

# 集成控制在特钢工艺改造中的应用

刘 军<sup>1</sup>, 王 宇<sup>2</sup>

- (1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司计量中心, 内蒙古 包头 014010;  
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司设备工程部, 内蒙古 包头 014010)

**摘 要:** 特钢集控平台系统要求采用工业私有云架构, 上位监控系统需要在私有云中建立虚拟机, 并安装 Windows 7 操作系统和 WinCC7.0 SCADA。私有云服务器和集控室交换机分别与两台核心交换机相连, 构建成核心层的冗余网络结构, 控制层各系统通过各自交换机与集控室交换机组成环型网络, 这种网络结构既考虑了网络的经济性又兼顾了网络的安全性。

**关键词:** 定制化应用; SCL 编程; 工艺集成

中图分类号: TP23

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2025)04-0078-05

## Applications of Integrated Control Technology in Technology Transformation of Special Steel

Liu Jun<sup>1</sup>, Wang Yu<sup>2</sup>

- (1. Measurement Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China;  
2. Equipment Engineering Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

**Abstract:** The integrated control platform system of special steel requires to adopt industrial private cloud architecture. The upper monitoring system needs to establish virtual machines in the private cloud as well as install the Windows 7 operating system and WinCC7.0 SCADA. The private cloud server and switch in central control room are connected to the two core switches separately to establish redundant network structure in core layer. The systems in control layer and switch in central control room form ring network through respective switches, which takes into account the economical efficiency and security of network.

**Key words:** customized application; SCL programming; process integration

包钢股份特钢分公司于 1991 年 4 月建成投产, 现已发展成为年产 60 万 t 方圆钢以及电极扁钢的特钢企业, 是西北地区主要的特钢生产基地之一。

其中圆钢可生产低合金高强度结构钢、锻造用钢、法兰用钢、齿轮钢、汽车钢、工程机械用钢、耐磨钢、履带钢、挖掘机支重轮用钢、工业纯铁等特钢产品。电

极扁钢凭借压缩比大、钢中富含稀土的天然优势,形成了包钢电极扁钢优异的导电性能,成为大多大中型知名电解铝企业的首选。完善的扁钢深加工、精加工工艺,可实现电极扁钢的直切、斜切、梯形切割、通透缝切割,并可根据客户需求实现定制化生产,目前可生产70余种规格的电极扁钢,产品规格齐全。虽然特钢分公司的产品具有较好市场前景,但由于建厂时间久,各控制系统一直未进行升级改造,系统的自动化程度低,严重制约企业的发展。

特钢分公司在大修期间对1#加热炉、3#加热炉、连轧系统、热锯编组、探伤、矫直机等11个控制系统进行改造。系统采用私有云服务器和冗余网络结构,替换原有各系统的本地操作和分散控制,将各个控制系统通过光纤链路集中到新改造的调度中心进行统一监控。集成控制有助于各工序协调操作,提高生产效率。同时系统改造还将大量的手动操作改为PLC控制,解决人员劳动强度大、现场操作危险因素多等问题。系统集成控制技术,可以根据系统的整体要求,对资源进行统一分配和优化调度,避免资源的浪费和闲置,提高资源利用率。此次改造采用主流的西门子公司全集成自动化博途软件,博途软件的高度集成、灵活开放、强大仿真与诊断等特性,显著提高了自动化项目的开发、调试与维护效率,有利于定制化解解决特钢工艺集成控制的需求<sup>[1]</sup>。

## 1 系统概述

### 1.1 系统现状与特点

现有设备的操作在现场就近操作台进行,共有11个系统,分别为1#炉仪表、3#炉仪表、1#步进梁、3#推钢炉、850操作室、连轧操作室、横移控制、1.8 m锯操作室、2 m锯操作室、1#冷床和2#、3#冷床。连轧生产线设备改造后,增加集控室,将现场各操作室改到集控室集中操作。1#加热炉有风机电机4台,3#加热炉有风机电机2台,轧钢水泵有电机5台,主机风机有电机2台,采用变频控制,但无上位机数据采集(电流、电压、电能消耗等数据),需要实现联网进行数据集中监控。平流井新增4台G120变频器,通过博途软件实现远程控制。

### 1.2 系统架构

网络服务器采用私有云架构,从云端虚拟出8台操作员站,分别是1#和3#顺控、3#炉仪控、850开坯机、编组、液压剪、连轧、热锯、冷床。私有云服务器和集控室交换机分别与两台核心交换机相连,构建成核心层的冗余网络结构,控制层各系统通过各自交换机与集控室交换机组成环型网络,这种网络结构既考虑了网络的经济性又兼顾了网络的安全性。系统网络拓扑图如图1所示。

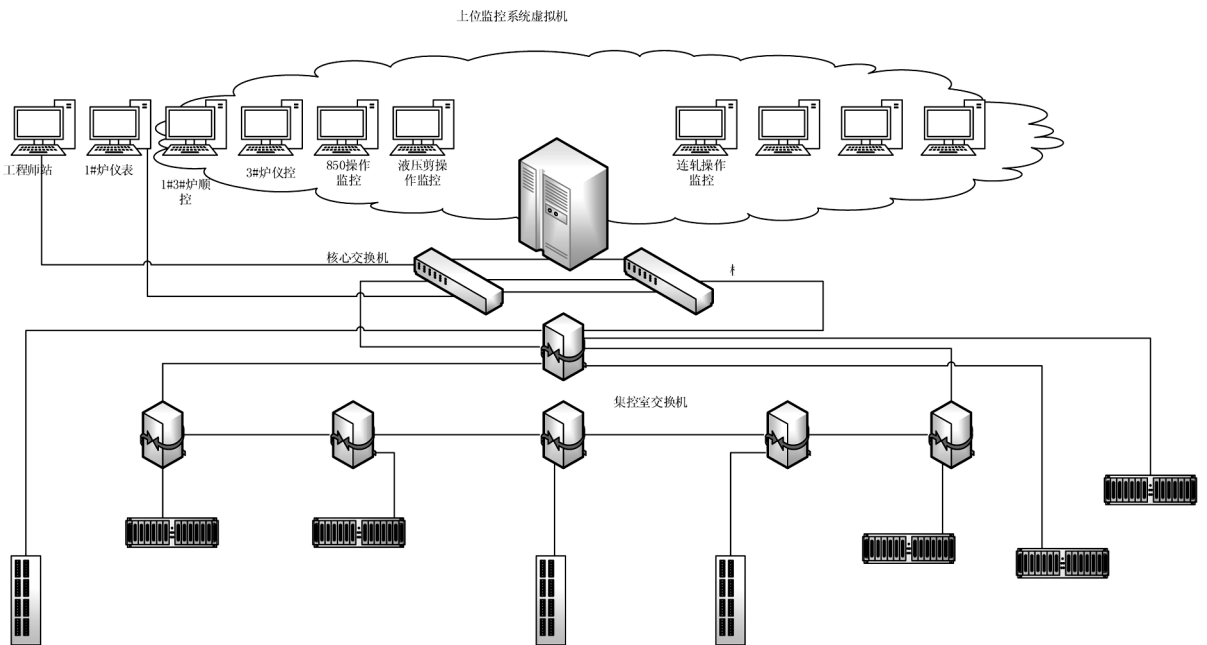


图1 特钢分公司集控系统网络拓扑图

## 1.3 系统要求

### 1.3.1 工业私有云

特钢分公司集控系统要求采用工业私有云架构,一部分上位监控系统需要在私有云中建虚拟机,并安装 Windows 7 操作系统和 WinCC7.0 SCADA;一部分上位监控系统需要将现场的工控机迁移到私有云中,保留原有的操作系统和上位 WinCC 系统。

系统要求采用 HA 高可靠性机制,具备实时迁移功能,虚拟机迁移时不影响前端业务的运行。支持虚拟机自动故障转移和物理主机故障重启。有计划故障转移时间为零秒迁移。

私有云主要包含 2 台计算工业服务器、1 台双控存储服务器、2 台核心三层网管型交换机和一套柜内 UPS 等。

### 1.3.2 网络规划及要求

将各个工艺段的 PLC 连接到工业级网管型千兆环网交换机,作为区域网管型交换机。在集控中心,设置一套汇聚交换机,将各个区域网管型交换机统一连接起来,实现环网冗余通讯。汇聚交换机分别与工业私有云、上位机、工程师站等连接,保证网络安全、可靠、稳定运行,各个交换机运行状态显示在上位机上,方便实时查看交换机运行情况。任何一点网线中断,不影响其他设备通讯。

### 1.3.3 PLC 编程和上位组态技术要求

根据现有发现的问题,优化程序,增加上位监控变量,用于上位集中控制。增加集控室操作台控制,通过新增加的 PLC,将各个工艺段的远程 IO 站映射到原主站 PLC 中,增加新操作台程序。

对 11 个原有上位监控系统进行画面优化设计,本着实用、直观的原则,同时根据使用方的要求进行修改、增补。

3<sup>#</sup>加热炉的仪控部分和电气共用一个画面,在画面上实现手动调节煤气、空气流量。其他操作画面优化。3<sup>#</sup>加热炉的探伤系统有 PLC 程序,无上位机 WinCC 画面,需要参考操作台布置制作上位机画面,并将设备操作和运行条件显示出来。

2<sup>#</sup>矫直机 S7-300 PLC 采用博途软件编程,将 13 个编码器从矫直机主系统中独立出来,放到新增的 PLC 中。

增加台架监控画面(1<sup>#</sup>台架单独使用一套 CPU,2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>台架共用一套 CPU),整合三台锯(2 台 1.8 m 锯,1 台 2 m 锯)的上位监控系统画面。

将变频器 M440、6SE70、G120 的电流、功率等参

数在上位机画面中显示及记录。

## 2 系统实施

特钢生产涉及多学科交叉的复杂流程,此次改造涉及加热炉、连轧、热锯、矫直机、探伤、动力等重要工序。依据前期与业主多次协商制订的技术方案,组织团队实施。

### 2.1 平流井系统

平流井是利用悬浮颗粒重力沉降原理分离污水中固体颗粒的处理设施,通过平流井沉降工艺,能有效降低污水中悬浮物的含量,保障水处理系统稳定运行。此次改造为了保障后序产能扩大,升级了 4 台大功率水泵,增加 4 台 G120 变频器,变频器与原有 S7-300 通讯实现控制逻辑,考虑到后期系统的可扩展性,编程软件采用西门子公司的博途软件。博途软件的通讯配置过程相对简单直观,用户只需在软件中进行相应的硬件组态和网络设置,指定通讯接口、协议和参数等信息,即可完成通讯连接的配置。同时,博途软件还提供了丰富的诊断功能,能帮助用户快速检测和解决通讯过程中出现的问题。

#### 2.1.1 硬件连接与设置

(1)新建项目与添加设备。打开博图软件,新建项目并命名,进入项目视图后,添加参与通讯的 PLC、HMI 等设备,选择对应的型号和版本。

(2)设置设备属性。双击设备进入属性界面,设置 CPU 的 IP 地址、子网掩码等网络参数。对于有安全机制的设备,需进行相应的安全设置,如勾选“允许来自远程对象的 PROFINET 通信访问”等。

(3)建立连接。在设备和网络视图中,选择“连接”选项,根据通讯要求添加相应的连接类型,设置连接属性,包括本地 ID、伙伴设备的 IP 地址、机架及插槽信息等。

(4)配置通讯协议与参数。本次采用 485 通讯,选择正确的通讯协议(如 Modbus、RS485 等),并配置波特率、数据位、停止位、起始符、结束符等参数。

(5)创建变量。在 PLC 中创建变量表,定义用于通讯的数据变量,确定变量的数据类型和地址。在 HMI 中创建与 PLC 变量对应的变量,建立两者之间的关联。

#### 2.1.2 下载与测试

完成设置后,将配置下载到相应的变频器中,下载完成后,将设备切换至运行状态,进行通讯测试,

检查数据是否能正确发送和接收。

建立变频器和 PLC 的通讯后,通过 PLC 中 SCL 语句实现对阀门的远程控制<sup>[2]</sup>。调度中心可以实时监控设备的过流、过压、过热等多种状态,当出现异常情况时能及时切断电源,保护阀门和电机不受损坏,提高了系统的可靠性和安全性。

### 2.2 矫直机系统

矫直机是轧钢工艺中关键的环节,直接关系到产品质量和生产效率。原矫直机生产线共用到 13 台编码器,在生产时对辊缝及辊的角度进行检测,在

控制系统中通过 DP 网络连接到西门子 S7 - 300 中,如图 2 所示。在生产的过程中,由于编码器故障,频繁引起 PLC 控制系统的停机,使整个生产线停产,即使只有一个编码器的故障,也会使整个矫直机生产线停产,严重影响产量。

改造方案是新增一个 PLC,型号选择仍然采用 315 - 2PN/DP,新增 PLC 与原 PLC 进行通讯。新增 PLC 通过 DP 网络将 13 个编码器接入,负责采集编码器数据,采集到的数据通过通讯方式传给原 PLC 使用。新的硬件组态如图 3 所示。

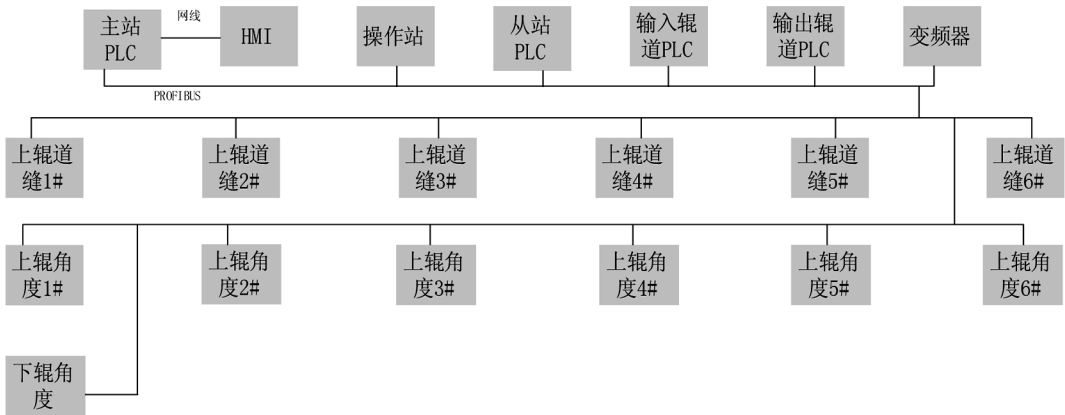


图 2 原网络组态

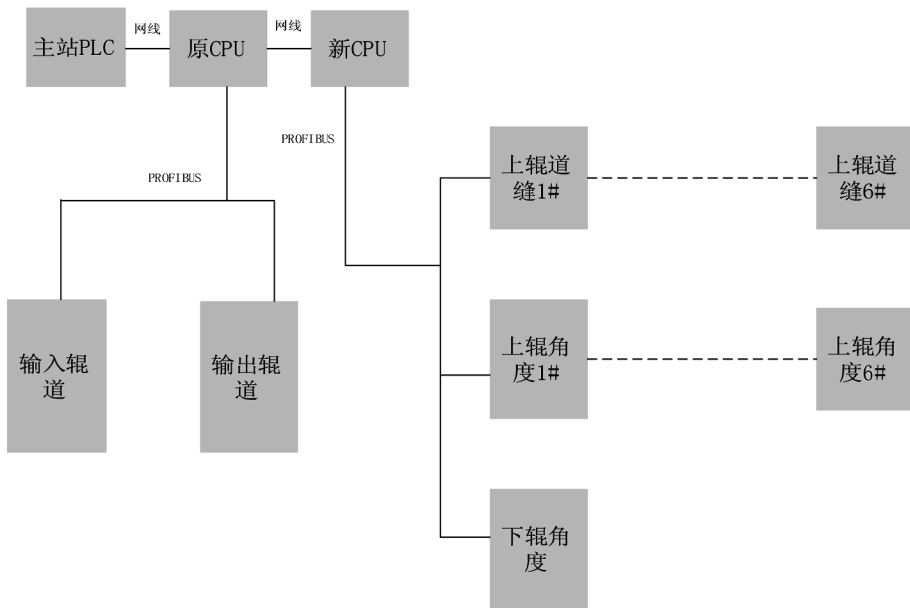


图 3 新网络组态

使用通讯指令 PUT,把新 PLC 采集的编码器数据发送给原 PLC,通过一系列的指令变换,最终替换

原 PLC 中使用的编码器的输入指令<sup>[3]</sup>。使用的数据地址对应见表 1。

表 1 程序地址表

编码器名称	DP 地址	输入地址	发送 DB 块地址	接收 DB 块地址	中间变量
上辊辊缝 1 <sup>#</sup>	40	ID320	DB10.DBD0	DB20.DBD0	MD304
上辊辊缝 2 <sup>#</sup>	41	ID316	DB10.DBD4	DB20.DBD4	MD308
上辊辊缝 3 <sup>#</sup>	42	ID312	DB10.DBD8	DB20.DBD8	MD312
上辊辊缝 4 <sup>#</sup>	43	ID308	DB10.DBD12	DB20.DBD12	MD316
上辊辊缝 5 <sup>#</sup>	44	ID304	DB10.DBD16	DB20.DBD16	MD320
上辊辊缝 6 <sup>#</sup>	45	ID300	DB10.DBD20	DB20.DBD20	MD324
上辊角度 1 <sup>#</sup>	46	ID344	DB10.DBD24	DB20.DBD24	MD328
上辊角度 2 <sup>#</sup>	47	ID340	DB10.DBD28	DB20.DBD28	MD332
上辊角度 3 <sup>#</sup>	48	ID336	DB10.DBD32	DB20.DBD32	MD336
上辊角度 4 <sup>#</sup>	49	ID332	DB10.DBD36	DB20.DBD36	MD340
上辊角度 5 <sup>#</sup>	50	ID328	DB10.DBD40	DB20.DBD40	MD344
上辊角度 6 <sup>#</sup>	51	ID324	DB10.DBD44	DB20.DBD44	MD348
下辊角度	52	ID348	DB10.DBD48	DB20.DBD48	MD352

以“上辊辊缝 1<sup>#</sup>”为例,编程原理如图 4 所示。

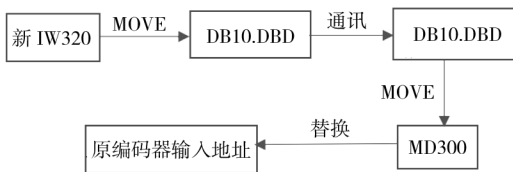


图 4 程序编写原理

改造前矫直机生产线经常因编码器故障而停止生产,再次启机费时费力,严重影响生产,且维护、运行费用高。改造后编码器的故障由新增 PLC 处理,不影响矫直机其他设备的正常运行,降低了设备维护和运行费用。新增加 CPU 为利旧设备,新 DP 网络的 DP 直接使用原有 DP 即可。

### 2.3 连轧、加热炉、台架、探伤系统

改造前特钢分公司的连轧、加热炉、台架、探伤、热锯等系统是此次改造的重点,这几部分都采用西门子 300 主站下挂 ET200 从站,通过 DP 方式通讯,分散在不同的操作室,联系通过手机和固定电话,严

重影响生产效率。改造后全部升级为工业以太网,在调度中心生产指挥可以通过各系统的实时监控画面结合视频大屏掌握多种数据和信息,及时对生产做出决策,提高生产效率。

## 3 结束语

特钢分公司原有的分散控制系统,过程操作与工艺系统集成度低,存在安全隐患。升级改造后采用工艺集成控制技术改变了传统的生产方式,实现远程监控和自动化控制,提高了生产过程的自动化水平和生产效率,树立了良好的企业形象,增强了企业在市场中的竞争力。

## 参 考 文 献

- [1] 北岛李工. 西门子 S7-1200/1500 PLC SCL 语言编程[M]. 北京:化学工业出版社,2022.
- [2] 廖常初. 西门子工业通信网络组态编程[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [3] 廖常初. 西门子人机界面组态与应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.