

# 基于 FF 现场总线技术的焦炉计算机控制系统

Cokery Computer Control System Based on Foundation Fieldbus Technology

(1.沈阳中科博微自动化技术有限公司;2.中国科学院沈阳自动化研究所) 张建华<sup>1,2</sup> 梁 炜<sup>2</sup>  
ZHANG Jian-hua LIANG Wei

**摘要:** 本文以焦化厂焦炉控制系统为例,给出了 FF 现场总线系统的通用网络体系结构,介绍了基于 FF 现场总线技术及 OPC 接口技术的控制系统集成与扩展方法,总结了 FF 现场总线控制系统与其它传统控制系统集成技术,探索了用现场总线技术改造老企业的途径。

**关键词:** 现场总线;智能仪表;焦炉控制;OPC 接口

**中图分类号:** TP202 **文献标识码:** B

**Abstract:** The general network architecture of Foundation Fieldbus control systems is put forward through the cookery control system of a gasworks. The system integration and extension methods based on Foundation Fieldbus and OPC (OLE for Process Control) interface technology are specified. The method of integrating FF control systems with other conventional control system are summarized. And a new way of using fieldbus technology to rebuild old enterprises is indicated.

**Key words:** Fieldbus; Intelligent Instrument; coke oven control; OPC interface

## 1 引言

随着计算机技术和网络通信技术在自动控制领域的广泛应用,传统的控制系统因其信息封闭,难以实现设备之间以及设备与系统之间的信息交换,已经不能更好地满足企业综合自动化系统的需求。企业对控制系统安装更简便、系统更开放、互操作性更强、可靠性更高等几方面的需求,促进了控制系统从模拟化向数字化、智能化方向发展,现场总线也因此应运而生,并成为控制领域的热点和前沿。但是由于现场总线是一项新技术,示范工程少,与传统控制系统的融合技术需要不断探索,因此其应用受到很大限制。

本文以天津市第二煤气厂“基于 FF 现场总线技术的焦炉计算机控制系统”示范应用为例,给出了 FF 现场总线控制系统体系结构、系统功能、集成方式和扩展接口,并对 FF 现场总线在企业控制系统改造中的系统集成和应用技术进行了探索和研究。

## 2 FF 现场总线

现场总线是一种过程控制现场与控制室之间的全数字化的、实时、双向、多站的通信系统,用于连接生产现场仪表、控制器等自动化装置的通讯网络。在工厂的网络体系中,现场总线属于底层设备网。据其应用范围,现场总线分为二类:一是用于加工制造自动化的现场总线;二是和用于流程行业过程控制的现场总线。

FF 现场总线是国际现场总线标准之一,全称为基金会现场总线(Foundation FieldBus)。基金会现场总线系统作为低带宽的

通信网络,把具备通信能力、同时具有的控制、测量等功能的现场自控设备作为网络节点,由现场总线把它们互连为网络。通过网络上各节点间的操作参数与数据调用,实现信息共享与系统的各项自动化功能。它综合了通信技术和分散型控制系统 DCS 技术,它是为适应生产自动化系统,尤其是过程自动化系统而设计的。

目前国内 FF H1 现场总线控制系统已有成功应用案例,如我国广东中海壳牌南海项目及上海赛科乙稀项目,但还没有全面铺开。综合考虑现场总线在控制系统中的应用条件,目前国内各流程行业有两种可行的模式,一种是完全采用现场总线技术的控制系统,这种应用较适合新厂。另一种是采用现场总线系统与模拟仪表、PLC、DCS 等控制系统相融合,组成混合结构的控制系统。这种应用适合企业改造,也是利用先进控制技术改造传统企业的一条出路。本文介绍的控制系统充分体现了这种新老系统的有机结合。

## 3 系统构成

### 3.1 工艺

煤气厂的主要生产任务是生产焦炭和煤气,其主要生产工艺如图 1。

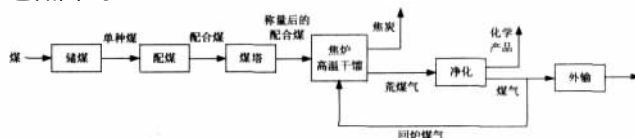


图 1 生产工艺图

炼焦车间是全厂生产过程中的核心。其每一炉气、每一炉焦的生产和质量,关系到全厂的经济效益和社会效益。

本系统,炼焦车间有三座焦炉,一、二号炉是上个世纪八十年代初期建造的,生产参数监测和控制系统调节采用的全部是模拟仪表,三号焦炉是 1990 年后建造的,采用的是 DCS 系统。1990 年一、二号炉采用 BITBUS 采集站,在车间级、厂级调度系

张建华:副研究员

基金项目:基金申请人:梁炜;项目名称:无线 HART 网络关键技术研究与原型开发;基金颁发部门:国家科技部(863 计划)(2007AA04Z173)

统中只实现了计算机监测,但随着时间的变迁,系统面临诸多问题:

(1) BITBUS 采集站技术已经落后,系统硬件的备品备件已无处可寻,但因其专用性很强,兼容性很差,无法用其它同类工控产品进行局部替代;

(2) 系统只是对部分生产数据进行监测,没有实现生产过程的计算机自动控制;

(3) 系统的通信速率极慢,技术落后,采用的是 1200bit/s 的调制解调器专线通信;

(4) 后建三号焦炉的 DCS 系统成为孤岛,没有实现三座焦炉的集中监控和调度管理。

随着生产规模的发展,企业迫切需求对已近瘫痪的一、二号焦炉系统进行改造,实现计算机自动控制,对整个焦炉系统进行统一的调度管理。

### 3.2 控制系统体系结构

本控制系统实施中采用了现场总线技术对原有系统进行了改造,同时继承了企业原有控制系统资源。整个控制系统体系结构如图 2 所示。

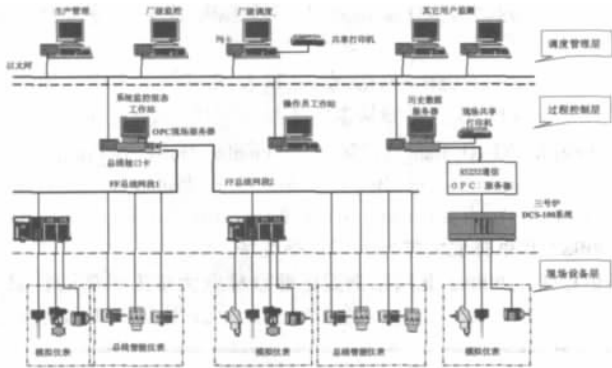


图 2 FF 现场总线控制系统体系结构

系统按网络类型可分为两层。上层采用的是 100M 以太网(见图 2),网络主干采用光纤,横跨厂区,分支采用双绞线,延伸至车间控制室及厂办公楼调度室。交换机设置在炼焦车间控制室,以此为中心形成厂生产区局域网分支。在厂调度中心设置一台集线器,以此为中心形成厂办公区局域网分支。随着企业自动化需求的扩展,其它车间和科室可方便地通过一根网线,连接到局域网上,与该系统融为一体,共享信息和资源,为企业未来的系统功能扩展及与 Internet 的互联打下基础。

系统底层设备网采用的是 FF H1 现场总线技术。FF H1 总线分成二个网段,每个网段控制一座焦炉。为提高系统的可靠性,每个网段采用双总线冗余电源方式,以保证总线数据的可靠传输。针对煤焦车间现有的自动化水平,我们将现场总线智能仪表和传统模拟仪表相结合,集成到现场总线控制系统中,同时采用 RS232 通信和 OPC 接口技术集成了三号焦炉 DCS-100 控制系统,共监测 77 个生产参数,实现 6 个控制回路,提高了焦炉系统的控制水平,加强了系统的自主能力。该方案在发挥 FF 现场总线系统优势同时,也充分利用了传统模拟仪表、执行器和 DCS-100 等现有系统资源。

### 3.3 控制系统功能

该系统从功能上可分为三个层次:调度管理层、过程控制层和现场设备层。系统上层是调度管理层,由调度工作站、以太网网络连接设备组成;底层是现场设备层,主要由输入输出设备,如传感器、变送器、执行器和现场总线智能仪表等组成;中间层是

控制层,由工程师站、操作员站、现场数据服务器、现场总线控制单元、现场总线连接设备、组态软件、人机接口软件、监控软件等组成,是整个系统控制功能实现的核心。系统功能:

- (1) 数据采集、人机界面显示和报警
- (2) 生产过程实现 PID 自动控制
- (3) 该系统与三号焦炉的 DCS-100 系统互联
- (4) 与厂调度系统数据共享,实现对全部三座焦炉的实时监控

系统通过 FF H1 现场总线技术将控制算法能够下放到分布于生产现场的底层设备,实现串级控制或 PID 控制;通过以太网使现场监控数据集成到企业调度系统中,辅助决策。系统结构体现了现场总线智能设备危险与控制功能的分散,系统开放,安全可靠,现场安装简便维护量小等优点,对采用现场总线技术改造传统企业的实际应用具有通用性。

## 4 系统集成技术

控制系统的实现是根据需求,将硬件、网络、数据库及相关软件组合成为符合实际需求、有效实用、界面友好、具有良好控制功能的计算机系统的全过程。系统集成,则是从根本上解决不同控制系统互联、互通、互操作等问题,实现系统的统一调度管理。集成技术是老系统改造急待解决的问题,也是本系统实现中探索的关键技术之一。

### (1) 不同厂家现场总线设备集成技术

系统对新改造部分采用了 Smar 公司的现场总线仪表,对原系统中具有应用价值的模拟仪表信号,采用 FF 现场总线智能控制单元进行集成。这种智能控制单元是一种 FF H1 总线设备,通过这一设备,它可以将传统的 4-20mA 设备集成到 FF 现场总线系统中。为了支持不同厂商设备的互操作,FF 定义了设备描述语言 DDL,在现场底层提供一种关于设备的特性、参数及操作的清晰完整的描述接口。该系统采用设备描述技术,在线识别不同厂家设备,实现了不同厂商仪表组态的通用性,保证了不同厂商设备的可互操作性,使用户在做应用工程构建现场总线控制系统时,有了更大的选择余地。

### (2) 企业调度网与控制网络的集成

系统控制网络采用的物理介质是屏蔽双绞线,是以 FF 现场总线智能控制单元、FF 现场总线仪表等检测和控制设备为控制主体,FF H1 协议通信技术为应用基础,实现对生产实时数据的采集和对被控对象的有效控制,使系统安全稳定地进行。

系统调度网络采用 TCP/IP 协议的以太网,物理介质分两部分,现场部分采用的是同轴电缆,厂区远程传输部分采用的是光纤。调度网络是信息网络,是以信息传输和资源共享为目的,实现系统的信息集成和调度辅助决策。

系统控制网络和调度网络的硬件集成方式是通过现场控制用工控机中的 FF H1 接口卡和以太网卡,完成现场总线仪表、现场总线控制单元与以太网中各监控用工控机之间的数据通信。实现控制网络与调度网络的软件集成方式是采用 DCOM 技术。DCOM 技术支持控制网络和调度网络上不同计算机对象之间的通讯,使调度网络作为控制网络的扩展与之紧密集成。这样,无论是车间级管理人员还是厂级调度人员,通过信息网络中的图形界面实时监视生产情况,进行生产调度管理时,仿佛置身生产现场。

### (3) 现场总线与 DCS 系统之间的集成

系统实施时,三号焦炉采用的 DCS-100 控制系统是一个与

一、二号焦炉无任何关联的孤立系统。为了集中监控焦炉生产,我们采用 OPC 技术,通过 DCS 系统厂家提供的 DCS 系统数据通讯协议和接口,采用 OPC 开发工具创建了基于 RS232 通讯技术的 OPC Server,实现了现场总线系统与 DCS 系统的异构集成。

这种集成的优点是两套系统功能均保持相对独立,互不干扰,而两套系统的信息是相通的,集成的,从任何一方都能监测整个焦炉车间生产状况,既发挥了现场总线的优势,又利用了 DCS 资源,充分利用了企业现有控制设备,减少了投资。

## 5 结语

现场总线的出现标志着控制领域又一个新时代的开始,预示着自动控制系统中智能设备的普及与控制水平的提高。目前,现场总线智能仪表还不能完全取代传统的模拟仪表,工业控制系统也将面临现场总线与 DCS 共存。因此,采用现场总线技术的分布式控制系统实现方法和集成技术具有推广价值。

本文作者创新点:以焦炉控制为例,提出 FF 现场总线控制系统体系结构、集成技术和实现方法,实现了现场总线控制系统与传统控制系统集成与扩展。

### 参考文献

- [1]阳宪惠主编. 现场总线技术及其应用. 北京:清华大学出版社, 1999,第 71 页
- [2]夏德海主编. 现场总线技术. 北京:中国电力出版社, 2003,第 14 页
- [3]张建华 于海斌 战明 马刚.FF 现场总线智能仪表在焦炉控制系统中的应用. 仪器仪表学报. 2006,6:899-901
- [4]董刚 张城 申庆花. 基于 FF 现场总线的先进 PID 功能块设计. 微计算机信息 2009,4-1
- [5]李东 陈培. FF 现场总线在 SECCO 项目中的应用. 仪器仪表标准化与计量. 2004,5:33-35
- [6]刘定球 林锦国. FF 现场总线控制技术的组态应用. 现代电子技术. 2003,11:80-82

作者简介:张建华(1964-),女,辽宁沈阳人,副研究员,研究方向为自动控制、自动检测、现场总线控制系统开发及应用等,曾获“中国科学院科技进步”一等奖 2 项,二等奖 1 项,“辽宁省科技进步一等奖”1 项,“沈阳市科技进步一等奖”3 项,国家专利二项。

**Biography:**ZHANG Jian-hua (1964-) was born in Shenyang city of Liaoning province in 1964 and received the Master degree in Mechatronic Engineering from Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, in 2007. She is currently serving as an associate professor of Microcyber Inc.. Her research interests are in the areas of automation control, automatic detection, development and application of fieldbus control system.

(110016 辽宁沈阳 沈阳中科博微自动化技术有限公司) 张建华  
(110016 辽宁沈阳 中国科学院沈阳自动化研究所) 张建华  
梁 炜

(Microcyber Inc., Liaoning Shenyang 110016, China )  
ZHANG Jian-hua

(Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Liaoning Shenyang 110016, China) ZHANG Jian-hua  
LIANG Wei

通讯地址:(110179 沈阳市浑南新区飞云路 19 号沈阳自动化所南区) 张建华

(收稿日期:2009.08.03)(修稿日期:2009.11.03)

(上接第 22 页)

- ④每次大循环时,判断是否有结束命令,如果有则结束程序。

## 5 结语

本文通过旋转编码器和光电传感器的有机结合,实现了对板材的长、宽的实时测量。检测方法简单、高效、经济,实用性较强。本文作者创新点:充分利用了 PCL-818L 数据采集卡的资源,实现了所有传感器信号的采集;通过硬件电路实现了 8 位数字量共用数据总线,不仅解决了数据输入资源紧张的问题,而且是系统的未来扩展升级预留了资源。

### 参考文献

- [1]王铁勇等.研华 PCL-818L 数据采集卡 DMA 驱动模块开发[J]. 微计算机信息. 2003,19(2):27-28.
- [2]杨帆,宗润宽.PCL-818L 数采卡在数据采集系统中的应用[J]. 仪器仪表与分析监测. 2003,(1):14-15.
- [3]刘影.PCL-818L 数据采集卡的应用[J]. 现代制造技术与装备. 2006,(4):72-73.
- [4]董莉莉,熊经武.光电轴角编码器的发展动态[J]. 光学精密工程. 2000,8(2):198-201. [5] 康华光.电子技术基础[M]. 高等教育出版社. 2000.

作者简介:肖江(1956-),女(汉族),北京人,北京林业大学工学院自动化系副教授,博士,主要从事电子技术应用、木材无损检测。

**Biography:**XIAO Jiang (1956-), Female (Han), Beijing, Beijing Forestry University of Beijing, Associate Professor, Electronic Technology Application and Wood Nondestructive Test.

(100083 北京林业大学) 肖 江 杨建华

通讯地址:(100083 北京市海淀区北京林业大学工学院) 肖 江

(收稿日期:2009.07.21)(修稿日期:2009.10.21)

(上接第 82 页)

- [5]Matausek M.R., Micic A.D., On the modified Smith predictor for controlling a process with an integrator and long dead time, IEEE Trans. Automat. Contr. 1999;44(8):1603-1606.
- [6]Chien I.-L., Peng S.C., Liu J.H., Simple control method for integration processes with long deadtime, J. Process Control 2002;12(3):391-404.
- [7]Stojic M.R., Matijevic M.S., Draganovic L.S., A robust Smith predictor modified by internal models for integrating process with dead time, IEEE Trans. Automat. Contr. 2001;46(8):1293-1298.
- [8]Kaya I., IMC based automatic tuning method for PID controllers in a Smith predictor configuration, Comput. Chem. Eng. 2004;28(3):281-290.

作者简介:宋承周,男,1963 年 9 月出生,汉族,硕士,浙江迪佛网络科技有限公司工程师。主要研究兴趣:计算机控制、智能控制及智能自动化。

**Biography:**SONG Cheng-zhou, male, born in September 1963, han, master, Zhejiang DiFu Network CO., main research interests: Computer Control, Intelligent Control and Intelligent Automation.

(310008 浙江省杭州市 浙江迪佛网络科技有限公司) 宋承周

(310006 浙江省杭州市 中国移动浙江公司) 胡 轶

通讯地址:(310008 浙江省杭州市 浙江迪佛网络科技有限公司)

宋承周

(收稿日期:2009.07.03)(修稿日期:2009.10.03)