



“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材

物联网控制技术

Internet of Things: Control Technology

王万良 编著

高等教育出版社

“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材

物联网控制技术

Wulianwang Kongzhi Jishu

王万良 编著

高等教育出版社·北京

内容提要

控制技术是物联网工程专业的核心内容,也是计算机、电子、通信、机械、化工等众多学科中重要的技术。本书对自动化专业多门课程进行简化和融合,以适应非自动化专业学习应用自动控制技术的需要。本书主要内容有:物联网控制技术概述、PLC 和集散控制系统等物联网控制器、计算机控制过程的模拟量输入/输出通道和数字量输入/输出通道设计、计算机控制系统辨识、现代计算机控制算法、物联网控制系统执行装置、物联网控制系统可靠性设计、典型物联网控制系统设计。

本书主要作为物联网工程专业“物联网控制技术”课程的教材,也可以作为计算机、电子信息、机械等类专业本科生学习自动控制技术的教材。

图书在版编目(CIP)数据

物联网控制技术 / 王万良编著. -- 北京: 高等教育出版社, 2016. 9
ISBN 978-7-04-046197-8

I. ①物… II. ①王… III. ①互联网络-应用-高等学校-教材 ②智能技术-应用-高等学校-教材 IV. ①TP393.409②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 198581 号

策划编辑 韩 飞 责任编辑 韩 飞 封面设计 张 志 版式设计 杜微言
插图绘制 杜晓丹 责任校对 刘 莉 责任印制 耿 轩

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 中国农业出版社印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 12.5
字 数 270 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 2016 年 9 月第 1 版
印 次 2016 年 9 月第 1 次印刷
定 价 28.70 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 46197-00

数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站,请登录网站后开始课程学习。

一、注册/登录

访问 <http://abook.hep.com.cn/187598>, 点击“注册”, 在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”页面。

二、课程绑定

点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”, 正确输入教材封底防伪标签上的 20 位密码, 点击“确定”完成课程绑定。

三、访问课程

在“正在学习”列表中选择已绑定的课程, 点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

四、资源说明

与本书配套的数字课程资源包括电子课件、习题分析与解答, 以便读者学习使用。如有账号问题, 请发邮件至: abook@hep.com.cn。



用户名 密码 验证码 7989

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程与“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材《物联网控制技术》纸质教材一体化设计, 配套使用, 为读者提供电子教案、课外学习资料、习题解答等多种形式的辅助教学资源, 丰富了知识的呈现形式, 拓展了教材内容。在有效帮助读者提升课程学习效果的同时, 也为读者自主学习提供思维与探索的空间。



Android客户端

出版说明

信息化社会需要大量的计算机类专业人才。据统计,目前我国计算机类专业布点总数已逾2800个,这些专业点为国家的现代化建设培养了大批计算机类专业人才,其中绝大多数是应用型人才。如何按照社会需求,确定合理的人才培养目标,并在其指导下培养特色突出的应用型人才,是提高教育质量和水平的重要任务。

为了更好地引导高校计算机类各专业点构建有特色的培养方案,例如,能够体现行业特色、区域需求,同时建设体现这些特色的学科基础课和专业课,促进本科计算机类专业应用型人才培养,出版一批体现应用型人才培养特色的新形态教材,教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会、全国高等学校计算机教育研究会与高等教育出版社联合组建了“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”课题组,基于《计算机类专业教学质量国家标准》,围绕软件工程、网络工程、物联网工程等专业应用型人才培养的研究展开相关工作。

在研究的基础上,课题组汇聚80多所高校的教学经验,协同创新,开展了核心课程教学资源建设以及教材建设,这套教材作为课题研究的重要成果之一,具有以下几个显著特点。

- 以课题研制的《高等学校本科计算机类专业应用型人才培养指导意见》为指导,委托有丰富教学实践经验的教师编写,内容覆盖了不同专业的学科基础课、专业核心课及专业方向课。

- 教材内容基于理论适用,突出理论与实践相结合,强调“做中学”,引入丰富的实验案例,摒弃大而全、重理论轻实践的做法,结构新颖、努力突出专业特色。

- 采用纸质教材与数字资源相结合的形式,将教学内容与课程建设充分展示出来,使教师和学生借助网络实现全方位的个性化教学。

相信这套教材的出版能够起到推动各高校计算机类专业建设、提高教学水平和人才培养质量的作用。希望广大教师在教学过程中对教材提出宝贵的意见和建议,使其在使用过程中不断完善。

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会
全国高等学校计算机教育研究会
高等教育出版社
2015年3月

为了满足国家重大新兴产业发展需求，2010年教育部〔2010〕13号文件《教育部办公厅关于战略新兴产业相关专业申报和审批工作的通知》，明确提出各有条件的高校可以申报物联网专业，标志着物联网人才培养已经提升到国家人才培养的战略性规划。当前，我国已有几百所高校设置了物联网专业。

物联网是利用局部网或互联网等通信技术把传感器、控制器、机器、人和物等通过新的方式联在一起，实现信息化、远程管理控制和智能化的网络。因此，物联网工程专业是计算机、控制、通信等学科交叉的跨学科专业。如何掌握计算机、控制、通信等学科的主要内容，像计算机、控制、通信等学科的专业里介绍这些内容显然是不可能的，而需要从物联网工程设计与应用角度对计算机、自动化、通信的许多课程进行综合。但是，目前许多课程还很不成熟，相应课程的知识单元、学时、知识点有待完善，甚至有些课程国内外还没有相应的教材。

为探讨并解决这些问题，教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会与全国高等学校计算机教育研究会，举办了多次高等学校本科物联网工程专业应用型人才培养研讨会，并于2014年12月26日成立了“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”物联网工程专业工作组，研究物联网工程专业应用型人才培养规格与机制、专业基础课程体系、专业核心课程体系、实践教学体系、校企合作创新人才培养模式以及专业课程MOOC资源建设等课题。

控制技术是物联网工程专业的核心内容。事实上，自动控制技术是计算机、电子、通信、机械、化工等众多学科中的重要技术，但不能像自动化专业那样系统教学，需要对多门课程进行简化和融合。

本书是根据“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”物联网工程专业工作组研制的《高等学校本科物联网工程专业应用型人才培养指导意见》建议的主要知识点编写的“物联网控制技术”课程教材，综合了自动化专业的“电机与拖动”、“电气控制技术”、“计算机控制技术”等多门主要课程中的基本实用内容，并侧重从应用角度介绍这些内容。

1. 主要内容

第1章物联网控制技术概述，介绍物联网控制系统的概念、组成、类型以及远程控制技术等。

第2章物联网控制器，介绍物联网应用系统中常用的PLC、集散控制系统等控制器的功能与特点、组成、工作原理以及软件设计方法。

第3章计算机控制过程通道设计，介绍模拟量输入、输出通道和数字量输入、输出通道设计。

第4章计算机控制系统辨识,介绍系统辨识的概念、线性静态模型的最小二乘参数估计、线性动态模型的最小二乘参数估计及其递推算法、线性系统的结构辨识。

第5章计算机控制算法,介绍PID控制、预测控制、模糊控制等控制算法以及工程实现。

第6章物联网控制系统执行装置,介绍继电器、接触器、交流电动机、直流电动机、变频器、直流伺服电机、交流伺服电机、步进电机的结构、工作原理与使用。

第7章物联网控制系统可靠性设计,介绍计算机控制系统故障分析、表征系统可靠性的特征量、提高系统硬件可靠性和软件可靠性的措施,计算机控制系统抗干扰技术。

第8章物联网控制系统设计,介绍物联网控制系统设计的原则、步骤与调试方法,自动挡车器设计,门禁系统设计。

2. 编写特色

(1) 语言简明,可读性好。本书尽量用通俗的语言深入浅出地讲解,能够使非自动化专业的学生掌握自动控制技术的应用。

(2) 内容基本实用,注重应用。由于自动控制技术非常丰富,许多技术都有专门的课程介绍,而科学技术总是遵循“创建—扩展—应用—精炼”的过程,所以本书对已有教学内容进行梳理,充分考虑物联网系统设计的需要,选择基本实用的理论与方法作为本课程的教学内容。

(3) 精选例题和习题,引导学生解答。本书精选了一些例题,有助于对自动控制技术的掌握。

(4) 编排醒目,有利于学习。每章开始设置了导读,使读者在学习该章之前就知道为什么要学习该章内容,以及该章主要介绍哪些内容。

3. 教师如何使用本教材

本书主要作为物联网工程专业“物联网控制技术”课程的教材,也可以作为计算机、电子信息、机械等类专业本科生学习“自动控制技术”课程的教材,使用本书作为教材的教师可在本书配套的数字课程网站上或向作者免费获取电子教案等教学资源。

4. 联系作者

本书没有同类教材可以参考,在内容选择上可能不恰当,难免存在许多缺点和错误,欢迎使用本书的教师和读者提出宝贵意见。联系邮箱: wwl@zjut.edu.cn

王万良
2016年5月于杭州

目录

第 1 章 物联网控制技术概述	1	2.5 PLC 应用举例	27
1.1 物联网控制系统的概念	1	2.6 集散控制系统	31
1.2 计算机控制系统的基本组成	4	2.6.1 集散控制系统概述	31
1.2.1 计算机控制系统的硬件组成	4	2.6.2 集散控制系统的基本结构	32
1.2.2 计算机控制系统的软件	5	2.7 集散控制系统的组态	37
1.3 计算机控制系统的类型	6	习题 2	39
1.3.1 操作指导控制系统	6	第 3 章 计算机控制系统的过程通道设计	40
1.3.2 直接数字控制系统	6	3.1 模拟量输出通道	40
1.3.3 监督控制系统	7	3.1.1 模拟量输出通道的构成	40
1.3.4 集散控制系统	8	3.1.2 D/A 转换器	40
1.3.5 分级计算机控制系统	8	3.2 模拟量输入通道设计	42
1.4 物联网远程控制技术	9	3.2.1 模拟量输入通道的构成	42
1.4.1 物联网控制模式	9	3.2.2 模拟量输入信号调理	42
1.4.2 移动通信远程控制	12	3.2.3 多路转换器	43
1.4.3 网络遥操作	13	3.2.4 A/D 转换器	44
习题 1	15	3.2.5 CPU 和 A/D 转换电路之间的 I/O 控制方式	45
第 2 章 物联网控制器	16	3.3 数字量输入/输出通道	46
2.1 物联网控制器概述	16	3.3.1 数字量输入/输出通道的构成	46
2.2 PLC 及其功能与特点	17	3.3.2 数字量输入调理通道	47
2.2.1 PLC 的功能	17	3.3.3 数字量输出驱动	47
2.2.2 PLC 的特点	18	习题 3	48
2.3 PLC 的组成与工作原理	19	第 4 章 计算机控制系统辨识	49
2.3.1 PLC 的组成	19	4.1 系统辨识的概念	49
2.3.2 PLC 的工作原理	21	4.1.1 系统辨识的定义	49
2.4 PLC 的编程语言	22	4.1.2 系统辨识的基本内容	50
2.4.1 梯形图语言	23	4.2 线性静态模型的最小二乘	
2.4.2 指令表语言	24		
2.4.3 SFC 语言	25		

参数估计	51	5.4.2 模糊集合	93
4.2.1 参数估计问题	51	5.4.3 模糊控制系统的组成	96
4.2.2 最小二乘法的基本算法	52	5.4.4 模糊控制规则	99
4.2.3 最小二乘法的性质	55	5.4.5 模糊关系与合成	101
4.2.4 应用举例	56	5.4.6 模糊推理与模糊决策	105
4.3 线性动态模型的最小二乘		5.4.7 模糊控制算法的	
参数估计	60	工程实现	107
4.4 最小二乘参数估计的递推算法	62	5.4.8 全自动洗衣机的	
4.4.1 基本递推算法	62	模糊控制	108
4.4.2 带有遗忘因子的递推		习题5	113
算法	65	第6章 物联网控制系统执行装置	115
4.5 线性系统的结构辨识	66	6.1 接触器	115
4.5.1 模型阶次的确定	66	6.1.1 接触器的用途及分类	115
4.5.2 系统纯时滞的辨识	67	6.1.2 接触器的结构及	
习题4	69	工作原理	115
第5章 计算机控制算法	71	6.1.3 接触器的技术参数	116
5.1 PID控制算法	71	6.1.4 接触器的选择	117
5.1.1 基本PID控制算法	71	6.2 继电器	118
5.1.2 改进的PID控制算法	75	6.2.1 继电器概述	118
5.2 数字PID控制器的工程实现	77	6.2.2 中间继电器	118
5.2.1 给定值处理	78	6.2.3 热继电器	119
5.2.2 被控量处理	79	6.2.4 时间继电器	120
5.2.3 偏差处理	79	6.2.5 固态继电器	121
5.2.4 PID计算	80	6.3 交流电动机	122
5.2.5 控制量处理	80	6.3.1 三相异步电动机的	
5.2.6 自动手动切换	81	基本结构	122
5.2.7 PID控制器参数整定	82	6.3.2 异步电动机的	
5.3 预测控制	85	铭牌数据	124
5.3.1 预测控制的基本原理	85	6.4 直流电动机	126
5.3.2 动态矩阵控制	86	6.4.1 直流电动机的工作	
5.3.3 动态矩阵控制的		原理	126
工程设计	88	6.4.2 直流电动机的基本	
5.3.4 模型算法控制	90	结构	127
5.4 模糊控制	93	6.4.3 直流电动机的铭牌数据及	
5.4.1 模糊控制的发展	93	主要系列	128

6.4.4	直流电动机的一般 调速方法	129	7.3.3	软件测试	156
6.5	变频器	131	7.4	计算机控制系统的抗干扰技术	157
6.5.1	变频器概述	131	7.4.1	干扰源	157
6.5.2	变频器的分类	131	7.4.2	抗干扰措施	158
6.5.3	变频器的组成	133	7.4.3	干扰滤波技术	163
6.5.4	变频器的主要 技术参数	135	习题7	166
6.5.5	变频器的主要功能	136	第8章 典型物联网控制系统设计		167
6.5.6	变频器的操作方式	137	8.1	计算机控制系统设计一般方法	167
6.5.7	变频器调速系统	138	8.1.1	计算机控制系统 设计原则	167
6.6	控制电机	139	8.1.2	计算机控制系统的 设计步骤	168
6.6.1	控制电机概述	139	8.1.3	计算机控制 系统的调试	170
6.6.2	直流伺服电动机	139	8.1.4	物联网控制系统 设计原则	172
6.6.3	交流伺服电动机	142	8.2	自动挡车器设计	173
6.6.4	步进电动机	143	8.2.1	自动挡车器的组成	173
6.6.5	直线电动机	145	8.2.2	自动挡车器的类型	175
6.6.6	直线步进电动机	147	8.2.3	自动挡车器的设计	176
习题6	149	8.2.4	停车场智能管理 系统设计	178
第7章 计算机控制系统的可靠性 设计		150	8.2.5	自动挡车器的 安装与应用	179
7.1	计算机控制系统可靠性 设计的概念	150	8.2.6	自动挡车器的特点和 应用范围	179
7.1.1	计算机控制系统故障 分析	151	8.3	门禁系统设计	180
7.1.2	表征系统可靠性的 特征量	151	8.3.1	门禁系统硬件 架构设计	180
7.2	提高系统硬件可靠性措施	152	8.3.2	门禁系统硬件选型	182
7.2.1	提高单机系统 可靠性的方法	152	8.3.3	门禁系统嵌入式 软件设计	183
7.2.2	容错技术	152	习题8	184
7.3	提高软件可靠性措施	153	参考文献		185
7.3.1	软件设计的避错技术	154			
7.3.2	软件的容错技术	155			

第 1 章 物联网控制技术概述

物联网控制系统是以物联网为基础的计算机控制系统。本章在介绍物联网控制系统概念的基础上，介绍一般计算机控制系统的硬件组成和软件组成以及计算机控制系统的基本类型，最后介绍物联网远程控制技术，使读者对物联网控制技术有概略的了解。

1.1 物联网控制系统的概念

物联网是由各种具备联网能力的设备经由相互连接构成复杂网络结构。其中设备可能是异质设备，也可能是同质设备，连接关系也比现有的各种网络结构都要复杂。在物理世界中存在大量需要控制其工作状态的物理设备，而控制论是一种表征和实现对复杂世界控制的方法。

根据控制策略的生成是否在本地控制回路中，物联网控制系统结构可以分为两大类，直接网络控制结构和间接网络控制结构。图 1.1 和图 1.2 给出了两种网络控制系统的结构。

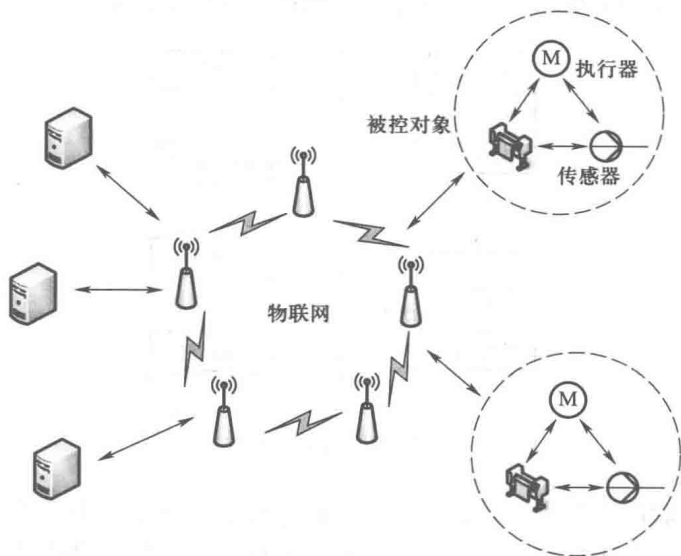


图 1.1 直接网络控制结构

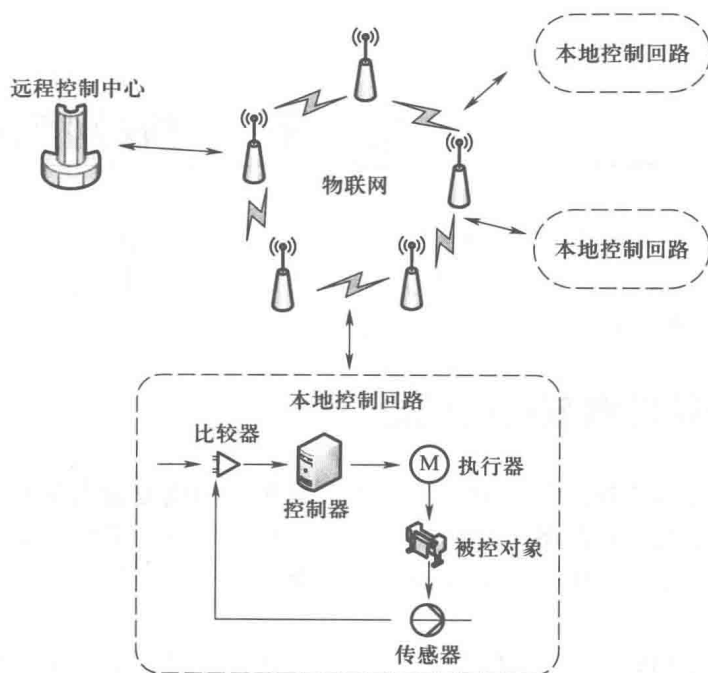


图 1.2 间接网络控制结构

上述两种物联网控制系统结构可以抽象表示成图 1.3 所示的形式。

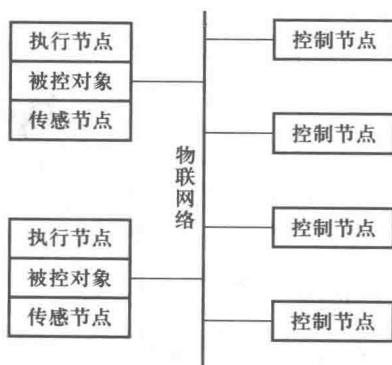


图 1.3 物联网控制系统的抽象结构

在图 1.3 中，物联网网络作为系统各部分进行信息传输的介质，为系统中所有的传感器、执行器和控制器所共享，负责质量信号、控制信号以及状态反馈等信号的传输任务。

与传统的反馈控制系统相比，物联网控制系统中传感器、控制器和执行器不经过专用回路直接相连，其特点是多组控制系统通过公共网络（有线网络或无线网络）交换状态反馈信息

和指令信息，公共网络的复杂性使系统具有传统反馈控制系统所不具备的特性，这些特性决定了物网络控制理论与方法的研究必须针对其独特的网络特性，分析制订解决方案，并在有效论证的基础上设计快速高效的控制算法，以满足物联网控制系统的要求。

物联网控制系统是集网络控制、遥操作、通信、传感器采集、数字及嵌入式控制器设计、执行机构设计、多源信息融合等多种技术于一体的大规模复杂网络，各个环节的高效运作以及联合，才能发挥出物联网巨大的网络优势，主要表现在如下几个方面。

(1) 将物联网应用于控制领域时，对于闭环系统控制，需要对网络的结构设计、传感器采集数据以及控制信号的传输机制进行研究，同时，还要针对可能存在的网络时延及滞后设计具有专门性的网络控制算法。另外，物联网的巨大覆盖面也为遥操作等远程操控技术的实施提供了搭载平台，对分布式控制方法的设计与实施提出了新的挑战。

(2) 数字式直接控制器以及嵌入式控制器是实现各种局部控制逻辑的有效设备，由于其高度的集成性、可定制性以及丰富的网络功能，使得其成为物联网控制系统，尤其是关键性控制任务的重要组成部分。

(3) 由于物联网物物联网的网络本质，对物联网控制系统的执行机构提出了新的要求。在传统控制系统中，执行装置为了提供更大的驱动力和灵活性，往往有较高的能量需求以及较大的体积，如步进电动机，气、液压泵等，而这些执行装置在实现物联网控制系统时，经常存在大规模应用的屏障。因此，新型的微机电系统便迎来了广阔的应用前景。一个完整的微机电系统集信息采集、本地控制回路和微执行机构于一体，是物联网控制系统获得应用的有力保障。

(4) 多传感器采集与多源信息融合是物联网控制系统向智能化发展的保证，通过多种不同类型的传感器获得被控对象的各种状态信息，并且通过冗余式的布置使系统具有较强的生存能力，即使有若干传感器节点被损坏，也不会影响到整个系统的正常运转。同时，利用多源信息融合技术将传感器获得的这些物理测量值进行多级融合，精炼原始数据，形成具有一定语义特征的状态信息或表决信息，提供给上层决策环节进行控制方案的制订。

(5) 作为一个规模巨大的网络系统，在物联网应用中，可能大量的控制系统同时使用同一网络平台作为信息传输的途径，而且对于同一控制系统，从控制器端到被控设备端之间也可能存在多条信息链路。因此，基于物联网的控制系统存在潜在的网络资源占用、数据碰撞、环路死锁等问题，有必要对这种存在，如资源有限等外在约束条件下的控制系统调控进行研究，使控制系统在限制条件下实现自身运行稳定性，并在完成功能任务时达到最优状态，即优化决策将会在物联网控制系统中得到广泛应用。由于物联网系统是一个典型的非线性系统，包含着大量的异质设备，存在着时滞等问题，连接关系错综复杂，传统的优化决策方法无法适用于物联网最优化控制，因此智能优化算法将在物联网优化中起到关键作用。

1.2 计算机控制系统的基本组成

计算机控制系统的典型原理结构如图 1.4 所示。其中数字计算机及 A/D、D/A 转换器等统称为计算机系统。它的主要作用是，根据接受的被控对象以及外界的有关信息，按选定的算法进行变换处理并产生必要的控制指令输出作用于被控对象。

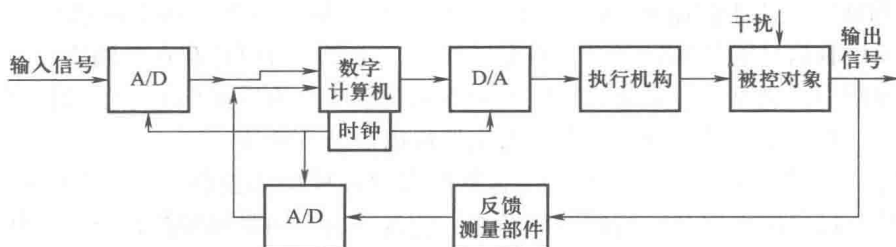


图 1.4 计算机控制系统的典型原理结构

1.2.1 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统必须有一套性能良好的硬件系统支持才可有效地运行。这些硬件应当包括：计算机、外部设备、测量装置以及执行装置。图 1.5 表示计算机控制系统硬件配置的基本组成，图中点画线框所包围部分为实时控制所必需的计算机系统的最小配置。

1. 计算机主机

由中央处理器（CPU）、RAM、ROM 等存储器、定时器组成的计算机主机是计算机控制系统的核心，其主要作用是，根据接收的被控对象及外界有关信息，按选定的算法进行变换处理并产生必要的控制指令作用于被控对象。其中随机存储器（RAM）可作为数据处理的暂存单元及堆栈，也可存放用户的应用程序。只读存储器（ROM）、可编程存储器（PROM）、电可擦除存储器（E2PROM）、闪存（FLASH）等可用于存放系统的监控程序，某些固定子程序以及用户程序。定时器用作实时控制的计时标准。当被控对象需响应紧急事件时，就向 CPU 发出中断申请。CPU 通过接收中断信号，执行相应的中断服务程序进行回应。

为使计算机主机与外部设备之间能正确交换信息，计算机系统中还配置不同的接口适配器。在进行控制的过程中，计算机还可以将被检测和控制的输入/输出量根据编制的程序，进行显示或打印。当控制过程发生故障或不符合预定的指标要求时，计算机可以输出信号显示或发出报警信号。显示器、打印机、操控台等设备是实现人机对话所必需的外部设备。

2. 过程通道

外界模拟量信号由模/数（A/D）转换器采集并转换成数字量送入计算机。计算机产生的控制指令由数/模（D/A）转换器转换为模拟量输出。

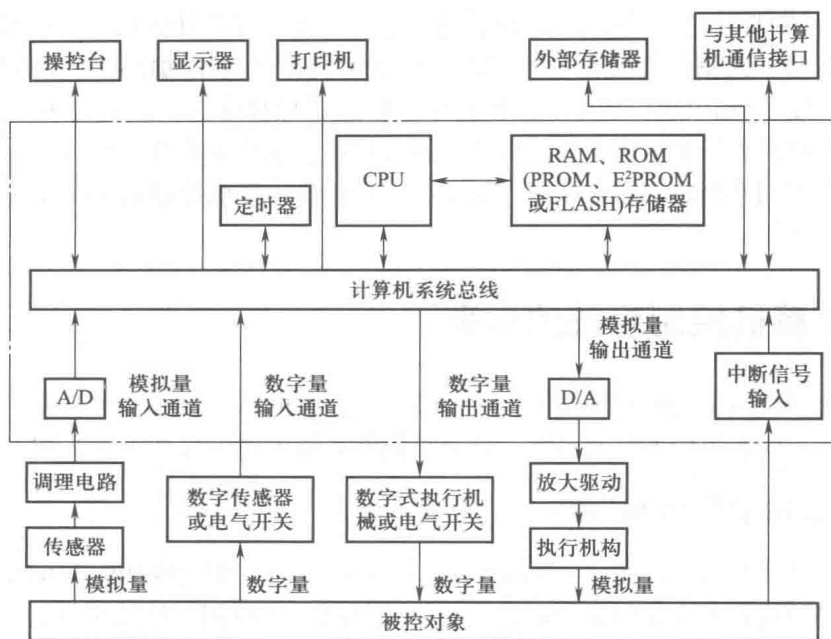


图 1.5 计算机控制系统硬件配置

实际传感器将非电量的物理量转换成电量。该电量并不一定适合 A/D 直接采样转换，有时还必须通过放大、滤波等措施后，才能送入 A/D 转换器。通常将完成这一系列功能的电路称为信号调理电路。因此，为了使被控对象与计算机之间能正确地相互传递信息，还必须要有不同物理量的传感器及调理电路。

计算机产生的控制指令无法直接作用于被控对象上，需通过放大驱动及执行机构（它将计算机的控制输出进行功率放大、隔离等）作用到被控对象上。

如果外界的信号是开关量或是通过数字传感器采集的以及所需的控制指令是数字式的（如电气开关或数字式执行机构等），则可以分别由数字量输入通道或数字量输出通道与计算机交换信息。本书在理论分析部分将认为信号均采用 A/D 及 D/A 转换器进行转换。

1.2.2 计算机控制系统的软件

与任何计算机系统一样，控制用的计算机系统也必须配备相应的软件系统才能实现所预期的各种控制功能。软件是计算机工作程序的总称，是实现预期的信息采集、处理及输出功能的各种程序的集合。计算机控制系统中软件系统的优劣，直接关系到硬件功能的发挥以及控制系统的品质及操作管理的水平。通常，计算机控制系统的软件由系统软件和应用软件两大类组成。

(1) 系统软件：是指计算机的通用软件，主要包括实时操作系统及一些公共服务系统

(如编译程序、诊断程序、调试程序及通信软件等)。系统程序由计算机生产厂家提供。

(2) 应用软件：是指计算机在系统软件支持下实现各种应用功能的专用程序。一般包括控制算法程序、输入/输出接口程序、监控程序及信息管理程序。一般情况下，应用软件应由计算机控制系统设计人员根据所选用的硬件及软件环境和系统要求开发编写。

由于计算机控制系统是实时在线运行的系统，在构成计算机控制系统硬件及软件时，必须考虑实时性及可靠性。

1.3 计算机控制系统的类型

计算机控制系统所采用的形式与它所控制的生产过程的复杂程度密切相关，不同的被控对象和不同的要求，应有不同的控制方案。计算机控制系统大致可分为以下几种类型。

1.3.1 操作指导控制系统

操作指导控制系统 (Operational Information System, OIS) 的构成如图 1.6 所示。所谓操作指导是指计算机的输入不直接用来控制对象，只是每隔一段时间，计算机进行一次数据采集，将系统的一些参数经 A/D 转换后送入计算机进行计算及处理，然后进行报警、打印和显示。

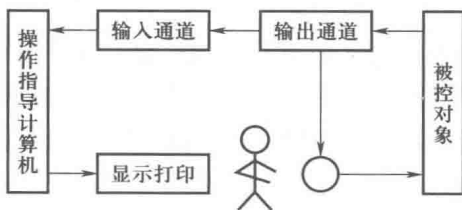


图 1.6 操作指导控制系统

操作指导控制系统属于开环控制结构，起决定作用的还是操作人员，因此，它适用于那些还不能完全由计算机控制的复杂控制过程。

1.3.2 直接数字控制系统

直接数字控制 (Direct Digital Control, DDC) 系统的构成如图 1.7 所示。

计算机首先通过模拟量输入通道 (AI) 和数字量输入通道 (DI) 实时采集数据，然后按照一定的控制规律进行计算，最后发出控制信息，并通过模拟量输出通道 (AO) 和数字量输出通道 (DO) 直接控制生成过程。DDC 系统属于闭环控制系统，是最普遍的一种计算机控制方式。

由于 DDC 系统中的计算机直接承担控制任务，通常要控制几个或几十个回路，所以要求实时性好、可靠性高和适应性强。

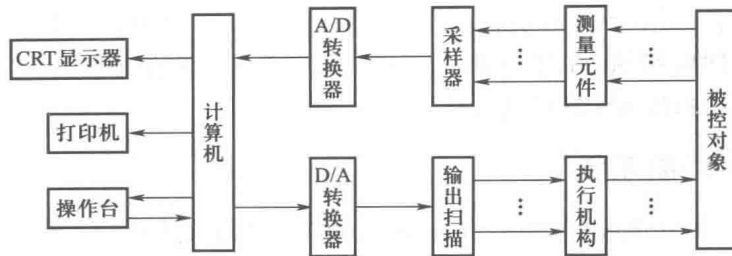


图 1.7 直接数字控制系统

1.3.3 监督控制系统

监督控制（Supervisory Computer Control, SCC）系统中，计算机根据原始工艺信息和其他参数，按照描述生产过程的数学模型或其他方法，自动地改变模拟/数字调节器或以直接数字控制方式工作的计算机中的给定值，从而使生产过程始终处于最优工况（如保持高质量、高效率、低消耗、低成本等）。从这个角度上说，它的作用是改变给定值，所以又称其为设定值控制（Set Point Control, SPC）系统。监督控制系统有两个不同的结构形式，如图 1.8 所示。

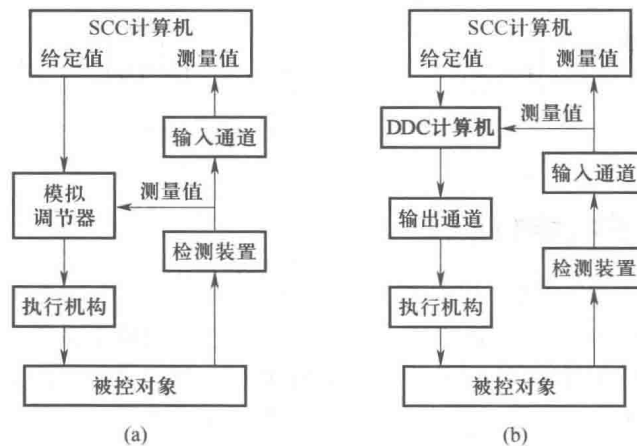


图 1.8 监督控制系统的两种结构形式

(1) SCC + 模拟/数字调节器的控制系统

该系统是由计算机系统对各物理量进行巡回检测，并按一定的数学模型对生产工况进行分析、计算后得出控制对象各参数最优给定值并送给调节器，使工况保持在最优状态。当 SCC 计算机出现故障时，可由模拟/数字调节器独立完成操作。

(2) SCC + DDC 的分级控制系统

该系统实际上是一个二级控制系统，SCC 系统可采用高档计算机，它与 DDC 系统之间通