

宁夏英力特化工股份有限公司

2*2.8万吨/年石灰氮自控系统工程

The Automation System Project for 2x28kT/y Lime Nitrogen in Ningxia Yinglite Chemical Co., Ltd.

(北京天正华文控制技术有限公司) 房树萍

摘要: 根据石灰氮生产工艺特点及技术要求, 由于该项目工艺不是很成熟, 而且以前几乎是通过手动实现系统控制, 因此在该系统中我们选用GE Fanuc公司的90-30系列Max-ON双机热备系统与Versamax 的远程 I/O相结合的控制系统, 确保出现突发事件, 造成不应有的停车损失。GE Fanuc对该系统软硬件进行了很好地优化组合, 是一个性能价格比非常好的双机热备系统。

关键词: 石灰氮; 系统控制; 双机热备系统

Abstract: The lime nitrogen production used to be manual operation for system control in general pursuant to the process features and technical requirements as the process was not well developed. The pair hot standby system of Max-ON 90-30 series made by GE Fanuc combined with Versamax remote I/O as a whole control system is provided for prevention of accidents and downtime loss. The software and hardware in the system are well optimized by GE Fanuc as a most cost-effective pair hot standby system.

Key Words: Lime nitrogen; System control; Pair hot standby system

应用背景

此项目为宁夏英力特化工股份有限公司石灰氮生产线装置

客户需求

根据石灰氮生产工艺特点及设备分布情况, 本自控系统要求采用目前较先进的控制系统, 因为现场环境存在温差大、腐蚀强、粉尘多的特点, 要求系统安全可靠, 编程组态方便灵活; 和第三方厂家的通讯接口兼容性好, 运行维护费用低, 抗

干扰能力强的特点, 要求具备软硬两级手自动切换, 以保证生产的连续性和投产初期设备单机调试的需要。

解决方案

在此项目中, 最初的技术要求选用DCS控制系统, 由于GE Fanuc公司的90-30系列有很多模拟量的模块可以进行优化组合, 在技术上完全可以满足模拟量的控制要求, 甚至在有些场合完全可以代替DCS控制系统。

1 概 述

1.1 工艺要求

(1) 要求上位监控操作系统界面良好直观, 操作修改方便, 全面真实地反映生产过程中工艺参数的显示、报警及关键参数的储存记录, 历史趋势的打印分析。子系统相关设备的连锁保护、报警, 关键设备工作运行参数的显示, 控制回路参数的设定、修正, 调整功能, 同时完成系统本身的组态、编程、故障自诊断等功能。

(2) 通讯网络要求采用标准工业以太网; 带宽 $\geq 10\text{M}$; 要求通讯数据可靠, 抗干扰能力强, 要求预留上层以太网接口, 便于全厂联网。

(3) 系统软件、组态软件、监控软件要求适应目前工业控制水平及生产工艺的特点, 具有良好的操作界面, 要求编程组态方便灵活, 易于学习操作, 并具有一定的系统开放性和扩展性, 同时提供软件升级服务。

(4) PLC/I/O机柜、变送装置, 该系统界于现场一次与系统的连接处, 要求该系统运行可靠, 配置分布合理; 安装调试方便, 在保证通讯数据及模拟信号的可靠传输的前提下, 尽量减少线材的消耗和施工的难度。

(5) 现场一次仪表、变送器件及执行机构, 该部分分布于现场, 现场环境存在温差大、腐蚀强、粉尘多的特点; 该部分又与被测介质直接接触, 因此要求选型合理, 质量可靠。

适应工业现场环境及物料介质的要求；突出运行安全可靠，易于维修更换；通讯、信号、接口标准统一。

1.2 总体配置

(1) 系统配置：根据设备现场分布及工艺要求，系统设操作员站三台；分别完成原料配料、氮化炉控制及成品加料操作与控制及相关工艺参数的监控、显示、记录，其中一台（配料系统工作站）兼做工程师站；供工程技术人员做程序调整与测试，同时操作级别由密码等级定为中控集中显示，各站间距离小于150米。

(2) I/O机柜及PLC根据现场设备分布情况，灵活合理配置，重点考虑与电机连锁接口的安全连接与控制。

1.3 系统规模

(1) 石灰氮配料系统的系统配置

操作员站1套

模拟量输入30点(4~20mA)：氮气流量1点，压力18点，料位6点，物料流量5点。

模拟量输出5点(4~20mA)：电机振幅或频率。

数字量输入36点：电机运行，故障，手自动状态。

数字量输出12点：电机起停。

数字量输入6点：可燃气体报警（根据用户要求可选）。

(2) 石灰氮加料炉控制系统系统配置

操作员站1套

模拟量输入16点(4~20mA)：氮气流量2点，压力5点，温度6点(一体化)，物料流量1点，回转炉电机频率和电流各1点。

模拟量输出5点(4~20mA)：控制电机频率2点，调节阀3点。

数字量输入33点：电机运行，故障，手自动状态。

数字量输出11点：电机起停。

石灰氮配料系统工作站及转炉加料控制系统工作站合为一个站配置：

操作员站2套

模拟量输入46点(4~20mA)：模拟量输出10点(4~20mA)。

数字量输入69点：数字量输出23点。

I/O接口柜1面：核子称主机仪表盘1面。

(3) 成品控制系统及包装计量系统配置

操作员站1套；

模拟量输入8点(4~20mA)：料位6点，物料流量2点。

模拟量输出2点(4~20mA)：控制电机频率2点。

数字量输入51点：电机运行，故障，手自动状态。

数字量输出17点：电机起停。

I/O接口柜1面：包括核子称主机2台。

2.1 系统选择

根据石灰氮的生产工艺特点及技术要求，由于该项目工艺不是很成熟，而且以前几乎是通过手动实现系统控制，因此在该系统中我们选用GE FANUC公司的系列90-30 Max-ON双机热备系统与Versamax 的远程 I/O相结合的控制系统，确保出现突发事件时，避免造成不应有的停车损失。GE Fanuc对该系统软硬件进行了很好的优化组合，是一个性能价格比非常好的双机热备系统。

2.1.1 GE Fanuc 90-30热备冗余示意图，如图1所示

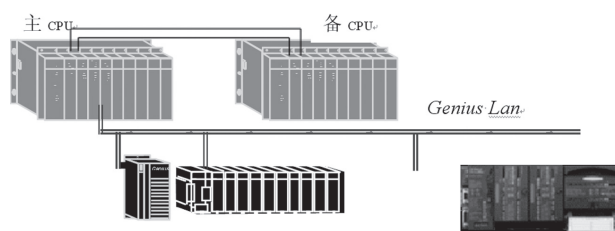


图1

2.1.2 GE Fanuc 90-30热备冗余原理：90-30 Max-ON双机热备系统是由GE Fanuc 系列90-30 PLC硬件与热备软件构成的

(1) 系统可以是CPU冗余或电源冗余，I/O冗余或GENIUS总线冗余，通讯可以构成单网或双网冗余，配备同步冗余卡件；每套PLC被组态为主PLC或备用PLC，在系统运行过程中，一旦主系统被检测到故障，所有控制功能将自动平稳切换至备用系统以确保工艺装置正常运行。切换方式也可以通过设置在冗余通讯模块上的按钮或由用户逻辑程序来完成。

(2) 每套PLC至少配置2个CPU、总线传输模块、冗余通讯模块，从而实现两控制器的同步连接。两CPU的扫描过程都是同步化进行的，以保持主备CPU同步工作；这样，在CPU之间切换时，对过程的影响和扰动降到最低即实现无扰动切换。

(3) CPU冗余系统在运行过程中始终保持着设备状态控制数据、各种内部数据的同步传输，确保两个CPU同步运行，获得相同的结果。

(4) PLC和热备PLC的数据传输在每一个扫描周期进行两次，同时对CPU之间的数据传输进行完整性检查，保证了CPU之间真正的无扰动切换。

2.1.3 本系统具有如下特点

(1) GE Fanuc系列90-30 PLC热备冗余系统为各个工业领域提供了一个可靠无扰动切换的安全保护及过程控制系统，其可靠性使之在各工业领域的过程控制、紧急停车系统、油罐区控制、锅炉及加热炉等各方面得到广泛的应用。

(2) 系统可以是单Genius总线或双总线结构，系统同时具有参数同步化，I/O总线冗余和故障诊断等功能。

(3) 90-30 Max-ON为用户提供了方便灵活的组态方式。组态软件基于Windows平台，采用对话框方式对系统进行组态，例如单网或双网，同步参数以及模拟量输入转换等。

(4) 系统还为用户提供了多种在线诊断并向操作员报告

2 自控系统产品选型

诊断结果，例如PLC控制器、I/O节点状态，通讯总线等。

2.2 系统的构成

根据技术规范书的说明，本系统可分为中央控制室与现场控制两个部分，分别采用冗余以太网和Genius串行总线两层网络完成，即在中控室设立1个以太网交换机，控制系统全部通过电缆或光缆连到该交换机；PLC间采用双机热备冗余系统，通过Genius 总线连接，确保工艺装置正常运行。

2.2.1 系统结构图如图2所示

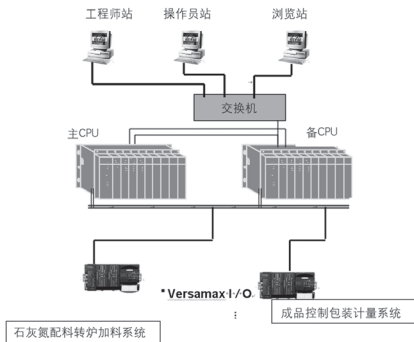


图2

2.2.2 中央控制室

设立工程师工作站和操作员工作站：能够进行系统运行监视、软件开发、远程诊断，包括数据采集、处理、存储、传输，可以查阅历史数据和报警数据，控制系统的运行参数。

(1) 网络及通讯说明

以太网是目前流行的一种符合IEEE802.3标准的局域网，支持多种协议和多种物理通讯介质，采用10/100Mbps自适应以太网TCP/IP，是一种广为应用的协议堆栈。本系统以太网网络主要完成上位机与PLC之间监控、数据传送，主计算机通过普通网卡可直接获取数据。

(2) 网络系统选型配置说明

a 本系统采用赫斯曼公司生产的快速冗余交换工业以太网环网，即在有间断的工业应用领域，需要网络在极端条件下稳定地工作，如在电磁厂干扰、较高的运行温度和机械负荷条件下，赫斯曼公司生产的冗余交换工业“以太环网”，即便在网络重新组态时，所需时间仅为1毫秒，也能确保连续的生产运行，也可以在网络运行时对它进行维护和扩充。

b 交换机：本系统采用赫斯曼公司生产的快速以太网卡轨式交换机系列RS2-xx，此卡轨式交换机的一个重要特征是具有快速媒体冗余功能。传输中的故障将在300ms内被查出，并且将数据切换到冗余通道，这一功能将通过卡轨式交换机上的dip开关来实现，确保终端网络和系统的可靠性，亦可用于对已有正在运行网络的扩展。

(3) 本系统的通讯特点

a 以太网通讯卡内嵌在CPU模块中，直接插在90-30 PLC机架架上，为90-30 PLC和主TCP/IP计算机以太网（Ethernet）通讯提供了硬件接口及TCP/IP协议驱动软件。

b 该卡设有复位按钮用于初始化，并内嵌双绞线以及

AAUI端口，PLC可通过端口直接上以太网，也可实现PLC之间的数据通讯。

c 通过Transceiver可实现光纤通讯。

d 以太网接口卡的多路性，配合以太网本身的高性能，使其能够同时与多台设备同时 通讯；通讯方式兼容其他GE Fanuc设备，也兼容其他厂家的设备。

e 通过站管理软件可诊断出所发生的故障。如若通讯软件需要更新时，可通过内置的串行口下装以太网软件。

f Genius 总线是工业环境下的局域网，它可为最多32台设备传递数据和数据表（无中继情况下），传输介质可为屏蔽双绞线；Genius 总线以153.6Kbps传输数据，每个总线扫描周期模块可以处理128个字节的输入数据和128个字节的输出数据，其对系统的扫描时间和运行速度基本无影响。

g本系统通过Genius总线完成对远程I/O控制，并通过Genius转换卡实现两台微机对现场I/O的操作。

2.2.3 现场控制系统说明

现场控制器采用系统90-30系列可编程控制器，其I/O选用可带电插拔的VersaMax I/O，监控对应区域的设备运行状态，采集现场的测量数据，实现与中控室计算机及其他PLC站之间的数据通信。

现场控制器90-30和远程I/O的系统配置和技术指标：

GE Fanuc PLC 系统配置清单

控制室			
No.	型号	描述	数量
1	IC693PWR321	120/240 Vac电源模块	2
2	IC693CPU364	CPU 364 模块（240K 位用户内存），内嵌以太网口	2
3	IC693CHS397	CPU 5 槽机架	2
4	IC693BEM331	Genius 总线控制器	4
5	IC641MPS101	PLC编程软件	1
6	IC646TDV300	300点上位机开发软件	1
7	IC646TRT300	300 I/O 点上位机浏览软件	1
8	IC646TRT999	无限点上位机浏览软件	1
9	IC641HBR300	90-30Max-ON 冗余软件	1
I/O站（DI=69，DO=23，AI=46，AO=10）			
No.	型号	描述	数量
1	IC200MDL650	24VDC供电，正/反逻辑 32点	3
2	IC200MDL740	24VDC供电，正逻辑 16点，每点 0.5A	2
3	IC200ALG264	15 位，模拟电流输入T 15CH通道	4
4	IC200ALG327	13 位，模拟电压输出T 12CH通道	1
5	IC200CHS022	I/O 机架	10
6	IC200PWR101	120/240VAC 电源模块	2
7	IC200GBI001	远程 I/O Genius 网络控制单元	1
8	IC200ERM001	扩展接受模块	1
9	IC200CBL600	扩展连接电缆	1
I/O站（DI=51，DO=17，AI=8，AO=2）			
No.	型号	描述	数量

1	IC200MDL650	24VDC供电， 正/反逻辑	32点	2
2	IC200MDL740	24VDC供电， 正逻辑	16点，每点 0.5A	2
3	IC200ALG264	15 位，模拟电流输入T	15CH通道	1
4	IC200ALG327	13 位，模拟电压输出T	12CH通道	1
5	IC200CHS022	I/O 机架		6
6	IC200GBI001	120/240VAC 电源模块		1
7	IC200PWR101	远程 I/O Genius 网络控制单元		1
8	IC200ERM001	扩展接受模块		1

2. 2. 4 工程实施软件

根据技术规格书，选用GE Fanuc 公司的 Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY上位机组态软件作为上位机开发软件；GE Fanuc 公司的Proficy Logic Developer - Machine Edition 编程软件作为PLC编程软件。

(1) Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY上位机组态软件，是用于系统监视、控制和数据采集的工控软件，它运行于Win2000和WinNT平台下。Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY 提供了面向对象的动画功能、图象、开放的数据库格式和DBF历史数据储存，从而改进了传统MMI功能，并且它可与SQL SERVER, ORACLE等大型数据库相连。

1) Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY工控软件具有主要下述特征：

- CimView与CimEdit (画图)
- 报警浏览器
- 趋势
- 点控制面板
- 基本控制机制
- 数据库登录
- DDE接口
- 通讯驱动器
- 历史数据分析器
- 服务器冗余
- 多个工程的支持
- 配方
- 统计过程控制
- 跟踪器
- 跟踪器显示可选项
- 厂级监控管理系统（CIMPLICITY PMCS，可选项）
- 通讯驱动器
- 历史数据分析器
- HMI for CNC
- 集成商的开发工具
- Web网关

2) 本系统实现的功能：

a 中控室通过PLC系统，监视现场设备的工作状态，采集仪表的测量数据。利用Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY 人机接口系统可以方便地开发动态显示画面，以显示全厂的工

艺过程。操作员通过CRT就可以观察到现场主要设备的运行状态，工艺参数的变化趋势。通过这些动态显示画面，操作员还可以观测到现场设备是否发生故障以及何种故障。此外，操作员还可以利用键盘或鼠标来修改控制回路的参数等。

b 图形化操作界面的开发：为了达到工艺流程的可视化，要开发显示工艺流程的图形画面，使操作员可以轻易地实现控制。在创造图形界面时，还应充分利用Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY的其他显示方式：动态文字、柱状图、按钮、声音和颜色报警、自由格式等。

c 故障预报和提示系统的开发：为了向操作员报告在工作中发生的故障，开发专门的故障诊断系统。所有可能的故障根据其特征被划分为3个基本组别。报警结果显示在屏幕上。为了向操作员提示何时进行技术改进，开发了一个专用程序，可以进行实时状态下的声音报警（以声音文件的格式），以及屏幕报警。

(2)Proficy Logic Developer - Machine Edition编程软件

编程软件基于DOS 或WINDOWS 或WIN NT环境下，采用梯形图或语句表编程。

其功能如下：

1) 配置功能。

- a 系统的时间和日期:保持日期、时间显示及改变
- b 内存配置

2) 故障显示和清除。系统中所有故障都有时间、日期和地址，并且可清除。

3) 故障系统响应。为保证控制系统的安全运行，必须及时响应故障的类型。

4) I/O配置。为I/O分配逻辑地址及各模块选项。

5) 编辑功能。

- a 建立或编辑程序
- b 显示基准表
- c 启动 / 停止运行
- d 扫描时间显示和更改

6) 选择编程器操作模式。有三种模式可供选择：离线模式、监视模式、在线模式。

7) 系统加密。

有4个加密等级，每一级都有口令保护

可软件锁定各个程序组

可选择操作模式

可软件锁定各个子程序块

8) 传输程序。打印程序和配置。

实施结果

系统自2003年投运以来，设备一直运行稳定，卡件也未曾出现损坏，减少了停车次数，为用户减少了设备的维护量及停产所带来的损失。