

自主开发的 FF 现场总线控制系统典型应用

Application of FF Fieldbus Control System in Coking Gas Production Industry

刘丹 于海斌 王宏 魏剑嵬

(中国科学院沈阳自动化研究所, 沈阳 110016)

摘要 介绍了自主开发的 FF 现场总线控制系统在炼焦制气工艺中的典型应用。首先论述了其在生产工艺中应用的合理性, 然后描述了整个系统的网络结构和软件运行关系, 提出在系统设计、安装、联调与运行过程中所解决的多种关键技术, 最后通过该控制系统与工厂原有控制系统的对比, 论述了该控制系统的优越性。

关键词 基金会现场总线 现场总线控制系统 炼焦制气

Abstract The typical application of self developed FF fieldbus control system in coking gas production process is introduced. The rationality of its application in productive technique is expounded and the network structure of the whole system and the relation among software operating are described. Many critical technologies resolved in system design, installation, staging and operation are listed. Through the comparison between this new system and existing system in the plant, the advantages of this control system are dealt with.

Keywords Foundation fieldbus(FF) Fieldbus control system Coking gas production

0 引言

随着科学技术的不断进步, 工业控制系统正向着开放化、数字化、智能化、分布化和网络化的方向发展。现场总线控制系统 FCS 即顺应了这一发展方向, 正替代着传统的 DCS 和 PLC 系统而成为主流的控制系統。另一方面随着工业以太网技术的日趋成熟, FCS 也正逐步向工业以太网统一, 形成通用的网络化控制系统框架。

为顺应工业控制发展的需要, 沈阳自动化研究所从 1997 年起开始研究基金会现场总线 FF H1, 2001 年起研究基金会高速以太网 FF HSE。迄今为止, 我所在研究的基础上开发了各种 H1 智能仪表、H1 I/O 设备、FF H1/HSE 网关设备和 HSE I/O 设备等, 以及各种组态软件、监控软件和 OPC Server 等。

作为中国科学院知识创新工程项目《多总线集成的分布式工业控制系统》的示范工程, 2003 年我们对炼焦制气厂的粗苯和精苯车间的控制系统进行了改造, 在原有模拟设备和手动控制系统的基础上, 应用上位机以及我们自主开发的压力表、网关和 I/O 设备等组成典型的 FCS 系统。该工程体现了现场总线控制系统低成本、易维护、易扩展等特点, 还提高了企业的控制和管理水平, 充分展示了 FCS 的优越性。

1 生产工艺

炼焦制气是典型的连续生产过程。工艺流程一般

如图 1 所示。

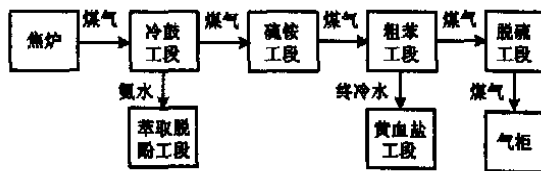


图 1 炼焦制气工艺流程

从焦炉炭化室出来的荒煤气在冷鼓工段被氨水和冷却水冷却后, 温度由 700~ 800 °C 降到 25 °C, 由鼓风机送至硫铵工段。在硫铵工段经蒸汽预热后进入喷淋式饱和器的上段喷淋室, 脱除氨和酸雾后送往粗苯工段。在脱苯工段经洗苯塔与洗油逆流接触, 洗涤煤气中的苯, 洗涤后将煤气送去脱硫工段, 再经脱硫工段脱硫后送去气柜供城市用气。

我们的 FCS 涉及到的工艺包括粗苯工段和精苯工段, 其中粗苯工段工艺流程包括洗苯系统和脱苯系统, 其主要特点是: 煤气经两步终冷(温度达到 20~ 25 °C)和油洗萘后进入 3 个串联的洗苯塔洗苯, 苯蒸馏采用管式炉加热(温度达到 180~ 200 °C)生产两种苯, 脱苯塔取消分缩器代之以回流泵, 脱苯塔侧线提取萘溶剂油。精苯工段是对粗苯进行精制, 采用连续洗涤、热油进料、连续精馏的工艺。

可见无论粗苯工段还是精苯工段, 都需要对各生产工段的煤气或蒸气的压力、流量和温度等进行实时采样, 并在允许的范围内对其进行严格控制。因此可以采用 FCS 实现上述的检测与控制功能。

2 系统组成

2.1 系统结构

¹ 两台工控机及两个控制柜。粗苯车间与精苯车间各一套,分别位于两楼,之间相隔约 200m。工控机作为上位机(Host),控制柜用来安装网关及各种 I/O 设备。两台工控机分别通过以太网连接到控制柜中的 Hub 上,两个 Hub 之间通过以太网连接,实现工控机数据共享。

^o 精苯工段控制柜中安装 4 个 FF HSE I/O 设备,各设备通过以太网连接到 Hub 上。

[»] 粗苯工段控制柜中安装一个 FF HSE/FF H1 网关和 3 个 FF H1 I/O 设备,网关通过以太网连接到 Hub 上,I/O 设备连接到现场总线集线器上。

^¼ 粗苯工段现场安装 4 个 FF H1 压力变送器,通过安全栅连接到控制柜中的现场总线集线器上,距离约 200m。

I/O 设备也被称为分布控制单元,具有 AI、AO、DI、DO 等多路模拟和数字输入输出端口,可以连接各种模拟或数字仪表以及执行器等。各仪表接入 I/O 要通过安全栅隔离,以实现本质安全。各工段 I/O 点数为:粗苯工段 AI 36 点, AO 6 点;精苯工段 AI 42 点。系统结构如图 2 所示。

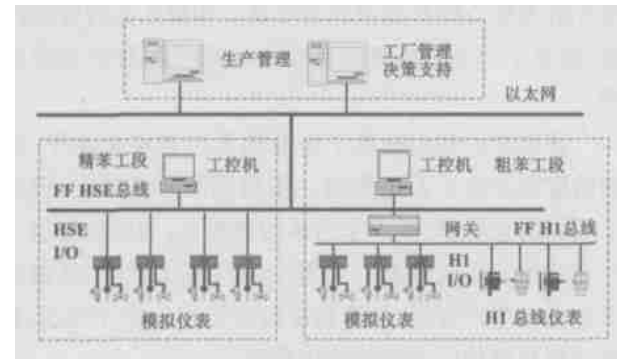


图 2 系统结构

2.2 软件组成

每台工控机上都运行以下软件:

¹ Windows2000 操作系统;

^o 自主开发的 SIACON-Configurator 组态软件,用来下载控制调度;

[»] 自主开发的 SiaView 监控软件,支持网络分布和 OPC 标准(作为 OPC 客户端),并具有完善的历史数据管理,可以连接任意数据库系统;

^¼ SQL Server 数据库,用来记录检测点的历史数据;

^½ 自主开发的 FF H1 和 FF HSE OPC 服务器,每

秒钟刷新一次,实现设备的实时数据和历史数据共享以及报警等功能;

^¼ HseInit 接口软件,作为 HSE 协议栈为组态软件、监控软件及 OPC 服务器等上层应用软件提供的 API 接口。

由于 SiaView 和 OPC 支持网络分布,所以无论在哪个工控机上,都可以同时获得粗苯和精苯的采样数据,方便地实现两系统的同时监测与控制。系统所有软件运行的关系结构如图 3 所示。

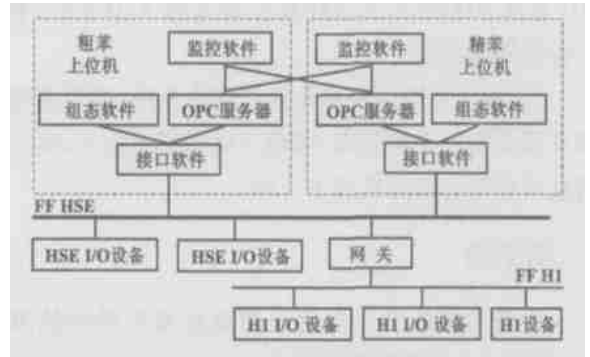


图 3 系统软件运行关系

3 现场总线技术的优越性

粗苯和精苯车间原来的控制系统由各种模拟仪表组成,工人每隔一小时进行一次观测记录,根据观测结果进行手动控制。这种方法人为因素较大,观测不便,误差大,更不符合现代工业控制要求。

我们用 FCS 对其进行改造后,所有的过程变量都在工控机的屏幕上实时显示,并配有系统工艺流程图,使得监测点一目了然。使用的监控软件还可以记录所有监测点的实时数据和历史数据,画出实时趋势曲线和历史趋势曲线,方便地了解系统即时状态和把握系统历史过程。当有数据超出正常范围时,还能自动发出报警信息。通过组态软件将控制调度直接下载到网关和 I/O 设备中,即将控制完全分散到设备中,实现整个系统的自动控制(同时提供运行方式手动、自动的切换)。这样可以把工人从简单的记录中解脱出来,去学习和掌握更先进的控制理论和生产技能,从而提高企业的生产效率。

总之,现场总线系统是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输、多分支结构的通信网络,与现行控制系统相比,具有如下一些固有的技术优势:

¹ 现场总线用数字信号代替传统的模拟信号,测量精度高,抗干扰能力强;

^o 基于总线的现场仪表可以对量程和零点进行远方设定,具有仪表工作状态自诊断功能,能进行多参

数测量和对环境影响的自动补偿;

» 现场设备集检测、转换、运算和控制功能于一体,既降低了成本,又增加了安全性和可靠性。上位机主要对其进行总体监控、协调、优化和下载控制调度与管理等;

¼ 所有现场设备直接通过一对传输线即现场总线连接,减少了连线的数量,易于安装和维护,节省施工费用、电缆费用、调试和维修成本;

½ 使用 FCS 还可以减少大量的隔离器、端子柜、I/O 卡及 I/O 端口,并且还减少 D/A 与 A/D 变换,节约设备并提高精度;

¾ 用工业以太网将企业管理决策层、过程监控层和现场设备层连接起来,实现三层通信的统一,集企业的过程控制与综合管理于一体。

4 结束语

现场总线是当今自动化领域技术发展的热点之一,适应了工业控制系统向分散化、网络化、智能化发展的方向。现场总线为生产过程现场控制设备之间及与更高控制管理层网络之间建立了联系,彻底打破了自动化系统的信息孤岛。

我们设计的现场总线控制系统是国内首次全部

采用自主开发的 FF H1 现场设备、FF HSE 现场设备和 FF H1/HSE 网关设备等,对发展我国工业自动化高技术产业及打破国外现场总线技术壁垒具有重要意义。该系统在炼焦制气厂粗苯和精苯车间的应用,作为中国科学院知识创新工程项目《多总线集成的分布式工业控制系统》的示范工程,解决的关键技术包括:

1 现场总线控制系统设计、施工、安装与调试技术;

° 传统的 4~20mA 仪表与 FF H1 仪表、FF H1 I/O 设备和 FF HSE I/O 设备等不同系统之间的集成技术;

» FF H1/FF HSE 网关的应用技术。

该工程起到了非常好的示范效果,得到了专家们的一致好评,并且为用户取得了良好的经济效益,同时说明现场总线控制系统的推广应用前景广阔。

参考文献

- 1 阳宪惠. 现场总线技术及其应用. 北京: 清华大学出版社, 1999
- 2 刘晓冬. 炼焦制气厂粗苯生产工艺的改进. 唐钢科技, 1993, 4 (12): 27~32

修改稿收到日期: 2004-05-14.

第一作者刘丹,女,1977年生,中国科学院沈阳自动化研究所在读博士研究生;主要研究方向为现场总线、嵌入式系统开发等。

(上接第 45 页)

在控制器设计中除了选用双积分 ADC 器件外还采取了以下抗干扰措施。

1 硬件看门狗措施

微控制系统中的看门狗电路是由 X5045 实现的。程序启动时对看门狗电路进行一次初始化设置,看门狗电路就开始其独立的工作。当程序正常运行时,会在程序的循环中周期性地复位看门狗定时器;当程序循环出现超时,则看门狗电路将无法得到复位信号,从而超时定时器产生溢出,向 CPU 硬件发出复位信号,迫使系统重新启动,恢复运行。

° 输入/输出信号隔离

要实现状态输入和实时控制,控制器又必须与强电回路连接,为了避免因此而引入干扰,需采取一些隔离措施。如开关量输入/输出隔离通常采用光电隔离措施等。

4 系统实现与应用

目前,该控制系统已用于苏州某印染企业的设备改造项目中。系统由工控机建立的服务器对设备进行统一管理,使用 CAN 总线进行联网控制,控制层由以

单片机为核心的智能控制器实现了印染工艺的智能控制,建立了一个连接现场各设备的监控与数据通信系统。

该系统的使用提高了企业的生产自动化水平,控制精度明显优于人工控制。使用智能控制器后,提高了成品的合格率,减少了污水的排放量,为企业增加了经济效益和社会效益。而集中的网络化管理,又促进了企业在生产安排、生产数据的统计和分析、产品质量的分析和评估等方面的优化管理。

参考文献

- 1 江秀汉,周建辉,汤楠. 计算机控制原理及其应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社,1995年8月第1版
- 2 郭宽明. CAN 总线系统原理和应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社,1996
- 3 王幸之等编. 单片机应用系统抗干扰技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社,2000
- 4 戴敏,毛玉良,等. 印染工艺的智能控制[J]. 常州: 河海大学常州分校学报,2002/3

国家自然科学基金资助项目(编号:70272046)

收稿日期: 2004-04-29.

第一作者戴敏,女,1977年生,2000年毕业于东南大学,2002年获硕士学位,现为在读博士研究生;主要研究方向为机械制造及其自动化。