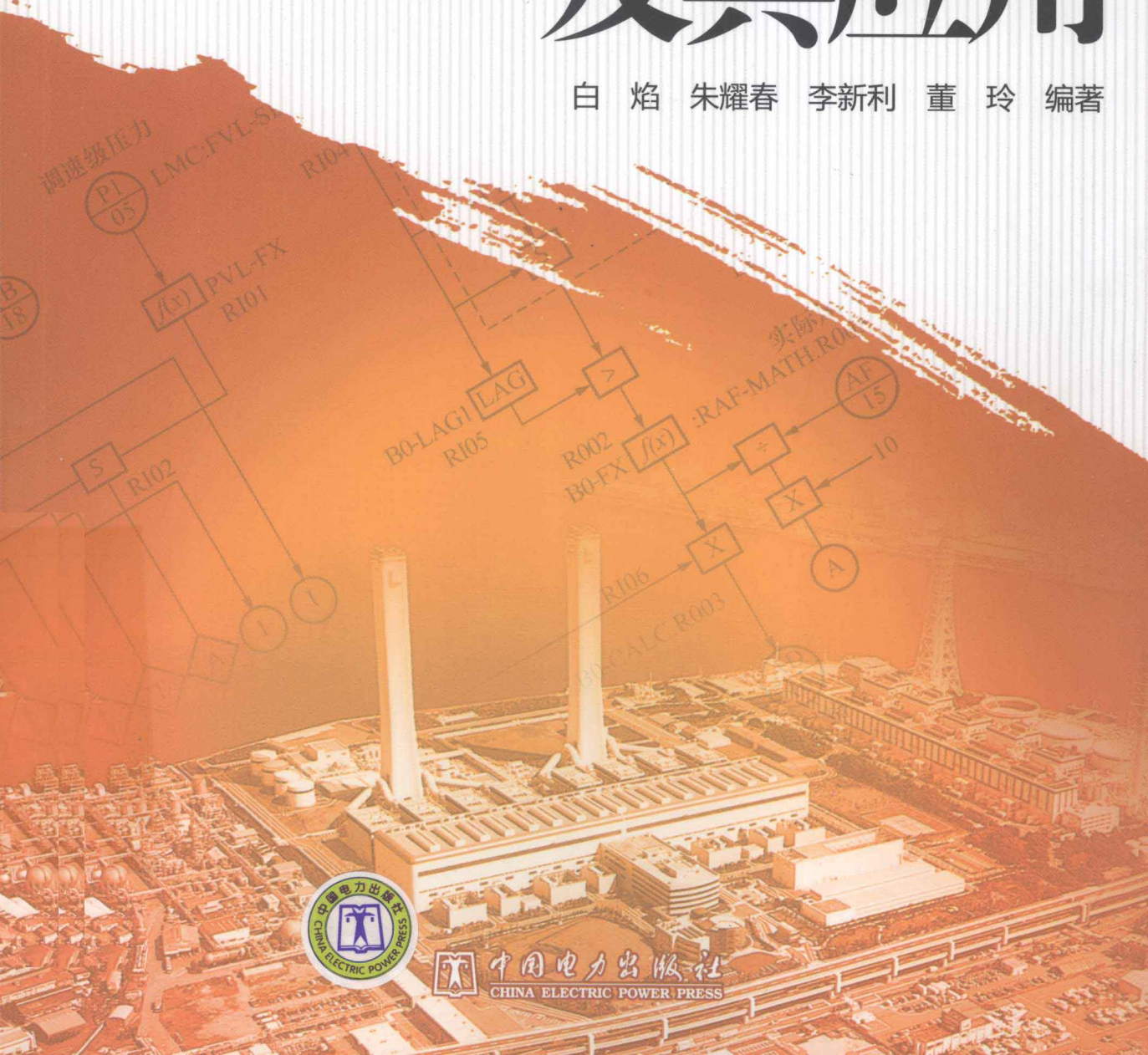


火电机组控制工程应用技术丛书

XIANCHANG ZONGXIAN KONGZHI XITONG JIQI YINGYONG

现场总线控制系统 及其应用

白 焰 朱耀春 李新利 董 玲 编著



火电机组控制工程应用技术丛书

XIANCHANG ZONGXIAN KONGZHI XITONG JIQI YINGYONG

现场总线控制系统 及其应用

白 焰 朱耀春 李新利 董 玲 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

本书为火电机组控制工程应用技术丛书之一，主要论述了现场总线控制系统基本概念、工作原理及其工程应用。

全书共分9章，讨论了现场总线概论、现场总线通信系统、现场总线设备、现场总线控制系统功能块、现场总线控制系统的工程设计、现场总线控制系统的工程实施、现场总线控制系统的可靠性与安全性、现场总线控制系统的调试以及现场总线控制系统的应用实例。其中前四章为基础部分，后五章为应用部分。

本书适用于从事现场总线控制系统工作的技术人员、设计人员、管理人员，以及自动化、测控技术与仪器等专业的本科生或研究生。由于该书提供了大量的图表、数据和设计规范，也可作为工具书使用。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线控制系统及其应用/白焰等编著. —北京:
中国电力出版社, 2011. 4

(火电机组控制工程应用技术丛书)

ISBN 978-7-5123-1542-6

I. ①现… II. ①白… III. ①火力发电-发电机组-总
线-控制系统 IV. ①TM621. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 055548 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 11 月第一版 2011 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 450 千字

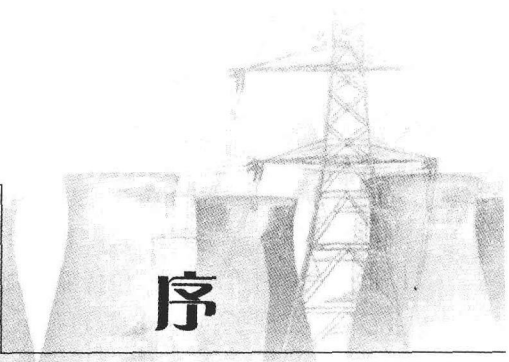
印数 0001—3000 册 定价 38.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



序

我非常欣喜地看到由中国电力出版社组织的《火电机组控制工程应用技术丛书》即将出版。

这套技术丛书几乎涵盖了现代火电机组控制系统理论和工程应用的各个领域，具有以下特色：

1. 知识新，软、硬件知识相结合

丛书的内容涵盖大多数控制技术领域，并在相应的领域都体现了现代火电机组控制系统的最新技术。其中，《模拟量控制技术及其应用》、《开关量控制技术及其应用》、《可编程序控制器及其应用》和《变频技术及其应用》详细叙述了火电机组控制系统中最新的控制设备、技术和控制策略的理论及其工程应用；《分散控制系统及其应用》、《现场总线控制系统及其应用》和《智能控制系统及其应用》介绍了关于现代控制系统的最新软件和硬件技术，全面介绍了分散控制系统、现场总线控制系统和智能控制的最新理论和应用发展。

2. 技术实用，具有很高的实用价值

《分散控制系统及其应用》、《现场总线控制系统及其应用》和《智能控制系统及其应用》的作者都是在电力系统具有丰富工程、教育实践和雄厚理论知识的专家，作者们对火电机组安全生产和电力行业技术标准的深刻理解，具有丰富的现场工作经验和坚实的控制理论基础，这些都为丛书的高质量出版提供了有力的保障。

《分散控制系统及其应用》和《现场总线控制系统及其应用》详细地分析了分散控制系统和现场总线控制系统的硬件构成和功能模块的设计、网络通信系统和各种接口的技术标准、软件组态等。国内外分散控制系统（DCS）在我国火电机组中得到了广泛应用，现场总线控制系统（FCS）正在我国的火电机组中推广应用，这两本书的出版对于提高分散控制系统（DCS）和现场总线控制系统的国产化技术水平具有重要实用价值。

《智能控制系统及其应用》详细地介绍了人工智能控制的最新理论和应用成果，内容涉及神经网络控制系统、专家系统、模糊逻辑推理控制系统和预测控制系统。该书理论翔实，论述清晰。这些先进的人工智能控制在火电机组中的推广应用，将改进传统的PID控制器的不足，提高火电机组过程控制的品质。

3. 目标明确，针对性强

确保生产安全，提高火电机组的生产效率、节能减排、保护环境是我国电力系统广大员工和火电机组运行过程追求的目标，也是《火电机组控制工程应用技术丛书》出版的目的。

先进的控制系统（硬件）——分散控制系统、现场总线控制系统、可编程序控制器（PLC）和变频技术加上先进的控制技术和控制策略（软件）——火电机组的模拟量控制策略组态、开关量控制策略组态和智能控制策略的应用，在本套书中都得到了充分的体现，达到完美的统一，实现了丛书的编写目的。

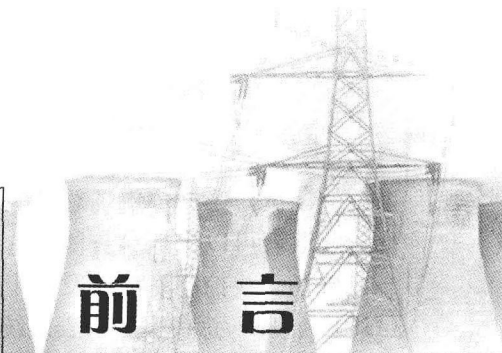
4. 可读性强，深入浅出，易于掌握

《模拟量控制技术及其应用》、《开关量控制技术及其应用》、《可编程序控制器及其应用》和《变频技术及其应用》详细分析了火电机组的机炉协调控制系统、给水系统、燃烧控制系统等热控系统，汽轮机（DEH）控制系统和发电机控制系统的模拟量和开关量系统的控制策略组态和变频技术在火电机组控制系统方面的应用成果，特别是对每个控制系统的故障处理（包括机组设备退出运行）、系统的生产安全保护知识的介绍，反映了丛书作者深谙火电机组的生产过程，并对火电机组的控制技术有很强的控制能力。丛书内容安排由浅入深，将技术知识体现为简单易懂的语言，让读者容易理解和接受，达到提高应用水平的目的。

我国的火电机组正在向大容量、高参数方向发展。科学技术是第一生产力。技术更新、生产力发展，技术和生产力互为依托，相互促进。我们有理由相信由中国电力出版社策划并即将出版的《火电机组控制工程应用技术丛书》，对于提高我国的火电机组控制系统和控制技术的先进性，提高从业人员的技术水平，促进我国电力事业的科学发展具有重要的推动作用和实用价值。

乔平安

二〇〇九年三月廿六日



前言

现场总线控制系统(FCS)是继气动仪表控制系统、电动仪表控制系统、集中式计算机控制系统、分散式计算机控制系统之后出现的新一代控制系统,被誉为第五代控制系统。现场总线控制系统的出现,代表了数字化到现场、网络化到现场、智能化到现场、设备管理到现场的发展趋势。现场总线使得现场信息的数字化传输方式迅速取代了现场信号的模拟量传输方式。常规控制系统中的现场设备:传感器、变送器、执行器,由过去相对的独立电子设备而转变成网络上相互连接在一起的节点。同时,微控制器进入现场设备,使得它们具有常规现场设备不能实现的诸多功能。例如,仪表的远程设定、远程调整、远程维护和远程诊断。通过现场总线,不但可以实现现场设备的在线管理,甚至可以取代控制器实现完全基于现场的控制方案。

任何新生事物的发展都必然经历由生涩到成熟的过程,现场总线控制系统也不例外。自从1994年12月世界上第一套基于基金会现场总线(FF)技术的现场总线控制系统在巴西巴伊亚州的Deten化工厂投入商业运行以来,国际上著名的仪表和控制系统公司纷纷推出了自己的现场总线控制系统,例如:SMAR公司的SYSTEM302、EMERSON公司的Delta V等。目前,全球已经安装了60多万台的FF现场设备,有1万套现场总线控制系统在运行。近年来,随着国内外一大批现场总线控制系统大型工程项目的实施与投运,例如,上海赛科乙烯项目(SECCO)、中海油南海壳牌乙烯项目(CSPC)、福建炼油乙烯项目(FREP),人们对现场总线控制系统的态度由怀疑、观望、尝试到接纳。国内电力行业也先后在中国电力投资集团有限公司元宝山电厂、华能玉环电厂以及华能九台电厂的辅控系统中采用了现场总线控制系统。2009年底,华能金陵电厂在1000MW机组上全面采用了现场总线控制系统,其控制范围涵盖锅炉启动系统、锅炉汽水/本体系统、锅炉风/烟系统、制粉系统、凝结水系统、加热器疏水系统、汽轮机抽真空系统等。由此可见,一个在大型复杂工业生产过程中全面应用现场总线控制系统的时代已经到来。

为了满足广大读者学习现场总线控制系统的需要,我们编写了本书。在编写过程中,充分考虑到广大从事现场总线控制系统的工程技术人员和自动化及其相关专业学生的需求,本书既包含了必要的基本概念、通信的基本原理、硬件的基本组成和软件的组态方法,同时还介绍了现场总线控制系统的设计、施工、安装、调试、可靠性与安全性,以及大量的应用实例。因此,本书不但适合于现场总线控制系统的初学者和在校学生学习,对于具有一定现场总线控制系统工程经验的技术人员和设计人员也具有参考价值。

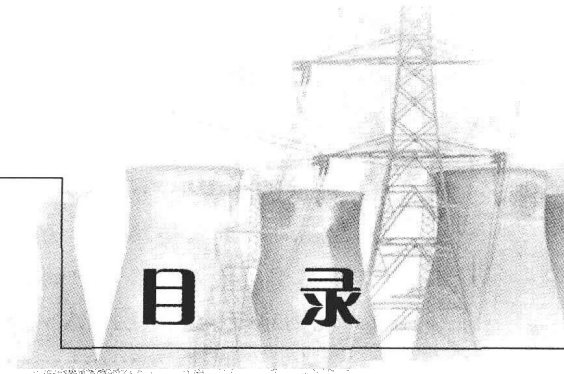
本书共分9章:第1章现场总线概论,第2章现场总线通信系统,第3章现场总线设备,第4章现场总线控制系统功能块,第5章现场总线控制系统的工程设计,第6章现场总线控制系统的工程实施,第7章现场总线控制系统的可靠性与安全性,第8章现场总线控制

系统的调试，第 9 章现场总线控制系统的应用实例。其中前四章为基础部分，后五章为应用部分，读者可以根据自身情况选学有关章节。

现场总线控制系统的发展十分迅速，电子设备描述语言（EDDL）、主机系统注册程序（HRP）、现场总线安全仪表系统（SIS）、现场总线本质安全概念系统（FISCO）等新思想、新概念、新技术和新系统不断涌现，尽管作者试图在本书中尽可能体现这些现场总线控制系统的最新进展，但仍然难免有挂一漏万、顾此失彼、管窥蠡测、浅尝辄止之虑，敬请广大读者不吝赐教。

作 者

2011 年 7 月于北京 华北电力大学



目 录

序

前言

第 1 章 现场总线概论	1
1.1 什么是现场总线	1
1.1.1 现场总线基本概念.....	1
1.1.2 现场总线产生.....	2
1.1.3 DCS, RI/O 和 FCS	3
1.1.4 现场总线通信系统.....	4
1.1.5 现场总线技术现状及发展.....	4
1.2 几种典型的现场总线	6
1.2.1 CAN	6
1.2.2 PROFIBUS	6
1.2.3 WorldFIP	8
1.2.4 HART	8
1.2.5 ControlNet	9
1.2.6 DeviceNet	9
1.2.7 ASI	10
1.2.8 FF	10
1.3 现场总线控制系统的构成.....	11
1.3.1 具有二层结构的 FCS	11
1.3.2 具有三层结构的 FCS	12
1.3.3 由 DCS 扩充而成的 FCS	13
1.4 现场总线控制系统的特点.....	14
第 2 章 现场总线通信系统	18
2.1 现场总线通信系统概述.....	18
2.1.1 ISO/OSI 参考模型	18
2.1.2 现场总线通信系统和 ISO/OSI 参考模型的关系	19
2.1.3 现场总线通信系统的主要组成部分	20
2.1.4 现场总线网络拓扑结构	21
2.2 物理层.....	22
2.2.1 物理介质相关子层	23
2.2.2 物理介质独立子层	24

2.3	数据链路层	25
2.3.1	数据链路层中的介质访问功能	26
2.3.2	数据链路层中的数据传输功能	27
2.4	现场总线访问子层 FAS	28
2.4.1	概述	28
2.4.2	现场总线访问子层协议数据单元 FAS-PDU	30
2.4.3	FAS 所映射的 DLL 层活动	31
2.5	现场总线报文规范子层 FMS	31
2.5.1	报文规范子层所包含的服务	32
2.5.2	FMS 报文规范	33
2.6	通信栈	34
2.6.1	报告分发 VCR	34
2.6.2	出版商/订阅者 VCR	35
2.6.3	客户机/服务器 VCR	35
2.7	网络管理	36
2.7.1	网络管理者与网络管理代理	36
2.7.2	网络管理代理的虚拟现场设备	37
2.8	系统管理	37
2.8.1	系统管理内核	37
2.8.2	自动寻址机制	39
2.8.3	功能块调度	39
2.9	用户层	41
2.9.1	对象	41
2.9.2	设备描述	42
2.10	FF HSE 通信系统	44
第 3 章	现场总线设备	46
3.1	现场总线压力/差压变送器	46
3.1.1	概述	46
3.1.2	工作原理	47
3.1.3	应用介绍	49
3.1.4	显示器	51
3.2	现场总线温度变送器	51
3.2.1	概述	51
3.2.2	工作原理	52
3.2.3	温度传感器	53
3.2.4	温度变送器应用	54
3.2.5	温度变送器的组态	56
3.3	电流—现场总线转换器	59
3.3.1	概述	59

3.3.2	工作原理	59
3.3.3	安装接线	59
3.4	现场总线—电流转换器	61
3.4.1	概述	61
3.4.2	工作原理	61
3.5	现场总线—气压转换器	62
3.5.1	概述	62
3.5.2	工作原理	62
3.6	现场总线阀门定位器	64
3.6.1	概述	64
3.6.2	工作原理	64
3.7	现场总线电动执行器	66
3.7.1	概述	66
3.7.2	工作原理	66
3.8	现场总线网关	67
3.8.1	概述	67
3.8.2	现场总线网关的工作原理	68
3.9	现场总线接口	68
3.9.1	概述	68
3.9.2	现场总线接口的工作原理	69
3.10	现场总线变频驱动装置	70
3.10.1	概述	70
3.10.2	变频/变速驱动装置现场总线接口的工作原理	70
第4章	现场总线控制系统功能块	71
4.1	功能块概述	71
4.1.1	基本概念	71
4.1.2	功能块参数	72
4.1.3	工作方式参数	79
4.1.4	量程标定参数	82
4.1.5	故障状态参数	83
4.1.6	报警与事件参数	84
4.1.7	仿真参数	86
4.1.8	通道参数组态	87
4.1.9	块实例化和下装时参数顺序	87
4.1.10	块选项参数	87
4.1.11	功能块库	91
4.2	资源块和转换块	91
4.2.1	资源块	91
4.2.2	转换块	93

4.3	基本功能块	96
4.3.1	模拟量输入 (AI) 功能块	97
4.3.2	开关量输入 (DI) 功能块	98
4.3.3	模拟量输出 (AO) 功能块	99
4.3.4	开关量输出 (DO) 功能块	100
4.3.5	偏置/增益 (BG) 功能块	101
4.3.6	控制选择 (CS) 功能块	103
4.3.7	手动加载 (ML) 功能块	104
4.3.8	比率 (RA) 功能块	105
4.3.9	PID 功能块	107
4.3.10	PD 功能块	109
4.4	高级功能块	109
4.4.1	脉冲输入 (PI) 功能块	110
4.4.2	复杂模拟量输出 (CAO) 功能块	112
4.4.3	复杂开关量输出 (CDO) 功能块	114
4.4.4	步进输出 PID (SPID) 功能块	115
4.4.5	设备控制 (DC) 功能块	118
4.4.6	输出分程 (OS) 功能块	122
4.4.7	给定值斜坡信号发生器 (SPG) 功能块	123
4.4.8	输入选择 (IS) 功能块	126
4.4.9	信号特征化 (SC) 功能块	128
4.4.10	超前-滞后 (LL) 功能块	129
4.4.11	时间死区 (DT) 功能块	130
4.4.12	计算 (AR) 功能块	131
4.4.13	运算 (CA) 功能块	134
4.4.14	积算 (IT) 功能块	141
4.4.15	定时器 (TMR) 功能块	146
4.4.16	模拟量报警 (AAL) 功能块	152
4.4.17	开关量报警 (DAL) 功能块	155
4.4.18	模拟量人机接口 (AHI) 功能块	156
4.4.19	开关量人机接口 (DHI) 功能块	158
4.5	扩展功能块	159
4.5.1	多路模拟量输入 (MAI) 功能块	159
4.5.2	多路开关量输入 (MDI) 功能块	160
4.5.3	多路模拟量输出 (MAO) 功能块	161
4.5.4	多路开关量输出 (MDO) 功能块	162
4.5.5	柔性功能块 (FFB)	163
4.6	功能块参数描述	168

第 5 章 现场总线控制系统的工程设计	178
5.1 现场总线网段设计	178
5.1.1 概述	178
5.1.2 基本概念及定义	178
5.1.3 段设计的约束条件	179
5.1.4 布线设计	182
5.1.5 非设备部件的选择	184
5.2 电源系统设计	185
5.2.1 概述	185
5.2.2 基本要求	185
5.2.3 本质安全	186
5.2.4 FISCO 现场总线本质安全概念系统	187
5.2.5 在 DCS 机柜中安装的 FISCO 系统	189
5.2.6 现场总线非易燃概念系统	192
5.2.7 高能量主干线——现场总线安全栅	192
5.2.8 电源的选择	194
5.2.9 段的保护	197
5.3 接地与防雷系统设计	197
5.3.1 概述	197
5.3.2 接地方式	197
5.3.3 防雷系统	200
5.4 系统设计文件	200
5.4.1 网络图	200
5.4.2 现场总线数据表	201
5.4.3 决策分析表	204
5.4.4 网段负荷计算表	206
5.4.5 PI&D 图	207
第 6 章 现场总线控制系统的工程实施	208
6.1 现场仪表安装	208
6.2 现场总线接线	208
6.2.1 电缆类型	208
6.2.2 长度限制	209
6.2.3 主干线	210
6.2.4 分支	210
6.2.5 电缆安装	211
6.3 现场接线盒	211
6.4 控制系统	212
6.4.1 主机系统	212

6.4.2	软件组态	214
6.5	环境条件	218
第7章	现场总线控制系统的可靠性与安全性	220
7.1	现场总线控制系统的可靠性	220
7.1.1	变送器冗余	220
7.1.2	控制器冗余	221
7.1.3	控制阀冗余	222
7.1.4	电源的冗余	222
7.1.5	电源阻抗器的冗余	223
7.1.6	链路活动调度器的冗余	225
7.1.7	总线故障隔离	225
7.1.8	利用状态信息提高可靠性	226
7.2	现场总线控制系统的安全性	227
7.2.1	安全总线的设计要求	227
7.2.2	基金会安全总线 FF-SIS	229
7.3	现场总线安全节点的结构	231
7.3.1	安全节点的硬件结构	231
7.3.2	安全节点的软件结构	232
第8章	现场总线控制系统的调试	234
8.1	工厂验收测试	234
8.1.1	出厂阶段	234
8.1.2	假定	234
8.1.3	工厂验收试验 (FAT) 要求	235
8.1.4	FAT 程序	236
8.2	电缆及网络/网段测试	237
8.2.1	电缆测试程序	237
8.2.2	网络/网段的检查程序	238
8.3	回路检测/现场集成测试	240
8.4	现场验收测试	241
第9章	现场总线控制系统的应用实例	242
9.1	单回路控制系统	242
9.2	串级控制系统	242
9.3	比值控制系统	243
9.4	分程控制系统	245
9.5	超驰控制系统	246
9.6	锅炉汽温控制系统	248
9.7	锅炉给水控制系统	250
9.8	锅炉燃烧控制系统	253

9.9 顺序控制系统 257

9.10 连锁保护系统..... 261

9.11 现场总线控制系统工程应用的整体方案..... 263

附录 通过现场总线基金会认证的现场设备..... 265

参考文献..... 284

现场总线概论

控制技术 (Control)、计算机技术 (Computer) 和通信技术 (Communication) 的飞速发展, 使得数字化从工业生产过程中的决策层、管理层、监控层和控制层一直渗透到现场设备。现场总线 (Fieldbus) 的出现使数字化通信技术迅速占领工业过程控制系统中模拟量信号的最后一块领地。建立在现场总线基础上的现场总线控制系统代表了工业自动化领域中一个新纪元的开始, 正在逐步取代传统的直接数字控制系统和分散控制系统, 对该领域的发展产生深远的影响。

1.1 什么是现场总线

1.1.1 现场总线基本概念

现场总线是用于工业自动化中的, 实现智能化现场设备 (例如变送器、执行器、控制器) 与高层设备 (例如主机、网关、人机接口设备) 之间互连的, 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 (International Electrotechnical Commission, IEC) 标准的定义: 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, 使过去采用点到点式的模拟量信号传输或开关量信号的单点并行传输变为多点一线的双向串行数字传输。

(2) 现场设备互连。现场设备是指位于生产现场的传感器、变送器和执行器等。这些现场设备可以通过现场总线直接在现场实现互连, 相互交换信息。而在 DCS 中, 现场设备之间是不能直接交换信息的。

(3) 互操作性。现场设备种类繁多, 一个制造商可能不会提供一个工业生产过程所需的全部设备。另外, 用户也不希望受制于某一个制造商。这样, 就有可能在一个现场总线控制系统中, 连接多个制造商生产的设备。所谓互操作性是指来自不同厂家的设备可以互相通信, 并且可以在多厂家的环境中完成功能的能力。它体现在: 用户可以自由地选择设备, 而这种选择独立于供应商、控制系统和通信协议; 制造商具有增加新的、有用功能的能力, 不需要专用协议和特殊定制驱动软件和升级软件。

(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, 因此可以取消传统 DCS 的过程控制站。例如, 现场总线变送器除了具有一般变送器的功能之外还可以运行 PID 控制功能块。类似地, 现场总线执行器除了具有一般执行器的功能之外, 还可以运行

PID 控制功能块和输出特性补偿块,甚至还可以实现阀门特性自校验和阀门故障自诊断功能。

(5) 现场总线供电。现场总线除了传输信息之外,还可以完成为现场设备供电的功能。总线供电不仅简化了系统的安装布线,而且还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,既可与同层网络互连,也可与不同层网络互连。现场总线协议是一个完全开放的协议,它不像 DCS 那样采用封闭的、专用的通信协议,而是采用公开化、标准化、规范化的通信协议。这就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。

1.1.2 现场总线产生

现场总线原指现场设备之间公用的信号传输线,后来被定义为应用在生产现场,在测量控制设备之间实现双向串行多节点数字通信的技术。现场总线技术是在 20 世纪 80 年代中期

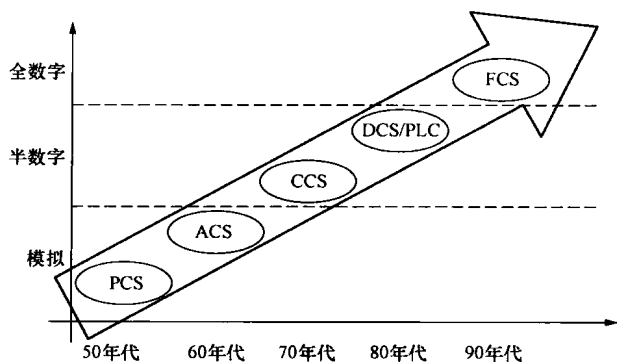


图 1-1 过程控制系统的发展历程

发展起来的,是一项以数字通信、计算机网络、自动控制为主要内容的综合技术。现场总线控制系统(FCS)是继基地式气动仪表控制系统(PCS)、电动单元组合式模拟仪表控制系统(ACS)、集中式数字控制系统(CCS)、分散控制系统(DCS)/可编程逻辑控制(PLC)系统后的新一代控制系统。过程控制系统的发展历程如图 1-1 所示,由模拟控制系统逐渐发展到半数字控制系统,进而发

展到全数字控制系统。

20 世纪 50 年代以前,生产规模较小,检测控制仪表尚处于发展初级阶段,采用直接安装在生产设备上,只具有简单测控功能的基地式气动仪表,信号仅在本仪表中起作用,一般不能传送给别的仪表或系统。运行人员只能通过现场巡视来了解生产过程状况。

随着生产规模的扩大和复杂程度的增加,生产过程的各个部分的相互作用和影响越来越强,为了及时协调和处理各部分之间的关系,运行人员需要综合掌握全厂的多点运行参数和信息,来实行操作控制。于是出现了单元组合式仪表,出现了集中控制室,仪表可以将现场的信息通过统一的模拟信号传送到集中控制室。信号类型有:0.02~0.1MPa 的气压信号,0~10mA 和 4~20mA 的电流信号,1~5V 的电压信号等。集中控制室里有控制盘,可以连接这些信号,运行人员可通过控制盘了解生产过程各点的状况,还可以将信号按需要组合成复杂的控制系统。

20 世纪 50 年代末,计算机开始进入控制领域。最初它用于生产过程的安全监视和操作指导,后来用于实现监督控制,这时计算机还没有直接用来控制生产过程。

到了 20 世纪 60 年代初,计算机开始用于生产过程的集中数字控制。由于当时的计算机

造价很高,所以常常用一台计算机控制全厂所有的生产过程,这样,就造成了整个系统控制任务的集中。由于受当时硬件水平的限制,计算机的可靠性比较低,一旦计算机发生故障,全厂的生产就陷于瘫痪,因此,这种大规模集中式的直接数字控制系统基本上宣告失败。

20世纪60年代中期,控制系统工程师分析了集中控制失败的原因,提出了分散控制系统的概念。他们设想像模拟控制系统那样,把控制功能分散在不同的计算机中完成,并且采用通信技术实现各部分之间的联系和协调。但遗憾的是,当时要实现这些设想还有许多困难。

20世纪70年代以后,随着微处理机和固态存储器的出现,计算机可靠性的提高和价格的大幅下降,出现了数字调节器、可编程逻辑控制器(PLC)和分散控制系统(DCS)。在这些系统中,测量变送仪表和执行器一般为模拟仪表,控制器部分为数字系统,它们属于模拟数字混合系统。这种系统在功能和性能上与模拟仪表系统、集中数字控制系统比较有了很大进步,可以实现装置级、车间级的优化控制。

在分散控制系统形成的过程中,各厂家的产品自成系统,不同厂家的设备不能互连,难于互换和互操作。20世纪80年代中期以后发展起来的新型现场总线系统克服了分散控制系统中采用专用网络所造成的缺陷,把基于封闭、专用的解决方案变成了基于公开化、标准化的解决方案,可以将来自不同厂商遵守统一规范的设备通过现场总线网络互连在一起,实现系统的综合自动化。

现场总线系统是全数字系统,现场设备在不同程度上都具有数字计算和数字通信能力。一方面提高了信号的测量、控制和传输精度,另一方面也为提供丰富的控制信息和实现远程传送创造了条件。

1.1.3 DCS, RI/O 和 FCS

DCS的处理器模块与I/O模块之间不但可以通过厂家专用的通信协议进行数据交互,还可以通过某种现场总线协议进行数据交互。另外,在DCS中,为了与距离电子设备间较远的某个子系统进行数据交互,还使用了远程I/O设备,通过某种协议的数据总线将远程I/O中的多个I/O数据与电子设备间的处理器模块进行数据交互。现场总线控制系统通过现场总线技术,将现场的智能设备串联在一起组成控制系统。为了更好地理解现场总线,可以根据处理器模块、I/O模块、控制策略所处的位置以及I/O模块是否具有微处理机等来对以上几个比较容易混淆的概念进行区分,如图1-2所示。

对于DCS,处理器模块和I/O模块都存在于电子设备间中,且一般位于同一个机柜中。控制策略存在于处理器模块中,I/O模块只进行数据读写,一般不具有微处理器。数据总线可以是厂家专用协议,也可以是某种现场总线协议(如CAN、PROFIBUS等)。

对于远程I/O(RI/O),处理器模块存在于电子设备间中,I/O模块存在于现场,I/O模块通过通信处理模块以及数据总线与处理器模块进行数据交互,数据总线协议可以是厂家专用协议,也可以是某种现场总线协议。控制策略存在于处理器模块中,I/O模块只进行数据读写,一般不具有微处理器。

对于现场总线控制系统(FCS),处理器模块(或者是智能网关)存在于电子设备间中,I/O存在于现场智能仪表中,多个现场智能仪表通过某种现场总线进行互连。控制策略分散在现场智能仪表中,现场仪表都具有微处理器。