

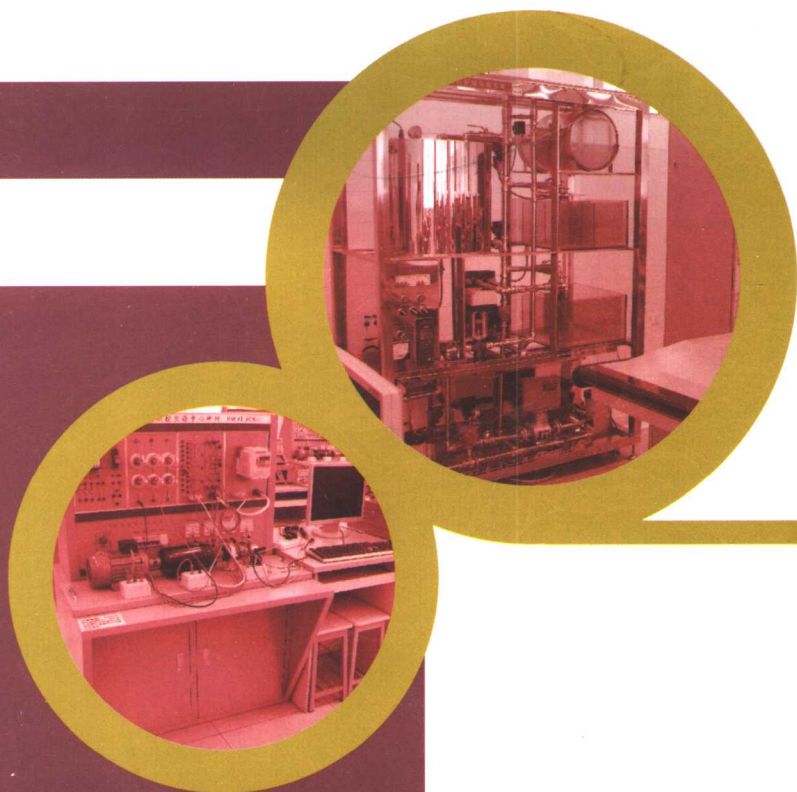


- 西南交通大学“323实验室工程”系列教材
- 机电测控系列实验教材

控制原理与系统实验教程

陈春俊 张洁 戴松涛 编著

西南交通大学实验室及设备管理处 主审



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

TP13/230

2007

西南交通大学“323实验室工程”系列教材
机电测控系列实验教材

控制原理与系统 实验教程

陈春俊 张 洁 戴松涛 编著
西南交通大学实验室及设备管理处 主审

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书是西南交通大学全面实施“323 实验室工程”中,机电测控系列实验教材之一。本教材内容包括基于 LabACT 实验机的控制原理实验、计算机控制技术实验和控制系统实验,交流电机微机调速实验, A3000 过程控制实验及控制系统的计算机仿真分析实验几个部分。本教材可作为高等工科院校自动控制原理、控制工程基础、计算机控制系统等课程的实验指导用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

控制原理与系统实验教程 / 陈春俊, 张洁, 戴松涛编
著. —成都: 西南交通大学出版社, 2007.9
(西南交通大学“323 实验室工程”系列教材)
机电测控系列实验教材
ISBN 978-7-81104-786-8

I. 控… II. ①陈…②张…③戴… III. ①自动控制理论—
实验—高等学校—教材②自动控制系统—实验—高等学
校—教材 IV. TP13 TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 153227 号

西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

机电测控系列实验教材

控制原理与系统实验教程

陈春俊 张洁 戴松涛 编著

*

责任编辑 李晓辉

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 14

字数: 341 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-786-8

定价: 19.50 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

自动控制理论的形成和发展，经历了半个多世纪的历程。

20 世纪四五十年代形成的经典控制理论，比较成功地解决了单输入/单输出控制系统的分析和设计问题；20 世纪 60 年代初，随着空间技术的发展，控制工程也随之向高性能、多目标控制方向发展，并采用数字计算机进行分析设计和实时控制，从而形成现代控制理论，比较成功地解决了多输入/多输出，且能建立精确数学模型的多变量控制系统。然而，要建立控制系统的精确的数学模型是比较困难，甚至对大多数系统来说是不可能的。因此，从 70 年代开始，又逐渐形成了先进控制理论。这三代控制理论各有其优缺点，先进控制理论并不能完全代现代控制理论，同样也不能完全代替经典控制理论。近年来，随着计算机技术的发展，计算机的性能指标越来越高，而成本却越来越低，计算机技术与控制理论相结合，形成了计算机控制理论。目前计算机控制已广泛应用于机械、石油、化工、冶金、交通、军事、建筑和家电等许多行业。

本书作为控制原理或控制工程基础课程的实验教材，主要以经典控制理论实验为主，同时也包括部分多变量控制和先进控制的实验。

自动控制原理作为电子信息类的专业基础，控制工程基础作为机械类、近机类的专业基础课程，课程内容是在数学模型基础上，对控制系统进行稳、快、准性能分析、校正与设计。本书的编著者在长期从事该课程教学的过程中发现，学生普遍反映该课程内容较为抽象，与实验控制系统联系较为困难。因此，本书的出版不仅能为学生验证理论课的教学内容，让学生深刻了解控制系统的基本组成，了解反馈控制的本质是“检测偏差，用偏差来纠正偏差”，更重要的是通过实验教学环节，能让学生将所学的传感器与测试技术、自动控制技术与计算机软硬件知识相结合，能按给定性能指标要求设计出控制系统，从而真正培养出新世纪高素质创新型人才。

本书作为实验教学用教材，在内容安排上以实验和设计为主，不对控制基础理论作深入讲解。本教材包括控制原理基础型实验和综合提高型实验，控制系统综合实验及研究创新实验，控制原理与系统的计算机仿真实验。其中，控制理论基础提高型实验以上海埃威航空电子有限公司出品的 AEDK-LabACT 教学实验系统为主；控制系统综合实验采用编著者自制的电机调速微机控制实验系统和北京华晟公司的 A3000 综合实验系统；控制原理与系统的

计算机仿真分析实验采用深圳德普斯-欧鹏科技公司的 DRLink 实验平台。通过多层次的实验教学,使学生全面掌握控制系统的组成,了解反馈控制的本质,掌握控制系统的分析、校正和设计,学会用计算机进行仿真分析以及计算机测控系统的设计和调试方法。

本教材的编写分工如下:陈春俊全面负责本教材编写和实验内容安排,并编著第 1~4 章及第 5 章部分内容;张洁负责第 5 章、第 6 章及附录编写;戴松涛负责实验系统的安装调试和资料提供。

在教材编写过程中,上海埃威航空电子有限公司、北京华晟高科公司、深圳德普斯-欧鹏科技公司提供了实验系统部分原始资料,硕士研究生舒丽芬、蓝天宇、张丽娜也参与了资料收集和实验开发工作,在此一并向他们表示衷心感谢。

由于本教材内容的广泛关联性和编者自身的局限性,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 9 月

目 录

第 1 章 LabACT 实验机感知实验	(1)
1.1 实验机主板功能概述	(1)
1.2 虚拟示波器功能概述	(10)
第 2 章 基于 LabACT 实验机的控制原理实验	(15)
2.1 线性系统的时域分析理论实验	(15)
2.2 线性控制系统的频域分析实验	(22)
2.3 线性系统的校正与状态反馈实验	(31)
2.4 非线性系统的相平面分析实验	(54)
2.5 模拟控制系统实验	(74)
第 3 章 基于 LabACT 实验机的综合实验	(79)
3.1 基于 LabACT 实验机的计算机控制技术实验	(79)
3.2 基于 LabACT 实验机的控制系统实验	(106)
第 4 章 交流电机微机调速实验	(120)
4.1 交流电机调速基础型实验	(120)
4.2 交流电机调速设计型实验	(127)
第 5 章 基于 A3000 的过程控制系统实验	(137)
5.1 A3000 总体感知认识	(137)
5.2 构建过程控制系统实验	(146)
第 6 章 基于 DRLink 控制系统的计算机仿真实验	(149)
6.1 控制系统时域特性实验	(149)
6.2 控制系统频域特性实验	(154)
6.3 控制系统综合实验	(159)
附录 A Borland C++ Version3.1 编译器的安装说明	(183)
附录 B 组态王软件	(189)
参考文献	(218)

第1章 LabACT 实验机感知实验

1.1 实验机主板功能概述

LabACT 实验机由自动控制原理实验模块、计算机控制原理实验模块、信号源模块、控制对象模块、虚拟示波器模块、控制对象输出显示模块和控制模块 7 大部分组成,各模块的相互关系框图如图 1-1 所示。

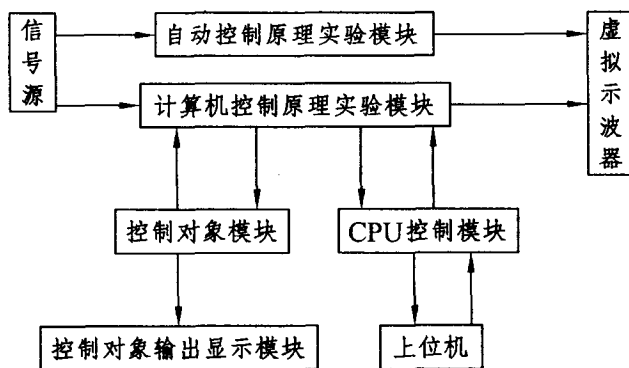


图 1-1 各模块相互关系框图

自动控制原理实验模块由模拟运算单元及模拟运算扩充库组成,这些模拟运算单元的输入回路和反馈回路上配有多个各种参数的电阻、电容,因此可以完成各种自动控制模拟运算。例如构成比例环节、惯性环节、积分环节、比例微分环节,PID 环节和典型的二阶、三阶系统等。利用本实验机所提供的多种信号源输入到模拟运算单元中去,再使用本实验机提供的虚拟示波器界面可观察和分析各种自动控制、计算机控制原理实验的响应曲线。

计算机控制原理实验模块由模数转换器、数模转换器、8253 定时器、8259 中断控制器及模拟运算单元组成。在 CPU 的运算和控制下,可完成数字控制实验。

控制对象模块由温度控制模块,直流电机模块和步进电机模块组成。它可实现温度闭环控制实验、直流电机闭环调速实验和步进电机调速实验。

CPU 控制模块由十六位微机 8088 及 RS232 串口通信芯片等组成。CPU 控制模块(ACT88)位于主实验板的下面,经 J1 插座与主实验板相连。

主实验板外形尺寸为 35 cm×47 cm,主实验板的布置如图 1-2 所示。

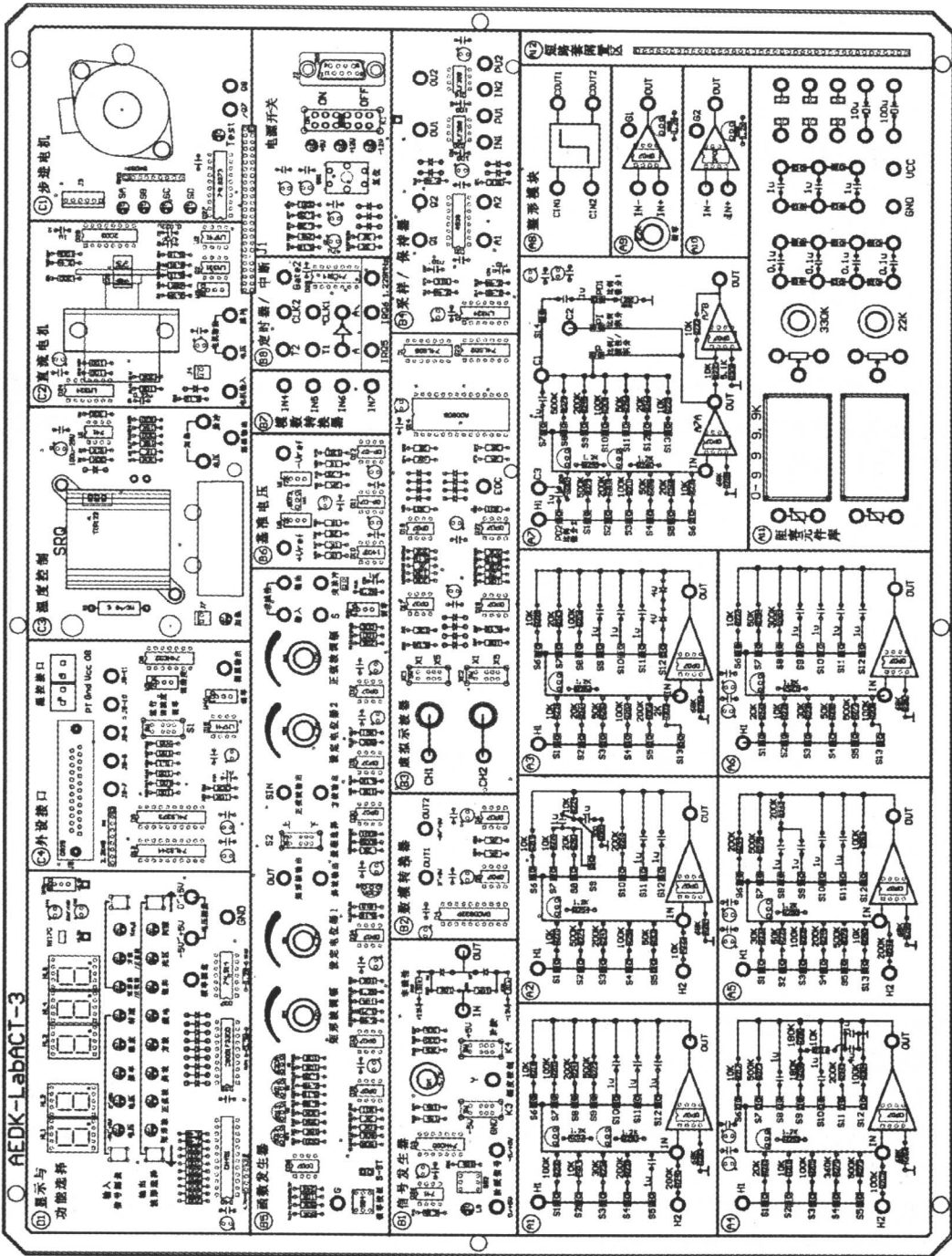


图1-2 主实验板的布置简图

根据功能,本实验机划分为 A,B,C,D 四个实验区,各实验区均在主实验板上。实验区组成见表 1-1。

表 1-1 实验区组成

A 实验区	模拟运算单元	有 6 个模拟运算单元,每单元由多组电阻或电容构成的输入回路、反馈回路和 1 个运算放大器组成	A1~A6
	模拟运算扩充库	包括校正网络库(A7)、整形模块(A8),可调零放大器(A9),放大器(A10)和 2 个 0~999.9 k Ω 的直读式可变电阻、2 个电位器及多个电容(A11)	A7~A11
B 实验区	手控阶跃信号发生器	由手控阶跃发生(0/+5 V、-5 V/+5 V),幅度控制(电位器),非线性输出组成	B1
	函数发生器	含有 10 种(可选择)波形输出:矩形波、正弦波、斜坡、方波输出,方波/正弦波、矩形波/正弦波同时输出,继电特性、饱和特性、死区特性及间隙特性等非线性输出	B5
	数模转换器	八位数/模转换,输出有 0~+5 V、-5~+5 V 二个测孔供选择	B2
	模数转换器	八位模/数转换,其中有 2 个通道为 0~+5 V 输入,有 2 个通道为 -5~+5 V 输入	B7
	定时器/中断单元	有 8253 定时器中的计数器 1、计数器 2,有中断控制器 8259 中的 IRQ5,IRQ6 中断输入,固定时钟(1.229 MHz)输出	B8
	采样/保持器	采样/保持器 LF398,单稳态电路 4538	B4
	虚拟示波器	2 个通道模拟信号输入,输入信号可不衰减输入,也可衰减 5 倍后输入	B3
	基准电压单元	+Vref(+5.00 V),-Vref(-5.00 V)	B6
C 实验区	步进电机模块	步进电机 35BY48	C1
	直流电机模块	直流电机 BY25,直流电压驱动,脉冲测速及电压测速输出	C2
	温控模块	模拟电压加热及脉宽控制加热,热敏电阻测温	C2
	外设接口模块	6 路开关量输入和 8 路开关量输出,TTL 电平兼容。1 路测温传感器(铂电阻 PT100)输入及控制固态继电器输出	C4
D 实验区	显示与功能选择	5 位 8 段数码管、4 个功能选择按键和 16 个指示灯。 具有独立于实验机的 CPU 控制模块,提供控制对象输出显示,提供函数发生器(B5)的输出切换控制和输出数据显示	D1

1.1.1 模拟运算实验模块

1. 模拟运算单元

模拟运算单元模块是 A 实验区的 A1~A6 模块,模拟运算单元布置如图 1-2 所示,图中 S1~S13 均为跨接座,当用户选中模拟运算单元的某一参数的电阻、电容作输入回路和反馈回路构成一个模拟电路时,在该元件的左边相对应的跨接座上插上白色短路套即可,直观方便。

6 个模拟运算单元实现原理基本相同,只是运放各输入回路及各反馈回路引入的电阻、电容的参数和连接方式各不相同。6 个模拟运算单元的各参数已经合理设计,组合使用可以满足

足本书中提供的全部实验要求,而无需外接电阻或电容,有效简化了实验操作。

各信号接入点及输出点均引出标准插孔供接线用。H1、H2 为模拟运算单元的输入插孔,IN 为运算放大器负端输入,即反馈与输入相加点插孔,OUT 为模拟运算单元的输出插孔。

2. 模拟运算扩充单元

模拟运算扩充单元是 A 实验 A 区的 A7~A11 模块,其布置如图 1-2 所示。模拟运算扩充库包括校正网络库模块 A7、整形模块 A8,可调零放大器模块 A9,放大器模块 A10 和 2 个 0~999.9 k Ω 的直读式可变电阻、2 个电位器及多个电容模块 A11,可以灵活搭建多种不同参数的系统。

校正网络库模块 A7,在不同的跨接座上插上白色短路套即可构成比例环节、惯性环节、积分环节、比例积分环节、比例微分环节、比例微分积分环节,用户可按不同的需求构成各种校正环节。C1,C2,C3 插孔为了扩充电容用。

整形模块 A8 中有二组整形器,其中 CIN1 和 CIN2 为输入插孔,COUT1 和 COUT2 为输出插孔。

1.1.2 函数发生器模块

函数发生器模块是 B 实验区的 B5 模块,是各函数及波形发生的控制和输出模块,它含有 10 种可选择波形输出,有 4 个函数波形调节电位器、1 个波形量程选择开关和各函数发生的输出口组成。各波形和函数的输出选择在 D1 模块中选择设置。各波形的切换控制和显示见表 1-2。

表 1-2 函数发生器取值及显示

序号	波形类型	函数发生器取值及显示						
		左显示及范围		电位器调节	右显示及范围		电位器调节	
1	矩形波	宽度	上	0.01~1 s	设定电位器 1	幅度(0~6 V)	矩形波调幅	
	下		0.1~10 s					
2	正弦波	幅度峰峰值 (0~12 V)		正弦波调幅	频率	上	0.1~2 Hz	设定电位器 2
						下	0.8~50 Hz	
3	斜坡	斜率(0.4~8)		设定电位器 1	宽度(0.5~10 s)			
4	方波	—		—	频率(2.4~250 Hz)		设定电位器 1	
5	继电	—		—	幅值(0~6 V)		设定电位器 1	
6	饱和	斜率(0.1~5.1)		设定电位器 1	限幅(0~6 V)		设定电位器 2	
7	死区	斜率(0.1~5.1)		设定电位器 1	死区宽度(0~5 V)		设定电位器 2	
8	间隙	斜率(0.1~5.1)		设定电位器 1	间隙宽度(0~5 V)		设定电位器 2	
9	矩形/正弦波	同单一矩形和单一正弦波时一校						
10	方波/正弦波	同单一方形和单一正弦波时一校						

1. 矩形波

下排按键选择“矩形波”，指示灯亮，函数发生器 B5 模块中的“矩形波输出”测孔输出矩形波。左边两个数码管显示矩形波正脉冲的宽度“X. X”或“XX”(s)，由“设定电位器 1”控制相应的正脉冲输出宽度；此外，B5 模块中的“量程选择”开关还可控制正脉冲输出宽度量程（见表 1-2）。右边 3 个数码管显示矩形波的幅度“X. XX”(V)，由 B5 模块中的“矩形波调幅”电位器控制变化幅度。

说明：只有把函数发生器 B5 模块左下角的“S-ST”跨接座上套上短路套后，在“矩形波输出”测孔才有矩形波输出。“量程选择”开关置于下挡时，其零输出宽度恒保持为 2 s，与正脉冲输出宽度值无关；“量程选择”开关置于上挡时，其零输出宽度与正脉冲输出宽度值相等。

2. 正弦波

下排按键选择“正弦波”，指示灯亮，函数发生器 B5 模块中的“正弦波输出”测孔输出正弦波。左边两个数码管显示正弦波的幅度“X. X”(V)，由 B5 模块中的“正弦波调幅”电位器控制变化幅度；右边 3 个数码管显示正弦波的频率“X. XX”或“XX. X”(Hz)，由“设定电位器 2”控制相应的输出频率。此外，B5 模块中的“量程选择”开关还可控制正弦波的频率输出量程。

3. 斜坡

下排按键选择“斜坡”，指示灯亮，函数发生器 B5 模块中的“斜坡输出”孔输出斜坡波形。斜坡输出的幅度为 4 V，左边两个数码管显示斜坡信号的斜率“X. X”，右边 3 个数码管显示斜坡的信号的宽度“X. XX”，由 B5 模块中的“设定电位器 1”控制相应的斜率。

4. 方波

下排按键选择“方波”，指示灯亮，函数发生器 B5 模块中的“方波输出”孔输出方波。数码管显示方波频率“XXX. X”(Hz)，由 B5 模块中的“设定电位器 1”控制相应的输出频率，幅度为 3 V。

5. 继电特性

下排按键选择“继电”，指示灯亮，将信号发生器 B1 的幅度控制电位器中心 Y 测孔作为非线性 $-5\sim+5$ V 输入信号接到函数发生器 B5 模块中的“非线性输入”测孔，B1 单元的 K3 开关拨上（即 -5 V），K4 开关也拨上（即 $+5$ V），B5 单元中的“非线性输出”测孔信号输出继电特性；数码管显示继电特性的幅值“X. XX”(V)，由 B5 模块中的“设定电位器 1”控制相应的输出幅值。

6. 饱和特性

下排按键选择“饱和”，指示灯亮，将信号发生器 B1 的幅度控制电位器中心 Y 测孔作为非线性 $-5\sim+5$ V 输入信号接到函数发生器 B5 模块中的“非线性输入”测孔，B1 单元的 K3 开关拨上（即 -5 V），K4 开关也拨上（即 $+5$ V），B5 单元中的“非线性输出”测孔信号输出饱和特性；左边两个数码管显示饱和特性线性区的斜率“X. X”，由 B5 模块中的“设定电位器 1”设

定斜率;右边 3 个数码管显示饱和输出的限幅值“X. XX”(V),由 B5 模块中的“设定电位器 2”设定输出限幅值。

7. 死区特性

下排按键选择“死区”,指示灯亮,将信号发生器 B1 的幅度控制电位器中心 Y 测孔作为非线性 $-5\sim+5$ V 输入信号接到函数发生器 B5 模块中的“非线性输入”测孔,B1 单元的 K3 开关拨上(即 -5 V),K4 开关也拨上(即 $+5$ V),B5 单元中的“非线性输出”测孔信号输出死区特性;左边两个数码管显示死区特性线性区的斜率“X. X”,由 B5 模块中的“设定电位器 1”设定斜率;右边 3 个数码管显示死区宽度“X. XX”(V),由 B5 模块中的“设定电位器 2”设定死区宽度。

8. 间隙特性

下排按键选择“间隙”,指示灯亮,将信号发生器 B1 的幅度控制电位器中心 Y 测孔作为非线性 $-5\sim+5$ V 输入信号接到函数发生器 B5 模块中的“非线性输入”测孔,B1 单元的 K3 开关拨上(即 -5 V),K4 开关也拨上(即 $+5$ V),B5 单元中的“非线性输出”测孔信号输出间隙特性;左边两个数码管显示间隙特性线性区的斜率“X. X”,由 B5 模块中的“设定电位器 1”设定斜率;右边 3 个数码管显示间隙宽度“X. XX”(V),由 B5 模块中的“设定电位器 2”设定间隙宽度。

9. 矩形波/正弦波

上排右按键选择“矩形波/正弦波”,指示灯亮,B5 模块“矩形波输出”测孔和“正弦波输出”测孔同时有输出,“矩形波”的指示灯也亮,数码管显示矩形波的信息。若要观察正弦波的信息,再按一次上排右按键,“正弦波”的指示灯亮,数码管显示正弦波的信息。

10. 方波/正弦波

上排右按键选择“方波/正弦波”,指示灯亮,B5 模块“方波输出”测孔和“正弦波输出”测孔同时有输出,“方波”的指示灯也亮,数码管显示方波的信息。若要观察正弦波的信息,再按一次上排右按键,“正弦波”的指示灯亮,同时,正弦波数码管显示正弦波的信息。

说明:显示与功能选择模块 D1 右上角的电位器“RP5”用于调整该模块的基准电压($+2.40$ V)。函数发生器 B5 右下角的“调零”电位器用于调整正弦波输出的基准零位。上电总清或按“复位”键总清后,把“正弦波调幅”电位器调到最大,然后调整“调零”电位器,使“正弦波输出”测孔输出直流电压为零,即正弦波输出的基准零位调整成功。上电总清或按“复位”键总清后,数码管显示矩形波信息,矩形波有输出 2 s 宽度的波形,其他波无输出。

1.1.3 手控阶跃信号发生器模块

手控阶跃信号发生模块是 B 实验区的 B1 模块,它由手控阶跃发生器,幅度控制和非线性输出组成。

手控阶跃发生模块由按钮 SB2、L9 灯及两个测孔组成。在 B1-1 模块中,当按钮 SB2 按下时,L9 灯亮,其“ $0/+5$ V”测孔将从 0 阶跃成 $+5$ V,“ $-5/+5$ V”测孔将从 -5 V 阶跃成 $+5$

V;当按钮弹出时,L9 灯灭,其输出状态相反。

幅度控制模块由开关 K3、开关 K4 和电位器组成。开关 K3 的上端已连接了 -5 V ,下端已连接了 GND;开关 K4 的上端已连接了 $+5\text{ V}$,下端已连接了“ $0/+5\text{ V}$ ”阶跃信号输出。

幅度控制模块可以有三种状态输出:

(1) K3 开关拨下,K4 开关拨上,在电位器的 Y 测孔可得到“ $0\sim+5\text{ V}$ ”连续可调电压输出。

(2) K3 开关拨上,K4 开关也拨上,在电位器的 Y 测孔可得到“ $-5\sim+5\text{ V}$ ”连续可调电压输出。

(3) K3 开关拨下,K4 开关也拨下,在电位器的 Y 测孔将得到手控连续可调“ $0\sim+5\text{ V}$ ”阶跃信号。

非线性发生模块利用二极管的非线性特性形成非线性输出,IN 为输入测孔,OUT 为输出测孔。

1.1.4 数模转换器模块

数模转换器模块是 B 实验区的 B2 模块,实验机采用 ADC0832 作为数/模转换,可实现 8 bit 数字输入转换为模拟量。数字 $0\sim 0\text{FFH}$ 输入,经数/模转换后 OUT1 测孔输出为 $0\sim+5\text{ V}$ 模拟量。经运放处理后,在 OUT2 测孔输出为 $-5\sim+5\text{ V}$ 。

1.1.5 虚拟示波器模块

虚拟示波器模块是 B 实验区的 B3 模块,它提供两通道模拟信号输入 CH1 和 CH2 测孔,配合上位机软件的示波器窗口,可以实现波形的显示、存储,可以有效地观察实验中各点信号的波形。

虚拟示波器每个输入通道都配有量程开关,当量程开关拨到 $\times 1$ 位置,表示输入不衰减,输入范围 $-5\sim+5\text{ V}$;如果超出此范围,应把量程开关拨到 $\times 5$ 位置,此时输入信号将被衰减 5 倍。

1.1.6 采样与保持器模块

采样与保持器模块是 B 实验区的 B4 模块,包含两组采样与保持器。采用 LF398 实现保持,输入、输出电平范围为 $\pm 12\text{ V}$ 。“IN”测孔为输入端,“PU”测孔为采样控制端,高电平采样,低电平保持。单稳态电路 4538 完成脉冲整形,“A”测孔为输入端,即 $0/+5\text{ V}$ 上升沿;“Q”测孔为输出端,即 $100\ \mu\text{s}$ 正脉冲。

本实验机采用 DAC0809 作为模/数转换,可实现 8 bit 数字输出。其中“IN4 和 IN5”测孔为 $0\sim+5\text{ V}$ 模拟量输入,“IN6 和 IN7”测孔为 $-5\sim+5\text{ V}$ 模拟量输入。

1.1.7 基准电压模块

基准电压模块是 B 实验区的 B6 模块,该单元可提供 $+V_{\text{ref}}$ (即 $+5.00\text{ V}$)和 $-V_{\text{ref}}$

(即 -5.00 V)两种基准电压。可以通过调整该单元中的 W9 和 W1 电位器来调整基准电压。使用时需要注意该单元的测孔不可随意插线,以免损坏基准源。

1.1.8 定时器与中断模块

定时器与中断模块是 B 实验区的 B8 模块,它提供 CPU 控制模块中的定时器 8253 的计数器 1“CLK1”和“T1”测孔。其中 GATE 已短接 V_{cc} ,计数器 2“CLK1、T2 和 GATE2”测孔;提供 8259 中断控制器 IRQ5 和 IRQ6 测孔,为 CPU 控制模块的中断输入;固定时钟 1.229 MHz 脉冲输出测孔;“A 和 A\”测孔分别为附加反相器 74LS14 的输入端和输出端,供用户作为逻辑信号反相用。

1.1.9 步进电机模块

步进电机模块是 C 实验区的 C1 模块,由采用 74LS273 8 位 D 触发器的低 4 位输出 Q1~Q4 经 U2003A 来驱动步进电机。

由于步进电机四相长时间通电流会引起电机发热,用户在电机空闲时应注意将各相电流断开,即对 74LS273 的低 4 位送“0”。本实验采用 35BY48 步进电机。

1.1.10 直流电机模块

直流电机模块是 C 实验区的 C2 模块。把直流电压引入到电机输入测孔,就能驱动直流电机转动。直流电机测速有两种方式:电机转速的脉冲测速及电压测速输出。本实验采用 BY25 直流电机。

1.1.11 温度控制模块

温控模块是 C 实验区的 C3 模块,采用装在散热器下的热敏电阻进行测温,冷却由 74LS273 输出 Q6 控制,Q6 高电平时风扇转动进行冷却。温控模块加热有两种方式:模拟电压加热及脉宽控制加热。

1. 脉宽控制加热方式

把宽度可调的脉冲加到脉冲加热测孔,脉冲幅度大于 2.5 V 时将加热,C3 单元的“加热”灯亮;脉冲幅度小于 0.8 V 时停止加热,“加热”灯灭。

2. 模拟电压加热

把 $0\sim+5\text{ V}$ 直流电压加到电压加热测孔。加热时,C3 单元的“加热”灯亮,其加热功率及灯的亮度与加到电压加热测孔的电压成正比。

1.1.12 外接接口模块

外接接口模块是C实验区的C4模块,它又分为外设温控模块和开关量I/O模块。

1. 处设温控模块

本实验机的外设温控模块是针对铂电阻PT100测温传感器设计的。外设铂电阻PT100测温传感器的输入从测温接口的PT和GND端口引入,当被测温度为0℃时,PT100呈现100Ω电阻,调整调零电位器使之测温输出测孔等于0V;被测温度为280℃时,PT100呈现205Ω电阻,调整调满度电位器使之测温输出测孔等于4.98V。调零和调满度必须反复调整几遍才可保证检测精度。被测温度和铂电阻PT100的电阻值关系见表1-3。一般,普通烤箱极限温度为260℃。

表1-3 温度与电阻值之间的关系

温度/℃	阻值/Ω	温度/℃	阻值/Ω	温度/℃	阻值/Ω	温度/℃	阻值/Ω	温度/℃	阻值/Ω
0	100.0	10	103.3	20	107.8	30	111.7	40	115.5
50	119.4	60	123.2	70	127.1	80	130.9	90	134.7
100	138.5	110	142.3	120	146.1	130	149.8	140	153.6
150	157.3	160	161.0	170	164.8	180	168.5	190	172.2
200	175.8	210	179.5	220	183.2	230	188.8	240	190.5
250	194.1	260	197.7	270	201.3	280	204.9		

如果用烤箱控制模拟炉温控制作实验时,只要把测温传感器(铂电阻PT100)和固态继电器装入烤箱,把测温传感器(铂电阻PT100)的输出接到测温接口的“PT”和“GND”,作为实验机的测温输入;把固态继电器输入接到测温接口的“V_{cc}”和“08”,作为实验机对烤箱的0~220V电源引入的控制即可。

2. 开关量输入输出模块

C4模块有6路开关量输入,8路开关量输出,均为TTL电平兼容。开关量输入从J8引入到74LS244,再读入到CPU控制模块。开关量输出由CPU控制模块打入到74LS273经J8输出。

1.1.13 显示与功能选择模块

显示与功能选择模块是D实验区的D1实验模块,它主要由5位8段数码管、4个功能选择按键和16个指示灯、3个测试孔组成。D1实验区是独立于实验机的CPU控制模块,提供控制对象输出显示,并实现函数发生器(B5)的10种(可选择)波形输出切换控制和显示。

1. 输入信号测量

上排左按键循环控制输入信号的测量,包括电压($-5\sim+5\text{ V}$)、电压($0\sim+5\text{ V}$)、频率、温度和直流电机转速测量。每按一次按键,指示灯向右循环切换,数码管显示相应的测量信息。信号的输入口为模块中的“电压测量”和“频率测量”3个测试孔。指示灯和数码管的输出数据显示对应关系见表 1-4。

表 1-4 指示灯和数码管的显示对应关系

项目内容	指示灯	输入测试孔	数据显示	单位
($-5\sim+5\text{ V}$)电压测量	电压($-5\sim+5\text{ V}$)	电压测量($-5\sim+5\text{ V}$)	(-)X.XX	V
($0\sim+5\text{ V}$)电压测量	电压($0\sim+5\text{ V}$)	电压测量($0\sim+5\text{ V}$)	X.XX	V
频率测量	频率	频率测量	XXX.X	Hz
C3 模块温度值	温度	电压测量($0\sim+5\text{ V}$)	XX.X	$^{\circ}\text{C}$
C2 模块直流电机转速	转速	频率测量	X.XXX	10^3 r/min

2. 函数发生器波形输出切换控制和显示选择

下排左、右按键循环切换控制输出波形,包括矩形波、正弦波、斜坡、方波、继电特性、饱和特性、死区特性和间隙特性的切换控制。每按一次下排左按键,指示灯向左循环切换,每按一次下排右按键,指示灯向右循环切换,数码管显示相应的波形信息。

上排右按键循环切换控制输出波形,包括矩形波/正弦波和方波/正弦波同时发生。

1.1.14 CPU 控制模块

CPU 控制模块是一个单独的电路板,名称为 ACT88。它装在实验机主板的下面,用一个 50 芯插头座与主板连接。CPU 控制模块包含一个 8088 小系统及通讯、中断等外围接口电路。用户可以对各寄存器、数据口地址编程操作。

1.2 虚拟示波器功能概述

为了满足自动控制不同实验的要求,实验系统提供了示波器的 4 种显示方式:示波器的时域显示方式、示波器的相平面显示方式、示波器的频率特性显示方式、示波器的计算机控制显示方式。

1.2.1 虚拟示波器的设置

用户可以根据不同的要求选择不同的示波器,具体设置方法如下:

1. 示波器的一般用法

运行 LabACT 程序,选择“工具”栏中的“单迹示波器”项或“双迹示波器”项,将可直接弹

出该界面。“单迹示波器”项的频率响应要比“双迹示波器”项高,将可观察 6 500 个/s 点;“双迹示波器”项只能观察 3 200 个/s 点。点击“开始”即可当作一般的示波器使用。

2. 实验使用

运行 LabACT 程序,选择“自动控制”→“微机控制”→“控制系统”菜单下的相应实验项目,就会弹出虚拟示波器的界面;点击“开始”即可使用本实验机配套的虚拟示波器 B3 单元的 CH1、CH2 测孔测量波形。

1.2.2 虚拟示波器的使用

1. 示波器的时域显示

示波器的时域显示是指显示器界面中 X 轴为时间 t , Y 轴为电压 U 。图 1-3 为示波器的时域显示运行界面,只要点击“开始”,示波器就运行了,此时就可以用实验机上的 CH1 和 CH2 来采集、观察波形。CH1 和 CH2 各有输入范围选择开关,当输入电压小于 $-5 \sim +5$ V 应选用 $\times 1$ 挡。

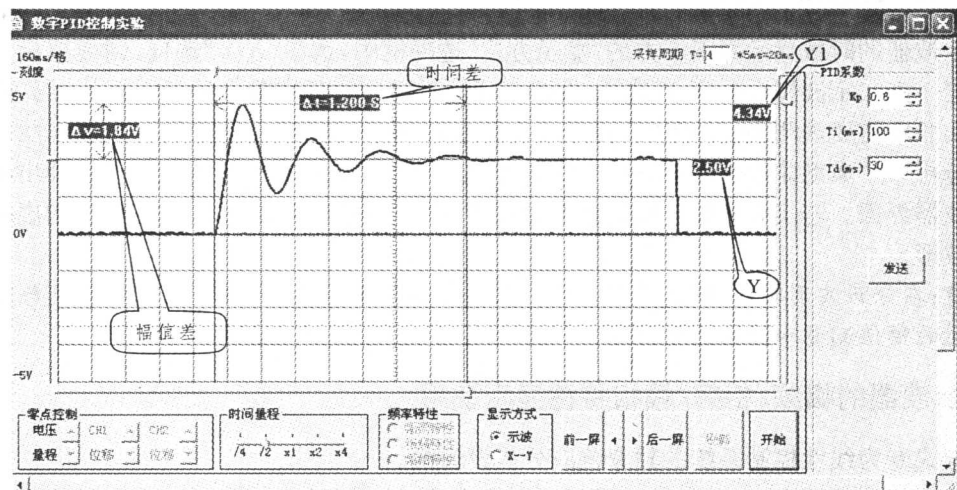


图 1-3 虚拟示波器时域显示运行界面(数字 PID 控制实验曲线)

在使用本虚拟示波器采集、观察波形时,如输入范围选择开关选用 $\times 1$ 挡,其输入电压一定要在 $-5 \sim +5$ V 的范围以内。如果大于此输入范围应选用 $\times 5$ 挡(表示输入信号衰减 5 倍后进入示波器)。

该显示界面的下方有一个“显示方式”选择框,提供了“示波”和“X-Y”两种方式。当需要时域显示方式时,应选择框内的“示波”方式选项。通常在弹出示波器界面时,默认为“示波”方式。

点击“停止”后,将停止示波器运行,即可进行波形分析和相关的测量。

(1) 信号幅值测量。

在显示界面的左右各有一条滑竿标尺,用户点住滑竿标尺上、下移动到显示界面中需标定