



仪表维修工技术培训读本

计算机控制与装置

朱晓宁 张国华 雷庆国 编

依据化工仪表维修工国家职业标准

设定学习目标并配有思考与练习题



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心



仪表维修工技术培训读本

计算机控制与装置

朱晓宁 张国华 雷庆国 编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

内容提要：本书主要介绍计算机控制系统的组成、工作原理、应用及故障排除方法。全书共分五章，第一章介绍计算机控制系统的组成及工作原理；第二章介绍计算机控制系统的组成及工作原理；第三章介绍计算机控制系统的组成及工作原理；第四章介绍计算机控制系统的组成及工作原理；第五章介绍计算机控制系统的组成及工作原理。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机控制与装置/朱晓宁, 张国华, 雷庆国编.
北京: 化学工业出版社, 2006
仪表维修工技术培训读本
ISBN 7-5025-8246-0

I. 计… II. ①朱…②张…③雷… III. 计算机
控制系统-技术培训-教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 017250 号

仪表维修工技术培训读本

计算机控制与装置

朱晓宁 张国华 雷庆国 编

责任编辑: 赵丽霞 刘 哲

文字编辑: 朱 磊

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 225 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8246-0

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《仪表维修工技术培训读本》编写委员会

主 任：王永红

副主任：何立雄

委 员：王永红 何立雄 朱光衡 邓素萍 张国华
江光灵 王 霆 朱晓宁

前 言

随着科学技术的发展,在石油、化工、炼油、电力、轻工和冶金等行业的连续生产过程中,自动化水平日益提高,仪表检测和自动控制的地位越来越重要。仪表维修人员的综合素质,直接影响到仪表的安装、维护和检修质量,关系到工厂企事业单位的正常运行和经济效益。应广大仪表维修人员的要求,化学工业出版社组织南京化工职业技术学院、中石化扬子石化公司和中石化南化集团公司等单位编写了《仪表维修工技术培训读本》丛书,包括《仪表维修技术基础》、《检测仪表与控制仪表》、《过程控制系统》、《计算机控制与装置》、《可编程控制器与紧急停车系统》和《在线分析仪表》。

为保证本套丛书的质量,成立了仪表维修工技术培训读本编写委员会,编写人员均为生产一线具有丰富生产经验的工程技术专家或具有多年丰富的教育培训教学经验的教师。根据国家《化工仪表维修工》职业标准的有关规定,结合工厂企业的生产特点,借鉴当前仪表维修工的实际工作经验,为仪表维修职业教育、职业培训和仪表维修工职业技能鉴定,提供一套具有充实内容的教材和参考书。

本书是《仪表维修工技术培训读本》之一,共分三篇。随着计算机技术、通信技术、自动控制技术、图像显示技术的不断发展,计算机在工业生产过程控制方面的应用迅速扩大,目前已经渗透到工业生产的各个领域。掌握计算机控制系统的操作方法和维护技能是企业工艺操作人员、仪表维护人员和技术管理人员必备的基本素质和基本能力。

《计算机控制与装置》着眼于工业控制计算机系统的应用现状,介绍了计算机控制系统的基本知识和实际应用技术,侧重于实用性,并体现了一定的前瞻性。第一篇介绍了计算机控制系统的基本

知识,对网络基础和通信协议进行了简要介绍;第二篇介绍了集散控制系统知识,除了介绍集散控制系统的共性知识以外,重点介绍了 TDC-3000 集散控制系统和 Delta V 集散控制系统的基本组成、硬件配置、系统组态等知识;第三篇介绍了现场总线控制系统,重点介绍了使用较为广泛的基金会现场总线和 PROFIBUS 现场总线,并以现场总线在 Delta V 系统中的应用为例介绍了现场总线的应用。每篇章配备小结和思考题,便于自学和组织仪表技术工人的培训。

本教材由朱晓宁担任主编,其中第 1~3 章及第 4 章的 4.2.3 节由张国华编写,第 5~9 章、第 11 章及第 4 章中的其余部分由朱晓宁编写,第 10 章、第 12~15 章由雷庆国编写。全书由朱晓宁统稿,王永红主审。

本书可作为仪表维修工技术培训和职业技能鉴定教材,也可作为中、高职院校仪表控制专业学生的实训教材,并供广大自控工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 1 月

内 容 提 要

本书为《仪表维修工技术培训读本》之一，着眼于工业控制计算机系统的应用现状，介绍了计算机控制系统的基本知识和实际应用技术，侧重于实用性，并体现了一定的前沿性。包括计算机控制系统的基本知识，网络基础和通信协议；集散控制系统知识；现场总线控制系统等。内容简明扼要，并且每章都提出学习目标和一定量的思考与练习题，书末附有常见总线仪表型号，便于教学和自学。

本书可作为仪表维修工技术培训和职业技能鉴定教材，也可作为中、高职院校仪表控制专业学生的实训教材，并供广大自控工程技术人员参考。

目 录

第一篇 计算机控制系统基本知识	1
第 1 章 计算机控制系统概述	2
1.1 计算机控制系统的概念	2
1.2 计算机控制系统的组成	4
1.3 计算机控制系统的特点	6
1.4 计算机控制系统的分类	7
1.5 计算机控制系统的发展趋势	12
思考与练习	14
第 2 章 网络基础	15
2.1 计算机网络	15
2.2 计算机网络的拓扑结构	16
2.3 网络传输介质	17
2.4 数据通信方式	19
2.5 通信控制方式	20
思考与练习	23
第 3 章 开放系统互连参考模型	25
3.1 层次结构	25
3.2 信息流动过程	26
3.3 各层的主要功能	27
思考与练习	28
第 4 章 网络通信协议	29
4.1 定义	29
4.2 常用通信协议简介	29
4.2.1 TCP/IP 协议	29
4.2.2 HART 通信协议	33

4.2.3 Ethernet 网络协议.....	35
思考与练习	37
第二篇 集散控制系统	39
第 5 章 集散控制系统概述	40
5.1 集散控制系统的基本概念.....	40
5.2 集散控制系统的体系结构和基本构成.....	40
5.2.1 体系结构.....	40
5.2.2 基本构成.....	41
5.3 集散控制系统的特点.....	42
5.4 集散控制系统的发展趋势.....	44
思考与练习	45
第 6 章 DCS 的硬件系统	46
6.1 概述.....	46
6.2 现场控制站的构成.....	46
6.3 操作站的构成.....	50
思考与练习	52
第 7 章 DCS 的软件系统	53
7.1 概述.....	53
7.2 现场控制站的软件系统.....	54
7.2.1 实时数据库.....	54
7.2.2 输入输出软件.....	55
7.2.3 控制软件.....	55
7.3 操作站的软件系统.....	58
7.4 DCS 的组态软件	59
思考与练习	64
第 8 章 DCS 的通信网络	65
8.1 概述.....	65
8.2 DCS 的通信网络体系	66
8.3 DCS 的实时局域网	67
思考与练习	69

第 9 章 TDC-3000 集散控制系统简介	70
9.1 系统基本结构	70
9.2 局域控制网络 LCN 及其模块	72
9.2.1 局域控制网络 LCN	72
9.2.2 LCN 网络上的模块	73
9.2.3 LCN 网络节点地址设定规则	85
9.3 Data Hiway 高速数据通路及其设备	85
9.3.1 Data Hiway 通信网络	85
9.3.2 Data Hiway 网络上所挂接的设备	86
9.4 UCN 网络及其设备	87
9.4.1 UCN 网络概述	87
9.4.2 UCN 网络的组成	88
9.4.3 UCN 网络上的设备	89
9.4.4 UCN 网络节点地址设定规则	104
9.5 系统应用软件组态	104
9.5.1 NCF 组态	105
9.5.2 UCN 网络节点组态和 PM/APM/HPM 节点详细组态	108
9.5.3 过程数据点组态	108
9.5.4 历史组组态	120
9.5.5 流程图画面组态	121
9.5.6 自定义键组态	122
9.5.7 自由格式报表组态	124
9.5.8 区域数据库组态	125
9.5.9 CL/HPM (APM、PM) 组态	129
9.6 故障案例及排除	131
思考与练习	133
第 10 章 Delta V 集散控制系统简介	135
10.1 系统特点	135
10.2 系统结构	138

10.2.1	冗余的控制网络	140
10.2.2	Delta V 系统工作站	140
10.2.3	Delta V 系统控制器与 I/O 卡件	142
10.2.4	Delta V 系统的规模	145
10.2.5	Delta V 系统的软件	145
10.3	系统组态	147
10.3.1	Delta V 浏览器的使用	147
10.3.2	投用控制器	148
10.3.3	控制策略的组态	151
10.4	诊断	159
10.4.1	硬件诊断	159
10.4.2	软件诊断	160
10.4.3	Delta V 系统卡件的硬件诊断状态及故障 处理措施	161
	思考与练习	169
第 11 章	DCS 系统的接地与故障诊断	170
11.1	DCS 系统的接地	170
11.2	DCS 的故障诊断	171
11.2.1	DCS 系统故障的大体分类	172
11.2.2	DCS 故障诊断步骤	173
	思考与练习	174
第三篇	现场总线控制系统	175
第 12 章	现场总线概述	176
12.1	现场总线的含义	176
12.2	现场总线控制系统及其特点	177
12.2.1	现场总线控制系统的概念	177
12.2.2	现场总线系统的结构特点	178
12.2.3	现场总线系统的技术特点	179
12.2.4	现场总线的优点	180
12.3	现场总线标准	183

思考与练习	188
第 13 章 基金会现场总线	189
13.1 基金会现场总线概述	189
13.2 通信系统主要组成部分及相互关系	191
13.2.1 基金会现场总线物理层	193
13.2.2 基金会现场总线数据链路层	197
13.2.3 基金会现场总线应用层	199
13.2.4 基金会现场总线用户层	202
13.3 网络管理及系统管理	209
13.3.1 网络管理	209
13.3.2 系统管理	209
13.4 设备描述	211
13.4.1 设备描述 (DD)	211
13.4.2 设备描述分层	211
13.4.3 设备描述语言 DDL	212
13.5 系统组态	213
13.5.1 基金会现场总线系统的组态信息	213
13.5.2 系统组态	214
13.6 现场总线系统的安装	215
13.6.1 安装	215
13.6.2 总线供电与网络配置	219
思考与练习	221
第 14 章 PROFIBUS 现场总线	224
14.1 PROFIBUS 现场总线概述	224
14.2 PROFIBUS 现场总线基本特征	225
14.2.1 PROFIBUS 协议结构	226
14.2.2 PROFIBUS 传输技术	227
14.2.3 PROFIBUS 总线存取协议	232
14.3 PROFIBUS-DP 简介	233
14.3.1 PROFIBUS-DP 的基本功能	234

14.3.2	扩展 DP 功能	238
14.3.3	电子设备数据文件 (GSD)	239
14.3.4	PROFIBUS-DP 行规	239
14.4	PROFIBUS-PA 简介	240
14.4.1	PROFIBUS-PA 传输协议	241
14.4.2	PROFIBUS-PA 设备行规	241
14.5	PROFIBUS-FMS 简介	242
14.5.1	PROFIBUS-FMS 应用层	242
14.5.2	PROFIBUS-FMS 通信模型	243
14.5.3	通信对象与对象字典 (OD)	243
14.5.4	PROFIBUS-FMS 行规	243
	思考与练习	244
第 15 章	现场总线在 Delta V 系统中的应用	245
15.1	总线的构成	245
15.2	总线的组态	248
15.2.1	现场总线块	249
15.2.2	总线仪表设备的状态	251
15.3	总线的诊断与调试	253
15.3.1	诊断	253
15.3.2	报警和警报的管理	254
15.3.3	总线的检查与设备调试	255
	思考与练习	256
	附录	257
	主要参考文献	259

第一篇 计算机系统基础知识

第一篇 计算机系统基本知识

第 1 章 计算机控制系统概述

学习目标

1. 了解计算机控制系统的概念、基本组成及作用。
2. 了解计算机控制系统的特点。
3. 了解计算机控制系统的简单工作原理。
4. 了解计算机控制系统的发展趋势。

自从 20 世纪 70 年代初 Intel 公司生产出第一个微处理器 4004 以来,随着半导体技术的进步,计算机得到了飞速的发展。已从 4 位、8 位、16 位、32 位机,发展到目前的 64 位机。计算机已经应用于社会的各个领域,并正在逐步改变人们的生活、工作方式。在工业控制领域,计算机具有成本低、体积小、功耗小、可靠性高和使用灵活等特点,为实现计算机控制创造了良好的条件。其控制对象已从单一的工艺流程扩展到生产全过程的控制和管理。

计算机控制系统已成为工业控制的主流系统。计算机控制系统是以计算机为核心部件的自动控制系统或过程控制系统,它已经取代了常规的模拟检测、调节、显示、记录等仪器设备,并具有较高级的计算机和处理方法,使受控对象的动态过程按预定方式和技术要求进行,以完成各种控制、操作管理任务。

计算机控制技术是计算机、控制、网络等多学科内容的集成。本章主要介绍计算机控制系统的基本概念、组成及分类。

1.1 计算机控制系统的概念

自动控制系统由控制器和控制对象两大部分构成。图 1-1 给出了根据偏差进行控制的闭环控制系统框图。

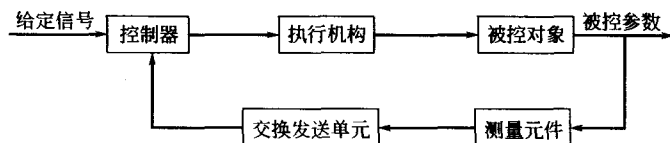


图 1-1 闭环控制系统框图

图 1-1 中，控制器首先接受给定信号，根据控制的要求和控制算法，向执行机构发出控制信号，以驱动执行机构工作；测量元件对被控对象的被控参数（温度、压力、流量、液位、成分等）进行测量；变换发送单元将被测参数变成电压（或电流）信号，反馈给控制器；控制器将反馈信号与给定信号进行比较；如有偏差，控制器就产生新的控制信号，修正执行机构的动作，使被控参数的值达到预定的要求。由于闭环控制系统能实时修正控制误差，因此它的控制性能好。

图 1-2 给出了开环控制系统框图。控制器直接根据控制信号去控制被控对象工作。被控制量在整个控制过程中对控制量不产生影响。它的控制性能比闭环控制系统差。

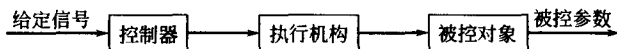


图 1-2 开环控制系统框图

由图 1-1、图 1-2 可以看出，自动控制系统的的基本功能是信号的传递、加工和比较。这些功能是由测量元件、变换发送单元、控制器和执行机构来完成的。控制器是控制系统中最重要的部分，它决定着控制系统的性能。

如果把图 1-1 中的控制器用计算机来代替，就可以构成计算机控制系统，其基本框图如图 1-3 所示。在计算机控制系统中，运用各种指令，可编出各种控制程序；计算机执行控制程序，就能实现对被控参数的控制。

在计算机控制系统中，由于计算机的输入和输出信号都是数字信号，而被控对象信号大多是模拟信号，因此需要有将模拟量转换



为数字量的 A/D 转换器, 以及将数字量转换为模拟量的 D/A 转换器和为了满足计算机控制需要的信号调理电路。

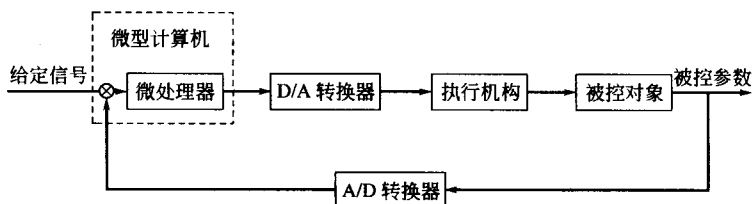


图 1-3 计算机控制系统基本框图

计算机控制系统的控制过程可归纳为以下步骤。

- ① 发出控制初始指令。
- ② 数据采集。对被控参数的瞬时值进行检测并发送给计算机。
- ③ 控制。对采集到的表征被控参数的状态量进行分析, 并按给定的控制规律, 决定控制过程, 实时地对控制机构发出控制信号。

上述过程不断重复, 整个系统就能够按照一定的品质指标进行工作, 并能对被控参数和设备本身出现的异常状态及时监督并做出迅速处理。由于控制过程是连续进行的, 计算机控制系统通常是一个实时控制系统。

1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统由计算机和被控对象组成, 如图 1-4 所示。计算机多采用专门设计的工业控制计算机, 也有采用一般计算机或单片机的。计算机由硬件和软件两部分组成。硬件是指计算机本身及外部设备实体, 软件是指管理计算机的系统程序和进行控制的应用程序。控制对象包括被控对象、测量变换、执行机构和电气开关等装置。

(1) 硬件

硬件包括计算机、过程输入输出通道和接口、人机交互设备和接口、外部存储器等。