



# 首钢中厚板厂精轧机过程机控制系统

杨 红<sup>1</sup>, 邱洪双<sup>1</sup>, 张殿华<sup>1</sup>, 王国栋<sup>1</sup>, 张其生<sup>2</sup>, 赵胜国<sup>2</sup>

(1. 东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室, 辽宁 沈阳 110006,

2. 首钢(集团)总公司中厚板厂, 北京 100041)

**摘要:**以首钢3340mm中厚板轧机液压AGC改造工程为背景,介绍了中厚板轧机计算机控制系统的结构。描述了首钢中厚板厂精轧机控制的原始数据的录入,规程数据的生成,现场数据的采集,数据调用以及工程记录的产生等主要功能。从数据流向的角度说明了中厚板的生产工艺过程。

**关键词:**中厚板轧机; 过程计算机; AGC控制系统; PLC; OP47

中图分类号: TG335.5; TP273 文献标识码: A 文章编号: 1003-9996(2001)06-0047-04

## Processing control system of plate mill of Shousteel (Group) Company

YANG Hong<sup>1</sup>, QIU Hong-shuang<sup>1</sup>, ZHANG Dian-hua<sup>1</sup>, WANG Guo-dong<sup>1</sup>, ZHANG Qi-sheng<sup>2</sup>, ZHAO Sheng-guo<sup>2</sup>

(1. State Key Lab. of Rolling & Automation, Northeastern University, Shenyang 110006, China;

2. Plate Rolling Mill, Shousteel (Group) Co., Beijing 100041, China)

**Abstract:** The structure of the computer control system of the 3340mm plate mill is introduced based on its hydraulic AGC modernization project of Shousteel Co. The main functions of the processing control system of the plate mill such as the primary data input, the schedule database production, the on-line data acquisition, the database data transfer and the project record form are described. The production process of plate mill is illustrated from the point of view of data flow.

**Key words:** plate mill; process computer; AGC control system; PLC; OP47

控制供油的前提是能够保证供油稳定并且均匀。

### 2.2 热轧润滑油的成分和物理性能

目前国内外有效应用的热轧润滑油主要成分和物理性能如下:

(1) 合成酯同天然酯的混合酯, 极压添加剂及各种油性剂, 皂化值: 173~186mg KOH/g, 黏度(40℃): 65~99mm<sup>2</sup>/s, 酸值: 14~26mg KOH/g。

(2) 矿物油同天然酯或合成酯的混合物, 极压添加剂及高分子油性剂, 皂化值: 120~140mg KOH/g; 黏度(40℃): 35~210mm<sup>2</sup>/s; 酸值: 2.5~30mg KOH/g。

其中, 润滑酯决定着油膜强度, 极压添加剂决定抗磨损性能, 极性添加剂决定油膜粘着力, 分散剂决定着离水展着性。此外, 喷射压力的范

围为0.05~0.15Pa。

### 3 结语

从上述内容可看出, 实现热轧润滑在技术上比较容易, 经济上的投入也很小。热轧润滑油的工业应用已经成熟, 在工业先进国家的应用很普遍, 在我国的应用尚需进行宣传和推广。

#### 参考文献:

- [1] 池田治郎. 钢板用间热间压延油の最近の動向 [J]. 塑性加工, 1999, 40 (466): 17~22.
- [2] 松岡ほか. 热间润滑压延におけるトライボロジー [J]. トライボロジスト, 1998, 43 (10): 867~872.
- [3] 后藤ほか. 高盐基性有机金属盐の热间润滑效果とその作用机构 [J]. 铁与钢, 1998, 84 (7): 502~509.
- [4] Aoki K, et al. Performance evaluation of simulation testing machine developed newly for lubricant in hot rolling [A]. Steel Rolling '98 [C]. 1998: 457~460.

## 1 前言

首钢中厚板厂 3340mm 四辊精轧机的 AGC 改造采用二级计算机系统<sup>[1]</sup>，即过程计算机系统和基础自动化系统。过程机完成高精度的设定计算；基础自动化利用高响应性能的 AGC 和 APC 闭环对中厚板的轧制过程进行动态厚度控制<sup>[2]</sup>，采用 SIMENSE 的 OP47 实现实时人机对话，用工业以太网进行网络通讯。

## 2 精轧机控制系统构成

精轧机计算机控制系统的结构如图 1 所示。

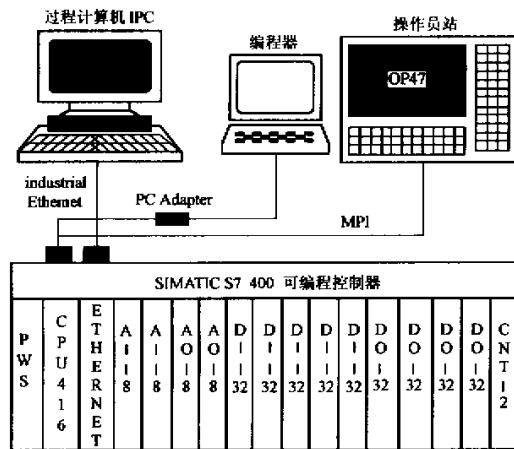


图 1 中厚板轧机计算机控制系统结构简图

该系统由基础自动化站 S7-400PLC、编程器、过程计算机 IPC (即工程师站)、操作员站 OP47 和通讯网络等基本单元组成。

### 2.1 基础自动化站 S7-400PLC

基础自动化站 S7-400PLC 完成系统所有的逻辑控制，并负责液压缸和压下丝杠的位置 (APC) 和轧制力 (AFC) 闭环控制。它利用 RAL-AGC 方法消除轧制过程中每道次的厚度偏差<sup>[3]</sup>。PLC 从 IPC 和 OP47 接收辊缝设定指令，进行轧制过程的辊缝自动设定，并把轧制过程的轧制力、辊缝、钢板温度的平均值再传回到 IPC 和 OP47 中去。PLC 是整个系统数据通讯过程的中心环节。

### 2.2 WINCC 监控软件<sup>[4]</sup>

该软件不但具有强大的组态监控功能，而且具有灵活方便的后台运算功能及自成一体的数据库管理功能，主要体现在以下两个方面。

(1) **Tag Management** 用于管理内外部标签，

内部标签作为工程的内部变量，外部标签是上位机和下位机 PLC 进行数据交换的过程变量。

(2) 在 Editor 工具中主要有下面几种开发环境：

① Graphics Designer 用于设计监控界面图；

② Alarm Logging 用来实现报警信息的记录；

③ Tag Logging 用于实现标签值的实时记录与归档以及实时监视的趋势曲线；

④ User Archive 用于用户数据库管理工作；

⑤ Global Script 用于加入用户程序，通过各种触发方式来完成过程运算及控制。

### 2.3 过程计算机 IPC

过程计算机的配置类似于通用的个人计算机，内装有 WINDOWS NT 操作系统和 WINCC 监控软件。过程计算机有以下 6 项主要任务：

(1) 原始数据输入

在工程师站 (IPC) 输入以炉号 (每炉钢最多不超过 20 块) 为索引的原始数据，包括钢种、块数、坯料尺寸、成品尺寸、单双机架的选择、轧制方式、四辊来料尺寸、温度条件、控轧条件。在 IPC 可以同时输入多个炉号的原始尺寸，保存在数据文件中待用。

(2) 操作员规程库

利用 WinCC 的用户归档 (User Archive) 建立规程数据库，通过全局脚本 (Global Script) 实现对规程库的操作。规程库的数据项由规程编号、操作员编号、总道次数、控轧道次、转钢道次及最多达到 28 个道次的压下规程组成；数据可在 IPC 随时录入、修改、删除，也可在 OP47 上实时调用、保存、修改。

(3) 轧制规程预算、动态计算、自适应计算<sup>[3]</sup>

轧制规程预算是根据原始数据运用数学模型及经验数据进行计算，确定各道次的实际压下量、空载辊缝、轧制力和温度等参数，预算结果准确与否是实现在线精确控制的关键。动态修正计算的任务是在轧制过程中根据实际测量数据与预算数据的偏差来重新计算最后几个道次的辊缝设定值。轧制工艺参数的自适应计算是在一块钢轧制完成以后，记录其所有实测数据，利用相应的自适应算法来提高数学模型计算精度，提高下块钢辊缝值设定精度的过程。

(4) 刚度曲线

将轧机刚度的测试结果保存在外部标签中，随时可调用绘制成曲线，并对其进行理论回归。回归结果应用于预计算及动态计算的数学模型。

### (5) 工程记录

记录每一炉钢的原始数据；每一块钢每一道次的实际轧制过程数据（由辊缝、温度、轧制力的实测值及压下量、出口厚度、轧制力的预测值构成）及一些非过程数据，例如：实测来料宽度、终轧宽度、终轧厚度及轧制时间；每一炉钢的统计数据，包括轧废块数、回炉块数、变规格块数。

### (6) 在线数据及趋势监视

监视在线过程的各种数据变化，例如：轧制力、轧制温度、轧制速度等数据的实时监视；在线趋势曲线可以观察各种数据变化趋势，有利于数据分析以提高产品精度。

## 2.4 操作员站 OP47

操作员站是由一个彩色液晶显示器和触摸键盘等集成一体的个人计算机（镶嵌在工作台上），内装有 WINDOWS NT 操作系统和 WINCC 监控软件。OP47 的主要任务是：

(1) 过程控制人机接口：通过 OP47 主画面上的按钮可以触发如下动作（实际动作由过程机完成）：

- ① 原始数据调用及确认；
- ② 调用操作员规程、调用计算机规程；
- ③ 保存或修改规程到数据库；

④ 实设辊缝转成预设辊缝；

⑤ 一炉钢轧完确认。

通过操作台上的按钮可以触发如下动作（实际动作由过程机完成）：

⑥ 道次切换按钮触发动态计算；

⑦ 道次复位按钮触发工程记录及自适应计算。

(2) 故障报警：实时给出故障具体位置及发生故障时的超限数据，并可随时查看故障记录。

(3) 轧机调零操作界面：通过轧机调零画面触发 PLC，控制轧机自动调零。

(4) 刚度测试操作界面：通过刚度测试画面触发 PLC，进行轧机刚度测试。测试结果保存在外部标签中，由 IPC 绘制刚度曲线。

(5) 在线监视：与 IPC 的监视作用相同，监视轧钢过程的所有数据变化及各种状态显示。

## 2.5 通讯网络

通讯网络为 PLC 与 IPC、OP47 之间的通讯连接。PLC 与 IPC 之间采用西门子工业以太网，介质为粗同轴电缆；PLC 与 OP47 之间采用 MPI 网，介质为双绞屏蔽电缆。

## 3 数据流程

数据流程分为 PDI（Primary Data Input）数据流程和现场采集数据流程。

### 3.1 PDI 数据流程图

PDI 数据流程见图 2。

### 3.2 现场采集数据流程框图

现场采集数据流程见图 3。

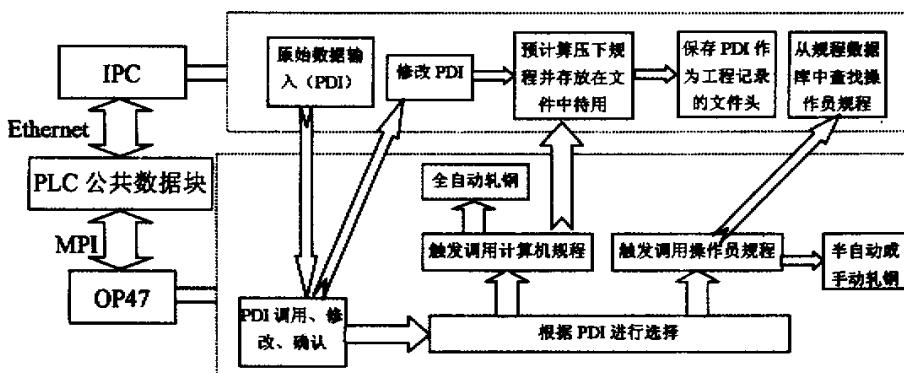


图 2 PDI 数据流程图

### 3.3 数据流动过程说明

(1) 原始数据从 IPC 录入。

(2) 在 OP47 主画面上按“原始数据录入”按钮，可触发 IPC 调用程序，在 OP47 主画面的

上方即可得到与 IPC 相对应的原始数据。操作员根据实际情况可对其进行修改，但无论修改与否都要按“原始数据确认”按钮对原始数据确认。原始数据确认按钮可触发修改 IPC 的 PDI

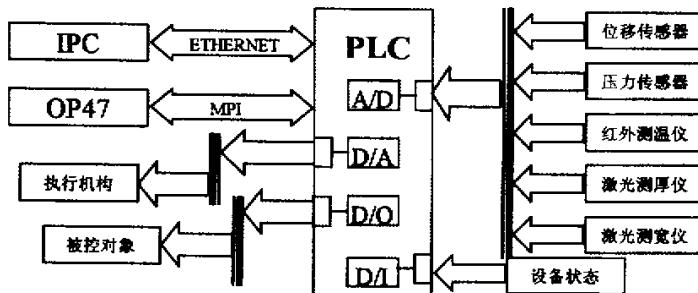


图 3 现场采集数据流程图

与实际数据相对应程序、工程记录程序、计算机预算算规程程序，预算算结果保存在数据文件中待用。

(3) 操作员根据原始数据情况可以做出两种选择，一种是调用操作员规程，即操作员保存在规程库中的经验规程，调用方法是输入规程编号、操作员编号，然后按“调用操作员规程”按钮即可触发程序查询规程库，在 OP47 主画面的下方即可得到相应的规程；另一种是调用计算机规程，只需按“调用计算机规程”按钮即可触发程序调用 IPC 的预算算结果（包括预设辊缝，预测压下量、出口厚度、轧制力）。

(4) PLC 根据 OP47 上的选定规程，由操作员按操作台上的道次切换按钮对轧机进行自动摆辊缝，并把每一道次的实测辊缝、温度、轧制力经数据处理后分别送到 OP47 及 IPC 与道次相对应的外部标签上，并在屏幕上 I/O 显示。每轧完一道都要进行道次切换。

(5) 如果所调用规程是计算机规程，而且是全自动轧钢状态，则道次切换按钮会触发动态计算，修正后几个道次的预设辊缝值，否则动态计算无效。一块钢轧完后要按操作台上的道次复位按钮，使当前道次回到零道次，准备轧下一块钢。道次复位按钮可触发工程记录程序记录过程数据，还触发自适应计算程序以修正下一块钢的规程，同时将上一块钢的过程数据清零。

(6) 在轧钢过程中，操作员发现某块钢轧得较好，在 OP47 上可按“实设辊缝转成预设辊

缝”，则下一块钢即可用此规程进行轧制，并且可保存到数据库中以供随时调用。

(7) 一炉钢轧完之后，在 OP47 上按“一炉钢轧完确认”按钮，即可删除第 1 炉钢的原始数据，第 2 炉钢的数据自动排到第 1 位置。

#### 4 结语

该系统于 1999 年 10 月在首钢中板厂投入使用，应用效果良好，不但减轻了工人的劳动强度，而且提高了产品精度，最重要的是为技术人员提供了大量的数据记录及分析数据的手段，对进一步提高产品质量有较大帮助。AGC 系统投入以后，中厚板厂的产品精度和质量均明显改善。钢板同板差为 0.044mm，命中率为 96.00%；异板差为 0.06mm，命中率为 95.71%，板凸度为 0.123mm。负差盈重率由 1999 年的 1.65% 提高到 2000 年第 1 季度的 2.09%。原 6~8mm 等过去手动轧钢废品率较高的产品，成材率达到 88.96%，比 1999 年提高 1.74%。负差盈重率、薄规格成品成材率创出中板厂历史最好水平。

#### 参考文献：

- [1] 张殿华, 王君, 李建平, 等. 首钢中厚板轧机 AGC 计算机控制系统 [J]. 轧钢, 2001, 18(1): 51~55.
- [2] 王君, 张殿华, 王国栋. 厚度计型和动态设定型 AGC 的统一性证明 [J]. 控制与决策, 2000, 15(3): 333~335.
- [3] 张殿华, 王君, 李建平, 等. 中厚板平面形状计算机控制系统 [J]. 钢铁, 2000, 35(5): 40~43.
- [4] 胡贤磊. 中厚板精轧机规程设定 [D]. 沈阳: 东北大学, 2000.

#### 本刊顾问白光润教授逝世

本刊顾问、东北大学白光润教授因病于 2001 年 12 月 16 日逝世，享年 74 岁。白光润教授治学严谨、诲人不倦。他的去世使我们失去了一位不可多得的良师益友。对此，深感悲痛，并致哀悼。