

I/A Series node

费敏锐 郎文鹏 主编

Micro-I/A

Ethernet
Fieldbus
FoxCom
HART
LonWorks

Micro-I/A

开放型工业控制技术及系统

KAIFANG XING GONGYE KONGZHI JISHU JI XITONG

上海大学出版社

开放型工业控制技术及系统

费敏锐 郎文鹏 主编

上海大学出版社

·上海·

内 容 提 要

本书主要阐述开放型工业控制技术及系统的基本组成、工作原理、系统构成以及工程设计与应用。

本书内容丰富,理论与实际并举,具有先进性、科学性和适用性,既适用于从事自动化方面的工程技术人员参考,同时也可作为高等院校高年级学生的教材以及教师教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

开放型工业控制技术及系统/费敏锐,郎文鹏主编. —上海:
上海大学出版社,2000.6

ISBN 7-81058-155-4

I.开… II.①费…②郎… III.工业工程-控制系统
IV.TB114.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30242 号

上海大学出版社出版发行

(上海市延长路 149 号 邮政编码 200072)

复旦大学印刷厂印刷 各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 19 字数 448 千字

2000 年 6 月第 1 版 2000 年 6 月第 1 次印刷

印数 1~1 500

定价:31.50 元

前 言

本书以 Foxboro 公司生产的 I/A Series 分散型控制系统为基本对象,阐述了开放型工业控制技术及系统的基本组成、工作原理、系统构成以及工程设计及应用实例。

本书共分八章。第一章阐述分散控制系统的内涵、分类、特点以及发展前景;第二章阐述现场控制原理,包括结构、算法以及参数调整;第三章阐述组态技术,包括原理、模块、系统组态、环境组态、显示报警组态以及历史子系统组态;第四章阐述实时通信及网络技术,包括网络及通信、现场总线、TCP/IP 以及 MAP 协议等;第五章阐述数据管理技术,包括实时显示报警、历史数据管理等;第六章阐述动态图形技术,包括静态流程图建立、动态流程图的目标连接以及 FOXDRAW 绘图等组态软件;第七章阐述开放型系统编程技术,包括操作系统、显示管理器和对象管理等;第八章是工程实例。介绍以 I/A 构成的小型系统、中型系统及大型系统的应用实例。

本书内容丰富,理论与实际并举,注重内容的先进性、科学性,同时也注重实用性。适用于从事自动化方面的工程技术人员参考,同时也可作为高等院校高年级学生的教材以及教师教学参考。

本书第一、第二章由费敏锐教授编写。第三章的 3.1~3.7 由李振华副教授编写,3.8~3.9 由张美凤讲师编写。第四章由郎文鹏教授编写。第五章由张美凤编写。第六章由李振华副教授编写。第七章由康惠骏博士编写。第八章由 Foxboro 公司编写。全书由费敏锐教授和郎文鹏教授统稿。

在编写过程中,Foxboro 公司提供了大量资料并提供资助。同时得到上海大学仪自教研室老师的支持与帮助,在此一并致以谢意。

由于编者水平有限,书中缺点和错误难免,欢迎读者批评指正。

编 者

1999 年 7 月

目 录

第一章 概 述

1.1 内涵及分类	1
1.2 演变及特点	2
1.3 发展及前景	3
1.3.1 朝综合和开放方向发展	3
1.3.2 朝系统集成方向发展	3
1.3.3 采用人工智能技术	4
1.3.4 采用现场总线技术	4

第二章 现场控制原理

2.1 现场控制单元组成及分类	6
2.1.1 仪表结构型	6
2.1.2 微机结构型	13
2.1.3 通信结构型	19
2.2 控制算法分类及原理	24
2.2.1 PID 算法	25
2.2.2 Smith 预估补偿算法	30
2.2.3 前馈控制算法	34
2.2.4 模糊控制算法	36
2.3 人工及自动参数调整算法	40
2.3.1 模型建立和特征识别	40
2.3.2 参数整定	47
2.3.3 控制参数自调整	53

第三章 组态技术

3.1 概述及分类	60
3.2 组态原理	62
3.2.1 模块的物理结构	62
3.2.2 组态工作与环境	63
3.2.3 模块的调用执行	63
3.3 I/A 的集成控制软件基础	63
3.3.1 块和复合块	63

3.3.2	块的扫描周期	64
3.3.3	块/复合块的时序和分相执行	64
3.3.4	块的类型及功能简介	67
3.3.5	复合块/块的属性和基本公共参数	69
3.3.6	块的初始化	71
3.3.7	块的增益和偏置	72
3.3.8	块的状态	73
3.3.9	块的连接	75
3.3.10	块/复合块的过程报警	77
3.3.11	块的失效保护	79
3.4	I/A 的最常用控制模块	80
3.4.1	AIN 模块	80
3.4.2	AOUT 模块	85
3.4.3	CIN 模块(触点输入块)	89
3.4.4	COUT 模块	92
3.4.5	PID 模块	94
3.4.6	梯形逻辑和 FLB 块	97
3.4.7	顺序控制模块	101
3.5	I/A 的集成控制组态器及组态实例	109
3.5.1	集成控制组态器 ICC	109
3.5.2	单回路系统组态举例	114
3.6	系统组态	117
3.6.1	概述	117
3.6.2	进入系统组态器主功能屏	119
3.6.3	定义网络举例	121
3.6.4	定义包装举例	123
3.7	环境组态	125
3.7.1	概述	125
3.7.2	环境组态的步骤	125
3.7.3	设置操作保护级	127
3.8	显示和报警组态	128
3.8.1	组显示组态	128
3.8.2	报警组态	133
3.9	历史子系统的组态	135
3.9.1	采集点组态	136
3.9.2	归并组组态	138
3.9.3	串级的归并组组态	141
3.9.4	信息组组态	141
3.9.5	归档组组态	141

第四章 实时通信及网络技术

4.1 分散控制系统的网络技术	144
4.1.1 网络的拓扑结构	145
4.1.2 网络存取控制方式	146
4.1.3 分散控制系统的网络层次结构	148
4.1.4 网络的传输介质	150
4.2 分散控制系统的网络通信	150
4.2.1 数据通信的基本概念	151
4.2.2 数据传输原理	153
4.2.3 数据传输的差错控制方法	156
4.2.4 通信协议	158
4.3 分散控制系统与现场总线	167
4.3.1 现场总线的内涵、产生环境和历程	167
4.3.2 开放系统互连模型与现场总线	171
4.3.3 FF 现场总线	172
4.3.4 PROFIBUS	175
4.3.5 LONWORKS	175
4.3.6 CAN	176
4.3.7 HART	176
4.4 TCP/IP	179
4.4.1 TCP/IP 分层模式及其边界	179
4.4.2 IP 协议	180
4.4.3 传输控制协议与用户数据协议 TCP 与 UDP	184
4.5 MAP	186
4.5.1 MAP 的产生与发展	186
4.5.2 MAP 2.1/TOP 1.0 协议体系及发展	187
4.5.3 发展流程	188

第五章 数据管理技术

5.1 概述	190
5.1.1 数据管理技术的发展	190
5.1.2 分布式数据库(Distributed Database, 简称 DDB)	191
5.1.3 实时数据库	195
5.1.4 历史数据库	196
5.2 实时显示和报警	198
5.2.1 DCS 的实时显示	198
5.2.2 I/A Series 系统详细显示画面的显示与操作	200
5.3 历史数据管理	210

5.3.1 历史数据库管理软件(Historian)的功能	211
5.3.2 操作历史数据库	217
5.3.3 显示历史数据	218
5.3.4 过程报表	220

第六章 动态图形技术

6.1 概述	229
6.2 静态流程图的建立	230
6.2.1 进入“显示建立”绘图软件	230
6.2.2 画面选择	230
6.2.3 从元件库中选择已有的图形部件	231
6.2.4 基本作图工具的使用	231
6.2.5 编辑功能的使用	233
6.2.6 资源 R 的使用	234
6.2.7 网格 GRID 的使用	235
6.2.8 水箱液位系统流程图画法示例	235
6.3 动态流程图的目标连接	236
6.3.1 进入“显示组态”绘图软件和装入要组态的显示画面	237
6.3.2 选择要组态的目标和属性	237
6.3.3 填写属性连接对话框	238
6.3.4 动态流程图的安装	249
6.4 水箱液位系统的动态仿真示例	249
6.5 FOXDRAW 绘图和组态软件	254
6.5.1 流程图的建立	254
6.5.2 流程图的组态	259

第七章 开放型系统编程技术

7.1 概述	263
7.2 操作系统	263
7.2.1 操作系统的组成	263
7.2.2 操作系统的功能软件	264
7.2.3 实时多任务操作系统	265
7.3 显示管理器(Display Manager)	275
7.4 对象管理器(Object Manager)	278
7.4.1 对象和数据类型	278
7.4.2 对象名称	279
7.4.3 输入表和对象目录	279
7.4.4 变量浏览速率	279
7.4.5 对象管理器参数表	279

7.4.6 OM 数据库	280
7.4.7 用于取得/设置对象值的 C 调用命令	280

第八章 工程设计及应用实例

8.1 化学工业中 I/A 70 系列的系统配置实例(小型系统).....	282
8.1.1 用户要求	282
8.1.2 系统配置	282
8.1.3 总结	283
8.2 20000t/a 红矾钠工程(中型系统)	284
8.2.1 系统介绍	284
8.2.2 系统要求	284
8.2.3 系统配置	287
8.3 I/AS 在国产 300000kW 机组应用中的系统配置(大型系统).....	287
8.3.1 控制内容	287
8.3.2 用户要求及相应配置	289

第一章 概述

自第一套分散控制系统(DCS;distributed control system)面世以来,一场波及全球的DCS生产和应用竞赛拉开了序幕。其发展主要来源于两方面的激励:一是社会和经济因素,即来自环境的刺激,以信息管理和自动化为中心的技术和经济市场的激烈竞争推动DCS发展;二是支撑DCS发展的技术因素,即计算机技术、通信技术和自动控制技术等的发展所创造的先决条件。在短短的20年时间里,世界上已有几十家公司推出50多种DCS产品,实际应用回路数达百万个之多,应用面几乎覆盖了所有的过程控制领域。在国内工业控制和管理方面,起步虽晚,但已有了长足进展,如宝钢高炉WDPF系统,鞍钢电站锅炉 μ XL系统,常熟电厂 $1^{\#}3\times 10^5\text{kW}$ 直流炉I/A Series控制系统,顺昌水泥厂水泥窑TDC-3000系统,北京市左家庄供热厂热水锅炉HS-DCS-1000系统和热炉OPTO22系统、无锡利民瓷厂推板窑STD-based系统、武钢炼钢转炉PLC-based系统、萍钢焦炉智能仪表集成分散系统、重钢耐火材料厂隧道窑仿人智能DCS等等。可以说,DCS给工业控制及其装置带来了又一次具有划时代意义的飞跃,无疑为包括智能控制在内的各种先进过程控制和高层管理决策的实现提供了至关重要的物质基础。

1.1 内涵及分类

分散控制系统是利用计算机技术、通信技术、控制技术和多媒体技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制系统,简称集散系统。分散控制系统一般由操作管理、分散控制监测和通信网络等部分组成。其中分散控制监测部分,按地理位置分散于现场,或集中安装在控制室,一般可控制几个、几十个或几百个回路,具有几十种甚至上百种运算功能。操作管理软件一般由实时多任务操作系统、数据库管理系统、数据通信软件、组态生成软件和各种应用软件等组成。分散控制监测的各个部分与操作管理的各个部分要形成一个协调的整体,离不开通信网络。DCS的通信网络更注重实时性、可靠性和可维护性。

分散控制系统最基本的系统特征是分散控制,最关键的核心技术是通信网络,而最重要的用户目标则是实现信息综合管理,以减轻劳动强度,并最终提高经济效益。因此,从广义上看,由自动化仪表制造企业推出的是传统意义上的分散控制系统,此外,还应该包括由可编程控制器制造企业推出的PLC-based分散控制系统,由办公自动化计算机制造企业推出的PC-based分散控制系统,以及由工业控制器制造企业推出的STD-based分散控制系统等。这些分散控制系统从不同的领域发展而来,各有特长。如以仪表为基础(传统方式)的分散控制系统具有系列配套的现场接口和设备,齐全丰富的控制和用户管理软件,以及充分兼顾传统仪表的操作和安装方法,因此应用十分广泛;PLC-based分散控制系统则适合于开关量较多和连续量较少的批量控制场合,而且性能价格比远高于传统分散控制系统,

如用于钢铁厂工业炉可减少控制系统方面的投资 1/3 以上;PC-based 分散控制系统有众多的微机实时和多任务系统软件支持,硬件性能价格比也在连年飞速递增,如美国 Olin 公司由此仅用了 DCS 的 1/4 的投资,目前这类分散控制系统主要用于小规模系统和以数据采集为主的场合;STD-based 分散控制系统在我国开发和应用较多,这与 80 年代工控机优选机种的导向性政策有关,主要用于中小规模和以连续控制为主的场合。

分散控制系统从结构层次上一般可分成四级:

(1) 直接控制级。这是分散控制系统的基础。在这一级上,现场控制单元直接与现场各类装置(如变送器、执行器和记录仪表等)相连,进行过程数据采集、直接数字控制、设备监测和系统的测试和诊断,以及实施安全性、冗余化方面的措施。

(2) 过程管理级。在这一级上,主要有监控计算机、操作员站和工程师站。它综合监视过程各站所有信息,集中显示操作,历史数据存档,控制回路组态和参数修改,以及优化过程控制和处理。

(3) 生产管理级。在这一级上,管理计算机根据产品各部件的特点,协调各单元级的参数设定,是产品的总体协调和控制者。在中小企业中,这一级可能充当最高一级管理层。具有比系统和控制工程更宽的操作和逻辑分析功能,以及产品重新组织和柔性制造的功能。

(4) 经营管理级。这一级居于中央计算机上,并与公司(或工厂)的经理部、市场部、计划部以及人事部等办公室自动化连接起来,担负起包括工程技术方面、经济方面、商务方面和人事方面等的总体协调和管理,实现整个制造系统的最优化。

1.2 演变及特点

1959 年,一台 TRW-300 计算机成功地用于美国 Texas 炼油厂的聚合装置上,这是世界上最早应用计算机的过程控制系统。到了 70 年代初,在经历了直接数字控制系统(DDC: direct digital control),集中型计算机控制系统(CCS:central control system)和监督计算机控制系统(SCC:supervisory computer control)等发展阶段以后,人们既看到计算机控制系统具有系统组态灵活、控制功能齐全、信息分析和综合方便以及人机接口友好等特点,比起常规仪表控制系统有很大的优越性。同时也发现集中型计算机控制存在一个致命弱点,就是危险集中。一旦计算机发生故障,将导致整个生产过程的全面瘫痪。

在上述应用背景,以及微处理器和计算机通信技术高速发展的推动下,1975 年美国 Honeywell 公司率先推出综合分散控制系统 TDC2000,从而使计算机控制进入了分散控制系统的新纪元。这以后,美国、西欧及日本的一些著名公司开发了自己的第一代分散控制系统。如:日本横河公司的 CENTUM,美国 Bailey Control 公司的 Network-90, Foxboro 公司的 Spectrum,英国 Kent 公司的 P4000,德国 Siemens 公司的 Teleperm 等。第一代分散控制系统一方面保持了集中型计算机控制的优点,另一方面采用分散控制,使危险分散,克服了集中型计算机控制的致命弊端。而且通信技术的引入,大幅度减少了集中系统的电缆连线,上位计算机具有丰富的显示画面,覆盖全系统的报警、诊断功能,以及先进的管理功能。

70 年代末以后,产品生产的激烈竞争,批量生产控制需求剧增,以及厂家对信息管理要求提高,同时局域网技术的成熟及对工业控制领域的渗透,导致了第二代分散控制系统的产

生,如 Honeywell 公司的 TDC3000, Bailey Control 公司的第二代 Network-90, Leeds & Northup 公司的 MAX1, Westing House 公司的 WDPF 等。第二代分散控制系统以局域网为主干,系统中各单元都看作网络的节点工作站,包括第一代分散控制系统也只是通过网间连接器挂接于系统局域网上的子系统。此外,通过采用系统管理站或强化管理软件,增强了全系统管理功能。

80 年代末,为了克服第二代分散控制系统的专利性局域网对企业多种 DCS 产品互连造成不便的困难,导致了开放性局域网的 DCS 产品研制。另外,为顺应信息社会的需要,进一步加强信息管理,开发深层次信息管理系统,导致了第三代分散控制系统出现,如 Foxboro 公司的 I/A Series, Honeywell 公司的 TDC3000/PM, Bailey Control 公司的 INFI-90,横河公司的 Centum-XL 等。第三代分散控制系统的基本特点是:采用开放性的 MAP 通信协议或兼容网络;通过现场总线使节点工作站的系统智能进一步延伸到现场,从而使过程控制与车间的智能变送器、执行器和本地控制器之间实现可靠的实时数据通信;人工智能开始渗透到现场控制、操作管理和决策等系统的一些环节中。

1.3 发展及前景

开放结构、集成技术、人工智能和现场总线是未来 DCS/PLC/CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems)/CIPS (Computer Integrated Process Systems) 等系统的四大重要特征,各种工业控制和管理系统已出现了大统一趋势,并将大大地影响并推动分散控制系统的发展,导致新一代工厂自动化系统的产生。

1.3.1 朝综合和开放方向发展

开放的分散控制系统指系统的硬件、软件、通信和操作方面均符合国际通用标准。开放的结果,打破了具有专利权的封闭系统,不仅有利于社会技术进步,也有利于系统兼容性和提高扩展性。90 年代分散控制系统的通信向开放和标准化方向发展,各种设备(包括计算机、DCS、PLC 等)之间,采用由制造厂、销售商和研究部门三方联手推出,能为世界各国所接受的标准化协议 MAP (Manufacturing Automation Protocol。以美国通用汽车公司为首,1982 年)/TOP (Technical and Office Protocol。以美国波音公司为首,1985 年)进行相互通信。这种大统一趋势使传统的连续与顺序控制,电气(electrical)、仪表(instrumentation)和计算机(computer)控制,以及控制与管理等界限都将从根本上破除,形成一个不可分割的大系统,如 EIC 集成化系统、CIMS 和 CIPS 等。

1.3.2 朝系统集成方向发展

近年来,计算机控制系统出现了系统集成的新概念和新方法。该方法将具有标准协议接口的各类节点工作站、CRT 操作站、管理计算机等都作为以微处理器为基础的数字设备,用标准化的网络,按系统优化及价格/性能比原则构成能完成一特定的用户控制和管理任务的

集成分散系统。

据 Honeywell 公司估计,中小规模分散控制系统约占 DCS 市场的 56%。由于个人计算机的性能不断提高,价格不断降低,以及通信网络的开放和系统可互操作的逐步实现,使得中小规模的工业控制可广泛采用国内外中高档微机、工业级 PC 和不同厂家生产的数字设备,构成集成分散系统,以满足不同经济和技术要求的工厂及装置的应用需求。

事实上,即使 IBM、DEC 这样的世界级大公司,无论从产品的技术指标、适应性和价格方面,也难以面面俱到,独占市场。国内外越来越多的企业、研制单位和主管部门正达成共识:追求“大而全”的设计、开发和成套模式及封闭环境,只能造成少慢差费和低水平重复。

1.3.3 采用人工智能技术

人工智能将广泛应用于分散控制系统中的方方面面,如智能控制单元、智能人机接口、智能实时数据采集系统、专家故障诊断系统、生产计划和调度专家系统、过程优化专家系统、控制系统 CAD 专家系统、仿真培训专家系统和智能在线维修等。人工智能思想、方法、技术的渗透,将有助于控制性能和管理水平的提高。但目前还不成熟,面临着许多问题。德国 R. Altfelder 博士在题为“怎样为一个现代化的工厂选择最适当的控制系统”的报告中指出:利用模糊控制的算法或神经网络在 DCS 还没有质量上的标准以前,经过正规考核过的仪表工程师在日常的业务上还不能马上加以应用。但实际上,不少制造企业已开始在控制固件和下位智能仪表中装载智能控制算法,例如:80 年代初,美国 Foxboro 公司首先推出基于仿专家经验和模式识别法(E. H. Bristol)的自整定 PID 调节器 EXACT,并将该功能装入可以和 I/A Series 系统通信的 760/761 及最新的 762 微型型调节器上。日本横河公司推出了可与 YEWPACK 及 μ XL 系统通信,具有 PID 专家自整定控制功能的增强型 YS-80E 以及新型的 YS-100 系列调节器。最近,日本山武·Honeywell 公司研制的 SDC 系列智能 PID 调节器,引入神经网络和模糊推理技术,具有领先的控制和整定功能,同时还满足通信联网要求。重庆大学已推出以周其鉴和李祖枢教授的仿人智能理论为基础的仿人智能控制器产品,并在此基础上构成仿人智能分散控制系统。总的来讲,这类带通信口的智能控制器优于传统 PID 控制器,但还存在着局限性。一般不能对连续或不规则扰动进行自整定,也不是对任意形式的控制结构都适用,特别是控制系统中经验规则的自学习问题也未圆满解决。

1.3.4 采用现场总线技术

现场总线(fieldbus)属工厂自动化领域中计算机通信体系的最底层和低成本网络,它是安装在过程区域的现场设备与控制室内的控制设备之间全数字化、双向和多通道的串行通信链路及其协议。现场总线是用户需求、生产企业竞争、微电子技术发展的综合结果,是构成全数字化分散控制系统的关键环节。

较早的现场总线是 Intel 公司在 1984 年推出的 Bitbus,它是早期 PLC 和 STD 总线中应用最多的一种串行总线网,其物理层协议仍采用 EIA RS485 标准。在仪表制造企业方面,Honeywell 公司早在 1983 年就研制了智能变送器;1985 年,Rosemount 公司开发的 HART (Highway Addressable Remote Transducer)协议,作为一种数字和模拟信号可同时通信

的、过渡的“事实”标准协议,颇具成效和影响;Foxboro 公司于 1987 年推出的 I/A Series 系统,由于较早引入 MAP 兼容网,并采用现场总线技术,被公认为是第三代分散控制系统的典型代表。此外,近年来值得重视的现场总线标准还有:德国 Bosch 公司推出的 CAN (Controller Area Network),它是一种可靠、高速的串行通信网,最初用于汽车行业,目前已发展到从高速网络到低成本的多任务网络的自动化领域;美国 Echelon 公司 1993 年推出的 LON WORKS (Local Operating Network),它是基于集控制器和网络通信处理器为一体的 Neuron 芯片的串行总线网,是一种非常有发展潜力的现场总线网络。

1984 年 10 月,国际电工委员会(IEC)和美国仪器学会(ISA)联合成立了 IEC/ISA—SP50 标准化委员会,致力于开放性现场总线标准的制定。到 1994 年,虽然现场总线尚未标准化,而各种公司的面向开放的标准层出不穷,且已基本形成两大协议体系:基于德国 PROFIBUS 标准、由 Fisher-Rosemount 公司为首的组织 ISPF(1992 年 9 月成立)制定的 ISP(Interoperable Systems Project)协议,以及基于法国 FIP 标准、由 Honeywell 公司为首的组织 World EPNA(1993 年 3 月成立)制定的 World FIP (World Factory Instrumentation Protocol)协议。由于两大组织未能协调,使现场总线标准化工作进展缓慢。1994 年 6 月,ISPF 与 World EPNA 组织终于联合成立了 FF(Fieldbus Foundation)组织,旨在推动和加速标准化工作的进程,支持和帮助 IEC/ISA—SP50 标准化委员会的工作,建立一个统一的、开放的、国际性的现场总线协议标准。

现场总线技术是 DCS、PLC、CIMS 和 CIPS 网络层次中的瓶颈技术,它的发展必将导致工厂自动化领域产生又一场革命,传统的分散控制系统终将被以开放的全数字化现场控制系统代替。然而,在今后若干年内,只有彻底解决某些技术特别是非技术障碍,才能真正完成现场总线的标准化工作。且据 IEC/ISA 现场总线标准化委员会主席 Caro 估计:要完成这场革命,特别是要保证有 99.9%可靠性的情况下,至少还需要 10 年时间。因此,在经过一段时期,现场总线将逐渐“群龙有首”,但“群龙”的众多,使“身尾”还将共存,这就是人们不愿但又必须正视的现实。

第二章 现场控制原理

2.1 现场控制单元组成及分类

现场控制单元是集散系统与工业过程的接口,是实现分散或现场控制的硬件装置。目前,对现场控制单元划分的方法不少,难以统一。这里将按照系统的规模及总线方法进行分类,有三种:第一,由单片机为核心的智能仪表所构成的小型现场控制器;第二,由功能模块和系统总线构成的中型现场控制单元;第三,由功能处理机通过串行通信总线构成的大、中型现场控制站。其中第一种适合于现场总线的应用,而且简单、灵活、经济、实用。第二种目前用得最广泛,可以构成各种规模的控制装置。第三种是一种松散结构形式,本身可能就是一种集散系统。下面将分节对这三种现场控制单元的组成原理结合实例给予介绍。

2.1.1 仪表结构型

这是一类由带通信接口的智能仪表所构成的小型现场控制器。其主要特点是:具有丰富的分散控制功能,包括智能分散、显示分散、数据库分散、通信分散、供电分散等特征;具有极强的应用灵活性、组态性、适应性和可维护性;具有高可靠性。这类控制器可用于控制单路或多路模拟量。目前现场总线飞速发展,这类控制器愈来愈引起工程界的重视,并得到大量普及和推广。如美国 Foxboro 公司的 760/761,日本横河公司的 YS-80,我国西安仪表厂推出的 DDZ-S 系列的 S101 型可编辑调节器等等,均能作为现场控制器,并由此构成集散系统。下面将介绍美国 Fisher & Porter 公司的新一代控制器 MC5000。

2.1.1.1 MC5000 概述

MC5000 使用了由 F&P 公司和 Intel 公司共同开发的一种专门设计的 ASIC 微处理芯片,因此不仅性能可靠性佳,而且体积小,外观精美。

MC5000 操作员界面非常新颖,采用了高清晰度点阵图形显示方式,不仅能显示标准的画面,也能显示用户编辑的画面,最多可达 72 幅。

MC5000 有单、双、四回路三种控制版本,并提供功能、硬件和软件等多层次的扩展。此外,MC5000 具有一个标准的 MICRO-DCI 通信口(RS422/485,28.8K 波特率),由此与 Supervisor-PC 操作员站或 IBM-PC 机组成多达 32 节点的小型集散系统。或者 MC5000 可利用 2Mbit/s 高速通道,进入 MircoLink 网,以组成一个完整的两级计算机控制系统。

2.1.1.2 硬件组成和扩展

MC5000 硬件结构图可见图 2-1。该控制器的标准 I/O 配置为:4 个模拟输入、2 个模拟

输出、2 个离散量(或开关量)输入(DI)、2 个离散量输出(DO)、标准的数据高速通道(RS485)以及 RS-232C 组态口。

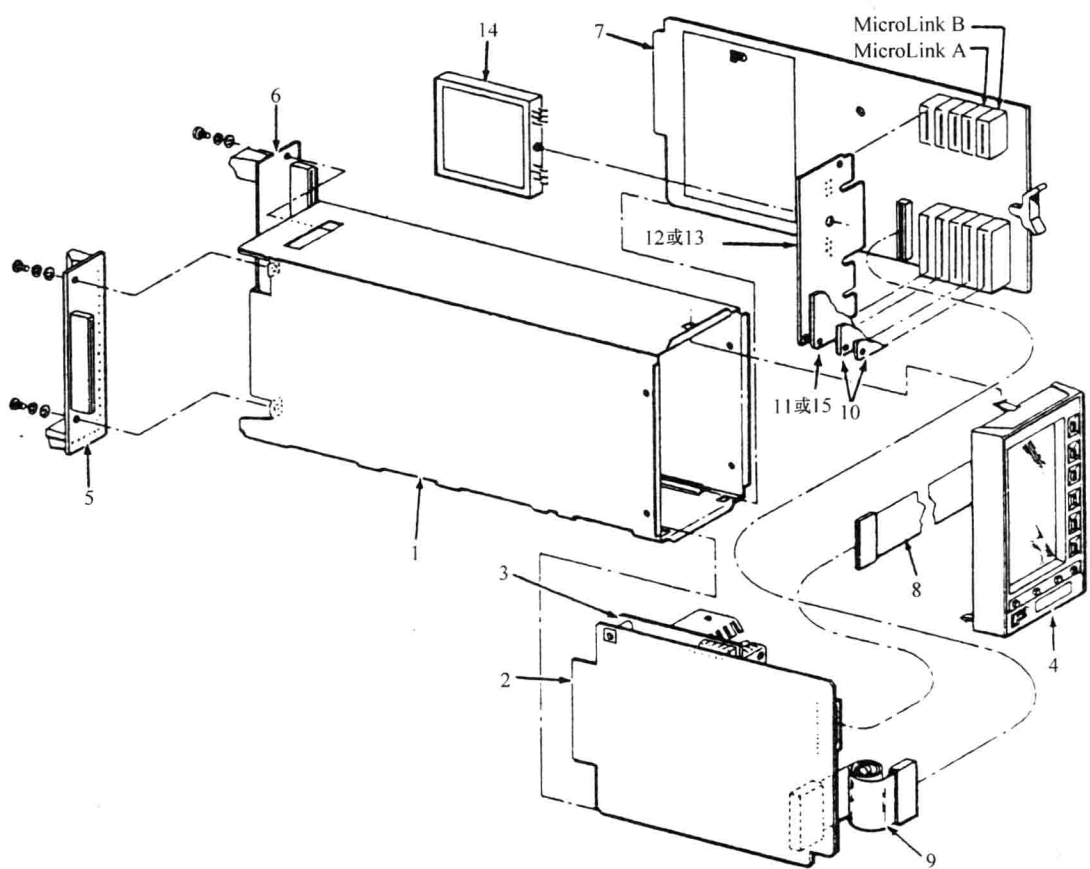


图 2-1 MC5000 控制器结构图

1-控制器外壳 2-控制器主基板 3-控制器供电板 4-控制器显示屏 5-控制器主基板引出接线板 6-控制器扩展基板引出接线板 7-控制器扩展基板 8-显示屏与控制器主基板间连接板缆 9-控制器主基板与扩展基板间连接电缆 10-高速通信板(MicroLink) 11-6DI/4DO 扩展开关量板 12-单通道模拟量输入输出板 13-多通道模拟量输入板 14-各种信号调节模块(组件) 15-16DI/DO 扩展开关量板

标准的模拟和离散量 I/O 是做在主基板上的,并可用 FCS、F-CIM、F-TRAN 中的任何一种组态技术。标准 I/O 的接线方式可以是直接接到控制器背后接线端上,也可用接口端子板(interface terminal board)接出来,ITB 板安装在一定长度范围内的一个地方,然后把外部接线(一般指电缆线)接到 ITB 板上,而不是直接接到控制器背后端子板上,这种接线板的安装方式被称为 remote-mounted(远程安装)。

MC5000 采用的是模块式(积木式)设计,因此它还可以有另外的 I/O,通过扩展板的方式进行 I/O 扩展,扩展板有专门的槽口用来进行模拟量、离散量以及通信方式的各种扩展(这个扩展板也在出厂时加在控制器内,如果无扩展,则出厂时控制器内无扩展基板,见图 2-1),下面是几种不同的扩展方式(通过扩展基板上插下列各项对应板在相应槽口内的方式):

- (1) 6DI/4DO 或 16DI/DO 扩展板扩展。

(2) 单通道/多通道模拟量扩展板扩展。

(3) 单/冗余 MicroLink 通信方式扩展。6DI/4DO 扩展板给出了标准 I/O 之外的 6 个离散量输入和 4 个离散量输出(如果是这样,加上原来标准的 2 个离散量入,2 个离散量出,总共离散量达到 8DI/6DO)。16DI/DO 给出了标准之外的 16 个 DI/DO,这 16 个离散量是混合型的,即这 16 个 DI/DO 中到底几个是 DI,几个是 DO,把这决定留给了用户。16DI/DO 扩展板用的是 Opto22 模块,可以一个一个地去定各个输入/输出点的模块型号(注意,对 16DI/DO 来说,扩展底板本身不带输入输出,加上 ITB 板,ITB 板上定 Opto22 输入输出组件后才能构成真正的 16DI/DO 输入/输出)以便做到与实际工况吻合。单通道的模拟量输入扩展板通过一个特定的线性组件,给出了标准之外的另一个模拟量输入。这个特定的线性模块类型有:热电偶,RTD(热电阻)和电压。多通道模拟量扩展板除了标准 4AI/AO 外,另外再增加 4 路模拟量输入,2 路模拟量输出,这些输入/输出量也可带特定的线性化组件(4AI 基 + 4AI 扩展 + 1 个通用热电阻、热电偶接口,等于 9 个模拟输入,2AO 基本 + 2AO 扩展等于 4 个 AO,因此扩展总共为 9AI/4AO),接线可采用接出来安装的 ITB 方式。所有扩展的 I/O 都可用 FCS、F-CIM 或 F-TRAN 进行组态。

标准的 RS422/485 通信口为(数据 Link)MC5000 和 Supervisor-PC 工作站之间提供了良好的通信条件,通过该口可组成一个新网络也可以扩展已经存在的网络,控制器与 Supervisor-PC 之间形成的网络可以进行过程控制、上位监视,以及数据库和编写程序的上传和下载。

利用 MicroLink 通信方式则允许组成单通道或者冗余通道的通信,最高允许为 2Mb 的通信速率。

MicroLink 还利用 Peer-to-Peer(对等)通信使控制器之间的数据传送更加直接,它提高了网络的通信效率和可靠性。用户可 24 小时地从网络上获得数据,传送是根据各控制器的设备地址、要求获取数据的存放区域以及希望的采样频率来进行的。

Fisher & Porter 公司的 SCADA(控制和监控系统)适配器还提供了模块式控制器的网络与各种通信设备连接的一种方法,典型的如通信距离超过 4000 英尺(1219m),RS-485 通信极限时,就需要用上述数据通信设备,SCADA 适配器能把 RS-485 数据 Link 转换成 RS-232,这样就能直接接到数据通信设备上。SCADA 还提供了数据通信调制解调必要的控制要素,如请求发送(RTS)和清除发送(CTS)。SCADA 适配器也可与 53SU5000 Supervisor-PC 工作站结合使用,组成一个完善的数据采集和监视系统。

2.1.1.3 操作员界面

作为现场控制器,MC5000 以它独特的点阵显示和简单方便的操作,为用户提供了较传统表盘式或数字显示式控制器更丰富的操作内容及操作能力。为便于用户使用,有一组预先组态好的标准画面显示,该显示由三个信息域组成:

(1) 中间整个区域用来组态静态数据或动态数据。

(2) 显示的顶行是报警行,一旦报警出现,不管当前是什么画面显示,都会在顶行出现“ALARM”报警提示,还可带蜂鸣示警,等待操作确认。

(3) 显示的底行,在工程师组态方式下,它是工程师工作区,在操作方式下,单行菜单选择和用户写入的数据都可显示出来,为操作人员带来很大方便。