

SPECTRUM集散控制系统在 6000m³/h制氧机上的开发和应用

李瑞明

张鸿康 苗正 王小孩

(上海福克斯波罗有限公司)

(上海第三钢铁厂)

本文介绍了FOXBORO公司的SPECTRUM集散控制系统在上海第三钢铁厂国产6000 m³/h空分制氧装置上的开发和应用,以及该系统运行三年来的情况和取得的显著经济效益。

关键词 集散控制系统 制氧机 切换系统

一、前言

上海第三钢铁厂在对4# 6000m³/h空分制氧装置进行大修技术改造时,选用了SPECTRUM集散控制系统。

目前大型制氧机采用深度冷冻法原理进行生产。先对空气压缩、冷却、膨胀后液化,利用氧组分、氮组分及氩组分沸点温度的不同,达到把空气分离为氧、氮、氩的目的。按照工艺流程的要求:

(1) 控制系统应对202个点实现检测,包括指示、报警、记录、积算等;

(2) 对21个阀门进行遥控;(3) 对7个用于自动控制液面和中部温差的回路实现PID调节;(4) 保证切换系统稳定可靠地工作;(5) 为了设备的安全性,对空压机、膨胀机、氮气预冷系统、切换系统实现联锁控制。

此外,整个系统应该操作方便直观,各种参数完善,便于稳定工况和最优调节。

二、系统构成

系统硬件配置如图1所示。多站工业控制计算机(SMS)对过程进行控制和管理,

它包括1.79MB的内存,2台软盘驱动器(每台720KB),1台硬盘(28MB)。外部设备有2台19吋(48.3cm)高分辨率彩色图形CRT控制台,1台系统终端打字机,1台报警打字机,1台中文报表打字机。

现场输入/输出子系统(FIO)是输入/输出的接口装置,它由2个机柜,3个组件箱,48块输入/输出卡件及组态诊断终端组成。输入/输出卡件类型有模拟量输入/输出,开关量输入/输出,脉冲频率转换等。每卡有4或8个输入/输出通道。多站和现场输入/输出子系统的通信通过直接连接的通信链口实现。

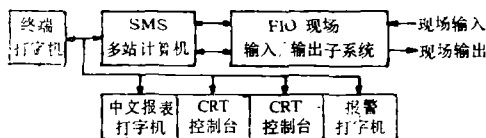


图1 系统硬件配置图

软件使用FOXBORO公司提供的操作系统、过程BASIC语言、过程控制软件包、显示软件包和报表软件包等。根据控制和管理的要求进行组态和编程。系统软件配置见图2。

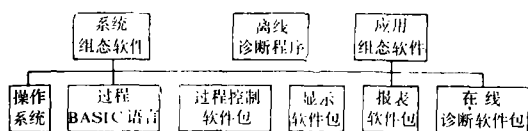


图 2 系统软件配置图

三、控制和管理功能的实现

多站系统的过程控制软件包提供38种类型的功能模块(算法)。根据需要选择,适当地把它们连接起来,填上相应的参数,就构成了控制模式,将控制模式与输入/输出卡件连接,就实现了各种检测和控制功能。本系统由以下14个控制模式组成:切换系统,联锁系统,空压机电动阀控制,出板式换热器的两组环流空气温度差自调,粗氩冷凝器液氩液面,液空液面,液氧自循环量筒液面,下塔液面,空冷塔液面自调,模拟量遥控,模拟量输出,测量值检测,指示回路,报表处理及积分等。

1. 现场数据获取和检测回路

现场数据获取和检测回路框图如图3所示。所有从FIO来的数据通过多站的过程控制软件包中的过程输入模块PIN放入PINOUT数组中。以后的处理只需从该数组中取相应的数据。一个PIN模块最多可取FIO的850个点的数据。

检测回路是将从PINOUT数组中取来的检测点数据,经过模拟量输入模块AIN或触点输入模块CON对测量值进行处理,在高分辨率图形CRT控制台上组态成面板显示、

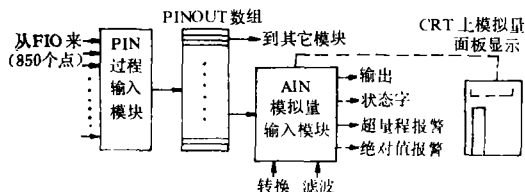


图 3 现场数据获取和检测回路框图

组显示和趋势显示等画面并在报表中记录。

2. 自调回路

自调回路框图如图4所示。根据AIN模块来的测量值与设定值之间的偏差,由PID调节模块运算后的输出去控制执行机构。由于在控制台上可以进行详细显示(包括趋势显示),因此回路参数的整定很方便,能达到较高的调节质量。回路的手/自动切换是无扰动的。

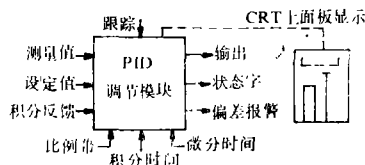


图 4 自调回路框图

3. 遥控回路

由操作员根据工况,在控制台上进行人工控制。它通过操作画面将手操输出送到模拟量转换块ACOV,经变换处理后,由过程输出模块POUT通过FIO的输出卡件送到执行机构。

4. 电动阀控制回路

通过电动阀操作模块MOPVLV控制电动阀的三种运行状态,即开、关和停止。当开到头或关到底时自动锁定,启动一次的行程时间可由操作员设定,其显示操作画面采用三态显示。

5. 切换系统

可逆式换热器是空分制氧装置的关键部分。整个切换系统由13个切换阀组成。可逆式换热器被分为两组,切换阀1~5和6~10定时切换两个组的空气与污氮通道,切换阀11用于纯氮抑制,三通切换阀12和13用于污氮放空。根据可逆式换热器自清除流程的要求,切换系统要达到的功能是:

(1) 时序控制13只切换阀;(2) 各切换阀既可自动顺序运行也可手动操作;(3) 时序全部可调;(4) 上塔压力高时发联锁信号,使切换阀停止动作处于失电安全状态。

为实现上述功能,选用了用户自定义功

能模块,其框图如图5所示。该模块与用过程BASIC语言编写的子程序连接。模块按选定的执行周期定时调用子程序,子程序运行后获得当前切换系统时间,决定相应的切换阀的动作。当上塔压力高且允许联锁时,模块使切换阀全部处于失电状态,并停止动作。当处于手动操作时,则跳过运算,使切换阀动作不受自动顺序控制,而受人工操作控制。

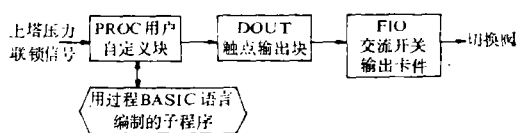


图5 切换系统控制模式框图

为了使操作监视方便,除在流程图显示画面中显示当前各切换阀的控制状态和实际状态外,还组态了其它几幅画面,用于进行时序调整、自动/手动切换和手动操作切换系统各组运行时间及总运行时间显示、当前报警联锁状态显示以及允许联锁与解除联锁、允许联锁打印与解除联锁打印控制等。切换阀的开、关及其它各种状态,均以不同的颜色和说明来显示。

与电子机械切换装置相比较,本切换系统具有时序调整方便,显示画面直观,监视操作灵活,控制安全可靠等特点。

6. 联锁系统

为了在意外情况时确保生产装置的安全,在系统中设计多个联锁控制:空压机轴承位移过大或空压机油压总管压力过低或空压机末端出口空气压力过高时停空压机;膨胀机转速过高或膨胀机油压过低时停膨胀机;上塔压力过高时空分停止生产;空气冷却塔水位过高时停水泵。当出现以上情况,则产生联锁报警信号。当允许联锁时产生联锁信号,使有关触点动作实现相应的安全措施。在有联锁信号且允许联锁打印时,使联锁报警前30分钟和后5分钟的有关的50个

点的参数以间隔1分钟1个值打印出来,便于进行事故分析。为了方便开、停车和装置设备维修调试,可人工进行解除联锁,此时虽有联锁报警信号,但不产生联锁动作。

以上联锁控制均用程序实现。为使监视操作方便,选用了设备显示类型的面板显示画面,它将模拟量显示、触点显示、操作员控制及输出后现场反馈组合在一个面板显示画面中。

7. 显示操作画面

显示操作画面是操作员与过程的界面,它的设计应使操作人员能非常方便并及时地对生产过程进行监视、控制和分析。

本系统选用了14幅菜单,便于调出相应画面。按照生产流程分为总工艺流程、空气压缩机、空气冷却系统、切换系统、可逆式热交换器系统、精馏塔、粗氩塔、透平膨胀机、吸附器、过冷器和产品输出等部分。每一部分包括工艺流程图画面、面板显示画面、组显示画面等。此外还有当前报警显示画面可显示报警回路200个。系统状态显示画面,显示系统中各个站及设备的运行状态。实用显示画面,包含组态所需的一些画面。事故追忆显示画面,可人工启动事故追忆打印,即时获得所连接的50个点的前30分钟和后5分钟的相关数据。在显示画面中还有16幅报表目录,它们都用中文显示。

8. 报表

本系统报表用汉字打印,分班报表、日报表和月报表。报表共16页,每页包括10个点的数据。数据类型可以是瞬时值、平均值、最大值、最小值和累积值。报表既可到时自动打印,也可由操作员启动即时打印。

四、系统的调试和运行

本系统在进行现场调试过程中发现FIO经常会停机,需要重新启动。另外还发现多站的温盘损坏。分析其原因,认为是电源电

(下转35页)

三、系统功能及特点

1. 定时采集: 系统经RS232 口A以1分钟(可设)定时收集低层仪表的数据。

2. 多通道处理: 系统可处理低层仪表多达32通道的数据。

3. 数据保存: 可保存六个通道连续48小时的数据。

4. 系统输出: ①以不同的颜色(可设)显示不同通道的当前1小时曲线、数据、采集时间、通道号及报警状态。

②响应高层过程机的请求, 向其传送当前时刻前1小时直升墙6点温度数据。

5. 游标功能: 在曲线显示状态下, 可用控制键移动游标, 查看任一时刻的数据。

6. 直方图显示: 可用直方图显示当前各通道数据, 直方图与曲线显示可自由切换。

7. 坐标标度切换: 0~800和800~1300可实时任意切换。

8. 历史数据查询: 可以表格形式看任一指定小时的数据或以曲线形式查看48小时内的历史数据。

9. 数据显示精度: ①数据精度1℃; ②在0~800刻度范围内, 每像素点代表4个

温度单位; 在800~1300刻度范围内, 每像素点代表2.5个温度单位。

10. 报警处理: 可查看、修改现行报警上、下限值。

11. 通道处理: 可根据实际情况查看, 分配现行数据采集通道。

12. 系统提示: 全部以汉字实现, 并备有详细的操作指导菜单。

13. 由于系统与高层过程机间仅通过RS232口即可通讯, 且波特率为9600BPS, 所以数据传送快、方便, 且对上位机机型无较高要求。

14. 反应数据直观明了, 显示方式多样, 便于操作人员使用及生产管理。

四、运行效果

系统投入运行后, 弥补了2702仪表的不足且使其得到了充分的利用, 达到了设计目标。由于操作简便易学, 人机界面友好, 现场人员无须具备计算机知识, 也无须了解本系统的内部构造即可上机操作, 受到了广泛的喜欢和好评, 达到了指导和促进生产管理的目的。自运行以来没有因系统本身而出现故障。

(上接第29页)

压不稳定, 波动较大及系统接地不符合要求造成。针对以上情况, 直接从变电所引出一路电源接入系统, 在系统前加了一台5 kVA的UPS和一台隔离变压器以改善电源, 并且更换了接地线以改善接地性能。通过这些措施, 解决了上述问题。

在调试过程中还发现用于控制切换系统的开关输出卡时有损坏。分析原因, 认为切换系统中各个阀门的开启和关闭频繁, 负载是220VAC的感性负载, 动作瞬间电压很高, 而F10开关输出卡上输出可控硅的耐压为260V, 易导致可控硅击穿。我们在卡件和负载之间增加了中间继电器(36V)用于

解决上述问题, 使用效果很好。

此外, 在调试中还发现切换系统控制模式中用于调用切换系统子程序的模块有时会超时出错, 针对这个问题, 把该子程序分成几个小的子程序, 分别用几个模块来调用, 从而解决了超时问题。

系统于1988年9月正式投运, 三年来, 生产情况良好, 工况稳定, 氧气产量最高可达7000m³/h, 氧提取率提高6%左右, 粗氩产量达80 m³/h, 纯度高达98.5%以上, 取得了显著的经济效益。扣除设备改造因素, 年经济效益为105万元以上, 获冶金部1990年科技进步奖。

Abstracts of Main Articles in this Issue

A Preliminary Idea of Hierarchical Reference Model for Computer Automation System of Chinese Iron and Steel Industry/Lu Daxiong//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 3

This paper describes the Hierarchical Reference Model for Chinese Iron and Steel Industry Computer Automation System from the viewpoint of application function, and presents some informations from major computer companies and the reference model for CIM of ISO.

The Present State and Prospect of AC Adjustable Speed Drive for Rolling Mill/Shen Longda....//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 8

This paper introduces the technical needs for electric drive automation in steel-rolling process and the present state of AC adjustable speed drive for rolling mill at home and abroad, and in conclusion, points out that AC adjustable speed drive represents the trend for main drive, auxiliary drive and other drives in production line.

PLC Control System for 2800mm Reversing Cold Mill/Ge Gang....//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 14

This paper introduces the hardware constitution and the application software of PLC control system for 2800mm reversing cold mill in the Southwest Aluminium Processing Factory. The operating condition of the new system proves that, in comparison with the old system, the rolling speed increases by 100 percent and the output of production raises above 60 percent. Therefore, remarkable economic benefits have been obtained.

Reasonable Structure of Interstand Tension Regulator for Strip Tandem Cold Mill/Liu Changyu....//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 19

This paper introduces the choice and implementation of structure pattern of interstand tension regulator in direct tension closed loop system for strip tandem cold mill. practical results prove that the regulator structure mentioned is reasonable and the system performance is steady.

A Microcomputer-Controlled System for Both Calorific Value and Pressure of Mixed Gas/He Jian-Ping//Metallurgical Industry Au-

tomation-16(2), 1992, p. 23

This paper introduces a micro-computer controlled system for both calorific value and pressure of mixed gas, applied on gas mixing station of Tai Gang Gas Factory. The system has been continuously running over one year without faults. Its economic and social benefits are appreciable.

Development and Application of SPEC-TRUM DCS System in 6000m³/h Air Separation Plant/Li Ruiming....//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 27

This paper describes the development and application of Foxboro Spectrum DCS system in home 6000m³/h air separation plant at Shanghai No.3 Steel Mill, as well as the operating condition and the great economic benefits achieved in the past three years.

A Microcomputer Controlled Dynamic Length Measuring Device for Red-Hot Steel Plate/Lin Shichang//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 30

This paper describes the principle, derivation of the engineering formula, software functions and characteristics of a microcomputer controlled dynamic length measuring device for red-hot steel plate.

A Data Acquisition and Processing System for Rectification Plant/Liu Xin....//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 32

This article introduces a data acquisition and processing system for rectification plant, which can implement the following functions: realtime data acquisition, data storage, data management, inquiry, tabulation, graph display and alarm processing etc. and play an important role in improving rectification quality. Practical operation shows that it is fast, precise and easy to use.

Application of Ethernet in Process Control/Xie Damo//Metallurgical Industry Automation-16(2), 1992, p. 36

Based on the brief introduction of hardware composition and standard software of Ethernet, the paper describes the applications of Ethernet in process control through topologic structure and program design, and proposes a method of communication between Ethernet and Sinec H1.

(下转26页)