

# 棒材连轧分布式活套控制系统的设计与实现

杨永立<sup>1</sup> 张竞祥<sup>2</sup> 董君祥<sup>2</sup> 朱英韬<sup>1</sup> 陈胜波<sup>1</sup> 孙宝泰<sup>1</sup>

1. 武汉科技大学 2 柳州钢铁集团公司

摘要: 文章重点介绍柳钢小轧厂棒材连轧生产线分级分布式活套控制系统的硬件配置、软件结构、功能及实现。该活套控制系统采用了 SIEMENS 6RA70 系列控制器和 T400 工艺模板

关键词: 活套控制 分级分布式控制 控制系统 棒材连轧

## The Design and Realization of Distributed Loop Control System of Continuous Bar Rolling

Yang Yongli Zhang Jingxiang Dong Junxiang Zhu Yingtao Chen Shengbo Sun Baotai

**Abstract** Here the hardware configuration, software structure, system function and system realization of the multi-layer distributed loop control system used in the bar mill of bar plant in liuzhou & S (group) company are emphasized. The 6RA70 series DC digital controllers and technique-boards T400 of Siemens Were used in this loop control system.

**Keywords** loop control multi-layer distributed control control system continuous bar rolling

### 1 概述

在柳钢小轧厂棒材生产线上首次采用了分级分布式活套控制系统使得控制的实时性大大提高,同时也提高了系统的动静态性能。

该系统利用附加在电机控制器 (SIEMENS 6RA70 系列) 中的工艺模板 T400 实现了活套高度调节功能,每架轧机控制器的 T400 工艺模板仅负责相应机架上游的那个活套的高度调节,级联速度的传递通过点对点通讯进行,与传统的使用 1 台 PLC 完成所有的活套调节计算并设定所有参与活套调节的 controllers 的速度给定和控制命令的方式相比,由于将活套控制功能分散到了相应的 T400 中,各个活套的控制程序由各自的 T400 并行处理,不仅大大减小了 PLC 的负担,而且也大大减小了网络的数据流量,大大缩短了计算周期,提高了控制的可靠性和实时性;同时由于 PLC 的运算量减小了很多,系统可以使用较低档次的 PLC,降低了整个系统的造价。

### 2 硬件系统

柳钢棒材生产线自动化系统为 3 级计算机组成的分布式控制系统 如图 1 所示,其中最高 1 级

为工业控制计算机组成的监控系统,它通过以太网与 PLC 交换数据,完成系统运行参数的设定,运行状态的监视,故障报警显示及记录,报表打印等功能;第 2 级为 PLC 系统,负责生产线的连锁及协调控制,并同时完成 PLC 间的通讯 (以太网) 及 PLC 和传动装置间的通讯 (profibus 网),所有传动装置均通过通讯板 CBP 接入 Profibus 网;第 3 级为由各传动控制器和 T400 工艺模板组成的活套调节系统,活套调节系统直接设定各传动控制器的速度给定;T400 间通过串行接口点对点连接传递实时性较强的级联速度给定信号。

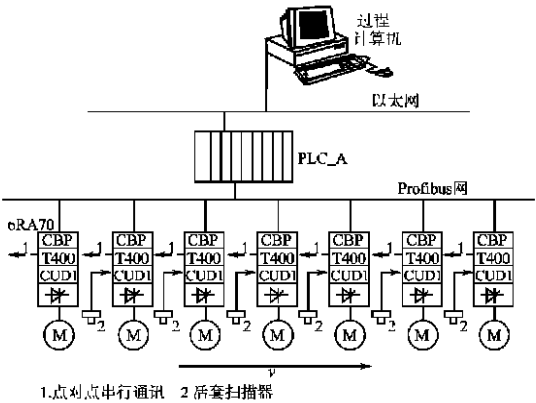


图 1 棒材生产线活套控制部分的硬件简图

精轧机组由 6架轧机组成,呈立平交替布置,每架轧机上下辊用同 1台电机通过人字齿轮座驱动。为保证精轧区的无张力轧制,精轧机组每 1机架前均设置活套装置,以在活套调节系统的控制下形成活套。活套调节系统的目标为维持活套高度,由附加于 6RA70控制器上的工艺模板 T400完成活套高度闭环控制,活套高度反馈使用活套扫描器。活套扫描器还输出 1路开关量信号以指示其视野内是否有钢。轧制速度和活套高度给定以及其他一些控制信号经通讯板 CBP和从 PLC处得到,轧机当前运行状态参数经通讯板 CBP和 Profibus网送至 PLC供连锁控制、故障报警用。

### 2.1 自动化系统

主轧线控制系统的自动化控制部分使用 1台 GE Fanuc 9030系列 PLC (PLC-A) 它负责协调和控制主轧线的运行,具有下述功能:①通过以太网接收过程计算机的设定数据和运行命令,并通过 Profibus网将上述数据以及操作台的运行命令传送到传动控制器;②通过 Profibus网读取传动控制器的运行数据和运行状态,然后将过程计算机需要的数据传送到过程计算机,并根据传动控制器的运行状态协调系统的运行。除上述功能外,PLC-A还完成相关的控制功能,与活套控制有关的控制功能为控制起套辊的动作等。

### 2.2 传动控制系统

本系统精轧机组由 6架轧机驱动,电机参数均为:型号 Z560-2B, 700 kW, 600 V/1132 A, 600/1400 r/min,磁场 220 V/35.2 A。电机控制系统均采用 SIEMENS公司全数字控制器 6RA70 SIMOREG DCMaster系列全数字直流控制器(6RA7095-4DV62,电枢 690 V/2000 A,磁场 400 V/40 A)进行速度闭环控制,速度反馈采用脉冲编码器。

### 2.3 活套高度控制系统

不同于以前集中控制系统中所有活套调节功能软件都集中在 1台 PLC中,柳钢棒材生产线活套高度自动控制系统中活套调节功能软件分散在各活套下游机架控制器中所插的 T400工艺模板中,每 1块 T400工艺模板本质上是 1台功能完备的计算机。它通过背板总线与控制器的 CPU高速通讯,可用来完成基本控制器无法完成的高级的、复杂的算法。本系统的精轧机组就是分别使用 6块 T400工艺模板来完成 6个活套高度调节

系统的,每 1机架控制器中的工艺模板仅负责紧挨它的上游活套的高度调节,同时完成速度级联功能,通过 Profibus通讯板 CBP同 PLC通讯,同其它控制器通讯及同 CUD1(控制器的主板)通讯。

## 3 软件系统

活套高度调节系统硬件(T400)配置使用 SIEMENS公司的软件 STEP7完成;活套高度调节软件均采用 SIEMENS公司软件的 STEP7和 CFC编制、编译并下载到 T400中。这样做的好处是每架轧机控制器的 T400工艺模板仅负责相应机架上游的那个活套的高度调节,级联速度的传递通过点对点通讯进行,与传统的使用 1台 PLC完成所有的活套调节计算并设定所有参与活套调节的控制器速度给定和控制命令的方式相比,由于将活套控制功能分散到了相应的 T400中,不仅大大减小了 PLC的负担,而且也大大减小了网络的数据流量,大大缩短了计算周期,提高了控制的可靠性和实时性。

精轧机组 6架轧机中的活套调节软件主要部分都是相同的,其基本原理均为通过活套自动调节系统自动修正活套上游机架的速度来达到稳定活套高度的目的。

活套调节程序主要分以下 3个主要部分。

### 3.1 通讯程序

通讯程序包含 3部分:

1)同一机架的 T400与通讯模板 CBP间的通讯(Profibus), T400和 CUD1间的通讯(背板总线)以及相邻机架的 T400间的点对点串行通讯;

2)系统运行控制命令(包括级联系数和活套高度)均由 PLC-A通过 Profibus和 CBP传送到各传动控制器上的 T400中,由 T400处理后传送到 CUD1控制传动系统运行;在机组运行过程中控制器的运行状态由 CUD1收集后经 T400 CBP和 Profibus送 PLC-A,这些状态(包括实际值)信号除了用来作连锁控制外,还通过以太网送过程计算机显示;

3)相邻机架的 T400间的串行通讯程序用以完成速度级联功能,传输方向固定为下游机架发送,上游机架接收,所传送数据仅为上游机架的主速度设定值。

### 3.2 速度级联程序

为保证各机架中金属秒流量大致相等,各架轧

机必须按预先计算好的速度运行(即按轧制速度规程运行)且在调整速度时被调整机架上游的各机架必须按同样的比例调整以满足金属秒流量相等,这就是所谓的速度级联。其原理如图2所示。

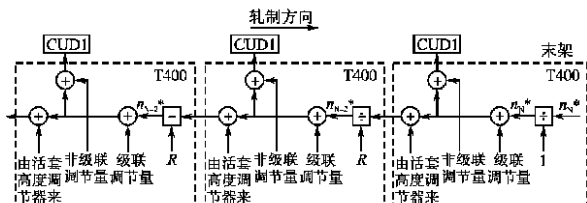


图 2 速度级联原理示意图

图 2 中  $R$  为相邻机架的级联系数,即为相邻机架的电机电速比,由工艺确定,同一轧制规程中为常数。

### 3.3 活套高度自动调节

活套高度采用闭环控制,活套高度检测采用HT系列活套扫描器。

活套高度调节器原则上可以使用任何类型的调节器,其实现仅受硬件限制,其原理如图 3 所示。

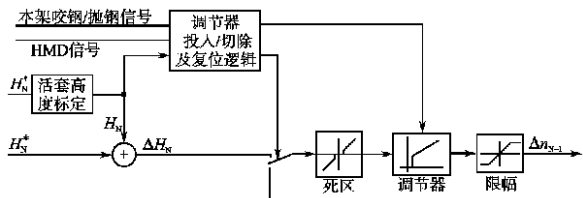


图 3 活套调节原理

图 3 中活套调节器输出  $\Delta n_{n-1}$  用于级联修正活套上游机架的转速, 以保持活套高度恒定。其中的“调节器投入/切除及复位逻辑”的作用为根据负荷继电器信号、HMD 信号及活套的实际高度决定是否接通调节器输入和开放/复位调节器。设置死区的目的是避免轧件抖动引起误调节。

柳钢棒材生产线实际的活套高度调节过程如图 4 所示 (由 SIEMENS 调试软件 SIMOVIS 记

录)。

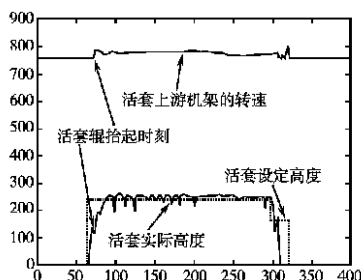


图 4 活套调节曲线

图 4是用 SEMENS 的监控调试软件 Simo-vis 记录的。图 4 中纵坐标为转速和活套高度,二者刻度相同,其中转速的单位为  $r/min$ ;活套高度的单位为  $mm$ ;横坐标为采样点的序号,相邻两采样点间的时间间隔为  $66\text{ ms}$ 。

## 4 结束语

柳钢棒材生产线是国内首次采用分级分布式控制的棒材热连轧生产线,该生产线采用了 SIEMENS 公司最先进的直传动控制器 (6RA70系列)和工艺模板 T400 由于采用了最先进的设备和技术,我们的调试时间大大缩短,仅用了 1个月的时间系统就投入了试运行且很快达到了设计最高轧制速度,并很快达到设计生产能力年产 35万 t,2001年年产已经达到 48万 t,2002年年产目标值为 55万 t

系统运行 2 年多来稳定可靠,故障率低,维护简单方便,经过一段时间的工艺和电气调整,电耗大大下降,节能效果也比较明显。该系统投产 2 年多来为柳钢创造了较好的经济效益。

收稿日期: 2002-02-27

修改稿日期: 2002-08-12

(上接第 42 页)

## 6 总结

经过实验已经得出, S7-300系列提供的中断组织块能够实现多数故障的诊断和处理,对于保障系统可靠性,安全性具有非常重要的意义;而且,如果系统有更为细致的要求,将这种功能与其它诊断方法综合运用可以更加完备;对不能引起中断组织块调用的故障用诊断的第1种方法进行

补充,同时还可结合运用第 3 种方法,这样就在更大程度上确保了诊断列车 PLC 故障准确,并能及时的检测和排除

## 参考文献

- 1 郑晟,巩建平,张学.现代可编程序控制器原理与应用.科学出版社.1999
- 2 SIEMENS S7 Manual. 2000

收稿日期: 2001-05-15

修改稿日期: 2002-10-11