

Distributed
Control System

分布式控制系统(DCS)

设计与应用实例

(第3版)

王常力 罗安 主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

分布式控制系统(DCS) 设计与应用实例

(第3版)

王常力 罗安 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 DCS 应用设计为目标,从基础控制系统实现方法入手,辅以丰富的实际应用案例,详细地介绍了 DCS 的构造、原理和当前的最新技术、产品、技术规范、指标、标准、验收测试方法等,以及在各种典型行业(电力、石化、水泥、造纸、制药、水处理、管网等)的应用。力求使读者能够以本书为参考,解决在 DCS 的应用设计及运行管理过程中的各种实际问题。由于本书各个章节相对独立,因此读者既可以按照顺序逐章阅读,也可以根据需要单独阅读有关章节。

本书可供工业化、信息化、自动化相关行业的工程开发、技术人员学习参考,可为 DCS 的设计、选型、应用、验收等工程技术人员提供切实的指导与帮助,也可作为高等院校工业自动化、计算机工程、信息工程等学科研究生、本科生的教材或教学参考书。

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

分布式控制系统(DCS)设计与应用实例/王常力,罗安主编.—3版.—北京:电子工业出版社,2016.5
ISBN 978-7-121-28479-3

I. ①分… II. ①王… ②罗… III. ①分布控制—控制系统—系统设计 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 060926 号

责任编辑:张 榕

印 刷:北京京科印刷有限公司

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:787×1 092 1/16 印张:51 字数:1305.6 千字

版 次:2004 年 8 月第 1 版

2016 年 5 月第 3 版

印 次:2016 年 5 月第 1 次印刷

印 数:2 000 册 定价:168.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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)88254888,88258888。

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

本书咨询联系方式:010-88254455,邮箱:zr@phei.com.cn。

第 3 版前言

本书第 1 版发行于 2004 年,当时正值我国经济高速发展的时期,在党的十六大明确提出的“以信息化带动工业化,以工业化促进信息化”方针指引下,我国的自动化行业也得到了快速发展。这一指示不仅为工业化和信息化的发展指明了方向,同时也对信息化和工业化的发展提出了新的要求。从 2004 年到现在,时间已经过去了 12 年,在此期间,我国的经济持续高速发展,新一代信息通信技术(ICT)飞速发展,加快向工业领域渗透和扩散,而以自动化技术为代表的我国先进制造和高科技产业也有了长足的进步。在此期间,本书在 2010 年出版了第 2 版,重点对控制算法及针对不同被控对象的系统需求进行了修改和增补。现在第 3 版在第 2 版的基础上,重点对 DCS 走向开放性、信息化及智能化的过程中出现的功能安全、信息安全问题及相应对策进行了修改和增补。另外,对实际应用案例进行了较全面的更新,以尽量反映出当前最新 DCS 应用的特点及技术的发展。可以说,这本书是以作者为代表的一部分自动化产业从业人员对这个行业的认识、对其技术走向和发展规律的体会,以及对实践经验的总结,因此不断有新的内容增加进来,每次我们都会给读者提供更新鲜的实例。

同时,我们还要感谢广大读者的厚爱,正是读者不弃,才坚定了我们更新第 3 版的信心,让我们在平时的技术研发和工程实践中不断积累、总结和提高。这本书的第 3 版也是向广大读者、专家、同行和领导的一次汇报,希望大家能够继续给予我们的批评与指正,以使我们能够不断提高。

众所周知,自动化产业是随着工业化的产生和发展而逐步形成的。在工业化的早期,自动化设备只是处于工业化大生产设备的附属地位,其作用是为生产设备服务,使其能够稳定、快速、安全地进行生产。随着社会对工业化生产要求的不断提高,以及生产设备的不断进步,自动化设备扮演着越来越重要的角色。现在,生产效率、加工制造的精确度、产品质量、原材料和能源的消耗、生产过程对环境的影响等方面,无一不是与自动化技术的不断进步密切相关的。目前,我们又面临新一轮的产业升级。新的社会需求,要求工业生产、加工制造走向个性化、多样化和定制化,要求生产密切结合需求,即最近党中央提出的“供给侧改革”的长远目标。这就要求自动化设备具备全面的智能化、信息化特性。在这里,自动化设备已经不再附属于生产设备,而是要对生产设备起到引领、控制和管理作用。而自动化系统在逐步走向信息化、智能化的过程中,必然遇到新的问题,如海量信息的管理和有效利用;大数据、云技术与控制技术如何有机结合;目前日益严重的信息安全问题如何解决等。很显然,这是今后很长一段时期内自动化技术的发展方向,这也是一项非常艰巨的任务,可以说任重而道远。

本书自 2004 年第 1 版发行至今,历经两次修订。在长达 12 年岁月的洗礼后,本书不但没有被埋没以致无人问津,反而因其经得起考验的实用性、及时性和开放性,被广大 DCS 开发及工程设计人员奉为必不可少的技术工具书之一,历久弥新。这本书几个版本的更新也反映了中国的自动化产业从简单模仿,到学习消化,进而自主发展的历程。书中的内容从初期较多地

介绍国外自动化系统和技术,到目前越来越多地加入了我们自己对自动化技术的理解 and 实践,这也如实反映了我国自动化产业的发展历程。

在本书的最后一章,我们仍然如前两个版本一样,给出了多个最新的、能够反映我国自动化系统应用水平的案例,相信这些案例能够为广大读者提供有益的参考。这源于我们的工程技术人员在自动化领域的深耕细作,更源于那些青出于蓝而胜于蓝的后起才俊们对 DCS 技术的不辍探索和对 DCS 实践经验的无私分享。

在本书第 3 版编写过程中,得到了多位同仁的帮助,在此表示由衷的感谢!

编 者

目 录

第 1 章 DCS 基本原理和发展历程	1
1.1 什么是 DCS	1
1.2 控制系统概述	1
1.2.1 控制系统的基本组成	2
1.2.2 测量方法和测量装置	3
1.2.3 控制方法和运算处理装置	4
1.2.4 控制的执行方法和执行装置	6
1.2.5 控制系统各要素的关系	6
1.2.6 控制系统的人机界面	7
1.2.7 直接控制与监督控制	8
1.2.8 本书的要点	8
1.3 DCS 的发展历史	9
1.3.1 控制系统的发展历史	9
1.3.2 仪表控制系统的基本概念	10
1.3.3 早期的仪表控制系统——基地式仪表	12
1.3.4 近代仪表控制系统——单元式组合仪表	12
1.3.5 数字式单回路调节器 SLC	14
1.3.6 计算机控制系统	14
1.3.7 控制系统从模拟技术向数字技术的演进	15
1.3.8 分布式控制系统的产生及其特点	17
1.3.9 DCS 的发展历程	19
1.4 DCS 的体系结构	22
1.4.1 DCS 的基本构成	22
1.4.2 DCS 的软件	27
1.4.3 DCS 的网络结构	31
1.4.4 DCS 的物理结构及硬件构成	33
1.5 几种计算机控制系统的比较	36
1.5.1 以 PLC 构成的控制系统/监督控制系统	36
1.5.2 SCADA 系统	38
1.5.3 Soft PLC 及 PC Based 监督/控制系统	39
1.5.4 现场总线控制系统 FCS	40
1.6 几种典型的 DCS 简介	40
1.6.1 Honeywell 公司的 TDC-3000 系统	40

1.6.2	ABB 公司的 Industrial ^{IT} 系统	41
1.6.3	和利时公司的 HOLLiAS 系统	42
1.7	DCS 的应用开发设计、调试与检验	43
1.7.1	DCS 的应用开发设计	43
1.7.2	对 DCS 性能指标的简要介绍	44
第 2 章	最新 DCS 的体系结构和技术特点	47
2.1	促进第四代 DCS 形成的原因	47
2.1.1	用户需求的拉动	47
2.1.2	相关技术的成熟发展	47
2.2	第四代 DCS 的体系结构	48
2.2.1	现场仪表层	48
2.2.2	装置控制层	49
2.2.3	工厂监控与管理层	50
2.2.4	企业经营管理层	51
2.3	第四代 DCS 的主要功能和技术特征	51
2.3.1	第四代 DCS 的典型代表	51
2.3.2	第四代 DCS 的信息化	59
2.3.3	第四代 DCS 的集成化	64
2.3.4	DCS 变成真正的混合控制系统	65
2.3.5	DCS 包含 FCS 功能并进一步分散化	65
2.3.6	DCS 平台开放性与应用服务专业化	67
2.3.7	DCS 的功能安全和信息安全	68
2.4	国内 DCS 的发展状况举例	68
2.4.1	HOLLiAS 系统的产品家族及结构	69
2.4.2	HOLLiAS 的 MES 功能	71
2.4.3	HOLLiAS 控制功能 HOLLiAS-MACS	76
2.4.4	HOLLiAS 控制层硬件	78
2.4.5	HOLLiAS 控制层软件	80
2.4.6	HOLLiAS LEC 逻辑和嵌入式控制器 (Logic& Embedded Controller)	87
2.4.7	HOLLiAS LK 可编程控制器 (PLC)	88
2.4.8	HOLLiAS-VSI 逻辑联锁控制系统	88
2.4.9	HOLLiAS-PADS 工厂电站综合自动化系统	90
2.4.10	HOLLiAS 专业化的解决方案	91
2.5	结论	92
第 3 章	从控制工程看 DCS——功能与性能的要求	93
3.1	DCS 的控制功能及应用任务分类	93
3.1.1	工业控制系统的结构	93
3.1.2	控制任务分类及快速性需求	94
3.1.3	闭环控制系统的构成	97

3.1.4	控制策略与运算的平台装置	97
3.2	运算放大器和调节运算方法	98
3.2.1	运算放大器和虚拟地原理	98
3.2.2	模拟调节的运算原理	99
3.2.3	控制策略与放大器组件系统	103
3.2.4	模拟系统与数字系统的比较	105
3.3	数字系统的控制周期与可控性	106
3.3.1	线性系统的可控性	106
3.3.2	控制周期(T_0)是不可控环节	107
3.3.3	实例 1——汽轮机调速系统和它的控制周期	108
3.3.4	实例 2——锅炉气包水位控制系统的控制周期	110
3.3.5	结果及认识	111
3.4	数字控制器的确定性问题	112
3.4.1	常用递推控制算法	112
3.4.2	控制器的确定性和它的意义	116
3.5	控制工程作业自动化	117
3.6	控制工程对于 DCS 系统的技术要求	119
3.6.1	系统的可靠性与可维修性需求	119
3.6.2	控制系统的快速性需求	121
3.6.3	数字控制器的确定性需求	121
3.6.4	工程作业自动化	121
第 4 章	DCS 硬件系统——原理、指标、试验和应用	123
4.1	DCS 硬件组成概述	123
4.2	主控制器(MCU)	124
4.2.1	主控制器的基本原理	124
4.2.2	MCU 的冗余配置	126
4.2.3	MCU 的技术指标及试验方法	126
4.2.4	MCU 应用设计	128
4.3	模拟量输入设备(AI)	129
4.3.1	AI 设备的基本原理	129
4.3.2	AI 设备的技术指标及试验方法	134
4.3.3	AI 设备应用设计	146
4.4	模拟量输出设备(AO)	146
4.4.1	AO 设备的基本原理	146
4.4.2	AO 设备的技术指标及试验方法	147
4.4.3	AO 设备应用设计	147
4.5	开关量输入设备(DI)	148
4.5.1	DI 设备的基本原理	148
4.5.2	DI 设备的技术指标及试验方法	148

4.6	SOE 输入设备(SOE)	151
4.6.1	SOE 设备的基本原理	151
4.6.2	SOE 设备的技术指标及试验方法	152
4.6.3	SOE 设备应用设计	152
4.7	开关量输出设备(DO)	152
4.7.1	DO 设备的基本原理	152
4.7.2	DO 设备的技术指标及试验方法	152
4.7.3	DO 设备应用设计	154
4.8	脉冲量输入设备(PI)	154
4.8.1	PI 设备的基本原理	154
4.8.2	PI 设备的技术指标	154
4.9	电源转换设备	155
4.9.1	电源设备简介	155
4.9.2	电源冗余	158
4.9.3	电源指标及测试	159
4.10	组态维护与人机接口设备	161
4.10.1	显示设备	161
4.10.2	输入设备	164
4.10.3	操作员站和工程师站主机	164
4.10.4	系统服务器	164
4.10.5	打印机	166
第 5 章	DCS 软件系统	167
5.1	DCS 软件系统概述	167
5.2	DCS 的直接控制软件	169
5.2.1	直接控制软件的功能概述	169
5.2.2	信号采集与数据预处理	171
5.2.3	DCS 的基本控制功能	179
5.2.4	DCS 控制器上的实时数据组织和管理	181
5.2.5	DCS 控制器的任务结构及控制处理	182
5.2.6	DCS 控制软件的一些评价要素	185
5.3	DCS 的监督控制软件及人机界面软件	188
5.3.1	概述	188
5.3.2	DCS 监督控制层的功能	188
5.3.3	DCS 监督控制层的软件体系结构	209
5.3.4	实时数据库系统	223
5.3.5	历史数据库系统	228
5.3.6	与监视控制功能相关的主要数据结构	230
5.3.7	人机界面软件	231
5.4	IEC 61131—3 控制编程语言与软件模型及 DCS 的组态软件	233

5.4.1	IEC 61131—3 简介	234
5.4.2	编程基础与编程过程	236
5.4.3	IEC 61131—3 标准的基本内容	239
5.4.4	IEC 61131—3 的软件模型	247
5.4.5	五种编程语言介绍	250
5.4.6	应用举例	265
5.4.7	IEC 61131—3 标准在 DCS 中的实际运用	277
5.4.8	DCS 的监督控制层组态软件	278
5.5	DCS 的高级优化控制与管理软件	279
5.5.1	概述	279
5.5.2	实时数据库的高层信息接口	280
5.5.3	资产管理 AMS	282
5.5.4	批处理 Batch	287
5.5.5	质量分析系统	293
5.5.6	APC	298
5.5.7	OTS-Operator Training Simulator	306
第 6 章	DCS 的网络系统	309
6.1	DCS 的网络体系	309
6.1.1	DCS 的功能层次和网络层次	309
6.1.2	DCS 网络层次结构的选择	309
6.1.3	对 DCS 各层网络的要求	311
6.2	工业数据数字通信	313
6.2.1	数字通信的编码方式	314
6.2.2	数字通信工作方式	318
6.2.3	差错控制	319
6.2.4	通信传输介质	324
6.2.5	数字通信链路的电气特性	329
6.2.6	数字通信协议	332
6.2.7	数字通信系统的性能指标	332
6.3	控制网络	333
6.3.1	计算机网络层次模型	334
6.3.2	通信协议	339
6.3.3	TCP/IP	341
6.3.4	网络拓扑	342
6.3.5	网络设备	344
6.3.6	网络的 RAMS	350
6.3.7	工业以太网	350
6.3.8	通信骨干网	352
6.3.9	无线通信网络	355

6.3.10	网络安全	357
6.4	现场总线	362
6.4.1	现场总线的产生和发展	362
6.4.2	现场总线的特点和优点	364
6.4.3	现场总线技术介绍	366
6.4.4	无线传感器网络	374
6.4.5	现场总线的选择和使用	375
第7章	DCS系统可靠性与安全性技术	382
7.1	系统可靠性概述	382
7.1.1	可靠性技术发展概述	382
7.1.2	可靠性基本概念和术语	383
7.1.3	可靠性设计的内容	389
7.2	系统安全性概述	390
7.2.1	安全性分类	390
7.2.2	安全性与可靠性的关系	391
7.2.3	功能安全	391
7.2.4	电气安全及安规认证	394
7.2.5	信息安全	396
7.3	可靠性和安全性分析方法	400
7.3.1	可靠性预测	400
7.3.2	可靠性框图	402
7.3.3	马尔可夫分析	402
7.3.4	故障模式与影响分析	403
7.3.5	故障树分析	406
7.3.6	HAZOP分析	408
7.4	可靠性和安全性设计技术	409
7.4.1	冗余技术	409
7.4.2	容错技术与故障安全	413
7.4.3	维修性分析	415
7.5	环境适应性设计技术	415
7.5.1	温度	415
7.5.2	湿度	416
7.5.3	气压	417
7.5.4	振动和冲击	417
7.5.5	防尘和防水	417
7.5.6	防腐蚀	418
7.5.7	防爆	419
7.5.8	电磁兼容性和抗干扰	420
7.5.9	接地	426

7.5.10	隔离	434
7.5.11	屏蔽	437
7.5.12	双绞线	437
7.5.13	防雷击	438
7.6	软件可靠性设计与质量保证	444
7.6.1	软件可靠性研究概述	444
7.6.2	软件可靠性的概念	445
7.6.3	提高软件可靠性的方法和技术	448
7.6.4	软件可靠性评测	454
7.6.5	软件质量保证	455
第8章	DCS的应用设计与实施	457
8.1	DCS应用设计与实施的一般过程	458
8.2	自动化系统的总体设计	458
8.2.1	可行性研究设计	459
8.2.2	初步设计中需要考虑的问题	459
8.2.3	施工图设计中需要考虑的问题	461
8.3	DCS的选型与工程化设计	466
8.3.1	DCS选型及工程化设计	467
8.3.2	DCS的招标、选型及订货	467
8.3.3	应用工程设计的准备工作	468
8.3.4	应用工程设计联络会	472
8.3.5	应用工程设计与文件生成	473
8.3.6	主控制室的设计及人因工程设计	478
8.4	系统的生产、组态及调试	491
8.4.1	系统硬件物资齐套与装配	491
8.4.2	用户培训	492
8.4.3	应用工程软件的组态与调试	493
8.4.4	系统联调	506
8.4.5	系统硬件测试与考核	507
8.4.6	整理项目出厂文档和资料	508
8.5	出厂测试与验收	509
8.5.1	项目概要说明	509
8.5.2	测试依据	509
8.5.3	提交文件资料清单	510
8.5.4	测试环境	510
8.5.5	系统软、硬件配置检查	510
8.5.6	检验方法及判定	511
8.5.7	系统连续运行考核	519
8.5.8	测试结论及测试组签字	520

8.5.9	系统发运到现场	520
8.6	系统现场实施	521
8.6.1	系统位置选择、机房布置和环境要求	521
8.6.2	DCS 系统接地	523
8.6.3	现场设备开箱验收	524
8.6.4	系统现场设备就位、安装与加电	525
8.6.5	系统信号电缆敷设与端子接线	527
8.6.6	DCS 系统现场调试	529
8.6.7	系统竣工验收	533
8.6.8	用户操作人员的培训	534
8.6.9	整理竣工技术资料	534
8.7	系统运行与维护	535
8.7.1	系统常见故障及排除	535
8.7.2	供电与接地系统常见故障	536
8.7.3	防止干扰和设备损坏的一般方法	536
8.7.4	工程现场维护常见问题	537
8.8	小结	538
第 9 章	应用案例	539
9.1	DCS 在超(超)临界火电机组中的应用	539
9.1.1	超(超)临界机组的特点	539
9.1.2	超(超)临界机组的模拟量控制系统(MCS)	540
9.1.3	旁路控制系统(BPS)	546
9.1.4	炉膛安全监测系统(FSSS)	548
9.1.5	机组级自启/停控制系统(APS)	555
9.1.6	电气监控系统(ECS)	557
9.1.7	锅炉烟气脱硫(FGD)	561
9.1.8	百万超超临界机组 DCS 分站	567
9.1.9	汽轮机停机故障分析	569
9.2	MACS 在 80 万吨/年催化裂化联合装置应用	574
9.2.1	工艺简介	574
9.2.2	催化联合装置生产线的特点和控制范围	576
9.2.3	某催化裂化联合装置的系统结构和配置	577
9.2.4	过程控制方案	579
9.2.5	控制方案实现	582
9.2.6	结束语	588
9.3	DCS 在 30 万吨/年甲醇 15 万吨/年二甲醚生产装置的设计及应用	589
9.3.1	甲醇及二甲醚工艺简介	589
9.3.2	甲醇装置 DCS 系统结构设计	591
9.3.3	甲醇装置 DCS 系统工程控制实施	599

9.3.4	总结	612
9.4	智能母管协调控制系统及应用	613
9.4.1	母管制机组现状	613
9.4.2	母管协调控制目标	614
9.4.3	MACS 智能母管协调控制实现方式	614
9.4.4	MACS 智能母管协调控制系统新技术介绍	615
9.4.5	MACS 智能母管协调控制系统应用案例	617
9.4.6	母管协调控制经济效益与社会效益	621
9.4.7	结束语	622
9.5	HOLLiAS MACS™ 系统在 120 万吨重碱装置中的应用	622
9.5.1	系统概述	622
9.5.2	系统初步设计	622
9.5.3	工程设计	624
9.5.4	结论	630
9.6	HOLLiAS MACS™ 系统在 8 000 吨/年聚异氰酸酯中的应用	630
9.6.1	系统概述	630
9.6.2	系统的可行性论证	631
9.6.3	系统的初步设计	632
9.6.4	系统的工程设计	634
9.6.5	系统的测试与工厂验收设计	638
9.6.6	系统安装场地设计	639
9.6.7	系统现场验收设计	640
9.6.8	结论	640
9.7	CPR1000 DCS 核电站非安全级控制系统	640
9.7.1	引言	640
9.7.2	CPR1000 DCS 总体概述	641
9.7.3	非安全级 DCS	644
9.7.4	非安全级 DCS 工程实施	656
9.8	秦山二期核电站计算机控制系统	672
9.8.1	引言	672
9.8.2	概述	672
9.8.3	双域结构的使用	673
9.8.4	硬件配置	675
9.8.5	通信网络设备及其连接	678
9.8.6	系统供电、隔离和接地方案	680
9.8.7	关于分站的设计	684
9.8.8	实现功能	685
9.8.9	应急系统功能	698
9.8.10	Web 功能	698

9.9	MACS 系统在新型干法熟料生产线的应用	699
9.9.1	引言	699
9.9.2	新型干法熟料生产线的工艺介绍	699
9.9.3	新型干法熟料生产线的特点和控制范围	700
9.9.4	塔牌 5 000 吨/天的系统结构和配置	702
9.9.5	过程控制方案	704
9.9.6	控制方案实现	708
9.10	景德镇发电公司 475 吨/小时循环流化床机组 DCS 系统	712
9.10.1	项目主要系统设备和工艺概况	712
9.10.2	机组对控制系统的要求	714
9.10.3	DCS 系统总体设计原则	715
9.10.4	控制系统实施方案	716
9.10.5	工程实施	732
9.10.6	系统点评	734
9.11	通信接口在化工行业的典型应用	734
9.11.1	软件架构	734
9.11.2	应用案例	739
9.12	汽包锅炉燃烧控制优化应用	742
9.12.1	概述	742
9.12.2	原理及动态特性	742
9.12.3	汽包锅炉控制共性	745
9.12.4	应用	747
9.13	和利时能源管理系统 EMS 在企业中的应用	747
9.13.1	概述	747
9.13.2	应用背景	748
9.13.3	系统架构	748
9.13.4	网络架构	749
9.13.5	主要功能介绍	750
9.13.6	实施效果	757
9.14	仿真系统的典型应用	758
9.14.1	仿真系统发展现状	758
9.14.2	仿真系统的作用	758
9.14.3	和利时仿真机特点	759
9.14.4	和利时仿真系统的架构	760
9.14.5	产生的效益	765
9.15	APC 优化控制在水泥烧成系统上的典型应用	765
9.15.1	前言	765
9.15.2	烧成系统工艺特点	765
9.15.3	烧成系统控制目标及难点	766

9.15.4	APC 优化控制系统及原理	767
9.15.5	烧成系统 APC 优化控制方案	768
9.15.6	APC 优化效果及经济效益	769
9.15.7	总结	772
9.16	批量控制技术及其典型应用	773
9.16.1	批量控制技术	773
9.16.2	典型应用	777
9.17	HOLLiAS AMS 系统介绍及其在石油化工装置中的典型应用	792
9.17.1	前言	792
9.17.2	现状问题	792
9.17.3	HAMS 解决方案	793
9.17.4	典型应用案例	795
9.17.5	总结与展望	797
参考文献		799
参考网址		800

第 1 章 DCS 基本原理和发展历程

1.1 什么是 DCS

DCS 是英文 Distributed Control System 的缩写,直译为“分布式控制系统”。从字面上看,DCS 的主要用途是进行控制,而系统的结构则是分布式的,是一种分布结构的控制系统。这种说法虽然没有错,但要对 DCS 做更深入的了解和理解,还必须搞清楚 DCS 所进行的是什么样的控制,它是如何进行控制的,其控制特点是什么,其结构特点又是什么,分布的实际及具体含义是什么等各个方面的问题。

一 在开始介绍 DCS 之前,很有必要首先介绍一下工业控制过程的分类,正确地理解工业控制过程的分类,有助于真正地理解各种工业控制系统的来龙去脉,并且通过对控制系统发展历史的了解,搞清楚 DCS 出现的背景、环境、条件及技术渊源等问题,这样才能够更加深刻和准确地理解什么是 DCS,并且进一步掌握控制系统的发展趋势,对 DCS 将向什么方向继续发展有更加明确的认识。

1.2 控制系统概述

控制是在我们在日常生活中经常接触到的问题,可以说在现代生活中到处都离不开控制,如骑自行车要控制平衡和方向,空调、电冰箱要控制温度,洗衣机要控制洗涤时间和水量,等等。这些控制有些是由人自己(如骑自行车的人)实现的,有些则是通过某些控制装置实现的,这些都可称为控制系统。我们在这里所研究的,是在工业生产中所遇到的控制问题及其解决方案、实现控制所使用的设备和系统,以及在实施控制系统的过程中将会遇到的问题和如何解决这些问题等。目前有关控制的书籍很多,人们在日常的生活和工作中也常常谈到控制,但对于什么是控制,却有各自不同的理解。一般来说,控制包括了两个概念,一个是“如何控制”,如一辆汽车,可以用增减燃油的喷射量的方法去控制速度;另一个是“如何实现控制”,如通过控制油门的大小来增减燃油喷射量。“如何控制”研究的是控制原理和控制方法,而“如何实现控制”则是研究使控制原理、控制方法成为事实的具体设备。DCS 就是一种针对工业生产过程实现控制原理和控制方法的具体设备,本书主要讲述 DCS 的构成、各种不同类型控制的实现过程,以及具体 DCS 应用工程的设计与实施。

根据工业生产所使用的原材料和产成品的形态,可以将工业生产分为三种典型的过程:连续过程(Continuous Process)、离散过程(Discrete Process)和批量过程(Batch Process)。

连续过程是指工业生产所使用的原材料及其产成品为不可以计数的流体,如液体、气体等,这样的物料需要使用容器或管道进行输送,而其计量也不可以使用计数,只能采用适当的计量单位,如立方米、千克等。这类工业过程的输入/输出变量为时间连续和幅度连续的量,其生产方式也是连续不断的,生产过程一旦建立,就可以连续地将原材料加工为产成品,其生产