

新世纪计算机课程系列精品教材

(第2版)

计算机控制技术

JISUANJIKONGZHISHU

主 编 / 张燕红



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

新世纪计算机课程系列精品教材

计算机控制技术

(第2版)

主 编 张燕红

副主编 郑仲桥 张永春

东南大学出版社

·南 京·

内 容 提 要

本书全面介绍了计算机控制技术的概况、过程输入及输出通道、计算机控制系统分析、数字 PID 控制算法、数字控制器的设计、工业控制计算机、网络集成式分散控制系统、计算机控制系统的设计。

本书编写力求反映应用型本科的要求和工科专业的教学特点,内容力求由浅入深、循序渐进、通俗易懂、基本概念和基本知识的解释准确清晰、计算机控制技术的说明简明扼要,重点介绍了计算机控制系统的组成、数字 PID 控制算法及数字控制器的设计,注重将计算机的硬件和软件设计有机地结合起来,并且特别注意以形象直观的形式来配合文字表述,重点突出,以帮助读者掌握计算机控制技术的主要内容。

本书可适应不同层次的读者选用,即可用于高等学校工科本科教材,也适用于各类工程技术人员参考、阅读。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/张燕红主编.—2版.—南京:东南大学出版社,2014.2

ISBN 978-7-5641-2316-1

I. ①计… II. ①张… III. ①计算机控制-高等学校-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 014751 号

计算机控制技术(第2版)

出版发行 东南大学出版社
出版人 江建中
社 址 南京市四牌楼2号
邮 编 210096

经 销 全国新华书店
印 刷 丹阳市兴华印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.25
字 数 390千字
版 次 2008年12月第1版 2014年2月第2版
印 次 2014年2月第1次印刷
印 数 1-3000
书 号 ISBN 978-7-5641-2316-1
定 价 35.00元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

第 2 版前言

根据 2003 年 1 月教育部组织的全国高等学校教学研究中心在黑龙江工程学院召开的“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题审定会的有关精神,在原高等学校通用的计算机控制技术的基础上,根据理工类应用型本科专业的特点,编写了计算机控制技术的教材。

计算机控制技术主要内容包括四部分:第一部分主要介绍计算机控制技术基础,包括计算机控制技术概述、输入、输出通道的原理及数字滤波技术处理;第二部分主要讨论计算机控制系统分析、计算机控制技术的控制算法、数字控制器的设计及其应用;第三部分主要讨论研究工业控制计算机及网络集成式分散控制系统;第四部分主要介绍计算机控制系统的设计方法和应用。

为了让读者能全面、系统地掌握计算机控制系统的知识,达到教育部对应用型本科的要求,在编写本教材时,根据应用型本科的特点,力求由浅入深,循序渐进,通俗易懂,基本概念和基本知识的解释准确清晰,计算机控制技术知识的介绍简明扼要,注重将计算机控制系统的硬件和软件有机地结合起来,注重计算机工业控制的软件设计及其应用,并介绍了网络集成控制技术和分散控制系统。通过典型的控制系统的软件和硬件设计来使读者更深入地理解计算机控制系统的各个组成部分,本书的编写重点突出,以帮助读者掌握关键技术并全面理解本书内容。

本书共分 9 章:第 1 章主要介绍计算机控制系统;第 2 章主要介绍过程输入/输出通道;第 3 章主要介绍计算机控制系统分析;第 4 章主要介绍数字 PID 控制算法;第 5 章主要介绍常用数字控制器的设计;第 6 章主要介绍复杂数字控制器设计;第 7 章主要介绍工业控制计算机;第 8 章主要介绍网络集成式分散控制系统;第 9 章主要介绍计算机控制系统的设计。

本书由张燕红任主编,郑仲桥、张永春任副主编,其中第 2 章至第 5 章由张燕红编写,第 6 章至第 8 章由郑仲桥编写,第 1 章、第 9 章由张永春编写,本书由张燕红统稿,并由钱显毅主审。

为了方便教师教学和与作者交流,本书作者将向使用该教材的教学单位、提供 PPT 及相关教学资料,联系方式 zhangyh@czu.cn。

由于作者水平有限,书中难免有错误或不足之处,敬请广大读者批评、指正。

编者
2013 年 9 月

目 录

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 计算机控制系统的组成	(3)
1.2.1 硬件组成	(3)
1.2.2 软件组成	(6)
1.3 计算机在工业控制中的典型应用	(7)
1.4 计算机控制系统举例	(12)
1.5 计算机控制系统的发展概况及趋势	(14)
1.5.1 计算机控制系统的发展概况	(14)
1.5.2 计算机控制系统的发展趋势	(14)
思考题与习题 1	(16)
2 过程输入/输出通道	(17)
2.1 信号的采样和多路开关	(17)
2.1.1 采样定理	(17)
2.1.2 采样、量化与编码	(19)
2.1.3 多路开关	(21)
2.2 模拟量输入通道	(24)
2.3 模拟量输出通道	(33)
2.3.1 模拟量输出通道的两种基本结构形式	(33)
2.3.2 D/A 转换器及接口	(34)
2.4 数字量输入/输出通道.....	(41)
2.4.1 数字量输入/输出通道的一般结构	(41)
2.4.2 数字量输入通道	(41)
2.4.3 数字量输出通道	(43)
2.5 过程通道的抗干扰措施	(43)
2.5.1 干扰信号的分类	(43)
2.5.2 干扰的抑制	(45)
2.6 数字滤波技术	(45)
2.6.1 程序判断滤波	(46)
2.6.2 中值滤波	(47)
2.6.3 算术平均值滤波	(48)
2.6.4 加权平均值滤波	(49)
2.6.5 滑动平均值滤波	(49)
2.6.6 RC 低通数字滤波	(49)
2.6.7 复合数字滤波	(50)
2.6.8 各种数字滤波性能的比较	(51)
思考题与习题 2	(52)

3	计算机控制系统分析 ·····	(53)
3.1	计算机控制系统的数学描述 ·····	(53)
3.1.1	差分方程 ·····	(53)
3.1.2	Z 变换 ·····	(54)
3.1.3	Z 反变换 ·····	(58)
3.1.4	脉冲传递函数 ·····	(61)
3.2	计算机控制系统的稳定性分析 ·····	(67)
3.2.1	S 平面和 Z 平面之间的映射关系 ·····	(67)
3.2.2	离散控制系统稳定判据 ·····	(68)
3.2.3	离散控制系统稳态误差分析 ·····	(70)
3.3	离散控制系统动态特性分析 ·····	(73)
3.3.1	脉冲传递函数分析离散控制系统的过渡过程 ·····	(74)
3.3.2	零极点分布与动态性能之间的关系 ·····	(75)
	思考题与习题 3 ·····	(76)
4	数字 PID 控制算法 ·····	(78)
4.1	标准的 PID 算法 ·····	(78)
4.1.1	位置型 PID 控制算式 ·····	(79)
4.1.2	增量型 PID 控制算式 ·····	(80)
4.1.3	位置型 PID 算式的递推算式(偏差系数控制算式) ·····	(82)
4.2	改进的 PID 算法 ·····	(82)
4.2.1	抑制积分饱和的 PID 算法 ·····	(83)
4.2.2	带有死区的 PID 算式 ·····	(86)
4.2.3	不完全微分的 PID 算式 ·····	(87)
4.2.4	微分先行 PID 控制 ·····	(90)
4.2.5	时间最优 PID 控制 ·····	(90)
4.2.6	PID 比率控制 ·····	(91)
4.3	数字 PID 算法应用中的问题 ·····	(93)
4.3.1	数字 PID 算法实施中的几个问题 ·····	(93)
4.3.2	数字 PID 调节中的几个实际问题 ·····	(94)
4.4	PID 参数整定方法 ·····	(96)
4.4.1	采样周期 T 的选择 ·····	(96)
4.4.2	凑试法整定 PID 控制器参数 ·····	(97)
4.4.3	扩充临界比例度法 ·····	(98)
4.4.4	扩充响应曲线法 ·····	(99)
4.4.5	归一参数整定法 ·····	(100)
4.4.6	优选法 ·····	(100)
4.5	PID 算法仿真实例 ·····	(100)
4.5.1	仿真模型的结构 ·····	(100)
4.5.2	控制算法仿真的实现方法 ·····	(101)
	思考题与习题 4 ·····	(107)

5	常用数字控制器的设计	(108)
5.1	概述	(108)
5.2	最少拍随动系统的设计	(109)
5.2.1	最少拍系统的设计	(109)
5.2.2	最少拍系统的局限性	(117)
5.3	最少拍无纹波系统的设计	(120)
5.4	非最少的有限拍控制	(122)
5.5	惯性因子法	(123)
5.6	大林(Dahlin)算法	(125)
5.7	数字控制器在控制系统中的实现方法	(130)
5.7.1	直接程序设计法	(130)
5.7.2	串行程序设计法	(131)
5.7.3	并行程序设计法	(132)
5.7.4	数字控制器的设计	(134)
	思考题与习题 5	(135)
6	复杂数字控制器设计	(136)
6.1	纯滞后系统的 Smith 控制算法	(136)
6.1.1	Smith 预估器的工作原理	(136)
6.1.2	Smith 预估器的数字实现	(139)
6.1.3	数字 Smith 预估控制系统	(140)
6.2	串级控制算法	(140)
6.2.1	串级控制工作原理	(140)
6.2.2	串级控制的实现	(143)
6.2.3	控制系统中副回路的设计	(145)
6.2.4	主回路和副回路的匹配问题	(145)
6.2.5	主、副调节器正反作用方式的确定	(145)
6.2.6	控制系统调节器的选型和参数整定	(146)
6.2.7	串级控制系统的工业应用	(146)
6.3	比值控制	(147)
6.3.1	单闭环比值控制	(147)
6.3.2	双闭环比值控制	(148)
6.3.3	变比值控制	(149)
6.4	前馈控制	(149)
6.4.1	前馈控制的原理	(149)
6.4.2	完全补偿的条件	(150)
6.4.3	前馈—反馈控制	(150)
6.5	动态矩阵控制算法	(151)
6.5.1	DMC 的基本原理	(152)
6.5.2	动态矩阵控制系统设计参数的选择	(158)
	思考题与习题 6	(161)

7	工业控制计算机 ·····	(162)
7.1	工业控制计算机的特点及要求	(162)
7.2	单片微型计算机	(163)
7.3	可编程序控制器	(164)
7.4	总线工控机	(167)
	思考题与习题 7	(172)
8	网络集成式分散控制系统 ·····	(173)
8.1	数据通信与工业网	(173)
8.1.1	数据通信技术	(173)
8.1.2	网络拓扑结构	(177)
8.1.3	网络通信协议	(178)
8.2	集散控制系统	(180)
8.2.1	集散控制系统的特点	(181)
8.2.2	集散控制系统发展过程及典型产品	(181)
8.2.3	集散控制系统的功能层次结构	(182)
8.2.4	集散控制系统的发展趋势	(184)
8.3	现场总线控制系统	(186)
8.3.1	现场总线的体系结构	(186)
8.3.2	现场总线的特点与优势	(188)
8.3.3	现场总线通信协议	(189)
8.3.4	几种典型的现场总线	(190)
8.3.5	现场总线控制系统	(194)
8.3.6	现场总线的发展	(195)
	思考题与习题 8	(195)
9	计算机控制系统的设计 ·····	(196)
9.1	计算机控制系统的设计原则	(196)
9.2	计算机控制系统的设计过程	(197)
9.3	微型计算机控制的自动装箱系统	(202)
9.3.1	自动装箱控制系统的原理	(202)
9.3.2	控制系统硬件设计	(203)
9.3.3	控制系统软件设计	(206)
9.4	单片机控制的温度控制系统	(212)
9.4.1	温度控制系统的组成	(213)
9.4.2	温度控制系统的硬件设计	(213)
9.4.3	数字控制器的数学模型	(218)
9.4.4	温度控制系统软件设计	(219)
9.4.5	手动后援问题	(232)
	思考题与习题 9	(233)
	附录 部分函数的 Z 变换、拉氏变换表	(234)
	参考文献 ·····	(235)

1 计算机控制系统概述

随着计算机的普遍应用及计算机技术的发展,人们越来越多地用计算机来实现工业自动控制系统。近几年来,计算机技术、先进控制理论与方法、检测与传感技术、CRT 显示技术、通信与网络技术、微电子技术等多种学科的相互融合与高速发展,促进了计算机控制技术水平迅速提高,也使得计算机控制系统在工业、交通、农业、军事等部门中得到了广泛的应用。

本章主要介绍计算机控制系统的概念、组成、特点、工业控制中的计算机的典型应用、计算机控制系统的发展概况和趋势。

1.1 计算机控制系统的概念

近年来,计算机技术应用在自动控制领域越来越普遍,它已经成为自动控制技术不可分割的重要组成部分,并为自动控制技术的发展和应用开辟了广阔的新天地。因此,出现了计算机控制系统,也就是利用计算机来实现生产过程自动控制的系统。

在自动控制中,典型的闭环控制系统如图 1.1 所示。



图 1.1 闭环控制系统框图

控制器首先接收给定信号,然后向执行机构发出控制信号驱动执行机构工作;测量元件对被控对象的被控参数(如温度、压力、流量、转速、位移等)进行测量;变送单元将被测参数变成电压或电流信号,反馈给控制器;控制器将反馈信号与给定信号进行比较,如有偏差,控制器就产生新的控制信号,修正执行机构的动作,使得被控参数的值达到预定的要求。

如果把图 1.1 中的控制器用计算机来代替,就可以构成计算机控制系统,其基本框图如图 1.2 所示。计算机控制系统是由工业控制计算机和工业对象两大部分组成。

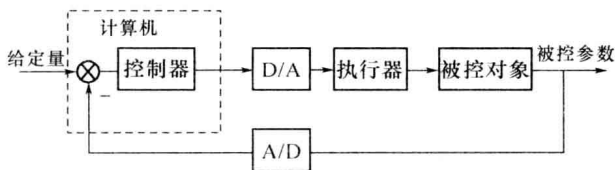


图 1.2 计算机控制系统基本框图

在控制系统中引进计算机,可以充分利用计算机的运算、逻辑判断和记忆等功能。工业

控制过程中的被测参数经过传感器、变送器,转换成统一的标准信号,送到 A/D 转换器进行模拟量/数字量的转换,转换后的数字量通过接口送入计算机;当计算机接收了给定量和反馈量后,就可以求得偏差。接着可以对该偏差值用一定的控制规律进行运算(如 PID 运算),计算出控制量。再经过 D/A 转换器将数字信号转换成模拟控制信号输出到执行器。便完成了对被控制量的控制作用。显然要改变控制规律,只要改变计算机的程序即可,而不用像以前一样要改变硬件结构。

从本质上来看,计算机控制系统的控制过程可以归纳为以下三个方面:

① 实时数据采集。被控对象当前输出的信息(如温度、压力、流量、成分、速度、转速、位移量等)瞬间即逝,如不及时采集,便会丢失,所以应将它们转换为相应的模拟电信号,由计算机随时对它们进行采样,并及时把这些采样结果存入内存。

② 实时控制决策。采样数据是反映生产过程状态的信息,计算机对它经过比较、分析、判断后,得出生产过程参数是否偏离预定值,是否达到或超过安全极限值等,即时按预定控制规律进行运算,作出控制决策。

③ 实时控制输出。根据控制决策,实时地对执行机构发出控制信号,完成控制任务。

实际上系统中的计算机就是按顺序连续不断地重复以上几个步骤的操作,保证整个系统能按预定的性能指标要求正常运行。

上述过程中的实时概念是指信号的输入、计算和输出都要在一定的时间(采样间隔)内完成,使控制系统能及时地检测偏差、纠正偏差,使系统达到规定的要求,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。但是“实时”不等同于“同时”,因为从被控参数的采集到计算机的控制输出作出反应,是需要经历一段时间的,即存在一个实时控制的延迟时间,这个延迟时间的长短反映实时控制的速度,只要这一时间足够的短,不至于错过控制的时机,便可以认为这系统具有实时性。不同的控制过程,对实时控制速度的要求是不同的,即使是同一种被控参数,在不同的系统中,对控制速度的要求也不相同,例如电动机转速和移动部件位移的暂态过程很短,一般要求它的控制延迟时间就很短,这类控制常称为快过程的实时控制;而热工、化工类的过程往往是一些慢变化过程,对他们的控制属于慢过程的实时控制,其控制的延迟时间允许稍长一些。

控制器的延迟时间在正常情况下包含数据采集、运算决策和控制输出三个步骤所需时间之和,其中运算决策部分的延迟时间占的比例最大。为了缩短控制的延迟时间,应从合理选择控制算法、优化控制程序的编制、选用运算速度较高的微机等方面加以解决。

此外,要使微机控制系统具有实时性,在微机硬件方面还应配备有实时时钟和优先级中断信息处理电路,在软件方面应配备有完善的时钟管理,中断处理的程序、实时时钟和优先级中断系统,这些是保证微机控制系统实时性的必要条件。

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。离线方式显然不能达到实时控制的目的。由此可见,要使系统具有实时性,就必须要求计算机以“在线”方式工作,不过应注意,计算机以“在线”方式工作不等于说该系统就是一个实时控制系统,例如数据采集系统中的计算机,虽然它直接与生产装置连接,及时采集系统的输出数据,但不要求它对生产装置进行直接的控制,所以这种系统的计算机是“在线”,并非完全“实时”。

1.2 计算机控制系统的组成

随着被控对象的不同,完成控制任务的不同,对控制要求的不同和使用设备的不同,各个微机控制系统的具体组成是千差万别的,但是从原理上说,它们都有其共同的结构特点。本节主要介绍一般计算机控制系统所包含的硬件和软件组成。

1.2.1 硬件组成

计算机控制系统的硬件一般由计算机(主机)、接口、外部设备、输入输出通道和操作台等组成。其硬件组成如图 1.3 所示。

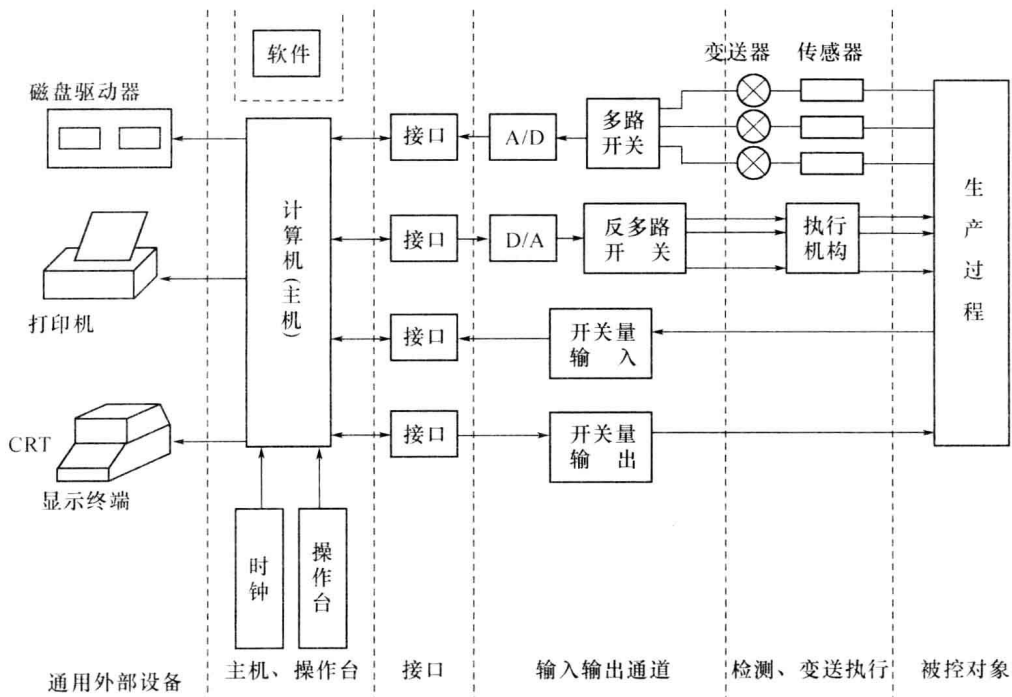


图 1.3 系统硬件图

1) 主机

主机是由中央处理器(CPU)和内存储器(RAM 和 ROM)组成,它是整个控制系统的指挥部,通过接口及软件可以向系统的各个部分发出命令,根据输入通道送来的被控对象的状态参数,进行巡回检测、信息处理、分析、计算,作出控制决策,通过输出通道发出控制命令。

2) 接口电路

接口电路是主机和通道的中介部分,主机与外部设备、输入输出通道进行信息交换时,通过接口电路的协调工作,实现信息的传送。目前大部分接口都是可编程的,常用的接口有并行接口芯片 8255,串行接口芯片 8155,直接数据传送接口芯片 8237 等。

3) 过程输入/输出通道

过程输入/输出通道是位于控制计算机和被控对象之间的过程通道,用来实现控制计算机与被控对象之间的信息传送与转换。

按照信号传送的形式,过程通道可以分为模拟量通道和数字量通道,按照传送信号的方向,过程通道可以分为输入通道和输出通道。因此,过程通道有:模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道和开关量输出通道。生产过程的被控参数一般为连续变化的非电物理量,在模拟量输入通道中先通过传感器把被控参数转换成连续变化的模拟电量信号,再通过变送器把传感器输出的电信号转换为标准的电信号送入 A/D 转换器,通过 A/D 转换器把模拟电信号转换成计算机能够接受的数字量送入到计算机中作为输出的反馈信号,计算机把输入的期望信号和反馈信号比较计算得到偏差信号,通过一定的控制算法运算得到数字的控制量信号,计算机输出的数字控制量通过模拟量输出通道控制被控参数,首先输出的数字的控制量信号经过 D/A 转换器转换成连续的模拟量信号去控制可连续动作的执行机构,执行机构作用于被控对象进行动作,从而控制被控参数的变化。如果计算机控制系统中有多个被控参数时,那么在硬件设计图中就有对应的几路模拟量输入通道和模拟量输出通道,在模拟量输入通道中加入多路开关,用于选择哪路送入 A/D 转换器;和模拟量输入通道相对应,就有几路模拟量输出通道,在模拟量输出通道中,加入反多路开关,用来选择从 D/A 转换器输出的信号中哪一路驱动执行机构进行动作。

数字量通道主要用来传送数字量信号,它的作用是,除了完成编码数字输入输出以外,还可将各种继电器、限位开关等的状态通过输入接口传送给计算机,或将计算机发出的开关动作逻辑信号经由输出接口传送给生产机械中的各个电子开关或电磁开关。

4) 检测元件和执行器

在计算机控制系统中,为了实现对生产过程或其他设备或周围环境的测量和控制,首先必须对各种参数(如温度、压力、流量、成分、液位、速度、距离等)进行采集。为此,首先要用检测元件(传感器)把非电量信号转变成电信号,再由变送器把这些电信号转换成统一的标准(0~5 V)或(4~20 mA)信号,然后再送入计算机。随着科学的发展,检测元件的品种越来越多,使许多过去无法自动测量或控制的参数的自动化测量控制成为可能。常用的传感器如表所示。

表 常用的传感器

项目	类型	输入输出特性
温度 传感器	热电偶	低内阻,电压输出,测量精度高,测量范围广,需温度冷端补偿,用于测量中、高温 度,测量范围为 400~1 800 °C
	热电阻	电阻值随温度变化,测量精度高,性能稳定,不需补偿导线,测量低温温度,测量 范围为 -200~800 °C,典型的是铂热电阻
	热敏电阻	阻值随温度变化,分为负温度系数和正温度系数,灵敏度高,工作温度范围广,非线性
压力 传感器	应变片	电阻变化或电压输出,灵敏度低
	压电式	电荷输出,只响应交流信号或瞬态信号
	可变电阻	输出电阻或电阻比值,灵敏度高,需要激励电压或电流
流量 传感器	差压式 流量计	性能稳定可靠,使用寿命长,应用范围广,测量精度普遍偏低,现场安装条件要 求高
	浮子流量计	在小、微流量方面应用多,适用于小管径和低流速,压力损失较低
	容积式 流量计	计量精度高,范围度宽,可用于高粘度液体的测量
	涡轮流量计	高精度,重复性好,无零点漂移,抗干扰能力好,范围度宽

续表

项目	类型	输入输出特性
液位传感器	电容式液位传感器	当被测介质物位变化时,传感器电容量发生相应变化,精度为 0.5%左右,测量范围在 0.2~20 m 之间
	浮球式液位传感器	基于浮子的浮力及磁性原理,精度不高,测量范围主要集中在 4 m 以下
	雷达液位传感器	采用发射—反射—接收的工作模式,一般绝对误差在 2 mm 左右,测量范围一般是 0.5~20 m,非接触式测量

如果说传感器是微机测控系统的感觉器官,那么执行器就是微机测控系统的手和脚。它们根据微机发出的控制命令,改变操纵变量的大小,从而克服偏差。使被控制量达到规定的要求。执行器有电动、气动、液压传动之分,此外还有伺服电机、步进电机和可控硅元件等。

① 气动执行机构 大多数工控场合所用执行器都是气动执行机构,因为用气源做动力,相较之下,比电动和液动要经济实惠,且结构简单,易于掌握和维护。由维护观点来看,气动执行机构比其它类型的执行机构易于操作,在现场也可以很容易实现正反左右的互换。它最大的优点是安全,当使用定位器时,对于易燃易爆环境是理想的,所以,虽然现在电动调节阀应用范围越来越广,但是在化工领域,气动调节阀还是占据着绝对的优势。

气动执行机构的主要缺点就是:响应较慢,控制精度欠佳,抗偏离能力较差。

② 电动执行机构 电动执行机构主要应用于动力厂或核动力厂。电动执行机构的主要优点就是高度的稳定和用户可应用的恒定的推力,最大执行器产生的推力可高达 225 000 kgf,能达到这么大推力的只有液动执行器,但液动执行器造价要比电动高很多。电动执行器的抗偏离能力是很好的,输出的推力或力矩基本上是恒定的,可以很好的克服介质的不平衡力,达到对工艺参数的准确控制,所以控制精度比气动执行器要高。如果配用伺服放大器,可以很容易地实现正反作用的互换,也可以轻松设定断信号阀位状态(保持/全开/全关),而故障时,一定停留在原位,这是气动执行器所做不到,气动执行器必须借助于一套组合保护系统来实现保位。

电动执行机构的缺点主要有:结构较复杂,更容易发生故障,且由于它的复杂性,对现场维护人员的技术要求就相对要高一些;电机运行要产生热,如果调节太频繁,容易造成电机过热,产生热保护,同时也会加大对减速齿轮的磨损;另外就是运行较慢,从调节器输出一个信号,到调节阀响应而运动到那个相应的位置,需要较长的时间,这是它不如气动、液动执行器的地方。

③ 液动执行机构 当需要异常的抗偏离能力和高的推力以及快的形成速度时,我们往往选用液动或电液执行机构。因为液体的不可压缩性,采用液动执行器的优点就是较优的抗偏离能力,这对于调节工况是很重要的。另外,液动执行机构运行起来非常平稳,响应快,所以能实现高精度的控制。电液动执行机构是将电机、油泵、电液伺服阀集成于一体,只要接入电源和控制信号即可工作,而液动执行器和气缸相近,只是比气缸能耐更高的压力,它的工作需要外部的液压系统,工厂中需要配备液压站和输油管路,相比之下,还是电液执行器更方便一些。

液动执行机构的主要缺点就是造价昂贵,体积庞大笨重,特别复杂和需要专门工程,所

以大多数都用在一些诸如电厂、石化等比较特殊的场合。

5) 外部设备

外部设备按功能可分成三类:输入设备、输出设备和外存储器。

常用的输入设备有键盘、磁盘驱动器、纸带输入机等,输入设备主要用来输入程序和数据。

常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。输出设备主要用来把各种信息和数据以曲线、字符、数字等形式提供给操作人员,以便及时了解控制过程。

外存储器有磁盘、磁带等,主要用来存储程序和数据。

6) 操作台

操作台是操作人员与计算机控制系统进行联系的平台,通过它可以向计算机输入程序,修改内存的数据,显示被测参数以及发出各种操作命令等。一般操作台包含下面三种:

- (1) 显示器(CRT)或数码显示器(LED) 显示系统运行的状态;
- (2) 功能键 操作人员输入或修改控制参数和发送命令;
- (3) 数字键 输入某些数据或者修改控制系统的某些参数。

1.2.2 软件组成

对于计算机控制系统,除了上述的硬件以外,软件也是必不可少的。软件是指计算机中使用的所有程序的总称。软件通常又可分为系统软件和应用软件。

1) 系统软件

系统软件一般由计算机厂家提供的,维护和管理计算机专门设计的一类程序,它具有一定的通用性。系统软件包括操作系统、语言加工系统和诊断系统。

(1) 操作系统

操作系统:就是对计算机本身进行管理和控制的一种软件。

计算机自身系统中的所有硬件和软件统称为资源。

从功能上看,可把操作系统看做是资源的管理系统,实现对处理器、内存、设备以及信息的管理,例如对上述资源的分配、控制、调度和回收等。

(2) 语言加工系统

语言加工系统就是将用户编写的源程序转换成计算机能够执行的机器代码(目的程序)。

语言加工系统主要由编辑程序、编译程序、连接、装配程序、调试程序及子程序库组成。

① 编辑程序:建立源程序文件的过程就是由编辑程序完成的。该程序可对一个程序进行插入、增补、删除、修改、移动等编辑加工,并且在磁盘上建立源程序文件。

② 编译程序:将源程序“翻译”成机器代码。

③ 连接、装配程序:使用连接、装配程序可将不同语言编写的不同的程序模块的源程序连接起来,成为一个完整的可运行的绝对地址目标程序。

④ 调试程序:调试程序用来检查源程序是否符合程序设计者的设计意图。

⑤ 子程序库:为了用户编程方便,系统软件中都提供了子程序库。了解这些子程序的功能和调用条件之后,就可直接在程序中调用它们。

(3) 诊断系统

诊断系统是用于维修计算机的软件。

2) 应用软件

应用软件是用户为了完成特定的任务而编写的各种程序的总称。应用软件包括控制程序、数据采集及处理程序、巡回检测程序和数据管理程序等。

(1) 控制程序: 主要实现对系统的调节和控制, 它根据各种控制算法和被控对象的具体情况来编写, 控制程序的主要目标是满足系统的性能指标。

(2) 数据采集及处理程序: 包括数据可靠性检查程序、A/D 转换及采样程序、数字滤波程序和线性化处理程序。

数据可靠性检查程序——检查是可靠输入数据还是故障数据;

A/D 转换及采样程序——完成模拟量/数字量的转换及采样功能;

数字滤波程序——滤除干扰造成的错误数据或不宜使用的数据;

线性化处理程序——对检测元件或变送器的非线性特性用软件进行补偿。

(3) 巡回检测程序: 包括数据采集程序、越限报警程序、事故预告程序和画面显示程序。

① 数据采集程序: 完成数据的采集和处理;

② 越限报警程序: 用于在生产中某些量超过限定值时报警;

③ 事故预告程序: 根据限定值, 检查被控量的变化趋势, 若有可能超过限定值, 则发出事故预告信号;

④ 画面显示程序: 用图、表在 CRT 上形象地反映生产状况。

(4) 数据管理程序

这部分程序用于生产管理, 主要包括: 统计报表程序, 产品销售、生产调度及库存管理程序, 产值利润预测程序等。

1.3 计算机在工业控制中的典型应用

计算机控制是指将计算机用于实时过程的测量、监督和控制, 这种系统有时称为计算机控制系统, 有时称为计算机测控系统, 有时称为计算机监测控制系统, 有时称为计算机监控系统。这些称呼虽然存在一定的区别, 但是这些区别都不是本质上的。计算机控制系统大致可分为以下几种典型的形式。

1) 操作指导控制系统

所谓操作指导是指计算机的输出不直接用来控制生产对象, 而只对系统过程参数进行收集、加工处理, 然后输出数据。操作人员根据这些数据进行必要的操作。该控制系统是开环控制系统。操作指导控制系统的构成如图 1.4 所示。操作指导控制系统能够对数据进行采集、处理并给出操作指导信息。

在这个系统中, 每隔一定的时间, 计算机进行一次采样, 经过 A/D 转换后送入计算机进行加工处理, 然后再进行报警、打印或者显示。操作人员根据此结果进行设定值的改变或者必要的操作。

该控制系统具有结构简单, 控制灵活和安全可靠的优点。适用于控制规律未知的系统。常常用于计算机系统的初级阶段, 或者试验新的数学模型和调试新的控制程序等。但是该

控制系统要由人工操作,速度受到限制,不能控制多个对象,它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。

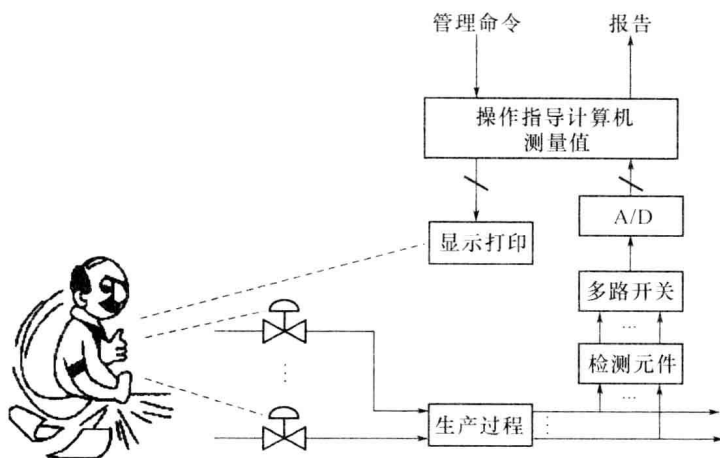


图 1.4 操作指导控制系统

2) 直接数字控制系统

直接数字控制(Direct Digital Control, DDC)是在监测系统的基础上,增加了一种或多种控制策略,能够直接对生产过程进行控制。DDC 系统是闭环控制系统。DDC 系统的结构图如图 1.5 所示。

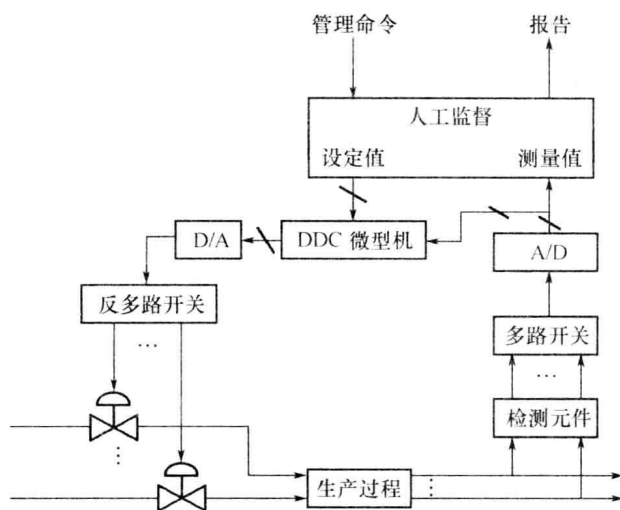


图 1.5 DDC 控制系统

DDC 系统对被控制变量和其他参数进行巡回检测,与设定值比较后求得偏差,然后按事先规定的控制策略(如比例、积分、微分规律)进行控制运算,最后发出控制信号,通过接口直接操纵执行器对被控对象进行控制。

该系统具有以下优点:灵活性大、实时性好、可靠性高和适应性强,一台计算机可控制几

个或几十个回路。因为计算机的计算能力强大,所以它可以实现各种比较复杂的控制,如串级控制、前馈控制、自动选择控制以及大滞后控制等。

3) 监督控制系统 SCC(Supervisory Computer Control)

在 DDC 控制方式中,给定值是预先设定的,它不能根据生产过程工艺信息的变化对给定值进行及时修正。所以 DDC 系统不能使生产过程处于最优工作状态。在计算机监督控制系统 SCC 中,计算机能根据描述生产过程的数学模型或其他方法,自动地改变模拟调节器或 DDC 系统的给定值,从而使生产过程处于最优状况(目标如:最低消耗、最低成品、最高产量等)。计算机监督控制系统结合了前面三种系统的功能,其效果取决于生产过程的数学模型。如果这个数学模型能使某一目标函数达到最优状态,SCC 方式就能实现最优控制。

监督控制系统有 SCC+模拟调节器的控制系统和 SCC+DDC 的分级控制系统两种结构形式如图 1.6 所示。

(1) SCC+模拟调节器的控制系统

在此系统中,SCC 监督计算机的作用是收集检测信号及管理命令,然后,按照一定的数学模型计算后,输出给定值到模拟调节器。此给定值在模拟调节器中与检测值进行比较,其偏差值经过模拟调节器计算后输出到执行机构,以达到调节生产过程的目的。这样,系统就可以根据生产工况的变化,不断地改变给定值,以达到实现最优控制的目的。一般的模拟系统是不能改变给定值的,因此这种系统特别适合老企业的技术改造,既用上了原有的模拟调节器又实现了最佳的给定值控制。当 SCC 微型机出现故障时,可由模拟调节器独立完成操作。

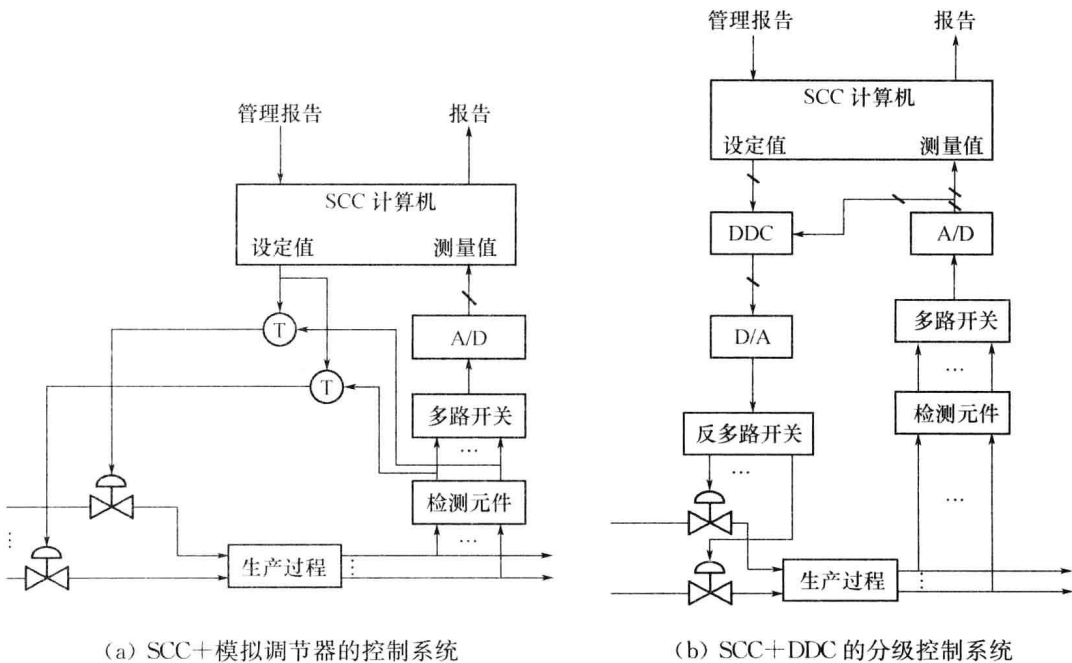


图 1.6 监督控制系统 SCC