

现场总线 技术 论文选

FIELD BUS

FIELD BUS

FIELD BUS

大众工控

台湾大众电脑集团新众电脑
有限公司提供以下产品:

19寸工业用电脑及机箱

强固型军规电脑

全系列CPU CARDS

全系列I/O卡

工业监视器及工业用辅件

多媒体产品及显示器



北京办事处: 01002563177-338 FAX: 6549186

上海办事处: 0216180607 FAX: 6801781

深圳办事处: 0755331000 FAX: 333119

前 言

随着工农业的发展，大规模连续生产作业满足市场，市场对产品、商品的要求是高质量、低价格、批量品质一致性。生产商之间的竞争，客户对商品品质要求，导致了技术不断进步，产品不断更新。

电力、石化、化工、冶金等行业的大发展，国外承包商带有现场总线技术的成套设备涌入了以上这些行业，海外学子归国也带进现场总线技术，加之国内仪器仪表行业的渴求，使得现场总线技术在国内，有了一个大发展的良机。

这本论文选就是符合各行各业要求编辑的，它汇集了 HART、CANBUS、LONWORKS、PROFIBUS、FF 等现场总线的文章 80 多篇，反映了近几年来，我国各界人士对现场总线技术的关心。

对于生产一次仪表、二次仪表、各种变换器、各种阀门、各种执行机构、PLC、DCS、工业控制集成商，这本论文选均有一定的参考价值。同时也是机械、电力、石化、冶金、航空航天、铁路交通、汽车制造、智能楼宇、轻工造纸、酿造、制药等行业的工程技术人员的参考书。对于大专院校的相关科系的师生也有一定的参考价值。

由于论文选编辑仓促，请读者多提宝贵意见。

本文选为 '97 年现场总线技术研讨会资料。

编者
1997 年 9 月

目 录

综 述

- 现场总线一席谈····· 蔡希林 (1)
- 同技术主管人员谈现场总线····· 蔡希林 (6)
- 现场总线控制系统····· 王锦标 (10)
- 现场总线概论····· 李万周等 (21)
- 现场总线进展状况····· 袁月琴 (25)
- 现场总线技术与仪表行业····· 蔡希林 (28)
- 变电站综合自动化系统的一种方案····· 蔡希林 (30)
- 现场总线网络控制系统与领域自动化····· 赵海 (35)
- 关于现场总线的几个问题和系统实践····· 斯可克 (41)
- 变电站综合自动化系统的结构和通信····· 袁季修 (46)
- 现场总线的真实承诺····· John Berra(50)
- 智能化、集成化、协调化—工业控制与自动化发展动向····· 涂序彦等 (55)
- 九五期间现场总线及其开放自动化系统规划要点和发展方针····· 陈铁君 (60)
- 基于现场结构的新概念····· 费希尔·罗斯蒙特 (64)

CANBUS

- 新一代过程控制体系结构的研究····· 王凤宇等 (67)
- 一种新型单片微机局部网—CAN····· 涂时亮 (71)
- 一种崭新的现场测控网络 CAN····· 金家峰 (81)
- MC68HC05X4 的 CAN 控制模块····· (90)
- CAN 总线在机械制造中的应用····· 廖强等 (96)
- 现场总线的通信结构····· 金家峰 (101)
- MCS-51 单片机控制网与 LAB 实现资源共享····· 胡锦涛等 (106)
- CAN 总线管理与开发系统的设计与实现····· 张秀宇等 (110)
- 汽车电子·CAN·嵌入式奔腾····· (113)

LONWORKS

- LONWORKS 网络—一种功能全的测控网络····· 赵鉴方等 (115)
- LONWORKS 网络技术与现场总线····· 鄂立福等 (123)
- LONWORKS 技术在橡胶工业中的应用····· 侯全新 (128)
- 智能查表管理系统····· 寿大云等 (131)
- LONWORKS 网络型单片机及其网络元件····· 潘军 (135)
- 现场总线—LONWORKS····· 陈懿等 (137)
- 基于新型控制网络的消防报警系统的开发····· 李万周等 (142)
- LONWORKS 网络的新技术····· 李万周等 (145)
- LONWORKS 控制网络技术····· 张予东 (148)

工业场总线 LON 概述	黄忠方等 (153)
局部操作网络 (LON) 及 FlexMet 系统的神经元功能模块	卞正岗 (157)
智能建筑自动化控制系统的发展动向	胡崇岳等 (162)
两种现场总线的比较	陈和平等 (166)
关于现场总线	王希之 (169)
关于总线式智能传感器的研究	陆阳等 (172)

FF

现场总线基金会及现场总线网络标准	张广川 (176)
现场总线技术标准及发展	伊红卫 (181)
基金会现场总线综述	斯可克 (185)
基金会现场总线体系结构	陈小枫 (189)
现场总线系统的设计与应用	陈和 (195)
AMS 设备管理系统简介—智能化现场设备管理新概念	王凯 (201)
浅谈现场总线特点及应用	魏英民 (206)

HART

HART 协议及其在智能变送器的应用	周樟华等 (212)
基于 HART 协议的智能温度变送器的开发与应用	周樟华等 (217)
HART 通信多站监控仪 HM301 及其应用	李喜刚 (223)

PROFIBUS

profibus 浅析	杨昌琨 (228)
过程自动化现场总线 PROFIBUS 概述	皮尔·科贝斯等 (241)
过程现场总线 PROFIBUS	(244)
开放化系统及其在 PROFIBUS 中的实现	李晓清 (253)
PROFIBUS 在五强溪水电站大坝溢洪闸门集中控制工程中的应用	陈忠华 (256)

综合

工业低成本自动化的理想选择—Dupline 现场与安装总线	刘晖 (260)
二线制现场采控系统—Bitlink	(270)
BYTEBUS 智能通信处理器的设计与实现	钱晓东等 (272)
西门子 L2 网络及应用	陶维青 (276)
现场总线技术	罗安 (280)
现场总线与楼宇自动化	窦晖 (283)
实现全双工异步串行通信的 LON 节点	杨育红等 (286)
Modbus Plus 网及其应用	于恒春等 (289)
多协议现场通信技术及其在工程中的应用	刘文等 (294)
模块化分布式控制系统在供热系统中的应用	雷国江等 (299)
可编程控制器的标准化编程—简介 IEC1131-3 标准	斯可克 (303)

实现 FA 之网络通讯技术研究	· · · · ·	牟连佳 (306)
HS2000 分布式控制系统的技术特点和体系结构	· · · · ·	王常力 (311)
几种先进的现场通讯总线系统	· · · · ·	金雄治 (319)
具有现场总线的过程控制及数据采集系统—SIPAOS 2000 系统功能和软件设计		(322)
过程工业综合自动化的单元技术进展	· · · · ·	刘宝义 (326)
仪表防雷设计初探	· · · · ·	李建国 (332)
紧急停车联锁系统的可靠性设计	· · · · ·	王子平 (337)
分布式系统局域网络技术在大钢生产过程控制中的应用	· · · · ·	吕晓云 (345)
钢铁工业低成本 CIMS 的构成和发	· · · · ·	陈振宇 (351)
浅谈 DCS 网络结构与通讯的设计	· · · · ·	王子平 (356)
仪表应用中的抗干扰措施	· · · · ·	张枫屏等 (362)
火电厂热工自动化的发展、现状及前景	· · · · ·	李子连 (365)
一种新型的电力线数据通信系统	· · · · ·	汪邦忠 (376)
高性能价格比隔离放大器 ISO122	· · · · ·	李传映 (379)
用子串行通信的红外传输系统的设计	· · · · ·	唐文运 (383)
微机控制系统传输线的设计考虑	· · · · ·	张挥东 (387)
PARAGON TNT —一种工业现场 32 位客户 / 服务器体系的组态软件	· ·	李勇 (389)
先进通用的工控软件—ONSPEC	· · · · ·	付印凤 (392)
工业控制组态软件 Easy Control 新特色及其设计	· · · · ·	伊红卫 (396)
研华工业控制组态软件 Genie	· · · · ·	沃健 (399)
新型自动控制软件集成系统—FACTORY LINK	· · · · ·	余晨阳 (402)
在 GENIE 中使用 DDE 技术形成选煤厂集中监测与调度管理系统	· · · ·	藏梦 (405)

1 PROFIBUS — M1 主站转接器	5900
2 PROFIBUS — PC 主站 PC 适配卡	3700
3 PROFIBUS — R1 中继器	6500
4 PROFIBUS — DIDO16 通用输入输出板	980
5 PROFIBUS — RS232 转接板	1100
6 PROFIBUS — RS232 转接板	1300
7 PROFIBUS — DI 16 路开关量输入转换器	1200
8 PROFIBUS — DO 16 路开关量输出转换器	1200
9 PROFIBUS — AD 8 通道 A/D 转换器	1300
10 PROFIBUS — TR1 单路热电阻转换器	1300
11 PROFIBUS — TR2 双路热电阻转换器	1400
12 PROFIBUS — TC1 单路热电偶转换器	1500
13 PROFIBUS — TC2 双路热电偶转换器	1700
14 PROFIBUS — DA1 单路 D/A 转换器	1300
15 PROFIBUS — DA2 双路 D/A 转换器	1400

北京金万源科贸公司 地址: 北京大学蔚秀园 邮编: 100871
 电话: (010)62758115(FAX) 联系人: 刘春明

现场总线一席谈

本文为各级技术主管人员而写

北京 2735 信箱现场总线实验室 (100080) 蔡希林

一 什么是现场总线?

现场总线是用于现场仪表与控制系统和控制室之间的一种全分散、全数字化、智能、双向、互联、多变量、多点、多站的通信系统。可靠性高、稳定性好、抗干扰能力强、通信速率快,系统安全符合环境护保要求,造价低廉,维护成本低是现场总线的特点。

IEC/ISA SP-50 是国际现场总线规范,而且是工控界的巨人 Honeywell 等公司共同开发。预计到 96 年至 97 年推出 SP-50 规范的产品。

美国 Smar 公司已经推出 SP-50 规范的现场总线 (FIELDBUS) 产品,主要应用于过程控制领域,并且在中国大陆有了用户。在石化领域内比较适合。Smar 产品包括压力变送器、温度变送器、SP-50 规范的 PCI 总线的接口卡及在现场编程的便携 PC 的 FIELDBUS 接口卡,与之配套的实时 MMI 图形组态软件,供用户选用。简而言之, Smar 的变送器已经具有现场总线的功能接口。

相互可操作系统项目 ISP 则是由 Fisher Rosemount、西门子、横河公司推出的现场总线 (Fieldbus)。

美国 Echelon 公司推出了局部操作网络技术 LONWORKS 现场总线,得到了如 IBM、AB 等大公司的响应。

德国 Bosch 公司推出了 Controller Area Network(CAN) 控制器局域网现场总线。

工控界的诸多权威人士预言,二十一世纪是现场总线的世纪,将出现不同公司新推出的现场仪表和 DCS 均可在同一个现场总线网络内连接,这将大大地方便最终用户。

二 LON

1. 简述:

LON(Local Operating Network) 是美国 Echelon 公司于 93 年推出的局部操作网络技术。

LON 包含有开发工具、控制模板和 IC 芯片 NEVRON 神经元,从而组成智能节点,并将这些节点应用到 LON 控制网络中。

LON 设计成本低,具有通讯及操作性能的产品,以灵活多样的方式应用到楼宇控制、工厂自动化、家庭住宅、以及机械设备中。

LON 将智能设备,如传感器、执行器以标准通信协议,在多种通信媒体(双绞线、电力线等)中联网。特别是它能使信息在电力线中可靠地传输(电力隔离器要可靠)。

2. LON 的技术性能:

a、网络结构简单,不需要专用中央处理机和服务器。

b、安装方便,不需要铺设专门网络电缆,可利用普通电源线,普通双绞线,载波或无线电波传输网络信息。

- c、采用扩频技术，抗干扰能力强。
- d、网络采用总线结构，具有标准通讯协议，系统扩展方便，组态灵活。
- e、LON可制造多种模板，可与各种接口连接，并能直接接收和转换各种传感器的开关量、数字量和模拟量等信息，适应于各种自动检测、管理与控制系统。
- f、LON软件丰富、可编程性好，并配有功能强大的开发系统，能大大缩短研制和开发周期。
- g、专用开发系统，价格较高。

3. LON 与 LAN 之间的主要区别

- a、LAN主要用于局部区域内计算机系统之间的相互通讯。LON主要用于小范围内各种仪器(传感器)、仪表、设备之间相互通讯。
- b、LAN需要一套中央处理机和服务器控制来管理整个局域网络；LON无需中央处理机和服务器即可实现各结点之间相互通讯。
- c、LAN传输信息速率高，适合大数据量的传输(如文件、图像等数据信息)；LON传输信息速率低，适于数据量较小的检测信息、状态信息和控制信息的传输。
- d、LAN结构复杂，需专用网络电缆，成本高；LON构成简单，可利用电源线、载波或双绞线传输信息，故成本低，十分适合于各类大、中、小型自动检测和控制系统组网。

4. NEURON 神经元芯片。

NEURON芯片是LONworks节点的心脏。它的一个显著特点是既能管理通讯，同时又具有I/O和控制等功能。

芯片内部有3个8位CPU，即MACprocessor(媒体访问控制处理器)；NETworkprocessor(网络处理器)和APPLICATIONprocessor(应用处理器)。其中，前两个管理通信，后一个留给用户开发程序。

NEURON芯片有两种型号NEURON3150和NEURON3120。其中3120适于比较简单的场合，应用程序小于2K，而3150适于比较复杂的场合，应用程序大于2K。

NEURON芯片另一个显著特点就是芯片内附有固件，3120的固件在本身的10K ROM中(3150固件在外接ROM中)，该固件实现LONTALK(局部操作通信协议)和所有任务调度。LONTALK具有完整的7层协议，可使简短的控制信息在各种媒体之间非常可靠地传输。

三 CAN

1. 简述:

CAN(Controller Area Network)控制局域网是一种具有很高可靠性，支持分布式控制、实时控制的串行通信网络，最初由德国Bosch公司推出，应用于汽车中。

CAN应用范围很广，从高速网络到低成本的多任务网络的自动化领域。CAN的速率可到1Mbit/s。CAN的信号传输介质为双绞线，具有现场总线的特点。

2. CAN的技术特性:

- a、CAN总线插卡可任意插在PC、XT、AT兼容机上，方便地构成分布式监控系统。
- b、CAN总线规范2.0PART A.ISO1188。
- c、CAN可以多主方式工作，网络上任意一个节点均可以在任意时刻主动地向网络上其它节点发送信息，而不分主从，通讯方式灵活，利用这一特点也可方便地构成(容错)多机备份系统。

- d、CANBUS 网络上节点可分成不同的优先级,可以满足不同的实时要求。
- e、CAN 采用非破坏性总线仲裁技术,当两个节点同时向网络上发送信息时,优先级低的节点主动停止数据发送,而优先级高的节点可不受影响地继续传输数据,有效避免了总线冲突。
- f、CAN 可以点对点,一对多点(成组)及全局广播几种方式传送和接收数据。
- g、CANBUS 直接通讯距离最远可达 10km/5Kbps,通讯速率最高可达 1Mbps/40m。
- h、CANBUS 上节点数理论值为 2000 个,实际可达 110 个。
- i、CAN 采用短帧结构,每一帧的有效字节数为 8 个,这样短的传输时间,受干扰的概率低,重新发送时间短。
- j、CAN 每帧信息都有 CRC 校验及其他检错措施,保证了数据的出错率极低。
- k、通讯介质采用廉价的双绞线,无特殊要求。
- l、CAN 节点在错误严重的情况下,具有自动关闭总线的功能,切断它与总线的联系,以使总线上其它操作不受影响。
- m、NRZ 编码/解码方式,并采用位填充(插入)技术。
- n、用户接口简单,编程方便,很容易构成用户系统。
- o、开发系统廉价,OEM 用户容易操作。INTEL,PHILIPS 等芯片厂商均生产具有 CAN 接口的 80C51 芯片。

故而 CANBUS 是符合中国国情的一种现场总线。

3. CANBUS 与 BITBUS 的比较

CANBUS 与 BITBUS 同属于总线式通讯网络,但二者却有着本质的区别。

- a、BITBUS 为主从式结构,网络上只能有一个主节点,其余均为从节点。其潜在危害是无法构成多主结构或冗余(容错)的系统,一旦主节点出现故障,整个系统将瘫痪,而 CANBUS 正相反。
- b、BITBUS 数据通讯方式为命令响应型,网络上任一次数据传输都是由主节点发出命令开始,从节点接到命令后,以响应的方式传给主节点,这一特点使得网络上的数据传输效率大大降低,而且使主节点控制器非常繁忙。同时下端出现异常时,数据不能立即上传,必须等待主节点下发命令,灵活性极差,在许多实时性要求较高的场合,这是致命的弱点,有可能造成重大事故。

而 CANBUS 正相反。

- c、BITBUS 与 PC 机之间存在着数据交换的瓶颈现象。尽管 BITBUS 本身的数据传输率很高,可达 2.4MBPS,但由于 PC 上的接口板 PCX344 板与 PC 总线之间的数据交换速率实际上很低,而产生了严重的瓶颈现象,大大影响了数据交换的速度。

而 CANBUS 接口板可以避免上述缺点。

- d、BITBUS 物理层采用的是较陈旧的 RS422/485 规范,链路层 SDLC 协议,总体来讲效率较低,灵活性差,尤其是错误处理能力不强。

而 CANBUS 链路包括逻辑链控制子层和媒体访问控制子层,总线规范 2.0PARTA,节点数据传输有优先级,每帧信息都有 CRC 校验及其它检错措施,大大优于 BITBUS。

结论为使用 BITBUS 的用户,应该升级使用 CANBUS。

4. CANBUS 芯片。

许多公司生产了多种 CANBUS 芯片,其中有智能 CAN 芯片,也有非智能 CAN 控制器、收发器。

- a、MOTOROLA 公司生产了 MC68HC05X4 是在 68HC05 微控制器上加入了 CAN 模块,也称

为MCAN。

b、PHILIPS公司生产了P8XC592微控制器上集成了CAN控制器取代了原来的I²C串行口。

PHILIPS还生产82C200独立CAN控制器、82C150即CAN串行链接I/O(SLIO)器件、82C250 CAN收发器、P8XCE598带有集成CAN接口的电磁兼容微控制器。

c、INTEL公司生产了82527独立CAN控制器，它可通过并行总线与各种微控制器(INTEL、MOTOROLA产)连接，也可通过串口(SPI)与无并行总线微控制器如M68HC05连接。

四 控制管理一体化的结构体系：

1. 工厂企业控制管理一体化 (CMIS)

从80年代开始使用一种递阶分层的结构，其结构框图如图1所示。

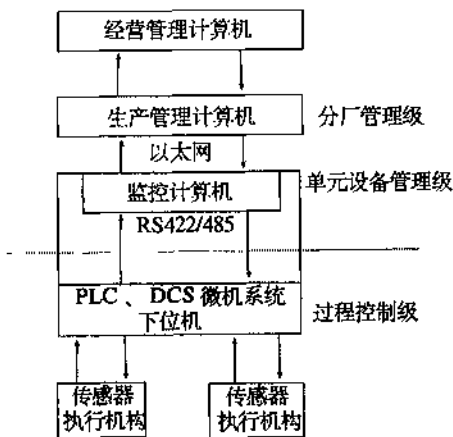


图1 递阶分层结构

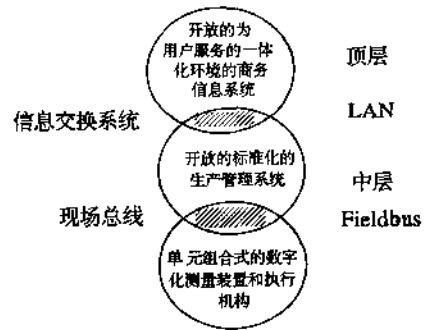


图2

这是三层网络结构，在实际使用中普遍感到有下列问题：

①决策只能在最高层，对于下层很少授权，因此下层设备的主动性发挥不够，在高层设备出故障时，下层设备只能维持现状；

②整个体系必须协调工作，但彼此的目标利益经常是冲突的；

③下层间的相互信息流通量是很微弱的。

因此，体系上希望改为展开式的结构。相应的问题改为：

①决策自上而下地推动起来，有充分的授权，使下层有灵活性，这方面的理论有主从决策，鼓励性决策等方法，可在各层计算机上实现；

②各部门间有相容的、相互支持的群体目标，可考虑不同部门间有交叉的功能性的组织。这些原则的实现可以在各层计算机的调度方法中安排进去；

③各层间要改善相互间的通信联系。

2. 新的结构体系—现场总线与局域网的联接。

新的体系是两层网络结构，最底层是现场测量设备和执行机构（包括DCS、PLC及I/O设备），它们汇集的总线是现场总线。各个现场测量设备和执行机构都有自己的CPU，输出的是串行数字码，而不是0~5V或4~20mA的模拟量。再也不是传统的数字化表，而是单元组合式数字

化仪表系统，它们的数字量输出接到现场总线上。连接在现场总线上的设备间可以相互通信，所以同层间的相互通信大大加强了。控制器的概念与传统也是不同的，常规控制可设在测量设备或执行机构内，实际上没有“控制器”了。而高级控制规律和监控功能仍然可以储存在监控计算机内，挂在现场总线上，供所有挂在现场总线上的设备使用。生产管理计算机同时挂在现场总线与以太网上。一方面负责下层（现场）生产管理，另一方面与顶层的商务管理的计算机相连进行信息交换，如图 2、图 3 所示。

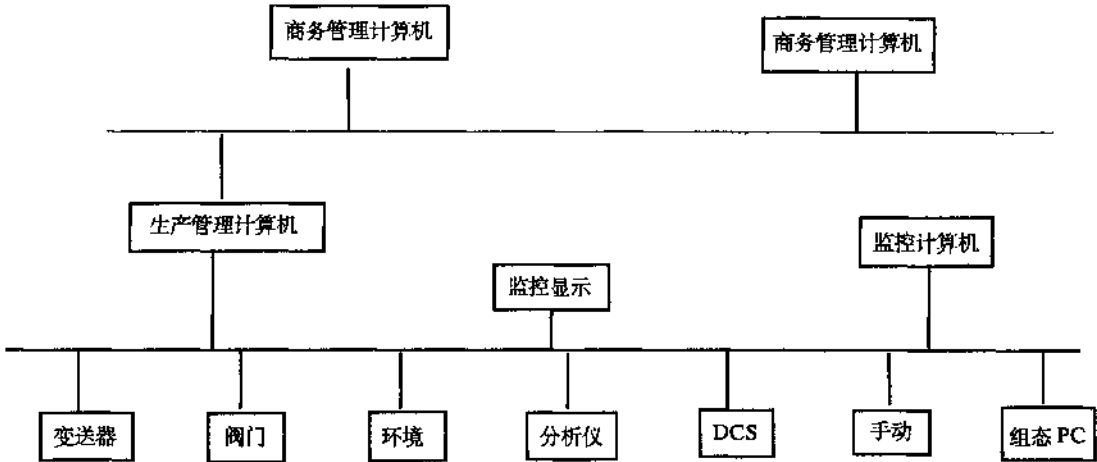


图 3

图 2 表明中层是生产管理层系统，顶层是商务管理系统，下层是生产系统，也就是单元组合式的数字化测量装置和执行机构，形成三层结构、两层网络的标准化的控管一体化结构体系。控制与管理相互渗透，不能分清界限而是相互沟通，这了是综合自动化。世界上众多工控巨人如 honeywell, Fisher-Rosemount 等大公司均在 1986 年左右提出这一个新的结构体系。

结束语

从以上可以看出各种现场总线有自身的优缺点。目前在市场上已经有 CANBUS 的 PC 机 ISA 接口板产品出售，用户可使用 80C51 单片机的开发器（仿真器）来进行产品开发。读者可以根据项目的特点，来选择适合的现场总线完成所承担的任务。

同技术主管人员谈现场总线

The Shurveying of Fieldbus

(100080 北京 2735 信箱) 蔡希林

摘要 本文介绍了现场总线的发展及技术概况。

关键词 现场总线 FF CANBUS LONWORKS PROFIBUS。

Abstract: The status, development and the profile of foundation technology of Fieldbus.

Keywords: Fieldbus FF CANBUS LONWORKS PROFIBUS

96年10月11日至13日在北京召开了现场总线技术研讨会，这次会涉及了分布式控制系统DCS，同时也介绍了现场控制系统FCS。

现场总线技术是计算机、通信、控制三种技术的集成，从控制室发展到工艺设备现场的技术结果。而国际（世界）现场总线基金会现场总线技术FF，特别强调的是“互联”。基金会现场总线标准选用了国际标准化组织ISO的开放系统互联OSI模型。故而，现场总线是用于现场仪表与控制系统与控制室之间的全分散、全数字化、智能、双向、多变量、多点、多站、互联的通信系统。

FF(Fieldbus Foundation)现场总线基金会分低速 H_1 总线和 H_2 高速总线。

低速 H_1 总线，速率31.25Kbps，距离1900m，可挂2~32台设备，本安或总线供电时则为2~6台设备；波形15~20mA_{p-p}曼彻斯特编码方式，双绞线传输。

高速 H_2 总线：速率1Mbps,2.5Mbps，距离750m;500m 总线供电非本安可挂2~12台设备。

H_1 标准适用于过程控制， H_2 标准适用于先进制造技术。96年10月7日在美国芝加哥的展览会上，FF组织展示并表演了，已经通过 α 试验和 β 试验的，集中了几十家变送器、阀门、执行器互联的样机，样机主体是费希尔·罗斯蒙特公司即FF主席单位所制造。十多年来，欧洲、北美的一些公司推出了许多种不同行业用途的现场总线。例如CANBUS、LONWORKS、PROFIBUS、HART、Dupline等等。这些现场总线都有各自的用户，各自的市场。不同的用户可以根据自己的要求，选用适合的现场总线种类。

对现场总线而言，统一是相对的，发展是绝对的。

— DCS与FCS

80年代发展起来的DCS分布式控制系统，它的结构模式为：“操作站—控制站—现场总仪表，即三层结构方式。包括：Honeywell的TDC3000、YOKOGAWA的CENTUMCS和Westinghouse的WDPFI,ABB/Taylor的MOD300...等大型DCS也是如此。虽然现场仪表带微处理器成为智能化现场仪表，但是由于三层结构方式，成本较高。而且各公司的DCS有各自的标准，不能互联。

FCS现场控制系统就与传统的DCS分布式控制系统不同，它的结构模式为：“工作站现场总线智能现场仪表。”FCS用两层设备完成DCS中三层设备的功能，降低了成本，提高了可靠性，国际标准统一后，实现了真正开放式的相互连接的结构系统。

多年来，人们在DCS的框架内做了很多使系统开放的努力，最终只能取得有限的改良效果。

真正开放式互联方式, 只有 FCS 方式能够实现。

FCS 减少了 I/O 卡, 电缆平均减少到为原来的 1/3, 从而减少了控制室面积和施工成本。

无须多说, 传统的 DCS 会朝 FCS 方向发展, FCS 对未来的现场控制技术将产生革命性的影响。

二 CANBUS

CAN 是 Controller Area Net 的缩写, 即控制器局域网, 它主要用于各种过程监测及控制的一种网络。CAN 是由德国 Bosch 公司为汽车的监测、控制系统而设计的, 例如: 控制发动机点火, 注油及复杂的加速、刹车、抗锁定刹车系统等等。CAN 已被用于“奔驰”等各种汽车上。由于 CAN 卓越的特性及极高的可靠性, 故而非常适合工业过程监控设备互连。CAN 已经成为一种国际标准 (ISO-11898), CANBUS 总线规范为 2。0PART A, PARTB。

CAN 的速率可到 1Mbit/s, CAN 的信号传输介质为双绞线具有现场总线的特点。

目前在国内的电力、石化、冶金、航天、空调等不行业均有应用。用 CANBUS 做工程最大的特点, 就是启动成本低。

下面介绍一下 CAN 的技术特点:

- a CANBUS 接口芯片支持 8 位、16 位 CPU, 可做成 ISA 与 PCI 总线的插卡可任意插在 PC、XT、AT 兼容机上, 也可置于温度、压力、流量等物理量的变送器中, 构成智能化仪表。
- b CANBUS 国际标准 ISO-11898, CANBUS 规范为 2。0PART A, PARTB。
- c CAN 可以多主方式工作, 网络上任意一个节点均可以在任意时刻, 主动地向网络上其他节点发送信息, 而不分主从, 通讯方式灵活。利用这一特点, 也可方便地构成 (容错) 多机备份系统。
- d CAN 网络上节点, 可分成不同的优先级, 可以满足不同的实时要求。
- e CAN 采用非破坏性总线仲裁技术, 当两个节点同时向网络上传送信息时, 优先级低的节点主动停止数据发送, 而优先级高的节点可受影响地继续传输数据, 有效避免了总线冲突。
- f CAN 可以点对点、一点对多点、及全局广播几种方式传送和接收数据。
- g CAN 直接通讯距离最远可达 10KM/5Kbps, 通讯速率最高可达 1Mbps/40m。
- h CANBUS 上节点数据论值为 2000 个, 实际可达 110 个。
- i CAN 采用短帧结构, 每一帧的有效字节数为 8 个。这样短的传输时间, 受干扰的概率低, 重新发送时间短。
- j 通讯介质采用廉价的双绞线, 无特殊要求。
- k 用户接口简单, 编程方便, 很容易构成用户系统。
- l CAN 节点在错误严重的情况下, 具有自动关闭总线的功能, 切断它与总线的联系, 以使总线上其他操作不受影响。
- m CAN 每帧信息都有 CRC 校验及其他检错措施, 保证了数据的出错率极低。
- n 开发系统廉价, OEM 用户容易操作。INTEL、PHILIPS 等芯片厂商均生产具有 CAN 接口 80C51 芯片。

三 LONWORKS

LON 是 Local Operating Network 的缩写, LONWORKS 为美国 Echelon 公司推出。LONWORKS 是一种全面的测控网络, 对于工厂及车间的环境、安全、保卫、报警过程、动力分配、给水控制、库房或材料管理等等, 若用一个测控网络连接起来, 则 LONWORKS 是一

种良好的选择。

LONWORKS 的技术特点:

- a 开放性;网络协议开放,对任何用户平等。
- b 通讯介质开放;可在任何通信介质下通信,包括双绞线、电力线、光纤、同轴电缆、射频电缆、红外线等,并且多种介质可以在同一网络中混合使用。
- c 互操作性, LONWORKS 通讯协议 LONTalk 是符合国际标准化组织 (ISO) 定义的开放系统互连 (OSI) 模型。任何制造商的产品都可以实现互操作。
- d LONWORKS 网络通讯采用了“网络变量”,使网络通讯的设计简化成为参数设置,增加了通信的可靠性。
- e 通信的每帧有效字节数,可从 0 到 228 个字节。
- f 通信速度可达 1.25Mbit/s 此时有效距离为 130m。
- g LONWORKS 技术的一个测控网络上的节点数,可达 32000 个。
- h LONWORKS 直接通信距离长达 2700m(双绞线, 78Kbit/s)。
- i LONWORKS 技术基本元件—Neuron 芯片中有 3 个 8 位 CPU 第 1 个 CPU 为介质访问控制处理器,处理 LONTalk 协议第 1 和第 2 层。第 2 个 CPU 为网络处理器,它实现 LONTalk 协议的第 3 层到第 6 层。第 3 个 CPU 是应用处理器,它执行由用户编的代码及用户的代码新调用的操作系统。神经元 Neuron 芯片的编程语言为 Neuron C。它是从 ANSIC 中派生出来的,并对 ANSIC 进行了删、补。MOTOROLA 将生产具有 LON 功能的性能强大的 68HC360 芯片。
- j Neuron 芯片具备通信与控制功能,并且固化了 ISO/OSI 的全部 7 层协议,以及 34 种常见的 I/O 控制对象。

LONWORKS 目前在国内应用最多的领域是电力行业。北京四方公司利用 LONWORKS 技术制造的变电站综合自动化系统,装备了几十个变电站,在楼宇自动化领域, LONWORKS 也是主要的市场。许多从事工控的公司看好 LONWORKS 技术。

四 PROFIBUS PA

过程自动化专用的现场总线—PROFIBUS PA (process automation) 为 1994 年由 PROFIBUS PNO 用户组织推出,引用了国际电工委员会 IEC 标准的物理链路层 (ISO/OSI 模型的第一层),从而可以在有爆炸危险区域内连接本质安全型,的现场仪表。

PROFIBUS PA 具备现场总线的一切特征,早在 1989 年由德国联邦科技部制定的 Process Field Bus—PROFIBUS,1991 年 4 月在 DIN 19245 中发表了 PROFIBUS 的标准,已经符合现场总线规范。

PROFIBUS PA 由许多具体的功能模块构成,在不同的场合,需要使用 PROFIBUS 的不同模块,比如电力、化工、冶金等等没环境,有着不同的安全性能要求,虽然,它们可以使用同一个模型,但是对模块等级的要求是不同的。

模块通过 PROFIBUS 标准严格地定义接口,它可以使用各种数据传输技术。在一个确定的应用中,模块的标定是按照应用规范 PROFILE 完成,在应用规范中,应当写明其硬件和软件的工作性能。规范设备功能与 PROFIBUS 通信功能的一致性。对用户来讲,重要的是应用规范。

在德国如西门子和欧洲、北美许多自动控制设备的生产厂商推出了 PROFIBUS 的产品,开放式通信是一切综合工程项目的基石,比如在'96 现场总线技术研讨会上,有的代表拿着国外的标书,指明工程项目要用 PROFIBUS 技术。

五 FF

现场总线基金会 FF(Fieldbus Foundation) 有 120 多个成员口乎复盖了世界上著名的 DCS 与 PLC 的厂商。我国的冶金部自动化院在 95 年 4 月加入了 FF, 北京华控技术有限责任公司于 96 年 4 月加入 FF。

现场总线功能可以从自控系统最层的简单传感器和执行器开始, 直到单机自动化, 系统自动化, 并在上层与以太网功能相交叉。

FF 的宗旨是促进产生一个单一的国际现场总线标准。它是一个非盈利性, 非商业化的学术和标准化组织。它组织相关技术的发展, 标准制定、试验工作、信息的扩散和发布以及人员的培训教育等。

FF 的 H_1 低速总线已在 96 年 1 季度最终成套。 H_2 高速总线在 96 年 4 季度最终成套。 FF 标准选用了国际标准化组织 ISO 的开放系统互联 OSI 模型, 并对之进行了改造。 其中物理层和链路层套用了 IEC/ISA 标准, 标准号是 IEC 1158-2。

目前, 已有 6 家公司生产出 H_1 低速总线的专用芯片 (ASIC), 并出售。 它们是: Smar、YOKOGAWA、Shipstar、Borst、Automation、Fuji、VLSI。

FF 的用户层是现场总线标准在 OSI 模型之外增加一层, 是使该标准超过一项通信标准, 成为一项系统标准的关键, 也是使现场总线控制系统开放与可互操作性关系。 用户层规定了标准的“功能模块”供用户组态成为系统。事实上, 不同厂商实现功能块功能的程序, 可能完全不同, 但要求对功能块的特性描述, 参数设定及相互联结的方法, 是公开统一的。即对分布在各现场设备中的分布式数据库要有一个统一、公开的管理规则。

为了支持功能块模型的标准化, FF 定义了 2 人工具: 对象字典 (Object Dictionary, OD) 和设备描述语言 (Device Description Language, DDL)。 OD 是一个“基本方案”的工具, 用于定义字典以及设备和其中功能块的目录信息。设备应用的 OD 可以由设备描述“DD”来补足, 而这些 DD 又是由 DD 语言 (DDL) 生成的。 DDL 是一种解释语言, 用于描述 AP(应用进程) 对象的行为和操作接口。故而使众多 FF 成员生产厂家生产的设备描述方法标准化, 由此, 使得与生产厂家无关的设备互操作成为可能。

FF 从自控系统的设计、安装、开车、运行和维护的整个过程中都体现了其优越性。 FF 系统结构简化, 节省了控制设备。 FF 高度分散性与现场设备的自治性, 使系统运行性能提高, 对现场设备的诊断可随时进行, 使系统可靠性大大改善。 FF 系统的开放性与互操作性, 把从多个供应商处购买部件而集成系统的权利交给用户。

现场总线的出现, 给中、小企业带来一次新的机遇, 可以集中自身的优势, 开发出与别的厂商产品, 可以互连的优秀产品进入国内外市场。

六 结束语

本文参考了众多的资料, 罗列了几种现场总线的特点。目的, 是使读者不致于对现场总线有瞎子摸象之感。您可以根据自己的实力(财力、物力、人力)和承担的工程项目, 来选择现场总线种类。

现场总线控制系统

(100084 北京清华大学自动化系) 王锦标

摘要 本文根据“96年现场总线技术研讨会”(北京怀柔)上的报告整理而成,介绍现场总线的本质含义、产生因素、产生历程、几种类型、基本设备和带来的变革,并描述了FCS及其对DCS的挑战,以及我们的对策。

关键词 FF现场总线,现场总线控制系统(FCS),现场总线基金会(FF),集散控制系统(DCS),CAN,LONWORKS,PROFIBUS,HART

现场总线(Fieldbus)是用于过程自动化和制造自动化最底层的现场设备或现场仪表互连的通信网络,是现场通信网络与控制系统的集成。

现场总线的节点是现场设备或现场仪表,如传感器、变送器、执行器和编程器等。但不是传统的单功能的现场仪表,而是具有综合功能的智能仪表,例如,温度变送器不仅具有温度信号变换和补偿功能,而且具有PID控制和运算功能;调节阀的基本功能是信号驱动和执行,另外还有输出特性补偿、自校验和自诊断功能。现场设备具有互换性和互操作性,采用总线供电,具有本质安全性。

现场总线不单单是一种通信技术,也不仅仅是用数字仪表代替模拟仪表,关键是用新一代的现场总线控制系统FCS(Fieldbus Control System)代替传统的集散控制系统DCS(Distributed Control System),实现现场通信网络与控制系统的集成。

那么FCS对DCS究竟做出了怎样的挑战和变革呢?

首先,FCS的信号传输实现了全数字化,从最底层的传感器和执行器就采用现场总线网络,逐层向上直至最高层均为通信网络互连;

第二,FCS的系统结构则是全分散式,FCS废弃了DCS的输入/输出单元和控制站,由现场设备或现场仪表取而代之,即把DCS控制站的功能化整为零,分散地分配给现场仪表,从而构成虚拟控制站,实现彻底的分散控制;

第三,FCS的现场设备具有互操作性,不同厂商的现场设备既可互连也可互换,并可以统一组态,彻底改变传统DCS控制层的封闭性和专用性;

第四,FCS的通信网络为开放式互连网络,既可与同层网络互连,也可与不同层网络互连,用户可极其方便地共享网络数据库;

第五,FCS的技术和标准实现了全开放,无专利许可要求,可供任何人使用,从总线标准、产品检验到信息发布全是公开的,面向世界任何一个制造商和用户。

上述5项挑战和变革,必将导致一个全数字化、全分散式、全开放、可互操作和开放式互连网络的新一代现场总线控制系统(FCS)的出现。DCS和FCS控制层结构分别见图1和图2。

现场总线控制系统的核心是现场总线,现场总线技术是计算机技术、通信技术和控制技术的综合与集成。它的出现将使传统的自动控制系统产生革命性变革,变革传统的信号标准、通信标准和系统标准,变革现有自动控制系统的体系结构、设计方法、安装调试方法和产品结构。

自动化领域的这场变革的深度和广度将超过历史上任何一次变革,必将开创自动控制的新纪元。为了在这场变革中不被潮流抛在后面,世界上各仪表和DCS制造厂商竭尽全力竞争引导新潮流,投入巨资开展现场总线的研究和开发。

现场总线的内容十分丰富，限于篇幅，下文仅依据“96年现场总线技术研讨会”（北京怀柔）上的报告，主要介绍现场总线的本质含义、产生因素、产生历程、几种类型，基本设备和带来的变革，以及我们的对策。

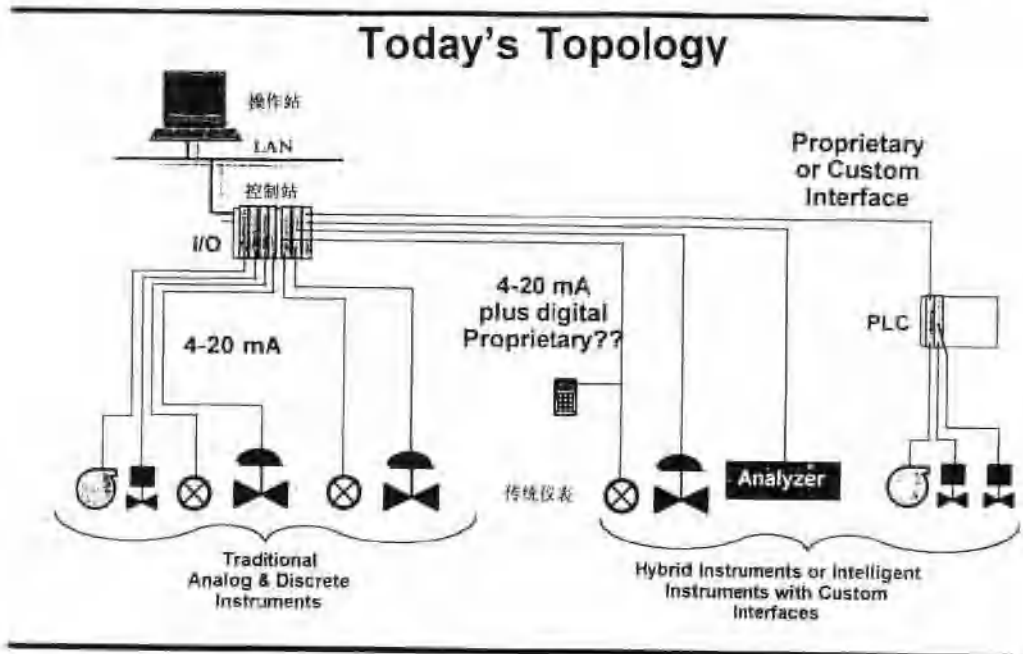


图1 传统 DCS 控制层

一 现场总线的本质含义

现场总线的重要性正被越来越多的人所重视，掀起了一股现场总线的热潮，某些厂商也推出了一些现场总线的产品。可是某些赶时髦的厂商将“现场总线”一词滥用，致使某些用户对现场总线的认识模糊。如果误认为现场总线仅仅是用数字信号传输的仪表代替模拟信号（4~20mA/DC）传输的仪表，那就无异于把个人电脑当成一台游戏机。

根据国际电工委员会 IEC (International Electrotechnical Commission) 标准和现场总线基金会 FF (Fieldbus Foundation) 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 6 个方面：

- ① 现场通信网络
- ② 现场设备互连
- ③ 互操作性
- ④ 分散功能块
- ⑤ 通信线供电
- ⑥ 开放式互连网络

1.1 现场通信网络

现场总线把通信线一直延伸到生产现场或生产设备，用于过程自动化和制造自动化的现场设备或现场仪表互连的现场通信网络。

传统 DCS 的通信网络截止于控制站或输入输出单元, 现场仪表仍然是一对一模拟信号传输, 如图 1 所示。究其原因之一是, 工业生产现场环境十分恶劣, 既有各种电磁场干扰噪声, 又有各种酸、碱、盐等腐蚀性有害物质, 还有高温、低温、高湿度和各种粉尘, 若要采用现场通信网络, 那难度太大。

现场总线必须适应这样恶劣的工业生产环境, 攻克这道难关, 从而实现全数字化通信。

1.2 现场设备互连

现场设备或现场仪表是指传感器、变送器和执行器等, 这些设备通过一对传输线互连, 传输线可以使用双绞线、同轴电缆、光纤和电源线等, 并可根据需要因地制宜地选择不同类型的传输介质。

1.3 互操作性

现场设备或现场仪表种类繁多, 没有任何一家制造商可以提供工厂所需的全部现场设备, 所以, 互相连接不同制造商的产品是不可避免的。

用户不希望为选用不同的产品而在硬件或软件上花很大气力, 而希望选用各制造商性能价格比最优的产品集成在一起, 实现“即接即用”; 用户希望对不同品牌的现场设备统一组态, 构成他所需要的控制回路; 这些就是现场总线设备互操作性的含义。

现场设备互连是基本要求, 只有实现互操作性, 用户才能自由地集成 FCS。

1.4 分散功能块

FCS 废弃了 DCS 的输入 / 输出单元和控制站, 把 DCS 控制站的功能块分散地分配给现场仪表, 从而构成虚拟控制站。

例如, 流量变送器不仅具有流量信号变换、补偿和累加输入模块, 而且有 PID 控制和运算功能块; 调节阀的基本功能是信号驱动和执行, 还内含输出特性补偿模块, 也可以有 PID 控制和运算模块, 甚至有阀门特性自校验和自诊断功能。

由于功能块分散在多台现场仪表中, 并可统一组态, 供用户灵活选用各种功能块, 构成所需控制系统, 实现彻底的分散控制, 如图 3 所示。

1.5 通信线供电

通信线供电方式允许现场仪表直接从通信线上摄取能量, 这种方式提供用于本质安全环境的低功耗现场仪表, 与其配套的还有安全栅。

众所周知, 化工、炼油等企业的生产现场有可燃性物质, 所有现场设备必须严格遵循安全防爆标准, 现场总线设备也不例外。

1.6 开放式互连网络

现场总线为开放式互连网络, 既可与同层网络互连, 也可与不同层网络互连。不同制造商的网络互连十分简便, 用户不必在硬件或软件上花多大气力。

开放式互连网络还体现在网络数据库共享, 通过网络对现场设备和功能块统一组态, 天衣无缝地把不同厂商的网络及设备融为一体, 构成统一的 FCS。

二 现场总线的产生因素

现场总线将变革传统的模拟仪表和 DCS, 有些人表示不理解, 认为模拟仪表和 DCS 技术相当成熟, 几十年形成的标准和系列已被世界公认, 一旦变革可能会吃力不讨好。为此, 有必要分析模拟仪表的缺点和现场总线的优点, 两者之比促使了现场总线的产生。现场总线的产生因素可归纳为以下 4 条: