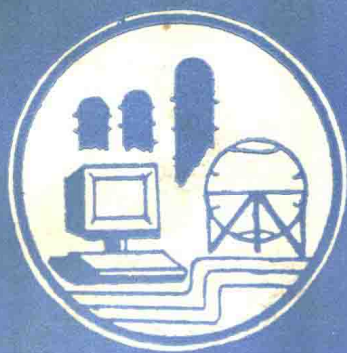




高等专科学校教材

数字调节仪表

任 哲 主编

化学工业出版社

高等专科学校教材

数字调节仪表

任 哲 主编

化学工业出版社

(京)新登字039号

内 容 简 介

本书主要介绍了可编程单回路调节器的发展及在数字仪表控制系统中的地位,并较详细地介绍了SI-PC、KMM、VI87MA三种可编程单回路调节器的构成、原理、控制运算模块、系统的组态及应用。

本书是工科高等专科学校《工业自动化及装置》专业的通用教材,除供专科学校、职工大学、职业培训使用外,也可供从事仪表及自动化方面工作的工程技术人员参考。

高等专科学校教材

数字调节仪表

任 哲 主编

责任编辑:郑永吉

封面设计:任 辉

化学工业出版社出版

(北京朝阳门里9号)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₁₆印张16¹/₁₆插页1字数394千字

1992年11月第1版 1992年11月北京第1次印刷

印 数 1—2,800

ISBN 7-5025-1030-3/G·278

定 价4.37元

前 言

为了尽快解决专科层次教材的需要,全国高等专科类《工业自动化及装置》专业教学研究会调查研究的基础上,经化工部教育司批准,教材编审组于1989年开始组织,编审和推荐一批自动化及仪表专业的教材,它包括有《过程控制原理》、《过程控制工程》、《微型计算机原理及应用》、《过程测量仪表》、《模拟调节仪表》和《数字调节仪表》等。

《数字调节仪表》课程是自动化及装置专业的学生在学完《电子技术基础》、《微型计算机原理及应用》、《自动控制原理》及《模拟调节仪表》之后开设的后续课程。通过学习,要求学生掌握可编程调节器的基本工作原理、编程方法,并能使用可编程调节器解决实际工程问题。

本课程参考学时为50学时。教材第一章主要介绍了数字仪表系统的发展及单回路可编程调节器产生的背景。第二章介绍了单回路可编程调节器的构成及数字控制算法;第三章介绍了应用步骤记入式语言的代表性产品YS-80系列中的SLPC可编程调节器;第四章介绍了应用表格记入式语言的代表性产品KMM可编程调节器;第五章介绍了VI87 MA 可编程调节器。

在介绍上述内容时,针对工业高等专科学培养目标的特点,教材重点介绍了可编程调节器的运算、控制模块及编程方法,并配置了一定数量的应用实例和例题,对于仪表的具体操作方法讲述不多,编者认为,这些内容放在实验课中解决将更为合适。

本教材由任哲编写第一章、第二章、第四章、第五章,由唐新南编写第三章、全书由徐鸿慈主审。本书在编写过程中曾广泛参考有关单位编著的各种书刊资料,在此,谨向他们表示深切的谢意。

由于编者水平有限,书中肯定存在不少缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编者

1991.8

目 录

第一章 数字调节装置概述.....	1
第一节 数字调节装置的发展与分类.....	1
一、数字调节装置的发展.....	1
二、数字调节装置的分类.....	2
第二节 DDC与单回路调节器.....	5
一、DDC控制装置的仪表化.....	5
二、单回路数字调节器.....	7
三、数字调节器在我国的发展和应用.....	8
第二章 数字调节器的基本原理.....	9
第一节 数字调节器的基本构成.....	9
一、微处理机部分.....	10
二、过程通道.....	10
第二节 基本算式.....	16
一、基本PID算式.....	16
二、理想PID算式与实际PID算式的比较.....	21
三、常用的非线性PID算式.....	22
四、采样对调节算法的影响.....	24
五、数字调节器与模拟调节器的比较.....	26
第三节 运算模块和系统组态.....	26
一、运算模块.....	27
二、数字调节器的用户软件.....	33
三、系统组态.....	37
第三章 SLPC•E可编程数字调节器.....	40
第一节 概述.....	40
第二节 SLPC•E的结构和原理.....	40
一、面板布置.....	41
二、SLPC•E的硬件方框图.....	45
三、SLPC•E的寄存器构成.....	49
四、系统软件和应用软件.....	51
第三节 过程控制软件包.....	53
一、用户程序的运算原理和寄存器的动作.....	53
二、功能模块介绍.....	54
第四节 基本控制功能.....	70
一、控制要素CNT1.....	70

二、BSC指令的功能和运转方式	74
三、基本控制功能的扩展	77
第五节 串级控制功能和选择控制功能	86
一、串级控制功能	86
二、串级控制功能的扩展	89
三、选择控制功能	97
第六节 SPRG*E编程器和用户程序的编制	101
一、SPRG编程器	101
二、仿真模拟程序	105
三、用户程序编制实例	105
四、程序编制注意事项	108
第七节 专家化自整定功能	109
一、专家化自整定调节器的动作原理	110
二、自整定的设定要素	114
第八节 YS-80系列仪表及其控制系统的延伸	118
一、YS-80*E系列仪表组成	118
二、YS-80系列仪表控制系统的延伸	135
第四章 KMM可编程数字调节器	142
第一节 KMM可编程调节器的结构	142
一、中央微处理器 (CPU)	143
二、只读存储器ROM	143
三、用户EPROM	143
四、随机存储器RAM	143
五、A/D、D/A转换	143
六、数据设定器	144
七、WDT(看门狗)	144
八、通信接口	145
第二节 KMM可编程调节器的功能模块	145
一、输入处理模块	155
二、运算模块	157
三、控制类型及无扰动切换功能	165
第三节 KMM可编程调节器的编程	168
一、KMM可编程调节器的编程用表	169
二、KMK编程器及其使用方法	180
第四节 正面板及数据设定器	188
一、正面板	188
二、数据设定器与辅助开关	189
第五节 KMM可编程调节器的其他功能	190
一、KMM调节器的自诊断功能	190

二、异常运行状态	191
三、通信功能	192
第六节 KMM可编程调节器的应用	192
一、热效率控制系统	192
二、用KMM调节器实现pH值的变比例度控制	194
三、大纯滞后的Smith补偿控制系统	195
四、反应器内温度程序控制系统	195
五、合成氨生产的氢氮比控制系统	197
六、用KMM调节器实现大纯滞后系统的采样控制	197
七、用KMM调节器实现加热炉燃烧控制系统	199
第五章 VI87MA可编程调节器	207
第一节 VI87MA可编程调节器的构成	207
一、程序解读、实施部分	207
二、运算寄存器 (X)	207
三、中间信号寄存器 (HA或HD)	207
四、控制运算用特殊寄存器 (C)	208
五、可变参数寄存器 (PA或PD)	208
六、输入、输出信号寄存器 (AI、AO、DI、DO)	208
七、过程输入通道	209
八、过程输出通道	210
九、VI87MA-FE调节器的自诊断功能	212
第二节 VI87MA-FE可编程调节器的运算原理	213
一、运算模块的表达方式及数据来源	213
二、数据种类及数据范围	214
三、编程方法及运算原理	214
第三节 运算模块及其运算功能	216
一、控制运算模块	216
二、控制要素	220
三、一般运算模块	226
第四节 VI87MA调节器的编程器	231
一、编程器的构成	231
二、编程器的正面板	231
第五节 用户程序的编制	233
一、运算模块方框图的意义	233
二、指令及指令格式	233
三、组态图	234
四、编程注意事项	238
第六节 VI87MA的操作部分	240
一、VI87MA的正面板	240

二、VL87MA的显示器及参量设定器	240
三、VI87MA的接线端子	243
第七节 VI87MA调节器应用实例	244
一、重油气化炉的反馈—比值调节系统	244
二、浓硝漂白塔前馈—反馈调节系统	248
三、立式加热炉的节能控制	251

第一章 数字调节装置概述

自动控制装置是工业自动化的重要工具。在自动控制系统中，由检测仪表将过程参数变换成电信号或气压信号之后，不单要由显示仪表显示或记录，让人们了解生产过程的情况，还需要将信号传送给过程控制调节装置，以便自动地控制生产过程安全、正常地运行，使过程参数符合预期的要求以保证产品产量与产品质量。

过去，工业生产中主要采用模拟式过程控制调节装置，随着生产过程的强化，参数间关联性增加，前后工序要求最优综合等，这就要求过程控制装置具有多种多样的控制功能，在控制精度与可靠性方面要求尽可能提高。显然，采用模拟式调节装置是难以满足上述要求的。

近年来，随着数字计算机技术的飞速发展，使过程调节装置及系统发生了深刻的变化。世界各国都在对以数字计算机为核心的过程控制装置的研制和应用方面投入了大量的人力和物力，从而使数字调节装置的发展与应用得到了飞速的发展。

第一节 数字调节装置的发展与分类

一、数字调节装置的发展

众所周知，以晶体管、集成运算放大器为核心部件的模拟调节装置在工业生产过程控制系统中起到了重要的作用，它使人们从繁重的控制操作中解放出来，以从事分析工况、调整与维修仪器的工作，大大地提高了产品质量和生产效率。

但是，随着现代生产规模的不断扩大，生产过程的日益复杂化，表征生产过程的参数相互关联性日益增强，这一切都要求调节装置应该具有更强、更复杂的运算、控制功能，以满足生产过程的需要。

随着计算机技术的飞速发展，以数字计算机为核心的数字调节装置便应运而生了。

最初，人们使用数字计算机是用来积累生产过程的资料，利用计算机强大的运算功能分析和研究生产过程，其结果用来为操作人员进行现场操作提供依据或参考。在50年代末，60年代初这段时间内，经过人们的努力，计算机进行生产过程控制的技术获得了令人瞩目的新发展，英国及美国等国家先后在计算机监督控制及直接数字控制方面获得了突破性的进展，从而揭开了数字控制系统的新篇章。此后，人们以极大的兴趣对计算机在生产过程控制中的应用进行了广泛的研究和尝试，其主要工作是以下几个方面。

(1) 数据报表 把反映生产过程的信号直接与计算机相连，用计算机对过程的运转状态进行监视和记录，以适应大型工业生产的要求，为人工作业提供数据和操作依据。

(2) 设定值控制 充分利用数字计算机的运算能力，根据过程传送来的信号。计算出生产过程的最优运转条件及安全操作条件。具体地说，就是由数字计算机直接向调节器提供设定值，以实现大规模的最优控制系统。

(3) 直接数字控制 随着计算机技术的发展，数字计算机的体积越来越小，价格也越来越低，人们也在考虑用数字计算机替代传统的模拟式调节装置，从而开发了用数字计

算机直接进行控制的直接数字控制系统 (DDC)。60年代初, 英国的ICI公司首先实现了这种方法。美国仪表学会 (ISA) 发表了对直接数字控制系统的指导方针, 进一步推动了直接数字控制系统的发展。

(4) 数字控制装置的仪表化 随着微处理器的出现, 数字计算机趋于微型化, 使得数字调节装置装入普通仪表壳内的愿望得以实现。在80年代初期, 各仪表生产厂家竞相推出了以微处理器为核心部件的数字调节仪表, 从而使数字计算机参与生产过程控制的规模达到了前所未有的程度。图1-1清楚地反映了仪表的发展历史及趋势。

自50年代起, 人们经过近半个世纪的努力, 已使数字计算机控制系统日益完善和成熟, 已有很多产品出现在市场上并被应用到实际生产过程中。在实现生产过程的最优化, 提高产品质量, 提高生产效率, 降低能源损耗方面发挥了越来越大的作用。可以预见, 数字调节装置将是今后控制装置中的主流。

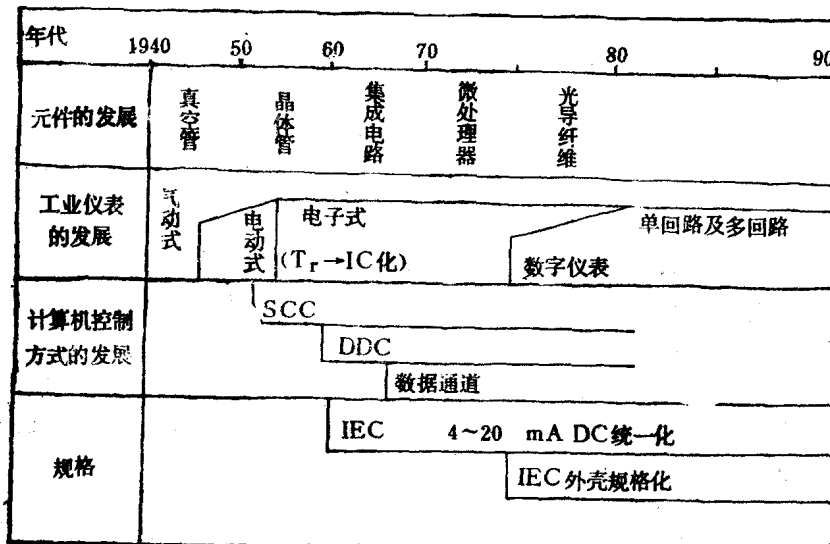


图 1-1 仪表的发展历史

二、数字调节装置的分类

按数字计算机在控制系统中所处的地位和它所完成的功能, 数字调节装置可分为五类: 操作指导装置; 直接数字控制装置; 设定值控制装置; 监督控制装置; 集中分散型综合控制装置。

(一) 操作指导装置

这种系统不是闭环控制, 严格说来, 不属计算机控制, 计算机只是进行数据采集和处理。为人工操作提供资料和依据, 如图1-2所示。

该装置将生产过程的参数采集到数字计算机中, 按一定的数学模型完成信息处理工作后, 其处理结果并不直接输出到执行器去, 而只是将结果打印或者显示出来。操作人员则以上述结果作为手工操作的依据或参考, 去改变生产过程的操作量, 以完成控制操作。

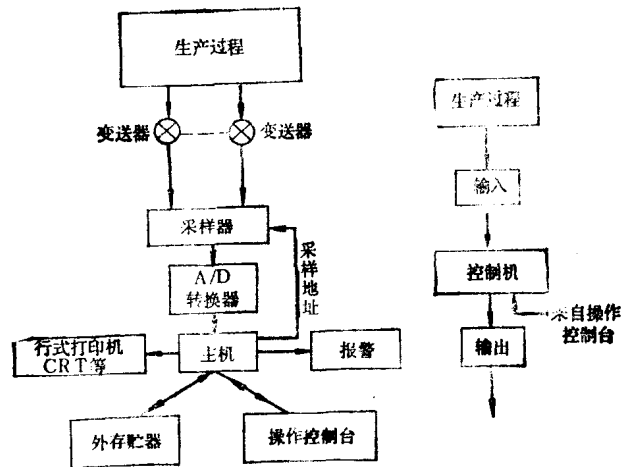


图 1-2 计算机数据检测系统

(二) 直接数字控制装置 (DDC)

以数字计算机来取代模拟调节器构成的闭环控制系统称作直接数字控制系统。见图 1-3。

过程控制系统中的数字计算机对过程的参数进行巡回检测后，按照规定的数学模型（如PID）进行运算，并据运算结果向执行器发出控制信号，使各个被控制量保持在给定值上。

数字调节装置与模拟调节装置相比，可以很方便地用增加软件的方法去增加新的控制功能（如：前馈、纯滞后补偿、超驰控制等等），而不必象模拟调节装置那样，必须改动硬件结构。因此，只要直接数字控制装置配备了丰富的软件，便可以适应多种多样的控制方法，正是直接数字控制装置的灵活性，对人们有着强大的吸引力。

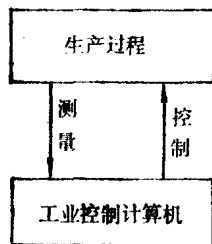
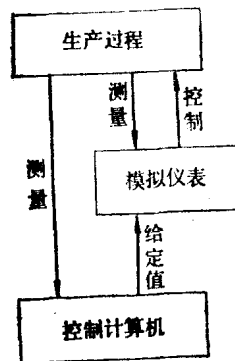
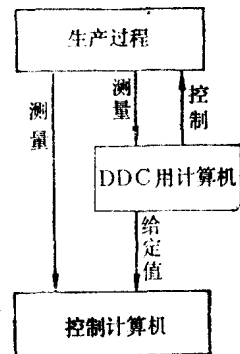


图 1-3 DDC系统方框图



(a) SPC系统



(b) SCC系统

图 1-4 SPC及SCC系统方框图

(三) 设定值控制装置 (SPC) 及监督控制装置 (SCC)

数字计算机与常规模拟调节器同时接收过程信号。模拟调节器依据该信号按一定的控

制规律输出控制信号到执行器构成闭环控制系统；而数字计算机则依据过程信号按一定的数学模型计算出各模拟调节器的最佳设定值送至各调节器。见图1-4。这样的系统，人们常称作设定值控制系统，数字计算机则称作设定值控制装置。

如果数字计算机依据一定的数学模型计算出来的设定值不是送至模拟调节器，而是送至直接数字控制装置，那么，这样的系统，常称之为监督控制系统，而数字计算机称作监督计算机或监督控制装置。

一般的情况下，SPC或SCC控制装置负责工段或车间的最优化计算，并按其算出的优化操作条件，去重新设定模拟调节器或DDC控制装置的给定值，然后由模拟调节器或DDC控制装置执行过程控制，使工况最优。

从上述的内容可以看出，DDC与SCC两种方式的区别在于控制是否直接驱动执行器，而不在于是否完成最优化计算。在条件具备的情况下，数字计算机在进行最优化计算的同时也可以兼作DDC。它是数字计算机应用的高级形式，即最优化的DDC。

(四) 集中分散型综合控制装置

人们在计算机控制系统的发展中逐渐认识到：必须分散控制以保证安全生产，集中管理以实现生产过程的全局优化。在这个思想指导下就产生了所谓的集中分散型综合控制装置。

典型的集中分散型综合控制系统可分为四级：现场终端；直接数字控制装置；监视操作站；上位计算机管理站。见图1-5。

第一级是现场终端装置，它直接连接生产过程现场的检测仪表或执行器，进行转换与隔离的工作。

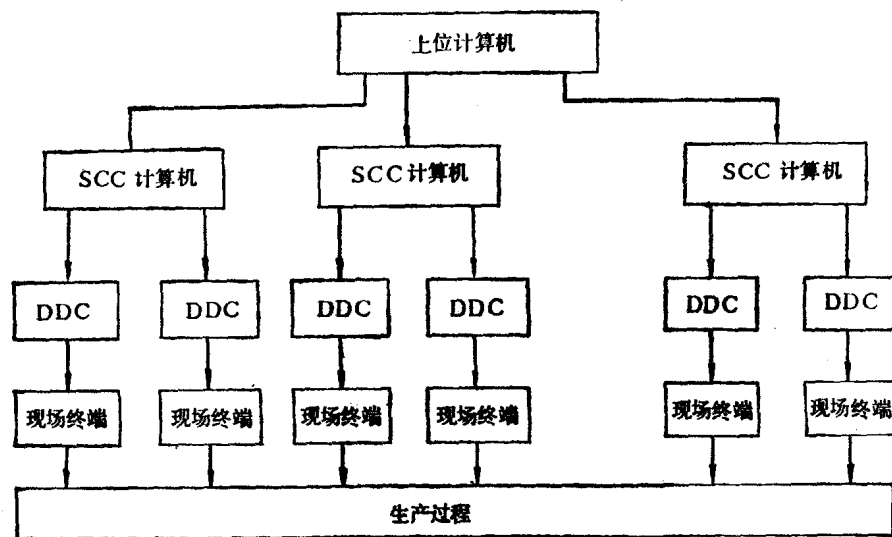


图 1-5 集中分散型综合控制装置框图

第二级是以微型数字计算机为核心的直接数字控制装置，它与现场终端构成一个独立行使控制职能的基层单位，一般叫作现场控制站。

第三级是以微型数字计算机为核心的监督控制装置，常称作监视操作站。它主要进行最优化或自适应控制计算，能够汇集各现场控制站的信息，给操作人员发出操作指示，以

便集中监视或调整DDC的设定值。

第四级是上位计算机管理站。选用高性能的微型计算机或小型计算机构成。对操作站的数据库或现场控制站的数据与程序进行编制调整和监控管理,实现过程控制的全局最优化。

第二节 DDC与单回路调节器

由于直接数字控制装置(DDC)可以充分利用数字计算机的硬件及软件资源,对生产过程直接进行一些常规模拟仪表难于实现或不能实现的复杂控制,所以人们对其进行了大量的研究工作,这些工作的结果导致了数字化调节仪表的产生,这无疑给生产过程控制注入了新的活力。

一、DDC控制装置的仪表化

在DDC装置的发展初期,由于计算机的价格昂贵,这就迫使人们用一台计算机去控制尽可能多的回路,即采用集中型的DDC控制装置。这种系统在实际应用中尽管取得了令人瞩目的发展,同时也暴露出了它的一些致命弱点。

(1) 可靠性差 只用一台计算机来控制多个回路,一旦计算机发生故障,将导致整个系统停止工作,显然这是实际生产所不能允许的。当然可采用冗余技术,即采用备用计算机的方法来解决上述问题。但这种作法无疑又大大地提高了费用。

(2) 经济性差 在DDC系统发展的初期,人们认为DDC的回路数达到50左右时,采用DDC系统才会比模拟仪表经济。但由于可靠性问题,使得系统必须配备备用计算机及备用模拟仪表,致使投资大为增加。这样DDC系统必须得控制120个以上回路才能比较合算,这样在生产规模较小的过程中就无法采用DDC系统了。

由于上述原因,使得DDC系统在很长一段时间内没有得到广泛的应用。

但是,由于DDC在控制性能的提高及加强系统灵活性方面有其独到的优点,因此人们还是希望有克服集中型DDC缺点的装置投入市场。

在70年代初期,半导体集成电路技术出现了突飞猛进的发展,出现了使数字计算机微型化的半导体存储器 and 微处理器,而且性能价格比相当高。于是,理所当然地,人们立即开始了能克服集中型DDC缺点的新一代DDC的开发和研究工作。其主要方向是将“集中型”转变为“分散型”。

所谓分散型就是在保证经济合理的前提下,一台计算机控制尽可能少的回路,以提高系统的可靠性,即人们所说的“控制分散”或“危险分散”。这样,当一台DDC装置出现故障时,就不会引起全面停车的问题了。

随着微处理器及其外围芯片价格的下降,DDC装置的控制回路数目前已降低到8个、4个、2个甚至1个回路了。这就使得DDC装置可以装到常规模拟调节器一样大的机壳中去了,逐步实现了DDC装置的仪表化。带有微处理器的仪表,人们常常叫作数字仪表。

目前在数字仪表的发展中主要有两大潮流或两大方式。

(1) 模拟方式 这种方式是将DDC装置装配到传统的仪表机壳内,在面板上尽力保持传统模拟仪表的外貌及操作方式,这样便于有丰富模拟仪表经验的操作人员尽快地掌握数字仪表的使用方法。

(2) 通用方式 这种方式是以通用性作为基点,着眼于数字与模拟技术的结合,全面采用CRT实现集中监视和操作,以适应被控过程规模的扩大,便于组成复杂并富有扩展性的系统。

若将目前常见的数字仪表的特征归纳起来,可有如下六个方面。

(1) 良好的操作性 为了使缺乏数字计算机专门技术的广大现场技术人员及操作人员能熟练地使用仪表,人们在改善数字仪表的操作性能上作出了很大的努力,制造出了操作简单、能在很大范围内避免误操作的系统。

在模拟方式中,着重考虑了数字仪表与传统的盘装仪表的操作方式的连续性。而在通用方式中,利用了人机接口技术,全面采用了CRT显示,以实现集中监视和集中操作,从而实现了无仪表盘的集中操作。不过,为了保持与传统操作方式的衔接,在CRT上显示仍然是模拟仪表形式的信息。

(2) 功能的充实 充分地发挥数字微处理器的算术、逻辑运算功能,尽可能地在数字控制系统中纳入各种控制功能,尤其是一些模拟调节装置难于或不能实现的非线性控制、自适应控制、最优控制等功能。并想方设法,使数字控制系统的构成便于控制回路的组成和变更。

由于采用了数字技术,在消除漂移、提高控制精度方面也有了很大的改善。

由于数字计算机有较强的逻辑运算功能,因此,数字控制系统不仅可以实现连续控制方式,而且还能很容易地与顺序控制相结合,从而使得数字控制系统的功能更加完善。

为了保证数字控制系统具有高的可靠性,在其出现故障时不会对整个生产过程产生不良的影响或产生过大的扰动,数字控制系统一般都配备了自诊断功能和对系统的安全监视功能。

(3) 程序编制的简易性 数字控制系统在尽力加强功能的同时,还着重考虑了能让人们用手工的方法生成应用软件。为此,人们发展了各种生成方式,例如会话方式、填表方式、功能模块方式等等,其基本原则是要能使用仪表符号,以类似于传统模拟仪表的方法来组成控制回路。

应用软件的这种生成方式,对数字仪表迅速地得以普遍的应用起了极大的作用。

(4) 维护性 显然,要求数字控制系统本身能做复杂的维护工作是不可能的,但可以通过加强数字控制系统的自诊断功能,使万一发生故障时能对操作人员给以必要的提示,而使平均修复时间减至最小。因此,目前的数字调节装置毫无例外地都具有自诊断功能。这无疑大大地提高了数字控制装置的维护性。

(5) 分散化 从克服集中型数字直接控制系统可靠性差的缺点出发,突出了将危险分散的思想。即利用微处理器价格便宜的优势,尽力减小每个微处理器控制的回路数,以将危险尽可能地分散。

另一方面,由于采用了数据总线等通信技术,所以能在大范围内实现集中管理和集中监视,从而可较容易地组成包括计算机在内的综合控制装置。

(6) 高可靠性 除了采取自诊断技术及将危险分散的措施以提高数字系统的可靠性之外,还通过采用必要的冗余技术及使用高集成度的大规模集成电路来使数字控制系统获得较高的平均无故障时间。实际应用表明,数字控制装置的可靠性已经超过模拟仪表。

二、单回路数字调节器

自70年代始，用于生产过程控制的各类数字调节器都有了飞速的发展。其中最令人振奋的是单回路数字调节器有了长足的发展。见图1-6。

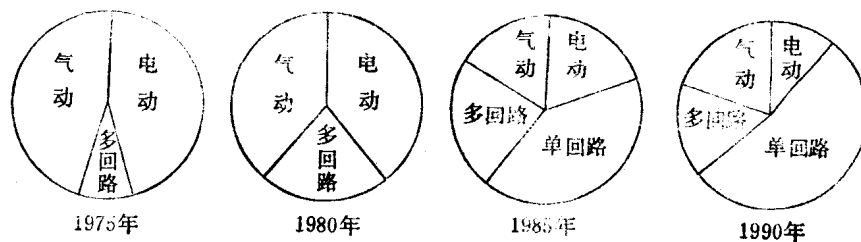


图 1-6 各类调节器的发展概况

开始时，每个微处理器要处理8~64个控制回路，即形成了多回路调节器。以后，随着微处理器及其外围电路的发展，使得多回路调节器控制的回路数逐渐减少。例如国产有DTZB-4110四回路调节器及DTZB-2310双回路调节器。这种少回路的调节器极大地提高了控制系统的可靠性和灵活性，从而受到了人们的欢迎。

但另一方面，人们从进一步提高自动控制系统可靠性的方面考虑，仍然强烈地希望数式仪表尽可能地与模拟仪表一样，采用单回路的结构，因此，各仪表生产厂家都特别注重数字单回路调节器的开发与生产。近年来由于微处理器及其他外围电路都实现了高集成化，从而使它们的性能和可靠性大大地提高，价格与体积却大大降低和减小，这就使得制造功能强大、体积和传统仪表一样大小的单回路数字调节器的梦想成为了现实。

数字单回路调节器充分地利用了微处理机的运算能力，从而实现了以节能、防止公害和实现高级控制为目标的多种功能。仪表生产厂将各种复杂的运算软件以子程序的形式固化在只读存储器ROM中，形成模块。用户可以根据实际控制需要自由地选取合适的模块进行适当的组合以组成控制系统。显然这种搭积木的形式给用户用数字单回路调节器组成不同的系统带来了极大的方便。

用户程序采用了极为简单的面向过程的语言，这种语言直观、简练，只要对用户稍加培训就可以熟练使用。有的单回路调节器可直接编程（在线编程），有的需要借助编程器将用户程序写入EPROM固化后，再将其插入单回路调节器（离线编程）。

上述这种能用编程序的方法调用运算功能模块以构成系统的单回路调节器，人们常称之为“可编程数字单回路调节器”或“可编程单回路调节器”。

数字调节器在显示功能方面除了采用传统的模拟指示表之外，大量地采用了等离子器件，荧光数码管、发光二极管等组成棒图显示器，以努力消除仪表内的运动部件。有的仪

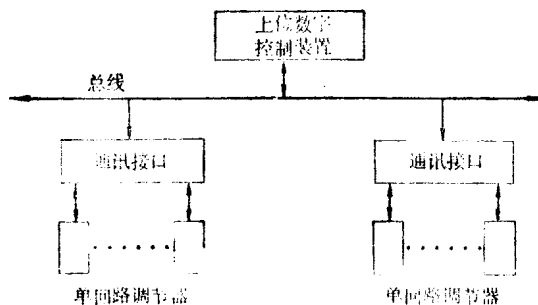


图 1-7 单回路调节器与上位控制装置组成的系统

表还采取了数字显示器与模拟显示器并用的方式。总之，在人机联系方面人们也在不断地创新，细节上想了种种办法。

单回路调节器作为最基本的控制装置，大多数都配置了与上位计算机或上位操作站进行数字通信的通信接口，以便用户能方便地形成较大规模的仪表控制系统。见图1-7。

三、数字调节器在我国的发展和应用

自70年末，我国自动化仪表研究部门和自动化仪表生产厂家的广大科研技术人员发挥极大的热情和干劲，使得我国数字调节器的生产与应用迅速地发展普及起来。

目前，国内的主要产品有由重庆自动化研究所研究开发的DTZB-4110四回路可编程调节器、上海调节器厂研究开发的DTZB-2310双回路可编程调节器、大连仪表厂生产的VI87MA可编程单回路调节器、四川仪表总厂和上海调节器厂生产的Digitronik系列中的KMM可编程单回路调节器、西安仪表厂生产的YS-80系列中的LSPC可编程单回路调节器、天津自动化仪表厂和兰州炼油厂仪表厂生产的FC系列中的PMK可编程单回路调节器。

上述这些数字调节器都是以微处理机为核心构成的可编程序调节器，它们都具有丰富的运算控制功能，组态极为灵活，可以实现一些用模拟仪表难以实现的控制功能，如纯滞后补偿、多段程序设定、高精度综合运算、非线性控制、系统联锁保护、打印制表等。这些仪表本身还具有自诊断功能，可靠性大为提高。有的仪表还装备了控制参数自整定的专家系统，使人工智能在最佳PID参数整定中得到了应用，这无疑是仪表逐步走向智能化的一个开端。

目前我国仪表厂生产的可编程调节器都保留了模拟式仪表的外观和操作方法，并且这些仪表还可以与模拟式仪表混用，这一点无疑给可编程调节器的普及应用创造了良好的条件。

由于数字可编程调节器有大量的优点，使得广大生产企业很快地接受了它，并将其应用到实际系统中。目前，在石油、化工、轻纺、食品、冶金、电力等生产部门都可以看到可编程调节器的应用，这些应用是提高产品产量、质量，减少环境污染、节约能源方面都产生了极大的效益。

可以确信，随着数字化仪表的发展、仪表智能程度的提高，会使数字化仪表在工业控制系统中的应用越来越广泛，所起的作用越来越重要，数字化仪表成为工业控制仪表主流的日子不会太远了。

习题与思考题

- 1-1 什么是数字化仪表？
- 1-2 数字控制装置一共分为几类？各有什么特点？
- 1-3 什么叫DDC系统？
- 1-4 什么叫集散系统？
- 1-5 什么叫可编程单回路调节器？
- 1-6 目前我国生产哪几种型号的可编程单回路调节器？

第二章 数字调节器的基本原理

第一节 数字调节器的基本构成

数字调节器实质上是装在通用仪表机壳内的微型工业控制机,是一种DDC控制装置。因此,其主要作用是接收现场检测装置送来的过程信号,按一定的调节规律计算出控制量去推动执行器以使被控量维持在期望值上。

数字调节器的核心部件是微处理机,围绕着微处理机各仪表生产厂家按各自的需要配置了不同的部件,其方案多种多样,但其工作原理大同小异。

当然,作为以微处理机为核心的数字调节装置,除了有必需的硬件之外,它的软件也是数字调节器的重要组成部分。各厂家的仪表在使用方法、功能上之所以有各自的特点,主要是由于有不同的软件。

数字调节器除了软件之外,其基本组成为以下几大部分。

1. 微处理机

这部分包括中央微处理器(CPU)及系统ROM、RAM、用户EPROM等半导体存储器。这部分可以说是数字调节器的核心部分。所有的控制运算,调节器自身的管理运算都在这里完成。调节器的管理程序、子程序库、用户程序等文件也都存放在这里。

2. 过程通道

上面已经提到,数字调节器实质上是一台微型工业过程控制计算机。工业过程控制计算机之所以与普通的数字计算机不同,就在于它要与外部生产过程互通信息。输入端要与生产现场的检测变送装置相连接,输出端要与执行装置相连接。因此,要配备相应的硬件电路进行信号的变换、隔离、采集等工作。这些硬件电路被称作过程通道,它是联系微处理机与外部生产过程的纽带和桥梁。

3. 通讯接口

数字调节器作为DDC控制装置,它应能与上位监督计算机组成监督控制系统(SCC)。因此,数字调节器一般都配备了能与上位机进行通讯的通讯接口,便于上位机对数字调节器给定值进行设定,对调节参数、工作状态进行监视和设定。

4. 编程器

数字调节器之所以能受到广大用户的欢迎就在于它是可编程序的,也就是说,根据仪表生产厂家配置在调节器中的软件资源,用户可根据应用的具体需要用编制程序的方法选择调节器的工作方式、控制规律等,并且在不更换仪表的条件下,通过修改用户程序就可以改变控制方案。

用户程序一般都是用面向过程的高级语言来编制的。因此,数字调节器都配有编程器,便于用户编制用户程序并将其翻成目标程序后存到用户EPROM中。

5. 其他

数字调节器除了上述几大组成部分外,还有相应的显示、报警、故障状态时的手操电