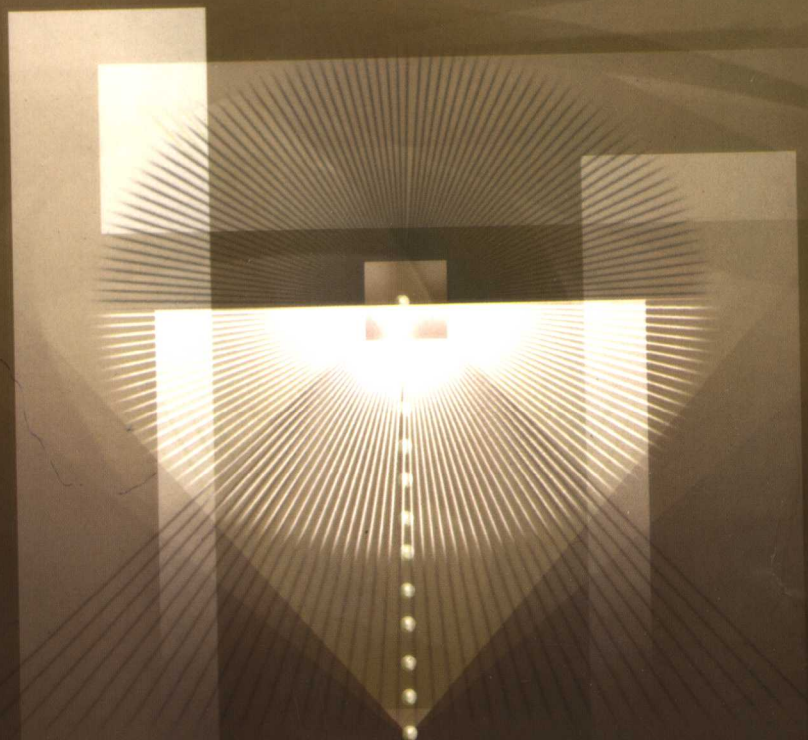


工程训练

——工业系统的测量、驱动与控制

王孙安 任华 郭咏虹 何茹肖 编著



336

50



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

T0336

W350

工程训练

—工业系统的测量、驱动与控制—

王孙安 任华 郭咏虹 何茹肖 编著

T0336
W350

西安交通大学出版社

· 西 安 ·

内容提要

本书是世界银行贷款支持的工程训练中心建设项目的成果之一,内容体现了作者“面向工业系统”的工程训练思想。书中每一个训练项目都有自制装置和器材紧密配合。全书分为三个部分,第一部分为工业系统中的测量,包括常用电子仪器、常用电子元器件、几种传感器及其信号调理电路、常用信号显示装置。第二部分以鼠标器和软磁盘驱动器作为典型产品,分析系统的测量、控制和执行。第三部分是工业系统的驱动与控制,包括计算机数据通道、工业系统特性测试、系统建模与物理仿真、比例-积分-微分控制及其改进算法。并以一个温度系统为背景,介绍了一种基于规则的简单智能控制和脉宽调制方法。

本书作为教材可供理工科大学本科生进行工程训练时使用,也可供相关专业开展业务培训和研发工作时参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练——工业系统的测量、驱动与控制 / 王孙安等
编著. —西安:西安交通大学出版社,2003.8
ISBN 7-5605-1718-8

I. 工… II. 王… III. 工业技术-教材 IV. T

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 063365 号

| | |
|------|--|
| 书 名 | 工程训练——工业系统的测量、驱动与控制 |
| 编 著 | 王孙安 任 华 郭咏虹 何茹肖 |
| 出版发行 | 西安交通大学出版社 |
| 地 址 | 西安市兴庆南路 25 号(邮编:710049) |
| 电 话 | (029)2668357 2667874(发行部) (029)2668315 2669096(总编办) |
| 印 刷 | 西安东江印务有限公司 |
| 字 数 | 247 千字 |
| 开 本 | 727mm×960mm 1/16 |
| 插 页 | 1 |
| 印 张 | 13.75 |
| 版 次 | 2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 7-5605-1718-8/TP·336 |
| 定 价 | 18.50 元 |

版权所有 翻版必究

前 言

教育部“高等教育发展项目”是世界银行贷款支持的项目,西安交通大学工程训练中心建设是该项目的组成部分。本书是在这一项目建设的过程中,为一、二年级本科生的工程训练课程而编写的。书中每一个训练项目都有自制的装置和器材紧密配合,各项目可以单独成为训练单元,也可以有机组合成若干个典型的工业系统。全书分为三个部分。

第一部分是工业系统中的测量技术。向读者揭示:在工业系统中由于机械运动或物理状态变化会引起某些物理量改变,对物理量进行在线测量的目的是实时获取系统的状态信息。使读者初步了解在实际工业系统中,如何实时地测量几种典型的物理量,内容包括传感器、信号调理、信号输出和显示。装置中被测物理量的值均由读者亲手操作而变化。

第二部分分析两种典型的机电产品。向读者介绍传感、测量技术和驱动、控制技术在成功的工业产品中的应用,使读者认识工业系统中的测量、控制与结构、机构乃至封装和界面等各部分的地位和作用。

第三部分为工业系统的驱动与控制技术。向读者揭示:现代工业系统中,系统状态信息必须送入计算机,计算机发出的控制信号必须传送到执行器,而较大功率的执行器又必须经过驱动装置的驱动。为了控制一个工业系统,通常首先要知道对象系统的特性,如果知道对象的数学模型,可以利用数学模型采用仿真的办法分析对象;如果对象的模型难以建立,则必须运用当代的先进控制策略。通过训练,使读者初步了解:如何构建和访问计算机数据通道,如何测试工业系统的特性,如何对系统建模并利用模型仿真,如何整定比例-积分-微分(PID)控制参数,如何对温度系统这样的时变和非线性系统施加模糊控制。

本书的内容体现了编著者“面向工业系统”的工程训练思想。对于实际工业系统,无论是研究、开发还是运行、诊断,往往涉及多门学科和专业的知识。“面向工业系统”的工程训练,可以使校内的工程训练最大限度地接近工程实际。本书选择了几种常见并具有典型性的工业系统作为训练对象,将尽可能多的相关学科和课程的知识联系起来,达到尽可能广的学生受益面。训练中强调机电一体、强电弱电一体,着重缩小教科书与说明书间的距离,着重缩小算法、逻辑与程序代码间的距离,这是本书的特点之一。信息在现代工程活动和制造业中的地位 and 作用日益重要,信息存在于整个工业系统的各个部分中。在工程训练中,要将如此广泛的知识联系起来,只有以信息为线索。凡是用计算机对工业系统实施实时、在线监控和诊

断必须解决的基本问题,均尽可能纳入训练体系之中,这成为本书的另一个特点。在装置上教、在装置上学则是本书教学法的特色。在训练要求和思考题中,安排了一些综合性、设计性的训练,引导学生进行更多的思考。

王孙安教授主持并参加了整个工程训练中心建设项目,提出了“面向工业系统”的指导思想和工程训练项目体系的构想,并主持与参加了训练项目设计、训练装置研制、教学试用和本书的编写工作。任华、郭咏虹、何茹肖等合作者在训练项目开发 and 本书编写中做了大量工作,张东瀛、杨姣、樊庆元、郗宏宇等参加工程训练中心建设的同事也作出了很多贡献。

对低年级本科生进行工程训练,特别是尝试“面向工业系统”的工程训练思想,无论对教师还是对学生是一项极具挑战性的工作。本书采用的教学内容和训练方法尚在试验之中,还需要在训练过程中不断探索,继续完善。我们敬请有关专家指正,也欢迎读者提出意见和建议。

编著者

2003年4月

目 录

| | |
|----------------------------------|------|
| 绪言 | (1) |
| 1 常用仪器使用 | (4) |
| 1.1 双踪示波器 | (4) |
| 1.1.1 YB4320G 型双踪示波器面板及使用说明 | (4) |
| 1.1.2 训练内容 | (7) |
| 1.2 函数信号发生器 | (8) |
| 1.2.1 EE164 型函数信号发生器面板及使用说明 | (8) |
| 1.2.2 YB1600P 型功率函数信号发生器面板及使用说明 | (10) |
| 1.2.3 训练内容 | (11) |
| 1.3 直流稳压电源 | (12) |
| 1.3.1 HY1777-2S 型双路可跟踪直流稳定电源面板说明 | (12) |
| 1.3.2 训练内容 | (13) |
| 1.4 数字万用表 | (14) |
| 1.4.1 GDM-8145 型数字万用表面板及操作说明 | (14) |
| 1.4.2 训练内容 | (15) |
| 训练要求 | (16) |
| 思考题 | (16) |
| 2 常用元器件认知 | (17) |
| 2.1 电阻器 | (17) |
| 2.1.1 电阻器的作用 | (17) |
| 2.1.2 电阻值的标识 | (17) |
| 2.2 电容器 | (18) |
| 2.2.1 信号与系统 | (18) |
| 2.2.2 接地 | (19) |
| 2.2.3 电容器的物理性质 | (19) |
| 2.2.4 电容在电路中的作用 | (20) |
| 2.2.5 电容的主要参数和性能指标 | (21) |
| 2.2.6 训练内容 | (22) |
| 2.3 半导体二极管 | (26) |
| 2.3.1 二极管的分类 | (26) |
| 2.3.2 二极管的单向导电性 | (26) |

| | | |
|----------|---------------------|------|
| 2.3.3 | 整流二极管 | (26) |
| 2.4 | 稳压二极管 | (26) |
| 2.4.1 | 稳压管的作用 | (26) |
| 2.4.2 | 稳压管的主要参数 | (27) |
| 2.4.3 | 训练内容 | (27) |
| | 训练要求 | (28) |
| | 思考题 | (28) |
| 3 | 直流稳压电源调试 | (29) |
| 3.1 | 直流电源 | (29) |
| 3.2 | 实现直流稳压的过程 | (29) |
| 3.2.1 | 变压 | (29) |
| 3.2.2 | 整流 | (30) |
| 3.2.3 | 滤波 | (31) |
| 3.2.4 | 稳压 | (31) |
| 3.3 | 训练内容 | (31) |
| | 训练要求 | (34) |
| | 思考题 | (34) |
| 4 | 传感器与信号调理电路概述 | (36) |
| 4.1 | 传感器 | (36) |
| 4.2 | 信号调理电路 | (36) |
| 4.3 | 常用仪器在工业系统测量中的应用 | (36) |
| 4.3.1 | 信号发生器 | (37) |
| 4.3.2 | 示波器 | (37) |
| 4.3.3 | 直流电源 | (38) |
| 4.3.4 | 万用表 | (38) |
| 5 | 力的测量与差动放大 | (39) |
| 5.1 | 电阻应变原理 | (39) |
| 5.2 | 差动原理 | (40) |
| 5.3 | 运算放大器 | (41) |
| 5.3.1 | 理想运算放大器 | (41) |
| 5.3.2 | 运算放大器的工作方式 | (43) |
| 5.3.3 | 运算放大器构成的两种实用放大器 | (43) |
| 5.4 | 训练内容 | (45) |
| | 训练要求 | (45) |

| | |
|------------------------------|------|
| 思考题 | (45) |
| 6 温度测量及其信号调理 | (46) |
| 6.1 温度测量的特殊问题 | (46) |
| 6.2 温度传感器 | (47) |
| 6.2.1 金属热敏电阻 | (47) |
| 6.2.2 半导体热敏电阻 | (47) |
| 6.2.3 电流型半导体温度传感器 | (48) |
| 6.3 AD590 半导体温度传感器 | (48) |
| 6.3.1 AD590 的性能和主要参数 | (48) |
| 6.3.2 AD590 构成的测温电路例 | (48) |
| 6.3.3 AD590 测温电路的标定和校准 | (48) |
| 6.4 训练内容 | (49) |
| 训练要求 | (50) |
| 思考题 | (50) |
| 7 转速测量及频压转换 | (51) |
| 7.1 光电信号转换 | (51) |
| 7.2 码盘式转速测量原理 | (52) |
| 7.3 转速测量中的信号调理 | (53) |
| 7.3.1 信号整形 | (53) |
| 7.3.2 F/V 转换 | (54) |
| 7.3.3 主要器件简介 | (55) |
| 7.4 训练内容 | (57) |
| 训练要求 | (57) |
| 思考题 | (58) |
| 8 位移测量及编码、辨向原理 | (59) |
| 8.1 码盘式位移测量原理 | (59) |
| 8.2 辨向原理 | (59) |
| 8.3 训练内容 | (60) |
| 训练要求 | (61) |
| 思考题 | (61) |
| 9 信号输出与显示 | (62) |
| 9.1 常用的显示方式 | (62) |
| 9.2 发光二极管显示器件 | (62) |
| 9.3 LED 数码管的显示 | (63) |

| | | |
|-----------|-----------------|------|
| 9.3.1 | 直接控制显示 | (63) |
| 9.3.2 | 通过译码显示 | (64) |
| 9.4 | 训练内容 | (66) |
| 训练要求 | | (68) |
| 思考题 | | (68) |
| 10 | 鼠标器分析 | (70) |
| 10.1 | 光机式鼠标器的结构 | (70) |
| 10.2 | 光机式鼠标器的原理 | (70) |
| 10.3 | 阅读材料——鼠标器简介 | (71) |
| 10.3.1 | 各种鼠标的原理 | (72) |
| 10.3.2 | 各种接口 | (73) |
| 10.3.3 | 各种外形 | (74) |
| 10.3.4 | 鼠标的维修 | (74) |
| 10.3.5 | 鼠标的选购 | (75) |
| 10.3.6 | 鼠标的创新 | (75) |
| 10.3.7 | 鼠标的人体工程学问题 | (76) |
| 10.4 | 训练内容 | (77) |
| 训练要求 | | (77) |
| 思考题 | | (77) |
| 11 | 软磁盘驱动器分析 | (78) |
| 11.1 | 软驱的结构和原理 | (78) |
| 11.2 | 磁头系统 | (79) |
| 11.2.1 | 磁头小车 | (80) |
| 11.2.2 | 磁头小车的运动 | (80) |
| 11.3 | 主轴系统 | (80) |
| 11.3.1 | 直流无刷电机 | (81) |
| 11.3.2 | 转子位置传感器 | (83) |
| 11.4 | 磁头系统与主轴系统的协同工作 | (83) |
| 11.4.1 | 磁道格式 | (83) |
| 11.4.2 | 读写操作 | (85) |
| 11.4.3 | 控制器的作用 | (85) |
| 11.4.4 | 工作状态检测 | (86) |
| 11.5 | 磁盘进出机构 | (86) |
| 11.6 | 软驱主板 | (88) |

| | | |
|-----------|-----------------------------|--------------|
| 11.7 | 盘片和盘套 | (89) |
| 11.8 | 软驱主要技术特性 | (90) |
| 11.9 | 阅读材料——移动存储设备的过去、现在和未来 | (91) |
| 11.9.1 | 软驱发展简史 | (91) |
| 11.9.2 | 软驱面临的挑战 | (92) |
| 11.9.3 | 软驱主要技术 | (92) |
| 11.9.4 | 新型移动存储设备主要技术 | (93) |
| 11.9.5 | 采用闪存的移动存储设备 | (94) |
| 11.10 | 训练内容 | (95) |
| | 训练要求 | (95) |
| | 思考题 | (95) |
| 12 | 开关量输入输出通道与顺序控制 | (96) |
| 12.1 | 数据通道概述 | (96) |
| 12.1.1 | 人-机界面与机-机界面 | (96) |
| 12.1.2 | 数据通道的分类 | (97) |
| 12.2 | 器材简介 | (98) |
| 12.2.1 | 数据采集控制板卡 | (98) |
| 12.2.2 | IPC-610 工业控制计算机 | (100) |
| 12.2.3 | PCLD-880REV. A1 工业端子板 | (100) |
| 12.2.4 | 自制 DI/DO 电路板 | (101) |
| 12.3 | 训练内容 | (101) |
| | 训练要求 | (104) |
| | 思考题 | (105) |
| 13 | 模拟量输入输出通道 | (106) |
| 13.1 | 模拟量输入输出通道 | (106) |
| 13.2 | 器材简介 | (107) |
| 13.3 | 训练内容 | (108) |
| | 训练要求 | (110) |
| | 思考题 | (110) |
| 14 | 信号离散化 | (111) |
| 14.1 | 信号离散化的原理 | (111) |
| 14.1.1 | 采样——信号的时间离散化 | (113) |
| 14.1.2 | 量化——信号的数值离散化 | (116) |
| 14.1.3 | 数值离散化的实现 | (117) |

| | | |
|-----------|-------------------------------|-------|
| 14.1.4 | 数字信号的编码 | (118) |
| 14.1.5 | 采样触发的实现 | (120) |
| 14.2 | 器材简介 | (121) |
| 14.2.1 | PCL-812PG 采集卡 | (121) |
| 14.2.2 | 自制放大电路板 | (121) |
| 14.3 | 训练内容 | (121) |
| 训练要求 | | (122) |
| 思考题 | | (123) |
| 15 | 工业系统静态、动态特性测试——电动机转速系统 | (124) |
| 15.1 | 工业系统的静态特性和动态特性 | (124) |
| 15.1.1 | 系统的静态特性 | (124) |
| 15.1.2 | 系统的动态特性 | (126) |
| 15.2 | 器材简介 | (127) |
| 15.3 | 训练内容 | (128) |
| 训练要求 | | (130) |
| 思考题 | | (130) |
| 16 | 工业系统静态、动态特性测试——温度系统 | (131) |
| 16.1 | 温度系统的特殊问题 | (131) |
| 16.2 | 器材简介 | (131) |
| 16.2.1 | 自制温度调节装置 | (131) |
| 16.2.2 | 自制温度测量电路板 | (133) |
| 16.3 | 训练内容 | (134) |
| 训练要求 | | (135) |
| 思考题 | | (135) |
| 17 | 系统数学模型的建立与系统仿真 | (136) |
| 17.1 | 系统数学模型的建立 | (136) |
| 17.1.1 | 机械系统数学模型的建立 | (137) |
| 17.1.2 | 电气系统数学模型的建立 | (138) |
| 17.2 | 系统的时域分析与频域分析 | (139) |
| 17.2.1 | 时域分析 | (139) |
| 17.2.2 | 频域分析 | (142) |
| 17.3 | 系统的物理仿真 | (142) |
| 17.4 | 器材简介 | (143) |
| 17.5 | 训练内容 | (143) |

| | | |
|--------------------------|-------|-------|
| 训练要求 | ..... | (144) |
| 思考题 | ..... | (144) |
| 18 工业系统的 PID 控制 | ..... | (145) |
| 18.1 开环系统与闭环控制系统 | ..... | (145) |
| 18.1.1 开环控制系统 | ..... | (145) |
| 18.1.2 闭环控制系统 | ..... | (146) |
| 18.2 PID 控制系统 | ..... | (147) |
| 18.2.1 PID 控制器 | ..... | (147) |
| 18.2.2 比例控制的作用 | ..... | (148) |
| 18.2.3 积分控制的作用 | ..... | (148) |
| 18.2.4 微分控制的作用 | ..... | (148) |
| 18.3 控制系统的品质和性能指标 | ..... | (149) |
| 18.4 用计算机实现 PID 控制 | ..... | (150) |
| 18.4.1 计算机控制系统 | ..... | (150) |
| 18.4.2 数字 PID 控制 | ..... | (151) |
| 18.5 采样周期的选择和 PID 控制参数整定 | ..... | (153) |
| 18.5.1 采样周期的选择 | ..... | (153) |
| 18.5.2 PID 参数整定 | ..... | (153) |
| 18.6 训练内容 | ..... | (154) |
| 训练要求 | ..... | (157) |
| 思考题 | ..... | (157) |
| 19 电机转速控制系统 | ..... | (158) |
| 19.1 交流异步电动机的调速 | ..... | (158) |
| 19.1.1 交流异步电动机的基本原理 | ..... | (158) |
| 19.1.2 交流变频调速 | ..... | (161) |
| 19.2 PID 控制的改进 | ..... | (162) |
| 19.2.1 积分项的改进 | ..... | (162) |
| 19.2.2 微分项的改进 | ..... | (163) |
| 19.3 训练内容 | ..... | (165) |
| 训练要求 | ..... | (166) |
| 思考题 | ..... | (166) |
| 20 温度控制系统 | ..... | (167) |
| 20.1 工业过程概述 | ..... | (167) |
| 20.2 温度控制系统原理 | ..... | (168) |

| | | |
|-------------|-------------------------------|-------|
| 20.2.1 | 温度控制系统的特点 | (168) |
| 20.2.2 | 温度系统的模型和控制规则 | (169) |
| 20.2.3 | 温度系统的 PWM 控制 | (172) |
| 20.2.4 | 器材简介 | (173) |
| 20.3 | 训练内容 | (174) |
| 训练要求 | | (174) |
| 思考题 | | (175) |
| 附录 | | (176) |
| 附录 1 | IPC-610 工业控制计算机机箱结构 | (176) |
| 附录 2 | PCLD-880 工业端子板 | (178) |
| 附录 3 | PCL-812PG 数据采集控制板卡 | (181) |
| 3.1 | 概述 | (181) |
| 3.2 | 技术指标 | (181) |
| 3.3 | 使用方法 | (182) |
| 3.4 | 寄存器描述及板内地址分配 | (184) |
| 3.5 | 使用范例 | (189) |
| 附录 4 | ACL-8112PG 数据采集控制板卡 | (192) |
| 4.1 | 概述 | (192) |
| 4.2 | ACL-8112 系列增强型多功能数据采集卡特性 | (192) |
| 附录 5 | 基于 PCL-812PG 采集卡的开关量通道 C 范例程序 | (196) |
| 5.1 | DI 通道程序 | (196) |
| 5.2 | DO 通道程序 | (197) |
| 附录 6 | 基于 PCL-812PG 采集卡的模拟量通道 C 范例程序 | (198) |
| 6.1 | A/D 通道程序 | (198) |
| 6.2 | D/A 通道程序 | (199) |
| 附录 7 | 定时程序 | (200) |
| 附录 8 | 屏幕绘时域曲线程序 | (202) |
| 参考文献 | | (207) |

绪 言

我国的青少年很少有机会认识实际的工程技术活动,我国高校过去依托企业界的高等工程训练基地现在也几乎不复存在,这是我国高等工程训练面对的实际情况。在教育部的支持下,在以理工科为特色的综合性大学中大力建设校内的工程训练基地,无疑是正确的决策。

在认知心理学中,关于“是什么”的知识称为事实性知识,而关于“怎么做”的知识称为过程性知识。对于工程技术工作者,知道客观世界“是什么”的知识还远远不够,更重要的是要知道“怎么做”。我国的教育方式长于传授事实性知识,但在传授过程性知识方面有欠缺。工程训练是获取过程性知识的重要途径之一。在工程训练基地建设中,我们正在努力探索符合国情和校情的工程训练体系。工业系统的研究、开发和运行、诊断往往要涉及多个学科和专业的知识。在以理工科为特色的综合性大学中,以工业系统为基本单位组织工程训练内容,能够最大可能地接近工程实际,将以往孤立、分散开设的多门工程类课程联系起来,使尽可能多的学生在工业系统中找到相关课程知识的坐标,“面向工业系统”的工程训练思想就是在这一背景下提出的。

工业系统可以分为两大类:一类是装置,如各种运载工具、发动机、机床和机器人,有时被称作生产机械;另一类是过程,如冶炼、化工、制药等生产过程。

工业系统中不仅存在能量、物质的传递和转换,更重要的是存在着信息的联系。人类要对自己创造的工业系统施加驱动和控制,不但要能支配系统中的物质和能量,更要能够利用系统的信息。人类模仿生物界和人类自身,将现代工业系统分为测量系统、控制器、执行器三个主要部分。三个部分协调工作要靠信息。有时将被控制的装置和过程统称为工业对象,或对象。

工业系统运行过程中,会产生各种物理量。譬如在含有运动装置的工业对象中,会产生力/力矩、位移/角位移、速度/角速度、加速度/角加速度的连续变化。又如在工业过程中,会产生压力、流量、液位、温度、湿度的连续变化。此外,某些事件的发生,譬如某一个部件移动到指定位置,液位达到规定高度,油箱中剩余燃油少于一定量,炉温达到预定的报警温度,烟尘或有害气体达到报警浓度,或操作者按下了某一个控制按钮,会引起开关的“通”、“断”,导致某一信号的“有”、“无”或电平的“高”、“低”变化。这些物理量和开关信号表达着系统运动状态的信息。

为了对工业系统进行监测和控制,首先必须获取系统运行的状态信息,为此要测量系统中各种物理量的值。状态信息测量系统由传感器和信号调理电路组成。传感器将各种物理量转换成电信号,电信号是系统状态信息的表达形式,信号调理电路的作用是对传感器输出的电信号进行初步的处理,信号调理电路由各种电子元器件组成。获得系统状态信息后,要以适当的形式传达给人的感官或仪器,如指针、指示灯、数字、图形、图像、声响或振动或某种专用信号。测量系统的设计、调试和维修要用到各种电子仪器。

在基础训练阶段,主要开展测量系统的基本训练。包括:常用电子仪器的使用、常用电子元器件的认知、几种传感器及其信号调理电路、常用信号显示装置。在这个阶段由学生手动驱动特制的装置,产生的物理量既可以用传统的方法观察,也可以用传感器测量。后者的优越性明显可见。

常见的鼠标器和软磁盘驱动器集传感器、信号调理、控制、驱动和执行于一体,具有代表性和典型性,而且价格低廉,正适于供学生做剖析之用。通过剖析,学生可以观察到工业系统中的许多重要设计思想在成熟产品设计中的体现。鼠标器还涉及人体工程学方面的问题,软磁盘驱动器则涉及为控制所需的数据格式问题,这些内容可以拓宽学生的眼界。

获取系统运行的状态信息的目的不仅仅是供人感知,更重要的是作为控制器施加控制的依据。现代工业系统越来越多地用计算机做控制器,必须将测量系统得到的信号送给计算机,这就需要计算机输入通道。作为控制器,计算机发出的控制信号要输出给执行器,于是需要计算机输出通道。计算机只能以数字方式处理信息,所以信号经计算机输入输出通道时,必须经过一定的转换,这就是 A/D 和 D/A 过程。

为了对工业对象施加控制,必须知道系统的静态特性和动态特性。有时需要通过专门的测试来了解系统的静态和动态特性。很多系统的运动特性可以用数学模型描述,系统建模的目的就是建立系统的数学模型。微分方程是常见的一种数学模型。系统分析就是研究系统模型的结构或参数对系统性能的影响。往往有一些不同系统的微分方程形式相同,这就使得物理仿真成为可能。系统的物理仿真是在一个较低成本的系统上模拟另一个系统的行为。本训练体系的系统建模和控制训练就是在物理仿真对象上进行的。

计算机数据通道和系统建模分析的目的都是为了对系统实施比例-积分-微分(PID)控制。PID 控制是应用最广泛的控制策略,基于计算机技术的数字 PID 控制比以前有了许多改进。

计算机输出的控制信号经放大后才能用于控制执行器。在控制器和执行器之间,常需要有某种驱动装置。驱动装置因执行器而异,本训练体系中涉及的驱动装

置穿插在各个项目中。

交流异步电动机转速控制系统和温度控制系统是两类工业系统中最常见的典型系统。温度系统的测量和控制有独特的问题,本书在这里介绍了一种智能控制策略,旨在指出时变、非线性系统建模的困难和控制的复杂性。

在综合训练阶段,将开展对工业系统驱动和控制方面的训练。包括:计算机的各种数据通道、工业系统特性测试、建模和物理仿真、PID 控制及其改进算法、一种基于规则的简单智能控制和脉宽调制(PWM)法。在这个阶段,系统的控制可以由学生手动完成,也可以由计算机实现,前者的控制器就是人脑。

在现代工程中,工业系统特性测试、系统分析和仿真都离不开计算机。为本训练体系开发的基于工业控制计算机的系统,设计了专用的数据通道和人-机界面,集信号发生器、数字示波器、数据采集系统和数字控制器等多种功能于一体,在后几个综合训练项目中,该系统既可作为专用的激励信号源,也可作为专用的存储数字示波器。

1 常用仪器使用

训练目的

初步掌握示波器、函数信号发生器、直流稳压电源和数字万用表 4 种常用仪器的基本使用方法。

器 材

- YB4320G 双踪示波器 1 台
- EE164 或 YB1600P 函数信号发生器 1 台
- HY1777-2S 双路稳压电源 1 台
- GDM-8145 数字万用表 1 台

1.1 双踪示波器

示波器是用于观察信号的波形、测量信号的幅值、周期的仪器。双踪示波器有两个信号通道,可以同时观察两路不同的信号波形,测量两者之间的相位差。还可以以一路信号作为 X 轴变量,另一路信号作为 Y 轴变量,观察两路信号共同在 X-Y 平面上构成的图形。

1.1.1 YB4320G 型双踪示波器面板及使用说明

YB4320G 型示波器面板从左向右划分为 4 个区域,4 个区域的布局见图 1-1。实际上这是大多数示波器的 4 个主要系统。

1. 显示区:电源、示波管及其调节,本机校准信号。
2. “垂直”区:又划分成通道 1 和通道 2 两个区域。
3. “水平”区:“水平方式”区可归入水平系统。基础训练阶段,选择方式 A,因此仅用到“A TIME/DIV”旋钮。
4. “触发”区:触发功能使某些难以显示的信号能够稳定显示。基础训练阶段,关于触发的知识从略。

图 1-2 为 YB4320G 型双踪示波器面板图,各部分名称及作用(仅介绍与训练