



普通高等教育“十三五”规划教材
电工电子基础课程规划教材

模拟电子技术 实验与课程设计

■ 程春雨 主编 ■ 吴雅楠 高庆华 王 然 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材
电工电子基础课程规划教材

模拟电子技术实验与课程设计

程春雨 主编

吴雅楠 高庆华 王 然



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书内容分为三大部分：常用电子仪器的使用、模拟电子技术基础实验、模拟电子技术课程设计。第一部分介绍模拟电子技术实验用到的几种常用电子仪器设备：万用表、直流稳压电源、信号发生器、示波器、毫伏表、面包板。第二部分主要包括：常用二极管的使用、单管放大电路、射极耦合差分放大电路、集成运放的线性应用、波形的产生与变换电路。第三部分介绍几个典型的模拟电子技术课程设计实验教学案例：电源电路设计、音响系统设计、压控函数发生器、温度检测与控制系统、直流电机PWM调速系统设计、模拟滤波器设计、晶体三极管输出特性曲线测试系统设计。

本书可作为电气工程及自动化、电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程、自动化、计算机科学与技术、测控技术与仪器等专业的教材，也可以作为相关实验教师的参考用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实验与课程设计 / 程春雨主编. —北京：电子工业出版社，2016.2

电工电子基础课程规划教材

ISBN 978-7-121-27882-2

I. ①模… II. ①程… III. ①模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教材 ②模拟电路—电子技术—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 304214 号

策划编辑：王晓庆

责任编辑：王晓庆

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：12.5 字数：320 千字

版 次：2016 年 2 月第 1 版

印 次：2016 年 2 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010)88258888。

前 言

本书的编写主要参照现行普通高等理工科院校电子类相关专业模拟电子技术实验教学大纲、模拟电子技术实验教材和模拟电子技术课程设计教材编写而成，其中大部分实验内容是我校相关实验教师多年实践教学工作的整理与总结。

本书按总学时 16~60 学时编写，实验内容分为三大部分：常用电子仪器的使用、模拟电子技术基础实验、模拟电子技术课程设计。其中第一部分主要介绍模拟电子技术实验用到的几种电子仪器设备：直流稳压电源、信号发生器、万用表、毫伏表、示波器、面包板。第二部分主要包括：常用二极管的使用、单管放大电路的设计与实现、射极耦合差分放大电路的设计与实现、集成运放的线性应用、波形的产生与变换电路等。本部分实验内容通过对模拟电子技术基础知识和基本原理的复习与应用，加强学生对专业基础理论知识的学习，培养学生运用常用电子元器件设计实用电路的综合实践能力。第三部分主要介绍几个典型的模拟电子技术课程设计实验教学案例：电源电路的设计与实现、音响系统的设计与实现、压控函数发生器的设计与实现、温度检测与控制系统的设计与实现、直流电机 PWM 调速系统的设计与实现、模拟滤波器的设计与实现、晶体三极管输出特性曲线测试系统的设计与实现。本部分实验内容通过对典型的实验教学案例进行具体详细的分析，帮助学生全面复习模拟电子技术理论知识，学习系统电路设计的基本概念，掌握系统电路设计的基本方法，充分理解信号的灵敏度、动态范围、系统带宽、级间的干扰与匹配、常用电子元器件的选择依据和方法等工程设计基础知识。

从基础实验内容介绍到系统电路设计举例，本书实验内容丰富、覆盖面广。本书通过由浅入深、循序渐进的方式，帮助学生全面复习模拟电子技术基础理论知识，学习电路系统设计的基本方法，是一本比较实用的实验教材和教学参考书。

全书内容由程春雨老师负责组织，其中第 1 章由吴雅楠老师编写；第 2~10 章、第 13 章由程春雨老师编写，其中的部分图片由吴雅楠老师提供；第 11 章由高庆华老师编写；第 12 章是在吴雅楠老师指导下由王然编写的。

全书大部分实验内容都已经用于大连理工大学模拟电子技术实验和模拟电子技术课程设计的实践教学，经过了多年的实验教学验证。

在本书的编写过程中，得到了大连理工大学“模拟电子技术”理论教学组组长林秋华教授的支持和指导，实验教学组郭学满老师参与审阅了部分章节内容并提出了宝贵的修改意见。在本书的编写过程中，还得到了阮建涛、陈建辉、陈龙喜、屠睿博、尹宝杰等学生的支持和协助。在此对所有帮助过我们的老师、学生及电子工业出版社的王晓庆编辑表示诚挚的谢意！

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有许多不足之处，恳请使用本书的广大师生批评指正。

作 者

2016 年 1 月

目 录

第一部分 常用电子仪器的使用

第 1 章 常用电子仪器的使用	2
1.1 万用表	2
1.1.1 主要技术指标	2
1.1.2 面板及显示介绍	2
1.1.3 测量方法	3
1.2 直流稳压电源	5
1.2.1 GPS-2303C 型直流稳压电源的主要性能指标	5
1.2.2 面板介绍	5
1.2.3 GPS-2303C 型直流稳压电源的使用方法	6
1.3 信号发生器	8
1.3.1 主要性能指标	8
1.3.2 TFG6025A 型任意波形发生器界面介绍	9
1.3.3 TFG6025A 型任意波形发生器使用说明	10
1.4 示波器	12
1.4.1 主要技术指标	12
1.4.2 显示区域介绍	12
1.4.3 控制面板介绍	13
1.4.4 波形参数的测量方法	15
1.4.5 测量举例	17
1.5 毫伏表	18
1.5.1 GVT-417B 型毫伏表使用注意事项	19
1.5.2 GVT-417B 型毫伏表面板介绍	19
1.5.3 GVT-417B 型毫伏表操作方法	20
1.6 面包板	20
1.6.1 面包板的结构及导电机制	20
1.6.2 面包板的使用方法及注意事项	21

第二部分 模拟电子技术基础实验

第 2 章 常用二极管的使用	24
2.1 预习思考题	24
2.2 实验电路的设计与测量	24
2.2.1 通用二极管的电路设计与参数测量	24
2.2.2 发光二极管的电路设计与参数测量	25
2.2.3 稳压二极管的电路设计与参数测量	25

2.2.4	双向稳压管的电路设计与参数测量	25
2.2.5	整流电路的设计与参数测量	25
2.2.6	双色发光二极管的电路设计与参数测量	26
2.2.7	数码管驱动电路的设计与测量	26
2.2.8	光电二极管的使用与测量	26
2.3	常用二极管电路设计基础	27
2.3.1	二极管的基本特性	27
2.3.2	二极管的主要参数	28
2.4	常用二极管介绍	29
2.4.1	整流二极管	29
2.4.2	常用小功率二极管	30
2.4.3	肖特基二极管	31
2.4.4	发光二极管	31
2.4.5	稳压二极管	32
2.4.6	双向稳压管	34
2.4.7	双色发光二极管	35
2.4.8	数码管	36
2.4.9	光电二极管	37
2.5	常用二极管主要技术参数	37
2.5.1	普通二极管	37
2.5.2	发光二极管	38
2.5.3	稳压二极管	38
2.5.4	双向稳压管	40
第3章	单管放大电路	41
3.1	预习思考题	41
3.2	实验电路的设计与测试	41
3.2.1	晶体三极管单管放大电路静态工作点的设置与测试	41
3.2.2	共发射极管单管放大电路的设计与测试	42
3.2.3	共集电极单管放大电路的设计与测试	44
3.2.4	共基极单管放大电路的设计与测试	44
3.2.5	放大电路输入阻抗的测试	44
3.2.6	放大电路输出阻抗的测试	46
3.3	晶体三极管单管放大电路设计基础	46
3.3.1	晶体三极管的引脚判别	46
3.3.2	晶体三极管的主要技术参数	47
3.3.3	晶体三极管单管放大电路	47
3.3.4	共发射极管单管放大电路的伏安特性曲线	50
3.4	常用小功率晶体三极管	52
第4章	射极耦合差分放大电路	53
4.1	预习思考题	53

4.2	实验电路的设计与测试	53
4.2.1	电阻负反馈射极耦合差分放大电路的设计与测试	54
4.2.2	恒流源负反馈射极耦合差分放大电路的设计与测试	55
4.2.3	两种不同负反馈方式下射极耦合差分放大电路的设计与比较	55
4.3	射极耦合差分放大电路设计	57
4.3.1	射极耦合差分放大电路	58
4.3.2	电阻负反馈射极耦合差分放大电路	60
4.3.3	恒流源负反馈射极耦合差分放大电路	61
4.3.4	共模抑制比 K_{CMR}	61
4.3.5	射极耦合差分放大电路的电压传输特性	62
第5章	集成运放的线性应用	64
5.1	预习思考题	64
5.2	实验电路的设计与测试	64
5.2.1	反相比例放大器的设计与实现	65
5.2.2	反相加法器的设计与实现	65
5.2.3	同相比例放大电路的设计与实现	66
5.2.4	求差电路的设计与实现	67
5.2.5	积分运算电路的设计与实现	68
5.2.6	微分运算电路的设计与实现	68
5.3	集成运算放大器	69
5.3.1	集成运算放大器的主要技术参数	70
5.3.2	使用集成运放需要注意的几个问题	70
5.4	集成运放线性应用电路设计基础	71
5.4.1	反相放大电路	71
5.4.2	同相放大电路	72
5.4.3	电压跟随器	73
5.4.4	求差电路	73
5.4.5	积分电路	74
5.4.6	微分电路	75
5.5	常用集成运放介绍	76
5.5.1	集成运放的种类及其应用	76
5.5.2	单运放 $\mu A741/LM741$	76
5.5.3	双运放 LM358	77
5.5.4	四运放 LM324	78
5.5.5	集成运放 NE5532	79
第6章	波形的产生与变换电路	80
6.1	预习思考题	80
6.2	实验电路的设计与测试	80
6.2.1	RC 桥式正弦波振荡电路的设计与测试	80
6.2.2	单门限电压比较器的设计与测试	81

6.2.3	迟滞比较器的设计与测试	81
6.2.4	窗口电压比较器的设计与测试	81
6.3	波形的产生与变换电路设计基础	82
6.3.1	振荡电路起振后的平衡条件	82
6.3.2	RC 桥式正弦波振荡电路起振后的平衡条件	82
6.3.3	RC 桥式正弦波振荡电路的建立与稳定	84
6.3.4	单门限电压比较器	86
6.3.5	迟滞电压比较器	87
6.3.6	窗口电压比较器	90
6.4	集成电压比较器	90
6.4.1	双电压比较器 LM393	91
6.4.2	四电压比较器 LM339	92

第三部分 模拟电子技术课程设计

第 7 章	电源电路设计	94
7.1	设计要求及注意事项	94
7.1.1	设计要求	94
7.1.2	注意事项	94
7.2	设计指标	95
7.3	系统设计框图	95
7.4	设计分析	95
7.4.1	电压变换电路	95
7.4.2	整流电路	97
7.4.3	滤波电路	99
7.4.4	稳压电路	101
第 8 章	音响系统设计	109
8.1	设计要求及注意事项	109
8.1.1	设计要求	109
8.1.2	注意事项	109
8.2	设计指标	110
8.3	系统框图	110
8.4	设计分析	110
8.4.1	电源电路	110
8.4.2	语音放大电路	111
8.4.3	前置混合放大电路	113
8.4.4	音调控制电路	114
8.4.5	音量控制电路	120
8.4.6	功率放大电路	122
8.4.7	音响系统设计电路原理图	130

第 9 章	压控函数发生器	131
9.1	设计要求及注意事项	131
9.1.1	设计要求	131
9.1.2	注意事项	131
9.2	设计指标	132
9.3	系统设计框图	132
9.4	设计分析	133
9.4.1	直流电压产生电路	133
9.4.2	极性变换电路	134
9.4.3	三角波产生电路	136
9.4.4	反馈控制信号产生电路和方波产生电路	138
9.4.5	正弦波产生电路	140
9.4.6	增益连续可调电压放大电路	142
9.4.7	压控函数发生器电路原理图	142
第 10 章	温度检测与控制系统	144
10.1	设计要求和注意事项	144
10.1.1	设计要求	144
10.1.2	注意事项	144
10.2	设计指标	145
10.3	系统框图	145
10.4	设计分析	146
10.4.1	信号采集电路	146
10.4.2	信号放大电路	148
10.4.3	温度检测电路	149
10.4.4	控制状态指示电路	150
10.4.5	控制执行电路	151
10.4.6	温度检测与控制系统电路原理图	152
第 11 章	直流电机 PWM 调速系统设计	154
11.1	设计要求及注意事项	154
11.1.1	设计要求	154
11.1.2	注意事项	154
11.2	设计指标	155
11.3	系统框图	155
11.4	设计分析	155
11.4.1	数码管显示模块	156
11.4.2	直流电机驱动模块	158
第 12 章	模拟滤波器设计	162
12.1	设计要求及注意事项	162
12.1.1	设计要求	162
12.1.2	注意事项	162

12.2	设计任务	162
12.3	模拟滤波器基本概念	163
12.3.1	滤波器常用定义	163
12.3.2	滤波器的分类	163
12.3.3	传递函数	164
12.3.4	传递函数(零、极点)反映滤波器本质	165
12.4	滤波器的设计方法	165
12.4.1	单极点 RC 滤波器	166
12.4.2	萨伦·基滤波电路	166
12.5	设计举例(以二阶低通萨伦·基滤波器为例)	167
12.5.1	最大平坦型(巴特沃斯型)滤波器设计	167
12.5.2	等波纹型(切比雪夫型)滤波器设计	169
12.5.3	高阶滤波器设计	171
12.6	状态变量滤波器	171
12.7	借助软件进行滤波器设计	172
12.7.1	Filter Wizard 滤波器设计向导(推荐使用)	172
12.7.2	FILTERPRO	173
12.8	有源器件(运放)的局限性	173
第 13 章	晶体三极管输出特性曲线测试系统设计	174
13.1	设计要求和注意事项	174
13.1.1	设计要求	174
13.1.2	注意事项	175
13.2	设计指标	175
13.3	系统框图	175
13.4	设计分析	175
13.4.1	矩形波产生电路	176
13.4.2	阶梯波产生电路	179
13.4.3	锯齿波产生电路	181
13.4.4	电压变化及测试电路	182
13.4.5	晶体三极管输出特性曲线系统电路原理图	183
附录 A	电阻标称值和允许偏差	184
附录 B	陶瓷电容器和钽电容器	185
附录 C	电感	186
附录 D	二极管和三极管	187
参考文献		189

The background features a stylized globe with a grid of squares, some of which are shaded in gray. The globe is surrounded by several sets of thin, curved lines that sweep across the page, creating a sense of motion and technology.

第一部分

常用电子仪器的使用

第1章 常用电子仪器的使用

1.1 万 用 表

万用表又称多用表，它可以用来测量交直流电压、交直流电流、电阻等，是电子测量中最常用的仪表之一。UT39E 是一种功能齐全、性能稳定、结构新颖、安全可靠、高精度的手持式手动切换量程数字万用表。它具有 28 个测量挡位。整机电路设计以大规模集成电路、双积分 A/D 转换器为核心，并配以全功能过载保护，可用于测量交直流电压和电流、电阻、电容、频率、三极管的放大倍数 β 、二极管正向压降及电路通断，具有数据保持和睡眠功能。

1.1.1 主要技术指标

UT39E 万用表主要技术指标如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 UT39E 万用表主要技术指标

基本功能	量 程	基本精度
直流电压	200mV/2V/20V/200V/1000V	$\pm(0.05\%+3)$
交流电压	2V/20V/200V/750V	$\pm(0.5\%+10)$
直流电流	2mA/200mA/20A	$\pm(0.5\%+5)$
交流电流	2mA/200mA/20A	$\pm(0.8\%+10)$
电阻	200 Ω /2k Ω /20k Ω /2M Ω /20M Ω	$\pm(0.3\%+1)$
电容	2nF/20nF/200nF/20 μ F	$\pm(0.4\%+10)$
频率	2kHz/20kHz	$\pm(1.5\%+5)$
特殊功能		
二极管测试通断蜂鸣、三极管测试、睡眠模式、低电压显示、数据保持等		
电压输入阻抗	10M Ω	
最大显示	19999	

1.1.2 面板及显示介绍

1. 面板介绍

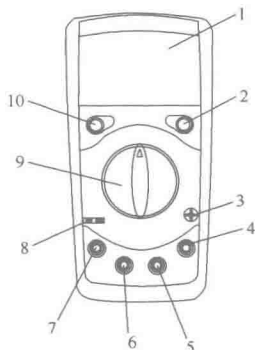


图 1.1.1 万用表面板

UT39E 型数字万用表的面板如图 1.1.1 所示，各部件名称如下。

- (1) LCD 显示器；
- (2) 数据保持选择按键 HOLD，按一下该键，LCD 上保持显示当前测量的数据，再按一下该键，则退出数据保持显示状态；
- (3) 晶体管放大倍数测试输入座；
- (4) 公共输入端；
- (5) 其余测量输入端；
- (6) 200mA 量程及以下电流测量输入端；
- (7) 20A 量程电流测量输入端；

- (8) 电容测试座;
- (9) 功能/量程开关;
- (10) 电源开关 POWER, 电源开关键, 按键按下, 电源打开, 按键抬起, 电源关闭。

2. 显示符号介绍

UT39E 型数字万用表屏幕显示符号如图 1.1.2 所示, 各显示符号说明如表 1.1.2 所示。

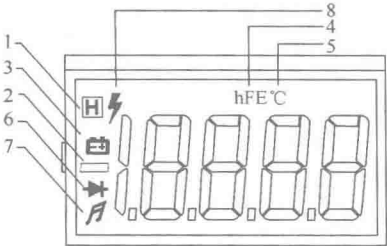


图 1.1.2 万用表显示符号

表 1.1.2 各显示符号说明

1		数据保持提示符
2		显示负的读数
3		电池欠压提示符
4	hFE	显示晶体管放大倍数标识
5	℃	温度: 摄氏度符号
6		二极管测量提示符
7		电路通断测量提示符
8		高压提示符

1.1.3 测量方法

1. 交/直流电压测量

- (1) 将红表笔插入 VΩ 插孔, 黑表笔插入 COM 插孔, 如图 1.1.3 所示;
- (2) 将功能/量程开关置于交流电压 (V~)/直流电压 (V—) 挡位相应的量程上, 并将测试表笔并联到待测电源或负载上;
- (3) 从显示器上读取测量结果。

2. 交/直流电流测量

- (1) 将红表笔插入 mA 或 20A 插孔 (当测量 200mA 以下的电流时, 插入 mA 插孔; 当测量 200mA 及以上的电流时, 插入 20A 插孔), 黑表笔插入 COM 插孔, 如图 1.1.4 所示;

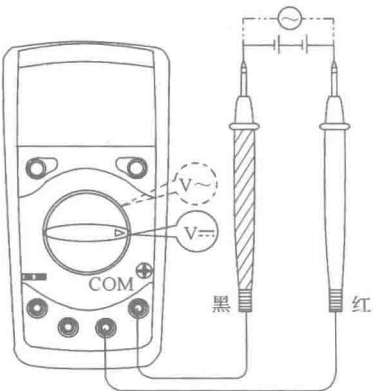


图 1.1.3 电压测量连接图

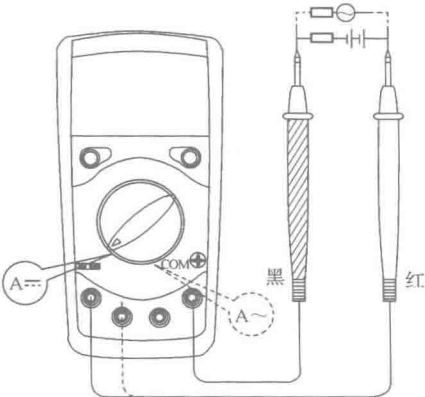


图 1.1.4 电流测量连接图

- (2) 将功能/量程开关置于交流电流 (A~)/直流电流 (A—) 挡位相应的量程上, 并将测试表笔串联接入待测负载回路中;

(3) 从显示器上读取测量结果。

3. 电阻测量

(1) 将红表笔插入 $V\Omega$ 插孔，黑表笔插入 COM 插孔，如图 1.1.5 所示；

(2) 将功能开关置于 Ω 量程，将测试表笔并联接到待测电阻上；

(3) 从显示器上读取测量结果。

4. 二极管和蜂鸣通断测量

(1) 将红表笔插入 $V\Omega$ 插孔，黑表笔插入 COM 插孔；

(2) 将功能开关置于二极管和蜂鸣通断测量挡位；

(3) 如将红表笔连接到待测二极管的正极，黑表笔连接到待测二极管的负极，则 LCD 上的读数为二极管正向压降的近似值；

(4) 将表笔连接到待测线路的两端，如果被测线路两端之间的电阻值在 70Ω 以下，则仪表内置蜂鸣器发声，同时 LCD 显示被测线路两端的电阻值。

5. 电容测量

(1) 将功能开关置于电容量程挡；

(2) 将待测电容插入电容测试座，选择合适的量程，如图 1.1.6 所示；

(3) 从显示器上读取测量数据。

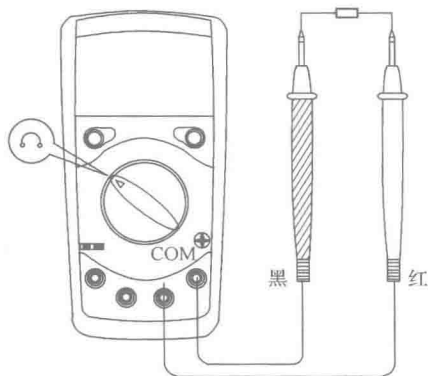


图 1.1.5 电阻测量

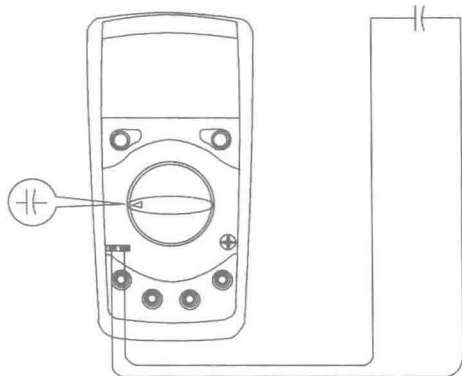


图 1.1.6 电容测量

6. 晶体管参数测量 (h_{FE})

(1) 将功能/量程开关置于 h_{FE} ；

(2) 先确定待测晶体三极管是 PNP 型还是 NPN 型，然后将基极 (B)、发射极 (E)、集电极 (C) 正确插入四脚测试座对应的插孔内，显示器上即显示出被测晶体三极管的 h_{FE} 近似值，如图 1.1.7 所示。

7. 注意事项

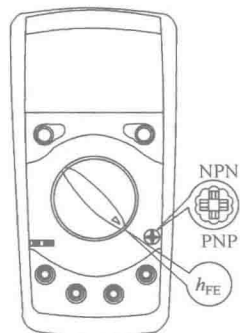


图 1.1.7 晶体管参数测量

(1) 当不知道被测电压的量程范围时，应将功能/量程开关旋至最大量程，再根据读数调低量程；

(2) 当 LCD 只在最高位上显示“1”时，说明被测数据已经超出当前量程，须调高量程；

(3) 不要用该万用表测高于 1000V DC 的直流电压和有效值高于 750V_{rms} 的交流电压。测量高压时, 要格外注意, 应避免用身体接触, 以防止触电;

(4) 用 200 Ω 和 200M Ω 量程测量电阻时, 应先将表笔短接, 测出表笔引线引入的误差, 然后在实测值中减去误差, 最后才能得到较为准确的被测电阻值;

(5) 测量大电阻时, 须数秒钟后方可读到较为稳定的数据;

(6) 测量电容时, 须先将电容充分放电。

1.2 直流稳压电源

电源电路是一切电子设备的基础, 直流稳压电源可以为各种电子线路提供稳定的直流电压源, 当电网电压或负载电阻发生变化时, 要求直流稳压电源输出的电压应保持相对稳定。实验室使用的 GPS-2303C 型直流稳压电源是由两组相互独立、性能相同、可连续调整的直流电源组成的。它拥有过载及反向极性保护, 可应用于逻辑线路和追踪式正负电压误差非常小的精密仪器系统上。

1.2.1 GPS-2303C 型直流稳压电源的主要性能指标

GPS-2303C 型直流稳压电源有三种工作模式: 独立输出、串联追踪输出和并联追踪输出。主要性能指标如下。

输入电压: 220V $\pm$ 10%, 50/60Hz

独立模式: 两路独立的直流电源输出: 电压 0~30V、电流 0~3A

串联模式: 输出电压 0~60V、输出电流 0~3A

电源变动率(源效应) $\leq 0.01\% + 5\text{mV}$

负载变动率(负载效应) $\leq 300\text{mV}$

并联模式: 输出电压 0~30V, 输出电流 0~6A

电源变动率 $\leq 0.01\% + 3\text{mV}$

负载变动率 $\leq 0.01\% + 3\text{mV}$ (额定电流 $\leq 3\text{A}$)

负载变动率 $\leq 0.02\% + 5\text{mV}$ (额定电流 $> 3\text{A}$)

纹波和噪声 (5Hz~1MHz): $\text{CV} \leq 1\text{mV}_{\text{rms}}$

纹波电流: $\text{CA} \leq 3\text{mA}_{\text{rms}}$

1.2.2 面板介绍

GPS-2303C 型直流稳压电源前面板结构如图 1.2.1 所示。

(1) POWER——电源开关;

(2) Meter V——显示 CH1 的输出电压;

(3) Meter A——显示 CH1 的输出电流;

(4) Meter V——显示 CH2 的输出电压;

(5) Meter A——显示 CH2 的输出电流;

(6) VOLTAGE Control Knob——调整 CH1 输出电压，并在并联或串联追踪模式时，用于最大输出电压调整；

(7) CURRENT Control Knob——调整 CH1 输出电流，并在并联模式时，用于最大输出电流调整；

(8) VOLTAGE Control Knob——用于独立模式时，CH2 输出电压的调整；

(9) CURRENT Control Knob——用于 CH2 输出电流的调整；

(10) C.V./C.C.指示灯——C.V./C.C.绿灯亮时，CH1 的输出为恒压源；C.V./C.C.红灯亮时，CH1 的输出为恒流源；

(11) C.V./C.C.指示灯——C.V./C.C.绿灯亮时，CH2 的输出为恒压源；C.V./C.C.红灯亮时，CH2 的输出为恒流源；

(12) OUTPUT——输出开关，打开/关闭输出；

(13) “+” 输出端子——CH1 正极输出端子；

(14) “-” 输出端子——CH1 负极输出端子；

(15) GND 端子——大地和机壳接地端子；

(16) “+” 输出端子——CH2 正极输出端子；

(17) “-” 输出端子——CH2 负极输出端子；

(18) TRACKING（追踪模式按键）——两个按键可选择 INDEP（独立）、SERIES（串联）、PARALLEL（并联）三种追踪模式。

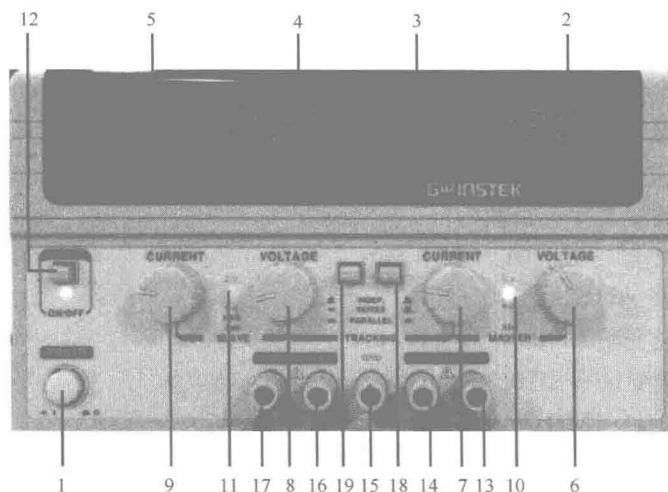


图 1.2.1 电源前面板结构

1.2.3 GPS-2303C 型直流稳压电源的使用方法

GPS-2303C 型直流电源具有恒压/恒流自动转换功能。作电压源使用时，当输出电流达到预定值时，会自动将电压输出转换成电流输出。作电流源使用时，当输出电压达到预定值时，会自动将电流输出转换成电压输出。

GPS-2303C 型直流电源有三种工作模式：独立输出、串联追踪输出和并联追踪输出。

1. 独立输出模式 (Independent)

当设定为独立输出模式时, CH1 和 CH2 为分别独立的两组电源, 可单独或两组同时使用, 连接方式如图 1.2.2(a)所示。

在设定电流限制下, 独立输出模式给出两组独立的电源 CH1 和 CH2, 分别可以提供 0~设定值的输出电压, 设定流程如下。

- (1) 按下电源开关, 开启电源。
- (2) 将设定追踪 TRACKING 模式的两个按键同时抬起, 设定电源为独立输出模式。
- (3) 按下电源输出开关 OUTPUT, 状态指示灯点亮。
- (4) 选择输出通道, 如 CH1。将 CH1 的电流调节旋钮调至设定限流点 (超载保护), CH1 输出电压调节旋钮调至设定电压值。

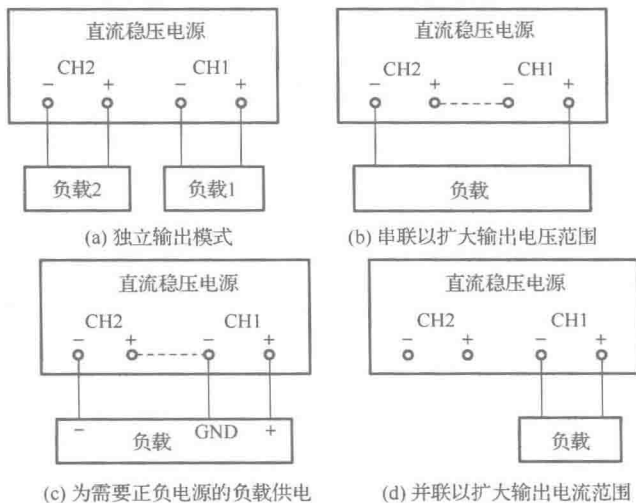


图 1.2.2 直流稳压电源几种使用方式

2. 串联追踪输出模式 (Series Tracking)

当设定为串联追踪输出模式时, 在电源内部, CH2 输出端的正极自动与 CH1 输出端的负极连接, 此时 CH1 为主电源, CH2 为从电源, CH1 的电压调节旋钮可以同时调节 CH1 和 CH2 的输出电压, 设定流程如下。

- (1) 按下电源开关, 开启电源。
- (2) 将设定追踪 TRACKING 模式的左边按键按下, 右边按键抬起, 设定电源为串联追踪模式。
- (3) 按下电源输出开关 OUTPUT, 状态指示灯点亮。
- (4) 将 CH1 和 CH2 的电流调节旋钮调至设定限流点 (超载保护), CH1 输出电压调节旋钮调至设定电压值。此时实际输出的电压值为 CH1 表头显示电压值的两倍, 实际输出的电流值可以直接从 CH1 或 CH2 的电流表头读出。
- (5) 单电源供电方式如图 1.2.2(b)所示, CH2 的负端接负载地, CH1 的正端接负载的正电源, 此时两端提供的电压为主控输出电压显示值的两倍。注意: 串联追踪输出模式输出电压超过 60V DC 时, 将对使用者造成危险。