

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

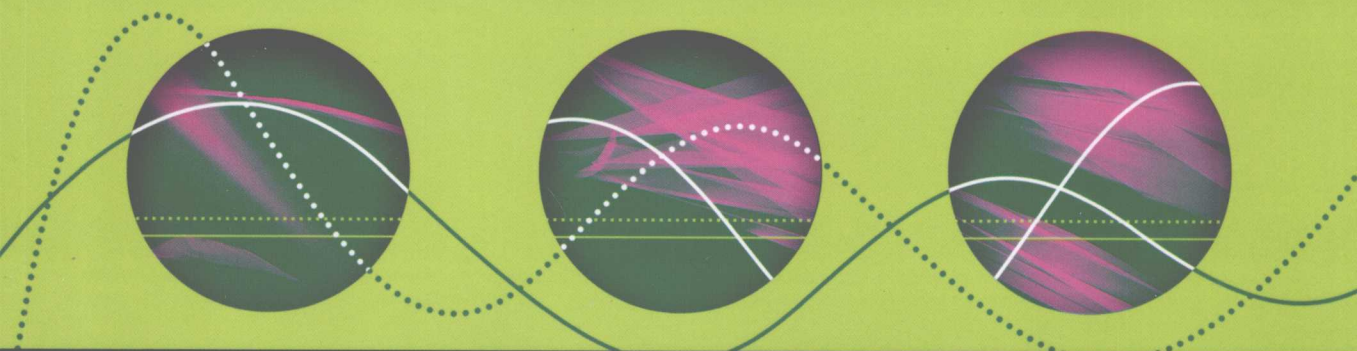


自动控制技术应用丛书

现场总线

及工业控制网络技术

陈在平 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

自动控制技术应用丛书

现场总线 及工业控制网络技术

陈在平 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从工程实际应用角度出发,以典型工业现场总线为基线,在追踪国内外该领域技术发展的基础上,详细阐述了典型工业现场总线的基本模式及在国内处于主流地位的若干种工业现场总线的相关理论、技术、应用实例与系统设计等方面的内容。第3~6章重点介绍了Rockwell公司的DeviceNet、ControlNet与西门子公司的PROFIBUS工业现场总线的相关技术与应用,第7章介绍了目前代表着工业现场总线发展趋势的工业以太网技术,第8章详细介绍了工业控制网络系统的集成技术与应用实例。

本书不仅适合工作在自动化、电气领域的工程技术人员使用,也可供大专院校相关专业的师生参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线及工业控制网络技术/陈在平等编著. —北京:电子工业出版社,2008.5

(自动控制技术应用丛书)

ISBN 978-7-121-06435-7

I. 现… II. 陈… III. ①工业控制计算机—总线②工业控制计算机—计算机网络 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第056031号

策划编辑:张榕

责任编辑:宋兆武

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×980 1/16 印张:26.5 字数:593千字

印 次:2008年5月第1次印刷

印 数:5000册 定价:49.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

《自动控制技术应用丛书》

序 言

随着工业生产的快速发展，人们对生产过程提出了更高的要求，然而由于控制过程与对象愈加复杂，因此要实现生产加工过程的理想控制更加困难。近年来，随着控制领域的新理论技术、计算机与网络技术的飞速发展，以及机械、电子与控制技术的相互渗透与融合，为实现生产加工过程的高品质控制提供了可能，同时，这也对工作在实际工程应用领域的技术人员提出了新的挑战。这就要求他们根据自身的工作需要，熟悉和掌握在新的形势下所出现的先进控制手段与方法及新的机电控制与应用技术。

有鉴于此，为了满足广大工程技术人员的要求，电子工业出版社应用电子技术部组织编写了这套自动控制新技术丛书，这套丛书涵盖了当前广大工程技术人员迫切需要的控制和机电应用等领域的新知识、新技术。丛书的主要作者都是在该领域具有一定经验和水平的专家或工程技术人员。

在当今控制技术飞速发展，应用范围不断扩大的形势下，编写这套技术丛书，非常及时。丛书主要从工程应用的角度出发，以比较成熟的新理论与技术为基础，应用举例翔实具体，就解决控制工程中的实际问题给广大工程技术人员提供了可能的帮助。相信读者在阅读丛书时，会从不同角度得到许多有益的启示。

编写出版《自动控制技术应用丛书》，对于我们也是一种挑战，难免会存在各种不足或缺点，恳请广大读者给予理解和支持，并希望得到大家的批评指正。在本丛书的编写过程中还得到了电子工业出版社的有关领导和专家的指导与帮助，对此我们表示衷心的感谢。

《自动控制技术应用丛书》编委会

前 言

当今社会已经进入信息时代，各类新理论与新技术的发展日新月异，数字化、智能化、网络化等新技术代表着自动控制领域技术发展的主流方向。工业现场总线技术正是促使工业控制系统顺应这一发展要求的重要因素，它的出现标志着自动控制技术领域的又一个新时代的开端，将对该领域的发展产生重要影响。

现场总线不仅是控制技术、网络技术与通信技术的综合体现，也是计算机技术、自动化仪表技术在控制领域的集中运用。现场总线是将自动化最低层的现场控制设备、智能仪表与传感器实现实时控制的通信网络。工业现场总线技术使控制系统向着完全分散化、智能化及网络化的方向发展，使控制技术与计算机网络技术更加紧密地结合在一起。

本书以典型工业现场总线为基线，阐述典型工业现场总线的基本模式，在追踪国内外该领域技术发展的基础上，详细阐述了在国内处于主流地位的若干种工业现场总线的相关理论、技术、应用实例与系统设计等方面的内容，重点介绍 Rockwell 公司与西门子公司工业现场总线相关技术与应用及工业控制网络系统的集成技术。

本书以工业现场总线在工程中的实际应用为目标，力争将最新的工业现场总线技术融入本书的各个章节。本书内容丰富翔实，所介绍的相关内容与应用具有很好的示范性，能够较好地满足相关工程技术人员为适应 21 世纪工业控制技术的要求，特别是对从事自动化、电气工程及其自动化与自动化仪表技术领域的工程技术人员具有重要的参考价值；同时，本书也可作为高等学校相关专业的学生作为教学参考书，以帮助他们开阔视野、拓宽知识面、了解与掌握现场总线应用技术。

本书是作者在多年教学与科研工作的基础上，并借鉴国内外相关领域的专家学者的研究成果撰写完成的，在此衷心感谢书中所引用文献资料的作者与公司。全书共分 8 章，其中第 1、5 章由陈在平撰写，第 2、8 章由郭丹撰写，第 3 章由梁斌撰写，第 4 章由张惊雷撰写，第 6 章由贾超撰写，第 7 章由张建峰撰写，另外陈在平还撰写了第 2、8 章的部分内容。此外，杜金利、李沛然、古秀萍等人为本书的完成付出了辛勤的工作。

本书的出版得到了电子工业出版社的大力支持，作者对此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，所涉及的内容可供借鉴的材料又相对较少，加之现场总线技术仍在快速发展之中、新技术不断涌现，书中内容难免会出现以偏盖全、甚至会存在各种缺点或错误，在此恳请读者与同行给予批评指正。

编著者

· VII ·

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话:(010)88254396;(010)88258888

传 真:(010)88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址:北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编: 100036

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第 1 章 现场总线概述 | 1 |
| 1.1 现场总线与现场总线控制系统 | 1 |
| 1.1.1 现场总线的概念 | 1 |
| 1.1.2 现场总线控制系统基本结构 | 1 |
| 1.2 现场总线的现状与发展 | 2 |
| 1.2.1 现场总线的标准现状 | 2 |
| 1.2.2 实时工业以太网的国际标准 | 3 |
| 1.2.3 现场总线与现场总线控制系统的发展趋势 | 4 |
| 1.3 现场总线与现场总线控制系统的特点 | 7 |
| 1.3.1 结构特点 | 7 |
| 1.3.2 技术特点 | 8 |
| 1.3.3 与局域网的区别 | 8 |
| 第 2 章 现场总线与工业控制网络技术基础 | 9 |
| 2.1 网络与通信技术基础 | 9 |
| 2.1.1 数据通信概念 | 9 |
| 2.1.2 数据传输 | 13 |
| 2.1.3 数据交换技术 | 19 |
| 2.1.4 差错检测及控制 | 20 |
| 2.1.5 传输介质 | 21 |
| 2.2 局域网技术 | 27 |
| 2.2.1 局域网概述 | 27 |
| 2.2.2 局域网的关键技术 | 28 |
| 2.2.3 局域网的参考模型 | 37 |
| 2.2.4 以太网技术 | 49 |
| 2.3 局域网的互连 | 54 |
| 2.3.1 网络互连设备 | 54 |
| 2.3.2 交换式控制网络 | 58 |
| 第 3 章 串行通信技术及其应用 | 68 |

| | | |
|--------------|------------------------------|------------|
| 3.1 | 串行通信概述 | 68 |
| 3.1.1 | 串行通信与并行通信 | 68 |
| 3.1.2 | 串行通信原理 | 69 |
| 3.1.3 | 串行通信的数据传输 | 70 |
| 3.2 | RS-232 串行通信及其应用 | 73 |
| 3.2.1 | RS-232 串行通信 | 73 |
| 3.2.2 | RS-232 串行通信应用 | 78 |
| 3.3 | RS-485 串行通信及其应用 | 84 |
| 3.3.1 | RS-485 串行通信 | 85 |
| 3.3.2 | RS-485 串行通信应用 | 88 |
| 3.4 | RS-232 与 RS-485 串行通信接口转换及应用 | 97 |
| 3.4.1 | RS-232 串行接口 | 97 |
| 3.4.2 | RS-485 串行接口 | 98 |
| 3.4.3 | RS-232 与 RS-422/RS-485 的接口转换 | 98 |
| 3.5 | MODBUS 协议串行通信及其应用 | 99 |
| 3.5.1 | MODBUS 通信协议 | 99 |
| 3.5.2 | 两种传输方式 | 101 |
| 3.5.3 | MODBUS 消息帧 | 101 |
| 3.5.4 | 错误检测方法 | 104 |
| 3.5.5 | MODBUS 应用实例 | 106 |
| 第 4 章 | PROFIBUS 现场总线与应用 | 111 |
| 4.1 | PROFIBUS 现场总线技术概述 | 111 |
| 4.1.1 | PROFIBUS 的发展历程 | 111 |
| 4.1.2 | PROFIBUS 的分类 | 112 |
| 4.1.3 | PROFIBUS 在工厂自动化系统中的位置 | 113 |
| 4.1.4 | PROFIBUS 的协议结构 | 114 |
| 4.2 | PROFIBUS 的物理层 | 117 |
| 4.2.1 | 采用 RS-485 的传输技术 | 117 |
| 4.2.2 | 光纤传输技术 | 121 |
| 4.2.3 | MBP 传输技术 | 122 |
| 4.3 | PROFIBUS 数据链路层 | 126 |
| 4.3.1 | PROFIBUS 总线存取协议概述 | 126 |
| 4.3.2 | PROFIBUS 总线访问协议的特点 | 127 |
| 4.3.3 | 数据链路层服务类型和报文格式 | 127 |
| 4.4 | PROFIBUS-DP 通信原理 | 128 |

| | | |
|--------------|--------------------------------|------------|
| 4.4.1 | PROFIBUS-DP 的基本功能 | 129 |
| 4.4.2 | 扩展的 DP 功能 | 133 |
| 4.5 | S7-300/400 网络通信 | 135 |
| 4.5.1 | 概述 | 135 |
| 4.5.2 | MPI 通信 | 139 |
| 4.5.3 | PROFIBUS 总线设置和属性 | 140 |
| 4.6 | PROFIBUS 行规和 GSD 文件 | 141 |
| 4.6.1 | 通用应用行规 | 141 |
| 4.6.2 | 专用行规 | 145 |
| 4.6.3 | GSD 文件 | 146 |
| 4.7 | PROFIBUS 系统配置及设备选型 | 147 |
| 4.7.1 | 应用 PROFIBUS 构建自动化控制系统应考虑的问题 | 147 |
| 4.7.2 | 系统结构规划 | 147 |
| 4.7.3 | 与车间或全厂自动化系统连接 | 148 |
| 4.7.4 | PROFIBUS 主站的选择 | 148 |
| 4.7.5 | PROFIBUS 从站的选择 | 150 |
| 4.7.6 | 以 PC 为主机的编程终端及监控操作站的选型 | 158 |
| 4.7.7 | PROFIBUS 系统配置 | 160 |
| 4.8 | 基于 WinAC 的 PROFIBUS 现场总线系统硬件组态 | 162 |
| 4.8.1 | WinAC 简介 | 162 |
| 4.8.2 | 现场总线系统组态步骤与过程 | 164 |
| 4.9 | 基于 PROFIBUS 现场总线的远程监控系统 | 173 |
| 4.9.1 | 体系结构 | 173 |
| 4.9.2 | 底层控制层 | 174 |
| 第 5 章 | CAN 总线技术与应用 | 181 |
| 5.1 | CAN 总线概述 | 181 |
| 5.1.1 | CAN 总线技术特点 | 181 |
| 5.1.2 | 基本术语与概念 | 182 |
| 5.2 | CAN 总线技术协议规范 | 184 |
| 5.2.1 | CAN 协议的分层结构 | 184 |
| 5.2.2 | 报文传送与帧结构 | 185 |
| 5.2.3 | 错误类型与界定 | 192 |
| 5.2.4 | 位定时与同步要求 | 193 |
| 5.2.5 | CAN 总线系统位数值表示与通信距离 | 195 |
| 5.3 | 典型 CAN 控制器 | 196 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 5.3.1 | CAN 通信控制器 SJA1000 | 196 |
| 5.3.2 | 具有 SPI 接口的 CAN 控制器 MCP2515 | 200 |
| 5.4 | 嵌入 CAN 控制器的单片机 P8xC591 | 213 |
| 5.4.1 | 概述 | 213 |
| 5.4.2 | 引脚功能 | 215 |
| 5.4.3 | P8xC591 的 PeliCAN 特性和结构 | 219 |
| 5.4.4 | PeliCAN 与 CPU 之间的接口 | 220 |
| 5.5 | CAN 总线收发器 | 222 |
| 5.5.1 | PCA82C250/251 | 222 |
| 5.5.2 | TJA1050 | 225 |
| 5.6 | CAN 总线应用 | 228 |
| 5.6.1 | CAN 总线系统通信距离与节点数量的确定 | 228 |
| 5.6.2 | 总线终端及网络拓扑结构 | 231 |
| 5.6.3 | CAN 总线在检测系统中的应用 | 233 |
| 5.6.4 | 基于 CAN 总线的环境控制系统设计 | 238 |
| 5.6.5 | 基于 CAN 总线的井下风机监控系统设计 | 243 |
| 第 6 章 | DeviceNet、ControlNet 现场总线与应用 | 250 |
| 6.1 | DeviceNet 现场总线技术 | 250 |
| 6.1.1 | DeviceNet 概述 | 250 |
| 6.1.2 | DeviceNet 的传输介质 | 252 |
| 6.1.3 | DeviceNet 的网络参考模型 | 254 |
| 6.1.4 | 控制与信息协议(CIP) | 255 |
| 6.1.5 | DeviceNet 的报文协议 | 271 |
| 6.1.6 | 预定义主从连接组 | 278 |
| 6.1.7 | DeviceNet 的对象模型 | 280 |
| 6.1.8 | DeviceNet 的设备描述 | 282 |
| 6.1.9 | DeviceNet 的设备简介 | 283 |
| 6.1.10 | DeviceNet 的节点开发 | 284 |
| 6.2 | ControlNet 现场总线技术 | 286 |
| 6.2.1 | ControlNet 概述 | 286 |
| 6.2.2 | ControlNet 的传输介质 | 289 |
| 6.2.3 | ControlNet 网络参考模型 | 295 |
| 6.2.4 | 数据链路层 | 296 |
| 6.2.5 | 网络层与传输层 | 301 |
| 6.2.6 | 对象模型 | 302 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 6.2.7 | 设备描述 | 304 |
| 6.2.8 | ControlNet 设备简介 | 304 |
| 6.2.9 | ControlNet 的设备开发 | 305 |
| 6.3 | 现场总线控制系统的组态与冗余技术 | 306 |
| 6.3.1 | 现场总线控制系统的组态技术 | 306 |
| 6.3.2 | 现场总线控制系统的冗余技术 | 314 |
| 6.4 | DeviceNet 与 ControlNet 现场总线的应用实例 | 320 |
| 6.4.1 | 铜冶炼电解工艺中的总线控制系统设计 | 320 |
| 6.4.2 | 卷烟厂生产线的总线控制系统设计 | 323 |
| 第 7 章 | 工业以太网技术与应用 | 326 |
| 7.1 | 概述 | 326 |
| 7.2 | 原理及体系结构 | 328 |
| 7.2.1 | 通信模型 | 328 |
| 7.2.2 | 以太网体系结构 | 332 |
| 7.2.3 | 工业以太网网络拓扑结构 | 334 |
| 7.2.4 | 传输介质 | 336 |
| 7.2.5 | 工业以太网通信的实时性 | 341 |
| 7.2.6 | 工业以太网的网络生存性与可用性 | 343 |
| 7.2.7 | 工业以太网的网络安全 | 344 |
| 7.2.8 | 工业以太网传输距离 | 345 |
| 7.2.9 | 互可操作性与应用层协议 | 345 |
| 7.3 | 工业以太网通信设备及组网技术 | 346 |
| 7.3.1 | 工业以太网产品 | 346 |
| 7.3.2 | 工业以太网组网技术 | 348 |
| 7.4 | 应用实例 | 350 |
| 第 8 章 | 工业网络集成技术 | 354 |
| 8.1 | 控制网络与信息网络集成的网络互连技术 | 354 |
| 8.1.1 | 控制网络和信息网络之间加入转换接口 | 355 |
| 8.1.2 | 基于 DDE 技术的控制网络和信息网络的集成 | 355 |
| 8.1.3 | 采用统一的协议标准实现控制网络和信息网络的集成 | 358 |
| 8.1.4 | 采用数据库访问技术集成控制网络和信息网络 | 358 |
| 8.1.5 | 采用 OPC 技术集成控制网络和信息网络 | 359 |
| 8.1.6 | 控制网络与信息网络互连集成的若干关键问题 | 359 |
| 8.2 | 现场总线控制系统网络之间的集成 | 360 |
| 8.2.1 | 基于 OPC 的集成方法(系统级集成) | 360 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 8.2.2 设备级集成 | 361 |
| 8.3 OPC 技术及基于 OPC 技术的现场总线系统集成 | 363 |
| 8.3.1 COM 基础 | 363 |
| 8.3.2 OPC 技术规范 | 374 |
| 8.3.3 OPC 数据访问(DA)服务器的开发及测试 | 384 |
| 8.3.4 OPC 客户端的开发及测试 | 390 |
| 8.3.5 OPC 技术在异构现场总线系统中的应用 | 399 |
| 参考文献 | 407 |

第1章 现场总线概述

现场总线技术是自动化领域近年来发展起来的新技术分支,它的出现标志着工业控制领域开始了一个新的时代,由现场总线为通信介质的现场总线控制系统必将逐步取代传统的独立控制系统,成为 21 世纪自动控制系统的_{主流}发展方向。

1.1 现场总线与现场总线控制系统



1.1.1 现场总线的概念

按照 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。有通信就必然有协议,从这种意义上讲现场总线实质上是一个定义了硬件接口和通信协议的标准。

现场总线不仅是当今 3C 技术发展的结合点,也是过程控制技术、自动化仪表技术、计算机网络技术发展的交汇点,是信息技术、网络技术延伸到现场的必然结果。

现场总线不单是通信技术,也不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逐步取代传统的独立控制系统或集散控制系统,实现智能仪表、通信网络及控制系统的集成。现场总线是将自动化最底层的现场控制器和现场智能仪表设备互连的实时控制通信网络。它遵循 ISO/OSI 开放系统互连参考模型的全部或部分通信协议。



1.1.2 现场总线控制系统基本结构

现场总线控制系统体系结构如图 1-1 所示。最底层是 Infranet 控制网(构成 FCS,现场总线控制系统),各控制器节点下放分散到现场,构成一种彻底的分布式控制系统体系结构。网络拓扑结构可以选择总线型、星型、环型等不同形式;通信介质不受限制,可用双绞线、电力线、光纤、无线、红外线等多种介质。由 FCS 构成的 Infranet 控制网很容易与 Intranet(企业内部局域网)和 Internet(全球信息网)互连,形成一个完整的企业网络 3 级结构体系。

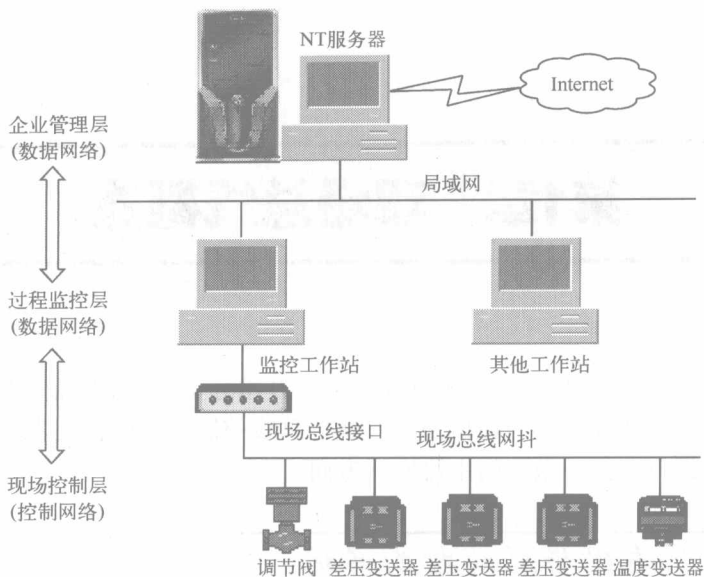


图 1-1 现场总线控制系统体系结构

1.2 现场总线的现状与发展



1.2.1 现场总线的标准现状

1. IEC/TC65 (国际电工委员会第 65 技术委员会)

1999 年年底，IEC 通过的现场总线国际标准 IEC 61158 共有 8 种类型；2003 年有了修订版，将 8 种类型增加了两种，达到 10 种类型，其内容如表 1-1 所示。

表 1-1 IEC 61158 中的现场总线类型

| 类型号 | 现场总线名称 | 主要支持的公司 |
|-----|------------------|-------------------|
| 1 | 基金会现场总线 FF 的 HI | Emerson (美) |
| 2 | Control Net | Rockwell (美) |
| 3 | PROFIBUS | Siemens (德) |
| 4 | P-Net | Process Data (丹麦) |
| 5 | 基金会现场总线 FF 的 HSE | Emerson (美) |



续表

| 类型号 | 现场总线名称 | 主要支持的公司 |
|-----|------------------|---------------------|
| 6 | Swift Net | Boeing (美) |
| 7 | World FIP | Alstom (法) |
| 8 | INTERBUS | Phoenix Contact (德) |
| 9 | 基金会现场总线 FF 的 FMS | Emerson (美) |
| 10 | PROFINET | Siemens (德) |

2. IEC TC17 (国际电工委员会第17技术委员会)

IEC 62026 有 4 种现场总线类型, 即 AS-I (Actuator Sensor-Interface, 执行器传感器接口), 主要由 Siemens 公司支持; DeviceNet, 主要由 Rockwell 公司支持; SDS (Smart Distributed System) 灵巧式分散型系统, 主要由 Honeywell 公司支持, 还有 Seriplex (串联多路控制总线)。

3. ISO 11898 与 ISO 11519

ISO (International Standardization Organization, 国际标准化组织) 是制定国际标准的 3 个组织之一。

CAN ISO 11898 (1Mbps);

CAN ISO 11519 (125kbps);

CAN 主要由德国 Robert Bosch 公司支持。

综上所述, IEC 61158 虽然有 10 种类型, 但类型 1、5 和 9 实际上都属于 FF, 因此可归纳为 8 种现场总线, 加上 IEC 62026 的 4 种与 ISO 的 1 种共计有 13 种现场总线国际标准。



1.2.2 实时工业以太网的国际标准

1. PAS

由于实时工业以太网的技术发展很快, 所以 IEC/TC65 在 2002 年决定: 在 2007 年开始对现场总线国际标准 IEC 61158 修订之前, 不再增加新的类型, 但又考虑到要适应市场的需要和技术的发展, 经过相关成员们的投票同意 (简单多数赞成票) 可将某些成熟的技术规范直接以一种标准化文件 PAS (Publicly Available Specification) 的形式发布, 即公共可用规范。

2004 年 1 月在法国召开的 IEC 会议上, 有 6 种实时工业以太网申请成为 PAS, 这 6 种是中国主要由浙大中控支持的 EPA (Ethernet for Plant Automation)、德国 Beckhoff 公司的 EtherCAT (Ethernet for Control and Automation Technology)、日本横河的 V-Net、日本东芝的 Tcnet、欧洲开放网络联合会的 IAONA 的 EPL (Ethernet PowerLink) 和法国施耐德的 MODBUS-TCP



(RTPS)。

2005年2月26日经过投票表决, EPA 正式成为 IEC 的 PAS, 有效期为两年。

2. IEC 61784-2

IEC 61784 是“与工业控制系统中使用的现场总线有关的用于连续和离散制造的行规 (Profile) 集”。它描述 IEC 61158 中规定的“服务”集的子集, 该子集用于特定的现场总线系统的通信或基于以太网系统的通信。用这种方法定义的特定的通信行规 (CP) 被组合在通信行规簇 (CPF: Communication Profile Family) 中并对应于它们在各自通信系统中的使用情况。

2004年1月 IEC/SC65C 在法国召开会议, 会上规定起草实时以太网标准, 即 IEC 61784-2。它包括 IEC 61158 中规定的现场总线在实时以太网应用中的行规 (类型 1~9) 及将要发布的 PAS 行规, 即 CPF 作为类型 10~15。

2005年12月 IEC/SC65C 在美国召开会议, 确定了 IEC 61158 新版本 (第 4 版) 将以现版本 (第 3 版) 为基础, 加入已成为 PAS 文件的实时以太网解决方案, 作为新的 IEC 61158 现场总线标准。经过讨论, IEC 61158 (第 4 版) 将包括 14 类现场总线技术, IEC 61784 中将包括 39 种通信行规。

IEC 61158 的第 4 版已被确立为正式的国际标准。



1.2.3 现场总线与现场总线控制系统的发展趋势

纵观现场总线的发展历程, 今后现场总线的发展可能有以下几个方面的趋势:

1. 现场总线的国际标准还会增加

现场总线的国际标准还会继续增加, 单以 IEC 61158 为例, 由于有 IEC 61784-2 实时以太网的加入, 其标准将会由目前的 10 种增加到 18 种, 甚至更多。

种类虽多, 但却会此消彼长。由于 Boeing 公司的不积极, Swift Net 有可能在标准中被删去, SDS 也会“淡出江湖”; 而 World FIP, 过去受到法国大企业 Alstom 及 Schneider 等的支持, 目前 Schneider 已有了自己的 MODBUS-TCP 和 MODBUS-RTPS, 所以对 World FIP 的支持力度将会下降; SERCOS (Serial Real Time Communication System) 也是一样, Rockwell 由于已有了自己的 ControlNet/IP, 也会减少对它的支持力度; Ethernet PowerLink 由于 IAONA 组织的解散而前途堪忧; 而 P-Net 的前途也有问题。日本三菱的 CC-Link 则有可能加入进来成为国际标准。

2. 实时工业以太网还要发展

基于实时工业以太网的现场总线现在已经初具雏形, 如 PROFINET、EPA 等。当然, 目



前还不完善, 尚待补充, 如在供电与防爆场合下应用的措施与产品。最近, PROFINET 又有新推出的 IOLINK, 有了它就可以与其他种现场总线的现场设备衔接, 从而有利于 PROFINET 的集成。

3. 现场总线的通信安全问题将成为研究热点

安全问题日益得到人们的重视。一是因为恶性事故时有发生。例如, 1984 年在印度 Bhopal 的一家美国化工厂的严重事故, 除了当场死亡多人, 目前活着的人也都有后遗症。二是由于用户的要求。为了避免事故的发生, 一般都备有紧急措施, 如化工厂的 ESD 紧急停机 (Emergency Shut Down) 装置。如果有事故将要发生, 需要立即停机以保障安全, 所以要求这种装置必须非常可靠。这样, 事故虽然被避免了, 但从停产到恢复正常生产需要时间, 有时还要损失生产过程中的原材料或半成品, 也会造成很大的损失。如一个大型乙烯装置停产一天就有可能损失上亿元, 而且有的事故通过核查并非停产不可。因此, 目前较好解决的办法是采用工作可靠的 PLC 专门负责管理 ESD, 为了避免不必要的停机, 采用所谓 3 重化或更多的 PLC 靠投票表决的方法来处理, 如 2 对 1, 有两票要停车, 那么就马上停, 否则采取措施后仍然可以生产而不停机。这种专门的 PLC 装置已有多个企业可以提供, 如 Invensys 公司旗下的 Triconex 和 HIMA 等。这样一来, 化工厂的控制系统的 DCS, 而管理 ESD 的是 PLC, 也就是说用户要买两个系统, 这样花钱较多, 也增加了管理与维护方面的工作量。因此, 用户需要只有一套系统的解决方案。

随着技术的进步, 目前一些大公司生产的 DCS 声称已经可以满足用户的要求, 但怎样才能使用户相信呢? 这就需要有一个标准, 而且将之量化以便认证和操作。于是 IEC 就制定了两个有关功能安全标准, 一个是 IEC 61508, 它是供制造厂商用的“有关电气、电子及可编程系统功能安全”的标准; 还有一个是 IEC 61511, 是“供设计人员 (设计院)、系统集成商与用户用的安全仪表系统 (SIS)”的标准。SIS 英文名称为 Safety Instrumented System, 但中文译法引起了争论, 有人译为安全仪表系统, 但又有人认为应该译为仪表型安全系统, 看来最终要由国内标准化部门来审定了。

在量化方面, 标准规定: 将安全等级分为 4 级, 即 SIL1~4, 其中 SIL4 的等级最高, SIL 的全名为安全完整性等级 (Safety Integrity Level), 它由每小时发生的危险失效概率来区分 (SIL2 为 $\geq 10^{-7}$ 至 $< 10^{-6}$; SIL3 为 $\geq 10^{-8}$ 至 $< 10^{-7}$)。

生产过程中所需要的安全等级由专门的工艺公司来评估确定。按照目前的社会生产状况, 一般对安全要求比较高的工艺生产过程的 ESD (如化工、石油、石化) 所需要的安全完整性等级为 SIL3。一旦安全等级确定, 用于这方面生产过程的仪表与控制系统就必须满足这一安全等级的要求。

为了要证明 DCS 厂商所生产的产品符合 SIL3 的标准, 一定要由中立的第 3 方——认证机构, 经过测试才能判定。目前在这方面做的比较多的, 首推德国的 TUV。TUV 在中国设有办事机构, 需要时, 可以直接咨询。