

自动化

专业本科系列教材

Jisuanji Kongzhi Jishu

计算机控制技术

主 编 何小阳

副主编 喻桂兰 艾矫燕



重庆大学出版社

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

计算机控制技术

主 编 何小阳
副主编 喻桂兰 艾矫燕

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机监控系统的基本原理与应用技术,包括数据通信技术、过程输入输出通道、控制算法的计算机实现、基于个人计算机(或工控机)的计算机监控系统构成、计算机监控系统常用软件技术、计算机监控系统的开发以及计算机监控系统应用举例等。全书系统性强、内容新颖、重点突出。特别是有关无线通信在计算机监控技术中的应用监控组态软件以及相关的软件技术、基于个人计算机(或工控机)的计算机监控系统构成等内容在目前国内的同类教材中还鲜有介绍。

本书适合作为高等学校本科自动化、电气工程及其自动化、测控、机电一体化、过程装备及控制等专业的教材,也可以作为从事计算机控制系统运行、维护和开发的各类技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/何小阳主编. —重庆:重庆大学出版社,2011.3

自动化专业本科系列教材

ISBN 978-7-5624-5906-4

I. ①计… II. ①何… III. ①计算机监控—高等学校—教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 023220 号

计算机控制技术

主 编 何小阳

副主编 喻桂兰 艾娇燕

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

自贡新华印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:406 千

2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5906-4 定价:29.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

计算机控制技术开始于 1956 年,当时美国的托马森·拉莫·伍德里奇(Thomson. Ramo. Woodridge, TRW)航空制造公司与德克萨斯石油公司签订了一份合同,开始进行计算机控制的可行性研究,耗费了两家公司的工程师们 30 人·年。1959 年 3 月 12 号,用于控制聚合反应装置的计算机控制系统开发成功。系统控制 26 个流量点,72 个温度点,3 个压力点以及 3 个成分点,使用的计算机是 RW-300。该计算机控制系统可以使反应釜的压力降低;对 5 个反应釜的进料分布进行优化;通过对催化反应的测量,控制热水流量并确定最优的物料循环。

计算机控制的发展可以大致分为几个阶段:1956 年,起步阶段;1962 年,以大型计算机为主的直接数字控制(DDC);1965 年,可编程逻辑控制(PLC);1967 年,小型机控制;1972 年,微型机控制;1990 年,分布式控制。

近十余年来,计算机控制技术的发展体现在:单片机及嵌入式技术使得计算机控制得以低成本和小型化;软件技术的发展使得组态软件的使用十分普遍,有效地降低了计算机控制系统开发和使用的难度;网络技术与无线通信技术的普遍使用也使得计算机控制技术如虎添翼。

近几年来,我国在计算机监控技术的应用水平上有了很大的进步,有些行业或企业在这方面甚至还处于世界先进水平;但是,许多核心技术还掌握在外国人的手中,我国的开发水平还很低。因此,每一位从事计算机控制工作的中国人都任重而道远。

计算机控制目前的难点在于:标准的统一,复杂控制过程的模型及控制算法的建立;一些复杂被控参量的检测等。

“计算机控制技术”是一门实践性很强的课程,其内容仅仅靠看书是很难完全理解的,读者在读书之余可以多作实验,同时还可以经常上网查阅最新的信息。总之,只要勤实践、勤思考、勤查阅,就一定能够学好计算机监控技术。

本书由何小阳担任主编,喻桂兰、艾矫燕担任副主编。其中,第3章和第4章由喻桂兰编写,第2章的部分内容由艾矫燕编写,其余的由何小阳编写。对本书作出贡献的还有:韦巍、周惠君、文欣荣、蒋红宁、袁华聪、黄歧利、郑宇、何伟强、韩宇星、杨继军、孔繁镍等,在此一并表示感谢。

由于种种原因,这本教材一定还存在不少的问题,作者是怀着忐忑不安的心情将其献出,但愿能真正起到抛砖引玉的作用,还希望读者们在使用后,多提宝贵的意见,以便下次出版时能够写得更好。

何小阳

E-mail:xyhe@gxu.edu.cn

2010年12月

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

书名:		版次	
书号:			
所需要的教学资料:			
您的姓名:			
您所在的校(院)、系:	校(院)		系
您所讲授的课程名称:			
学生人数:	_____人	_____年级	学时: _____
您的联系地址:			
邮政编码:		联系电话	(家)
			(手机)
E-mail:(必填)			
您对本书的建议:		系主任签字	
		盖章	

请寄:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)
重庆大学出版社教材推广部

邮编:400030
电话:023-65112085 023-65112084
传真:023-65103686
网址:<http://www.cqup.com.cn>
E-mail:fxk@cqup.com.cn

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后E-mail发回

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机监控系统的组成	1
1.2 计算机监控系统的分类	3
1.3 计算机监控技术发展的展望	10
习题	11
第 2 章 数据通信技术基础	12
2.1 数据通信概述	12
2.2 传输代码	16
2.3 传输介质	18
2.4 传输方式	23
2.5 串行通信	29
2.6 差错控制	40
2.7 ZigBee 技术	45
2.8 GPRS 技术	49
2.9 工业以太网	53
习题	58
第 3 章 输入输出通道与 I/O 接口	59
3.1 I/O 接口与过程通道概述	59
3.2 多路模拟开关	66
3.3 采样与保持	68
3.4 A/D 与 D/A 转换器	70
3.5 数字量输入输出通道	84
3.6 模拟量输入输出通道	89
3.7 I/O 通道抗干扰技术	96
习题	98

第4章 控制算法的计算机实现	100
4.1 数字PID算法的计算机实现	101
4.2 数字PID控制算法的几种改进算法	109
4.3 数字PID控制器的工程实现	114
4.4 数字滤波方法	118
4.5 非线性补偿	120
4.6 标度变换	123
4.7 控制系统的直接数字化设计法	125
4.8 数字控制器的模拟化设计	139
4.9 数字控制器 $D(z)$ 算法的计算机实现	142
习题	145
第5章 计算机监控系统常用软件技术	147
5.1 现代软件技术	147
5.2 DDE 和 OPC 应用举例	160
5.3 监控组态软件	162
习题	174
第6章 基于工业控制计算机的计算机监控系统	175
6.1 工控机概述	175
6.2 PC 总线	180
6.3 工控机 I/O 模板与 I/O 模块	188
6.4 I/O 模板/模块编程	198
习题	201
第7章 计算机监控系统的设计与开发	202
7.1 计算机监控系统的设计与开发概述	202
7.2 计算机监控系统的设计步骤	205
7.3 计算机监控系统调试	210
习题	212
第8章 计算机监控系统应用举例	213
8.1 单片机水槽液位控制系统	213
8.2 啤酒生产计算机监控系统	215
8.3 二氧化氯发生器计算机监控系统	218
8.4 工业锅炉计算机监控系统	219
8.5 氧化铝生产线计算机监控系统	225
8.6 6 000 kg/h 制丝生产线计算机监控系统	232

习题	235
附录	236
附录 1 名词与缩略语	236
附录 2 8051 汇编语言增量 PID 程序	242
附录 3 OPC 客户端接口程序	244
附录 4 常用工控网站	246
参考文献	247

第 1 章

绪 论

计算机监控技术是一门综合性的技术。它是计算机技术(包括软件技术、接口技术、通信技术、网络技术、显示技术)、自动控制技术、自动检测和传感技术的综合应用。除此之外,计算机监控系统的开发者还必须熟悉被监控对象的有关知识。

所谓计算机监控,就是利用传感装置将被监控对象中的物理参量(如温度、压力、流量、液位、速度)转换为电量(如电压、电流),再将这些代表实际物理参量的电量送入输入装置中转换为计算机可识别的数字量,并且在计算机的显示装置中以数字、图形或曲线的方式显示出来,从而使得操作人员能够直观而迅速地了解被监控对象的变化过程。除此之外,计算机还可以将采集到的数据存储起来,随时进行分析、统计和显示并制作各种报表。如果还需要对被监控的对象进行控制,则由计算机中的应用软件根据采集到的物理参量的大小和变化情况以及按照工艺所要求该物理量的设定值进行判断;然后在输出装置中输出相应的电信号,并且推动执行装置(如调节阀、电动机)动作从而完成相应的控制任务。

计算机监控技术所带来的经济效益是毋庸置疑的。通过应用计算机监控技术,可以稳定和优化生产工艺,提高产品质量,降低能源和原材料消耗,降低生产成本。更为重要的是通过应用计算机监控技术还可以降低劳动者的生产强度,并且提高管理水平,从而带来极大的社会效益。正因为如此,计算机监控技术得到了迅速的发展。计算机监控技术已经广泛地应用于工业、农业、交通、环保、军事、楼宇、医疗等领域。相信在不久的将来计算机监控技术还会进入家庭,成为一种与每个人密切相关的技术。

本书主要介绍计算机监控系统的组成原理和应用技术,包括数据通信基础、输入输出通道、控制算法的计算机实现、相关软件技术、计算机监控系统设计方法和几种典型的计算机监控系统及其应用等内容。

1.1 计算机监控系统的组成

计算机监控系统的组成可以有多种划分方法。最简单地可以分为硬件和软件两个部分。一般地,一个计算机监控系统可以由以下几个部分组成:计算机(含可视化的人机界面)、输入输出装置或模块(简称 I/O 接口)、检测、变送机构、执行机构。图 1.1 给出了一个计算机监控

系统的组成原理简图。

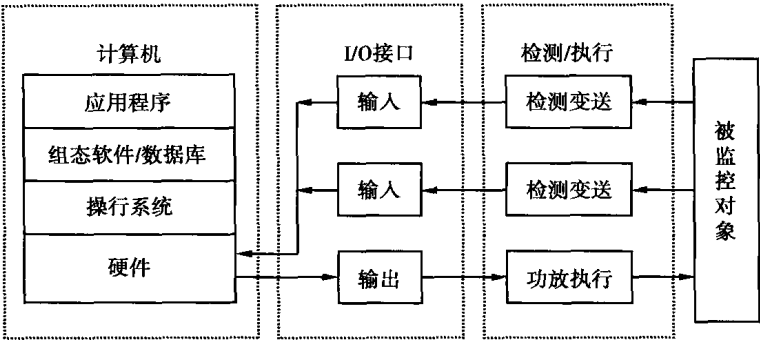


图 1.1 计算机监控系统组成原理

读者在这里可能已经注意到,在计算机部分特别强调了可视化的人机界面。这也是计算机监控系统区别于一般计算机控制系统之所在。在计算机控制技术应用的前期,并非没有人机界面,但计算机的主要作用是实现控制算法。由于技术和其他因素所限,那时候的人机界面只不过是几个按键、指示灯和数码管。随着计算机显示技术和软件技术的发展,特别是个人计算机的广泛应用,人机界面变得越来越丰富,其作用显得越来越重要。

下面从软件和硬件的角度来介绍计算机监控系统的组成。硬件主要由计算机、输入输出装置、检测变送装置和执行机构 4 大部分组成。更进一步的划分如图 1.2 所示:

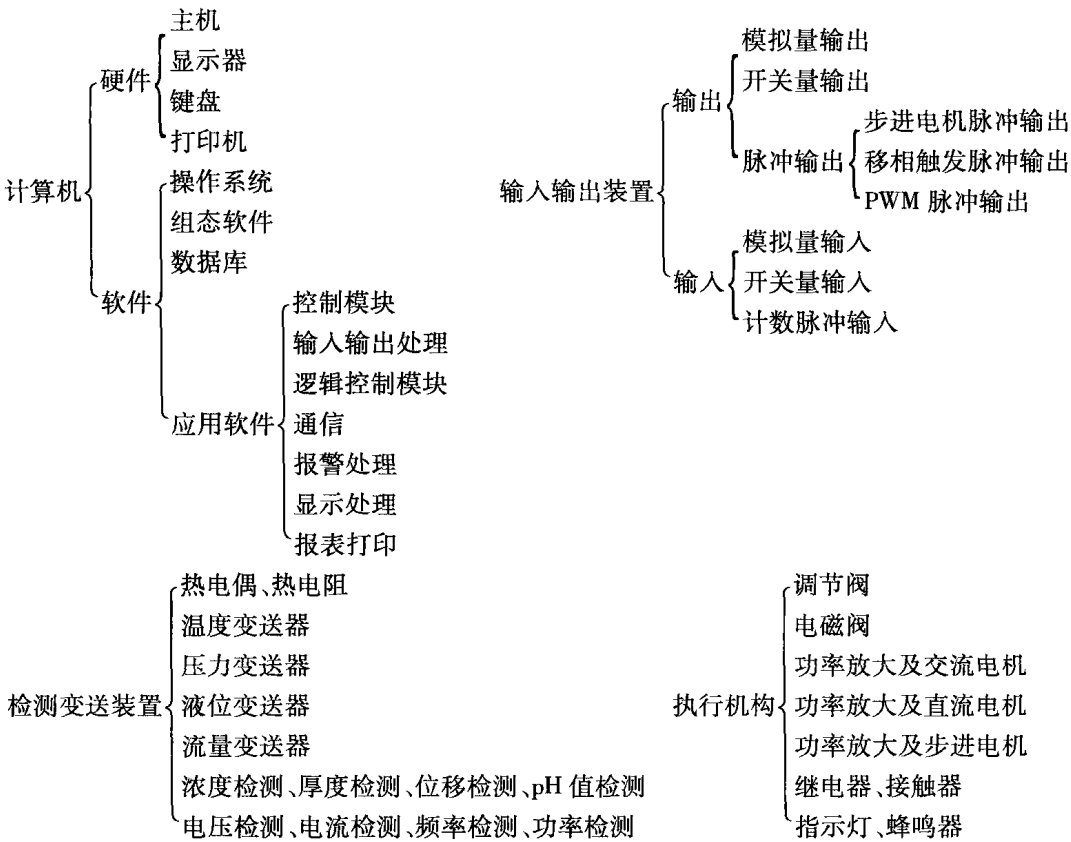


图 1.2 计算机监控系统构成

软件主要分为系统软件、开发软件和应用软件3大部分。系统软件一般为一个操作系统,对于比较简单的计算机监控系统,则为一个监控程序。开发软件包括高级语言、组态软件和数据库等。应用软件往往可以有输入输出处理模块、控制算法模块、逻辑控制模块、通信模块、报警处理模块、数据处理模块或数据库、显示模块、打印模块等。

下面以一个计算机温度监控系统来简要地说明计算机监控系统的组成原理和工作原理。图1.3所示为计算机监控系统的组成。

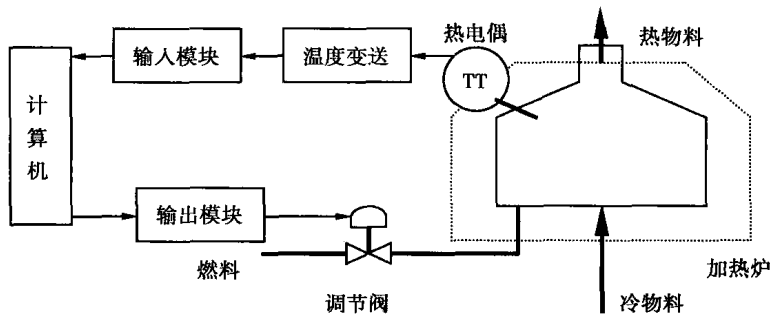


图 1.3 计算机温度监控系统

根据工艺要求,该系统要求加热炉的炉温控制在给定的范围内或者按照一定的时间曲线变化。由于存在着各种干扰,使用计算机进行控制,并在显示器上用数字或图形实时地显示温度值。假设加热炉使用的燃料为重油,并使用调节阀(一种能在一定的范围内连续地调节燃料流量的装置)作为执行机构。使用热电偶来测量加热炉炉内的温度。热电偶实际上是一种热敏元件,其两端电势的大小与其感受的温度成比例。把热电偶的检测信号(电势信号)送入温度变送器将其转换为电流信号(4~20 mA),再将该电流信号送入输入装置。输入装置可以是一个模块也可以是一块板卡,它将检测得到的信号转换为计算机可以识别的数字信号。计算机中的软件根据该数字信号按照一定的控制算法(例如 PID 算法)进行计算。计算出来的结果通过输出模块转换为可以推动调节阀动作的电流信号(4~20 mA)。通过改变调节阀的阀门开度即可以改变燃料流量的大小,从而达到控制加热炉炉温的目的。与此同时,计算机中的软件还可以将与炉温相对应的数字信号以数值或图形的形式在计算机的显示器屏幕上显示出来。操作人员可以利用计算机的键盘和鼠标输入炉温的设定值,由此实现计算机监控的目的。

1.2 计算机监控系统的分类

由于计算机监控系统应用上和构成上的差异,其种类繁多。在此,按照计算机监控系统构成的不同分别介绍不同类型的计算机监控系统。

1.2.1 基于个人计算机的计算机监控系统

个人计算机是目前世界上数量最多、应用最广泛的机型,因而将个人计算机应用于计算机监控也是很自然的事情。特别是个人计算机结构简单,操作简便,技术开放,并且拥有极为丰富的应用软件资源,从而深得人们的青睐。因此,基于个人计算机的计算机监控系统(简称

PCs)在中小型应用中占有比较大的比例。

基于个人计算机的计算机监控系统的基本特点是,输入输出装置制作为板卡的形式,并将板卡直接与个人计算机的系统总线相连,即直接插在计算机主机的扩展槽上,如图 1.4 所示。这些输入输出板卡往往按照某种标准由第三方批量生产,开发者或用户可以直接在市场上购买。早期使用比较多的是 STD 总线。近年来占主导地位的是 ISA 总线和 PCI 总线,且 PCI 总线有取代 ISA 总线的趋势。

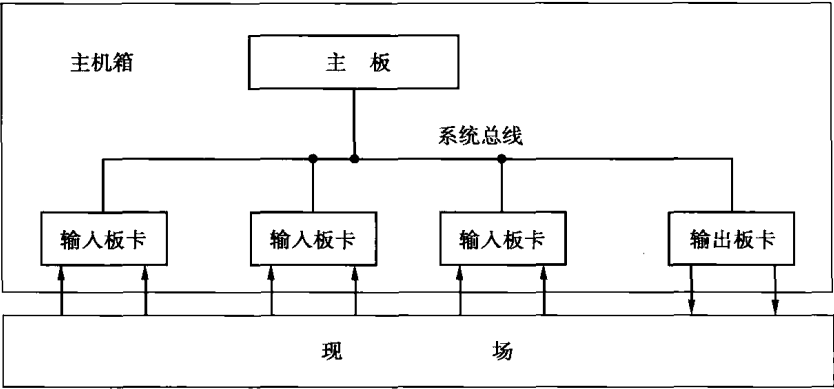


图 1.4 基于个人计算机的计算机监控系统

构成基于个人计算机的计算机监控系统的计算机可以用普通的商用机,也可以用 DIY 的计算机,还可以使用专门用于工业控制的计算机(简称工控机)。由第三方开发的输入输出板卡可以在市场上购买,也可以由开发者自行制作。在市场上购买的输入输出板卡,便宜的不过数百元人民币,贵的也就是数千元。一块板卡的点数(指测控信号的数量)少的有几点,多的可达 16 点、24 点甚至更多。

PCs 的操作系统早期都采用 DOS 操作系统,20 世纪 90 年代中期后,Windows 和 Windows NT 操作系统开始流行。应用软件可以由开发者利用 C、VC ++、VB、Delphi 等语言自行开发。也可以在市场上购买组态软件进行组态后生成。

早期的 PCs 的最大问题就是其性能不够可靠。20 世纪 90 年代中期后,随着计算机软硬件技术的发展,PCs 的可靠性已越来越高,特别是工控机,其机箱、电源、主板等都进行了强化,可靠性直逼 PLC。

总之,由于 PCs 价格低廉、组成灵活、标准化程度高、结构开放、配件供应来源广泛、应用软件丰富等特点,使其在中小型特别是小型计算机监控系统中占有相当大的比例。PCs 是一种很有应用前景的计算机监控系统。

1.2.2 基于可编程序逻辑控制器的计算机监控系统

可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC)最初是专门为工业控制而设计的计算机。PLC 的主要优点如下:

1) 可靠性特别高、抗干扰能力强,能适应各种恶劣的工业环境

PLC 采用了光电耦合隔离及各种滤波方法,有效地防止了干扰信号的进入。内部采用电磁屏蔽,防止辐射干扰。电源使用开关电源,防止了从电源引入干扰。具有良好的自诊断功能。对使用的元器件进行了严格的筛选和老化且设计时就留有充分的余地,充分地保证了元

器件的可靠性。正因为如此,目前市场上主流的 PLC 其平均无故障时间都达到数万小时以上。

2) 采用模块化结构,系统组成灵活方便

PLC 一般由主模块(包含 CPU 的模块)、电源、各种输入输出模块构成,并可根据需要配备通信模块或远程 I/O 模块。模块间的连接可通过机架底座或电缆来连接,因而十分方便。开发者或用户可以根据需要来组合,对于将来的扩充也十分方便。

3) 主要采用梯形逻辑图,编程简单,易学、易懂

国际电工委员会制定的工业控制编程语言标准(IEC1131—3)将 PLC 的编程语言规定为以下五种:梯形逻辑图语言(LD)、指令表语言(IL)、功能模块图语言(FBD)、顺序功能流程图语言(SFC)及结构化文本语言(ST)。目前市场上的 PLC 都以梯形逻辑图作为主要编程语言,而梯形逻辑图与继电器控制原理图十分相似,因此,工程人员很容易接受和掌握。

4) 安装简便、调试方便、维护工作量小

PLC 一般不需要专用的机房就可以在各种工业环境下运行,使用时只需将现场的各种设备与 PLC 的输入输出装置的接线端相连即可。如果是在现场,可以使用手持编程器直接对 PLC 进行编程调试。如果是在实验室也可以使用个人计算机与 PLC 相连接后进行编程调试。而且,PLC 的输入输出的接线端均有发光二极管指示,调试起来十分方便。

尽管 PLC 具有上述的一些优点,但 PLC 主要是为现场控制而设计的,其人机界面主要是:开关、按钮、指示灯等。为此,20 世纪 90 年代后,许多的 PLC 都配备有计算机通信接口,通过总线将一台或多台 PLC 相连接,将 PLC 的高控制性能与个人计算机的友好人机界面相结合,这种类型的计算机监控系统称为 PLCs。PLCs 的组成原理如图 1.5 所示。

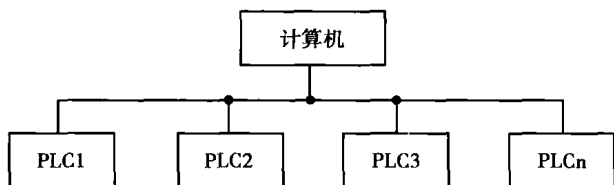


图 1.5 PLCs 的组成原理

计算机作为上位机可以提供良好的人机界面,进行全系统的监控和管理;而 PLC 作为下位机,执行可靠有效的分散控制。计算机与 PLC,PLC 与 PLC 之间通过通信网络实现信息的传送和交换。所有的现场控制都是由 PLC 完成的,上位机只是作为程序编制、参数设定和修改、数据采集所用。因此,即使是上位机出了故障,也不会影响生产过程的正常进行,这就大大地提高了系统的可靠性。

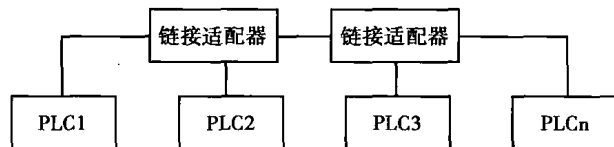


图 1.6 PLC 链接系统组成原理

如果仅仅是作为控制所用,可以将多台 PLC 进行同位连接构成一个 PLC 链接系统,如图 1.6 所示。PLC 也可以与远程 I/O 单元、远程终端或链接单元等进行下位连接构成 PLC 链接系统,如图 1.7 所示。同一个 PLC 链接系统中的 PLC 可以相互交换数据。

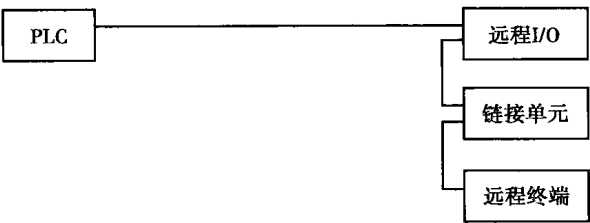


图 1.7 PLC 链接系统组成原理

值得指出的是:由于 PLC 开发的时间相对比较早(20 世纪 60 年代末),各 PLC 的生产厂家的技术都是相互封闭的,因此很难将不同厂家的 PLC 连接(集成)在一起。现在 PLC 的生产厂家也注意到了 PLC 的开放性问题,具有以太网接口的 PLC 以及以 Windows CE(一种由 MicroSoft 开发的嵌入式操作系统)为操作系统的 PLC 已经面市。

1.2.3 集散控制系统

随着现代产业的迅速发展,生产装置或被监控系统规模的不断扩大,生产技术及工艺过程愈趋复杂,从而对实现过程自动化的监控系统提出了更高的要求,即监控系统必须满足:

- ①人机界面好,便于集中操作、监视现代化的大型系统。
- ②为了安全可靠的需要,应将系统的监控功能分散以化解系统出现故障的风险。
- ③在高度安全可靠的前提下,按预定的工艺流程指标来控制被监控对象。除了完成一般单参数、单回路的监视和控制外,还能实现对非线性、多变量、大滞后、分布参数等复杂系统的控制。
- ④能采集并记录各类重要的数据供操作人员监控系统时使用。还能整理和打印报表或上传报表供管理层使用。
- ⑤系统构成方便灵活,易于扩展,维护简单。组成系统的设备不但要求模块化,而且模块化的种类还应尽可能地少。
- ⑥能与常规模拟仪表兼容。

出于以上考虑,20 世纪 70 年代中期,Honeywell 公司推出了第一套集散控制系统(简称 DCS),使计算机监控技术开始了一次新的飞跃。集散控制系统本质上是一种基于计算机网络的分层计算机监控系统,其基本结构如图 1.8 所示。

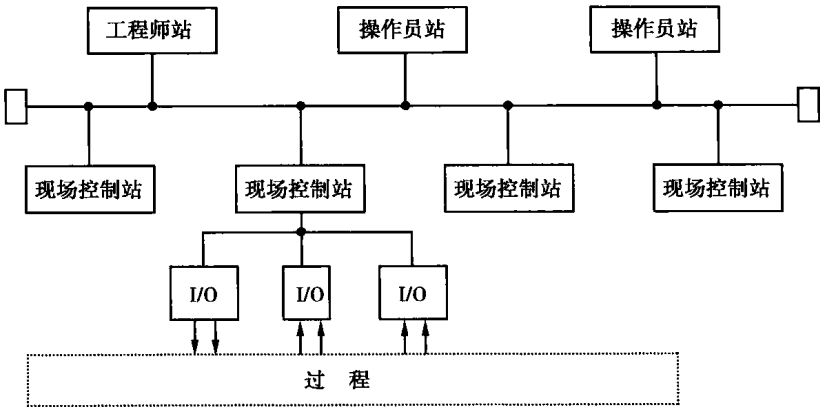


图 1.8 集散控制系统结构

在 DCS 中工程师站主要是用于对系统进行离线和在线系统组态(即系统配置)、控制组态、显示组态和报警组态。运行过程中工程师站还有以下一些功能:

(1) 系统和网络管理

系统和网络管理包括故障诊断、数据的采集、其他各种类型的站的重装、报文广播和处理、统一时基以及其他网络管理功能。

(2) 文件请求管理

由于工程师站往往是一台存储容量比较大的个人计算机或工作站,因此,可以用来管理其他所有与其大容量有关的文件请求。同时,还可以支持本站中的任务存取其他站中的文件。

(3) 数据库管理

作为 DCS 由于其数据比较多,往往会配备有数据库文件,用于对系统中的数据进行存储以及各种操作。

(4) 控制功能

工程师站的功能往往会比现场控制站的功能要强。因此,当 DCS 存在高级控制应用时,可以将工程师站作为服务器,现场控制站作为客户机。服务器为客户机进行高级计算服务。

操作员站主要作为操作人员与系统的人机界面。因此,操作员站往往会配备大屏幕显示器。组态后的系统的各类显示画面均在操作员站中进行显示。经过工程师站授权也可以在操作员站进行部分简单的组态,例如,修改某个回路的 PID 参数。

现场控制站主要用于对现场信号进行检测以及对相应的回路进行控制。一般现场控制站与它所挂接的各类组件本身就构成了一个小型的实时测控网络。

由于集散控制系统将各种控制分散至各个现场控制站,而且,即使是上层的工程师站或操作员站出现了故障,下面的现场控制站仍然能保持正常工作,从而大大地提高了监控系统的安全性和可靠性。另外,开发者可以根据被监控对象规模选择各种类型的站的数目,因此,集散控制系统的构成有很大的灵活性。

集散控制系统最初都是针对规模比较大的某种具体应用而开发的,特别是大型工业。例如,Honeywell 的系统主要是针对石油、化工等行业;Foxboro、美国西屋的系统主要是针对电厂、化工等行业;日本恒河的系统主要是针对冶金行业等。20 世纪 90 年代中期以前,DCS 的价格相当的昂贵,随着国产 DCS 的崛起以及行业竞争的加剧,现在 DCS 的价格开始有所下降,并逐渐应用于环保、楼宇以及其他一些小行业或小应用。

DCS 与 PLCs 虽然“出身”不尽相同(PLC 最初是为离散控制而设计的,而且逻辑控制功能相对比模拟量控制功能强;DCS 最初则是为流程工业设计的,其目的是取代常规仪表),实际上,两者并无本质的区别。PLCs 的结构借用了 DCS 的思想。许多 PLCs 的开发者都将自己的监控系统称为 DCS。而同时许多 DCS 的现场控制站也采用 PLC,或者可以兼容 PLC,或者可以将 PLC 下挂在现场控制站下面。随着时间的推移,两者的差距将越来越小。

同样是由于历史的原因,DCS 的开放性往往都不是十分好。这或多或少影响了 DCS 的推广。现在不少的 DCS 厂商都注意到并开始着手解决这个问题。Foxboro 和西门子等公司的 DCS 等使用 Unix 或 Windows 作为操作系统,并且成功地将这两个平台集成。工业以太网也成为了上层通信网络的首选。

1.2.4 现场总线技术

20 世纪 80 年代中期以后,随着人们对系统开放性意义认识的加深,要求计算机监控系统具有开放性的呼声也越来越强烈。同时,人们也意识到传统的计算机监控技术还存在其他的问题,例如,DCS 仍然未能摆脱常规模拟仪表一对一进行信号传输的模式。一般来说从现场到控制室都有比较长的距离,将所有现场的信号都通过电缆传送到控制室,一是要使用大量的电缆,成本高,二是信号在传送的过程中会受到电磁干扰、环境温度、粉尘、有害气体等影响,降低信号传送的可靠性。

按照 IEC 和现场总线基金会 FF 的定义:现场总线是连接智能现场设备和各类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

用于过程及制造自动化的现场设备或现场办公仪表互连的通信网络。

(2) 现场设备互连

现场设备或现场仪表是指传感器、变送器和各种执行器等。这些设备通过一对一传输介质互连,传输介质可以使用双绞线、同轴电缆、光纤、电源线、无线等。

(3) 互操作性

由于现场设备或现场仪表的种类繁多,没有任何一家制造商可以提供工厂所需的全部设备,所以互相连接不同制造商的产品是不可避免的。用户或开发者并不希望为选用不同制造商的产品而在硬件和软件上付出太多的代价,而是希望将属于不同制造商的同时其性能价格比最高的产品集成在一起,并实现“即接即用”。所谓“互操作性”不仅仅是指属于不同制造商的产品之间能够相互传送数据,更为重要的是这些设备能够“理解”所接收数据的含义,并做出正确的响应。当然,用户还希望能对不同的设备进行统一组态。只有这样才能真正将现场设备集成。

(4) 功能分散

在现场总线技术中,应将 DCS 中的现场控制站的各种功能彻底分散到各个智能单元。这里应该指出的是,目前我国真正将 DCS 中的现场控制站放在现场的是少而又少,出于各种考虑,现场控制站往往都是放在控制室内。通过采用现场总线技术,一个流量变送器不仅具有流量信号的变换、补偿和累加等功能,而且还有 PID 控制或其他高级控制的功能。也就是说,现场总线技术真正将信号的采集、处理、控制、驱动等功能放在了现场,真正实现了分散控制。

(5) 通信线供电

对于现场总线,本身就要求连接线尽可能的少,因此,最好采用通信线供电方式,即允许现场仪表直接从通信线上获取能量。

(6) 开放性

开放性是与互操作性有关的,但开放性的概念更为广泛。即要求现场总线为开放式互联网络,它不但可与同层的网络互联,还可以与其他层的网络互联,并且实现数据库共享。

一个按现场总线技术构造的计算机监控系统如图 1.9 所示。

现场总线的思想提出后得到了广大制造商的响应,世界上掀起了一股现场总线的热潮。但是,事情的发展并不是与人们所预想的一致,现场总线并未能完全走标准化的道路。由于技术和利益的原因(其中主要是利益的原因),目前世界上存在着多种现场总线标准。