

高等院校实验系列规划教材

DIANZI JISHU SHIYAN ZHIDAO

电子技术 实验指导

主 编 廖洪翔

副主编 谢 敏 王淑伟



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

高等院校实验系列规划教材

电子技术实验指导

主 编 廖洪翔

副主编 谢 敏 王淑伟

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

电子技术实验指导 / 廖洪翔主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2008.10

(高等院校实验系列规划教材)

ISBN 978-7-5643-0087-6

I. 电… II. 廖… III. 电子技术—实验—高等学校—教学参考资料 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 139479 号

高等院校实验系列规划教材

电子技术实验指导

主编 廖洪翔

*

责任编辑 高 平

特邀编辑 张 阅

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>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 230 mm 印张: 7

字数: 150 千字

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0087-6

定价: 13.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

《电子技术实验指导》是在 2003 年廖洪翔、胡学林主编的《电子技术实验讲义》基础上修订而成。本书针对应用技术型本科的办学特色,强调对学生动手能力和技术创新能力的培养;并参考各类电子技术实验指导书对原书进行了大幅度修订。

本次修订有以下特点:

(1) 本书综合考虑不同专业、不同层次对电子技术实验的不同要求,相应地在实验方面的配套也有所不同,适用于“模拟电子技术”、“数字电子技术”、“电子技术”等课实验教学需要而设计。

(2) 实验较多且对课程的覆盖面较广,便于在教学过程中尽可能多地安排实验,使学生有机会多看、多练,使电子技术实验成为电子技术类课程的有机组成部分。

(3) 在强调通过实验验证课堂教学中的理论的同时,更加注重实验前对理论学习的要求;强调对实验过程中的测试技能和测试方法的基本训练,以及对实验现象分析和实验过程中的误差处理能力等;使学生在弄懂基本实验的同时,通过实验学会一些基本电子测量方法。

(4) 强调对学生掌握基本电工仪表和电子仪器的使用方法的训练。书中编写了电子技术实验的基本要求;另外,每个实验都有明确的内容、目的、步骤、仪器仪表的使用,学生在实验前必须认真阅读本指导书,方可进入实验室按照指导书的内容进行实验。

(5) 根据学生对理论的理解能力、学习兴趣的不同,本书在实验内容上进行了改革,实验内容分为必做和选做两部分,让学生能根据自己的能力进行实验。

(6) 在本书修订过程中增加了一些设计型、综合型实验项目,以便培养学生的创新能力。

本次修订工作由廖洪翔同志担任主编,谢敏、王淑伟同志担任副主编。胡学林同志对全书进行了审阅,实验室魏洪兵等老师对本书修订也提供了不少宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,难免有不当之处,希望读者提出宝贵意见及建议,便于下次修订。

编 者

2008 年 8 月于峨眉

电工电子技术实验室学生实验规则

一、学生进实验室后，不得高声喧哗和东奔西跑，保证实验室安静。学生在实验过程中不准抽烟、乱扔杂物，不准随地吐痰，保证实验室的清洁。

二、实验前必须按照实验指导书进行预习并完成预习报告，没有预习报告不能进行实验。预习报告要求根据指导书上预习要求，介绍清楚本次实验的目的、实验仪器设备、实验内容及要求和实验步骤。

三、实验电路接好后，必须经指导教师检查许可后才能接通电源。未经检查许可擅自接通电源造成事故的，损失及一切后果由学生本人承担。

四、实验中一旦发生事故或异常现象（焦味、闪光、响声……），应立即断开电源并及时报告指导教师。在指导教师未检查前，任何人不得擅自改动事故电路。如发现学生改动事故电路、隐瞒事故真相、欺骗指导教师，视其情节除赔偿损失外并报上级有关部门给予相应行政处分。

五、如学生违反正常的实验方法及操作步骤，造成事故、损坏仪器和器件的，除写出书面报告外，还必须赔偿全部损失。

六、学生应按时进入实验室，迟到五分钟不准参加本次实验，如无正当理由不予补做，本次实验记零分。

七、实验完毕应首先拆除电源，然后将仪器设备及用品恢复原位并摆放整齐，经指导教师检查方可离开实验室。

八、学生不得将实验室的任何物品带出实验室，一经发现，除罚款外并给予相应行政处分。

电子技术实验要求

为了提高本课程的实验教学质量，本书共编写 20 个实验项目，但不要求每个学生都做所有的实验。实验室根据教学大纲开设其中的几个实验，其实验项目由实验室网上通知。为取得较好的实验效果，请注意做好下列环节：

一、预习要求

- (1) 认真阅读实验指导书，分析、掌握实验电路的工作原理，并进行必要的估算。
- (2) 完成各实验“预习要求”中的内容，熟悉实验任务和实验步骤。复习实验中所用仪器的使用方法及注意事项。
- (3) 每个学生都必须作好预习报告，在实验前交指导教师审定后方可进行实验。

二、实验要求

- (1) 实验时，应合理布置仪器设备的位置，以利于操作；检查导线，并用合适导线进行接线，以减少干扰源。
- (2) 接线时，应按电路图进行正确的接线，接线完毕后每个同学必须对全部电路进行检查，再请指导教师复查认可后方可接通电源。
- (3) 实验过程中必须注意人身及仪器的安全，禁止人体接触带电部分，应严格按照操作规程使用仪器设备。
- (4) 实验告一段落，应先按所得数据粗略地画出曲线或进行估算，以便及时发现有无明显的错误。
- (5) 实验记录应送教师查阅，待其认定实验已完成并签名后才关闭仪器的电源。
- (6) 实验结束后把仪器用品恢复原位并整理好实验台面，方可离开实验室。

三、实验报告要求

- (1) 实验报告可在预习报告的基础上加以整理而成。

(2) 报告必须填好实验日期、组别。报告内容必须包括：实验名称、目的、要求、实验线路及原理、简单步骤及过程、现象及数据记录、数据计算、曲线图表、实验简要结论和收获体会及建议，要特别做好实验结果分析与理论对比。

(3) 绘图要清晰端正，合乎工程要求。

(4) 写明所用仪器设备的型号、规格和编号等。

(5) 报告必须在实验后一星期内完成并按指导教师要求的时间准时上交，教师根据学生的预习报告、实验中操作情况及实验报告等给予评定实验成绩。

目 录

第一部分 模拟电子技术实验	1
实验一 电子仪器的综合使用	1
实验二 单级放大电路	5
实验三 互补对称功率放大器	10
实验四 集成运放运算电路	13
实验五 集成运放构成的波形发生电路	17
实验六 波形产生与变换电路的设计	22
实验七 负反馈放大电路	24
实验八 整流滤波及并联、串联稳压电路	27
实验九 桥式整流与三端集成稳压器	31
实验十 模拟电子技术综合设计型实验	35
第二部分 数字电子技术实验	37
实验十一 门电路的逻辑功能测试	37
实验十二 常用组合逻辑功能器件的测试	41
实验十三 组合逻辑电路的设计	46
实验十四 触发器的功能测试及应用	49
实验十五 时序逻辑电路的设计	54
实验十六 集成计数器的应用	57
实验十七 计数、译码、显示电路实验	60
实验十八 基本门电路的波形产生电路及单稳态触发器	63
实验十九 555 集成定时器及应用	66
实验二十 数字电子技术综合设计型实验	71
附录一 信号发生器	72
附录二 示波器的基本原理和使用	75
附录三 DAIS-8HD 概述	85
附录四 MF47D 型万用表	87
附录五 常用元件的识别与测试	92
参考文献	102

第一部分

模拟电子技术实验

实验一 电子仪器的综合使用

一、实验目的

- (1) 掌握常见电子仪器及实验设备的功能和使用方法。
- (2) 会使用常见电子仪器及实验设备测试常见的一些电量。
- (3) 了解电子技术实验的实验要求和实验安全注意事项。

二、实验仪器

1. 万用表 (MF47D)

1) 性 能

能测量直流电流、直流电压和交流电压和电阻等电量。

2) 主要参数

直流电流: $0 \sim 500 \text{ mA}$ (2.5%) $\sim 10 \text{ A}$ (5%)。

直流电压: $0 \sim 1\,000 \text{ V}$ (2.5%) $\sim 2\,500 \text{ V}$ (5%)。

交流电压: $0 \sim 2\,500 \text{ V}$ (5%)。

电阻: $0 \sim \infty$ (2.5%)。

内部电池的极性: 红表笔 (—), 黑表笔 (+)。

3) 使用方法

根据需要进行不同挡位来测试所需电量。

测试直流电流时万用表串联在电路中, 电流由红表笔流入、黑表笔流出。

测试直流电压和交流电压时万用表并联在电路中, 由于交流电压没有方向, 所以测试交流电压时红黑表笔可以任意连接; 测试直流电压时红表笔接电压的正极、黑表笔接电压的负极。

使用万用表的电阻挡测试时, 首先应将红黑表笔短接, 此时指针应指在电阻的零位, 如果不为零应调节电阻挡调零电位器使之为零。驱动电阻挡工作的是万用表内部电池 (+1.5 V 和 9 V), 其内部电池的极性为黑正、红负, 1.5 V 电池驱动 1~1k 挡, 9 V 电池驱动 10 k 挡。

4) 读数方法

直流电流、直流电压和交流电压挡所指示的数值是表示指针满偏时所测量的大小; 电阻挡所测电阻值大小为所设数值与挡位的乘积。

5) 使用注意事项

测量前应使指针指在电压电流挡的零位, 如果不是应机械调零。测量时为了减小测量误差, 应选择合适的挡位使指针尽量大角度偏转。使用完毕后, 挡位应指在交流电压的最大挡。

2. 信号发生器 (DF1641A)

1) 性能

能产生驱动电路所需的函数信号。

2) 主要参数

能产生正弦波、三角波和方波等函数信号。

频率范围: 0.1 Hz~2 MHz

幅值范围: 1 mV~20 U_{p-p} (空载)。

3) 使用方法

使用方法见附录一“信号发生器”。

4) 使用注意事项

使用函数信号驱动电路时应注意黑夹子接电路的公共地, 红夹子接信号输入点; 信号发生器产生的频率可以从信号发生器上读出, 而幅值不能读出, 应使用其他仪器来读取; 为了使输出信号稳定输出应选择合适的频率挡和幅值来产生信号。

3. 示波器 (DF4326)

1) 性能

能单独或同时测量两路信号的运动轨迹。

2) 主要参数

频率范围: DC~40 MHz。

3) 使用方法

使用方法见附录二“示波器的基本原理和使用”。

4) 使用注意事项

测量时示波器探头红夹子接测量点,黑夹子接电路的公共接地点。测量前应用校验信号校验示波器,若不准应旋转小旋钮使之准确无误(平时应逆时针方向旋到头)。测量时为了减小测量误差,应选择合适的挡位使轨迹尽量占满显示屏。

三、预习要求

- (1) 仔细阅读电工电子技术实验室学生实验规则和电子技术实验要求。
- (2) 结合实验内容预习实验箱、信号发生器和示波器的概述。
- (3) 根据实验内容设计好实验步骤和实验电路图。

四、实验内容及要求

1. 必做内容及要求

- (1) 学会使用万用表测量不同交、直流电压的大小,学会使用万用表测量电阻的大小,学会使用万用表不同挡位测量不同阻值电阻的大小;能够按要求设计记录表格。
- (2) 掌握示波器的使用,知道示波器各功能按钮的作用,能用示波器测量直流电压的大小;掌握其测量过程并能准确记录波形。
- (3) 掌握函数发生器的使用,学会如何从信号发生器读取其频率;掌握使用信号发生器产生正弦波、方波、三角波的方法。
- (4) 掌握实验系统的结构,熟悉如何插、拔导线,熟悉电源的构造和输出端的正、负极,掌握在实验系统上如何构筑电路。
- (5) 必须熟悉上述实验仪器的注意事项。

2. 选做内容及要求(ABC三选一,A较难、B一般、C容易)

A.

- (1) 用万用表判别一个二极管的极性,并记录其步骤。

(2) 设计一个由电阻电容构成的移相电路, 要求输入信号 $U_{p-p}=0.5\text{ V}$ 、 $f=1\text{ kHz}$, 输出与输入相位差为 $\frac{\pi}{4} \sim \frac{\pi}{2}$ 。要求通过实验验证并分析, 用示波器观察并记录下输入与输出的波形。

B.

(1) 用万用表判别一个三极管的极性, 并记录其步骤。

(2) 用函数发生器产生幅度为 0.5 V 、频率为 1 kHz 的正弦波、方波、三角波, 用示波器来测量并记录其波形。

C.

(1) 用万用表判别一个二极管的极性, 并记录其步骤。

(2) 用函数发生器产生幅度为 0.5 V 、频率为 1 kHz 的正弦波、方波、三角波, 用示波器来测量并记录其波形。

五、实验报告

(1) 完整表述实验内容和实验步骤, 简介实验原理。正确绘出所得到的波形图和二极管、三极管实物与符号的对应图; 把测量到的数据整理好并进行误差分析。

(2) 表述出你所使用的实验仪器的注意事项。

(3) 提出你对电子技术实验的建议和要求。

实验二 单级放大电路

一、实验目的

- (1) 进一步熟悉常用电子仪器及模拟电路试验箱的使用。
- (2) 学会放大电路静态工作点的调试方法, 分析静态工作点对放大器形态的影响。
- (3) 掌握放大器电压放大倍数、输入电阻、输出电阻和最大不失真输出电压的测试方法。
- (4) 了解共射极放大电路的特性。

二、实验仪器

模拟电路实验箱	1 台	示波器	1 台
单级、多级放大电路实验板	1 块	万用表	1 台
函数发生器	1 台		

三、实验电路 (见图 2.1)

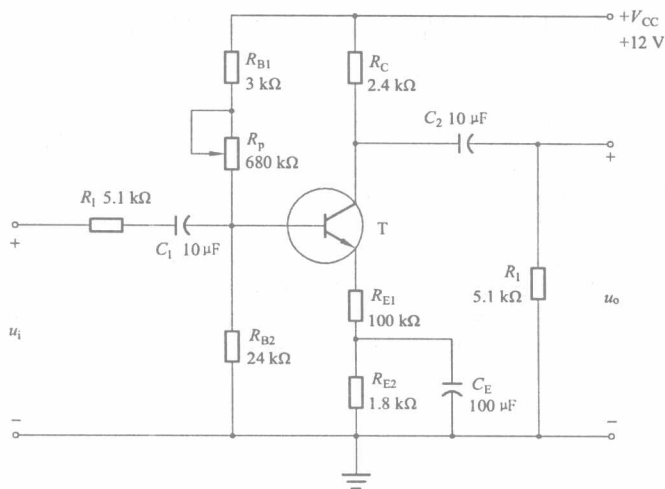


图 2.1 CE 单级放大电路

四、预习要求

(1) 了解静态工作点的作用和调整方法。

① 单级放大电路为什么要调节静态工作点？

② 了解不同失真波形，知道不同的 Q 点将会导致什么失真，为什么？怎样才能消除失真？

(2) 掌握分压式共发射极电路静态工作点 Q 的理论计算方法及稳定其 Q 点的原理。

(3) 掌握分压式共发射极电路动态性能参数 A_u 、 R_i 和 R_o 的理论计算方法及实验室测量方法。

(4) 设计实验室测量步骤和数据记录表格。

五、实验内容及要求

1. 必做内容及要求

1) 连接电路

接线前先检查连接导线，测量 +12 V 电源。若设备正常，关断电源后再按图 2.1 所示电路接线，并将可调电阻 R_p 调到最大位置（思考：为什么）。

接线完毕后仔细检查，确定无误并经实验指导老师同意后方可接通电源、进行实验。

2) 静态工作点的初步调整

令 $u_i = 0$ （即不接函数发生器），调整 R_p 使 $U_{CE} = 6$ V，测量表 1.1 中各量，进行实测计算。

表 1.1

已知	实 测			实测计算			
U_{CE}/V	U_B/V	U_C/V	$R_p/k\Omega$	I_B/mA	I_C/mA	β	$r_{be}/k\Omega$
6							

注：① 在实验报告单上写出基极静态电流 I_B 的测量和计算方法。

② 上偏流电阻 R_p 的测量应在断电后进行，由于 R_{B1} 和三极管的集电极并联，用万用表欧姆挡测量时，应将 R_p 与基极断开来进行测量。

3) 动态研究

(1) 测量电压放大倍数。

① 用函数发生器产生正弦信号 u_i ，要求 $f = 1$ kHz，峰-峰值为 50 mV。

② 将信号接入输入端，观察 u_i 和 u_o 波形，进行相位比较并填表 1.2。

表 1.2 ($R_L = \infty$)

实 测		实测计算	理论估算
U_{ip-p}/mV	U_{op-p}/V	A_u	A_u
50			
100			

(2) 输出电阻和负载电阻对电压放大倍数的影响。

用函数发生器产生正弦信号 u_i ，要求 $f=1\text{ kHz}$ ，峰-峰值为 50 mV 不变；放大器接入负载 R_L ，在改变 R_C 的情况下测量并填表 1.3。

表 1.3

给定参数		实 测		实测计算	理论估算
$R_C/k\Omega$	$R_L/k\Omega$	U_{ip-p}/mV	U_{op-p}/V	A_u	A_u
2.4	5.1	50			
2.4	1.5	50			
5.1	5.1	50			
5.1	1.5	50			

4) 静态工作点对输出波形的影响

① 用函数发生器产生正弦信号 u_i ，要求 $f=1\text{ kHz}$ ，峰-峰值为 250 mV 。

② 保持幅值不变，增大和减小可调电阻 R_p ，观察输出电压 u_o 波形，测量并填表 1.4。

表 1.4 ($R_L = \infty$)

R_p 值	各级直流电位			u_o 输出波形	失真类型
	V_B/V	V_C/V	V_E/V		
最大					
合适					
最小					

注意：① 每次测各级直流电位时都要使函数发生器的输出为零。

② 若波形失真不明显，可增大输入电压幅值重测一次。

2. 选做内容及要求 (三选一, A 较难、B 一般、C 容易)

A. 放大器最佳 Q 点的动态调整

(1) 预习报告单内容。

① 什么是放大电路的最佳 Q 点?

② 最佳 Q 点的调整方法和实验步骤。

(2) 实验内容。

① 设计最佳 Q 点动态调整的实验步骤。

② 设计最佳 Q 点动态调整实验记录表格。

(3) 实验报告单要求。

① 测量 Q 点动态调整后的 I_B 和 I_C 并与表 1.1 中的值进行比较。

② 测量经 Q 点动态调整后的 A_u 和最大不失真输出 U_o 。

B. 输入、输出电阻的测量

(1) 预习报告单内容。

① 输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 的物理意义。

② 不同输出的放大电路对 R_o 的要求不同, 分析输出信号分别为电压信号和电流信号时, 电路对 R_o 的要求。

③ 分析输入信号分别为电压信号和电流信号时, 电路对 R_i 的要求。

(2) 实验内容。

C. 最大不失真输出电压 U_{om-p} 的测量 (即最大动态范围)

(1) 预习报告单内容。

① 计算理论值。

② 怎样得到最大不失真输出电压 U_{om} , 设计实验步骤和数据记录表格。

(2) 实验内容。

根据自己设计的实验步骤和表格, 测量最大不失真输出电压 U_{om-p} 。

(3) 实验报告单要求。

① 将实验值和理论值加以比较, 分析误差原因。

② 根据自己设计的实验步骤和表格, 测量该放大电路的 R_i 和 R_o 。

③ 总结输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 对放大电路的影响。

六、实验报告

- (1) 完整表述实验内容和实验步骤、简述实验原理。
- (2) 整理测量数据表格，并说明数据分析处理过程。
- (3) 将实验值与理论值加以比较，分析误差原因。
- (4) 分析静态工作点对 A_u 的影响。
- (5) 讨论提高 A_u 的办法。