



普通高等教育“十三五”电工电子基础课程规划教材

电子技术实验

天津大学电子技术课程组 编

王萍 李斌 主编

Electronic Technology Experiment



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十三五”电工电子基础课程规划教材

电子技术实验

天津大学电子技术课程组 编

王 萍 李 斌 主编

机械工业出版社

电子技术实验是电子技术教学体系中不可缺少的一个重要教学环节,是提升电子技术课程质量的重要保证。本书根据高等学校电气信息类专业对电子技术基础实验教学的基本要求,在已有实验教材的基础上,结合多年实验教学改革的经验和体会编写而成。主要包括:电子技术实验基础知识, Multisim、Verilog HDL 及 Quartus II 等 EDA 软件平台,模拟电子技术实验,数字电子技术实验和电子技术综合设计实验。

本书安排了较多不同层次的实验内容,涵盖基础训练、设计提高和综合设计三个方面,其中基础训练和设计提高在一个实验单元中分步进行,对于涉及的实验原理、EDA 软件等内容均进行了系统介绍。

本书可作为高等院校电气信息类专业的电子技术实验和课程设计教材,也可供从事电子技术专业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验/王萍,李斌主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2017.4

普通高等教育“十三五”电工电子基础课程规划教材

ISBN 978-7-111-56194-1

I. ①电… II. ①王…②李… III. ①电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 039290 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王雅新 责任编辑:王雅新 徐 凡

责任校对:樊钟英 封面设计:张 静

责任印制:李 飞

北京天时彩色印刷有限公司印刷

2017 年 4 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14 印张·337 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-56194-1

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

电子技术实验是对电气信息类学生进行综合能力培养的实践课程,是培养学生应用电子技术基础知识分析和解决实际工程问题能力的重要教学环节。随着知识更新及教学理念的变化,特别是学校“课程质量提升计划”的进行,人才培养对实验内容和实验手段都提出了新的更高的要求。

本书参照高等学校电气信息类专业对电子技术基础实验教学的基本要求,在已有实验教材的基础上,结合编者近年实践教学改革的经验和体会编写而成,主要内容包括:电子技术实验基础知识、EDA 软件简介、模拟电子技术实验、数字电子技术实验和电子技术综合设计实验等。

教材根据实验课程特点,将基础训练和设计提高逐层展开,既遵循循序渐进的原则,又提高实验的效率和效果。教材注重先进 EDA 仿真软件的运用,强调实验的系统性及电路硬件与计算机仿真实验的有效结合,使学生能够跟进最新技术,增强解决实际问题的能力,从而实现培养学生工程素质和创新意识的目标。

全书共分 5 章。第 1 章为电子技术实验基础知识,包括电子技术实验任务和要求、电子电路硬件测试与故障分析、基本电子元器件以及常用实验仪器介绍等。第 2 章介绍 Multisim、Verilog HDL 及 Quartus II 等 EDA 相关知识,同时给出模拟和数字仿真基本实验原理和电路。仿真实验以使学生了解和掌握电子电路的基本仿真方法为重点,帮助学生尽快入门,为后续电子电路的分析设计建立基础。书中较系统地介绍了 EDA 软件的使用,这部分内容学生应以自学为主。第 3、4 章分别为模拟电子和数字电子技术实验,包括基础和设计性实验。一方面通过典型电路的学习、训练,使学生掌握和巩固基本知识、实验方法和技能;另一方面,同步跟进的设计性实验内容引导学生开拓思路,理解知识内涵。实验中涉及的工程应用问题,如时序配合、竞争冒险等,可使学生在理论知识学习的基础上,对非理想因素所带来的工程问题有感性认识。根据实验内容提出仿真要求,利用仿真软件对知识点举一反三,培养创新思维。第 5 章为综合设计型实验,是包括基本硬件实现和可编程逻辑器件实现的综合设计实验。实验内容和实验方式以启发和开拓学生思路、提高综合设计与调试能力、掌握现代电子设计方法及其应用为目的。安排的综合设计型实验,如步进电动机电路控制、SVPWM 算法实现等,有利于加快培养学生利用 EDA 技术解决实际问题的能力。

全书按基础训练、设计提高和综合设计实验三个方面展开。基础训练和设计提高在一个实验单元中进行,一般 4 学时一个实验单元。对于基础型实验,书中附有实验原理、参考电路等;设计提高实验内容要求学生在基础实验基础上设计电路,可以自学并独立完成实验;综合设计型实验作为电子技术课程设计的课题,要求在教师必要的指导下,学生自行设计并独立完成。

本书附录列出了实验中所用的集成芯片及其引脚排列图,以备选用。

全书按照实验单独设课的要求编排实验内容。为了适应不同教学学时、教学条件和实际情况的需要,书中安排了较多的实验题目和内容,任课教师可以因材施教,有选择地安排实

验内容。

参加本书编写工作的教师包括许雪莹（第1章、附录）、李斌（第2、5章）、王萍（第3、4章）。本书由王萍和李斌担任主编负责统稿。教材的编写得到了天津大学电子技术课程组任英玉、吕伟杰、范娟、韩涛、魏继东、孙彪和严明等老师的大力支持，也得到了学校和学院以及实验中心的支持。吴俊、王智爽和郭嘉洁等对书中程序进行了全面调试，在此一并表示感谢。

编者

目 录

前言

第1章 电子技术实验基础知识	1
1.1 电子技术实验任务和要求	1
1.1.1 电子技术实验的任务	1
1.1.2 电子技术实验的要求	2
1.2 电子电路硬件测试与故障分析	3
1.2.1 一般测试步骤	3
1.2.2 常见故障及排除方法	4
1.3 基本元器件	5
1.3.1 电阻和电容	5
1.3.2 二极管和晶体管	6
1.3.3 常用集成电路应用基础	7
1.4 常用实验仪器简介	8
1.4.1 可编程线性直流电源	8
1.4.2 函数发生器	9
1.4.3 示波器	10
1.4.4 万用表	13
1.4.5 交流毫伏表	15
1.4.6 电子技术综合实验箱	16
第2章 EDA 软件简介	20
2.1 电路仿真软件 Multisim	20
2.1.1 Multisim 仿真指南	21
2.1.2 Multisim 仿真实验	36
2.2 可编程逻辑器件开发软件 Quartus II	40
2.2.1 Quartus II 使用指南	40
2.2.2 Quartus II 仿真实验	49
2.3 Verilog HDL 语言介绍	54
2.3.1 Verilog HDL 的语法结构	55
2.3.2 Verilog HDL 行为描述	57
2.3.3 组合逻辑建模	60
2.3.4 时序逻辑建模	61
第3章 模拟电子技术实验	63
3.1 实验1 常用电子实验仪器的使用	63
3.2 实验2 共射极单管放大器	64
3.3 实验3 负反馈放大电路	69
3.4 实验4 集成功率放大电路的应用	74
3.5 实验5 基本运算电路设计	77

3.6 实验6 波形产生电路	83
3.7 实验7 有源滤波器设计	86
3.8 实验8 直流稳压电源设计	91
第4章 数字电子技术实验	96
4.1 实验1 集成逻辑门的测试	96
4.2 实验2 小规模数字集成电路组合逻辑电路设计	99
4.3 实验3 常用中规模集成电路组合逻辑电路设计	102
4.4 实验4 触发器及其应用	105
4.5 实验5 移位寄存器及其应用	109
4.6 实验6 计数器及其应用	115
4.7 实验7 555 定时器的应用	120
4.8 实验8 D/A 和 A/D 转换器	125
第5章 电子技术综合设计实验	132
5.1 综合设计型实验的一般方法	132
5.1.1 综合设计型实验的一般步骤	132
5.1.2 综合设计型实验的硬件实现	133
5.1.3 综合设计型实验的可编程逻辑器件实现	134
5.2 硬件实现的综合设计型实验	134
5.2.1 设计举例	134
5.2.2 设计1 温度检测设计	142
5.2.3 设计2 数字脉搏计	145
5.2.4 设计3 数控直流稳压电源	147
5.2.5 设计4 乒乓球游戏机	148
5.3 可编程逻辑器件实现的综合设计型实验	149
5.3.1 可编程逻辑器件简介	149
5.3.2 设计举例——步进电动机电路控制	153
5.3.3 设计1 大小月份自动识别的日历	162
5.3.4 设计2 数字频率计设计	167
5.3.5 设计3 停车场车位管理系统	172
5.3.6 设计4 交通控制电路设计	177
5.3.7 设计5 数字密码锁设计	182
5.3.8 设计6 电梯控制电路	189
5.3.9 设计7 SVPWM 算法实现	199
附录 实验室常用集成电路芯片及引脚排列	207
参考文献	216

1.1 电子技术实验任务和要求

1.1.1 电子技术实验的任务

电子技术基础是一门实践性很强的课程,它的任务是使学生获得电子技术方面的基础理论、基本知识和基本技能,培养学生分析问题和解决问题的能力。电子技术实验课程是电子技术教学体系中不可缺少的一个重要教学环节,是提升电子技术课程质量的重要组成部分。通过实验教学,使学生较系统地学习和掌握实验的基本方法和手段,加强培养学生的工程应用能力和实践创新能力。

电子技术实验可分为基础训练、设计提高和综合设计等不同层次。

基础训练型实验主要以基本单元电路为主,为加强理论论证和实际技能的培养奠定基础。这类实验除了巩固加深一些重要的基础理论外,还将帮助学生认识现象,掌握电子技术的基本知识、基本方法和基本技能。

设计提高型实验要求学生根据实验要求自主设计电路,设计以单元电路为主。实验培养学生对基础知识及基本实验技能的运用能力,同时侧重于加强学生对单元功能电路的理解和灵活运用,提高学生综合运用知识的能力。

综合设计型实验以电子系统设计为主,要求满足一定性能指标和特定功能,对于学生来说既有综合性又有探索性。实验主要侧重于某些理论知识的灵活运用和实践创新。实验加深学生电子系统的整体概念,学习相应的实现方法。要求学生在教师的指导下独立进行查阅资料、设计方案与组织实验等工作。这类实验对于提高学生的素质和科学实验能力非常有益。

电子技术实验中,将电子电路仿真实验与电路硬件实验有效结合,充分利用仿真优势,配合硬件实验,取长补短,提高学生分析问题、解决问题的能力,提高学习效率。

EDA(电子设计自动化, Electronic Design Automation)技术是伴随着计算机、集成电路、电子系统设计发展起来的。随着可编程逻辑器件地不断推出,EDA技术已成为理工科专业学生必备技能之一。通过EDA技术基础的学习,使学生了解EDA的基本原理和基本概念,掌握用硬件描述语言描述系统逻辑的方法。EDA技术使用软件工具进行电子电路的模拟仿真实验及简单电子系统的设计,为学生提供一个发挥创造性的实验环境,提高学生的实践动手能力、创新能力和计算机应用能力,并为今后研究工程实际问题打下基础。

总之,在电子技术实验中应突出基本技能、综合应用能力、创新能力和计算机应用能力的培养,以适应培养面向 21 世纪人才的要求。

1.1.2 电子技术实验的要求

电子技术各个实验的目的和内容不同,实验步骤也不同,但基本要求是相同的。为了培养学生的好习惯,充分发挥学生的主观能动性,促使学生独立思考、独立完成实验并有所收获,对实验提出以下基本要求。

1. 实验前的预习

1) 实验前要对实验内容进行预习。要明确实验目的,了解所用实验仪器及其使用方法。

2) 复习相关理论知识,掌握实验电路基本原理。

3) 设计性内容要完成设计任务,拟出实验方法和步骤,设计实验表格,初步估算实验(包括参数和波形)结果。

4) 根据需要完成计算机仿真内容。

5) 写出实验预习报告。

2. 实验中的要求

1) 参加实验者要自觉遵守实验室规则,确保人身安全。

2) 实验仪器和实验电路的布局要按照信号流向安排,如输入信号源置于电路的左侧,而示波器置于电路的右侧等。

3) 根据实验内容,按实验方案连接并测试电路。

4) 认真记录实验条件、实验数据、波形,发生故障独立思考,并记录发生故障原因、排除故障的过程和方法。

5) 设备或元器件发生故障应立即切断电源,报告老师等待处理。

6) 实验结束时,将数据交与指导教师,教师同意后方可拆除线路,清理现场后离开实验室。

注意:在发生故障或修改线路时,务必切断电源,不可带电操作。

3. 实验报告的撰写

学生在完成每个实验后,均须撰写实验报告。撰写实验报告是实验教学中的重要环节,是培养学生科学实验的总结能力和分析思维能力的有效手段,也是一项重要的基本功训练。实验报告内容应包括实验目的、实验内容、实验原理、实验电路、实验仪器和元器件、实验结果以及分析讨论等。

基础和设计型实验报告主要包括以下内容:

(1) 预习报告

1) 列出实验目的、基本实验原理。

2) 确定电路结构,画出电路原理图。

3) 对于设计型实验,根据设计要求选择器件及参数。模拟电路给出参数的计算过程,数字电路给出设计过程。

4) 拟出实验表格、实验步骤,说明各指标的测量方法。

(2) 实验数据记录和处理

1) 记录实验数据和波形。实验原始数据的记录是科学实验的重要环节,因此记录实验数据要真实、详尽、可靠,不可随意凑数或推算。

2) 记录实验过程中出现的故障、发现的问题及解决的方法。

例如:实验过程中,发现测量结果与预想的发生矛盾,通过检查电路,发现某块电路接错,或某元件、某导线故障,逐一排除,改正或更换后重新测量。

(3) 实验结果与分析

1) 列出实验结果。根据需要,实验结果可用表格、波形图或文字表示。

2) 实验结果分析。将实验结果与理论分析相比较,对于不一致的实验结果应分析其原因。

3) 实验的收获、体会及改进建议。

实验报告是一份技术总结,是成功实验的答卷。报告要用规定的实验报告纸书写,要求内容齐全,表达清楚,文字、图表简洁、工整。

综合设计型实验报告,除了以上要求外,还包括方案选择、不同单元电路间的连接配合等方面的总结。一般包括以下内容:

1) 设计名称。

2) 设计任务和要求。

3) 课题的不同方案设计和比较,说明所选方案的理由。

4) 所选方案的原理框图。

5) 单元电路设计、器件选择、元件明细以及电路参数计算(对于EDA实验需要编写源程序)。

6) 给出完整的电路图。

7) 说明不同单元电路的配合、工作原理。

8) 电路(程序)调试方法步骤,调试中出现问题的分析与解决方法。

9) 测试结果与分析。

10) 仿真电路与结果(电路原理分析、程序逻辑分析、仿真波形、仿真指标结果和分析)。

11) 收获体会(包括存在的问题和改进意见)。

12) 参考文献。

1.2 电子电路硬件测试与故障分析

1.2.1 一般测试步骤

一个电子(或装置)电路,即使按照设计的电路参数进行(安装)搭接,往往也不一定能达到预期效果。这是因为电路在设计时,不可能周全地考虑各种复杂的客观因素(如元器件的误差、参数的分散性及环境的影响等),同时我们在搭接线路中可能存在这样或那样的问题,需要通过电路的测试和调整,来发现和纠正各种各样的问题,然后采取措施加以改进,使其达到预期的技术指标及电路设计要求。学会测试和调整电路,对于今后从事电子技术及其相关工作的人员是非常重要的。

(1) 测试前的直观检查

1) 电路搭接完毕,不要急于通电,应先检查连线是否正确。检查时可以以元器件为中心(晶体管或集成电路芯片),也可以对照原理图逐级进行,查看是否存在少线、多线或错线。

2) 检查元器件安装情况,元器件引脚之间有无短路和接触不良,二极管、晶体管各引脚极性,电解电容的正负极性是否连接无误,集成电路芯片的引脚和摆放位置是否正确。

3) 实验设备稳压电源极性,示波器、函数发生器连线是否正确。

4) 实验电路的电源与地是否短路。

5) 实验箱的电源指示灯是否点亮,若某路不亮,更换相应一路的保险管。

注意:所有测量仪器的地线与被测电路的地线应连接在一起,即所有仪器“共地”。

以上检查无误后,接通电源,开始电路调试。

(2) 调试方法

我们知道,任何复杂电路都是由一些基本单元电路组成的,因此,调试时可以循着信号的流向逐级调整各单元电路,各单元调试好后,再进行整体调试。调试过程中,应“先调静态,再调动态”。

具体步骤如下:

1) 通电观察。先将直流稳压电源调到要求值,此时先观察电路有无异常现象,包括电路有无冒烟、异味,元器件是否发烫,电源是否短路,实验箱指示灯是否点亮等。如有以上情况,立即关断电源,排除故障。若实验箱指示灯不亮,更换对应电源的保险管。一切检查完毕后,再次通电进行正常调试。

2) 静态调试。所谓静态,是指在没有外加信号的条件下调试与调整电路各点的直流电位。例如模拟电路中的静态工作点、运放的零点误差调整;数字电路中的输入端和输出端的高低电平值及逻辑关系等。通过静态调整,可以及时发现已经损坏的元器件,也可以通过电路参数的调整,使之达到设计要求(例如做晶体管放大电路实验时,通过静态调整,使其静态工作点调整到合适位置)。

3) 动态调试。动态调试是指电路存在外加输入信号或利用前级输出信号的工作状态。对于模拟电路,一般是指在电路的输入端接入一个频率幅度合适的正弦信号,循着信号的流向,用示波器和交流毫伏表逐级检测各有关点的参数和波形,发现故障,及时排除。注意,使用示波器时最好将输入方式置于“DC”档,通过直流耦合的方式,同时观测被测信号的交流、直流成分。

1.2.2 常见故障及排除方法

(1) 常见故障

1) 测试设备引起的故障。设备本身可能存在故障,也可能学生对仪器使用不太熟悉引起的故障。

2) 元器件本身的故障。如晶体管、电阻、电容、集成电路芯片等的损坏。

3) 人为故障。接线时少接、漏接、错接,元器件型号搞错等。

4) 电路接触不良引起的故障。接线过程中,元器件与面包板接触不良。

(2) 排除故障的基本方法

1) 直接观察法,排除明显故障。通电后,首先检查实验箱指示灯是否点亮,若有的灯不亮,则更换相应的保险管;再检查直流稳压电源上的电流指示值是否超出额定值,如果电

源显示短路,则调整稳压电源的电流额定值;最后检查元器件与面包板连接是否正确,接触是否良好。

2) 用万用表检查静态工作点。检查静态工作点,可以通过理论知识分析,找出故障原因。例如做晶体管放大电路实验时,将测量静态工作点与设计值进行比较,如果测量数据与计算值悬殊较大则调整电路数据,使之达到设计要求。

3) 采用信号跟踪法对电路作动态检查。在被测电路的输入端接入一个幅度和频率合适的信号,利用示波器和交流毫伏表,按信号的流向,从前级到后级逐级检查幅值和波形的变化情况;或者将级间断开,分别检查各级电路,检查无误后,再连接各级。

4) 元器件替换法。当怀疑某一级电路有问题时,可以更换某一个元器件或集成电路芯片,所以连接电路时,尽量不要在集成电路芯片上通过导线,以便能够方便地更换芯片。

1.3 基本元器件

1.3.1 电阻和电容

电子电路一般都是由有源器件、无源器件和接插件等组成的,电阻器和电容器是最常用的无源电子元件。

1. 电阻器

电阻器简称电阻,电阻的种类很多,有不同的分类方法。若按材料分有碳膜电阻、金属膜电阻和线绕电阻等;若按外形结构分有固定电阻和可变电阻(电位器)。

电阻的标示方法有直标法和色标法。直标法是用数字和单位符号在电阻表面直接标出标称电阻值、允许误差。色标法常见的有4环和5环两种。4环色标电阻中第1条色环和第2条色环分别表示电阻的第1位和第2位有效数字,第3条色环表示10的乘方(10^n , n 为颜色所表示的数字),第4条色环表示允许误差(若无第4条色环,则表示允许误差是20%)。某4环色标电阻如图1-1a所示,表示电阻值为 $10 \times 10^4 \Omega = 100\text{k}\Omega$,误差是5%。5环电阻表示精密电阻,第1至第3条色环表示有效数字,第4条色环表示10的乘方(10^n , n 为颜色所表示的数字),第5条色环表示允许误差。某5环色标电阻如图1-1b所示,表示电阻值为 $100 \times 10^2 \Omega = 10\text{k}\Omega$,误差是5%。各种颜色对应的数值如表1-1所示。

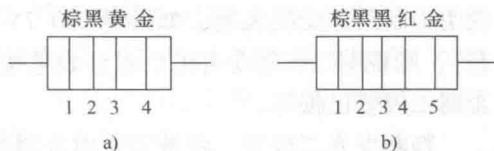


图1-1 色环电阻的读法

表1-1 电阻色环颜色对应值

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金	银	无色
数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	—	—	—
误差	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±5%	±10%	±20%

2. 电位器

电位器又称为可调电阻,实验室常用的电位器是微调电位器。电阻值一般用3位数字标注,前2位表示有效数字,第三位是10的乘方,如104为 $10 \times 10^4 \Omega = 100\text{k}\Omega$ 。

3. 电容器

电容的基本功能是储存电荷,主要用于交流耦合、隔直、滤波、RC 定时和 LC 谐振等。最常见的有云母电容、电解电容、可变电容和微调电容等。其标示方法有直读法、文字符号法和色标法。

1) 直读法:主要用于体积较大的电容,一般标称容量、额定电压和允许误差。实验室用到的电解电容采用直读法,且注明了极性。

2) 文字符号法:这种方法有几种情况,数字表示的是有效数字,字母表示数量级,如 μ 、n、p 等。 μ 表示微法 (10^{-6}F), n 表示纳法 (10^{-9}F), p 表示皮法 (10^{-12}F); 字母也表示小数点,如 $3\mu 3$ 表示 $3.3\mu\text{F}$, $3\text{p}3$ 表示 3.3pF ; 若用 3 位数字表示,其中 1、2 位表示容量的有效数字,第 3 位表示有效数字后 0 的个数,单位为 pF,如 103 表示 $10 \times 10^3 \text{pF} = 0.01\mu\text{F}$, 104 为 $10 \times 10^4 \text{pF} = 0.1\mu\text{F}$ 等。

3) 色标法:读法类似色环电阻的读法,实验室不经常用,此处省略。

1.3.2 二极管和晶体管

1. 二极管

(1) 二极管种类

二极管种类繁多,分类方法如下:按照其材料可分为锗二极管和硅二极管,另有砷化镓二极管等;按照其结构可分为点接触型和面接触二极管;按照其作用可分为整流二极管、检波二极管、开关二极管、稳压二极管、发光二极管;按照其原理可分为隧道二极管、雪崩二极管和变容二极管等。

二极管的作用有整流、检波、开关、钳位、限幅、稳压等,另外发光二极管还有电源指示和照明作用。我们实验室中将用到的二极管有 1N4002、1N4004、发光二极管、玻封 6V 稳压管等。

(2) 用万用表判断二极管的好坏和极性

对于数字式万用表,测量二极管应使用“二极管测量”档。如果显示“1”或“OL”,说明为断路,交换表笔,如果显示 0.7V 左右的电压值(锗管为 0.3V 左右,硅管为 0.7V 左右),则说明二极管是好的,且红表笔接的是二极管的正极,黑表笔接的是二极管的负极;否则二极管已损坏。

判断发光二极管,将数字万用表调到“二极管测量”档,红表笔接二极管的正极,黑表笔接二极管的负极。如果二极管发光则表明该发光二极管是好的,如果不发光则表明该发光二极管已损坏。

2. 晶体管

晶体管有多种类型,按极性分 NPN 和 PNP 两大类。

(1) 晶体管的参数

晶体管的参数包括直流参数、交流参数和极限参数。一般应重点掌握晶体管以下主要参数:①电流放大倍数;②集电极最大允许电流;③反向漏电流也叫穿透电流;④集电极到发射极之间的反向击穿电压;⑤集电极最大允许耗散功率;⑥特征频率。实验室常用的晶体管有 9012 (PNP)、9013 (NPN),外形如图 1-2 所示。

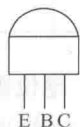


图 1-2 晶体管外形图

常见的晶体管有低频小功率晶体管,一般指特征频率在3MHz以下,功率小于1W的晶体管,主要用于收音机、电视机及各种电子设备中作低放、功放管,输出功率小于1W;高频小功率晶体管,一般指特征频率大于3MHz,功率小于1W的晶体管,主要用于高频振荡电路、放大电路中。

低频大功率晶体管,主要指特征频率在3MHz以下,功率大于1W的晶体管,这类晶体管应用范围较广,如在电子音响设备的低频功率放大电路中用作功放管,在各种大电流输出稳压电源中用作调整管,在低速开关电路中用作开关管等;高频大功率晶体管,主要指特征频率大于3MHz,功率在1W以上的晶体管,主要在无线通信等设备中,用于功率驱动、放大,低频功率放大或开关、稳压电路。

(2) 用万用表判断晶体管的好坏和极性

测量晶体管要用到数字万用表的“二极管测量”档位。首先分别对三个管脚颠倒测量,其中会出现两次二极管的导通电压值(锗管为0.3V左右,硅管为0.7V左右),那么这两次的公用极(即重复的那端)为晶体管的B(即基极),若B极接的是红表笔则是NPN型管,若B极接的为黑表笔则是PNP型管。然后再来确认C极和E极。其实在上一步中,细心的读者也许会发现两个导通电压有微弱的差别,其中电压较高的为BE间电压,较低的为CB间电压,这样便可判断出来C极和E极了。另一种判别办法是将三极管的三个脚插进万用表的hFE测量孔,用hFE档测量放大倍数。

① 将晶体管分别插入NPN型或PNP型的e、b、c插孔,并改变晶体管引脚方向,再分别插入,如果万用表的读数均为0,表明晶体管已损坏。

② 将晶体管插入NPN型的e、b、c插孔,改变晶体管方向再插入,如果2次万用表的读数均为0,再插入PNP型的e、b、c插孔,万用表一个读数较小,一个读数较大,那么这个晶体管是PNP型的,且读数较大的为正确的插入顺序,三个引脚对应万用表上所标字母。

1.3.3 常用集成电路应用基础

集成电路按功能可分数字集成电路、模拟集成电路两大类;按制作工艺分为薄膜集成电路、厚膜集成电路;按集成度可分为小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路等。集成电路的封装形式有晶体管式封装、扁平封装和直插式封装。双列直插式封装集成电路的引脚排列次序有一定的规律,一般从顶部向下看,左下角作为1管脚,按逆时针数起(一般管脚1有小圆点或芯片左端有个半圆凹槽)。

1. 集成运算放大电路就是一种模拟集成电路,实验室常用的集成运算放大电路有LM324、LP324和 μ A741等。

2. 数字集成门电路有双极型集成电路,如DTL、TTL、ECL。单极型集成电路有PMOS、NMOS、CMOS等。最常用的是TTL、CMOS集成门电路。而CMOS是当前数字集成门电路的主流,功耗低,一般电池供电的电子产品几乎都采用CMOS电路。

1) TTL集成门电路有74、74S、74LS、74F、74ALS、74AS系列等。74F系列工作速度最高,74系列工作速度最低,74ALS系列功耗最低。

2) CMOS集成门电路功耗低,约是TTL的1/10~1/100,CMOS集成电路有标准的4000B系列、高速型的74HC系列和74AC超高速系列。

实验室常用的集成电路芯片参数及引脚排列请参见附录。

1.4 常用实验仪器简介

1.4.1 可编程线性直流电源

DP832 系列可编程线性直流电源的前面板示意图如图 1-3 所示。

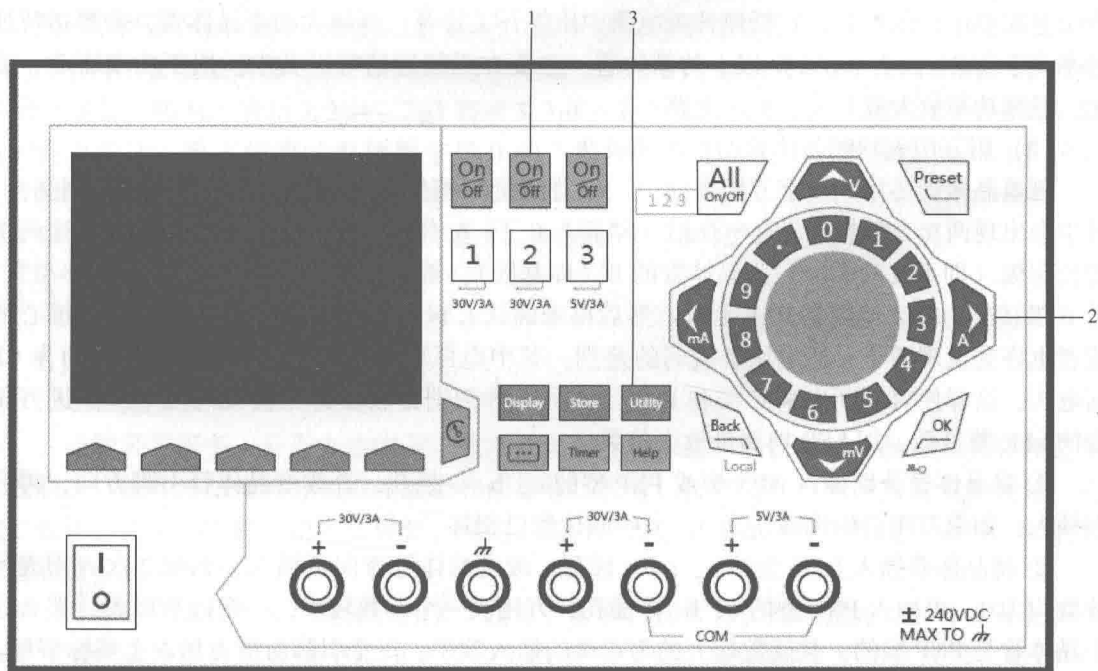


图 1-3 直流稳压电源前面板示意图

1—通道选择与输出开关 2—参数输入区 3—功能菜单区

该设备能提供以下直流电压：5V/3A 固定电压；0~30V/3A 两组连续可调电压。

使用说明：

1. 通道选择与输出开关

打开电源总开关，通道 1、2 为两组连续可调电压，通道 3 为 5V 固定电压。分别设定各通道电压、电流、电压过流保护等，按下相应的通道开关，打开或关闭该通道的输出。通道 3 无需设定电压，直接输出 5V 固定电压。

2. 参数输出区

各通道参数的设定可以通过数字键盘（包括 0~9 和小数点），选择合适的单位直接输入；也可以移动光标位置，使用“▲”“▼”键增大或减小光标的数值；还可以通过旋转中心的旋钮增大或减小光标处的数值。

“Preset”：将仪器所有设置恢复为出厂默认值，或调用用户自定义的通道电压/电流配置。

“OK”：确认参数的设置。长按该键，可锁定前面板按键，此时除各通道对应的输出开关和电源开关键之外，前面板其他按键不可用。再次长按该键，可解除锁定。

“Back”：删除当前光标前的字符。

3. 功能菜单区

“Display”：按下该键进入参数设置界面，可设置屏幕的亮度、对比度、颜色亮度、显示模式和显示主题。此外，还可以自定义开机界面。

“Store”：按下该键进入文件存储与调用界面，可进行文件的保存、读取、删除、复制和粘贴等操作。

“Utility”：按下该键进入系统辅助功能设置界面，可设置远程接口参数、系统参数、打印参数等。

“...”：按下该键进入高级功能设置界面，可设置录制器、分析器（选件）、监测器（选件）和触发器（选件）的相关参数。

“Timer”：按下该键进入定时器与延时器界面，可设置定时器和延时器的相关参数。打开和关闭定时器和延时器功能。

“Help”：按下该键打开内置帮助系统，按下需要获得帮助的按键，可获取对应的帮助信息。

注意事项：

- 1) 实验过程中，若需修改线路，请将相应通道的电源关掉，不要带电操作。
- 2) 实验结束后，关掉电源总开关。

1.4.2 函数发生器

DG4062 函数发生器前面板示意图如图 1-4 所示。

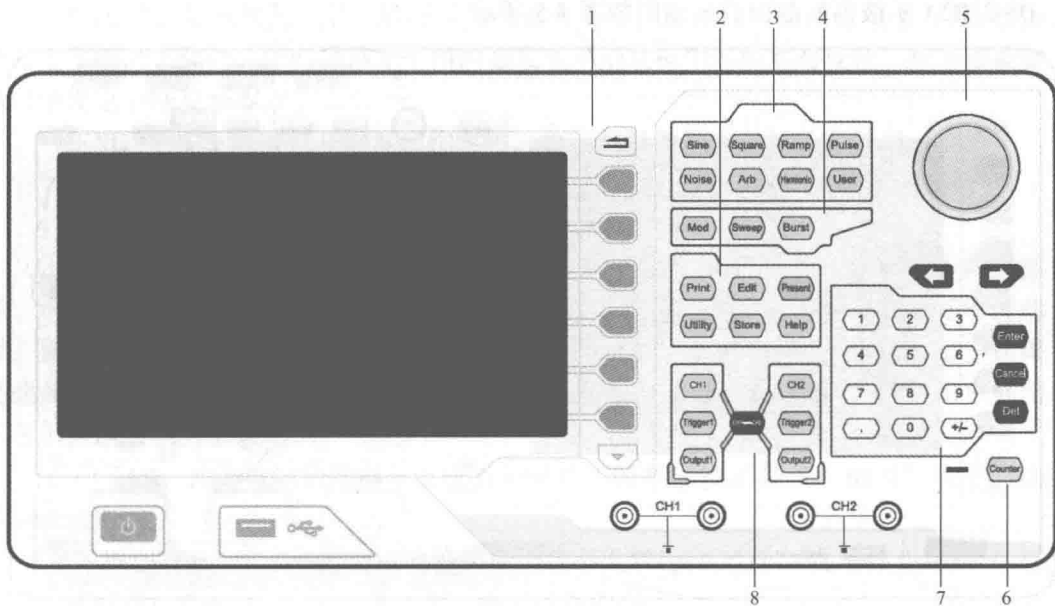


图 1-4 函数发生器前面板示意图

- 1—菜单软键 2—辅助功能键 3—波形选择区 4—模式选择区
5—旋钮 6—频率计 7—数字键盘 8—通道控制区

使用说明:

1. 打开电源开关, 屏幕显示两通道信号。屏幕右侧菜单软键与其左侧菜单一一对应, 按下任一软键激活对应的菜单。

2. 按下“output1”(output2)键, 背灯变亮, 对应输出端 CH1 (CH2) 会以当前配置输出波形。

3. 当选择通道 CH1 (CH2) 后, 背灯变亮, 用户可以设置 CH1 (CH2) 的波形、参数和配置。

4. 若选择通道 CH1 = CH2 时, 两通道输出波形参数一致。

5. 面板示意图右上方的旋钮, 用于增大 (顺时针) 或减小 (逆时针) 当前突出显示的数值, 旋钮下面的方向键, 可以切换数值的位。

参数设置时, 首先在波形选择区选择合适波形, 通过屏幕右侧软键选择参数类型, 可以用数字键直接输入, 也可以用旋钮或方向键输入, 注意选择合适的参数单位。

6. 按下“Counter”键, 开启或关闭频率计功能。频率计开启时, “Counter”按键背灯变亮, 左侧指示灯闪烁。

此外还有模式选择区, 可选择“Mod”调制、“Sweep”扫频、“Burst”脉冲串等功能, 此处省略。

注意事项:

1) 当调好需要的波形、参数后, 要打开输出端“output”开关, 否则没有信号输出。

2) “Preset”键用于将仪器状态恢复到出厂默认值或用户自定义状态。

1.4.3 示波器

DS-2102A 示波器的前面板示意图如图 1-5 所示。

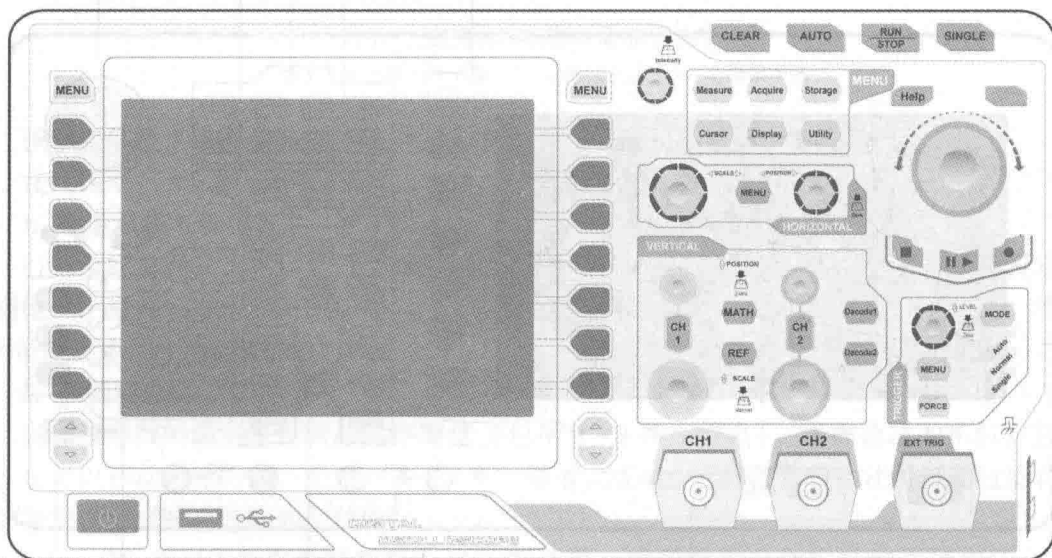


图 1-5 示波器的前面板示意图

1. 面板功能

1) 垂直控制 (VERTICAL)。“CH1”、“CH2”: 模拟输入通道。2 个通道标签用不同颜