

# Optimization of Kaldor Furnace Control System

Shuqing Tian

ZIJIN MINING GROUP COMPANY LIMITED, Longyan, Fujian 364204, China

## Abstract

This article introduces the process of technical transformation and optimization of the control system of the Kaldor furnace in Zijin Copper Industry's rare and precious plant. By repeatedly comparing and analyzing the communication interruption and stuttering issues, lack of system redundancy, and unreasonable program logic in the original control system, the optimal performance plan (improving system stability by about 40%) has been determined. After determining the plan, a detailed construction plan was created, and the operation is currently stable and smooth without any problems caused by the system. It is stable and reliable. I hope to provide reference for optimizing control systems for more smelting enterprises.

## Keywords

control system; technological improvement and optimization; system redundancy; program logic

# 卡尔多炉控制系统优化

田树清

紫金矿业集团股份有限公司, 中国 · 福建 龙岩 364000

## 摘要

本文介绍了紫金铜业对其稀贵厂卡尔多炉的控制系统进行技改优化的过程。对原控制系统存在的通讯中断和卡顿问题, 没有系统冗余的问题, 以及程序逻辑不合理等问题, 通过反复对比分析, 确定最佳行性方案(提升系统稳定性约百分之四十)。确定方案后制作详细的施工计划, 完成后目前运行稳定流畅, 没有出现类似因系统而造成问题, 稳定可靠。希望能为更多冶炼企业的控制系统优化提供参考。

## 关键词

控制系统, 技改优化, 系统冗余, 程序逻辑

## 1 引言

2012 年紫金铜业稀贵厂引入当时较为先进的卡尔多炉 DCS 控制系统, 由于未曾对系统迭代升级, 其在实际生产使用过程中逐渐暴露出多种问题。2022 年, 稀贵厂针对 DCS 系统现有问题实施了一系列改造措施, 使系统运行的稳定性和安全性有了显著提升。

## 2 DCS 控制系统现有问题

紫金铜业有限公司稀贵厂所使用的卡尔多炉 DCS 系统是在 2012 年成套从国外进口而来。其设计风格和思路与国内不同, 在当时是处于比较先进的水准, 但是随着产品和操作系统的更新换代, 它已经逐渐满足不了实际需求, 主要在使用过程中易出现卡顿、信号丢失、通讯终端等系统故障, 轻者无法操作, 重者停机。同时, 卡尔多炉 DCS 系统目前为单控制器系统, 由两台独立的控制器分别控制两套系统, 其中

一套控制卡尔多炉及其配料系统, 另一套则控制烟气系统。这就导致单控制器系统运行时, 若控制器出现错误或掉电时将停止工作, 造成生产停摆并存在安全风险。且目前两套系统之间存在联锁, 任一系统停止工作, 则两套系统都会停止。

## 3 原因分析

### 3.1 软硬件不兼容问题

由于未曾对老旧软件更新换代, 部分硬件更新换代使得软件和硬件之间兼容性越来越差, 致使系统数据刷新缓慢, 严重时指令和数据丢失甚至系统死机。

### 3.2 系统无冗余问题

卡尔多炉 DCS 系统目前为单控制器系统, 由两台独立的控制器分别控制两套系统, 其中一套控制卡尔多炉及其配料系统, 另一套则控制烟气系统, 且两系统间存在连锁功能。这就导致单控制器系统运行时, 任一系统出现故障停机, 另一个系统也会终止工作, 造成生产停摆存在一定的安全风险。

### 3.3 通讯不畅问题

公司于 2021 年前后陆续推行智能化, 对数据的处理量

【作者简介】田树清, 男, 中国吉林桦甸人, 本科, 中级职称, 从事自动控制, 智能化研究。

倍增,我们的控制系统通讯设备和技术还停留在十年前,这就出现了通讯延迟,终端,响应时间长。

通过对紫金铜业稀贵厂卡尔多炉 DCS 系统进行系统性的优化改造,解决老旧主控器、操作站主机的不稳定性而引起的数据刷新速度缓慢、系统崩溃等风险,重新组态为冗余控制系统,提高系统稳定性和可维护性,降低生产安全风险延长。

## 4 改进措施

### 4.1 DCS 平台软件升级

工程师站软件升级为 ABB 2019 版 ACS900 系列上位机软件、下位机软件,操作员站软件由 DigiVis V9.2 SP1 升级为 Freelance Operations Standard (DigiVis 2019)。Freelance Operations Standard 是基于微软 Windows 系统的图形化用户接口软件,提高了过程操作的易用性和性能,HMI 组态完全集成到 Freelance 工程师站中,节省工程量。最新版本为 2019 版,其在可扩展性,可用性,连接性,兼容性和安全性等各方面有了显著提升<sup>[1]</sup>。

其中几项新优点对我们的问题解决很重要:

- ①用于快速显示选择的用户特定功能键分配;
- ②记录操作员的所有操作,包括姓名和时间戳;
- ③系统诊断,下沉到现场设备范畴,允许扩展现场设备诊断;
- ④统一的过程报警/消息的理念,清晰地排列显示消息及操作员提示;
- ⑤最多 16 个用户组/访问配置文件,最多 1000 个用户,可为每个用户设定特定密码(可选安全锁软件)。通过“扩展用户管理”解决方案,扩展了其用户管理功能,即“安全锁”功能。该功能使用 Windows 用户帐户,支持本地帐户和域帐户。使用此新功能,可以满足中央密码管理、密码复杂性或密码老化规则等典型需求<sup>[2]</sup>;
- ⑥提供对所选标签自动生成的动态联锁显示的访问(通过与 OPC 或趋势服务器连接);
- ⑦提供对外部信息的访问,如 PDF 文档、现场视频、标准操作程序(SOPs)<sup>[3]</sup>;

### 4.2 DCS 主控器升级

DCS 主控器由 ABB AC800F 升级为 AC900F 系列 PM 904F 控制器。

PM 904F 控制器为 AC 900F 系列最新的 PLUS 版本 CPU 模块。扩展了标准 CPU 模块 PM 902F 的功能。其支持多达四个 PROFIBUS 或 CAN 通信接口并且有更大的应用程序存储空间。此外还有一个特定的存储空间用于永久存储掉电时需要保存的变量值,这些变量用于例如累积计时器或计量数据<sup>[4]</sup>。

其接口包含四个内置的可自由配置的以太网口,支持系统总线冗余,Modbus TCP/IP,UDP 或 TCP 收发以及

IEC60870-5-104 Telecontrol 通信协议。包括:

- ①两个串行端口,支持 Modbus RTU/ASCII 或者 IEC60870-5-101 通信协议。
- ②四个插槽用于通信接口:PROFIBUS 主通信模块支持集成线冗余。
- ③CAN 总线模块用于连接 Freelance Rack I/O。
- ④PM 904F 控制器可直接连接最多 10 个 S700 本地 I/O 模块。此种 I/O 系列提供高紧凑型可配置模块,支持混合型输入输出,在一个模块中可以同时存在模拟量和数字量 I/O,节省空间。

PM 904F 控制器部分技术参数如下表所示:

表 1 PM 904F 控制器技术参数表

运行内存	48MB
电池支持内存	16MB
CPU 频率	800MHz
本地 I/O 模块的数量	最大 10 个
功耗	24W
电源	24V DC
实时时钟,带备用电池	是
任务执行	周期性(可配置的周期时间 5 ms)
	事件驱动的(预定义的事件)
	尽可能快的(PLC 模式)
串行接口	2 个串口:RS-232 or RS-485,支持 Modbus RTU/ASCII 或者 IEC60870-5-101 通信协议。
网络接口	4 个以太网接口
外网温度(存储)	-40...+85° C
外网温度(操作)	-20...+70° C

同时,配备 Profibus 通信主模块、液晶屏、总线空槽模块、备份电池、冗余电源切换装置、直流电源等模块。

### 4.3 操作员站操作系统升级

由 win 7 升级为 win 10 64 位专业版,满足 DCS 平台软件的兼容性需求,保证控制系统稳定。

### 4.4 合并 DCS 控制程序并重新组态为冗余控制系统

稀贵厂卡尔多炉原 DCS 控制系统采用两套单控制器,一台 AC800F 系列控制器控制卡尔多炉及其配料系统,另一台控制烟气系统。其网络拓扑图如图 1 所示。

方案计划将该 DCS 控制系统升级为冗余控制器,将原来的两套控制程序合并,将两台 AC900F 系列控制器重新组态为冗余控制系统,由其中一台控制器同时控制全部系统,另一台控制器做冗余切换备用。新 DCS 控制系统的网络拓扑图如图 2 所示。

在合并 DCS 控制程序、重新组态冗余控制系统的项目实施中存在较大风险,为减少风险特制定以下方案:

- ①提前将两套控制程序上传,在现场实施之前预先完成程序合并,并进行模拟测试工作,提前排查程序合并中的问题并解决;

②升级时间选在 2022 年 1 月份卡尔多炉炉修期间，炉修时间为 7 天，在此期间没有生产作业，届时将对现场设备停电、停气，防止升级时现场设备误动作造成事故；

③设备到场验收、安装、通讯检测及卡件检测完成后，进行程序下发；

④升级期间，保留原控制器和其他设备，同时对原程序进行备份。升级过程若出现短期内无法解决的问题，可以及时进行恢复，保障生产；

⑤程序升级后，先采用仿真模式进行试运行，试运行通过后，再进行联机运行。

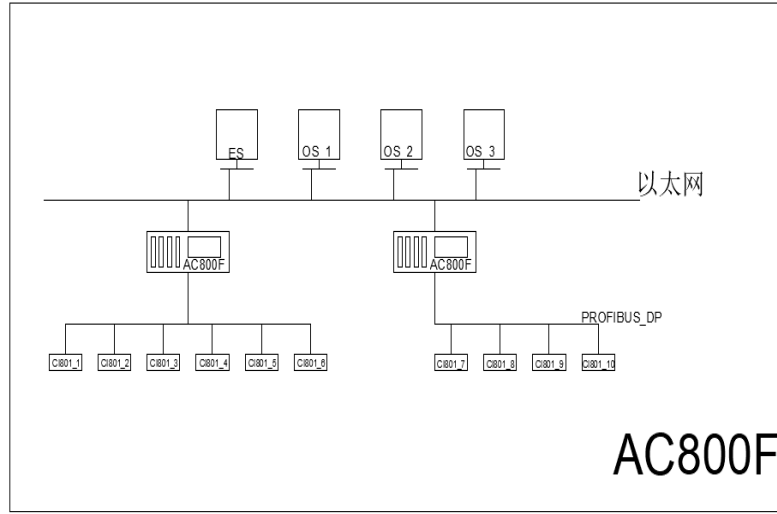


图 1 网络拓扑图 1

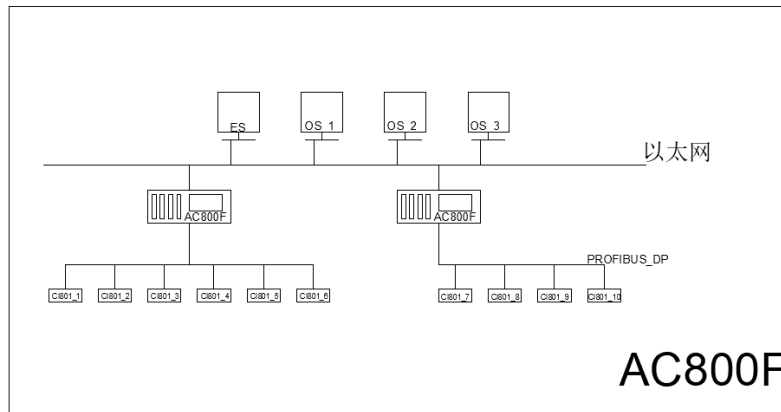


图 2 网络拓扑图 2

#### 4.5 程序优化

由于这套系统从国外进口过来时间久远，期间其他的设备陆续升级提产，但是主系统由于是外国做的，一直没有变更。为了更好地使用，我们对其程序中不合理的地方进行更改，对需要增加的进行重新编辑制作。

#### 5 结语

通过一系列技术改造，在解决了系统不兼容、易卡顿、信号丢失和无冗余等问题，经过一年来的观察，通讯事故为零，因为系统问题出现事故为零，整个生产系统的安全性提升百分之四十五，技改后的系统还有与其他系统兼容性更好、现场仪表通讯支持更多通讯方式等优势。在长达半

个月的技改时间里，通过合理安排，保证了新旧系统技改期间生产的稳定性，希望对有类似问题的企业能起到参考帮助作用。

#### 参考文献

- [1] ABB, Freelance 800F 系统组件. Freelance 800F 系统工程培训, 2015, 2.3:15-28.
- [2] 陈贵银、祝福, PLC 的基础知识. 工程案例化西门子, (2019):3-13.
- [3] 王啸东.PLC 控制系统设计方法解析[J].自动化与仪器仪表, 2011(01):43-44.
- [4] 王岩, 浅谈 PLC 控制技术的特点和发展方向[J].兰州工业高等专科学校学报, 2011,18(01):40-44.