

Rockwell 智能 MCC 在京唐钢铁原料场 控制系统中的应用

姜云鹏, 何朝军, 郭鑫, 尹力文

(中冶京诚工程技术有限公司 电气与自动化工程技术所, 北京 100176)

摘要:根据首钢京唐钢铁联合有限公司原料场的工艺系统, 比较了传统 MCC 和智能 MCC 的特点, 阐述了 Rockwell 智能型 MCC 的系统组成及其程序实现过程。采用智能 MCC 解决方案后, 减少了远程 I/O 模块和远程柜数量, 提高了系统的信息化和自动化程度, 使维护变得更容易, 提高了生产效益。

关键词:原料场; 智能 MCC; E3Plus 过载继电器

0 引言

首钢京唐钢铁联合有限公司原料场工程在 2009 年 5 月全面投产, 是我国近期建设的国内单一面积最大的原料场工程。原料场作为钢铁企业的第一工序在整个项目运行中占有重要的位置^[1]。京唐钢铁原料场的 230 多台带式输送机组成了 511 个生产作业流程, 并配有 600 多台标准设备, 以满足原料输送需要, 如给料机、电子皮带秤、振动算板、堆取料机、混匀配料设备、卸料车、除铁器、除水器、除尘阀门、洒水装置、料位计、流量计、水分仪等。由于项目大, 设备多, 所以电气室排布分散, 接线工作量大。按照传统的 MCC 接线方式, 每个电动机的控制硬线都要引向远程 I/O 站, 这样电气室要单独设远程柜, 把这些点收集起来, 电缆敷设量比较大, 远程柜布置也使电气室占地面积随之增大。近年来, 随着科学技术的发展, 智能 MCC 发展并逐步应用起来, 智能型 MCC 采用新型的智能元件和现场总线技术, 逐步向自动化集成型发展, 将硬件、软件和网络技术紧密地联系在一起。根据工程的特点, 控制系统采用了 Rockwell 自动化公司的智能 MCC 解决方案。

1 控制系统构成

1.1 网络构架

本系统是在 ControlLogix 系统下构建的。从图 1 的系统网络拓扑图可以看出, 网络划分为信息层、控制层和设备层, 分别用于信息的采集、控制的操作和 I/O 交换。Rockwell 自动化的工业以

以太网 (EtherNet/IP) 是一个开放的工业以太网协议, 使用标准的以太网 IEEE 802.3, TCP/IP 协议组和 CIP, 支持 10/100 Mb/s 速率。控制层网络 (ControlNet) 对预定性数据和非预定性数据进行网络规划, 采用 CIP 和生产者/消费者 (produced/consumed) 模式, 确保数据的流通顺畅; 设备层网络 (DeviceNet) 是基于 CAN 技术的开放型通信网络, 高度实现了分布控制解决方案, 将底层的设备直接和车间级控制器相连, 优于框架 I/O 模块, 显著减少导线的费用并安装方便^[2]。

1.2 硬件配置

主系统 PLC 和智能 MCC 单元的 PLC 是通过 ControlNet 网络连接, 这种连接跟传统 MCC 中主系统 PLC 连接远程 I/O 是没有区别的。智能 MCC 柜中的 1769-L35CR 主框架上, 配置了 SDN 扫描器。根据从站数量的多少, 决定用 1 块或多块 SDN。SDN 扫描器是控制器和 DeviceNet 网络上设备的数据交换接口。在执行过程中, SDN 可以向从站读写数据, 每个 SDN 固定分配了 90 个 DINT 的输入, 90 个 DINT 的输出数据空间可根据设备的多少选择使用。

在实现智能 MCC 过程中, E3Plus 过载继电器是关键单元模块, 它是一种基于微处理器的智能化、电子式过载继电器, 用于对 0.4~5 000 A 额定电流的鼠笼式感应电动机提供保护。E3Plus 模块内置 DeviceNet 网络接口, 提供 4 个开关量输入和 2 个开关量输出点, 同时 E3Plus 提供可编程保护

收稿日期: 2014-05-04

作者简介: 姜云鹏 (1973-), 男, 甘肃白银人, 高级工程师, 硕士, 主要从事原料场控制系统的研发设计工作。

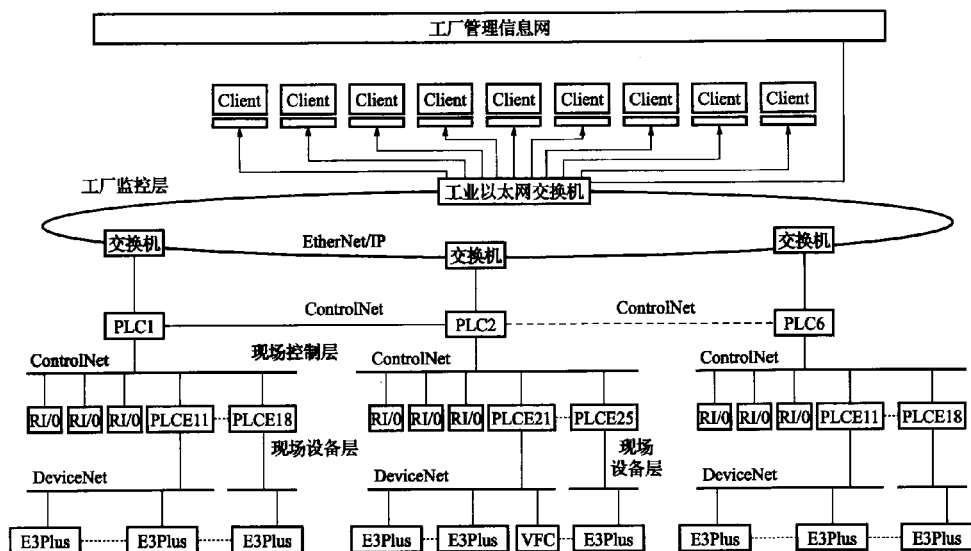


图1 网络拓扑

功能。E3Plus 可实现对每相电流、电流不平衡百分比、接地故障电流的监控,还可通过 DeviceNET 实现对电动机的各项诊断参数进行监控,如设备状态、脱扣状态、报警状态。另外,连接在 DeviceNet 网络上还有 DSA 模件、变频器。DSA 自带 DeviceNet 网络接口,4 个开关量输入和 2 个开关量输出;为网络的需要,变频器配置了 DeviceNet 网络适配器。

从硬件上看,智能 MCC 连接简单、快捷。传统 MCC 在其电气室设远程 I/O 柜,MCC 的控制信号经控制电缆与之连接,再由远程 I/O 站经现场总线与 PLC 进行通信,如图 2(a)所示;智能 MCC 与现场设备连接只需通过 1 根 DeviceNet 现场总线,即可实现 MCC 与基础自动化的信息互通,如图 2(b)所示,由于省去了控制电缆和 I/O 柜这些中间环节,因此系统的故障点大大减少,PLC 槽架数量也得到减少,控制系统集成的成本降低,抵消了智能 MCC 较传统 MCC 成本略高的劣势。同时,智能 MCC 控制系统具有开放性和可扩展性,这也是传统 MCC 所无法比拟的。

2 软件设计

2.1 网络通信

2.1.1 ControlNet 网络通信

在实现智能 MCC 的过程中,主 PLC 要从智能 MCC 的 CPU 上读写数据。在 ControlLogix 控制系统中,控制器之间的通信方式有 2 种形式:一种是

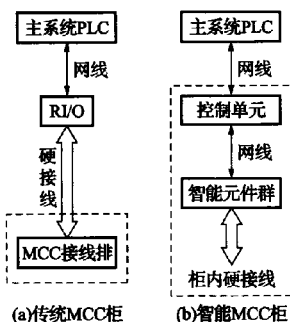


图2 传统 MCC 柜与智能 MCC 柜比较

预定性数据,Produced/Consumed 数据交换形式;一种是非预定性数据,即执行 MSG 指令。比较和实践这两种方式发现,由于主系统之间、主系统与多个智能 MCC 的 CPU 都通信,过多地使用 MSG 命令会造成数据丢包或者命令滞后,所以本工程采用 Produced/Consumed 数据交换形式,控制器数据交换就像 I/O 数据一样确保定时的数据互锁。在主系统程序中建立一个 DINT 数组标签,数据类型为 Produced,如图 3 所示,点击 Connection,设置参数。同时,在智能 MCC 的程序中建立与之对应的 Consumed 标签,把请求发送中断时间 RPI 设为 80 ms。

在设置请求发送中断时间 RPI 和网络刷新时间 NUT 时,从系统优化考虑,遵从 $RPI = NUT \times 2$ 的关系,本系统的 $NUT = 20 \text{ ms}$ 。在程序组态和通

信标签完成后下载程序,通过 RSNetWorx for ControlNet 组态软件设置网络参数。

2.1.2 DeviceNet 网络通信

DeviceNet 网络上的设备,SDN 的节点是 00,其他设备的节点从 01 开始,理论上最大站号为 63,网络速率为 125 Kb/s。通过 RSNetWorx for De-

viceNet 组态软件可看出,整个网络数据分布在 SDN 的数据区上(见图 4)。在数据区上,扫描了每个设备的站号,在输入数据表、输出数据表中,可以看出每个占用的字节数和位置。根据这些对应的位置,智能 MCC 的 PLC 程序能读写状态,并与主系统通信。

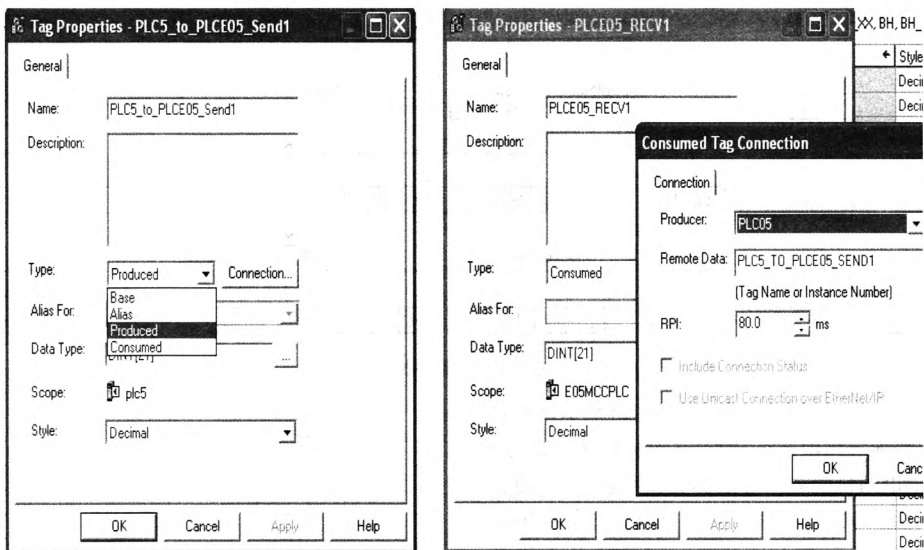


图 3 构建对应的 Produced/Consumed 变量

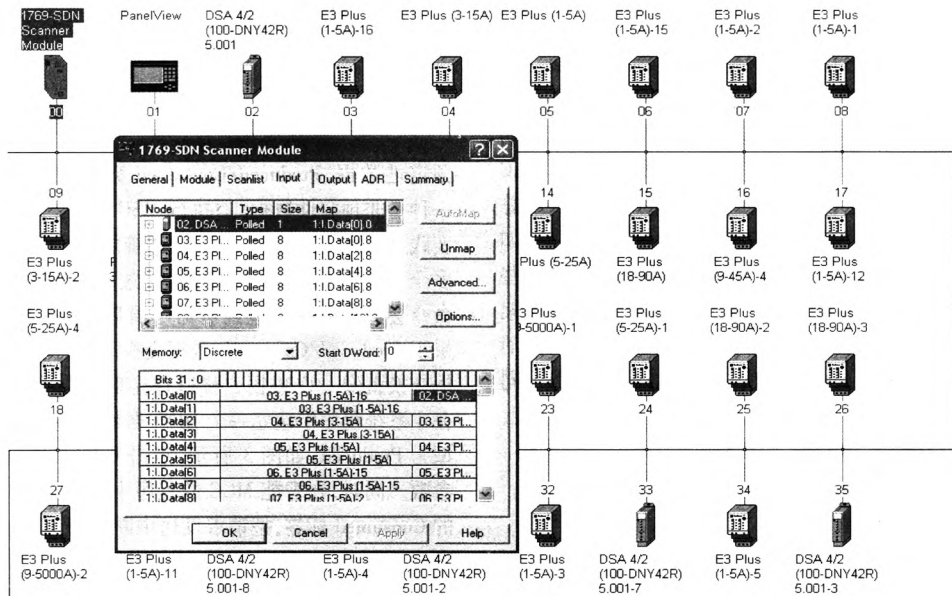


图 4 DeviceNet 网络数据分布

2.2 程序实现

编写程序时,要分别在主程序和智能 MCC 的 PLC 程序中组态,只有组态才能实现通信。组态完成后,下载程序并进行网络规划,通过相互发送测试数据检验网络是否连通,之后进行各设备传输地址与变量的对应。E3Plus 在输入区占两个双字(位 31~0),在输出区占 8 位,采用 105 格式。PowerFlex700 变频器在输入区占 1 个双字,0~50 Hz 对应 0~14 894 的数值;在输出区也占 1 个双字,14 894 对应 50 Hz。DSA 在输入区占 1 个字节,在输出区占 1 个字节,输出功能仅为 OUTA 和 OUTB,占字节最低两位。

在程序设计中,使用 COP 指令,使 SDN 的数据映射大大简化;采用双字(DINT)数据类型和结构化变量,降低内存占用率;在智能 MCC 的程序设计中,要考虑对控制层和设备层分别编制诊断程序,使得在网络出现故障时,设备决定停机或保持当前状态,并在 HMI 上立即显示,以便操作和维护人员及时判断。

整个程序的控制流程如图 5 所示。在选择流程后,流程操作主要分为设备初始化、流程顺启、流程切换、流程急停等几个步骤穿插作业,很好地完成原料输送。实现原料输送过程中,智能 MCC 有序地控制着各个执行机构(电动机、液压马达)的正常运转。

3 结论

通过以上技术分析和实践证明,智能型 MCC 控制系统方案在京唐钢铁原料场发挥了重要作用。一方面减少了整个系统远程 I/O 的模块数

量,并在一定程度上减少了远程 I/O 柜体数量,节省了电气室的占用面积,降低了接线数量,提高了施工质量;另一方面,提高了信息化和自动化程度,信息量丰富,使维护和操作变得更容易,提高了生产效益。

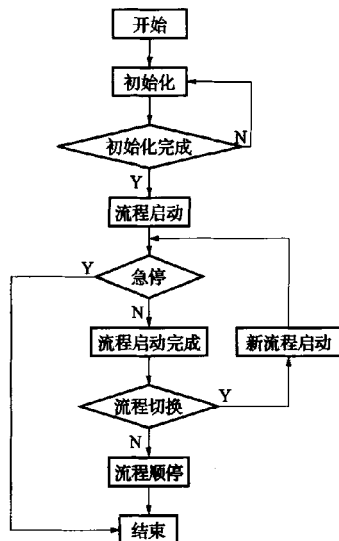


图 5 程序流程

参考文献:

- [1]姜云鹏,张旭宁. Netlinx 网络架构在京唐原料场系统集成中的应用[J]. 冶金自动化, 2008, 32(增刊 2): 644-646.
- [2]邓 李. ControlLogix 系统实用手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2008:348-452. [编辑:初秀兰]