

现场总线

说现场总线是仪器仪表和自动化领域的一次新的革命一点也不过分;研究和讨论现场总线的人已越来越多;为了不被这一潮流抛在历史的后面;我们应该去了解它,熟悉它,研究、开发和应用它。

一、现场总线的产生

三 C (计算机,通信,控制)技术的发展,微机化仪器仪表的成熟和广泛应用,彻底动摇了自六十年代至今一直占据过程控制领域的 4~20mA 信号标准的地位,并有了用现场网络的数字通信把各种各样的微机化设备集成到一起的现场总线概念。80 年代初就有国外机构提出现场总线,但研究工作进展缓慢,未形成大的影响和标准。1984 年,美国仪器仪表学会 ISA 下属的标准实施 (Standard and practice) 第 50 组。简称 ISA/SP50 开始制定现场总线标准。1992 年,国际电工委员会 IEC 批准了 SP50 物理层标准。1986 年,德国开始制定过程现场总线 (Process Field Bus) 标准,简称 Profibus。1992 年,由 Siemens、Foxboro、Rosemount、Fisher、Yokogawa (横河)、ABB 等公司成立 ISP (Interoperable System Project, 可互操作系统规划) 组织,以德国 Profibus 为基础制定现场总线标准。1993 年,成立 ISP 基金会 ISPF。其间,还有一些影响颇大的公司和机构牵头成立现场总线组织 World FIP、HCF 等。

现场总线的研究开发和总线标准的产生,存在着技术和商业利益的多种问题,各大组织和公司集团各持己见、互不相让,延误了现场总线工作的进展。在这种情况下,1994 年 ISPF 和 World FIP 握手言和,联合成立了现场总线基金会 FF (Fieldbus Foundation)。总部设在美国 Texas 州的 Austin。该基金会聚集了世界著名仪表,集散系统制造商,研究机构 and 大型用户,已有成员 120 多家,以及几十家最终用户组成的顾问委员会。

1993 年由我国仪器仪表学会等组织牵头成立 ISPF 中国分会,成为 ISPF 成员之一。1994 年 9 月在北京举办的多国仪器仪表展览会上,ISPF 和 World FIP 均应邀展示了各自的现场总线产品。我国的冶金部自动化研究院于 95 年 4 月加入 FF,北京华控技术有限公司于 96 年 4 月加入 FF。96 年 10 月在北京召开了现场总线技术研讨会。

FF 的宗旨是促进产生一个单一的国际现场总线标准,它是一个非赢利性,非商业性的学术和标准化组织,负责组织相关技术的发展、标准制定,试验工作,信息扩散和发布,以及人员的教育。FF 和 IEC 在现场总线标准技术问题上取得一致意见,大大促进了现场总线标准的制定工作。在现场总线物理层已获 IEC 批准的情况下,于 1996 年 1 季度完成了低速总线 H1 的最后工作,安装了示范系统,开始了运行考核阶段,并可提供标准化产品。高速总线 H2 也完成了部分测试试验和其它工作。

二、现场总线的原理

有人定义,用以替代现行模拟信号传输技术的数字信号传输技术(总线)就被称为现场总线。这未免太简单,很容易给人以错觉。按 IEC 和现场总线基金会的定义,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。有通信就必须有协议,从这个意义上讲,现场总线就是一个定义了硬件接口和通信协议的标准。

进一步说,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控制系统 FCS 代替传统的集散系统 DCS,实现智能仪表,通信网络和控制系统的集成。FCS 具有信号传输全数字化,系统结构全分散式,现场设备有互操作性,通信网络全互连式,技术和标准全开放式的特点。现场总线的本质原理还表现在以下 6 个方面。

- (1) 现场通信网络,实现过程和加工制造现场仪表或设备的现场数字化通信;
- (2) 现场设备互连,仅仅用一对传输线,如双绞线,同轴电缆,光纤和电源线等,将传

感器，变送器和执行器等现场仪表和设备互连起来；

(3) 互操作性，现场仪表或设备品种繁多，不可能从一家制造公司购齐，现场总线允许选用各制造商性能价格比最高的产品集成在一起，实现“即接即用”，即对不同品牌的仪表或设备互相连接，统一组态；

(4) 功能分散，将 DCS 的三级结构改革为 FCS 的二级结构，，废弃了 DCS 的输入/输出单元和控制站，将控制功能分散到现场仪表，从而构成虚拟控制站；因此现场仪表应是智能型多功能仪表；

(5) 通信线供电，对于本质安全要求的低功耗现场仪表，允许直接从通信线上摄取能源；

(6) 开放式互连，现场总线为开放式互连网络，既可与同层网络互连，也可与不同层次网络互连，共享资源，统一调度。

三、现场总线的优点

模拟仪表和 DCS 技术发展多年，已经相当成熟，几十年形成的标准和系列也已为世界公认，为什么还要对此进行变革，还要发展现场总线呢？只要看到现场总线的优点（模拟仪表和 DCS 的缺点）就能理解这一问题。现场总线的优点与现场总线的原理密切关联，有如下优点。

(1) 经济性，一对 N 结构，一对传输线，连接 N 台仪表双向传输多个信号，节省电缆费用可观，且安装简单，维护容易；

(2) 可靠性，现代数字信号传输技术抗干扰能力强，精度高；

(3) 可控性，操作员在控制室既可了解现场仪表的工作状况，也能对其进行参数调整；

(4) 综合性，现场总线仪表（简称现场仪表）具备智能和综合能力，可检测，变换，补偿，又有控制和运算功能，实现一表多用，既方便，又节省；

(5) 互换性和互操作性，打破了传统 DCS 自成体系，互相封锁的局面；

(6) 开放性，现场总线为开放互连网络，所有技术和标准全是公共的，制造商只能在其体系结构，工艺等方面保留特色，而最终在质量上取胜。

四、现场总线仪表

现场总线的节点是现场仪表或现场设备，如传感器，变送器，执行器等。但它们不是传统的单功能的现场仪表，而是有综合功能的微机化仪表。每台仪表内都有一台（或以上）微处理器，既有 CPU，内存，I/O 接口，通信接口等，还有非电量信号检测，变换，放大，处理等模拟电路，还有数据采集，控制输出等模数混合电路，具有硬、软件结合的技术优势和比传统仪表优越的性能。其综合功能可举例说明，温度变送器不仅具有温度信号变换和补偿功能，而且有 PID 调节和其它运算功能；调节阀不但能进行信号驱动和执行，还能做输出特性补偿，自校验和自诊断。用于过程自动化的基本现场仪表或设备如下：

(1) 变送器，常用温度、压力（差压）、流量、物位和分析五大类变送器，每类又有很多各品种。变送器既有检测，变换和补偿功能又有 PID 控制和运算功能；

(2) 执行器，常用电动、气动两大类执行器。执行器的基本功能是驱动和执行，但内含调节阀输出特性补偿，PID 控制和运算等功能，还有阀门特性，状态自校验和自诊断功能。

(3) 服务器和网桥，服务器下接和，上接局域网 LAN (Local Area Network)，网桥上接、下接。(Local Area Network)，网桥上接、下接。

(4) 辅助设备，/气压，/电流和电流/转换器，安全栅，总线电源，便携式编程器等。

(5) 监控设备，工程师站提供现场总线组态，操作员站供工艺操作与监视，计算机站用于优化控制与建模。

总之，现场总线将使仪表的发展产生以下根本的变化。

- (1) 用多变量，双向，数字通信方式代替传统仪表的单变量，单向，模拟传输方式；
- (2) 一对信号线只能连接一台模拟仪表的形式将变成一对信号线连接多台微机化仪表的形式；
- (3) 多功能的微机化现场仪表代替单功能的现场模拟仪表。

五、现场总线技术

除了测量和仪器仪表技术外，现场总线还涉及到控制系统的体系结构，设计方法，通信标准与体系，安装调试方法等技术。现有的几个总线组织和大公司已经推出了一些现场总线，如 CAN、LONWORKS、PROFIBUS、HART、FF，但最终将统一到一个标准之下是必然的。因此下面只介绍现场总线基金会现场总线的部分技术。

现场总线标准采用国际标准化组织 ISO 的开放系统互联模型 OSI (Open System Interconnection) 的简化型，即 1、2、7 层。此外，它增加了第 8 层——用户层。

图 5.23 表示现场总线不仅仅是信号标准、通信标准，而且是一种系统标准。

图 5.24 表示了 DCS 系统与 FCS 系统结构的主要区别，DCS 中控制站的功能分解到现场仪表和操作站中，从而减少了一个层次，原来不开放的内部总线变为开放的现场总线。为了对总线通信有一个轮廓概念，在介绍 SP50 标准各层技术之前选用总线上两个设备通信时，它们都作了些什么事情为例予以说明（见图 5.25）。

设备按照组态时设定的程序运行，当需要通过总线进行信息交换时，命令或数据按应用层规定产生，该信息又按照数据链层的规定进行“包装”，经包装后数据在物理层内进行再次加工后经物理转换成为符合标准的电信号。在传输媒介上为另一设备接收，接收设备对信息进行相反的“开包”直至得到命令或数据。信息在不同层之间的处理称“服务”，而对信息的处理方法是按照事先规定的“协议”进行，所以互相可以理解。

六、协议

物理层 (physical layer)

物理层标准已通过多年。标准号是 IEC1158-2。目前已有 6 家公司生产出低速总线 () 专用的芯片 (ASIC)，并可出售，它们是：Smar、YOKOGAWA (横河)、Shipstar、Borst Automation、Fuji、VLSI。

物理层的主要任务是接收来自数据链层数据经再次加工变为电信号进行传输，或接受到信号后进行相反的处理并将数据送交数据链层。

帧格式如下：

序言 起始界 数据 (来自数据链层) 终止界

编码方式：曼彻斯特双相

以同步时钟为参数。OUT=INPUT CLOCK

编码有 4 种可能，正跳沿表示逻辑“0”，负跳沿为“1”，正电平和负电平分别表示 N-。曼彻斯特编码方式要求同步时钟不能产生 180 相错，这是十分重要的。

序言信号：1 0 1 0 1 0 1 0

起始界符：1 N+ N- 1 0 N- N+ 0

终止界符：1 N+ N- N+ N- 1 0 1

表 5.6 为现场总线波特率及安装方面的主要规定。

波特率 H1 31.25kbPS H21MbPS、2.5MbPS

总线长

A 屏蔽双绞线，#18AWG,1900m #22AWG 屏蔽双绞线 750m 500m

B 屏蔽多芯双绞线， #22AWG, 1200m

C 无屏蔽单对或多对双绞线 #26AWG, 400m

D 无屏蔽多芯电缆, #16AWG, 200m

总线挂设备数 非本安非总线供电 2~32 台, 本安 2~6 台, 总线供电 非本安 2~12 台
电缆阻抗及终端信号幅值 $Z_0=100$ 发送 0.75~1 $Z_0=150$ 发送 0.75~9 ($Z_0=50$) 接收 150mV ($=50$)接收 700mV 总线供电 9~32V DC 电源阻抗为 9~32V DC 电源阻抗 8k 非本安 3k, 本安 >400 屏蔽及接地 要求屏蔽面积>90%, 两总线对地电容差 250pF, 两总线不接地但终端器中点可接地。

[注]总线长度指主干与分支长度之和, 总线可经重复器再次延长, 但不超过四次。

现场总线技术可以节省大量电缆, 但人们又提出电缆风险集中的问题。实际电缆收细怕始少和危害增加之积并没有增加, 就是说电缆总风险并没有增加。即使这样, 在重要场合仍然可以用双根电缆冗余来减少开路风险, 在各支路上串联一定数值的电阻以防止短路风险。

数据链层 (data link layer)

数据链层的任务是保证数据的完整性和决定何时与谁进行对话, 数据链层数据帧格式如下:

格式控制 目标地址 源地址 参数 数据 校验

总线设备通过授权令牌或应答令牌对总线进行访问。每一台设备可以描述成为信息的产生者或消费者, 或两者兼有。

图 5.27~图 5.29 是以一个液位串级控制系统为例说明数据链层要完成的通信定时调度的任务。此外, 数据链层还要完成两条总线间通信的桥路管理。

应用层 (application layer)

应用层的主要任务是定义现场总线的命令、响应、数据或事件的信息。应用层被划分成二个子层: 上面子层是应用服务 (application layer services), 它被 FMS (Fieldbus Messaging Specification) 定义, 并为上层提供服务; 下面子层是现场总线存取子层 (FAS, Fieldbus Access Sublayer), 与数据链层连结。

用户层 (user layer)

用户层是现场总线标准在 OSI 模型之外增加的一层, 是使该标准超过一项通信标准而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的关键。

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。也就是说, 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。

FF 规定了如下基本功能模块: 模入 AI; 控制选择 CS; 模出 AO; 开入 DI; P、PD 控制 PD; 开关出 DO; 手动 ML; PID、PI、I 控制 PID; 偏置/增益 BG; 比率 RA。

它还规定了如下先进功能块: 脉冲输入、步进输出 PID、输入选择、复杂模出、装置控制、信号特征、复杂开关出、设定值程序发生、定时、分离器、运算、模拟接口、超前滞后补偿、积算、开关量接口、死区、模拟警报、算术运算、开关量报警等。

很多功能块是现在经常使用的概念, 今后将不断有新的功能块被制订出来, 功能块的一般框图如图 5.30 所示。

信息在功能块内经过处理后输出, 用户对功能块的工作就是选择设定“特征”, 设定“参数”并将它们连结起来。功能块除了输入信号外还输出表征信号状态的信号 (status), 它可以是“好”、“不确定”、“坏”等状态, 每种状态都有多种具体内容以一字节二进制码表达。图 5.31 是模拟输入功能块的表达图 (FF 标准)。

尽管在功能块这一级上已实现公开开放, 可能各公司生产的产品仍然因各有特色而难于简单地用一套组态软件进行组态。这种情况颇类似于 HART 协议中的情况, HART 协议规定了通用命令, 此外还允许各厂商自行规定专用命令, 这就使各公司生产设备间通信信号只

达到有限的程度。为解决这一问题，HART 通信基金会（HCF）规定了装置描述语言（DDL，Devile Discription Language）以解决可互操作问题。

FF 也引用了 DDL 方法以便解决多供应商（multi-vendor）设备间可互操作问题，这也属于 FF 标准内容的一部分。和 DDL 一样，在用户层中还使用了“物体字典”（OD，Object Dictionary），它用以登记网络上的“可见物体”，如功能块及其参数。DDL 与 OD 都是功能块中的“标准化”的“工具”。

本文内容来自互联网，著作权归原作者所有。由电子零件城（<http://www.epcity.com/>）整理并制作成 PDF 文件，仅供个人学习之用，不得用于任何商业目的，否则后果自负。如果您认为本 PDF 文件侵犯了您的任何权利，请来信 epcity@epcity.com 通知，本站立即删除。

搜集整理：电子零件城-笨笨兔（QQ: 154502842） 2004-04-10