

现场总线技术 在电厂应用 综论

李子连 主编

1.6



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

现场总线技术 在电厂应用 综论

李子连 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

现场总线技术是自动化技术的发展方向,当前的热门话题。

本综论对已经国际标准化组织 IEC/TC65 所通过的、适合过程控制的 FF 基金会总线、Profibus、WorldFIP 以及其他符合国际标准或企业标准的总线,如 CAN、CC-Link、Modbus、Internet 等在电厂的应用作了较为详细的论述和介绍,是一部全面了解现场总线技术应用于电厂及发展方向的文集。由于在电厂应用的参数中,温度占了 50% 以上,因而需用大量热电偶和热电阻,故对如何正确选择热电偶、热电阻也作了专门论述。

本综论是从事热工自动化专业科研、设计的工程技术人员,企业内的自动化工作者和大中专院校师生的必备参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线技术在电厂应用综论/李子连编. - 北京: 中国电力出版社, 2002

ISBN 7-5083-1157-4

I. 现… II. 李… III. 总线 - 自动控制系统 - 应用 - 发电厂 - 文集 IV. TM62-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 041921 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

利森达印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002 年 7 月第一版 2002 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 13 印张 312 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前言

现场总线 (Fieldbus) 是指现场设备与自动控制装置之间的数字式、串行、双向、多点通信的数据总线; 由现场总线与现场智能设备组成的控制系统称为现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS); 把这一集通信、计算机、控制技术和现场智能设备作为一个整体的技术, 称为现场总线技术。它是自动化的发展方向, 当今最热门的话题。由于现场总线是遵循国际统一的协议标准, 因而具有开放、互联、兼容和互操作的特性, 使自动化系统的功能更加分散, 可以简化系统, 远方诊断、调试和维护现场设备, 提高自控系统的安全可靠性, 同时还可节省电缆, 减少设计、安装工作量, 因而一直受到各企业的关注。在电厂自动化方面已有不少企业和科研院校正在开展应用的研究与实践工作。

中国电机工程学会过程自动化技术交流中心以推广和交流先进科技技术为己任, 为促使现场总线技术在电厂的应用和健康发展, 特邀请著名大学、研究院、设计院、企业中从事自动化工作的教授、专家撰写论文, 对现场总线技术在电厂的应用提出看法、方案和介绍应用实例, 以期结合电厂实践促进现场总线技术在电厂的应用并逐步推广, 使自动化系统更加安全可靠, 为进一步提高电厂的综合自动化水平创造条件。

本综论对已经国际标准化组织 IEC/TC65 所通过的八种现场总线中适合过程控制的 FF 基金会总线、Profibus、WorldFIP 以及其他符合国际标准或企业标准的总线, 如 CAN、CC-Link、Modbus、Internet 等在电厂的应用作了论述和介绍, 是一部全面了解现场总线应用及发展方向的文集。由于在电厂应用的参数中温度占了 50% 以上, 因而需用大量热电偶和热电阻, 故对如何正确选择热电偶、热电阻也作了专门论述。

经约请国家电力公司技委会、清华大学、华能国际电力开发公司、中能设备成套公司、国电热工研究院等单位的专家进行评选, 决定录用的论文 29 篇。在此对提供论文的单位、作者的支持以及参加评选会的专家表示感谢。

为使电力用户了解现已运用现场总线技术的 DCS 成套商和现场设备供应商的情况, 对符合条件的厂商作了介绍, 也得到他们的经济支持, 使这本综论能得以顺利出版, 与读者见面, 在此向支持该综论出版的厂商表示感谢。

本着文责自负的原则, 在编辑过程中, 除对少数论文的个别文字、编排格式及非标准计量单位、标点符号作了修改外, 均按各作者送交的打印原件排版; 读者在阅读过程中, 如发现需与作者切磋的问题, 可直接与作者联系。

中国电机工程学会过程自动化技术交流中心

2002 年 4 月

过程自动化技术交流中心简介

1. 1988年2月15日,中国电机工程学会以(88)电机学第11号文批准成立“过程自动化技术交流中心”,以下简称“中心”。当时的目的是联合各行业的自动化工作者,通过横向联系与协作,交流技术信息和经验,扩大各部门自动化技术人员的视野,推进各行业过程自动化技术的应用与发展,为我国经济建设和技术进步作贡献。在“中心”成立之后,通过各行业委员的努力与推动,1989年6月和1991年9月先后组建了北京仪器仪表学会过程自动化设计专委会和中国自动化学会工程设计委员会,至此本“中心”的任务即定位于面向电力行业。

2. “中心”成立后,基本上每年召开1~2次技术交流会,其中1988年9月、1993年12月、1995年10月、1999年5月、2000年8月分别召开了超过100人的全国性大会,计划2002年内召开约120人的全国性大会一次。

召开各种大小会共计22次(含2002年的大会),其中100人以上大会6次。

3. 受电力部委托,先后组织自动化调查组,对自动化设备使用情况,供货厂商成套供货能力进行调查,为部制定政策提供了有益的建议,共出版调查报告四本。即:

(1)《火电厂分散控制系统(DCS)及汽轮机电调(DEH)调查报告》(1995年12月)

(2)《火电厂“DCS”国内合作单位承担工程能力调查报告》(1997年6月)

(3)《火电厂老机组热工自动化技术改造调查报告》(1999年5月)

(4)《火电厂汽轮机控制系统(DEH)应用情况调查报告》(2000年8月)

4. “中心”成立五周年时(1993年),电力部史大桢部长,学会张凤祥理事长分别为“中心”题词,其他各方面领导都兴有、王建忠、陈汉章、汪吉甫、王汉生、吴朝枢等都为“中心”题词,表示祝贺。

5. “中心”成立十周年时(1998年),国家电力公司陆延昌副总经理撰写《依靠科技进步,为提高火电厂自动化水平作贡献》专题论文,祝贺中心成立十周年,并在《中国电力》1998年11期上发表。

6. 几年来在产品开发、鉴定、性能测试等方面做了不少工作,其中为产品开发制定技术条件4项、鉴定咨询8项、计算机在线性能测试共18项。

7. 制定标准:①起草标准文件5项;②宣传标准文件,共计出版《热工自动化工作文件、标准汇编(一)、(二)、(三)》,共三本。

8. 出版《过程自动化技术信息》刊物共57期,2000年因人力、财力不足停刊。停刊后各方面来信来电反映,希望把刊物继续办下去,经过半年多的努力和各方协商,最后由中国电能成套设备有限公司主办,“中心”协办,2000年4季度复刊,刊名改为《电厂自动化》。

2002年2月23日

為建設具有中國特色的火電
廠自動化獻計獻策為國家經
濟建設和技術進步作貢獻
五年来成績可賀展望前景
任重道遠希上新台阶

為中國電機工程學會
建會二十周年紀念題

史大楨

一九九二年七月

11/10

原国家电力公司副总经理、 现任学会理事长陆延昌给“中心”成立十周年的贺词

“过程自动化技术交流中心”成立 10 周年了。10 年来过程自动化技术交流中心以搞好自动化工作为己任，面向电力生产、建设和科研的需要，开展技术交流活动；组织了离退休的专家对热工自动化系统和设备的运行情况、产品质量的调查研究，为原电力部热工自动化领导小组决策提供了十分有效的技术资料，如“火电厂热工自动化调查报告”、“火电厂分散控制系统（DCS）及汽轮机电调（DEH）调查报告”、“国内 DCS 厂家工程能力的调查报告”等。此外，中心还做了产品开发、计算机系统鉴定测试与咨询工作，这对提高产品质量是有益的；出版了“过程自动化技术信息”和“文件、标准汇编”；及时报导与自动化有关的电力技术方针、政策、标准、应用经验、产品质量、新技术及新产品信息等，对沟通用户与厂家、领导与基层之间的信息，对电厂自动化技术的发展起了桥梁的作用。希望“过程自动化技术交流中心”继续发挥作用，为火电厂热工自动化作出贡献。

（摘自《中国电力》1998 年 11 期）

新华 XDPS-400

国家科技部、外经贸委五部委评为“国家重点新产品”

新华 XDPS-400 是一个具有开放式结构、模块化技术、合理的软硬件功能配置和易于扩展的DCS，已广泛用于电站的控制，电厂调度和管理信息系统、变电站监控、电网自动化和冶金、石化、轻工、造纸等行业过程自动化。

公司执行GB/T19001 idt-9001 标准。

主要业绩

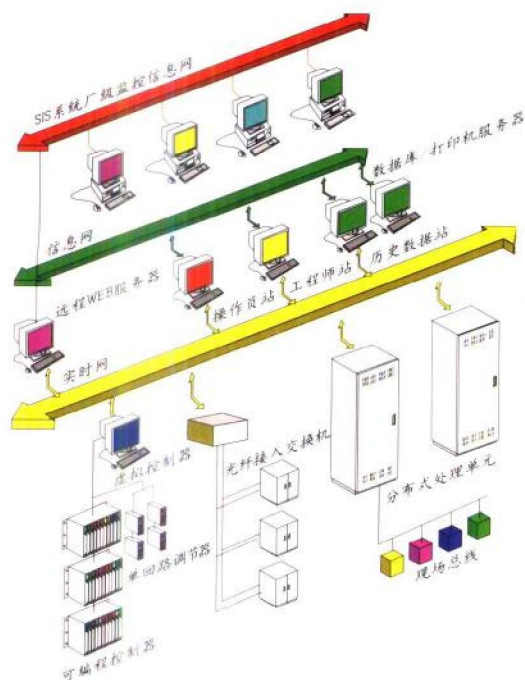
广东珠江电厂改造、深圳西部电厂新建300MW机组采用 XDPS-400 组成机、炉、电、辅机及公用系统一体化的控制系统，功能覆盖机、炉、电、辅机及电气DAS、MCS、SCS、BMS、DEH、MEH、BPC、ETS、ECS和ASS（发电机自动同期系统）。标志着XDPS-400已成为与300MW机组配套，具有自主知识产权的DCS。至2002年3月，应用于电站DCS155套，其中300MW机组25套，冶金、石化、轻工等39套。

技术特点

- 开放的体系结构，具有很好的向上兼容性。
- 基于TCP/IP的冗余高速数据通讯网，智能I/O卡件采用SMT工艺。
- 独特的分布式实时数据库，对网上各节点透明。
- 可在通用PC上进行系统仿真，调试十分方便。
- 可接多种I/O卡、PLC、智能远程I/O等。
- 基于Windows的图形人机接口站，生成编辑和调试软件。
- 图形组态符合IEC-1131-3标准，具有在线组态和调试能力。
- 具有从冗余通讯网到I/O通道的自诊断能力。
- 以GTW/Web/DEE/OPC与MIS/Intranet/Internet及其他控制系统接口，可方便构成工厂SIS系统。
- 现场总线级Ethernet I/O网络。

主要技术指标

- ① 数据容量
模拟量: 64000点; 开关量: 64000点; SOE: 384点
- ② 实时性
模拟量采集周期100ms; 开关量采集周期 50 ms; SOE分辨率 ≤ 1 ms
- ③ 画面
图像分辨率1600X1280; 画面刷新时间 < 1 s; 数据刷新时间0.5s
- ④ 冗余数据高速公路
最多支持250个节点, 节点间距离最大100m~40km
网络通讯速率10/100Mbps
- ⑤ I/O, 模拟量输入测量精度
小信号 $\leq 0.1\%$, 大信号 $\leq 0.05\%$; 环境温度 $-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$
湿度95% (不结露)
- ⑥ 智能远程I/O系统
工业以太网: TCP/IP 通讯协议; 通讯速率10/100Mbps
- ⑦ 远程I/O模块
模拟精度 小信号 $\leq 0.1\%$; 大信号 $\leq 0.05\%$; 环境温度 $-40 \sim 70^{\circ}\text{C}$;
湿度95% (不结露)
- ⑧ 电磁兼容性 CE-EMC 认证
- ⑨ 冗余配置
DPU冗余; 电源冗余; 通讯冗余
- ⑩ 可靠性指标
MTBF > 150000 h; 可利用率 $> 99.9\%$



新华控制工程有限公司



地址: 上海闵行经济技术开发区文井路160号 邮政编码: 200245

电话: 021-64304308 (总机) 传真: 021-64302778

http://www.xinhua.com.cn E-mail: xhppcabcc@public.sta.net.cn



316NB-G 高温高压截止阀

316NB-GT 热工阀

● 概述

316NB系列阀门系本公司引进国外先进技术，自主开发而成。阀门主要材料选用进口材料，在南京华能超临界300MW机组以及其他50多家电厂不同参数机组上现场应用，结果证明该系列阀门性能指标完全达到进口阀门水平，与进口阀门相比具有很高的性价比。

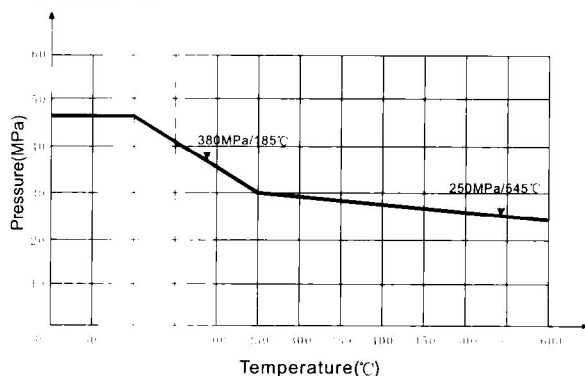
● 特点

- ◆ 先进的球形静压密封方式
阀杆阀尖安装硬质合金球（可三维方向 360°任意旋转）。阀门关闭时，硬质合金球与阀体之间采用球形静压密封。
- ◆ 两节式阀杆结构，操作轻松
阀杆采用两节式结构，阀杆密封部位在阀门操作时沿轴线平移，操作时手感轻松。
- ◆ 材料合理、精密加工、严密性好
阀门主要材料均选用进口材料，所有加工均采用数控机床精密加工，密封部位采用磨削加工，阀门热变形小，手感轻。

● 性能参数

公称通径	公称压力	最高温度	工作介质
8mm	32MPa	650℃	蒸汽、水
6mm	32MPa	650℃	蒸汽、水

● 性能曲线



**国际品质
质保四年**

中美合资 **苏州华能仪控有限公司**

SINO-US SUZHOU HUANENG INSTRUMENT CONTROL CO., LTD.

TEL: 67540171 67545466 FAX: 67541605

目 录

前言

过程自动化技术交流中心简介

原电力部部长史大桢为“中心”五周年题词

原国家电力公司副总经理、现任学会理事长陆延昌给“中心”成立十周年的贺词

综 述 篇

现场总线控制系统发展综述	刘吉臻 田 亮 (3)
现场总线及其在工业控制中的应用探讨	王金全 徐 晔 贾东升 郭铁英 (10)
现场总线技术在火电厂应用的意见	李子连 (17)
FCS—火电厂自动化的机遇和挑战	颜渝坪 周 明 (25)
应用现场总线需注意的若干问题	夏德海 (35)
现场总线控制系统在电厂中应用的动力与障碍	白 焰 (41)
现场总线控制系统在火力发电厂的应用	唐之宁 郑贵林 (48)
现场总线技术在火电厂自动化领域的应用探讨	黄平森 (54)
工业信息与电厂控制系统	陈超雄 (58)

通 信 篇

现场总线系统的通信性能与总线选择	阳宪惠 (63)
以太网通信技术及其在现场总线控制系统的应用	李平康 杜秀霞 (68)
Profibus 现场总线冗余通信系统研究	王双庆 邢建春 王 平 (74)
WorldFIP 与现场总线英特网协议	史学玲 (81)

应 用 篇

DCS 地理分散布置及 HIACS 系统的对策	清水胜人 刘 维 (87)
现场总线技术在 XDPS-400 分散控制系统中的应用	杨晓德 (98)
Foxboro 公司的现场总线技术及在电厂的应用	倪志强 (102)
现场总线技术在电厂的应用	张 鑫 王 凯 (113)
WorldFIP 现场总线及其在电厂中的应用	吴玉梅 赵瑛毓 白 焰 (119)
现场总线技术在燃机联合循环机组的应用	张 伟 薛建中 曾卫东 何 新 (123)
现场总线技术在 MACS 系统中的应用	马孝骞 (129)

基于 PC 及 Profibus 现场总线技术的 DCS 设计 李 研 杨启亮 邢建春 王 平 (136)

现场总线电动执行机构在火电厂的应用 刘伟军 钱 力 刘 今 盖新华 (143)

300MW 发电机组锅炉除灰除渣电控系统应用现场总线的实践 彭 瑜 (148)

基于 Lon Works 现场总线技术的智能火警控制

网络 艾 丽 余祖俊 李平康 史红梅 (153)

现场总线技术在电厂的应用 王学军 (160)

智能远程 I/O 的设计与应用 郑慧莉 (162)

工厂信息化建设的核心 e-Control 谢文生 (169)

基于现场总线的 S960™ 系列数据采集前端 南德哲 (174)

电厂温度测量元件选择的几点建议 黄力仁 (178)

厂 商 篇

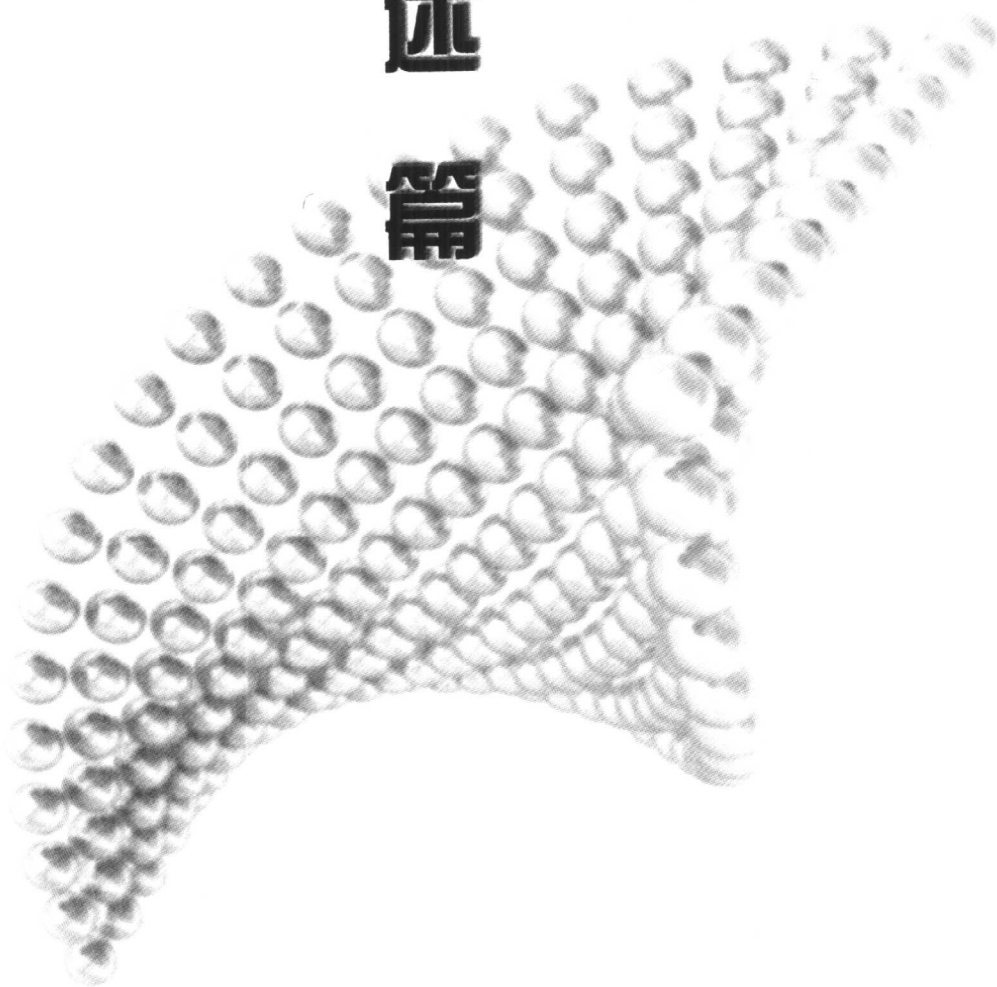
应用现场总线技术的 DCS 成套商、现场设备供货商介绍 (183)

附录 部分英文缩写及译名 (196)

新华 XDPS-400 封二

316NB-G 高温高压截止阀 316NB-GT 热工阀 封三

综 述 篇



现场总线控制系统发展综述

刘吉臻 田 亮 华北电力大学(北京 102206)

【摘要】 FCS(现场总线控制系统)是控制系统的发展方向。本文总结了现场总线的历史渊源及发展现状,并介绍了FF(现场总线基金会)现场总线及其构成的FCS的结构及特性。通过比较FCS与DCS的优缺点,分析了FCS在应用中出现的情况,提出了FCS在电力系统中应用开发应注意的问题。

【关键词】 现场总线 FCS DCS

一、现场总线技术发展的历史渊源

随着计算机技术的发展,嵌入式微处理器(如单片机、数字信号处理器)在变送器、执行机构中得到广泛应用。微型计算机的应用使得仪表具有计算、存储、通信能力及故障自检功能,仪表的性能、测量准确度、整体可靠性都大大提高,成为智能化仪表。同时也使仪表设计模式化,实际上大多数的智能仪表都具有通用型的结构,即:传感器 + A/D + MCU(微控制器)。

新技术推动了仪表的发展。而智能化的仪表在DCS的应用中,面临一个比较尴尬的问题是,DCS与现场设备的接口仍然是用4~20mA电流表示的模拟量信号和逻辑电平表示的开关量信号。于是,智能仪表在设计的过程中不得不再加入D/A转换器,将测量的结果转换成模拟量以配合DCS使用。而在DCS一端,在把经过隔离后的模拟量信号,经A/D转换后,供计算机处理,其过程如图1所示。在信息处理日益数字化的背景下,这种模拟量的信号传输制式,逐渐成为工业自动化发展的障碍。

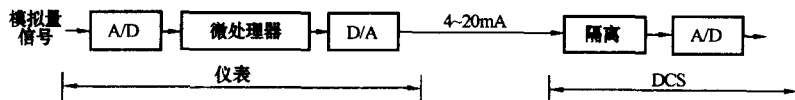


图1 DCS下模拟量信号传输过程

现场总线作为一种通信方法实现了仪表及就地设备的数字化互联。而实际上,高性能微控制器的应用,使仪表或就地设备不仅可以完成其本身的工作,还可以完成大量额外的工作。当把一些控制功能用仪表完成后,现场总线的实际意义就不只是一种通信总线,而具有了控制系统的某些性质。例如,一个变送器(流量传感器)和一个执行机构(调节阀)就可以构成一个简单的单回路控制系统。

二、现场总线的描述

现场总线(Fieldbus)是用于过程自动化或制造自动化中的、实现智能化现场设备(如

变送器、控制器、执行器)与高层设备(如主机、网关、人机接口设备)之间互联的、全数字、串行、双向的通信系统。通过它可以实现跨网络的分布式控制。按照国际电工委员会 IEC 标准和现场总线基金会 FF 的定义:现场总线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。

现场总线的本质含义表现在以下几个方面:

(1) 现场通信网络。现场总线作为一种数字式通信网络一直延伸到生产现场中的现场设备,使过去采用点对点式的模拟量信号传输或开关量信号的单向并行传输变成多点一线的双向串行数字式传输。

(2) 现场设备互联。现场设备指位于现场的传感器、变送器和执行机构等。这些现场设备可以通过现场总线直接在现场实现互联,互相交换信息。而在 DCS 系统中,现场设备之间是不能交换信息的。

(3) 互操作性。所谓互操作性是指来自不同厂家的设备可以互相通信,并且可以在多个厂家的环境中完成所需功能。这体现在用户可以自由地选择设备和软件。

(4) 分散功能块。现场总线控制系统把功能块分散到现场仪表中执行,因此取消了传统的 DCS 系统中的过程控制站。例如,现场总线变送器除具有一般变送器功能之外,还可以运行 PID 控制功能块。

(5) 现场总线供电。现场总线除了传送信息之外,还可以完成为现场设备供电的功能。现场总线供电不仅简化了系统的安装和布线,而且可以通过配套的安全栅实现本质安全系统,为现场总线控制系统在易燃易爆环境中的应用奠定了基础。

(6) 开放式互连网络。现场总线为开放式互连网络,既可以同层网络互联,也可以不同层网络互联。现场总线是一个完全开放的协议,这意味着来自不同厂家的现场总线设备,只要符合现场总线协议,就可以通过现场总线网络连接成系统,实现综合自动化。

三、现场总线控制系统 FCS 的优点

FCS 不是独立于 DCS 而发展起来的。与集中控制相比,DCS 将控制任务分散到不同的控制单元中,并采用冗余配置的方式,降低了控制机构自身故障所带来的风险。控制功能分散、操作显示集中,一直是 DCS 所被称道的优点。FCS 则继承并发扬了这一优点,将控制功能彻底分散到就地仪表及执行机构中,通过通信网络的互联,实现操作管理的集中。与 DCS 相比 FCS 具有以下技术优势。

(1) 更低的成本。现场总线可以大大减少信号电缆、机柜、接线端子、信号隔离栅、过程控制器和电源的使用数量,减少设备费用及工程布线费用。实际上,FCS 能省掉几乎所有的 DCS 控制设备,而只需一些网络通信接口和电源就能实现所有的控制功能。

(2) 更高的可靠性。仪表及就地设备数字化互联,减少信号在传输过程中的衰减和失真,大大降低了因信号受到干扰而出错的可能。仪表自身的自检及故障诊断能力保证了故障的定位及故障信号的隔离,使系统具有更好的鲁棒性。

(3) 更好的开放性和互操作性。现场总线是开放的国际标准,用户可以在世界各个厂商的产品中间做出最优选择,很方便地构成自己的控制系统,而不必考虑各个产品之间的兼容性。这样,用户不仅可以得到性能价格比最好的产品,也有利于仪表厂商间的公平竞争,促使整个行业的良性发展。

(4) 更高的性能。与 DCS 相比, FCS 的控制任务并不是在几个控制站中完成的, 而是将控制任务分割成许多部分, 在相关的现场仪表中并行完成, 这将会形成很强的控制能力。另外, 现场总线统一的标准使各个厂商的设备具有相同或类似的操作方式, 这样可以减少操作人员的培训费用, 降低误操作的可能性。与在 DCS 中操作人员只能获得控制子模块一级的信息相比, 在 FCS 中, 操作员更可以获得仪表及就地设备一级的信息, 并可以直接对其操作, 扩展了系统的可操作性。

(5) 更好的可维护性和扩展性。FCS 系统的简单性降低了故障的概率, 设备的自诊断能力使故障的迅速定位成为可能, 统一的标准使用户更换设备有着广泛的选择余地。而系统的更换或升级也可以灵活地根据需要进行, 最大限度地保护了用户以往的投资。

四、几种典型的现场总线

现场总线技术的研究起始于 20 世纪 80 年代, 90 年代逐步走向实用化。到目前为止国际上已经出现了多种现场总线通信协议, 包括 CAN、Lon Works、PROFIBUS、HART、FF 等。由于各大公司努力维护既得利益, 希望在竞争中保持并扩大自身的市场份额, 目前统一的现场总线技术标准尚难以确立, 多种现场总线协议共存的局面在一定时期内还要存在。下面对各主要现场总线分别予以简要介绍。

1. CAN

CAN 是控制局域网络 (Control Area Network) 的缩写, 它是由德国 Bosch 公司推出, 最早用于汽车内部测控部件间数据通信网络。现在在其他领域内也逐渐获得应用。CAN 规范已经被国际标准化组织采纳, 成为 ISO11898 标准。CAN 协议也是建立在 ISO/OSI 模型基础上的, 采用了 OSI 底层的物理层、数据链路层和最高的应用层。其信号传输介质为双绞线, 最高通信速率为 1Mbps (通信距离 40m), 最远通信距离 10km (通信速率为 5Kbps), 节点数目可达 110 个。

CAN 的信号传输采用短帧结构, 每一帧有效字节数为 8 个, 因而通信时间短, 受干扰概率低, 每帧信息均有 CRC 校验, 通信误码率极低。CAN 总线中节点在发生严重错误的情况下, 具有自动关闭总线的功能, 使这个节点与总线脱离, 不影响其他节点。

2. Lon Works

Lon Works 是局部操作网络 (Local Operating Network) 的缩写。它是由美国 Echelon 公司研制的, 于 1990 年正式公布的现场总线网络。它采用了 ISO/OSI 模型中完整的 7 层通信协议, 采用面向对象的设计方法, 通过网络变量把网络通信简化为参数设置, 其最高通信速率为 1.25Mbps (通信距离 130m), 最远通信距离 2.7km (通信速率 78Kbps), 节点数目可达 32000 个。网络通信介质可以是双绞线、同轴电缆、光纤、射频、红外或电力线等。

Lon Works 的信号传输采用可变长帧结构。每帧的有效字节数目为 0~288 个。Lon Works 采用的 Lon Talk 通信协议被封装在 Neuron 的神经元芯片中。芯片中有 3 个 8 位 CPU, 第 1 个用于实现 ISO/OSI 模型中第 1 层和第 2 层的功能, 称为媒体访问控制处理器; 第 2 个用于完成 3~6 层功能, 称之为网络处理器; 第 3 个对应于第 7 层, 称之为应用处理器。芯片中还有信息缓冲区, 以实现 CPU 间的信息传递, 并作为网络缓冲区和应用缓冲区。

3. PROFIBUS

PROFIBUS 是过程现场总线 (Process Field Bus) 的缩写, 它是德国国家标准 DIN19245 和

欧洲标准 EN50170 所规定的现场总线标准。PROFIBUS 由 3 个兼容部分组成, 即 PROFIBUS - DP、PROFIBUS - PA、PROFIBUS - FMS。其中 PROFIBUS - DP 是一种高速低成本的通信系统。它按照 ISO/OSI 参考模型定义了物理层、数据链路层和用户接口; PROFIBUS - PA 专为过程自动化设计, 可使变送器和执行器连接在一根总线上, 并提供本质安全和总线供电特性。PROFIBUS - PA 采用扩展的 PROFIBUS - DP 协议, 另外还有现场设备描述的 PA 行规; PROFIBUS - FMS 根据 ISO/OSI 参考模型定义了物理层、数据链路层和应用层, 其中应用层包含了现场总线报文规范 FMS (Fieldbus Message Specification) 和低层接口 LLI (Lower Layer Interface), 最高通信速率 12Mbps (通信距离 100m), 最大通信距离 1.2km (通信速率 9.6Kbps), 如果采用中继器可延长至 10km, 其传输介质可以是双绞线或光缆。每个网络可挂 32 个节点, 带中继器最多可挂 127 个节点。

PROFIBUS 采用可变长帧结构, 定长帧一般为 8 字节, 可变长帧每帧有效字节数为 1 ~ 244 个。近年来, 多家公司联合开发 PROFIBUS 通信系统专用集成电路芯片, 目前已能将 PROFIBUS - DP 协议全部集成在一块芯片中。

4. HART

HART 是可寻址远程传感器数据通路 (Highway Addressable Remote Transducer) 的缩写。最早由 Rosemount 公司开发, 得到 80 多家仪表公司的支持, 并于 1993 年成立了 HART 通信基金会。HART 协议参考了 ISO/OSI 参考模型的物理层、数据链路层和应用层。主要特点是采用了基于 Bell202 通信标准的频移键控 FSK 技术, 在现有的 4 ~ 20mA 的模拟信号上叠加 FSK 数字信号, 通信速率为 1200bps, 单台设备最大通信距离为 3km, 多台设备的最大通信距离 1.5km, 通信介质采用双绞线, 最大节点数目为 15 个。

HART 采用可变长帧结构, 每帧最长 25 个字节, 寻址范围为 0 ~ 15。当地址为 0 时, 处于与 4 ~ 20mA 兼容的数字通信状态; 当地址为 1 ~ 15 时, 处于全数字通信状态。HART 协议用户层规定了三类命令: 第一类是通用命令、适用于遵循 HART 协议的所有产品; 第二类为普通命令, 适用于遵循 HART 协议的大多数产品; 第三类为特殊命令, 适用于遵循 HART 协议的特殊设备。另外 HART 还为用户提供了设备描述语言 DDL (Device Description Language)。

5. FF

在众多的现场总线中, 基金会现场总线 FF 总线是目前最具发展前景、最具竞争力的现场总线之一, 它的前身是以 Fisher - Rosemount 公司为首联合 80 家公司制定的 ISP 协议和以 Honeywell 公司为首联合欧洲 150 家公司制定的 WorldFIP 协议, 两大集团于 1994 年合并, 成立现场总线基金会, 致力与开发统一的现场总线标准。FF 目前拥有 120 多个成员, 这包括世界上最主要的自动化设备供应商: AB、ABB、Foxboro、Honeywell、Smar、Fuji、Electric 等。

FF 的通信模型以 ISO/OSI 开放系统模型为基础, 采用了其中的物理层、数据链路层、应用层, 并在其上增加了用户层, 各厂家的产品在用户层的基础上实现。FF 总线采用的是令牌总线通信方式, 可分为周期通信和非周期通信。FF 系统拓扑结构见图 2。FF 目前有高速和低速两种通信速率, 其中低速总线协议 H1 已于 1996 年发表, 现在已应用于工作现场, 高速协议原定为 H2 协议, 但目前 H2 被 Ethernet (以太网) 取代。H1 的传输速率为 31.25Kbps, 传输距离可达 1.9km, 可采用中继器延长传输距离, 并可支持总线供电, 支持本质安全防爆环境; Ethernet 目前的通信速率为 10Mbps, 更高速的以太网 HSE, 通信速率为 100Mbps 或 1Gbps。FF 可采用总线型、树型、菊花链等网络拓扑, 最大通信距离 1.9km, 如果加中继器可