

工业自动化应用型系列教材

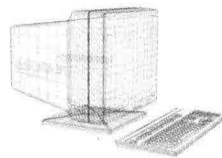
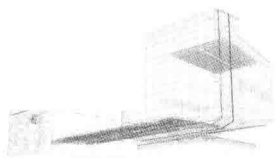
教育部-西门子产学合作专业综合改革项目成果

工业自动化 可编程控制系统导论

主 编 徐瑞东

副主编 雷 萌

高等教育出版社



工业自动化应用型系列教材

教育部-西门子产学合作专业综合改革项目成果

工业自动化 可编程控制系统导论

主 编 徐瑞东

副主编 雷 萌

内容简介

本书简洁而又完整地介绍了工业自动化可编程控制系统各部分的组成及其作用。全书共分6章,主要内容有工业自动化概述、信号的采集与变送——系统的感觉器官、可编程序控制器——系统的大脑、执行机构——系统的四肢、人机接口(HMI)——系统的表情和可编程序控制系统中的通信——信息交流。

本书可作为高等学校电气与电子信息类各专业的教材,也可供有关科技人员参考或作为对可编程控制系统感兴趣人员的入门读物。

图书在版编目(CIP)数据

工业自动化可编程控制系统导论 / 徐瑞东主编. --

北京:高等教育出版社, 2017. 10

ISBN 978-7-04-048459-5

I. ①工… II. ①徐… III. ①工业自动控制-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TB114.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 210538 号

策划编辑 王勇莉
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 黄涵玥
责任校对 吕红颖

封面设计 张楠
责任印制 尤静

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京明月印务有限责任公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 7.5
字 数 180千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2017年10月第1版
印 次 2017年10月第1次印刷
定 价 14.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 48459-00

自动化技术是伴随着人类各个领域的科技发展而发展起来的,也是伴随着人们的需求提高而发展起来的。在工业生产过程中,人们应用自动化技术来实现增加产量、提高质量、降低消耗、确保安全的目的。随着计算机和网络通信技术的发展,以可编程序控制器为核心的网络控制系统,已经成为了工业自动化技术的主要控制方式,涵盖了工业生产的各个领域。

本书从工业自动化可编程序控制系统出发,将系统与人作类比,即将可编程序控制器比作人的大脑,将信号的采集与变送比作人的感觉器官,将执行机构比作人的四肢,将人机接口比作人的表情,将网络通信比作人与人之间的信息交流。通过这种类比,本书介绍了工业自动化可编程序控制系统中各部分的组成及相应的作用。本书共分为6章:第1章简单介绍了自动化的概念,并概述了工业自动化可编程序控制系统各部分的组成及其作用,为初学者认识工业自动化控制系统奠定了一定的基础;第2章介绍了工业自动化控制过程中常用的工艺参数的检测与变送方法及相关的传感器选用;第3章重点介绍了可编程序控制器的基本原理、软件指令语言和常用不同厂家的可编程序控制器;第4章介绍了组成执行器的执行机构和调节机构;第5章介绍了工业控制系统中控制系统与操作人员的交互界面;第6章介绍了系统的通信介质、通信接口、通信协议以及常见的西门子通信网络。

本书是2013年教育部—西门子公司产学合作专业综合改革项目——《工业自动化系列丛书》教材建设项目的开篇,旨在为对工业自动化系统感兴趣的初学者提供一个初步的可编程序控制系统概念,如果需要详细了解系统的各个部分以及各种控制系统,可以利用丛书进行深入学习。

中国矿业大学徐瑞东为本书的主编,编写了第1、2、3、4章的书稿;中国矿业大学雷萌为副主编,编写了第5、6章的书稿。本书在编写过程中,得到了西门子公司姚驰工程师的大力支持,在此表示深深的感谢。本书从编写思路到最后成稿也得到了丛书其他各位著者的启发和帮助,特别是厦门大学林育兹老师对书稿提出了很多建设性的意见,在此向他们表示衷心的感谢。在编写过程中,中国矿业大学信电学院的领导以及相关课程的老师也给予了大力支持,特别是雷汝海老师对本书的成稿倾注了大量心血,认真审阅并提出了很多修改意见,在此表示由衷的感谢。全书由林育兹、雷汝海共同审定。在编写过程中,作者也查阅了很多相关书籍和一些网站,在此对这些书籍的作者、网站文章的作者及词条的编辑者和帮我整理材料的硕士研究生张勇表示感谢。

限于作者水平,再加上时间仓促,书中难免有不足和错误之处,恳请广大读者及同行批评指正。编者邮箱:ruidongxu@163.com。

编者

2017.7

第 1 章 工业自动化概述	1	2.5.1 概述	25
1.1 自动化	1	2.5.2 流量的检测方法	25
1.2 自动化的分类	3	2.5.3 流量检测仪表	26
1.3 工业自动化系统与人	3	2.6 物位检测与变送	27
1.4 工业自动化系统组成	4	2.6.1 物位检测的基本方法	27
1.4.1 控制器——系统的大脑	5	2.6.2 常用的物位检测仪表	27
1.4.2 执行机构——系统的四肢	7	2.7 电压和电流信号的采集与变送	28
1.4.3 传感器——系统的感觉器官	9	2.7.1 电压变送器	28
1.4.4 人机界面——系统的表情	9	2.7.2 电流变送器	29
1.4.5 通信——系统各单元之间的 信息交流	10	习题	29
习题	11	第 3 章 可程序控制器——系统的 大脑	31
第 2 章 信号的采集与变送——系统的 感觉器官	12	3.1 可程序控制器概述	31
2.1 概述	12	3.1.1 可程序控制器的产生 与历史	31
2.2 温度的检测与变送	13	3.1.2 可程序控制器的定义	32
2.2.1 温度的检测方法	13	3.1.3 可程序控制器的现状 及发展趋势	32
2.2.2 热电偶	15	3.1.4 可程序控制器的特点	33
2.2.3 热电阻	17	3.1.5 可程序控制器的 基本功能	34
2.2.4 温度变送器	18	3.2 可程序控制器的基本原理	35
2.3 压力检测与变送	19	3.2.1 PLC 的分类	35
2.3.1 压力的检测及仪表	19	3.2.2 可程序控制器组成及 各部分作用	35
2.3.2 压力变送器	20	3.2.3 PLC 的工作原理	38
2.4 转速的检测与计算	20	3.2.4 可程序控制器基本指令 系统和编程方法	40
2.4.1 概述	20	3.3 常用的可程序控制器	45
2.4.2 转速仪表	21	3.3.1 西门子公司的 PLC	45
2.4.3 光电效应式以及霍尔效应式 传感器原理	21	3.3.2 三菱电机 PLC	47
2.4.4 常见转速传感器	23	3.3.3 罗克韦尔公司 PLC	50
2.4.5 转速测量方法	25		
2.5 流量检测与变送	25		

习题	52	5.4.1 项目组态	69
第4章 执行机构——系统的四肢	53	5.4.2 画面对象组态	75
4.1 概述	53	5.4.3 报警	83
4.2 电动执行机构概述	53	5.4.4 用户管理	86
4.2.1 电动执行机构的工作原理	54	5.4.5 数据记录与趋势视图	87
4.2.2 伺服放大器	54	5.4.6 配方管理系统	89
4.2.3 执行机构	54	5.4.7 报表系统	89
4.3 气动执行机构	55	5.4.8 运行脚本	90
4.4 液动执行机构	55	习题	90
4.5 调节机构	56	第6章 可编程序控制系统中的通信 ——信息交流	91
4.5.1 调节机构的结构	56	6.1 概述	91
4.5.2 不同的调节阀使用场合	57	6.2 通信介质	91
4.5.3 调节阀特性	57	6.2.1 双绞线	92
4.5.4 阀门的基本性能参数	58	6.2.2 同轴电缆	93
4.5.5 阀门的选择	58	6.2.3 光纤	93
4.6 变频器	59	6.3 串行接口标准	94
4.6.1 变频器简介	59	6.3.1 RS-232 串行接口标准	95
4.6.2 变频器参数的设定	61	6.3.2 RS-422 串行接口标准	96
4.6.3 PLC 控制变频器	61	6.3.3 RS-485 串行接口标准	97
习题	62	6.3.4 串口通信数据格式	97
第5章 人机接口(HMI)——系统的表情	63	6.4 工业通信协议	98
5.1 人机接口产品常识	63	6.4.1 工业通信协议基础	98
5.1.1 人机接口的定义	63	6.4.2 现场总线	100
5.1.2 人机接口产品的组成及 工作原理	63	6.4.3 以太网	103
5.1.3 人机接口的交互方式	64	6.5 西门子 PLC 网络	104
5.1.4 人机界面产品的基本功能及 选型指标	64	6.5.1 PPI 通信网络	104
5.2 西门子人机界面设备简介	65	6.5.2 MPI 通信网络	105
5.2.1 SIMATIC HMI 精智面板	65	6.5.3 PROFIBUS 现场总线通信 技术	107
5.2.2 SIMATIC HMI 精简面板	67	6.5.4 工业以太网通信技术	108
5.2.3 SIMATIC HMI 移动面板	67	习题	110
5.2.4 SIMATIC HMI 按键面板	67	参考文献	111
5.3 WinCC Flexible 介绍	68	索引	112
5.4 WinCC Flexible 使用简介	69		

第 1 章 工业自动化概述

引言:本章介绍自动化以及工业自动化控制系统。为了便于理解,将工业自动化控制系统与人作类比,简要介绍工业自动化控制系统各部分组成,为初学者认识工业自动化控制系统奠定一定的基础。

本章要求:掌握自动化的概念,掌握工业自动化控制系统中各部分的组成及作用。

1.1 自动化

百度搜索对自动化(automation)的定义:自动化是指机器设备、系统或过程(生产、管理过程)在没有人或较少人的直接参与下,按照人的要求,经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制,实现预期目标的过程。自动化技术广泛应用于工业、农业、军事、科学研究、交通运输、商业、医疗、服务和家庭等方面。采用自动化技术不仅可以把人从繁重的体力劳动、部分脑力劳动以及恶劣、危险的工作环境中解放出来,而且能扩展人的器官功能,极大地提高劳动生产率,增强人类认识世界和改造世界的能力。因此,自动化是工业、农业、国防和科学技术现代化的重要条件和显著标志。

自动化的概念不是一成不变的,它经历了一个动态发展的过程。一开始,人们对自动化的理解或者说对自动化的功能目标的定义是以机械的动作代替人力操作,自动地完成特定的作业,这实质上是自动化代替人的体力劳动的观点。后来随着电子、信息技术的发展,特别是随着计算机的出现和广泛应用,自动化的概念已扩展为用机器(包括计算机)不仅代替人的体力劳动而且还代替或辅助脑力劳动,以自动地完成特定的作业。

自动化技术的发展是伴随着人类各个领域的科技发展而发展起来的,也是伴随着人们需求的提高而发展起来的。人们在几千年的生产过程中,为了更便利地生产出自己需要的产品,发明了很多能够替代人来工作的自动装置,如古代人在河流上建造可以通过水的冲击带动轮子转动,实现灌溉、碾米等工作的水车、磨坊等,如图 1-1 所示。随着人类认知世界的不断深入,近代人创造出许多诸如钟表、蒸汽机速度调节控制等自动装置,到十八世纪末自动装置的应用和研究使得自动化技术初具雏形。

20 世纪 40 年代末,美国数学家诺伯特·维纳(Norbert Wiener)撰写了自动化的理论基础著作——《控制论》,如图 1-2 所示,这标志着自动化技术的正式诞生。自动化技术从诞生到现在,已取得了长足进步,并在不断地发展。自动化技术为生产力以及人类社会的发展起了巨大的作

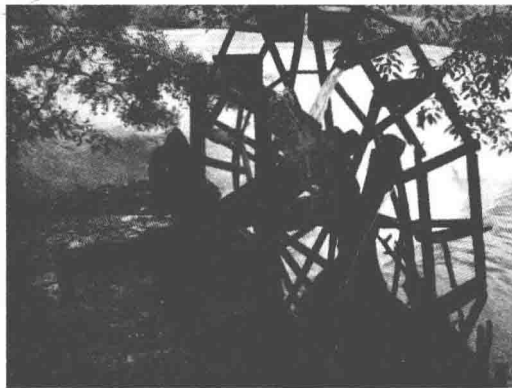


图 1-1 水车灌溉

用,实现了人们摆脱繁重劳动和驾驭复杂系统的愿望。同时,自动化技术也在应用中得到不断发展和完善。人们在自动化技术应用中建立并发展了各种控制理论,设计和制造了各种自动化设备和装置,这些理论与应用在各个领域发挥了极大的作用,如现代化工厂、交通运输、导弹制导以及智能化楼宇都与自动化技术密不可分。随着电子技术、信息技术、计算机技术以及各种现代控制方法与理论的发展,今天的自动化技术正以崭新的面貌在各个领域中发挥着重要作用,以现代自动控制理论为基础的现代工业化系统展现出其无限美好的发展前景。

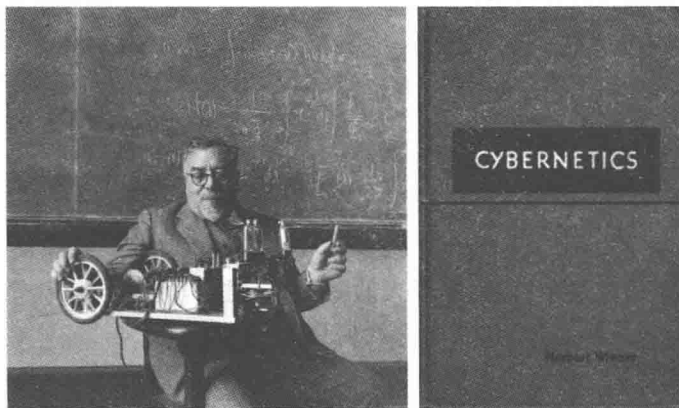


图 1-2 维纳及其《控制论》

自动控制是基于反馈的技术,一个简单自动控制系统结构图如图 1-3 所示。反馈理论包括三个要素:测量、比较与执行。通过传感器对输出信号进行测量,并与输入信号(期望值)作比较,通过两者的偏差来调整执行器的输出,从而调整系统的响应。

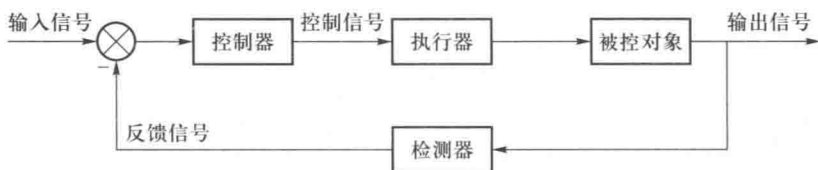


图 1-3 简单自动控制系统结构

而复杂自动化系统往往是多变量、多回路、多类型的系统,其系统框图如图 1-4 所示, $X = \{x_0, x_1, \dots, x_m\}$,是系统的输入; $Y = \{y_0, y_1, \dots, y_n\}$,是系统的输出。

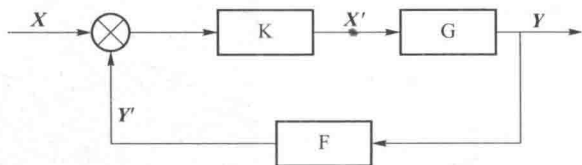


图 1-4 多变量自动控制系统

1.2 自动化的分类

自动化的应用场合非常广泛,按照研究内容来分,可以把自动化分为过程控制自动化、机械制造自动化、管理自动化、实验室自动化和家庭自动化等。

过程控制自动化一般指石油炼制和化工等工业控制过程中流体或粉体的化学过程自动化处理。过程控制系统一般由检测仪表、调节器和计算机等组成,对加热炉、精馏塔等设备或整个工厂进行控制,采用的控制方法主要有反馈控制、前馈控制和最优控制等。

机械制造自动化是机械、电气与自动控制相结合的产物,处理的对象一般是离散工件。早期的机械制造自动化采用机械或电气部件的单机自动化或简单的自动生产线。20世纪60年代以后,随着电子计算机的兴起并普遍应用,数控机床、机器人、计算机辅助设计(computer aided design,简称CAD)、计算机辅助制造(computer aided manufacturing,简称CAM)等为机械制造自动化增加了新的活力,出现了柔性制造系统(flexible manufacture system,简称FMS)。在柔性制造系统自动化车间的基础上,加上信息管理、生产管理自动化,出现了采用计算机集成制造系统(computer/contemporary integrated manufacturing,简称CIMS)的工厂自动化。

管理自动化是指工矿企业或事业单位对人、财、物、生产过程、办公等进行自动化管理,是一种以信息处理为核心的自动化技术,主要以电子计算机、通信系统与控制等学科为基础。在信息管理系统的基礎上,人们又研制出了决策支持系统(decision support system,简称DSS),可以为高层管理人员的决策提供多种备选方案。

狭义的实验室自动化是指实验中获取实验数据、对数据进行处理以及获得实验结果整个过程的自动化;广义的实验室自动化涵盖了很多领域,包括科学实验、仿真、图像处理、计算机辅助设计、自动测量、自动检查、实验设备的控制、文献专利情报的管理、各种数据库、自动翻译以及专家系统等。实验室自动化系统是充分运用实验室技术资源、信息资源和人的智力资源的科学研究支持系统。

家庭自动化与人类的生活密切相关,是指利用微处理电子技术,来集成或控制家中的电子电器产品或系统,例如:空调系统、安保系统、灯光、电脑设备、视频以及各种音响设备等。

1.3 工业自动化系统与人

工业自动化系统是运用控制理论、仪器仪表、计算机和其他信息技术,对工业生产过程实现检测、控制、优化、调度、管理与决策,以实现增加产量、提高质量、降低消耗、确保安全为目标的集成系统,是为了完成某项任务或者生产某些产品而协同工作的一系列设备和装置的集合。譬如汽车生产线就是一个自动化程度非常高的工业自动化系统,生产线中的控制器可以根据传感器传输过来的信号来确定工件的类型、位置等信息,控制多个输出,可以进行传输、焊接、冲压、涂装、动力总成等工序。前面一节中所叙述的过程控制自动化、机械制造自动化以及管理自动化都可以归属于工业自动化的范畴,图1-5就是一个较为复杂的西门子工业自动化系统。

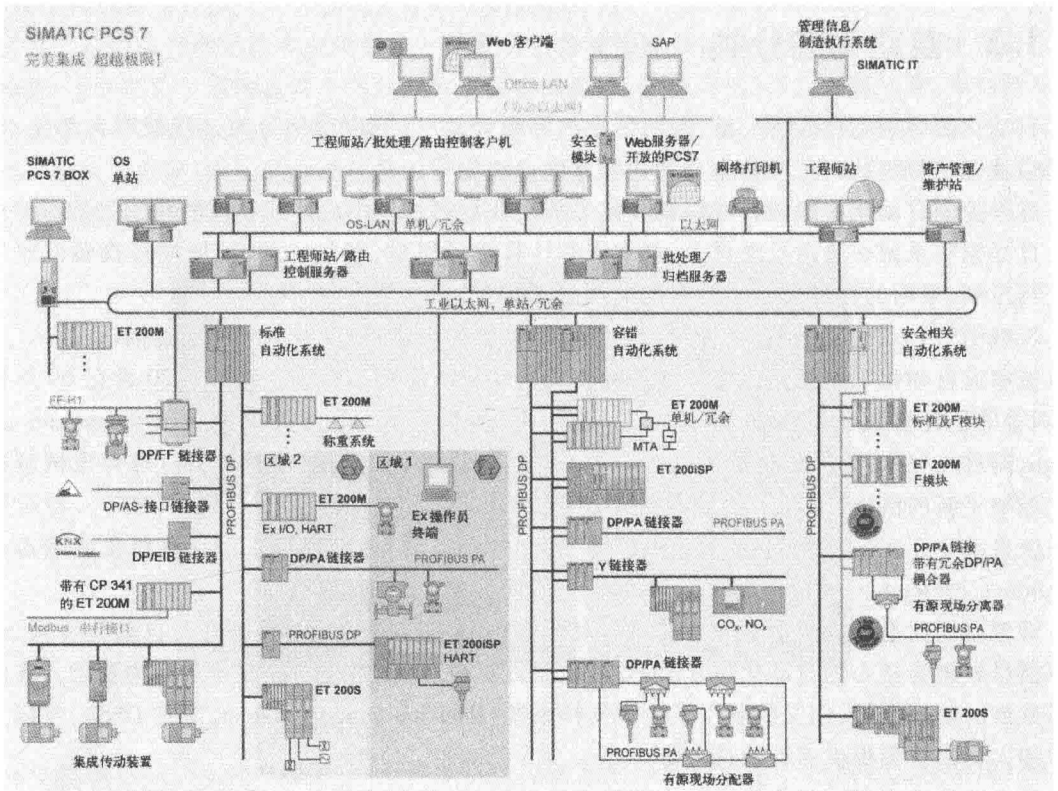


图 1-5 工业自动化系统

为了更好地理解工业自动化控制系统,我们将工业自动化系统与人作类比。一个复杂的工业自动化系统可被看成是一个人类群体:一个人类群体是由许多人构成的,一个工业自动化系统也是由许多控制单元构成;每一个人都有自己的大脑,工业自动化系统中的每一个控制单元也有其相应的控制器;每一个人都有自己的眼睛、鼻子、耳朵以及其他感觉器官,工业自动化系统中的每一个控制单元也都有其相应的传感器,负责收集所需要的信息;每一个人都有自己的手、脚以及其他可动作的器官,工业自动化系统中每一个控制单元也会有相应的执行机构,如各种执行电机、电磁阀等,用于对工业自动化系统中的位置、速度、压力、温度等进行控制;人与人、人与其他事物之间需要通过语音、文字、动作以及其他方式进行信息沟通、了解以及合作,工业自动化控制系统中的各个控制单元间也需要进行协调控制,这就是工业自动化控制系统中的人机交互以及通信网络。

由此可见,一个工业控制系统跟由人构成的人类群体有很多的相似之处,因此本书也将通过与人类作类比,来为大家介绍工业自动化系统。

1.4 工业自动化系统组成

由 1.3 节与人类群体的类比可知,一个工业自动化系统主要由传感器、控制器、执行机构、人

机交互以及通信网络构成。下面分别介绍各组成部分。

1.4.1 控制器——系统的大脑

工业自动化控制系统中控制器在整个系统中起着极其重要的作用,扮演着系统管理和组织核心的角色,是系统的大脑。整个控制系统性能的优劣很大程度上取决于控制器的好坏。常用的工业用控制器主要有:可编程序控制器、数字信号处理器、单片机以及工业控制计算机。

(1) 可编程序控制器

可编程序控制器的出现是为了替代继电器接触控制系统复杂的硬件接线,以逻辑控制为主,因此其一开始的名字为可编程序逻辑控制器(programmable logic controller,简称 PLC),现在可编程序控制器(programmable controller,简称 PC)已大大扩展了它的控制范围,是将逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作,以指令的形式存储于可编程的存储器中,并经过数字式或模拟式的输入输出部件,对生产设备和过程进行控制的数字运算操作电子装置。为了与个人电脑(personal computer,简称 PC)区分开,可编程序控制器依然沿用原来的简称 PLC。常见的西门子系列 PLC 如图 1-6 所示。

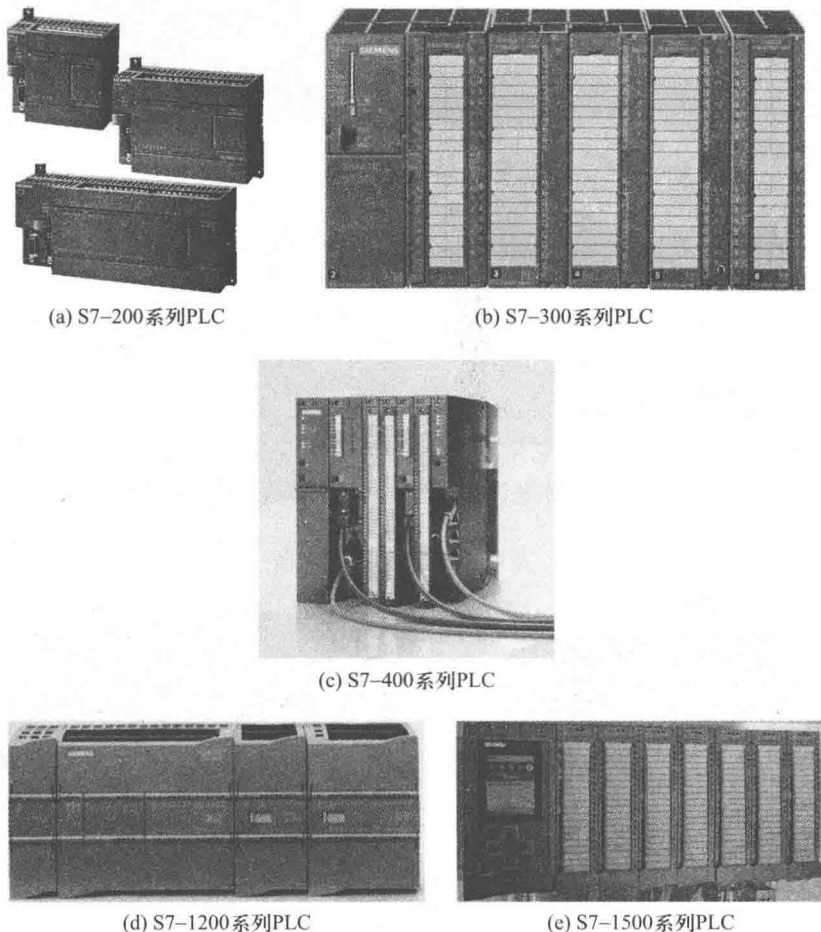


图 1-6 西门子 PLC 产品系列

PLC 是基于计算机技术和自动控制理论发展而来的,它既不同于普通的计算机,又不同于一般的计算机控制系统,作为一种特殊形式的计算机控制装置,它在系统结构、硬件组成、I/O 通道、软件结构以及用户界面诸多方面都有其特殊性。

(2) 单片机与数字信号处理器

单片机,全称单片微型计算机(single-chip microcomputer),又称微控制器(microcontroller),是一种集成电路芯片,如图 1-7 所示。单片机是采用超大规模集成电路技术把中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 接口和中断系统以及定时器/计数器等功能(还可以包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路)集成到一块硅片上而构成的一个小而完善的微型计算机系统,在工业控制领域广泛应用。

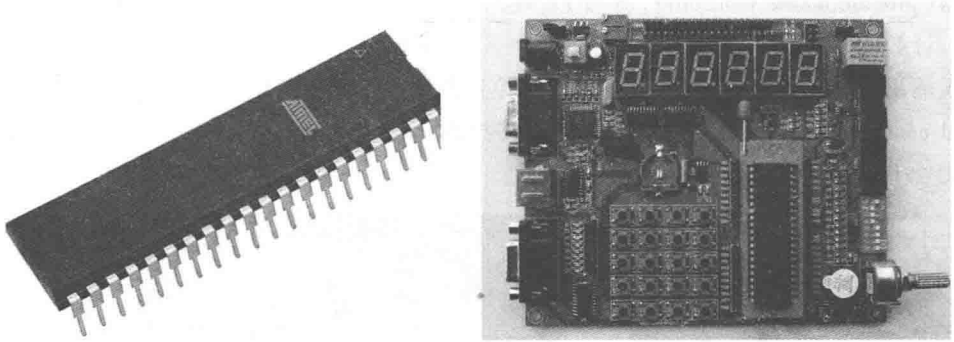


图 1-7 单片机与单片机系统

单片机价格低廉,广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域。

数字信号处理器(digital signal processor,简称 DSP)是由大规模或超大规模集成电路芯片组成的用来完成某种信号处理任务的处理器。它是为适应高速实时信号处理任务的需要而逐渐发展起来的。随着集成电路技术和数字信号处理算法的发展,数字信号处理器的实现方法也在不断变化,处理功能不断提高和扩大。它广泛应用于通信与信息系统、信号与信息处理、自动控制、雷达、军事、航空航天、医疗、家用电器等许多领域。DSP 以及由 DSP 构成的控制系统如图 1-8 所示。

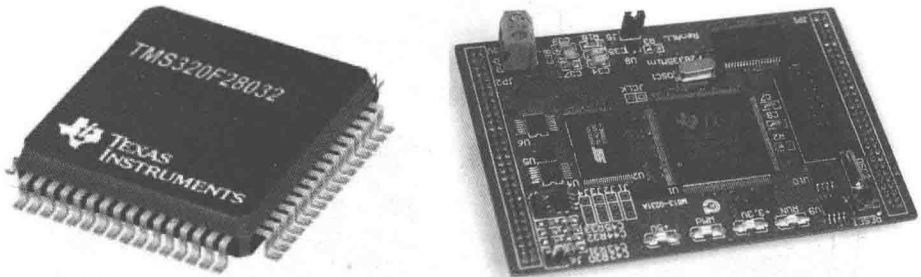


图 1-8 DSP 及 DSP 构成的系统

由于 DSP 与单片机都属于微控制器,在工业控制中不能直接与现场的按钮、继电器等直接相连,因此在实际使用过程中需要对单片机和 DSP 的输入、输出接口进行设计,开发周期较长。

(3) 工业控制计算机

工控机(industrial personal computer,简称 IPC)即工业控制计算机,如图 1-9 所示,是一种专门为工业现场而设计的计算机。工控机具有重要的计算机属性和特征,如具有 CPU、硬盘、内存、外设及接口,并有操作系统、控制网络和协议、计算能力、友好的人机界面。因其价格低、质量高、产量大、软/硬件资源丰富,而被广大的技术人员所熟悉和认可。其主要的组成部分为工业机箱、无源底板及可插入其上的各种板卡,如 CPU 卡、I/O 卡等,并采取全钢机壳、机卡压条过滤网,双正压风扇等设计及电磁兼容性(electro magnetic compatibility,简称 EMC)技术以解决工业现场的电磁干扰、震动、灰尘、高/低温等问题。



图 1-9 工业控制计算机

(4) 专用控制器——温度调节器、速度调节器等

专用控制器就是专门为某一种设备开发的控制器,如电动车专用控制器、太阳能发电专用控制器等,再有,如温度控制仪表以及速度控制器等。

1.4.2 执行机构——系统的四肢

执行机构在自动控制系统中的作用就是相当于人的四肢,它接受调节器的控制信号,改变操纵变量,使生产过程按预定要求正常运行,执行机构可以使用液体、气体、电力或其他能源并通过电机、气缸或其他装置将其转化成驱动作用。在生产现场,执行器直接控制着工艺介质,若选型或使用不当,往往会给生产过程的自动控制带来困难。因此执行器的选择、使用和安装调试是个

重要的环节。常用的执行机构可以分为:电动、气动、液动执行机构。

(1) 电动执行机构

电动执行机构也叫电动执行器,有五种类型:直行程电动执行器、角行程电动执行器、电动调节阀、PID 电动调节执行器和电磁阀。

直行程与角行程电动执行器的作用是接收调节器或其他仪表送来的 $0\sim 10\text{ V}$ 、 $4\sim 20\text{ mA}$ 或 $1\sim 5\text{ V}$ 电压的标准直流电信号,经执行器后变成位移推力或转角力矩,以操作开关、阀门等,完成自动调节的任务。

电动调节阀通过接收工业自动化控制系统的信号(如: $4\sim 20\text{ mA}$)来驱动阀门改变阀芯和阀座之间的截面积大小,控制管道介质的流量、温度、压力等工艺参数,实现自动化调节功能。

电磁阀是一种用电磁控制的工业设备,是用来控制流体的自动化基础元件,属于执行器,并不限于液压、气动。它在工业控制系统中用来调整介质的方向、流量、速度和其他的参数。电磁阀可以配合不同的电路来实现预期的控制,而控制的精度和灵活性都能够得到保证。电磁阀有很多种,不同的电磁阀在控制系统的不同位置发挥作用,最常用的是单向阀、安全阀、方向控制阀、速度调节阀等。

电动执行机构的主要优点是高度的稳定和恒定的推力。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,可以很好地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。

电动执行机构的缺点主要有:① 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;② 电机运行要产生热,如果调节太频繁,容易造成电机过热,产生过热保护,同时也会加大对减速齿轮的磨损;③ 运行较慢,从调节器输出一个信号,到调节阀完成响应,需要较长的时间,这是它不如气动、液动执行器的地方。

(2) 气动执行机构

利用压缩空气来执行阀门的开启及关闭的机构称为气动执行机构,一般也称为气动执行器。气动执行器按作用形式分为双作用和单作用两种,按行程控制分为直行程和角行程两种。利用分布式控制系统(distributed control system,简称 DCS)系统或 PLC 控制系统给出的 $4\sim 20\text{ mA}$ 或 $0\sim 10\text{ V}$ 控制信号,控制气动执行机构的开度,从而达到调节阀门工作。

由于气动执行机构有结构简单、输出推力大、动作平稳可靠、安全防爆等优点,在发电厂、化工、炼油等对安全要求较高的生产过程中有广泛的应用。

气动执行机构的主要优点如下。

① 接受连续的气信号,输出直线位移(加电/气转换装置后,也可以接受连续的电信号),有的配上摇臂后,可输出角位移。

② 有正、反作用功能。

③ 移动速度大,但负载增加时速度会变慢。

④ 输出力与操作压力有关。

⑤ 可靠性高,但气源中断后阀门不能保持(如要保持阀门位置,需加保位阀)。

⑥ 不便实现分段控制和程序控制。

⑦ 检修维护简单,对环境的适应性好。

⑧ 输出功率较大。

⑨ 具有防爆功能。

(3) 液动执行器

液动执行器是以液压油为动力完成执行动作的一种执行器。当需要异常的抗偏离能力和较高的推力以及较快的形成速度时,往往选用液动或电液执行机构。因为液体的不可压缩性,所以采用液动执行器就具有较优的抗偏离能力,这对于调节工况是很重要的,因为当调节元件接近阀座时,节流工况越不稳定,压差越大,这种情况越厉害。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。电液执行机构将电机、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。液动执行器和气动执行器相类似,但是比气动执行器能耐受更高的压力,它的工作需要外部的液压系统,工厂中需要配备配套的液压站和输油管路,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。

1.4.3 传感器——系统的感觉器官

人们为了从外界获取信息,必须借助于感觉器官。而单靠人们自身的感觉器官,研究自然现象和规律以及它们在生产活动中的功能就远远不够了。为适应这种情况,就需要传感器。因此可以说,传感器是人类五官的延长,又称之为电五官。在工业自动化控制系统中,传感器就是系统的五官。

传感器是一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能将感受到的信息,按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。传感器被用来测量各种物理量,包括温度传感器、流量传感器、压力传感器等。传感器的存在和发展,让系统有了触觉、味觉和嗅觉等感官,让系统慢慢变得活了起来。

可以将传感器的功能与人类五大感觉器官类比如下:

- (1) 光敏传感器——视觉;
- (2) 声敏传感器——听觉;
- (3) 气敏传感器——嗅觉;
- (4) 化学传感器——味觉;
- (5) 压敏、温敏、流体传感器——触觉。

1.4.4 人机界面——系统的表情

人机界面(human machine interaction,简称 HMI),又称用户界面或使用界面,是人与控制系统之间传递、交换信息的媒介和对话接口,是利用显示屏显示,通过输入单元(如触摸屏、键盘、鼠标等)写入工作参数或输入操作命令,实现人与机器信息交互的数字设备,是控制系统的重要组成部分。人机界面是系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介,它实现信息的内部形式与人类可以接受形式之间的转换。凡参与人机信息交流的领域都存在着人机界面。

人机界面产品由硬件和软件两部分组成,硬件部分包括处理器、显示单元、输入单元、通信接口、数据存储单元等,其中处理器的性能决定了 HMI 产品的性能,是 HMI 的核心单元。

(1) 基本功能

设备工作状态显示,如指示灯、按钮、文字、图形、曲线等;

数据、文字输入操作,打印输出;

生产配方存储,设备生产数据记录;

简单的逻辑和数值运算;

可连接多种工业控制设备组网。

(2) 人机界面分类

薄膜键输入的 HMI,显示尺寸小于 5.7 英寸,属初级产品,如 POP-HMI 小型人机界面;

触摸屏输入的 HMI,显示屏尺寸为 5.7~12.1 英寸,属中级产品;

基于平板计算机(PC)的、多种通信接口的、高性能 HMI,显示尺寸大于 10.4 英寸,属高端产品。

1.4.5 通信——系统各单元之间的信息交流

当任意两台设备之间有信息交换时,它们之间就产生了通信,就像人与人之间语言、文字等方面的交流。在 PLC 控制系统中,通信是指 PLC 与 PLC、PLC 与计算机、PLC 与现场设备或远程 I/O 之间的信息交换。

PLC 控制系统通信的任务就是将地理位置不同的 PLC、计算机、各种现场设备等,通过通信介质连接起来,按照规定的通信协议,以某种特定的通信方式高效率地完成数据的传送、交换和处理。

面对众多生产厂家的各种类型 PLC,它们各有优缺点,能够满足用户的各种需求,但在形态、组成、功能、编程等方面各不相同,没有一个统一的标准,各厂家制订的通信协议也千差万别。目前,人们主要采用以下三种方式实现 PLC 与 PC 的互联通信。

(1) 通过使用 PLC 厂商提供的系统协议和网络适配器,来实现 PLC 与 PC 的互联通信。但是由于其通信协议是不公开的,所以互联通信必须使用 PLC 开发商提供的上位机组态软件,并采用支持相应协议的外设。所以说这种方式是 PLC 开发商为自己的产品量身定做的,因此难以满足不同用户的需求。

(2) 使用目前通用的上位机组态软件,如组态王、InTouch、WinCC、力控等,来实现 PLC 与 PC 的互联通信。组态软件以其功能强大、界面友好、开发简洁等优点在 PC 监控领域已经得到了广泛的应用,但是一般价格比较昂贵。组态软件本身并不具备直接访问 PLC 寄存器或其他智能仪表的能力,必须借助 I/O 驱动程序来实现。也就是说,I/O 驱动程序是组态软件与 PLC 或其他智能仪表等设备交互信息的桥梁,负责从设备采集实时数据并将操作命令下达给设备,它的可靠性将直接影响组态软件的性能。但是在大多数情况下,I/O 驱动程序是与设备相关的,即针对某种 PLC 的驱动程序不能驱动其他种类的 PLC,因此组态软件的灵活性也受到了一定的限制。

(3) 利用 PLC 厂商所提供的标准通信端口和由用户自定义的自由端口通信方式来实现 PLC 与 PC 的互联通信。这种方式由用户定义通信协议,不需要增加投资,灵活性好,特别适合于小规模的控制系統。

习 题

1. 何为自动化? 按照研究内容来分, 自动化可以分成哪几类?
2. 工业自动化控制系统由哪些部分构成? 各部分的作用是什么?
3. 工业自动化控制系统中常用的控制器有哪些? 各有什么优缺点?