



电工实用技术系列

零起点学 西门子PLC

◎ 高鸿斌 高观望 秦 敏 等编著

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

电工实用技术系列

零起点学西门子 PLC

高鸿斌 高观望 秦 敏 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书充分考虑初学者的需求,强调零起点,内容上采用层次结构的写作方法,从 PLC 在计算机控制系统中的作用讲起,强调 PLC 的核心控制功能,然后介绍 PLC 的具体指令功能及实现方法,最后通过实例介绍如何由 PLC 组建满足工业控制要求的控制系统。全书的内容介绍风格采用概念+原理+应用的递进式的方式,在注重讲解科学性的同时,注意技术应用的讲解,并且注意控制和计算机两个学科的交叉,这样有助于读者更好地阅读。

可作为电气工程专业和计算机专业技术人员的入门自学参考书,也可作为高职高专院校、成人高校、本科院校的电气工程、自动化、机电一体化、计算机应用等专业师生的入门级教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

零起点学西门子 PLC / 高鸿斌等编著. —北京:电子工业出版社, 2012.1

(电工实用技术系列)

ISBN 978-7-121-15187-3

I. ①零… II. ①高… III. ①可编程序控制器—基本知识 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 238578 号

责任编辑:张 榕

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:18.5 字数:470 千字

印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:39.80 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种新型的、通用的自动控制装置。它具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程及适应工业环境下应用等一系列优点,近年来在工业自动化、机电一体化、传统产业技术等方面应用越来越广,成为现代工业控制三大支柱之一。PLC 的最终目标是用于实践,提高生产力。应用 PLC 已经成为一个世界潮流,PLC 将在我国得到更全面的推广应用。

目前,PLC 产品大致可分为美国、欧洲国家、日本三大流派,由于 PLC 产品在不断地更新换代,编写介绍新机型、新技术的书籍十分必要。本书以现在流行的有较高性能价格比的 SIEMENS S7-200 系列小型 PLC 为背景,使读者接触到最新的 PLC 产品。

在编写过程中,编者力求做到语言流畅、叙述清楚、讲解细致,所有内容都立足于实际应用和教学,并融入编者所进行的开发课题的经验和成果。全书共分为 9 章。第 1 章简单介绍计算机控制系统的基本知识。第 2 章主要阐述了现代工业控制从继电器控制发展到 PLC 控制的过程,简要介绍了 PLC 工作原理和编程语言,对 PLC 最常使用的输入 / 输出单元的工作原理进行了分析。第 3 章以 S7-200 系列为背景对 PLC 组成形式,由 PLC 构成的典型控制系统的形式,工程中实际用到的功能模块及可能遇到的问题进行了介绍。第 4 章对 PLC 的内部功能结构和提供给用户的编程资源进行了介绍,为指令的学习和应用打下了基础。第 5 章通过梯形图和助记符语言详细介绍了指令系统,并给出了简单举例。第 6 章介绍了 PLC 应用系统的总体设计方法、步骤、遵循的原则及人机界面设计的方法。第 7 章介绍了通信基础知识,着重对西门子公司 PLC 通信及网络系统进行介绍,使读者能够通过有关的技术手册对 PLC 网络进行设计和应用。第 8 章介绍了工业控制中常用的外围器件,PLC 对电机的典型控制,完整地给出了 PLC 在几个典型行业控制中的应用实例及控制程序,实例取材于实际开发的工程课题。第 9 章介绍适用于 S7-200 的 STEP 7-Micro/WIN 开发环境的使用。附录提供了 S7-200 PLC 的速查参考资料。

参加本书编写的有河北科技大学的高鸿斌,高观望,秦敏,武卫东,张永强,张莹。本书部分章节的编写参考了有关资料,在此对参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误和疏漏在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 计算机控制系统简介	1
1.1 计算机控制系统的结构与原理	1
1.1.1 计算机控制系统基本结构	1
1.1.2 计算机控制系统基本原理	2
1.2 计算机控制系统的分类	4
1.2.1 操作指导控制 ODC (Operate Direction Control) 系统	4
1.2.2 直接数字控制 DDC (Direct Digital Control) 系统	5
1.2.3 计算机监督控制 SCC (Supervisory Computer Control) 系统	5
1.2.4 集散控制系统 DCS (Distributed Control System)	6
1.2.5 现场总线控制系统 FCS (FieldBus Control System)	8
1.3 计算机控制技术的发展概况及趋势	9
1.3.1 计算机技术对控制技术的影响	9
1.3.2 计算机控制技术的发展历程	9
1.4 控制技术中的计算机系统	11
1.4.1 工业控制计算机	11
1.4.2 嵌入式系统	13
1.4.3 可编程控制器	19
1.5 PID 控制	20
1.5.1 PID 控制规律	20
1.5.2 PID 参数的调整原则	21
1.5.3 PID 参数整定	21
习题	23
第 2 章 PLC 概述	24
2.1 继电器控制系统	24
2.2 PLC 的由来	26
2.3 PLC 的定义	29
2.4 PLC 工作原理	31
2.5 PLC 的编程语言	34
2.6 I/O 单元	37
习题	41
第 3 章 PLC 控制基础	42
3.1 PLC 控制系统的基本组成形式	42
3.1.1 PLC 的基本结构	42
3.1.2 PLC 控制系统的结构	43
3.1.3 PLC 网络及特点	44

3.2 PLC 电源模块	46
3.3 PLC 的运行	47
3.3.1 工作方式	47
3.3.2 出错处理	47
3.3.3 编程器	49
3.4 扩展功能模块	49
3.4.1 模块之间的连接	49
3.4.2 I/O 的一般问题	50
3.4.3 常用模块介绍	52
3.5 冗余设计	62
3.5.1 PLC 的冗余运行	62
3.5.2 供电系统的设计	62
习题	63
第 4 章 PLC 编程基础	64
4.1 指令执行原理	64
4.1.1 STL 使用的逻辑堆栈	64
4.1.2 梯形图的能流概念	65
4.1.3 梯形图的特点	66
4.2 寻址方式	67
4.2.1 I/O 地址分配	67
4.2.2 寻址方式	69
4.3 存储器的划分	72
4.4 S7-200 CPU 中的程序组织	80
4.4.1 S7-200 CPU 中的程序组织	80
4.4.2 数据类型	82
4.4.3 指令格式	82
4.5 S7-226 性能指标简介	84
4.5.1 面板端子简介	84
4.5.2 性能指标	86
4.6 配置 PLC	87
习题	90
第 5 章 S7-200 指令系统详解	91
5.1 概述	91
5.2 位逻辑指令	92
5.2.1 指令介绍	92
5.2.2 指令使用举例	96
5.3 比较指令	97
5.4 传输指令	99
5.4.1 指令介绍	99
5.4.2 传输指令举例	101

5.5 定时器指令	101
5.5.1 定时器的分类	102
5.5.2 指令介绍	102
5.5.3 定时器指令举例	103
5.6 计数器指令	103
5.7 时钟指令	105
5.8 数学运算指令	106
5.9 逻辑运算指令	108
5.10 中断指令	111
5.11 转换指令	114
5.12 移位和循环指令	121
5.13 比例/积分/微分 (PID) 回路控制指令	122
5.14 程序控制指令	126
5.15 字符串指令	129
习题	130
第 6 章 PLC 应用系统设计	131
6.1 PLC 应用系统设计概述	131
6.2 PLC 控制系统的设计	132
6.2.1 PLC 控制系统的设计内容及设计步骤	132
6.2.2 PLC 控制系统的硬件设计	134
6.2.3 PLC 控制系统的软件设计	138
6.2.4 PLC 程序设计的常用方法	143
6.2.5 PLC 程序设计步骤	155
6.3 人机界面的设计	158
6.3.1 PLC 应用系统的人机界面	158
6.3.2 人机界面设计时应考虑的几个问题	158
6.3.3 人机界面设计的方法和步骤	160
6.3.4 人机界面设计过程	161
6.3.5 人机界面设计原则	162
习题	163
第 7 章 S7-200 的通信与网络	164
7.1 通信基础知识	164
7.1.1 基本概念和术语	164
7.1.2 差错控制	167
7.1.3 传输介质	169
7.1.4 串行通信接口标准	169
7.2 工业局域网基础	171
7.2.1 局域网 4 大要素	172
7.2.2 网络协议和体系结构	174
7.2.3 现场总线	176

7.3 S7-200 通信部件介绍	178
7.3.1 通信端口	178
7.3.2 PC/PPI 电缆	179
7.3.3 网络连接器	181
7.3.4 PROFIBUS 网络电缆	181
7.3.5 网络中继器	182
7.3.6 EM277 PROFIBUS-DP 模块	182
7.4 S7-200 PLC 的通信	183
7.4.1 概述	183
7.4.2 利用 PPI 协议进行网络通信	184
7.4.3 利用 MPI 协议进行网络通信	184
7.4.4 利用 PROFIBUS 协议进行网络通信	185
7.4.5 利用 ModBus 协议进行网络通信	191
7.4.6 工业以太网	196
第 8 章 PLC 控制系统设计及实例	198
8.1 PLC 控制系统中常用输入/输出部件	198
8.1.1 接近开关和光电开关	198
8.1.2 旋转编码器	200
8.1.3 模拟量变送器	200
8.1.4 继电器与接触器	201
8.1.5 电磁阀和电动阀	202
8.2 常用电动机的基本控制环节及控制实现	203
8.2.1 起动、停车和点动	203
8.2.2 电机正、反转控制	206
8.2.3 基本联锁控制	209
8.2.4 多地点控制	210
8.2.5 小结	210
8.3 PLC 在钢筋矫直机中的应用	210
8.3.1 钢筋矫直机工艺要求及控制方案	210
8.3.2 PLC、触摸屏及变频器选型	211
8.3.3 PLC 的 I/O 分配	211
8.3.4 钢筋矫直机电气控制原理图	212
8.3.5 人机界面设计	213
8.3.6 控制程序设计	216
8.4 PLC 在小区恒压供水中的应用	221
8.4.1 恒压供水控制要求	222
8.4.2 控制策略及 PLC 的 I/O 分配	223
8.4.3 恒压供水电气控制原理图	224
8.4.4 控制程序设计	227
8.5 PLC 在电梯控制中的应用	231

8.5.1	电梯控制要求	231
8.5.2	PLC 的 I/O 分配	231
8.5.3	控制电路的设计	232
8.5.4	控制软件设计	234
8.6	PLC 在层压机控制系统中的应用	236
8.6.1	层压机概述及控制要求	236
8.6.2	PLC 的 I/O 分配	237
8.6.3	层压机电气控制原理图	237
8.6.4	层压机控制程序设计	242
8.7	PLC 在运动控制中的应用	246
8.7.1	步进电动机和伺服电动机	246
8.7.2	S7-200 PLC 实现运动控制的指令	247
8.7.3	使用 S7-200 PLC 控制步进电机实例	248
	习题	250
第 9 章	STEP 7 开发环境介绍	252
9.1	STEP 7 概述	252
9.1.1	STEP 7-Micro/WIN 的安装	252
9.1.2	STEP 7-Micro/WIN 窗口组件	252
9.1.3	定制 STEP 7-Micro/WIN 32	254
9.1.4	使用帮助	255
9.2	编程准备	255
9.2.1	编辑器比较	256
9.2.2	指令系统比较	256
9.2.3	硬件连接及参数设置	256
9.3	STEP 7-Micro/WIN 32 主要编程功能	258
9.3.1	编程元素及项目组件	258
9.3.2	编写梯形图程序	259
9.3.3	数据块编辑	264
9.3.4	符号表操作	264
9.4	通信	267
9.4.1	配置通信网络	267
9.4.2	下载	269
9.4.3	上装	269
9.5	调试与监控	270
9.5.1	选择工作模式	270
9.5.2	程序状态显示	270
9.5.3	状态图显示	271
9.5.4	执行有限次扫描	272
9.5.5	查看交叉引用	273
9.6	管理项目	273

9.6.1 打印	273
9.6.2 复制项目	274
9.6.3 引入文件	274
9.6.4 引出文件	274
习题	275
附录 A 错误代码信息表	276
附录 B 常用特殊存储器 (SM) 标志位	278
参考文献	283

第 1 章 计算机控制系统简介

计算机控制是自动控制发展的高级阶段，是自动控制的重要分支。计算机控制系统利用计算机的硬件和软件代替自动控制系统的控制器，它以自动控制理论、计算机技术和检测技术为基础，广泛应用于工业、国防和民用的各个领域。随着计算机技术、高级控制策略、检测与传感技术、现场总线智能仪表、通信与网络技术的高速发展，计算机控制技术水平已大大提高。计算机控制系统已从简单的单机控制发展到了今天复杂的集散型控制系统、计算机集成制造系统等。

本章将介绍计算机控制系统的基本概念、组成、分类、主要发展趋势和控制系统中的计算机等。

1.1 计算机控制系统的结构与原理

在短短的三十几年的时间里，计算机以惊人的速度向前发展，今天，完全可以这样说，没有计算机的控制系统就谈不上现代工业控制系统。利用计算机快速强大的数学逻辑计算等信息加工能力，计算机控制系统可以实现常规控制以外更复杂、更全面的控制方案。计算机技术和自动化技术的紧密结合有力地推动了自动控制技术的发展，大大扩展了控制技术在工业生产中的应用范围。

控制系统主要由被控制对象和控制装置所构成，能对被控制对象的工作状态进行遥控或自控。若将控制系统中控制装置的功能用计算机或数字控制装置来实现，就构成了计算机控制系统。

1.1.1 计算机控制系统基本结构

一般来说自动控制系统随着控制对象、控制规律、执行机构的不同而具有不同的特点，但总体上可归纳为闭环控制系统和开环控制系统两种基本结构，如图 1-1 所示。

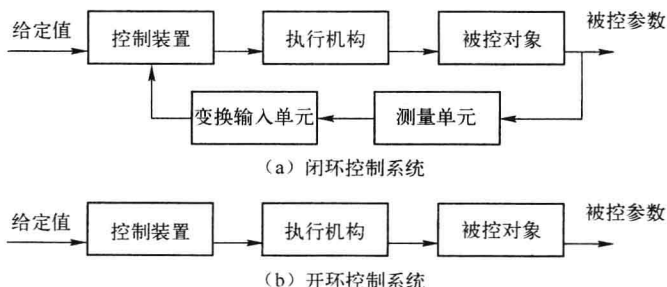


图 1-1 自动控制系统的基本结构

在闭环控制系统中要将被控参数与给定值比较，然后形成误差信号，控制装置根据误

差信号进行控制调节,使系统趋向误差减小,最终使误差为零,从而达到使被控参数趋于或等于给定值的目的。由图 1-1 (a) 可知,该系统利用测量单元将被控对象的物理参数(如温度、压力、流量、速度、位移等)进行测量,由变换输入单元将被测参数转化为一定形式的电信号送入控制装置,控制装置将反馈回来的信号与给定信号进行比较,若有误差则按预定控制规律产生一个控制信号驱动执行机构工作,使被控参数与给定值保持一致。

开环控制系统与闭环控制系统不同,它没有被控对象的反馈信号,控制装置直接根据给定值去控制被控对象工作。与闭环控制系统相比,这种开环系统不能自动消除被控对象参数和给定值之间的误差,很明显其控制性能比闭环控制系统要差很多。

控制装置是控制系统的关键部分,若由计算机来做控制装置就称为计算机控制系统,其基本结构如图 1-2 所示。

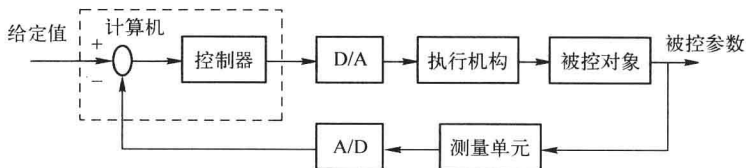


图 1-2 计算机控制系统的基本结构

在一般的模拟控制系统中,控制规律是由硬件电路产生的,要改变控制规律就要更改硬件电路。而在计算机控制系统中,控制规律是通过软件实现的,只需改变控制程序就可改变控制规律,这就使控制系统的设计更加灵活方便,而且用软件可以实现复杂的控制规律。由于生产过程中的各种物理量一般都是模拟量,而计算机的输入/输出信号均为数字量,因此在该系统中需要进行数模(D/A)和模数(A/D)信号的转换。输入时用 A/D 转换器将连续的模拟信号转换成数字信号输入计算机;输出时,将计算机输出的数字信号用 D/A 转换器转换成执行机构所需的连续模拟信号。

1.1.2 计算机控制系统基本原理

工程上,不但需要对被监控对象进行控制,而且需要以数字、图形或表格的方式将被控参数显示出来,从而使操作人员能够直观而迅速地了解被控对象的变化过程。这就需要要有操作台、显示器、打印机等通用外部设备。一个典型的计算机控制系统的组成结构如图 1-3 所示。

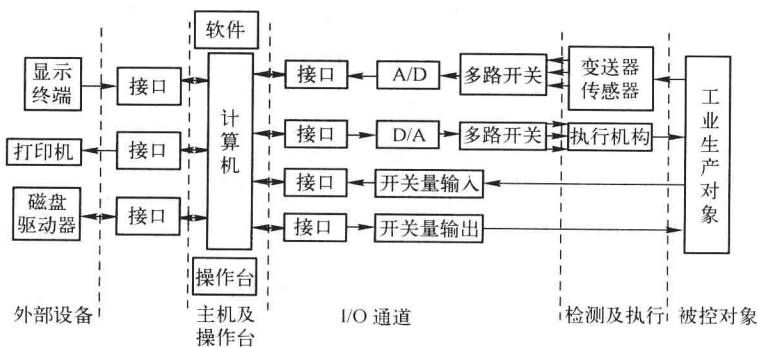


图 1-3 计算机控制系统的组成结构

1. 计算机控制系统的工作原理

根据如图 1-3 所示的计算机控制系统的组成结构, 计算机控制过程可归结为如下 4 个步骤:

(1) 实时数据采集: 对来自测量变送装置的被控量的瞬时值进行检测并输入。

(2) 实时控制决策: 对采集到的被控量进行分析处理, 并按已定的控制规律, 决定将要采取的控制行为。

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

(4) 信息管理: 随着网络技术和控制策略的发展, 信息共享与管理也是计算机控制系统必须完成的功能。

上述过程不断重复, 使整个系统按照一定的指标要求进行工作, 并对被控参数和设备本身的异常现象及时做出处理。

2. 计算机控制系统的硬件组成

硬件是指计算机本身及其外部设备, 包括主机、各种接口电路, 以 A/D 转换器和 D/A 转换器为核心的模拟量输入/输出 (I/O) 通道、开关量输入/输出 (I/O) 通道, 以及各种显示、记录设备、运行操作台等。

1) 主机

主机是整个控制系统的指挥中心, 通过 I/O 接口电路及软件可向系统各个部分发出各种命令, 指挥整个系统有条不紊地协调工作。主要进行数据采集、数据处理、逻辑判断、控制量计算、报警处理等。常用的主机有单片机、PLC、工控机等。

2) I/O 接口

I/O 接口与 I/O 通道是主机与被控对象连接的桥梁。目前在工业控制中常用的接口有: 并行接口 (如 8155 和 8255 等)、串行接口 (如 8251)、直接存储器访问控制器 (如 8237)、中断控制接口 (如 8259)、定时/计数器 (如 8253) 和 A/D、D/A 转换接口等。

I/O 通道有模拟量 I/O 通道和开关量 I/O 通道。由于一般工业对象的生产过程参数都是模拟量, 需要经过 A/D 转换, 转换成数字量输入给输入接口, 同样外部执行机构的控制量多为模拟量, 所以计算机输出控制量后, 需要经过 D/A 转换, 把数字量变为模拟量控制执行机构; 开关量 I/O 通道除完成编码数字输入/输出外, 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。

3) 通用外部设备

通用外部设备主要是为扩大计算机主机的功能而设置的。它们用来显示、打印、存储和传送数据。常用的有打印机、记录仪、图形显示器 (CRT)、软盘和硬盘等。

4) 检测元器件与执行机构

传感器的主要功能是将检测的非电学量参数转变为电学量, 如热电偶把温度信号变成电压信号, 压力传感器把压力变成电信号等。变送器的作用是将传感器得到的电信号转换成适合计算机接口使用的电信号 (如 0~5V 或 4~20mA)。

此外, 为了控制生产过程, 还必须有执行机构。常用的执行机构有电动、液动、气动调节阀、开关, 交、直流电动机, 步进电动机等。

5) 操作台

操作台是人机对话的联系纽带。通过它人们可以修改计算机内存的数据,显示被测参数及发出各种操作命令等。它主要由 4 部分组成,包括作用开关、功能键、显示器和数字键。

作用开关有电源开关、数据和地址选择开关及操作方式(自动/手动)选择开关等。通过这些开关,人们可以对主机进行启动、停止、设置数据及修改控制方式等操作。

功能键的主要作用是通过功能键向主机申请中断服务,如常用的复位键、启动键、打印键等。

显示器常用有 LED 数码管或 LCD 液晶显示器,用来显示被测参数及操作人员需要的内容。目前 LCD 显示的应用越来越普遍,它不但可以显示数据表格,而且能够显示各种图形。比如被控系统的流程总图、开关状态图、变量变化趋势图、调节回路指示图等。

数字键用来送入数据或修改控制系统的参数。

3. 计算机控制系统的应用软件

整个计算机控制系统从数据采集显示到控制决策到控制输出,需要多个程序,包括 A/D、D/A 转换程序,数据采集程序、数据滤波程序、显示程序、过程控制程序等。过程控制程序中常用的控制算法有 PID 算法、最优化控制、串级调节、比值调节、前馈调节等。

本书主要介绍 PLC,控制系统都是以 PLC 为核心的控制系统,控制算法多采用 PID 算法。

1.2 计算机控制系统的分类

生产对象不同,采用的控制系统也不同,计算机应用于工业过程控制有各种各样的结构和形式,可以实现各种各样的控制规律。

按照控制规律来分类,可以分为:程序控制和顺序控制、PID (Proportion Integration Differentiation) 控制、最少节拍控制、串级控制、前馈控制、解耦控制、模糊控制还有其他复杂控制等。

按照系统功能来分类,可以分为操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、集散控制系统、现场总线控制系统等。

本节主要介绍按系统功能不同来划分的控制系统的类型。

1.2.1 操作指导控制 ODC (Operate Direction Control) 系统

操作指导控制系统的结构如图 1-4 所示。计算机的输出不直接用来控制生产对象,而只是对生产过程的大量参数进行巡回检测、收集、加工处理,然后再进行报警、打印或显示。操作人员根据此结果去改变调节器的给定值或直接操作执行机构。

在这种系统中,计算机不直接参与生产控制,而是由操作人员根据测量处理结果来改变给定值或进行必要的操作。由于计算机的结果可以帮助并指导人的操作,因此把这种系统称为操作指导系统。

用一台计算机代替大量常规显示和记录仪表,从而对生产过程进行集中监视,它的输出不直接作用于生产过程的执行机构,只为操作人员的分析判断提供信息。这是一种开环控制系统,仅对生产过程进行监视,不对生产过程进行自动控制。

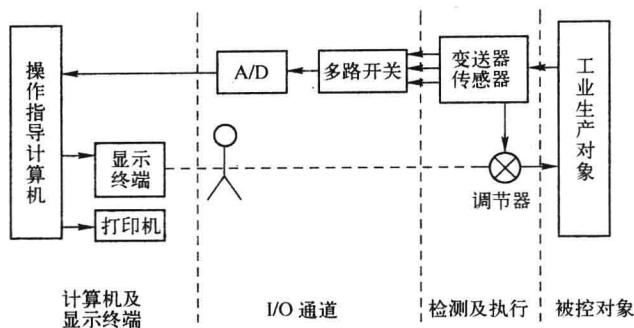


图 1-4 操作指导控制系统的结构

1.2.2 直接数字控制 DDC (Direct Digital Control) 系统

直接数字控制系统 DDC，是计算机用于工业过程控制最常用的一种类型，其结构框图如图 1-5 所示。

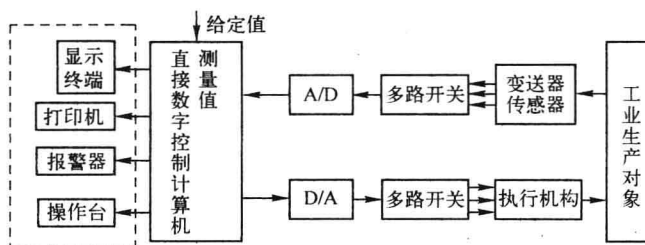


图 1-5 直接数字控制系统的结构

计算机通过输入通道（模拟量输入通道 AI 或开关量输入通道 DI），对多个被控生产过程进行巡回检测，结果与给定值相比较，按 PID 或适宜的控制算法进行运算，发出控制信号，然后经过输出通道（模拟量输出通道 AO 或开关量输出通道 DO）直接去控制执行机构，将各被控参数保持在给定值上。在框图中有的系统配有虚框内的人机界面，如 CNC 数控系统、工控机集中控制系统等，有的系统无虚框内人机界面，如小型 PLC 控制系统、智能化模块控制系统等。

在 DDC 系统中，计算机直接参与控制，系统经计算机构成了闭环。而在操作指导控制系统中，计算机不直接参与控制，控制是由人工来完成的，计算机与被控对象未形成闭环。

在这种系统中，一台计算机可以取代多个模拟调节器，它利用了计算机的分时能力。在不更换硬件的情况下，只要改变程序，就可实现各种复杂的控制规律。小型 PLC 控制系统、CNC 数控系统、变频控制系统更是直接数字控制的典范，它们结构简捷、设计周期短、控制可靠，现有 80% 以上的小型工业控制系统仍然继续使用，短期内不会被替代。

1.2.3 计算机监督控制 SCC(Supervisory Computer Control)系统

在 DDC 系统中是用计算机代替模拟调节器进行控制，被控参数给定值是预先设定的，并存入计算机中，这个给定值不能根据工作状态的变化及时修改，不能实现生产过程的最

优控制。

SCCS 是计算机和调节器的混合系统。它通常采用两级控制形式。在 SCC 系统中，由监督控制计算机（SCC）按照描述生产过程的数学模型计算出被控参数的最佳给定值后，送给下一级模拟调节器或 DDC 计算机，并由模拟调节器或 DDC 计算机控制生产过程，使生产过程处于最优工作状态。

SCC 监控级一方面计算最佳给定值，另一方面对生产状况进行分析，做报警处理。所以 SCC 不直接控制执行机构，而是给出最优给定值，让下一级去控制执行机构。

该类系统有两种结构形式，一种是 SCC+模拟调节器控制系统，另一种是 SCC+DDC 控制系统。

1) SCC+模拟调节器控制系统

该系统的结构如图 1-6 所示。在此系统中，SCC 计算机对各被测参数进行巡回检测，按一定的数学模型计算出最佳给定值并送给模拟调节器，此给定值在模拟调节器中与检测值进行比较，其偏差值经模拟调节器计算，然后输出到执行机构去控制生产过程。

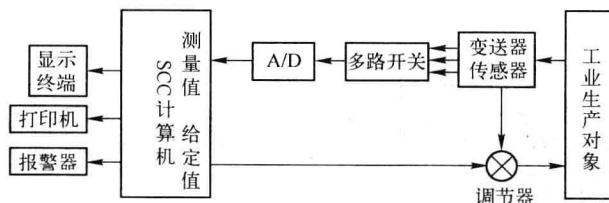


图 1-6 SCC+模拟调节器控制系统的结构

2) SCC+DDC 控制系统

该系统的结构如图 1-7 所示。该系统实际上是一个两级计算机控制系统，一级为 SCC 监督级，一级为 DDC 控制级。SCC 计算机的作用与 SCC+模拟调节器控制系统中的 SCC 一样，用来计算最佳给定值，而 DDC 用来把给定值与测量值（数字量）进行比较，其偏差由 DDC 进行控制规律的计算，然后经 D/A 转换器和多路开关去分别控制各个执行机构。

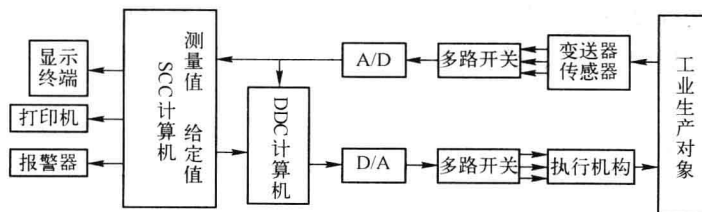


图 1-7 SCC+DDC 控制系统的结构

监督控制系统能根据工作状态的变化来改变给定值，以实现最优控制。SCC+模拟调节器法适合于老企业技术改造，既用上了原来的模拟调节器，又利用了计算机进行最优控制和监控报警。另外，系统可靠性高，当 SCC 计算机出故障时，可用模拟调节器或 DDC 独立工作。

1.2.4 集散控制系统 DCS (Distributed Control System)

在 DDC 系统中计算机集多通道采集、控制于一身，并且控制软件、管理软件同时运

行, 上、下位机合二为一。由于所有的功能、处理集中在一台计算机上, 大大增加了计算机失效或故障对整个系统造成的危害, 所以现在很少使用。目前采用的是结构更先进、更科学的控制系统, 上、下位机分开, 各通道分采集、控制的 DCS 集散控制系统。

集散控制系统 DCS (Distributed Control System), 本意是分布式控制系统, 是相对于集中式控制系统而言的一种计算机控制系统, 它以下位机 (下虚框内) 进行分散控制, 上位机 (上虚框内) 集中进行信息管理与监视。即分布控制、集中管理, 故又改称集散控制系统, 其结构如图 1-8 所示。

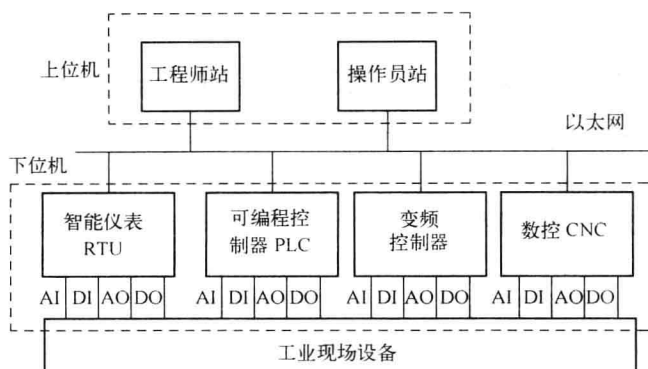


图 1-8 集散控制系统的结构

由于现代生产过程复杂, 设备分布很广, 其中各工序和设备同时并行工作, 而且基本上都是独立的, 所以更适合采用分布式控制系统。这样就可以避免传输误差及系统的复杂化。在这种系统中, 只有必要的信息才传送到上一级计算机或中央控制器中, 而大部分时间都是各个计算机并行地工作。

集散控制系统采用积木式结构, 配置灵活、易于扩展。集散控制系统的大型化就构成了多级计算机控制系统。多级计算机系统一般分为直接控制级、监控级和生产管理级, 如图 1-9 所示。

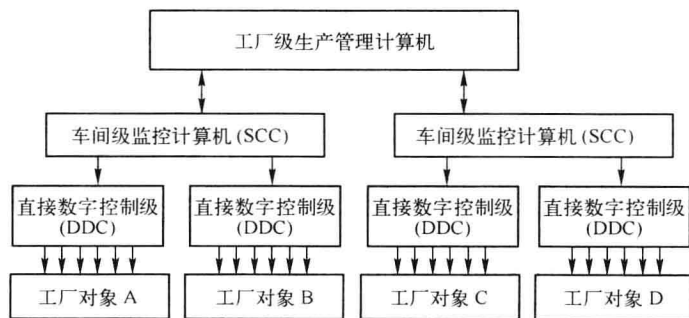


图 1-9 多级计算机控制系统

直接数字控制级基本上是直接数字控制级 (DDC) 系统的形式, 是自控理论 PID 控制等实施的硬件设备和具体位置, 也是 DCS 系统的关键设备。直接控制级直接控制生产过程, 进行比例积分微分 (PID)、顺序、串级、前馈、延迟补偿等各种控制运算, 还具有数据收集、监视报警等功能。监控级也就是计算机监督控制级 (SCC), 主要确定分散过程控制级