

本书荣获“第三届全国高校优秀教材一等奖”
高职高专国家示范性院校机电类专业课改教材



工控组态技术及应用

——组态王 (第二版)

主编 李红萍

主审 王银锁



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

本书荣获“第三届全国高校优秀教材一等奖”
高职高专国家示范性院校机电类专业课改教材

工控组态技术及应用

——组态王

(第二版)

主 编 李红萍

副主编 张顺星 李 健 李 泉

参 编 王聪慧 袁 勇 马 莉 张婧瑜

主 审 王银锁

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书为自动控制类理实一体化教材, 主要介绍工控组态软件——组态王在各种控制系统中的具体应用, 以实用、易用为主线, 采用项目化的编写方式对多种控制系统进行详细的讲解, 力求使读者能够有所借鉴。全书共分为四个模块, 模块一为计算机控制基础知识及部分组态设备概述; 模块二为组态王组态基本知识; 模块三为开关量组态工程, 介绍了多种开关量组态王监控系统的构建方法; 模块四为模拟量组态工程, 介绍了多种模拟量组态王监控系统的构建方法。

本书不仅可作为自动化、机电、电子、计算机控制技术等专业自动控制、计算机控制等课程的教材, 还可作为化工、电工、能源、冶金等专业的自动控制类课程的教材。各专业可根据本专业特点选做其中的项目。本书也可作为相关专业工程技术人员的自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工控组态技术及应用: 组态王/李红萍主编. —2版. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2016.7

高职高专国家示范性院校机电类专业课改教材

ISBN 978-7-5606-4098-3

I. ① 工… II. ① 李… III. ① 工业控制系统—高等职业教育—教材 IV. ① TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 149495 号

策 划 秦志峰

责任编辑 秦志峰

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016 年 7 月第 2 版 2016 年 7 月第 4 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 17.5

字 数 417 千字

印 数 8001~11 000 册

定 价 33.00 元

ISBN 978-7-5606-4098-3 / TP

XDUP 4390002-4

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

随着工业自动化水平的迅速提高和计算机在工业领域中的广泛应用,人们对工业自动化的要求越来越高。把计算机技术应用于工业控制具有成本低、可用资源丰富、易开发等优点。本书编写的目的是为读者提供能够根据具体的控制对象和控制目的任意组态所需的相关知识,为小型企业利用 PLC 或智能仪表组建计算机控制系统提供更多的帮助。

本书采用理实一体化教学方式,通过项目教学法,将控制系统的理论教学与实践教学有机地结合在一起。从感性认识入手,加大直观教学的力度,将理论教学过程融入到技能训练中,在技能训练中加深对理论知识的理解和掌握,有助于激发学生的学习兴趣 and 积极性,提高学生的动脑和动手能力,使学生真正掌握控制系统的组成、工作原理和调试方法,实现了将学校所学的知识与工厂实际有机结合起来,为学生走上工作岗位后能够迅速掌握工厂的控制系统奠定了基础。

在全书的编写过程中,极少部分理论知识参考了相关书籍,绝大部分内容都是编者根据多年的实验、实训项目开发经验总结编写而成的。全书共分为四个模块,模块一主要介绍了计算机控制系统的软、硬件组成,计算机控制系统的常用类型以及组态过程中的一些常用设备的调试方法;模块二以单容液位定值控制系统为例,分别对组态王工程的组成、组态软件应用程序的开发过程、I/O 设备连接、数据词典的创建方法、窗口界面编辑、动画连接、实时曲线、历史曲线、报表、用户权限管理、按钮、命令语言程序等内容都作了非常详细的介绍,使读者对组态王软件的组态有了一个全面的了解;模块三主要介绍了多种开关量组态王监控系统的构建方法,分别对按钮指示灯控制系统、抢答器控制系统、交通灯控制系统、两种液体混合装置控制系统、四层电梯监控系统、三菱 PLC 灯塔控制系统的组成、工作原理、组态王组态方法及统调等实操项目进行了详细叙述;模块四讲述了多种模拟量组态王监控系统的构建方法,分别对单容液位定值控制系统、温度控制系统、百特仪表液位控制系统、风机变频控制系统、液位串级控制系统、西门子 S7-300 PLC 液位控制系统的组成、工作原理、组态王组态方法及统调等作了详细的介绍。

本书由兰州石化职业技术学院李红萍教授担任主编,拟订大纲并统稿;由兰州石化职业技术学院王银锁担任主审。其中,武汉职业技术学院李健编写了模块一中的项目一、项目二;武汉职业技术学院袁勇编写了模块一中的项目三;陕西工业职业技术学院的张顺星编写了模块三中的项目二至项目五;陕西工业职业技术学院王聪慧编写了模块一中的项目五和模块四中的项目六;兰州石化职业技术学院张婧瑜编写了模块一中的项目四、模块二中的项目一和项目二;兰州石化职业技术学院马莉编写了模块二中的项目三至项目五;兰州石化职业技术学院李泉编写了模块三中的项目一和模块四中的项目一;其余内容均由李红萍编写。

在此,特别感谢相关企业和兄弟院校的老师在教材编写过程中提供的素材及支持。另外,

兰州石化职业技术学院的童克波老师在书稿的编写过程中提供了很多帮助，其他相关老师也提出了很多宝贵意见，在此深表感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2016 年 5 月

目 录

模块一 计算机控制基础知识及部分组态设备概述	1
项目一 计算机控制系统的组成及类型	1
项目二 I/O 通道与典型控制算法	10
项目三 三菱 FX2N 系列 PLC 简介	22
项目四 西门子 S7-200 PLC 简介	37
项目五 西门子 S7-300 PLC 简介	49
模块二 组态王组态基本知识	79
项目一 组态王工控组态软件概述	79
项目二 组态王组态工程液位控制系统概述	90
项目三 液位系统数据库与设备组态	94
项目四 液位控制系统监控界面组态	103
项目五 液位的报警与报表	116
模块三 开关量组态工程	129
项目一 按钮指示灯控制系统	129
项目二 抢答器控制系统	147
项目三 交通灯控制系统	156
项目四 两种液体混合装置控制系统	166
项目五 四层电梯监控系统	175
项目六 三菱 FX2N 系列 PLC 灯塔控制系统	187
模块四 模拟量组态工程	195
项目一 单容液位定值控制系统(泓格 7000 系列智能模块)	195
项目二 温度控制系统	204
项目三 百特仪表液位控制系统	217
项目四 风机变频控制系统	230
项目五 液位串级控制系统	244
项目六 西门子 S7-300 PLC 液位控制系统	255
附录 百特仪表操作指南	269
参考文献	274

模块一 计算机控制基础知识及 部分组态设备概述

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。在现代工业控制中，计算机已取代常规的信号检测、控制、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，使生产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，并深入到各个行业的许多领域。

本模块主要介绍计算机控制系统的软硬件组成、计算机在工业控制中的常用类型，以及一些在组态王软件组态过程中常用的设备，并为模块二、模块三和模块四的学习奠定基础。

项目一 计算机控制系统的组成及类型

本项目主要讨论计算机控制系统的基本概念、组成、工作原理、类型及组态软件在计算机控制系统中所处的地位等内容，使学生掌握计算机控制系统的基本概念、基本组成、结构及常用类型。

一、学习目标

1. 知识目标

- (1) 掌握计算机控制系统的基本概念。
- (2) 掌握计算机控制系统的基本组成结构。
- (3) 掌握计算机控制系统的常用类型。
- (4) 掌握组态软件在计算机控制系统中的作用。

2. 能力目标

- (1) 初步具备计算机控制系统的整体分析能力。
- (2) 初步具备简单计算机控制系统的构建能力。
- (3) 初步具备独立分析、综合开发研究、解决具体问题的能力。
- (4) 初步具备对组态软件在控制系统中所处地位的理解与分析能力。

二、要求学生必备的知识与技能

1. 必备知识

- (1) 计算机原理与组成的基本知识。
- (2) 模拟电子技术与数字电子技术的基本知识。

- (3) 常用传感器的基本知识。
- (4) 可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)的基本知识。
- (5) 计算机通信的基本知识。

2. 必备技能

- (1) 熟练的计算机操作技能。
- (2) 常用传感器的使用与接线能力。
- (3) 常用 PLC 的接线与编程能力。

三、理实一体化教学任务

理实一体化教学任务见表 1-1-1。

表 1-1-1 理实一体化教学任务

任务一	计算机控制系统的基本概念与组成
任务二	计算机控制系统的常用类型
任务三	计算机控制系统与组态软件的概述

四、理实一体化教学步骤

1. 计算机控制系统的基本概念与组成

1) 计算机控制系统的基本概念

计算机控制系统(Computer Supervisory Control System, CPCS)是自动控制理论、自动化技术与计算机技术紧密结合的产物。控制理论的发展,尤其是现代控制理论的发展,与计算机技术息息相关。利用计算机快速强大的数值计算、逻辑判断等信息加工能力,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。计算机为现代控制理论的应用提供了有力的工具。同时,计算机控制系统应用于工业控制实践所提出来的一系列理论与工程上的问题,又进一步促进和推动了控制理论和计算机技术的发展。计算机控制系统的应用领域非常广泛,控制对象和控制任务可从小到大、从简单到复杂,小到控制单个电机的运转或阀门的开关,大到可以控制和管理一条生产线、一个车间乃至整个企业;既包括单回路控制系统,也包括串级、前馈等复杂控制系统,还包括自适应控制、最优控制、模糊控制和神经控制等智能控制系统。

2) 计算机控制系统的基本组成结构

计算机在控制领域中的应用,有力地推动了自动控制技术的发展,扩大了控制在工业生产中的应用范围,为大规模的工业自动化系统发展奠定了物质基础。控制系统随着控制对象、控制规律、执行机构的不同而不同,但其基本结构可用图 1-1-1 来表示。

在控制系统中为了得到控制信号,要将被控参数与给定值进行比较,然后形成偏差信号。控制器根据偏差信号进行 PID 运算,送出控制信号去控制现场的执行机构,使系统趋向减小偏差,最终使偏差为零,从而达到使被控参数趋于或等于给定值的目的。在这种控制系统中,被控参数是系统的输出,同时又反馈到输入端,与输入量(给定值)相减,所以称之为按偏差进行控制的闭环控制系统,如图 1-1-1(a)所示。

图 1-1-1(b)是开环控制系统。与闭环控制系统不同的是,它不需要被控对象的反馈信号,

控制器直接根据给定值去控制执行机构工作。这种控制系统不能自动消除被控参数与给定值之间的误差。与闭环控制系统相比,其控制性能显然要差一些。

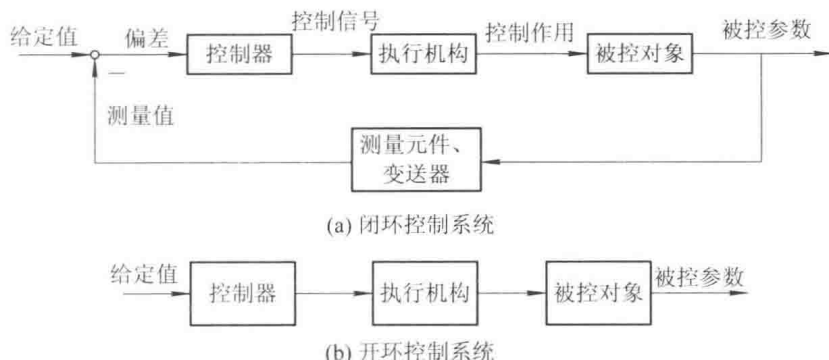


图 1-1-1 控制系统的基本组成结构框图

由图 1-1-1 可见,自动控制系统的的功能是对被控参数进行信号的采集、运算和控制。这些功能是由测量元件及变送器、控制器和执行机构来完成的。其中控制器是控制系统的关键部分,它决定了控制系统的控制性能和应用范围。若将自动控制系统中控制器的功能用计算机或数字控制装置来实现,并用计算机来监控,这样的控制系统就称为计算机控制系统。简单来说,计算机控制系统就是由计算机参与监视或控制的过程控制系统。

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,控制规律是用软件实现的,计算机执行预定的控制程序,就能实现对被控参数的控制。因此,若要改变控制规律,只要改变控制程序即可,这可使控制系统的设计更加灵活方便。特别是可以利用计算机强大的计算、逻辑判断、记忆和信息传递等能力,实现更为复杂的控制规律,如非线性控制、逻辑控制、自适应控制、自学习控制及智能控制等。

在计算机控制系统中,计算机的输入和输出信号都是数字量,因此这样的系统需要将模拟量变成数字量的 A/D 转换器和将数字量转换成模拟量的 D/A 转换器。

3) 计算机控制系统的控制过程

计算机控制系统的控制过程一般可归纳为以下两个步骤:

- (1) 实时数据采集。实时采集被控参数的瞬时值,并送入计算机。
- (2) 实时控制。对采集到的被控参数进行分析,并按已确定的控制规律进行运算,适时地向执行机构发出控制信号。

以上过程不断重复,使整个系统能按照一定的动态品质指标工作。此外,计算机控制系统还应该能对被控参数和设备本身可能出现的异常状态进行及时的监督和处理。

4) 计算机在控制系统中的作用

在计算机控制系统中,计算机不但要完成原来由模拟控制器完成的控制任务,而且还应充分发挥其优势,完成更多模拟控制器不可能完成的任务,从而使控制系统的功能更趋于完善。一般地,计算机在控制系统中应至少起到以下三个作用中的一个:

- (1) 实时数据处理。对测量变送装置传来的被控变量数据的瞬时值进行巡回采集、分析处理、计算以及显示、记录、制表等。
- (2) 实时监督决策。对系统中的各种数据进行越限报警、事故预报与处理,根据需要进

行设备自动启停控制,对整个系统进行诊断与管理等。

(3) 实时控制及输出。根据被控生产过程的特点和控制要求,选择合适的控制规律,包括复杂的先进控制策略,然后按照给定的控制策略和实时的生产情况,实现在线、实时控制。

5) 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统的硬件组成如图 1-1-2 所示,主要由控制对象(或生产过程)、执行机构、测量变送环节、输入/输出通道和数字控制器等组成。

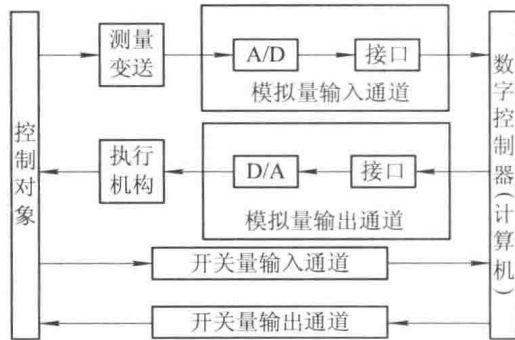


图 1-1-2 计算机控制系统的硬件组成框图

控制对象是指所要控制的生产装置或设备。执行机构是控制系统中的重要部分,其作用是根据控制器的控制信号,改变输出的角或直线位移,并改变被调介质的尺寸,使生产过程满足预定的要求。测量变送环节通常由传感器和测量电路组成,其功能是将被控参数转换成某种形式的电信号。传感器通常有温度传感器、压力传感器、流量传感器、液位传感器、力传感器等。生产现场的过程参数一般是非电物理量,需经传感器、变送器转换为等效的电信号。为了实现计算机对生产过程的控制,必须在计算机和生产过程之间架设信息传递和变换的连接桥梁,这就是过程输入/输出通道,简称过程通道。过程通道一般分为模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道、开关量输出通道等。计算机由模拟量输入通道获得被控对象的实时信息,通过执行程序,完成对数据的处理及控制运算,最后通过模拟量输出通道输出控制信息给执行器。开关量输入通道用于输入开关量信号或数字量信号,而开关量输出通道用于输出开关量信号或数字量信号。数字控制器的核心是计算机,其控制规律是通过编制的计算机程序来实现的。

6) 计算机控制系统的软件组成

计算机控制系统的硬件只是控制系统的躯体,还必须要有相应的软件才能构成完整的控制系统。软件是指能够完成各种功能的计算机控制系统的程序系统。它是系统的神经中枢,整个系统的动作都是在软件的协调指挥下进行工作的。它通常由系统软件和应用软件组成。

(1) 系统软件是为提高计算机使用效率,扩大功能,为用户提供、维护和管理计算机提供方便的程序的总称。系统软件通常包括操作系统、语言加工系统、数据库系统、通信网络软件和诊断系统。它具有一定的通用性,一般随硬件一起由计算机生产厂家提供或购买。

(2) 应用软件是系统设计人员根据要解决的具体问题而编写的各种控制和管理程序,其优劣直接影响到系统的控制品质和管理水平,是控制计算机在特定环境中完成某种控制功

能及相关任务所必需的程序,如过程控制程序、人机接口程序、打印显示程序、数据采集及处理程序、巡回检测和报警程序及各种公共子程序等。应用程序的编写涉及生产工艺、控制理论、控制设备等相关领域的知识,一般由用户自行编制或根据具体情况在商品化软件的基础上自行组态和做少量特殊应用的开发。

2. 计算机控制系统的常用类型

计算机应用于工业过程控制有各种各样的结构和形式,能实现各自不同的功能。若只按照计算机参与控制的形式,计算机控制系统可分为开环控制与闭环控制两大类;若根据系统采用的控制规律,可分为顺序控制、常规控制(如 PID 控制)、智能控制(如最优控制、自适应控制、预测控制)等若干类;若根据系统的应用及结构特点,则可将计算机控制系统大致分成计算机巡回检测和操作指导系统、计算机直接数字控制系统、计算机监督控制系统、集散控制系统、现场总线控制系统以及工业过程计算机集成制造系统等几类,下面主要简述此分类方式下的各控制系统。

1) 计算机巡回检测和操作指导系统

生产过程中有大量的过程参数需要测量和监视,用计算机以巡回的方式周期性地检测这些参数,并完成必要数据处理任务的控制系统称为计算机巡回检测和操作指导系统。这是计算机应用于工业生产过程最早和最简单的一类系统。若在此基础上,系统能根据反映生产过程工况的各种数据,由某种给定的性能指标与控制策略,通过对现场数据的处理、分析与计算,相应地给出操作指导信息供操作人员参考,便称之为操作指导系统,其结构如图 1-1-3 所示。

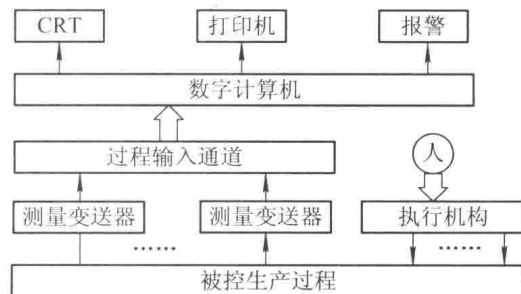


图 1-1-3 计算机巡回检测和操作指导系统结构框图

从图 1-1-3 中可以看出,这种系统是一种开环系统。过程参数经测量变送器和过程输入通道定时地被送入计算机,由计算机对来自现场的数据进行分析和处理后,根据一定的控制规律或管理方法进行计算,然后通过 CRT 或打印机输出操作指导信息。

这种系统的优点是可以用于试验新方案、新系统。如在实施计算机闭环控制之前,先进行这种开环控制的试运行,可以考核计算机工作的正误,还可以用于试验新的数学模型和调试新的控制程序。其缺点是仍需要人工操作,速度受到限制,不能同时控制多个回路。

2) 计算机直接数字控制系统

在计算机直接数字控制系统(Direct Digital Control, DDC)中,计算机通过过程输入通道(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,根据给定值及控制规律计算出控制信号,经过程输出通道直接去控制执行机构,使被控变量保持在给定值内。计算机直接数字控制系统结构框图如图 1-1-4 所示。

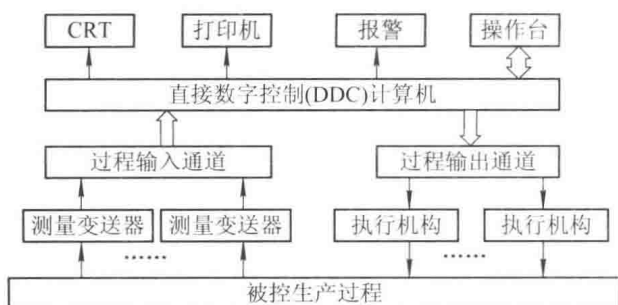


图 1-1-4 计算机直接数字控制系统结构框图

在该系统中, 计算机不仅完全取代了模拟控制器而直接参与闭环控制, 而且只要通过改变程序即可实现一些较复杂的控制规律; 它还可以与计算机监督控制系统结合起来构成分级控制系统, 实现最优控制; 同时也可作为计算机集成制造系统的最底层(直接过程控制层), 与过程监控层、生产调度层、企业管理层、经营决策层等一起实现工厂综合自动化。计算机直接数字控制系统是计算机控制系统的一种最典型的形式, 在工业生产过程中得到了非常广泛的应用。

还有一种常见的系统是计算机顺序控制, 即计算机按照预先确定的操作顺序和操作方法, 根据生产工艺流程的进程(或在满足某些规定的条件时)依次地输出操作信息。比如发电厂的锅炉、汽轮机、发电机的启动阶段和停止阶段, 冶金工业中高炉炼铁、转炉炼钢以及各种轧制过程都是十分复杂的顺序操作过程。

3) 计算机监督控制系统

计算机监督控制系统(Supervisory Computer Control, SCC)通常采用两级控制形式, 其结构框图如图 1-1-5 所示。所谓监督控制, 指根据原始的生产工艺数据和现场采集到的生产工况信息, 一方面按照描述被控过程的数字模型和某种最优目标函数, 计算出被控过程的最优给定值, 输出给下一级 DDC 系统或模拟控制器; 另一方面对生产状况进行分析, 作出故障的诊断与预报。所以 SCC 系统并不直接控制执行机构, 而是给下一级控制系统输出最优的给定值, 由它们去控制执行机构。当下一级采用 DDC 系统时, 其计算机(称为下位机)完成前面所述的直接数字控制功能。SCC 计算机(称为上位机)则着重于满足某个最优性能指标(包括控制规律和在线优化条件等)的修正与实现, 它可以看做是操作指导与 DDC 系统的综合与发展。

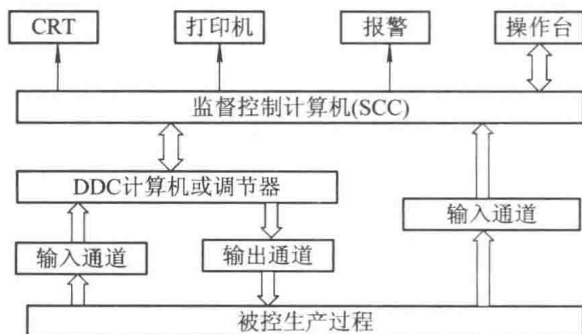


图 1-1-5 计算机监督控制系统结构框图

SCC 控制系统的主要优点: 它在计算时可以考虑许多常规控制器不能考虑的因素, 如环境温度和湿度对生产过程的影响; 可以进行过程操作的在线优化, 始终如一地使生产过

程在最优状态下运行；可以实现先进复杂的控制规律，满足产品的高质量控制要求；可以进行故障的诊断与预报，可靠性高。值得注意的是，生产过程的数学模型往往是监督控制系统能否实现以及运行好坏的关键因素之一。目前，这种控制方式已越来越多地被应用于较为复杂的工业过程及设备的控制中。

由于 DDC 系统中的计算机直接与生产过程相连并承担控制任务，一台计算机往往要控制几个或几十个回路，而工业现场环境恶劣，干扰多，所以一方面要求 DDC 计算机可靠性高，实时性好，抗干扰能力强，能独立工作；另一方面必须采取抗干扰措施来提高整个系统的可靠性，使之能适应各种工业环境，并合理设计应用软件。因此，一般选用微型机和工控机作为 DDC 级的计算机。而 SCC 级承担先进控制、过程优化与部分管理的任务，信息存储量大，计算任务繁重，要求有较大的内存与外存和较为丰富的软件，故一般要选用高档微型机或小型机作为 SCC 级的计算机。

4) 集散控制系统

集散控制系统(Distributed Control System, DCS)以微机为核心，把过程控制装置、数据通信系统、显示操作装置、输入/输出通道、控制仪表等有机地结合起来，构成分布式结构系统。这种系统不仅实现了地理上和功能上分散的控制，还通过通信系统把各个分散的信息集中起来，进行集中的监视和操作，以实现高级复杂规律的控制。其结构如图 1-1-6 所示。

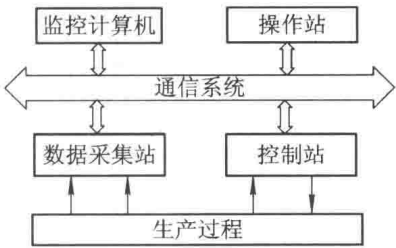


图 1-1-6 集散控制系统结构框图

集散控制系统是一种典型的分级分布式控制结构。监控计算机通过协调各控制站的工作，以达到过程的动态最优化。控制站则完成过程的现场控制任务。操作站是人机接口装置，它可以完成操作、显示和监视任务。数据采集站用来采集非控制过程信息。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。集散控制系统是积木式结构，结构灵活，可大可小，易于扩展，容易实现复杂的控制规律。

5) 现场总线控制系统

现场总线控制系统(Fieldbus Control System, FCS)是新一代分布式控制结构，如图 1-1-7 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缺点，其采用工作站-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联体系结构。

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 4~20 mA DC 的模拟信号，为现场总线的应用奠定了基础。现场总线是连接工业现场仪表和控制装置之间的全数字化、双向、多站点的串行通信网络。现场总线被称为 21 世纪的工业控制网络标准。

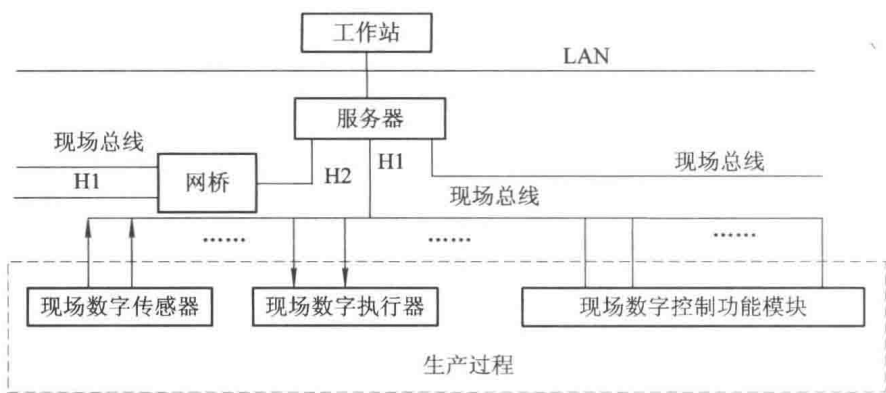


图 1-1-7 现场总线控制系统结构框图

6) 工业过程计算机集成制造系统

随着工业生产过程规模的日益复杂与大型化，现代化工业要求计算机系统不仅要完成直接面向过程的控制和优化任务，而且要在获取尽可能多的生产全部过程信息的基础上，进行整个生产过程的综合管理、指挥调度和经营管理。由于自动化技术、计算机技术、数据通信技术等的迅速发展，满足这些要求已不是梦想，能实现这些功能的系统称之为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)，当 CIMS 用于流程工业时，简称为流程 CIMS。流程工业计算机集成制造系统按其功能可以自下而上地分为若干层，如直接控制层、过程监控层、生产调度层、企业管理层和经营决策层等，其结构框图如图 1-1-8 所示。

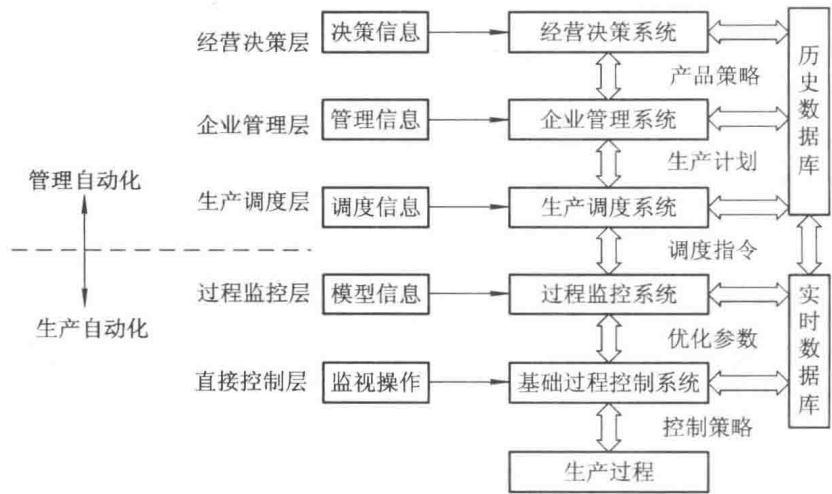


图 1-1-8 计算机集成制造系统结构框图

这类系统除了常见的过程直接控制、先进控制与过程优化功能之外，还具有生产管理、收集经济信息、计划调度和产品订货、销售、运输等非传统控制的诸多功能。因此，计算机集成制造系统所要解决的不再是局部最优问题，而是一个工厂、一个企业乃至一个区域的总目标或总任务的全局多目标最优，也即企业综合自动化问题。最优化的目标函数包括产量最高、质量最好、原料和能耗最小、成本最低、可靠性最高、对环境污染最小等指标，它反映了技术、经济、环境等多方面的综合性要求，是工业过程自动化及计算机控制系统发展的一个方向。

3. 计算机控制系统与组态软件的概述

计算机控制系统作为生产过程和管理自动化最为有效的计算机软硬件系统之一，它从总体上可分成两大部分：一是现场分布式的数据 I/O 系统，也就是通常所说的下位机；另一个是数据处理显示和管理系统，即上位机人机界面(Human Machine Interface, HMI)系统。下位机与生产过程和管理的设备或仪表相结合，感知设备各种参数的状态，并将这些状态信号转换成数字信号，通过特定数字通信网络传递到上位机 HMI 系统中。必要时，下位机也可以向设备发送控制信号。上位机 HMI 系统在接收这些信息后，以适当的形式如文字、声音、图形、图像等方式显示给用户，以达到监视、监测的目的，同时数据经过处理后，告知用户设备各种参数的状态(报警、正常或报警恢复等)，这些处理后的数据可能会保存到数据库中，也可能通过网络系统传输到不同的监控平台上，还可能与别的系统结合形成功能更加强大的系统。同时，HMI 还可以接受操作人员的指示，将控制信号发送到下位机中，以达到控制的目的。

上位机 HMI 系统的功能主要靠上位机程序来完成，现在编制上位机程序可采用以下两种方法：一是采用 Visual Basic、Visual C 等基于 Windows 平台的开发程序来编制；二是采用监控组态软件来编制。前者程序设计灵活，可以设计出风格各异的 HMI 系统，但设计工作量大，开发调试周期长，软件通用性较差，对于每个不同的应用对象都要重新设计或修改程序，软件功能可靠性较低，对程序设计员要求较高。监控组态软件是标准化、规模化、商品化的通用开发软件，只需进行标准功能模块的软件组态和简单的编程，就可设计出标准化、专业化、通用性强、可靠性高的上位机监控程序(HMI 系统)，且工作量较小，开发调试周期较短，对程序设计员要求也低一些。因此，监控组态软件是性能优良的软件产品，它将成为开发上位机监控程序的主流开发工具。

集散控制系统的组态软件是指一些包括数据采集与过程控制的专用软件，它们是属于自动控制系统监控层一级的软件平台和开发环境，以灵活多样的组态方式提供良好的用户开发界面和简捷的使用方法，可以非常容易地实现和完成监控层的各项功能，并能同时支持各种硬件厂家的计算机和 I/O 设备，向控制层和管理层提供软、硬件的全部接口，进行系统集成。

组态软件产品大约在 20 世纪 80 年代中期在国外出现，在中国也已有 20 多年的历史，早在 20 世纪 80 年代末 90 年代初，有些国外的组态软件如 ONSPEC、PARAGON 等就开始进入中国。目前中国市场上的组态软件产品按厂商划分大致可以分为两类，一类是国外专业软件厂商提供的产品，如美国 Wonderware 公司的 INTOUCH、美国 Intellution 公司的 FIX 以及德国西门子公司的 WINCC；另一类是国内自行开发的产品，有 Synall、组态王、力控、MCGS、Controlx 等。

组态软件的特点是实时多任务，包括数据采集与输出、数据处理与算法实现、图形显示及人机对话、实时数据的存储、检索管理、实时通信等，这些任务要在同一台计算机上同时运行。

组态软件的使用者是自动化工程技术人员。组态软件主要解决的问题如下：

- (1) 计算机如何与采集、控制设备间进行数据交换。
- (2) 使来自设备的数据与计算机图形画面上的各元素关联起来。
- (3) 处理数据报警及系统报警。

- (4) 存储历史数据, 并支持历史数据的查询。
- (5) 各类报表的生成和打印输出。
- (6) 为使用者提供灵活、多变的组态工具, 可以适应不同应用领域的需求。
- (7) 保证最终生成的应用系统运行稳定可靠。
- (8) 具有与第三方程序的接口能力, 方便数据共享。

自动化工程技术人员在组态软件中只需填写一些事先设计好的表格, 再利用图形功能把被控对象(如反应罐、温度计、锅炉、趋势曲线、报表等)形象地画出来, 通过内部数据连接把被控对象的属性与 I/O 设备的实时数据进行逻辑连接。由组态软件生成的应用系统投入运行后, 与被控对象相连的 I/O 设备数据发生变化会直接带动被控对象的属性发生变化。若要对应用系统进行修改, 也十分方便。

由此可以看出, 组态软件具有实时多任务、接口开放、使用灵活、功能多样、运行可靠等优点。

五、项目考核

本项目以理论知识为主, 考核采用思考题方式, 考核内容见思考题。

六、思考题

- (1) 计算机控制系统的基本工作原理是什么? 如何区分开环控制系统和闭环控制系统?
- (2) 计算机控制系统的硬件组成包含哪些元素? 软件组成又包含哪些元素?
- (3) 根据系统的应用及结构特点, 计算机控制系统应该如何分类? 简述各系统的基本特点。
- (4) 组态软件在计算机控制系统中起什么作用?

项目二 I/O 通道与典型控制算法

本项目主要讨论在计算机控制系统中过程输入、输出通道的基本概念, 分别介绍了数字量输入、输出通道和模拟量输入、输出通道的基本组成及工作原理, 并详细介绍了自动控制系统中的比例积分微分(Proportion Integration Differentiation, PID)控制算法。

一、学习目标

1. 知识目标

- (1) 掌握 I/O 通道的基本概念。
- (2) 掌握数字量输入、输出通道的基本组成及工作原理。
- (3) 掌握模拟量输入、输出通道的基本组成及工作原理。
- (4) 掌握数字滤波的基本知识。
- (5) 掌握 PID 控制算法的基本概念。

2. 能力目标

- (1) 具备数字量与模拟量的区别能力。
- (2) 具备输入通道与输出通道的选用能力。
- (3) 初步具备常用输入通道与输出通道的设计能力。
- (4) 初步具备使用 PID 算法进行控制的系统设计能力。

二、要求学生必备的知识与技能

1. 必备知识

- (1) 计算机组成原理的基本知识。
- (2) 模拟电子技术与数字电子技术的基本知识。
- (3) 常用传感器的基本知识。
- (4) 可编程逻辑控制器(PLC)的基本知识。
- (5) 自动控制系统的的基本知识。

2. 必备技能

- (1) 熟练的计算机操作技能。
- (2) 常用传感器的使用与接线能力。
- (3) 常用 PLC 的接线与编程能力。

三、理实一体化教学任务

理实一体化教学任务见表 1-2-1。

表 1-2-1 理实一体化教学任务

任务一	I/O 通道概述
任务二	数字量输入、输出通道
任务三	模拟量输入、输出通道
任务四	数字滤波
任务五	自动控制系统

四、理实一体化教学步骤

1. I/O 通道概述

在计算机控制系统中, 计算机需要从生产过程中采集现场的信息, 接受操作人员的控制, 向操作人员反馈现场的情况和操作结果, 还要把相应的控制信息传送给生产设备, 有时还需要从其他外部设备输入相关的信息, 从而实现对过程的控制。因此在计算机和生产过程之间, 必须设置信息的传递和变换装置, 这个装置称为过程输入、输出通道, 也称之为 I/O 通道。过程输入、输出通道由模拟量输入、输出通道和数字量输入、输出通道组成。

由于在计算机控制系统中, 通常被调参数(如电压、温度、流量、压力、速度、液位等)