轧制速度最高达到600 m/min,尤其模型自适应的投入,使成品厚度的精度达到3~10 μm。

1 L2 系统配置

某钢厂1号森吉米尔轧机L2系统采用客户端-服务端模式(C/S模式)。客户端供生产相关人员操作,提供人机画面,同时完成少量逻辑处理工作;服务端采用进程方式,完成逻辑处理、日志记录、数据采集等内容。

1.1 硬件配置

L2系统配置C₁,C₂两台客户端,供生产过程中操作使用;C₃为板型仪客户端;电气室配置一台工程师站,一台远程维护站以及一台L2系统服务器。L2系统网络图如图1所示。

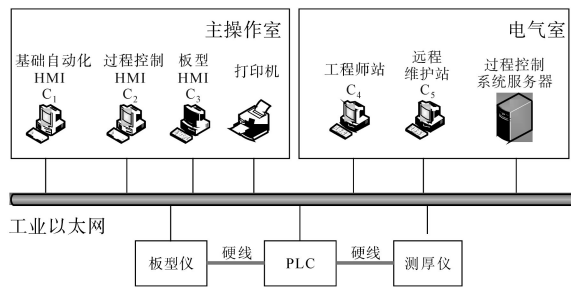


图1 L2系统网络图

Fig.1 Network diagram of L2 system

1.2 软件配置

客户端配置 Windows 2000 Professional 操作系统,安装 Visual Studio 6.0 作为开发环境,客户端画面采用 VB 语言开发。

服务端配置 Windows 2000 Server 操作系统,数据库使用 SQL Server 2000,安装 Visual Studio 6.0 作为开发环境,服务端程序采用 C++ 语言开发。

2 系统实现关键点分析

2.1 模型计算

模型计算采用动态链接库文件 Model.dll,其设定计算函数输入输出如表1所示。模型计算的流程图如图2所示。

自适应模块采用动态链接库文件 Model-Adapt.dll,其自适应计算函数输出如表2所示。模型自适应的流程图如图3所示。

2.2 通信机制

本文所提L2系统通信包括两部分,一部分为

表1 模型计算输入输出变量
Tab.1 Input/output variables of model calculation

变量类型	变量名称
输入变量	钢卷号
	材质
	入口厚度
	出口厚度
	带钢厚度
	成品重量
	轧制模式
	带钢温度
	带钢凸度
	目标凸度
	目标板型
	轧辊直径
	凸度
	杨氏模量
	泊松比
	轧辊长度
	表面类型
	一中间辊锥度
	锥度长度
	环境温度
	乳化液温度
输出变量	道次号
	入口厚度
	入口单位应力及张力
	出口厚度
	出口单位应力及张力
	前滑
	轧制力
	轧制力矩
	带钢速度
	带钢温度
	乳化液流量
ASU 辊位置	
一中间辊位置	

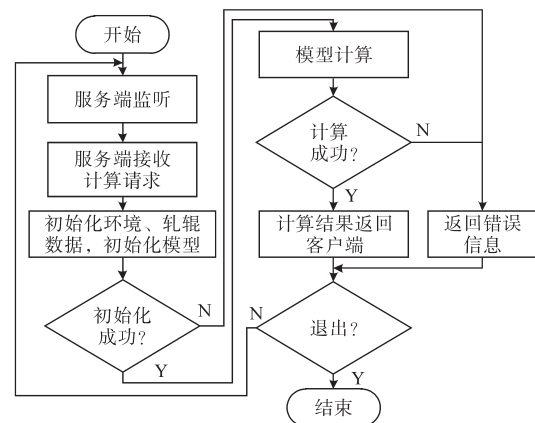


图2 模型计算流程图

Fig.2 Flowchart of model calculation

客户端与服务端之间的通信,一部分为服务端与 PLC 之间的通信。

表2 模型自适应输入输出变量

Tab.2 Input/output variables of model adaption

变量类型	变量名称
输入变量	钢卷号
	材质
	入口厚度
	出口厚度
	带钢厚度
	成品重量
	轧制模式
	带钢温度
	带钢凸度
	目标凸度
	目标板型
	轧辊直径
	凸度
	杨氏模量
	泊松比
	轧辊长度
	表面类型
	一中间辊锥度
	锥度长度
	环境温度
	乳化液温度
	道次号
	轧制力测量值
	轧制力矩测量值
	入口厚度测量值
	出口厚度测量值
	入口张力测量值
	出口张力测量值
	速度测量值
	乳化液流量测量值
	带钢温度测量值
	ASU辊位置测量值
	一中间辊位置测量值
	轧机状态
输出变量	钢卷号
	道次号
	轧制力

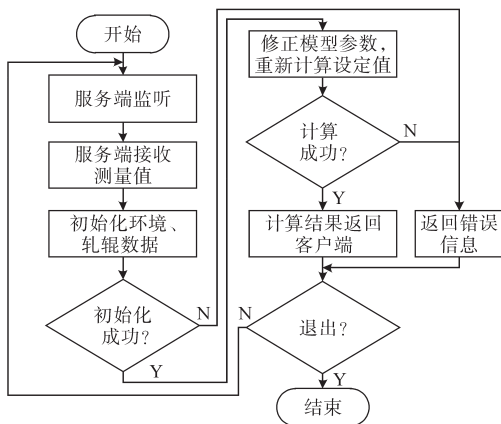


图3 模型自适应流程图

Fig.3 Flowchart of model adaption

2.2.1 客户端与服务端通信

客户端与服务端利用数据库进行通信。数据库中建立一张DataExchange接口表,其字段如表3所示。

当客户端需要向服务端发送消息(如修改对列顺序、发送计算请求)时,客户端向DataExchange表中插入一条记录。服务端进程通过轮询表方式获取客户端报文,处理后将结果写入数据库。客户端在下次刷新画面时读取结果,然后进行画面刷新。

表3 客户端服务端通信接口表

Tab.3 Interface table between client and server

字段名	类型	作用
clientID	Int	记录发起通信的客户端ID
MsgID	Int	通信报文ID
MsgStatus	Int	通信状态
Msg	Binary	通信内容
MsgDate	Datetime	通信时间
ErrMsg	Varchar	错误信息

2.2.2 服务端与PLC通信

L2系统与L1系统的通信具体表现在L2服务端与L1 PLC之间的通信。服务端与PLC之间采用工业以太网连接,以PLC端作为通信服务端,L2服务端作为通信客户端进行Socket通信。通信报文触发方式包括连续式和触发式,报文列表如表4所示。

表4 PLC服务端通信报文列表

Tab.4 Message list of communication between PLC and server

报文ID	发送方	接收方	报文内容	发送方式
1930	PLC	L2服务端	新卷请求	触发式
1940	PLC	L2服务端	轧辊数据请求	触发式
1960	PLC	L2服务端	自适应计算请求	连续式
1970	PLC	L2服务端	断带	触发式
1980	PLC	L2服务端	停机	触发式
1990	PLC	L2服务端	生产过程实际值	连续式
1910	PLC	L2服务端	生命信号	连续式
2930	L2服务端	PLC	钢卷PDI及设定值	触发式
2940	L2服务端	PLC	轧辊数据	触发式
2950	L2服务端	PLC	轧线设定值	触发式
2960	L2服务端	PLC	自适应设定值	连续式
2910	L2服务端	PLC	生命信号	连续式

3 系统功能分析

该条二十辊冷轧线L2系统包括以下功能模块:生产队列管理、钢卷设定值管理、轧机配置管理、停机管理及报表管理。

3.1 生产队列管理

生产队列是待生产的钢卷集合,其数据来源为人工录入,包括钢卷的宽度、厚度、材质等PDI数据。对于已录入系统的钢卷,轧制将按照列表