

现场总线技术 应用选编

1

(上)

邬宽明 主编



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

TP336-53

1

:1

现场总线技术 应用选编

(上)

邬宽明 主编

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内容简介

本书选编了近六七年来国内 40 余种科技学术期刊上发表的有关现场总线的论文 300 余篇。这些论文清楚地反映了近几年来现场总线技术在我国研究、开发及应用的发展历程和技术成果。全书分上、下两册,共七章。上册共编入 171 篇文章,内容包括:现场总线总论、HART 通信协议及现场总线 CAN。

本书可作为高等院校有关专业学生和研究生在教学实践和课程设计的参考书,也可作为微控制器和现场总线技术研究、开发及应用技术人员的使用工具书。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线技术应用选编①. 上/邬宽明主编. —北京:
北京航空航天大学出版社,2003. 1

ISBN 7-81077-209-0

I. 现… II. 邬… III. 总线—技术—应用—文集

IV. TP336-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 068665 号

现场总线技术应用选编①(上)

邬宽明 主编

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail:bhpress@263.net

北京市云西华都印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:45.25 字数:1158 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷 印数:4000 册

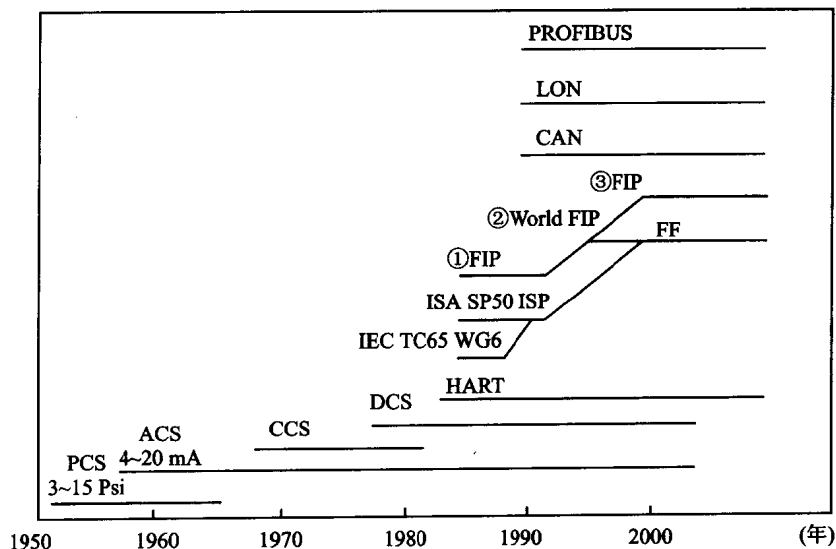
ISBN 7-81077-209-0 定价:55.00 元

前言

伴随着 4C 技术,即计算机(Computer)、控制器(Controller)、通信(Communication)和 CRT 显示器技术的发展,特别是其中的微处理器技术和集成电路技术的飞速发展以及市场竞争和用户需求的呼唤,过程控制系统由 50 多年前的基地式气动控制仪表系统 PCS(Pneumatic Control System)的第一代过程控制系统,经历了电动单元组合式模拟仪表控制系统 ACS(Analogous Control System)的第二代过程控制系统、集中式数字控制系统 CCS(Computer Control System)的第三代过程控制系统和集散式控制系统 DCS(Distributed Control System)的第四代过程控制系统而发展至今天的第五代过程控制系统——现场总线控制系统 FCS(Fieldbus Control System)。对于现场总线控制系统这项跨世纪的自控新技术的出现,赞誉它为自控技术的新纪元,或者 21 世纪自控领域的主题都是不过分的。

自 20 世纪 80 年代末以来,有几种现场总线技术已经逐渐发展成熟,并在一些特定的应用领域显示了自己的影响和优势,它们是:可寻址远程变换器数据链路 HART(Highway Addressable Remote Transducer)、控制器局部网 CAN(Controller Area Network)、局部操作网络 LON(Local Operating Network)、过程现场总线 PROFIBUS(Process Fieldbus)和基金会现场总线 FF(Foundation Fieldbus),这些现场总线各具特色,对于现场总线技术的发展已经并将继续发挥各自的重要作用。

五代过程控制系统以及现场总线控制系统中以上几种现场总线的历史发展概貌如图 0.1 所示。



注:① FIP—Factory Information Protocol 工厂信息协议;

② WorldFIP—Factory Instrumentation Protocol 工厂仪表世界协议;

③ FIP—Fieldbus Internet Protocol 现场总线因特网协议。

图 0.1 五代过程控制系统和几种现场总线的历史发展

现场总线技术的发展在我国刚刚起步。根据我国国民经济发展需要和市场需求,结合现场总线技术本身的特点及我国国情,现场总线专业委员会(CFFC)确定了我国现场总线技术发展的 32 字方针,即“市场牵引,面向专业;引进消化,开发创新;总体规划,突出重点;内外结合,推进行业”。可以预期,现场总线技术在我国的发展前景令人鼓舞。

由于现场总线属于发展中的新技术,热情投入其中的我国不少单位和广大科技人员在工作中一方面深感技术资料的缺乏,另一方面又特别需要实践经验的借鉴,如饥似渴地希望得到及时的帮助。由我编著的《CAN 总线原理和应用系统设计》一书于 1996 年底问世后,我就不断收到全国各地各类读者不计其数的来函和来电,对于 CAN 总线及其技术应用表现出极大的兴趣,并且热切希望我继续能为大家提供一些实用设计和工程应用的有关信息、资料和方法。广大读者的厚望我一直记在心里,也是推动我主编本书的重要动力之一。实践出真知,实践是一所大学校,让大家教大家,是我主编本书的主旨。

在本选编与广大读者同行见面时,关于本书的出版应作如下一些说明:

- 本书内容选自近六七年来,国内 40 余种电脑和电子技术应用类学术刊物,特别是一些行业自动化类刊物,采取拉网式检索的办法,经过初选和复选,组稿编辑成书,基本上可以反映近六七年,特别是近 2~3 年来现场总线技术在我国研究、开发和应用的发展历程和技术成果。几年来,现场总线已成为我国工业数据总线领域中最为活跃的一个领域。各类现场总线的研究、开发与应用已成为工业数据总线领域的热点。现场总线的研究、开发与应用正经历着由起步的普及阶段向着以提高应用水平和促进规模化、实现产业化为标志的更高层次发展的新阶段。面对这一重要时刻,将过去几年的优秀应用技术成果作一个较为全面的回顾,承上启下,尽快地推进现场总线技术在我国为进一步推广,使其结出更多、更高水平的应用硕果,迎接现场总线技术在我国全面、深入应用的新高潮。这确实是一件具有重要学术价值和实际意义的事情;对于我,也是回报广大读者厚望的实际行动。

- “有用、有序、有机”是本选编的指导原则。本书定名为应用选编,因此,文章入选的第一标准是有无应用价值,要求入选文章尽可能地具有较强的针对性,较高的透明度和实用价值。为了编排有序,让同行读起来清晰、舒服,全书分为七章。第一章为现场总线总论,主要阐述现场总线概念、现场总线发展、系统集成及几种主要现场总线的特点的比较和选择,并概要介绍了现场总线在我国的发展以及相关政策的思考,力图在一开始给大家一个关于现场总线的准确、全面而清晰的概念。第二章至第六章分别介绍了影响较大的五类现场总线(HART, CAN, LonWorks, PROFIBUS 和 FF)。在各章的开始,安排了少量概述性介绍文章,然后按应用开发与应用设计和实现,收集了现场总线在冶金、石油、化工、汽车、机械制造、机器人、输变电、交通、通信控制、物业管理和公共安全管理等诸多领域中的大量应用设计和实现实例。这样做既是为了方便阅读,也是为了节省篇幅,后续所有文章中的有关概述性介绍部分均可略去。这些论文都具有很强的针对性、较高的透明度和实用价值,可对现场总线的研究、应用、开发提供一些极有价值的帮助。至于内容上如何达到有机地浑然一体,本人只有尽力而为,做得不当之处,敬请读者、同行见谅。

- 在上述选编原则指导下,编者对入选文章不得不忍痛进行一些文字上(不涉及观点)的删减。从尊重作者考虑,凡删减较多处,均在文末以“节选”标明。另外,为使全书标题不过多重复,也更加突出本文主题,对个别文章标题做了局部修改,肯切希望作者予以理解和谅解。同时,为了尊重作者的观点,本书对入选文章中作者对同一问题的不同理解、注释及相关

细节的处理未作统一,希望读者予以谅解。

● 有些勤于思考的读者可能会提出这样的问题:入选文章的所有内容都正确无疑吗?我是赞成这样提出问题的。工程实践问题从来都不是惟一解的,况且我们对于现场总线的认识和应用实践正经历着从低级到高级、从简单到复杂的过程,有可能10年、20年后再来看这本选编,会发现原来仍处于“初级阶段”。还是那句话,实践是最好的、也是最公正的老师,让大家用亲身的实践来回答前面提出的问题。

● 本书入选文章在定稿前我尽量与作者取得联系,征求意见;但由于部分作者地址不详或有变化至今仍未联系上,希望未取得联系的作者能迅速和我们联系,并领取应得的稿酬。另外,根据出版规定和本书取材特点,《选编》作者只领取一次性稿酬,再版时出版社不另付稿酬。特此说明。

本书主编负责本《选编》的整体结构设计及文稿的收集、筛选和整理修改。编务室王海云负责与作者联系和信函管理。

由于选编时间仓促,加之本人水平所限,选编中的不尽如人意之处,希望广大读者不吝赐教、指正。

请未取得联系的作者迅速联系如下地址:

编辑部地址:北京市海淀区学院路37号北京航空航天大学出版社编辑部

邮政编码:100083

联系电话:(010)82317034

E-mail: pressc@public3.bta.net.cn

联系人:王海云

主编 邬宽明

2002年中于北航

目 录

第一章 现场总线总论

现场总线概念、发展及系统集成	2
1.1 现场总线控制系统	2
1.2 现场总线控制系统与领域自动化	13
1.3 谈工控机与现场总线	20
1.4 现场总线与工业企业网——现场总线企业网设计与实现	24
1.5 工业现场总线物理层标准中的双相码	28
1.6 现场总线的通信结构	32
1.7 现场总线通信安全的设计与实现	38
1.8 基于现场总线的故障安全通信协议研究	43
1.9 现场总线及其网络集成	49
1.10 现场总线控制系统的集成技术	53
1.11 现场总线控制网络模型与网络集成	57
1.12 谈现场总线开放系统的系统集成与应用集成	61
1.13 基于现场总线的工业企业管控一体化网络集成	66
1.14 现场总线与 DCS 的网络集成	70
1.15 从信息集成看现场总线技术的发展	75
1.16 现场总线技术的发展与工业以太网综述	81
1.17 以太网现场总线 EFB 控制系统	88
1.18 以太网与现场总线的互联方法	93
1.19 现场总线控制系统与通用软测量技术	98
1.20 一种基于智能代理(IA)思想的现场总线控制系统的研究	103
几种主要现场总线的特点比较和选择	106
1.21 同技术主管人员谈现场总线	106
1.22 关于现场总线	110
1.23 现场总线概论	113
1.24 现场总线技术的进展与展望	115
1.25 CAN 和 LON 两种现场总线的比较	119
1.26 几种现场总线的通信介质访问控制方式	122
1.27 不同类型现场总线在基于 PC 的控制系统中的性能分析	127
1.28 现场总线 MAC 层的分析和比较	131
1.29 多种网络技术在楼宇自动化信息系统中的应用	136
1.30 广州地铁屏蔽门系统与现场总线技术	141

1.31 列车通信网络中的现场总线·····	143
现场总线在我国·····	150
1.32 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·····	150
1.33 关于现场总线的几个问题和系统实践·····	154
1.34 现场总线技术展望及我国的发展策略探讨·····	160
1.35 现场总线技术已进入“战国时代”——99'INTERKAMA 展览会的启示 ·····	165
1.36 ISA'2001 展示的系统和网络技术 ·····	170
1.37 关于我国现场总线技术发展策略的思考·····	177
1.38 现场总线应走与 DCS 兼容的道路 ·····	181
1.39 现场总线产品的技术创新·····	185
1.40 吉林油田甲醇厂现场总线控制系统·····	189
1.41 现场总线技术在宝钢电渣炉控制系统中的应用·····	193
1.42 现场总线控制系统在石油炼化化工应用的特点及优势·····	196
1.43 现场总线技术在电力系统中的应用前景·····	201
1.44 现场总线振兴中国自动化仪表行业的思考·····	203
1.45 21 世纪国产纺织机械的控制系统——现场总线控制系统 ·····	206

第二章 HART 通信协议

2.1 HART 通信协议简介 ·····	212
2.2 HART 协议及其在智能变送器中的应用 ·····	216
2.3 HART 智能变送器的数字通信 ·····	220
2.4 HART 通信多站监控仪 HM301 及其应用 ·····	224
2.5 现场控制系统 FCS 和 HART 通信应用 ·····	229
2.6 HT2012 芯片在 HART 协议中的应用 ·····	232
2.7 基于 HART 协议的 DCS 接口卡设计 ·····	236
2.8 便携式 HART-PC 编程器的设计 ·····	242
2.9 基于 HART 协议的系列智能变送器的开发 ·····	245
2.10 基于 HART 协议的 1151 智能变送器的开发 ·····	249
2.11 遵循 HART 协议的智能变送器的设计与实现 ·····	253
2.12 基于 HART 协议的智能温度变送器的开发与应用 ·····	257
2.13 基于 HART 协议的高精度智能温度变送器的研制 ·····	262
2.14 基于 HART 协议的质量流量计通信软件的开发 ·····	265
2.15 具有 HART 通信功能的智能涡街流量计设计 ·····	271
2.16 符合 HART 协议的无纸记录仪 ·····	275
2.17 HART 协议的智能电磁流量计转换器 ·····	278
2.18 普通智能变送器的 HART 改造 ·····	281
2.19 基于 HART 协议的智能变送器的应用 ·····	284
2.20 符合 HART 协议的智能仪表及其应用 ·····	288

第三章 现场总线 CAN

CAN 总线技术综述	292
3.1 CAN 总线的应用与发展	292
3.2 一种新型单片微机局部网——CAN	296
3.3 CAN 总线系统设计中的几个问题	300
3.4 CAN 总线系统的实现	305
3.5 CAN 总线技术的应用	307
3.6 CAN 总线技术实现应用	311
3.7 CAN 总线与 1553B 总线性能分析比较	314
3.8 模糊控制在基于 CAN 总线的数据采集与控制系统中的应用	317
3.9 基于 CAN 控制器的对等式单片机多机系统的通信	322
3.10 计算机与 CAN 通信的一种方法	326
3.11 现场总线 CAN 实现变电站强实时性控制信息传递的研究和仿真	329
3.12 CAN 总线应用在火灾报警系统中的性能分析	334
3.13 CAN 总线及其在 DeviceNet 现场总线中的应用	339
3.14 CAN 总线的一种冗余方法	341
3.15 CAN 2.0B 新控制器——SJA1000	344
3.16 SJA1000 新特性的一些应用	350
3.17 基于 SJA1000 的 CAN 总线数据通信系统研究	354
3.18 基于 SJA1000 的 CAN 总线系统智能节点设计	358
3.19 SJA1000 在数据采集与控制系统中的应用	364
3.20 CAN 总线设计思想与现代分权管理系统	368
3.21 蓝牙集成于汽车的 CAN 总线	371
CAN 总线应用开发与开发支持	375
3.22 基于 CAN 总线的分布式控制系统开发及应用	375
3.23 PC/104 - CAN 通信控制管理器的设计与应用	381
3.24 嵌入式工控机 PC/104 在 CAN 现场总线通信中的应用	384
3.25 CAN 光纤媒介实现方案的研究	388
3.26 CAN 网络应用软件设计研究	392
3.27 CAN 网络应用软件编程	395
3.28 CAN 总线系统智能节点的设计与实现	397
3.29 CAN 总线机车数据平台	401
3.30 Windows 9x/NT 下 CAN 总线板卡中断驱动的快速开发	405
3.31 现场总线 CAN 与 RS - 485 之间透明转换的实现	410
3.32 RS - 232 转 CAN 总线装置的设计与实现	413
3.33 RS - 232 - CAN 总线协议转换器设计	417
3.34 RS - 232 与 CAN 接口卡的设计	419
3.35 一种 CAN 总线 PC 接口卡的设计	422

3.36	一种 CAN 智能适配卡的设计方案	425
3.37	CAN 总线 PC 适配卡设计	429
3.38	外接式 CAN 接口通信卡	433
3.39	连接计算机打印接口的 CAN 总线适配卡设计	437
3.40	一种现场总线适配器的软硬件设计	441
3.41	基于 PCI 总线的 CAN 总线通信适配器的设计与实现	447
3.42	CAN 通信卡的 Linux 设备驱动程序设计实现	453
3.43	用 87C196CA 实现 CAN 总线通信的方法	459
3.44	82C250 在 UART 网络中的应用	464
3.45	双口 RAM 及其在 CAN 总线中的运用	468
3.46	增强型并行口 EPP 协议及其在 CAN 总线监控节点中的应用	471
3.47	采用直接 I/O 端口的 CAN 总线与微机接口	474
3.48	CAN 总线应用于超低功耗仪表	477
3.49	RSM 智能分布式系统——一种经济实用的 CAN 总线智能分布式系统	481
3.50	CAN 总线仪表数据通信的自寻波特率方法	484
	CAN 总线应用设计与实现	487
3.51	CAN 通信网络在汽车中的应用研究	487
3.52	现场总线 CAN 在大众汽车中的应用	491
3.53	CAN 总线在混和动力汽车电机控制系统中的应用	495
3.54	CAN 总线技术在汽车视觉检测系统中的应用	498
3.55	CAN 总线在机械制造中的应用	502
3.56	基于 CAN 总线的智能寻位制造系统	507
3.57	基于 CAN 总线的分布式搬运机器人控制系统研制	512
3.58	基于 CAN 总线壁面移动机器人分布式控制器研究	516
3.59	CAN 总线在弧焊机器人控制系统中的应用	521
3.60	CAN 总线及其在喷浆机器人中的应用	525
3.61	基于 CAN 总线的机器人化遥控铲掘机控制系统	531
3.62	基于 CAN 总线的 JRB-2 型机器人分布式计算机控制系统的设计与实现	536
3.63	基于 CAN 总线的机器人网络互联	540
3.64	CAN 总线技术在楼宇自动化中的应用	544
3.65	基于 DS80C390 的 CAN 总线及其在智能楼宇中的应用	547
3.66	CAN 总线在中央空调控制系统中的应用	550
3.67	CAN 总线在智能建筑温湿度自控系统中的应用	553
3.68	CAN 总线在智能家居和小区管理中的应用	557
3.69	基于 CAN 总线的电梯控制系统	561
3.70	基于 CAN 总线的火灾监控网络的设计与实现	566
3.71	基于 CAN 总线的分布式火灾报警控制系统	569
3.72	基于 CAN 总线的智能火灾报警系统的设计与实现	572
3.73	基于 CAN 总线的配电网户外柱上型重合控制器的设计与实现	575

3.74	基于 CAN 总线的变电站综合操作系统	580
3.75	CAN 总线在电力远程抄表系统中的应用	586
3.76	MCB-1 电力测量控制仪中 CAN 总线通信板的设计及编程	589
3.77	基于 CAN 总线的高压电缆接头盒温度监测系统	592
3.78	CAN 总线在变电站自动化系统中的应用	595
3.79	ADAM5000 系列 CAN 模块在变电站综合自动化中的应用	598
3.80	一种基于 CAN 总线的新型馈线自动化系统方案	601
3.81	基于 CAN 总线的发电机状态监测仪	605
3.82	CAN 总线和 DeviceNet 协议在变电站监控系统中的应用	609
3.83	基于 CAN 总线的流光放电烟气脱硫电源集散控制系统设计	613
3.84	基于 CAN 总线的电炉变压器微机测控保护系统	616
3.85	基于 CAN 总线的分布式数据采集与控制系统	620
3.86	基于 CAN 总线的分布式温度检测网络设计	628
3.87	基于 CAN 总线的粮情检测分析控制系统	633
3.88	基于 CAN 总线的储粮温度自动测试系统	636
3.89	基于 CAN 控制器的单片机农业温室控制系统的设计	639
3.90	CAN 总线技术在温室计算机控制系统中的应用	642
3.91	基于 CAN 总线的通用多点测温系统	647
3.91	附多个 DS1820 测温系统中搜索报警节点的程序设计	651
3.92	带 CAN 总线的智能温度变送器的研制	657
3.93	现场总线 CAN 在智能冷阴极电离规控制器中的应用	661
3.94	CAN 网在自来水厂生产控制中的应用	667
3.95	基于 CAN 总线的分布式铝电解控制系统	670
3.96	基于 DSP 和 CAN 总线的起重机多功能安全监控系统	674
3.97	CAN 总线在提升设备状态监测系统中的应用	678
3.98	CAN 总线在加速器控制系统中的应用	681
3.99	CAN 总线技术在摆式列车倾摆控制中的应用	684
3.100	CAN 总线用于铁路微机连锁系统的探讨	687
3.101	CAN 总线在分布式输灰控制系统中的应用	689
3.102	基于 CAN 协议的平幅退浆联合机现场总线控制系统	692
3.103	现场总线 CAN 在香烟包装机生产线上的应用	697
3.104	基于 CAN 总线的烟支激光打孔机控制系统	701
3.105	基于 CAN 总线的智能油料灌装控制系统	704
3.106	CAN 总线在分布式生物发酵过程控制系统中的应用	707
3.107	基于 CAN 总线的塑窗焊接与清理生产线控制系统	711

第一章

现场总线总论

现场总线概念、发展及系统集成

1.1 现场总线控制系统

北京清华大学自动化系(100084) 王锦标

[摘要] 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,并描述 FCS 及其对 DCS 的挑战,以及我们的对策。

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联的通信网络,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,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?

第一,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联。

第二,FCS 的系统结构是**全分散式**的。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联也可互换,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**开放式互联网络**,既可与同层网络互联,也可与不同层网络互联,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联网络的新一代现场总线控制系统的出现。DCS 和 FCS 控制层结构分别见图 1.1.1 和图 1.1.2。

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。

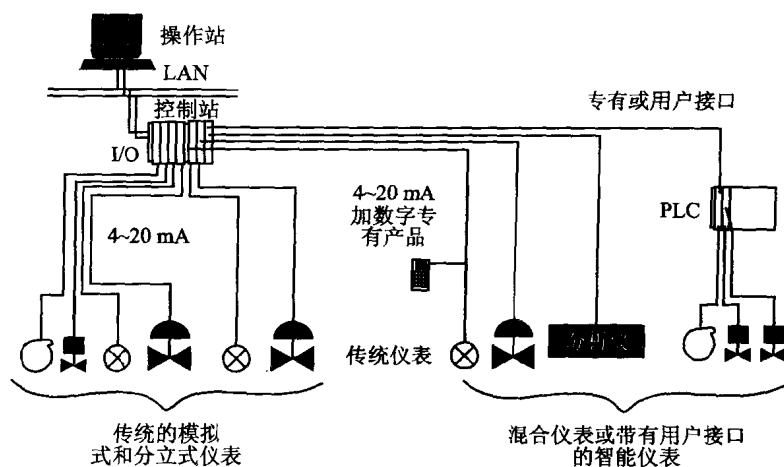


图 1.1.1 传统 DCS 控制层

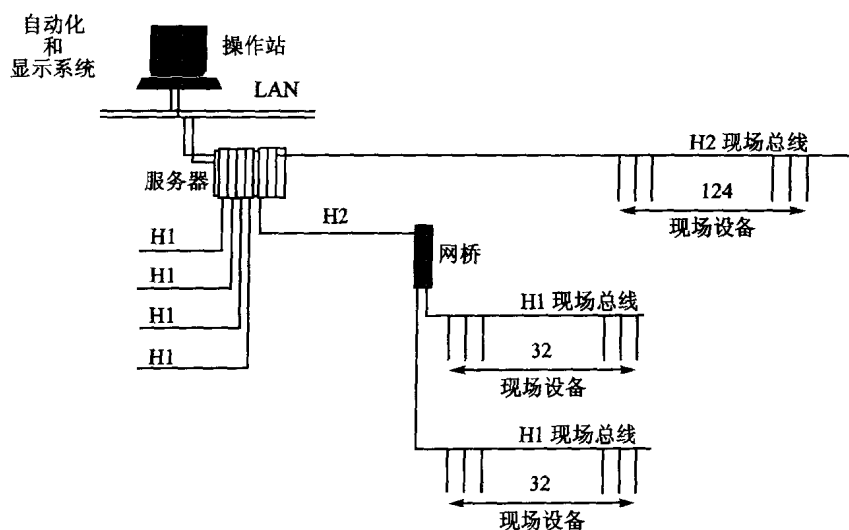


图 1.1.2 新一代 FCS 控制层

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,投巨资开展现场总线研究和开发。

现场总线的内容十分丰富,限于篇幅,本文仅依据“'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对策。

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~

20 mA 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 6 个方面:现场通信网络、现场设备互联、互操作性、分散功能块、通信线供电和开放式互连网络。

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联的现场通信网络。

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 1.1.1 所示。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和噪声,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,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。

2. 现场设备互联

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联。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。

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一个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;而希望把选用各制造商生产的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,构成其所需要的控制回路。这些就是现场总线设备互操作性的含义。

现场设备互联是基本要求,只有实现互操作性,用户才能自由地集成 FCS。

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。

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 1.1.3 所示。

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。

6. 开放式互连网络

现场总线为开放式互连网络,既可与同层网络互联,也可与不同层网络互联。不同制造商

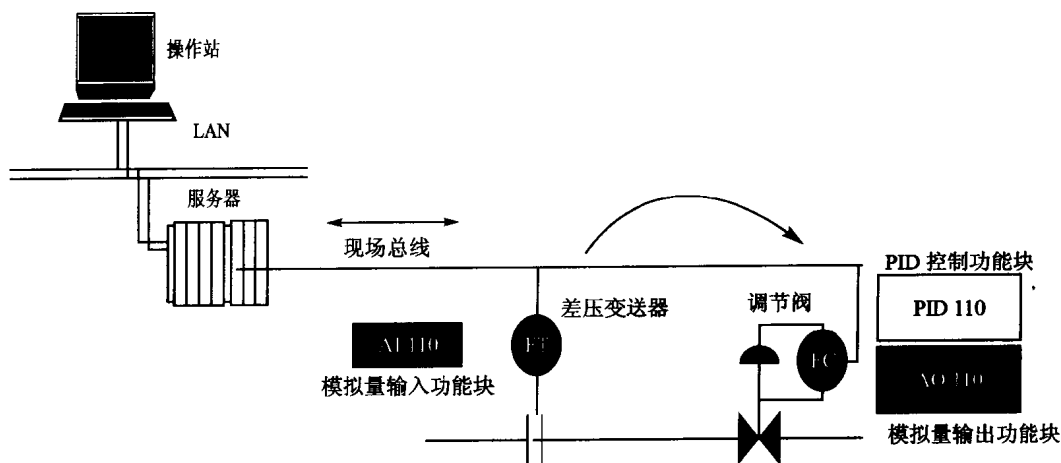


图 1.1.3 现场总线的分散功能块

的网络互联十分简便,用户不必在硬件或软件上花多大气力。

开放式互联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。

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 4 条,即:① 模拟仪表的缺点;② 现场总线的优点;③ 微处理器技术、通信技术 & 集成电路技术的发展;④ 用户需求和市场竞争。

1. 模拟仪表的缺点

- 一对一结构 一台仪表,一对传输线,单向传输一个信号,如图 1.1.1 所示。这种一对一结构造成接线庞杂,工程周期长,安装费用高,维护困难。

- 可靠性差 模拟信号传输不仅精度低,而且易受干扰。为此,采用了各种抗干扰和提高精度的措施,其结果增加了成本。

- 失控状态 操作员在控制室既不了解模拟仪表工作状况,也不能对其进行参数调整,更不能预测故障,导致操作员对其处于“失控”状态。由于操作员不能及时发现现场仪表的故障而发生的生产事故已屡见不鲜。

- 互换性差 尽管模拟仪表统一了信号标准 $4\sim 20\text{ mA}$,可是大部分技术参数仍由制造厂自定,致使不同品牌的仪表无法互换。这就导致用户依赖制造厂,无法使用性能价格比最优的配套仪表,甚至出现个别制造商垄断市场。

2. 现场总线的优点

- 一对 N 结构 一对传输线,N 台仪表,双向传输多个信号,如图 1.1.2 所示。这种一对 N 结构使得接线简单,工程周期短,安装费用低,维护容易。如果增加现场设备或现场仪表,只须并行挂接到电缆上,无须架设新的电缆。

- 可靠性高 数字信号传输抗干扰强,精度高,无须采用抗干扰和提高精度的措施,从而

降低了成本。

- **可控状态** 操作员在控制室既可了解现场设备或现场仪表的工作状况,也能对其进行参数调整,还可预测或寻找故障。整个系统始终处于操作员的远程监视与可控状态,提高了系统的可靠性、可控性和可维护性。

- **互换性** 用户可以自由选择不同制造商所提供的性能价格比最优的现场设备或现场仪表,并将不同品牌的仪表互联。即使某台仪表故障,换上其他品牌的同类仪表也能照常工作,实现了“即接即用”。

- **互操作性** 用户把不同制造商的各种品牌的仪表集成在一起,进行统一组态,构成其所需的控制回路;而不必绞尽脑汁,为集成不同品牌的产品在硬件或软件上花费力气或增加额外投资。

- **综合功能** 现场仪表既有检测、变换和补偿功能,又有控制和运算功能,实现了一表多用,不仅方便了用户,而且降低了成本。

- **分散控制** 控制站功能分散在现场仪表中,通过现场仪表就可构成控制回路,实现了彻底的分散控制,提高了系统的可靠性、自治性和灵活性,如图 1.1.3 所示。

- **统一组态** 由于现场设备或现场仪表都引入了功能块的概念,所有制造商都使用相同的功能块,并统一组态方法。这样就使组态变得非常简单,用户不需要因为现场设备或现场仪表种类不同带来组态方法的不同,而进行培训或学习组态方法及编程语言。

- **开放式系统** 现场总线为开放式互连网络,所有技术和标准全是公开的,所有制造商都必须遵循。这样,用户可以自由集成不同制造商的通信网络,既可与同层网络互联,也可与不同层网络互联,还可极其方便地共享网络数据库。

3. 微处理器技术、通信技术和集成电路技术的发展

每台现场设备或现场仪表就是一台微处理器,既有 CPU、内存、接口和通信等数字信号处理,又有非电量信号检测、变换和放大等模拟信号处理。

由于必须安装在生产现场或生产装置上,而且工作环境十分恶劣,因此,对于易燃易爆场所,必须提供总线供电的本质安全。这就要求微处理器体积小、功能全、性能好、可靠性高、耗电少。

另外,现场通信网络分布于生产现场,网络节点具有互换性和互操作性,并由节点构成虚拟控制站。这就要求采用先进的网络技术和分布式数据库技术。

所以说,现场总线的出现得益于微处理器技术、通信技术和集成电路技术的发展。

4. 用户需求和市场竞争

由于模拟仪表存在诸多缺点,传统 DCS 也无法摆脱模拟仪表的束缚,致使其性能无法充分发挥,体系结构也无法更新,成本无法下降,市场受到制约,出现了用户和制造厂都不满意的僵局。这就促使仪表与 DCS 制造厂研制现场总线和新一代的 FCS,满足市场需求。

现场总线基金会(FF)于 1995 年对用户做过调查,现场总线对用户是否重要? 回答“是”占 60%，“否”占 32%，“不明确”占 8%；几年内将使用现场总线? 回答“2~5 年”占 76%，“2 年内”占 12%，“不明确”占 12%。

另外,FF 还预测到 2000 年模拟仪表使用率下降到 30%及智能仪表使用率上升到 70%。

FF 将现场总线示范工程与传统 DCS 相比,各项费用节省率:导线 82%,螺钉 63%,接口板 50%,安全栅 50%,还节省了材料费、工时费等。其结果是每个测控点平均节省 416 美元。