



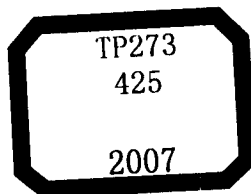
21世纪高等院校电气信息类系列教材

计算机控制技术

刘川来 胡乃平 等编著

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS





21 世纪高等院校电气信息类系列教材

计算机控制技术

刘川来 胡乃平 等编著

机械工业出版社

本书系统地讲述了计算机控制技术及其应用,主要内容包括计算机控制系统的概念、组成、分类及发展,计算机控制系统中常用的设备,计算机总线的概念、分类,过程通道与人机接口,计算机控制中常用的数据处理方法与控制策略,计算机控制中的网络与通信技术,计算机控制系统软件技术,典型计算机控制系统,计算机控制系统中的抗干扰技术,计算机控制系统的设计与实施,计算机控制系统的实例。

本书可以作为高等学校自动化、计算机及相关专业的本专科学学生的教材,也可以作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/刘川来,胡乃平等编著. —北京:机械工业出版社,2007.1
(21世纪高等院校电气信息类系列教材)

ISBN 978-7-111-20712-2

I. 计... II. ①刘...②胡... III. 计算机控制—高等学校—教材
IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第001964号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策 划:时 静

责任编辑:赵丽欣

责任印制:洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2007年2月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·17印张·420千字

0001—5000册

标准书号:ISBN 978-7-111-20712-2

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379839

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着科学技术的不断进步，整个国家自动化水平和信息化水平的长足发展，社会对电气信息类人才的需求日益迫切、要求也更加严格。在教育部颁布的“普通高等学校本科专业目录”中，电气信息类（Electrical and Information Science and Technology）包括电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程等子专业。这些子专业的人才培养对社会需求、经济发展都有着非常重要的意义。

在电气信息类专业及学科迅速发展的同时，也给高等教育工作带来了许多新课题和新任务。在此情况下，只有将新知识、新技术、新领域逐渐融合到教学、实践环节中去，才能培养出优秀的科技人才。为了配合高等院校教学的需要，机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校电气信息类系列教材”。

本套教材是在对电气信息类专业教育情况和教材情况调研与分析的基础上组织编写的，期间，与高等院校相关课程的主讲教师进行了广泛的交流和探讨，旨在构建体系完善、内容全面新颖、适合教学的专业材料。

本套教材涵盖多层面专业课程，定位准确，注重理论与实践、教学与教辅的结合，在语言描述上力求准确、清晰，适合各高等院校电气信息类专业学生使用。

机械工业出版社

前 言

计算机控制技术研究自动控制理论和计算机控制技术如何应用于工业生产自动化过程的一门专业技术。工业控制是计算机应用的一个重要领域，计算机控制是为适应这一领域的需要而发展起来的一门专业技术。

本书系统地介绍了计算机控制技术及工业计算机控制系统的设计和实现的基本原理与技术。

全书共分 11 章：第 1 章是绪论，主要介绍计算机控制系统的概念、组成、分类及发展；第 2 章介绍了计算机控制系统中常用的设备；第 3 章介绍了计算机总线的概念、分类，着重介绍了目前比较流行的总线；第 4 章介绍了过程通道与人机接口；第 5 章介绍了计算机控制中常用的数据处理方法与控制策略；第 6 章介绍了计算机控制中的网络与通信技术；第 7 章介绍了计算机控制系统软件技术；第 8 章介绍了典型的计算机控制系统；第 9 章介绍了计算机控制系统中的抗干扰技术；第 10 章介绍了计算机控制系统的设计与实施；第 11 章介绍了几个计算机控制系统的实例。

本书注重工程应用与基础知识的衔接和内容的系统性，同时又照顾到不同层次的读者需要。一方面力求做到内容全面、系统，另一方面突出重点，从实际应用的角度把握内容。本书可以作为高等学校自动化、计算机及相关专业的本专科学生的教材，也可以作为工程技术人员的参考书。

本书内容丰富，教师可以根据不同的要求和学生的基础情况灵活安排。本书每章的内容自成一体，读者可以根据自己的知识结构和需要选择学习。

本书由青岛科技大学刘川来教授主编，参加编写的人员有刘川来（第 1 章），胡乃平（第 8 章），周艳平（第 5 章、第 7 章、第 10 章），宋廷强（第 3 章、第 9 章），陈显利（第 4 章、第 6 章），单宝明（第 2 章、第 11 章）。

刘文超、王丽、徐启蕾、段利亚、冯红梅等研究生为本书的编写也做了大量工作，在此，向他们表示诚挚的感谢。为方便教学，本书配有电子教案，需要者可从 www.cmpbook.com 上下载。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，希望读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机控制系统概述	1
1.2 计算机控制系统的组成及分类	2
1.2.1 计算机控制系统	2
1.2.2 计算机控制系统的硬件组成	3
1.2.3 计算机控制系统的软件组成	5
1.2.4 计算机控制系统的分类	5
1.3 计算机控制研究的课题与发展方向	7
1.3.1 计算机控制研究的课题	7
1.3.2 计算机控制系统的发展方向	9
习题	9
第 2 章 计算机控制系统中的检测设备和执行机构	10
2.1 传感器和变送器	10
2.1.1 信号传输及供电的四线制与两线制	10
2.1.2 压力检测及变送	11
2.1.3 温度检测及变送	13
2.1.4 流量检测及变送	17
2.1.5 物位检测及变送	19
2.1.6 其他检测仪表和装置	21
2.2 过程控制中常用的执行器	23
2.2.1 气动执行器	24
2.2.2 电动执行器	30
2.2.3 现场总线执行器	31
2.3 运动控制中常用的执行机构	32
2.3.1 交流伺服电动机	33
2.3.2 直流伺服电动机	35
2.3.3 步进电动机	37
2.3.4 液压阀	39
习题	40
第 3 章 计算机总线技术	41
3.1 总线的基本概念	41
3.1.1 总线的分类	41
3.1.2 总线主要性能指标	43
3.1.3 总线标准与规范	45
3.1.4 总线控制与总线传输	46
3.2 常用内部总线	47

3.2.1	STD 总线	47
3.2.2	PC 系列总线	47
3.3	常用外部总线	52
3.3.1	IEEE-488 总线	52
3.3.2	RS-232C 总线	55
3.3.3	RS-422 和 RS-485 总线	59
3.3.4	串行总线协议转换器	62
3.3.5	通用串行总线(USB)	62
	习题	66
第 4 章	过程通道与人机接口	68
4.1	数字量输入输出通道	68
4.1.1	数字量的种类	68
4.1.2	数字量输入通道	68
4.1.3	数字量输出通道	71
4.1.4	数字量输入输出通道的标准化设计	72
4.2	模拟量输出通道	73
4.2.1	D/A 转换器原理	74
4.2.2	D/A 转换器芯片及接口电路	75
4.2.3	D/A 转换器的输出	78
4.2.4	D/A 转换器接口的隔离技术	80
4.2.5	D/A 转换模板的标准化设计	81
4.3	模拟量输入通道	82
4.3.1	A/D 转换器原理	82
4.3.2	A/D 转换器芯片及接口电路	84
4.3.3	A/D 转换器的外围电路	90
4.3.4	A/D 转换器接口的隔离技术	92
4.3.5	A/D 转换器模板的标准化设计	92
4.4	人机接口	93
4.4.1	键盘接口	93
4.4.2	显示器接口	96
4.4.3	打印机接口	97
4.4.4	其他人机接口	97
	习题	99
第 5 章	数据处理与控制策略	100
5.1	数字控制器的设计技术	100
5.1.1	数字控制器的连续化设计技术	100
5.1.2	数字控制器的离散化设计技术	102
5.2	数字滤波和数据处理	104
5.2.1	数字滤波	104
5.2.2	数据处理	107
5.3	数控技术基础	110
5.3.1	概述	110

5.3.2	数控原理	111
5.3.3	数控系统分类	112
5.3.4	运动控制系统	113
5.4	数字 PID 控制算法	115
5.4.1	标准数字 PID 控制算法	116
5.4.2	数字 PID 控制算法的改进	117
5.4.3	数字 PID 参数整定	119
5.5	常规控制方案	121
5.5.1	串级控制系统	121
5.5.2	前馈控制系统	122
5.5.3	纯滞后补偿控制系统	123
5.6	先进控制方案	125
5.6.1	预测控制	125
5.6.2	专家系统	128
	习题	130
第 6 章	计算机控制中的网络与通信技术	132
6.1	计算机网络概述	132
6.1.1	计算机网络的定义	132
6.1.2	计算机网络的分类	132
6.1.3	计算机网络的协议层次模型	134
6.1.4	计算机局域网	135
6.1.5	计算机网络互联设备	140
6.2	数据通信技术	140
6.2.1	数据通信的基础知识	141
6.2.2	数据通信中的检错与纠错	146
6.3	工业控制计算机网络与通信	147
6.3.1	现场总线技术	148
6.3.2	工业以太网	149
6.3.3	工业控制网络现状	153
	习题	153
第 7 章	计算机控制系统软件	155
7.1	计算机控制软件概述	155
7.1.1	计算机软件基础	155
7.1.2	计算机控制系统软件功能	157
7.2	计算机控制系统中的数据库	157
7.2.1	数据库系统的定义	157
7.2.2	数据库系统的发展阶段	158
7.2.3	数据库系统的主要特征	159
7.2.4	数据库体系结构的三级模式	160
7.2.5	数据模型	161
7.2.6	结构化查询语言	162
7.2.7	常见数据库管理系统	164

7.2.8 实时数据库系统	167
7.3 工业组态软件简介	169
7.3.1 概述	169
7.3.2 工业组态软件的功能	170
7.3.3 使用工业组态软件的步骤	171
7.3.4 几种工业组态软件简介	172
习题	177
第 8 章 典型计算机控制系统简介	178
8.1 基于 PC 总线的板卡与工控机组成的计算机控制系统	178
8.1.1 PC 总线的工业控制机简介	178
8.1.2 基于 PC 总线的板卡简介	179
8.1.3 基于 PC 总线的板卡与工控机组成的计算机控制系统及其特点	181
8.2 基于数字调节器的计算机控制系统	182
8.2.1 数字调节器简介	183
8.2.2 基于数字调节器的计算机控制系统的典型结构	185
8.3 基于可编程控制器的计算机控制系统	186
8.3.1 PLC 简介	186
8.3.2 PLC 的基本结构和工作原理	189
8.3.3 基于 PLC 的计算机控制系统简介	191
8.4 基于嵌入式系统的计算机控制系统	193
8.4.1 嵌入式系统概述	193
8.4.2 嵌入式系统的硬件	195
8.4.3 嵌入式系统的软件	197
8.4.4 基于嵌入式系统的计算机控制系统的设计	199
8.5 分散型计算机控制系统	200
8.5.1 DCS 的分层体系	201
8.5.2 DCS 的硬件结构	202
8.5.3 DCS 的软件技术	204
8.5.4 DCS 的特点	206
8.5.5 DCS 的发展趋势	207
8.6 现场总线控制系统	208
8.6.1 现场总线控制系统的概念	208
8.6.2 现场总线的发展过程	209
8.6.3 现场总线的特点	210
8.6.4 几种典型的现场总线	211
8.6.5 现场总线控制系统的结构及特点	212
8.7 计算机集成制造系统	213
8.7.1 概述	213
8.7.2 流程工业 CIMS 与离散工业 CIMS 之比较	217
8.7.3 CIMS 的开发与实施	219
习题	220
第 9 章 计算机控制系统中的抗干扰技术	221

9.1 干扰的传播途径与作用方式	221
9.1.1 干扰的来源	221
9.1.2 干扰的传播途径	221
9.1.3 干扰的作用方式	224
9.2 硬件抗干扰技术	226
9.2.1 电源系统的抗干扰技术	226
9.2.2 接地系统的抗干扰技术	228
9.2.3 过程通道的抗干扰技术	230
9.3 软件抗干扰技术	234
9.3.1 数字信号的软件抗干扰措施	234
9.3.2 CPU 及程序的抗干扰技术	235
习题	237
第 10 章 计算机控制系统的设计与实施	238
10.1 计算机控制系统的设计原则与步骤	238
10.1.1 计算机控制系统的设计原则	238
10.1.2 计算机控制系统的设计步骤	240
10.2 系统工程设计与实施	242
10.2.1 计算机控制系统总体方案设计	242
10.2.2 硬件工程设计与实现	243
10.2.3 软件工程设计与实现	245
10.2.4 系统调试与运行	247
习题	251
第 11 章 计算机控制系统实例	252
11.1 工业锅炉计算机控制系统	252
11.1.1 工业锅炉介绍	252
11.1.2 锅炉计算机控制系统的组成	253
11.2 硫化机计算机群控系统	257
11.2.1 系统总体方案	257
11.2.2 可编程控制器控制软件设计	259
11.2.3 工控机管理软件设计	259
11.2.4 结束语	261
参考文献	262

第 1 章 绪 论

本章将对计算机控制系统、计算机控制系统的组成及分类、计算机控制研究的课题与发展方向进行简要介绍。

1.1 计算机控制系统概述

计算机控制是计算机应用的一个非常大的分支,涉及国防、工业、农业、商业等不同领域。利用信息技术改造传统产业是信息化带动工业化的基础工作,计算机控制是这项工作的主要手段。

计算机控制,是将计算机技术应用于工农业生产、国防等行业自动控制的一门综合性学科与技术。计算机控制是以计算机、自动控制理论、自动控制工程、电子学和自动化仪表为基础的综合学科。简单地说,计算机控制系统就是以计算机替代了原模拟控制系统中由控制器(控制仪表)组成的自动控制系统,但是这种取代决不是一种简单的替代,而是一种升华。

古典控制理论是 20 世纪 40 年代发展起来的,直到目前,许多工程仍然采用古典控制理论进行分析和设计,这些方法用来处理单输入—单输出的线性定常系统是卓有成效的。但随着科学的发展、技术的进步,控制对象越来越复杂多样,对控制的要求不断提高,出现了多输入—多输出的多变量控制系统、非线性控制系统、时变和分布参数控制系统,这些系统使用常规的控制方法和手段来实现是十分困难的。随着计算机尤其是微型计算机应用于自动控制领域,自动控制水平产生了巨大的飞跃。

自 1946 年世界上第一台可以由程序控制的计算机(称为电子数字器与计算器)ENICA 诞生以来,人们就试图将这种运算速度快,既能存储又能进行算术和逻辑计算的机器应用于自动控制系统中。然而这种昂贵的运算机器作为控制器来说是大材小用,于是人们希望用计算机来完成许多回路的数据采集与控制,而当时计算机的可靠性却难以胜任作为控制器所需要的高可靠性。因此,在计算机诞生后的近二十年中,计算机还是主要应用于科学计算与实际生产过程的数据采集与数据处理。

20 世纪 50 年代初,美国首先用计算机完成了对生产过程进行的巡检数据采集和数据处理,后来在实验的基础上完成了开环和闭环的控制。1959 年美国 TRW 航空公司和 Texaco 公司合作成功地在得克萨斯州的一家炼油厂将一台计算机投入在线控制。该控制系统从综合指标出发确定了热水循环系统的最佳参数,同时也揭开了计算机控制的辉煌一页。该项成果的取得激发了从事计算机制造与自动控制研究者的兴趣,他们纷纷投入人力、物力进行这方面的研究和开发。20 世纪 60 年代计算机控制系统已成功地应用于化工、钢铁和电力等不同领域,但这些系统还都是以数据的采集和处理为主。1962 年英国帝国化工公司制造出一套可以取代常规仪表对生产过程直接进行控制的计算机控制系统,开创了直接进行数字控制的新时期。

自 1971 年世界上第一片四位微处理器出现以来,微型计算机得以快速发展,1993 年 Pentium 处理器的出现更使微型计算机在运算速度等诸多方面得以长足发展,同时也使计算机控

制技术得以飞速发展。微处理器和微型计算机的诞生与发展为实现分散控制创造了良好的条件。由于其价格低廉,可以把计算机分散到各个生产装置中去实现小范围的局部控制,功能分散后,技术上比较容易实现,这不仅使计算机出现故障的危险得到分散,使控制的速度得以提高,同时也给系统的数字建模带来了方便。1975年美国 Honeywell 公司成功研制出世界上第一套集散型控制系统 TDC-2000 并投入使用,开创了计算机应用于实际生产过程控制的新纪元。随后一直到 20 世纪 80 年代末,集散控制系统迅速发展,有几万套集散系统投入运行。随着 3C 技术和网络技术的发展,现场总线控制系统和网络控制系统应运而生,可编程控制器的综合应用已打破了原工业控制的格局,并共同融入到计算机控制系统的大门类之中。

1.2 计算机控制系统的组成及分类

1.2.1 计算机控制系统

自动控制是指在非人工直接参与的前提下,应用自动控制装置自动地、有目的地控制设备和生产过程,使之具有一定的状态和性能,完成相应的功能,实现预定的目标。自动控制系统一般可以分为开环控制系统和闭环控制系统两大类。

1. 开环控制系统

图 1.1 所示的系统为开环控制系统。所谓开环控制系统是指控制器按照先验的控制方案对对象或系统进行控制,使被控制的对象或系统能够按照约定来运动或变化。开环控制是很好的—种控制方案,但是开环系统必须在实施控制之前确定准确的被控对象的数学模型和控制方案。开环控制由于在控制过程中得不到被控参数的信息,所以开环控制系统只能适应于那些控制对象明确且定常无扰动系统;若系统是时变的,则必须在控制之前明确其时变的准确规律;若有扰动,其扰动量必须可测,并且使其扰动通道的时间常数大于控制通道的时间常数。



图 1.1 开环控制系统

2. 闭环控制系统

闭环控制系统的结构如图 1.2 所示。很明显,闭环控制系统较开环控制系统增加了一个比较环节和一个来自被控参数的反馈信号,由于控制器得到被控对象的信息反馈,因此便可实时地对其控制的结果进行检测,并且及时调节其控制量,从而使之达到预期的效果。

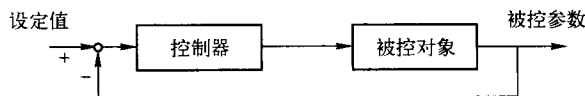


图 1.2 闭环控制系统

闭环控制可以适当降低对对象数学模型的准确了解,可以有效地解决一些不确定的随机问题。需要注意的是,由于反馈的存在,一些闭环系统在控制参数和结构设置不合理的情况

下,原开环稳定的系统会变得不稳定。

3. 计算机控制系统

在上述的开、闭环控制系统中都少不了控制器这样一个环节。若用计算机替代系统中的控制器就形成了计算机控制系统。由于计算机处理的是数字信号,而自然界中的信号又都是模拟信号,计算机要替代原模拟调节器必须完成模拟量到数字量的转换(A/D)和数字量到模拟量的转换(D/A),如图 1.3 所示。

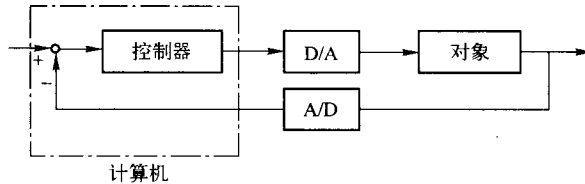


图 1.3 计算机控制系统基本框图(闭环)

计算机控制系统的控制过程可简单地归纳为三个过程。

(1) 信息的获取

计算机可以通过计算机的外部设备获取被控对象的实时信息和人的指令性信息,这些信息是计算机进行计算或决策的素材和依据。

(2) 信息的处理

计算机可根据预先编好的程序对从外部设备获取的信息进行处理,这种数据处理应包括信号的滤波、线性化校正、标度的变换、运算与决策等。

(3) 信息的输出

计算机将最终处理完的信息通过外部设备送到控制对象,通过显示、记录或打印等操作输出其处理或获取信息的情况。

计算机控制系统包括硬件和软件两大部分。硬件由计算机主机、接口电路、外部设备组成,是计算机控制系统的基础;软件是安装在计算机主机中的程序和数据,它能够完成对其接口和外部设备的控制,完成对信息的处理,它包含有维持计算机主机工作的系统软件和为完成控制而进行信息处理的应用软件两大部分,软件是计算机控制系统的关键。

1.2.2 计算机控制系统的硬件组成

典型的计算机控制系统的硬件主要包括计算机主机、过程控制通道、操作控制台和常用的外部设备,如图 1.4 所示。应该指出的是,随着计算机网络技术的快速发展,网络设备也成为计算机控制系统硬件不可缺少的一部分。

1. 主机

主机是指用于控制的计算机,它主要由 CPU、存储器和接口三大部分组成,是整个系统的核心。它主要完成数据和程序的存取、程序的执行、控制外部设备和过程通道中的设备的工作,实

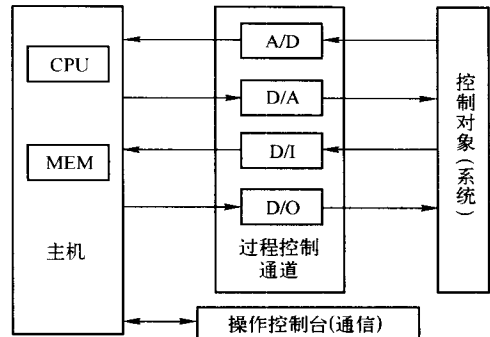


图 1.4 典型的计算机控制系统的硬件组成框图

现对被控对象的控制,实现人机对话和网络通信。形象一点讲,就是完成对数据存取的控制,对采集的数据进行滤波和线性化处理,进行运算和决策,控制控制量的输出等。由于 CPU 技术的发展和广泛应用及网络技术的发展和广泛应用,主机还要完成对一些含 CPU 设备和网络设备的控制。

2. 过程控制通道

过程控制通道是被控对象与主机进行信息交换的通道。根据信号的方向和形式,过程控制通道可分为以下四种。

(1) 模拟量输入通道

完成过程和被控对象送往主机的模拟信号通过模拟量输入通道转换为计算机能够接收的标准数字信号。模拟信号转换为数字信号的准确性和速度反映为 A/D 转换的精度、位数和采样的时间。

(2) 模拟量输出通道

目前,大多数执行机构仍只能接收模拟信号,而计算机运算决策的最终结果是数字信号。通过模拟量输出通道将数字量转换为模拟量。

(3) 数字量输入通道

数字量输入通道的主要作用是把过程和被控对象的开关量或通过传感器已转换的数字量以并行或串行的方式传给计算机。

(4) 数字量输出通道

数字量输出通道的主要作用是将计算机运算、决策之后的数字信号以串行或并行的方式输出给被控对象或外部设备。应该强调的是数字量输出通道输出的信号有时直接驱动外部设备,其功率和阻抗的匹配问题应该特别注意。

过程控制通道应该说是计算机与被控对象及外部设备连接的桥梁。为了提高计算机的可靠性和安全性,在许多场合应该充分考虑过程控制通道的信号隔离问题。

3. 操作控制台

操作控制台是计算机控制系统人机交互的关键设备。通过操作控制台,操作人员可以及时了解被控过程的运行状态、运行参数,对控制系统发出各种控制的操作命令,并且通过操作控制台修改控制方案和程序。操作控制台一般应完成以下功能。

(1) 信息的显示

一般采用 CRT 显示屏或一些状态指示灯、声光报警器对被控参数、状态和计算机的运行情况进行显示或报警。

(2) 信息的记录

一般采用打印机、硬拷贝机、记录仪等设备对显示或输出的信息进行记录。

(3) 工作方式状态的选择

采用多种人机交互方式,如电源开关、数据段地址、选择开关、操作方式等操作,可以实现对工作方式的选择,并且可以完成手动-自动转换、手动控制(遥感)和参数的修改与设置。

(4) 信息输入

利用键盘或其他输入设备可以完成人对机的控制功能。操作控制站的各组成部分都通过对应的接口电路与主机相连,由主机实现对各个部分的相应管理。

4. 通信设备

企业信息化的需求要求生产过程的数据和企业管理信息系统之间的信息实时交换,计算机控制系统作为网络上的一个节点的方案已经被广泛采纳。通信设备已成为计算机控制系统的一个重要部分,这些设备可以完成计算机控制系统的信息交换。

1.2.3 计算机控制系统的软件组成

计算机控制系统除了硬件之外,还必须有软件。控制系统的功能和性能在很大程度上依赖于软件水平的高低。所谓软件是指完成各种功能的计算机程序和数据的总和,它分为系统软件和应用软件两大部分。

系统软件是维持计算机运行操作的基础,用于管理、调度、操作计算机的各种资源,实现对系统的监控与诊断,提供各种开发的支持程序。这些系统软件包括操作系统、监控管理程序、故障诊断程序、各种计算机语言及解释、编译工具。系统软件一般由供应商提供或专业人员开发,用户不需自己设计开发。

应用软件是根据控制对象、控制要求,为实现高效、可靠、灵活的控制而开发的各种程序。应用软件包括数据采集、数字滤波、标度变换、键盘处理、过程控制算法、输出与控制等程序。用于应用软件开发的程序设计语言,一般有汇编、C#、C++、VB、VC 等。目前也有一些专门用于控制的引用组态软件,这些软件功能强,使用方便,组态灵活,具有很强的应用前景。

1.2.4 计算机控制系统的分类

计算机控制系统有很多分类方法。按计算机的参与形式不同,可以分为开环和闭环控制系统;按采用的控制方案的不同,可以分为程序和顺序控制、常规控制、高级控制(最优、自适应、预测、非线性等)、智能控制(模糊控制、专家系统和神经网络等)。

根据计算机控制系统的发展历史和在实际应用中的状态计算机控制系统一般分为操作指导控制系统、直接数字控制系统、计算机监督控制系统、集散控制系统、现场总线控制系统和计算机集成制造系统六大类。

1. 操作指导控制系统

操作指导控制系统(Operation Guide Control,简称 OGC 系统)是基于生产过程数据直接采集的非在线的闭环控制系统,如图 1.5 所示。

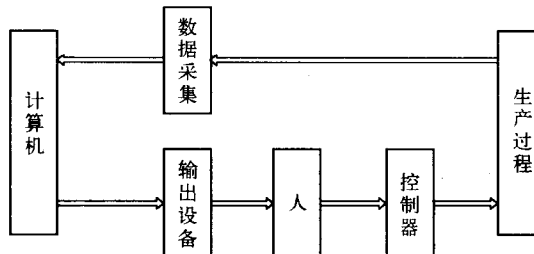


图 1.5 操作指导控制系统

计算机通过数据输入通道对生产过程各项参数进行采集,根据工艺和生产的需求进行最优化计算,计算出优化的操作条件和参数,利用其输出设备,将其结果显示或打印。操作人员

根据计算机提供的结果改变控制器的参数或设定值,实现对生产过程的控制,这属于计算机离线最优控制的一种形式。

该系统结构简单,控制安全、灵活,由于人的介入使该系统可以应用于一些复杂的不便由计算机进行直接控制的场合,如设备的调试阶段、计算机控制系统的调试阶段等。

2. 直接数字控制系统

直接数字控制系统(Direct Digital Control,简称 DDC 系统)是计算机控制系统的最基本形式,也是应用最多的一类计算机控制系统。其一般结构如图 1.6 所示。

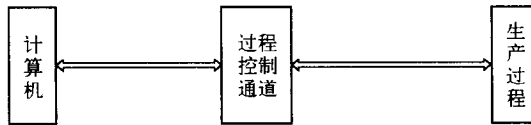


图 1.6 直接数字控制系统

这类控制系统是计算机通过过程通道对生产过程进行在线实时控制。该系统是典型的计算机替代控制器系统,可实现对多回路多参数的控制,系统灵活性大、可靠性高,能实现各种从常规到先进的控制方式。

3. 计算机监督控制系统

计算机监督控制系统(Supervisory Computer Control,简称 SCC 系统)是一种两级的计算机控制系统,如图 1.7 所示。

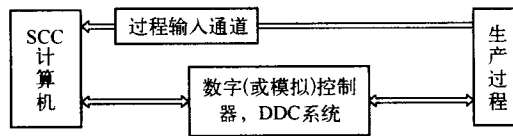


图 1.7 计算机监督控制系统

该类系统类似于计算机操作指导控制系统。两者的区别在于 SCC 计算机输出不通过人去改变,而是直接控制控制器,改变控制的设定值或参数,从而完成对生产过程的控制。SCC 计算机可以利用有效的资源去完成生产过程控制的参数优化,协调各直接控制回路的工作,而不直接参与直接控制,所以计算机监督控制系统是安全性、可靠性较高的一类计算机控制系统,同时又是计算机集散系统最初、最基本的模式。

4. 集散控制系统

集散控制系统(Distributed Control System,DCS)又称为分散控制系统。该系统采用分散控制、集中操作、分级管理、分而自治、综合协调形成具有层次化体系结构的分级分布式控制,一般分为四级,即过程控制级、控制管理级、生产管理级和经营管理级。

过程控制级是集散控制系统的基础,用于直接控制生产过程。在过程控制级参与直接控制的可以是计算机,也可以是 PLC 或专用的数字控制器。由于生产过程的控制分别由独立的控制器进行,可以分散控制器故障,局部的故障不致影响整个系统的工作,从而提高了系统工作的可靠性。

5. 现场总线控制系统

现场总线控制系统(Field Bus Control System,FCS)是 20 世纪 90 年代兴起并得以迅速应

用的新型计算机控制系统,已广泛应用在工业生产过程自动化领域。现场总线控制系统是利用现场总线将各智能现场设备、各级计算机和自动化设备互联,形成一个数字式全分散双向串行传输、多分支结构和多点通信的通信网络。现场总线控制系统结构如图 1.8 所示。

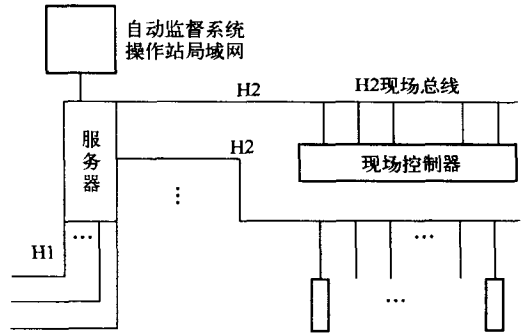


图 1.8 现场总线控制系统

在现场总线控制系统中,生产过程现场的各种仪表、变送器、执行机构控制器都配有分级处理器,属智能现场设备。每台设备都具有通信能力,严格地讲,也属于集散控制中的一类,不过系统的组成已更加独立、分散,由于其采用了总线式的结构模式,使各控制单元的

组合变得更加灵活。现场总线可以直接连接其他的局域网,甚至 Internet。现场总线控制系统可以构成不同层次的复杂控制网络,它已经成为今后工业控制体系结构发展的方向之一。

6. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)的概念是 20 世纪 70 年代美国一位叫哈灵顿的人提出的,随着计算机和信息技术的发展最终得以实施。计算机集成制造是将工业生产的全过程集成由计算机网络和系统在统一模式(包括从设计、工艺、加工制造到产品的检验出厂一体化的模式)进行,并提出了并行工程(即将传统串行流程部分改为并行流程)的概念,大大加快了产品从设计到出厂的周期。随着现代市场的需求和企业模式的现代化,计算机集成制造已经将制造集成转换为信息集成,并融入了企业的全面管理和市场营销。CIMS 是一项庞大的系统工程,它需要许多基础的应用平台的支持,它实现的是企业物流、资金流和信息流的统一。由于其涉及面广,应用存在的困难较多,所以许多 CIMS 工程在规划实施中都提出了整体规划分步实施的策略。尽管目前 CIMS 工程在企业的推广存在许多困难,但是它确实是企业真正走向现代化的方向。

1.3 计算机控制研究的课题与发展方向

计算机控制系统中的计算机不是简单地取代了一般控制系统的控制器,特别是计算机网络技术的发展促进了企业管理控制一体化的进程,控制的概念也远远超出了以往生产设备和生产线的控制范畴。

1.3.1 计算机控制研究的课题

计算机控制研究的课题主要涉及控制理论及其在工程中的应用与实现。

1. 控制理论方面涉及的课题

(1) 数字描述和分析方法

计算机控制系统的外特性应该同模拟系统是一样的,但严格地讲,在实际的处理过程中计算机控制系统是离散系统,所以计算机控制系统的设计和分析多年来一直存在模拟和离散两种分析方法。