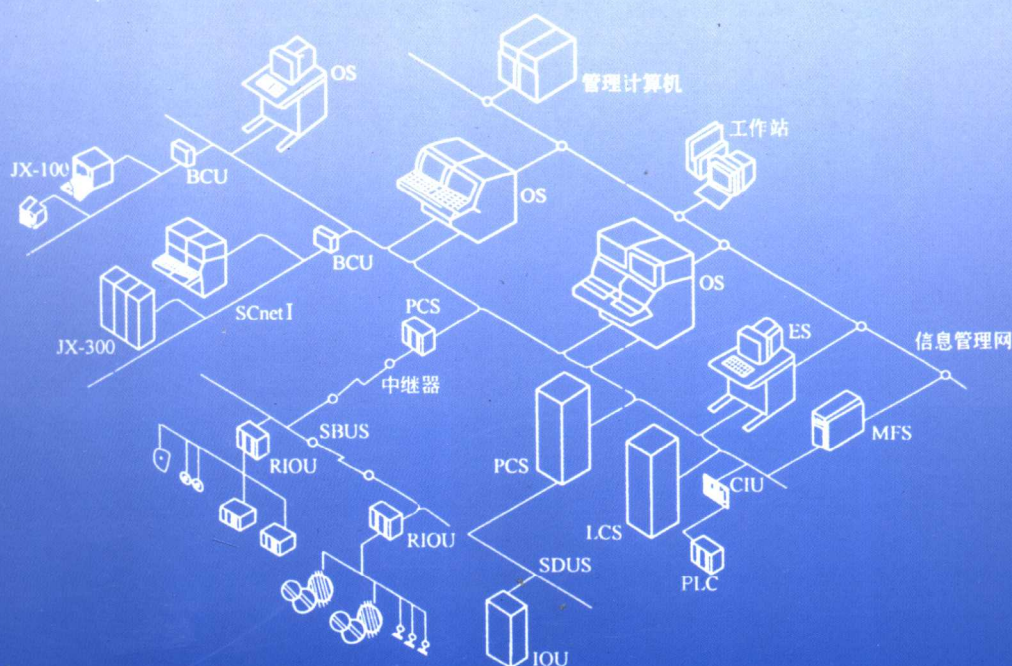




教育部高职高专规划教材

计算机控制系统

马应魁 张 虎 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

计算机控制系统

马应魁 张 虎 主编
张国华 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机控制系统/马应魁, 张虎主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 12

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-7274-0

I. 计… II. ①马… ②张… III. 计算机控制系统-高等学校: 技术学校-教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 145940 号

教育部高职高专规划教材

计算机控制系统

马应魁 张 虎 主编

张国华 主审

责任编辑: 张建茹 唐旭华

文字编辑: 张圣文

责任校对: 凌亚男

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 366 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7274-0

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

高职高专电仪类专业规划教材 编审委员会

主 任 王爱广

副主任 邓 允 王黎明

委 员 (排名不分先后)

厉鼎熙	吕廉克	汤光华	于占河	郝万新	马应魁
张 虎	王永红	董 力	蔡夕忠	马克联	刘玉梅
樊明龙	任丽静	国海东	吕铁男	开 俊	王 琦
吴明亮	殷 刚	邓素萍	徐咏东	刘江彩	戴焰明
李世伟	宋 涛	郑 怡	张国华	陆建遵	黎洪坤
陈昌涛	夏鸿儒	黄 杰	王 磊	耿淑芹	何亚平

内 容 提 要

本书较为详尽地介绍了计算机控制系统的基础知识，其内容包括计算机控制系统的基本组成、网络基础、集散控制系统（DCS）、现场总线通信系统等部分。主要介绍了组成计算机控制系统的软硬件工作原理；工业以太网及其协议、特点和应用；DCS以TDC-3000系统为核心，介绍系统组成及工作原理；并对JX-300X系统也进行了介绍；此外还介绍了目前较为流行的现场总线的有关知识内容。

通过对本书的学习，使学生对计算机控制网络、数据通信、开放系统互联参考模型等知识有一定程度的了解，从而为进一步的学习和工作打好基础。本书图文并茂，突出与应用技术相关的内容。

本书可作为高职高专院校自动化、仪表类专业的教材，也可供相关专业的工程技术人员阅读使用，或作为计算机控制系统设计、应用技术开发人员的培训教材。

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

为了适应社会经济和科学技术迅速发展及教育教学改革的需要,全国化工高职计算机类专业教学指导委员会组织有关院校经过广泛深入的调查研究和讨论,制定了高职高专计算机类专业新一轮的教材建设规划。新的规划教材根据“以市场需求为导向,以职业能力为本位,以培养应用型高技能人才为中心”的原则,注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容,增强认知结构与能力结构的有机结合,强调培养对象对职业岗位(群)的适应程度,对计算机类专业教材的整体优化力图有所突破,有所创新。

本书是根据全国化工高职计算机类专业教学指导委员会 2004 年广州会议制定的教学计划和北京会议制定的《计算机控制系统》教材编写大纲而编写的。

本书主要包括计算机控制系统基础、网络基础、集散控制系统、现场总线四部分内容,可供不同学校的不同专业根据自己的情况在教学中做取舍。

本书内容翔实,结构新颖,语言简洁,层次分明,图文并茂,注重培养学生的实践能力,力求符合学生的认知规律。为使学生对所学知识能够及时复习和掌握,每章都配有一定数量的习题,每章小结对本章内容做了简略的总结,师生可在学习中参考。

本书内容已制作成用于多媒体教学的 PowerPoint 课件,并将免费提供给采用本书作为教材的高职高专院校使用。如有需要可联系:zjru68@263.net。

参加本书编写的人员都是在各高职高专院校从事计算机控制系统教学和研究的一线教学人员。本书由马应魁、张虎任主编,张国华任主审。其中第 1 章、第 2 章由李红萍编写;第 3 章、第 15 章由张虎编写;第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章由姚瑞英编写;第 8 章、第 9 章、第 10 章由刘慧敏编写;第 11 章、第 12 章、第 13 章、第 14 章由马应魁编写,全书由马应魁统稿。在本书的编写过程中,刘玉梅提供了宝贵的资料,在此表示感谢。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,敬请读者予以批评指正。

编者
2005. 10

目 录

第 1 篇 计算机控制系统基础

1 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制系统的概念	1
1.2 计算机控制系统的分类	4
1.3 计算机控制系统的主要研究方向和前景	6
2 计算机控制系统基础知识	10
2.1 信号变换原理	10
2.2 人机界面与接口技术	11
2.3 计算机控制系统输入通道与接口技术	17
2.4 计算机控制系统输出通道与接口技术	23
3 计算机网络基础	30
3.1 计算机网络概述	30
3.2 计算机网络的拓扑结构及传输介质	32
3.3 开放系统互联参考模型	35
3.4 TCP/IP 协议	41

第 2 篇 集散控制系统

4 集散控制系统概论	47
4.1 集散控制系统的产生	47
4.2 集散控制系统的基本组成及特点	49
5 现场控制站	55
5.1 现场控制站的结构	55
5.2 基本控制单元的种类及选择	56
5.3 基本控制单元的硬件	57
5.4 现场控制站的软件	61
5.5 现场控制站的可靠性措施	66
6 运行员操作站	71
6.1 操作员站的结构	71
6.2 操作员站的功能	72
7 工程师站与组态软件	78
7.1 工程师站的组成和功能	78
7.2 系统组态的一般概念	78
7.3 控制系统的组态	79
7.4 过程显示画面的组态	82

7.5 组态语言.....	82
8 集散系统的可靠性	86
8.1 分散控制系统的可靠性指标及分析计算.....	86
8.2 提高可靠性的途径.....	90
9 TDC-3000 集散控制系统	95
9.1 TDC-3000 系统的组成及功能	95
9.2 基本控制器 BC	98
9.3 多功能控制器 MC	106
9.4 过程管理站 PM	115
9.5 万能操作站	121
9.6 TDC-3000 系统在大型炼油厂的应用	132
10 JX-300X 系统介绍	137
10.1 系统概要.....	137
10.2 系统主要设备和软件.....	138
10.3 系统的主要特点.....	139
10.4 通讯网络.....	140
10.5 现场控制站.....	143
10.6 控制站组成和卡件类型.....	145
10.7 主要卡件简介.....	146
10.8 操作站(工程师站)	149
10.9 集散控制系统的应用.....	152

第3篇 现场总线控制系统

11 现场总线通信系统	159
11.1 现场总线概述.....	159
11.2 现场总线数据通信基础.....	162
11.3 物理层.....	164
11.4 数据链路层.....	166
11.5 现场总线报文规范子层.....	167
11.6 通信栈.....	169
11.7 网络管理.....	170
11.8 系统管理.....	171
12 典型现场总线介绍	173
12.1 控制器局域网总线 CAN	173
12.2 CAN 控制器	175
12.3 CAN 协议结构	175
12.4 CAN 的工作原理	177
12.5 过程现场总线 Profibus	180
12.6 Profibus-FMS	184
12.7 Profibus-PA	185

12.8	基金会现场总线	187
12.9	智能仪表功能模块	192
12.10	HART 协议	194
13	现场总线设备	199
13.1	现场总线差压变送器	199
13.2	现场总线温度变送器	202
13.3	电流-现场总线转换器	206
13.4	现场总线-电流变送器	207
13.5	现场总线阀门定位器	208
14	现场总线控制系统的安装	210
14.1	概述	210
14.2	现场总线网络部件	212
14.3	电缆敷设与屏蔽、接地	213
14.4	本质安全与现场总线的安装	214
15	工业以太网及其与现场总线的互联	216
15.1	工业以太网介绍	216
15.2	网络支持软硬件	223
15.3	工业以太网和现场总线	226
	参考文献	229

第 1 篇 计算机控制系统基础

1 计算机控制系统概述

计算机控制系统是以计算机为核心部件的自动控制系统。在工业控制系统中,计算机承担着数据采集与处理、顺序控制与数值控制、直接数字控制与监督控制、最优控制与自适应控制、生产管理与经营调度等任务。它已取代常规的模拟检测、调节、显示、记录等仪器设备和大部分操作管理的职能。并具有较高级的计算方法和处理方法,使受控对象的动态过程按规定方式和技术要求运行,以完成各种过程控制、操作管理等任务,计算机控制系统广泛应用于生产现场,并深入各行业的许多领域。

计算机控制技术是计算机控制、网络通信等多学科内容的集成。计算机控制系统的过程输入/输出接口、人机接口、控制器的设计及使用、抗干扰技术、可靠性技术、网络与通信技术,均属于计算机控制技术范畴。

1.1 计算机控制系统的概念

1.1.1 计算机控制系统的发展概况

自 1946 年世界上第一台电子计算机在美国问世以来,计算机控制技术迅速发展。1959 年,第一台过程控制计算机系统在美国德克萨斯州的 PortArthur 炼油厂正式投入运行,由一台 Rw-300 计算机进行数据采集和操作指导,实现 26 个流量点、72 个温度点、3 个压力点和 3 种成分的控制,基本功能是保持反应器压力为最小,确定 5 个反应器之间进料的优化分配,并通过测量催化剂的活性来控制热水流量。这项有意义的工作标志着计算机过程控制的开始。控制理论与计算机的结合,产生了新型的计算机控制系统。为自动控制系统的应用与发展开辟了新的途径。

从计算机控制技术发展来看,大体分为以下三个阶段。

① 试验阶段(1965 年以前) 美国 1952 年在化工生产中实现了计算机自动测量和数据处理;1954 年开始用计算机构成开环控制系统;1957 年在石油蒸馏过程控制中采用了计算机构成的闭环系统;1959 年在—个炼油厂建成了第一台闭环计算机控制装置;1960 年在合成氨和丙烯脂生产过程中实现了计算机监督控制。1962 年,英国帝国化学工业公司用一台计算机代替所有用于过程控制的模拟仪表,实现了 244 个数据采集量、129 个控制阀门的直接数字控制系统(DDC),创立了计算机控制系统的新纪元。此时计算机平均无故障时间从早期的 50~100h 提高到 1000h 左右。

② 实用普及的阶段(1965~1969 年) 由于小型计算机的出现,使其可靠性不断提高,成本逐年下降,计算机在生产控制中的应用得到迅速的发展。但这个阶段仍然是以集中型的

计算机控制系统为主。在高度集中的控制系统中,若计算机出现故障,将对整个装置和生产系统带来严重影响。虽然采用多机并用可以提高集中控制的可靠性,却会增加成本。

③ 大量推广分级控制阶段(1970年以后) 将计算机分散到生产装置中去,实现小范围的局部控制和某些特殊控制规律,这种控制方式称为“集散型计算机控制系统”。由于微型机具有可靠性高、价格便宜、体积小、使用方便、灵活等特点,为分散型计算机控制系统的发展创造了良好的条件。

20世纪80年代,随着超大规模集成电路技术的飞速发展,使得计算机向着超小型化、软件固化和控制智能化方向发展。前期开发的DCS基本控制器一般是8个回路以上的。80年代中期,出现了只控制1~2个回路的数字调节器。80年代末期又推出了专家系统、模糊理论、神经网络等智能控制技术,即把控制、管理和经营融为一体的新型集散控制系统。诸如当今刚刚起步的计算机集成制造系统(CIMS)、计算机集成流程系统(CIPS)、现场总线控制系统(FCS)等。

作为微型计算机另一个发展分支的单片微型计算机,更以其小巧、多功能、廉价等优点在控制领域中得到普遍应用。20年来的应用实践证明:单片机性能稳定可靠,微机控制技术通过单片机实现了以软件取代模拟或数字电路硬件的功能,提高了系统的功效,并改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。许多国内外厂家生产的工业控制计算机系统的各类插板或功能块也较多地采用单片机系列芯片,如美国Honeywell公司TDC-3000系统的过程管理机等。

计算机控制系统的发展趋势如下。

(1) 工业用可编程序控制器 PLC (Programmable Logic Controller) 的应用

工业用可编程序控制器,是采用微型机芯片,根据工业生产特点而发展起来的一种控制器,它具有可靠性高、编程简单、易于掌握、具有独立的编程器、价格低廉等特点。近年来,由于开发了具有智能I/O模块的PLC,它可以将顺序控制和过程控制结合在一起,实现对生产过程的控制。功能完善和系列化的PLC正在作为下一代通用的控制设备,大量地应用在工业生产自动化系统中。

(2) 提高控制性能、采用新型的控制系统

采用集散控制系统是计算机控制的发展趋势之一。集散控制系统是分散型综合控制系统(Total distributed Control System)或分散型微处理控制系统(distributed Microprocessor Control System)的简称。采用集散控制系统就是以微机为核心,实现地理上和功能上分散的控制,通过高速数据通道把各个分散点的信息集中起来,进行集中监视和操作。

总之,计算机控制在多种行业得到了广泛的应用,已取得并且将继续取得显著的成果。

1.1.2 计算机控制系统的结构与组成

(1) 计算机控制系统结构

计算机控制系统就是利用计算机(通常称为工业控制计算机)来实现工业过程自动控制的系统。在计算机控制系统中,由于工业控制计算机的输入和输出是数字信号,而现场采集到的信号或送到执行机构的信号大部分是模拟信号,因此,同常规的按偏差调节闭环负反馈系统相比,计算机控制系统需要有A/D转换器和D/A转换器这两个环节。其调节系统结构框图如图1-1所示。

计算机把通过测量元件、变送单元和A/D转换接口送来的数字信号,直接反馈到输入

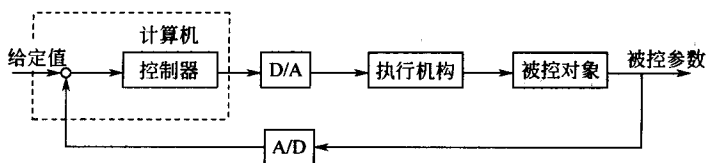


图 1-1 计算机闭环控制系统结构框图

端与给定值进行比较，然后根据要求按偏差进行运算，所得数字量输出信号经 D/A 转换接口送到执行机构，对控制对象进行调节，使被控参数稳定在给定值上。这种控制结构称为闭环控制系统。

计算机控制系统的工作原理可归纳为以下三个步骤。

实时数据采集：对测量变送装置检测到的被控参数的瞬时值经 A/D 转换后进行采集。

实时控制决策：对采集到的被控量进行分析和处理，并按设定的控制规律进行运算。

实时控制输出：适时地输出运算后的控制信号，经 D/A 转换后驱动执行机构，完成控制任务。

上述过程不断重复，使被控参数稳定在给定值上。

在计算机控制系统中，生产过程和计算机直接连接，并受计算机控制的方式称为在线方式或联机方式；生产过程不和计算机相连，且不受计算机控制，而是靠人进行联系并作相应操作的方式称为离线方式或脱机方式。

所谓实时，是指信号的输入、计算和输出都在一定的时间范围内完成，也就是说计算机对输入的信息，以足够快的速度进行控制，超出了这个时间，就失去了控制的时机，控制也就失去了意义。实时的概念不能脱离具体过程，一个在线的系统不一定是一个实时系统，但一个实时控制系统必定是在线系统。

不同的生产过程所需要的控制结构形式是不同的。在常规模拟控制系统中，系统的控制规律是用硬件电路实现的，改变控制规律需要改变硬件；在微机控制系统中，只需改变程序就可改变控制规律和被控参数。

(2) 计算机控制系统的组成

计算机控制系统由工业控制机和生产过程对象两大部分组成。工业控制机是指按生产过程控制的特点和要求而设计的计算机（一般的微机或单片机），它包括硬件和软件两部分。

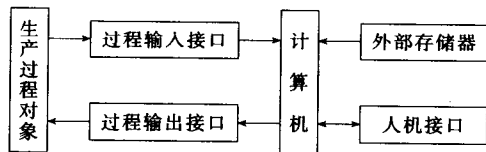


图 1-2 计算机控制系统的组成框图

生产过程对象包括被控对象、测量变送、执行机构、电气开关等装置。计算机控制系统的组成如图 1-2 所示。

工业控制机硬件：硬件是指计算机本身及外围设备。

硬件包括计算机、过程输入输出接口、人机联系设备及接口、外存等。

计算机是计算机控制系统的主体，其核心部件是 CPU。由 CPU 通过过程输入输出接口、人机接口接收人的指令和各类工业对象的参数，向系统各部分发送各种命令数据，完成巡回检测、数据处理、控制计算、逻辑判断等工作。

过程输入接口将模拟量或数字量转换为计算机能够接收的数字量，过程输出接口把计算机的处理结果转换成可以对被控对象进行控制的信号。

人机联系设备及接口包括显示操作台、屏幕显示器（CRT）或数码显示器、键盘、打

印机、记录仪等，它们是操作人员和计算机进行联系的工具。

外存包括磁盘、光盘、磁带，主要用于存储系统大量的程序和数据。它是内存容量的扩充，可根据要求决定外存的选用。

工业控制机软件：软件是指管理计算机的程序以及过程控制的应用程序。通常包括系统软件和应用软件。系统软件一般包括汇编语言、高级算法语言、过程控制语言、数据结构、操作系统、数据库系统、通信网络软件和诊断程序等；应用软件是系统设计人员针对某个生产过程而编制的控制和管理程序，它的优劣直接影响控制品质和管理水平。

1.1.3 计算机控制系统的特点

① 可靠性高和可维修性好 可靠性的简单含义是指设备在规定的时间内运行不发生故障，为此采用可靠性技术来解决；可维修性是指工业控制机发生故障时，维修快速、简单、方便。可靠性和可维修性是两个非常重要的因素。

② 控制的实时性 工业控制机应能对生产过程的工况变化实时地进行监视和控制。为此，需要配有实时操作系统和中断控制系统。

③ 环境适应性强 工业环境恶劣，这就要求工业控制计算机适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘等环境。工业环境电磁干扰严重，供电条件不良，工业控制机必须要有极高的电磁兼容性。

④ 计算机精度高，运算速度快 一般的生产过程，对于精度和运算速度要求并不苛刻，通常字长为8~32位，速度在每秒几万次至几百万次。随着自动化程度的提高，对于精度和运算速度的要求也在不断提高，应根据具体的应用对象及使用方式，选择合适的机型。

⑤ 完善的输入输出通道 为了对生产过程进行控制，需要给工业控制机配备完善的输入输出通道，如模拟量输入、模拟量输出、开关量输入、开关量输出、人-机通信设备等。

⑥ 软件丰富 工业控制机应配备较完整的操作系统、适合生产过程控制的应用程序，工业控制软件正向结构化、组态化方向发展。

1.2 计算机控制系统的分类

微型计算机控制系统种类繁多，命名方法也各有不同。根据应用特点、控制功能和系统结构的不同，微型计算机控制系统主要分为五种类型：计算机操作指导控制系统；直接数字控制系统；监督计算机控制系统；集散型控制系统及现场总线控制系统。本书只介绍直接数字控制系统、集散型控制系统及现场总线控制系统。

1.2.1 直接数字控制系统

直接数字控制 DDC (Direct Digital Control) 系统的构成如图 1-3 所示。计算机通过过程输入通道对控制对象的参数作巡回检测，根据测得的参数，按照一定的控制规律进行运算，运算的结果经过过程输出通道，作用到控制对象，使被控参数符合性能指标要求。DDC 系统属于计算机闭环控制系统，是计算机在工业生产中最普遍的一种应用方式。

直接数字控制系统与模拟系统所不同的是，在模拟系统中，信号的传送不需要数字化，而数字系统中由于采用了计算机，在信号传送到计算机之前必须经模数转换将模拟信号转换为数字信号才能被计算机接收，计算机的控制信号也必须经数模转换后才能驱动执行机构。

由于是用程序进行控制运算,其控制方式比常规控制系统灵活而又经济。采用计算机代替模拟仪表控制,只要改变程序就可以对控制对象进行控制,因此,计算机可以控制几百个回路,并可以对上下限进行监视和报警。此外,因为计算机有较强的计算能力,所以控制方法的改变很方便,只要改变程序就可以实现。就一般的模拟控制而言,要改变控制方法,必须改变硬件,而这却不是轻而易举的事。

由于 DDC 系统中的计算机直接承担控制任务,所以要求实时性好、可靠性高和适应性强。为了充分发挥计算机的利用率,一台计算机通常要控制多个回路,因此,要合理地设计应用软件,使之不失时机地完成所有功能。工业生产现场环境恶劣,干扰频繁,直接威胁着计算机的可靠运行。因此,必须采取抗干扰措施。

1.2.2 集散控制系统

集散控制系统以微机为核心,把微机、工业控制计算机、数据通信系统、显示操作装置、输入输出通道、模拟仪表等有机地结合起来,

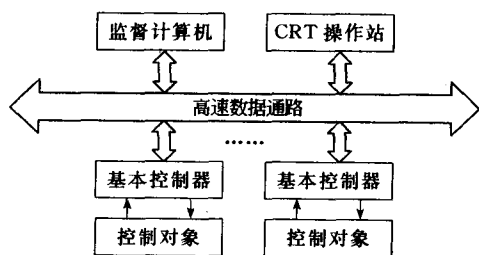


图 1-4 集散控制系统结构

构成组合式结构系统,为实现大系统的综合自动化创造了条件。总之,就是以微机为核心,实现地理上和功能上分散的控制,又通过高速数据通道把各个分散点的信息集中起来,进行集中的监视和操作,并实现高级复杂规律的控制。其结构如图 1-4 所示。

集散控制系统是一种典型的分级分布式控制结构。管理计算机完成生产计划产品管理、财务管理、人员管理以及工艺流程管理等任务。监督控制计算机通过协调各基本控制器的工作,达到过程的动态最优化。基本控制器则完成过程的现场控制任务。CRT 操作台是人机交换装置,完成人-控制系统-过程的接口任务。自动控制方式的给定值,可由操作人员在数据输入板上设定。数据采集器用来收集现场控制信息和过程变化信息。集散控制系统既有计算机控制系统控制算法先进、精度高、响应速度快的优点,又有仪表控制系统安全可靠、维护方便的优点。集散控制系统容易实现复杂的控制规律,系统是积木式结构,结构灵活,可大可小,易于扩展。

由于计算机科学的飞速发展,计算机的存储能力、运算能力都得到更进一步的发展。在计算机控制算法方面,最优控制、自适应、自学习、自组织系统和智能控制等先进的控制方法,为提高复杂控制系统的控制质量,有效地克服随机扰动,提供了有力的工具。

1.2.3 现场总线控制系统

现场总线控制系统(Field bus Control System),简称 FCS,是新一代分布式控制结构,如图 1-5 所示。该系统改进了 DCS 系统成本高、各厂商的产品通信标准不统一而造成的不能互联的弱点,采用工作站-现场总线智能仪表的二层结构模式,完成了 DCS 中三层结构模式的功能,降低了成本,提高了可靠性。国际标准统一后,它可实现真正的开放式互连体系结构。

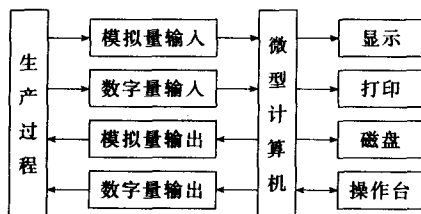


图 1-3 直接数字控制系统结构

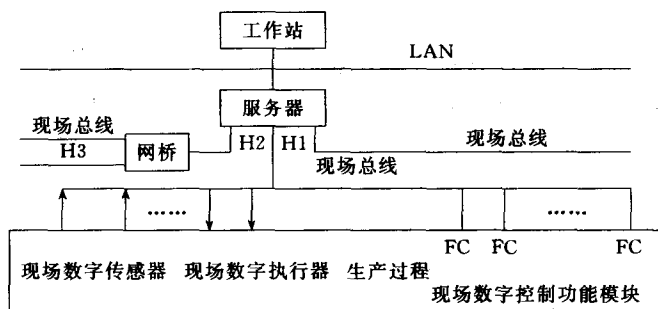


图 1-5 现场总线控制系统

近年来,由于现场总线的发展,智能传感器和执行器也向数字化方向发展,用数字信号取代 4~20mA (DC) 模拟信号,为现场总线的应用奠定了基础。现场总线是连接工业过程现场仪表和控制系统之间的全数字化、双向、多站点的串行通信网络。现场总线是用新一代现场总线控制系统 FCS 代替分散型控制系统 DCS 以实现现场总线通信网络与控制系统的集成。现场总线被称为 21 世纪的工业控制网络标准。

现场总线有两种应用方式分别用代码 H1 和 H2 表示。H1 方式称为低速方式,主要用以代替直流 4~20mA 模拟信号以实现数字传输,它的传输速度较低,每秒几千比特,但传输距离较远,可达 1900m; H2 式称为高速方式,主要用于高性能的通信系统,它的传输速度高,达到 1Mbit/s,传输距离一般不超过 750m。信号传送形式有电压方式和电流方式两种,电压方式居多。

1.3 计算机控制系统的主要研究方向和前景

1.3.1 计算机控制的主要研究方向

(1) 最优控制

最优控制是控制技术的一个重要的研究方向。最优控制要解决的问题可以归结为以下两方面。

① 利用最优控制的方法,寻找最优给定值或最优工况。

② 设计出性能最优良的控制器,计算机参与在线控制,保证工况稳定在给定值上。由于最优控制通常需要繁杂的数学运算,建立精确的数学模型,最优控制理论的研究已达到了相当高的水平。随着大批性能优良、价格低廉的微型计算机投放市场,以及数字滤波、系统辨识的深入研究,最优控制理论将会越来越广泛地被应用到工程实践中。

(2) 模糊控制

模糊控制是一类应用模糊集合理论的控制方法。一方面,模糊控制提供一种实现基于知识(规则)的甚至语言描述的控制规律的新机理;另一方面,模糊控制提供一种改进非线性控制器的替代方法,这种非线性控制器一般用于控制含有不确定性和难以用传统非线性控制理论处理的装置。

(3) 专家控制系统

专家控制系统所研究的问题一般都具有不确定性,是以模仿人类智能为基础的。工程控

制论与专家系统的结合,形成了专家控制系统。

(4) 自适应控制系统、自学习系统、自组织系统

自适应控制系统就是在运行条件不固定或者随时间变化的时候,系统能够根据对输入量和输出量在线积累的数据或信息,进行有效的控制,修正系统的结构、参数和控制方式,使系统处于预期的稳定状态。自适应控制系统通常具有如下功能:自动测量和分析输入信号、被控对象的特性或测量和计算系统功能的变化情况;据此计算得到相应的控制策略;由执行机构改变控制部件的控制方式。

自学习系统就是系统按照运行过程中的“经验”来改进控制算法,是自适应系统的发展和延伸。自学习系统可以分为有训练的和无训练的两种。前者比较简单,按照已有的答案改进机器的控制算法,使之不断趋于理想的算法;后者比较复杂,要作各种试探和搜索、性能测量、统计决策以及模式识别等所谓“人工智能”的技术,它适用于预备知识比较少的场合。

自组织系统就是根据环境的变化和运行经验来改变自身结构和参数的系统。自组织系统也是对人的神经网络或感觉器官的模拟,是实现人工智能的一种途径。自组织系统具有记忆经验和识别环境变化的能力,能够按照一定的规律改变自己的结构或工作程序,以更好地适应环境。在研究控制系统时,只有首先识别清楚系统的情况,并对控制对象和外部环境进行研究,才能提出切实可行的方案。

(5) 神经控制系统

基于人工神经网络的控制简称神经控制,是智能控制的一个崭新研究方向。虽然尚无法肯定神经网络控制理论及其应用研究将会有多么大的突破性成果,但可以确信,神经控制是一个很有希望的研究方向。这不但是由于神经网络技术和计算机技术的发展为神经控制提供了基础,而且还由于神经网络具有一些适合于控制的特性和能力。现在神经控制的硬件尚未真正解决,对实用神经控制系统的研究,也有待继续开展与加强。

(6) 系统的辨识

系统的辨识就是要弄清楚系统的内在联系和有关参数的一种方法。系统辨识研究的问题可以归纳为:控制系统模型结构的研究;输入信号的研究;测试结果的研究;在线辨识的研究。

自1975年集散型控制系统问世以来,世界上已有许多国家生产出了数十种型号的集散型综合控制系统。中国目前已经引进了一些系统,但是距离实际需要还有很大差距,因此集散型控制在中国大有发展前途。

1.3.2 计算机控制的发展前景

计算机控制的实质是自动控制技术与计算机技术的结合。由于计算机具有大量存储信息的能力、强大的逻辑判断功能以及能够快速运算的特性,计算机控制能够解决常规控制解决不了的难题,能够达到常规控制达不到的优异的性能指标。具体体现在以下方面。

① 实现复杂的控制规律,提高控制质量,增加产品数量 常规的模拟控制器只能实现比例-积分-微分控制规律,计算机控制不仅具有比例-积分-微分控制功能,而且能够实现复杂的控制规律。例如纯滞后补偿控制,多变量解耦控制,最优控制等。

② 控制规律灵活、多样、改动方便 例如多台并联的石油裂解炉,其中某台清焦时,为了收到良好的技术经济效果,就应把清焦炉的负荷均匀地分配到其他各台炉上。使用常规