**电子实验基础教程**

陈小平 曲波 朱伟芳 杨新艳 羊箭锋

**苏州大学电子信息学院**

**二○一四年九月**

**目 录**

[第一章 安全守则及注意事项 1](#_Toc433531358)

[第一节 电类实验学生安全守则 1](#_Toc433531359)

[第二节 电类实验注意事项 1](#_Toc433531360)

[第三节 实验报告要求 2](#_Toc433531361)

[第四章 电子基础实验 3](#_Toc433531362)

[第一节 欧姆定律的验证实验 3](#_Toc433531363)

[第二节 分压电路设计实验 6](#_Toc433531364)

[第三节 移相电路设计实验 8](#_Toc433531365)

[第四节 三极管共射极放大电路实验 10](#_Toc433531366)

[第五节 积分与微分电路实验 12](#_Toc433531367)

[附录一 “常用实验仪器使用”要求与思考 15](#_Toc433531368)

# 第一章 安全守则及注意事项

## 第一节 电类实验学生安全守则

1. 学生进入实验室必须遵守实验室的规章制度，保持实验室的安静和整洁，爱护实验室的一切设施。

2. 实验前要认真阅读实验指导书，明确实验的目的与要求，并结合实验原理复习有关理论，写出预习报告，了解完成实验的方法和步骤。

3. 实验前对实验所用仪器设备要熟悉其使用方法，凡因违反操作规程造成仪器设备损坏者，视情节轻重予以批评教育或停止实验，以至赔偿损失处理。

4. 强电实验时，接通电源前，应由教师检查线路。

5. 实验室内任何用电设备和电源不准任意摸弄，以防触电危险。

6. 操作电源开关时，不可两手同时操作，要避免面对开关。

7. 如接通电源后，保险丝熔断，必须检查故障原因，在排除障碍后，方可重新接通电源。

8. 任何仪表和电器，在未熟悉其使用方法前不得应用，使用任何电源前必须了解其电压值。

9. 在进行电压、电流测量时，应注意电路中的电压表和安培表，如指针迅速指向刻度盘末端，应立即断开电路，检查原因，重新联接。

10. 注意实验安全，严禁带电改接线路。实验中若发现有破坏性异常现象(如器件冒烟、发烫或有异味)不要惊慌失措，应立即断电并报告教师处理。如果发生事故（如器件或设备损坏），应主动填写事故报告单，并服从处理决定（包括经济赔偿），并自觉总结经验，吸取教训。

11. 实验过程中仪器设备不能擅自搬动、调换，更不能擅自带出实验室。

12. 实验数据必须经指导教师签阅后，才能拆除实验线路。实验完毕后要将仪器、设备、凳子等按规定放好，经同意方可离开实验室。

## 第二节 电类实验注意事项

1. 电源使用注意事项；

各种电源输出端之间严禁直接联接。电压源不能短路。电流源不能开路。可调电源接入电路前，其输出应调至最小。

2．测量仪表使用注意事项

（1）根据所测物理量正确选择仪表。（2）正确选择仪表的量程（所测物理量应小于所选量程，能使指针偏转在后1/3较好）。（3）注意正确连线（特别是功率表）。（4）正确读数。（5）测量仪表应在无电的情况下接入或拆出电路中，不能带电接线或拆线，以免电路中的电流或电压冲击损坏仪表。

3．元器件使用注意事项

使用电阻、电感、电容等元件时，不仅要注意其参数值应与实验要求符合，还应注意电阻的额定电流（功率）、电容的额定电压、电感的额定电流等。实验中元件的电流和电压不能超过其额定值，否则有可能使元件损坏。

4．其它注意事项

（1）．不得用电流表或万用表的电阻档、电流档去测量电压；电流表、功率表的电流线圈不能并联在电路中：电压表、电流表不能超量程使用；湿手不可接触带电体、不可在潮湿处用电器；保险丝、保险盒、开关等应按电路上实际用量来选择适当的规格等等。

（2）．接线

接线和拆线时要插拔导线的插头，不要直接拉扯导线，以免损坏。插拔的正确方法是将插头边转动边插或边转动边拉。

如需加长导线，可将导线插头对插或迭插，也可借用某一闲置元件的一个插孔作单头支点（切不可形成电流通路）。

（3）．电流表插口的使用

使用电流表插口时应先将测量导线与电流表接好，再将导线另一端插入电流表插口测量电流。使用时注意快进快出，不要停留在中间位置，以免损坏插口以及使电路断开瞬态过长。

直流电路实验使用电流表插口时，要注意正负极性。

## 第三节 实验报告要求

1. 实验前必须根据每个实验的“预习要求”，认真写出预习报告，掌握实验原理、方法，并进行数据估算，画出实验电路图，实验注意事项，经教师审阅后方可实验。

2. 实验结束后按要求写出完整的实验报告，内容有：实验目的、实验仪器、实验数据记录、实验数据处理（画出实验电路图、数据表格）等并附有原始数据。

3. 综合设计型实验，除完成上述要求外，还应给出标准的设计电路及详细的设计说明。用到特殊器件（实验箱上没有的元器件），应提前通知实验室作准备。

4. 写出实验小结、体会及建议。

5. 每次实验课，需交出前次实验报告。

# 第四章 电子基础实验

本章为电子基础实验，共设计了6个实验，旨在使学生熟悉一些常用元器件和常用基础电路，并掌握一些基础电路的工作原理。学生通过实验要达到实践动手能力的提高和电路调试技巧的训练。特别注意，本章实验内容中提供的电路图及电路参数仅供参考，学生可以尝试修改电路参数使实验效果最佳，更进一步可以自己重新设计电路完成同样的功能。

## 第一节 欧姆定律的验证实验

**实验目的**

1.掌握原理图转化成接线图的方法

2.掌握定理的实验验证方法

3.深入理解欧姆定律

**实验仪器与器材**

1.直流稳压电源（1台）

2.万用表（2只）

3.电阻 100，200，300，360，510，620，1k，1.8k，2.7k，3.3k各一只。

**预习要求**

1. 阅读有关欧姆定律及使用万用表测量电路参数的资料；

2. 根据实验内容设计好记录表格。

**实验内容**

如图4.1.1所示电路，电阻R分别用：100，200，300， 360，510，620，1k，1.8k，2.7k，3.3k，测量电阻两端的电压和流过电阻的电流，并设计表格记录测量值。



图4.1.1 欧姆定律验证电路

**问题与讨论**

1.使用滑动变阻器的目的是什么？

2.某同学用图4.1.2所示的电路验证在电压不变时，导体中的电流跟导体的电阻成反比的关系。先后用5Ω、10Ω、20Ω的定值电阻接入电路的a、b两点间，闭合开关S，读出电流表的示数填入表中。由实验数据可以看出电流跟电阻不成反比。试分析为什么在这个实验中电流跟电阻不成反比？

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 电阻/Ω | 5 | 10 | 20 |
| 电流/A | 0.4 | 0.3 | 0.2 |

 图4.1.2 串联电路

3.该同学经过认真分析，发现了错误的原因，他改进实验后，先后用5Ω、10Ω、20Ω的定值电阻接入电路的a、b两点间进行实验，结果验证了在电压不变时，导体中的电流跟导体的电阻成反比的关系.

 

图4.1.3欧姆定律验证电路甲 图4.1.4欧姆定律验证电路乙

上述两个电路图，哪个是他设计的电路，在这个实验中，滑动变阻器的作用是什么？

**实验报告要求**

1.自己设计表格记录实验数据

2.将实验数据画在U/I坐标。

3.验证欧姆定律是否成立，分析原因。

## 第二节 分压电路设计实验

**实验目的**

1.掌握掌握分压电路的设计

2.掌握串联分压电路与并联分压电路的特点

**实验仪器与器材**

1.直流稳压电源（1台）

2.万用表（2只）

3.电阻 3.3k一只，滑动变阻器一只。

**预习要求**

1.阅读有关分压电路原理的相关资料；

2.根据实验内容设计好记录表格。

**实验内容**

1.如图4.2.1所示串联分压电路，调节值，测量电阻两端的电压。



图4.2.1 串联分压电路

2.如图4.2.2所示并联分压电路，调节值，测量电阻两端的电压。



图4.2.2 并联分压电路

**问题与讨论**

1.上述串联分压电路及并联分压电路在分压上有何特点。

2.若取,，

1. 对串联分压电路，试讨论在不同K值下电路中电流随X的变化情况。
2. 对并联分压电路，试讨论在不同K值下，RAC上电压随X的变化情况。

**实验报告要求**

1. 将实验数据(RAC//RZ,U)画在二维平面坐标上。

2. 通过本实验，掌握分压电路的设计及特点。

## 第三节 移相电路设计实验

**实验目的**

1.掌握RC移相电路原理

2.能根据需求设计出不同相移的移相电路

**实验仪器与器材**

1.信号发生器（1台）

2.双踪示波器（1台）

3.电阻 1k电阻一只，1uF电容一只，导线若干

**预习要求**

1.阅读RC移相电路的电路原理相关资料

2.根据实验内容设计好记录表格。

**实验内容**

分别连接如图4.3.1和4.3.2所示电路，在示波器上观察、波形并记录。

如图4..3.1所示，为角频率正弦信号输入，则为与同频正弦量。



图4.3.1 RC移相电路一

如图4.3.2所示，为角频率正弦信号输入，则为与同频正弦量。



图4.3.2 RC移相电路二

**问题与讨论**

通过哪些途径如何获得其他相移。

**实验报告**

要求实验中测试的相关数据都必须记录。

## 第四节 三极管共射极放大电路实验

**实验目的**

1. 掌握使用三极管构成放大电路的方法；

2. 掌握三极管共射极放大电路的静态工作点的调试方法；

3. 了解三极管共射极放大电路的动态指标的测试方法。

**实验仪器及器材**

1. 稳压电源；

2. 信号发生器；

3. 双踪示波器；

4. 数字式万用表；

5. 毫伏表；

6. 实验器材：30W烙铁，线路板，三极管，电阻，电位器，电容。

**预习要求**

1. 阅读有关三极管的资料；

2. 根据实验内容设计好记录表格。

**实验内容**

一. 实验制作

1. 按图4.4.1电路图在线路板上焊接元器件。电路参数：R1 = 6.2k，R2 = 10k，Rc = 2k，RL = 10k，RW1 = 100k, C1 = 10uF，C2 = 10uF。



图4.4.1共射极放大电路

二. 静态工作点的测量和调试

1. 适当调整偏置电位器 RW1，使其满足设计要求（ICQ＝1.5mA）。

2. 分别测量三极管的直流电压VB、VC和VE（或VBE、VCE）以及集电极电流ICQ ，可以采用电压测量法来换算电流。要充分考虑到万用表直流电压档内阻对被测电路的影响。

测量静态工作点(即电流ICQ、电压VCQ)，为的是了解静态工作点的位置是否合适。如果测出VCEQ＜0.5V，则说明三极管已经饱和；如果VCEQ≈EC+EE则说明三极管已经截止。为了防止当电位器阻值过小时，使IC过大烧坏管子，可增加一只固定电阻与电位器RW1串联。

3. RL＝2k，从函数发生器向放大电路输入一正弦交流信号（1KHz，约10mv。）用示波器观察放大器输出电压的波形VO，在没有明显失真的情况下，用毫伏表读出VO和Vi的大小。

三. 动态指标测试

1. 电压放大倍数AV = VO/Vi。

2. 最大不失真输出电压Vomax（有效值）

3. 在ICQ＝1.5mA，RL=∞(开路)情况下，增大输入信号但使输出电压仍然保持没有失真，然后分别将电位器调向两端，改变电路的静态工作点，使电路分别产生较明显的截止失真与饱和失真。观察两种工作状态下输出波形的失真现象，测出相应的集电极静态电流，并说明集电极静态电流的大小对放大电路输出动态范围的影响。

4. 改变ICQ，使VO出现饱和失真；改变ICQ，使VO出现截止失真；ICQ正常，加大输入信号。分析静态工作点对VO波形的影响。

四. 测量放大器的输人电阻Ri和输出电阻RO

1. 放大器的输入电阻Ri，在放大电路的输入端上，人为地串联一只阻值已知的电阻RS，通过毫伏表分别测出RS两端对地电压，并求得RS上的压降（VS－Vi），从而即可推算出Ii的大小。则Ri = Vi/Ii。

2. 放大器的输出电阻RO，放大器的输出可看成有源二端网络，RL不接时的空载电压VO′和接上RL后的输出电压VO。则RO = (VO′/VO-1)RL。

五. 测量放大器的fH、fL

先调节输入信号Vi，使Vi频率为1kHz；调节Vi幅度，使此时的输出信号VO幅度为1V。保持Vi幅度，增大Vi频率，使VO下降到0.707V时，对应的信号频率为上限频率fH；保持Vi幅度，减小Vi频率，使VO下降到0.707V时，对应的信号频率为下限频率fL。

**问题与讨论**

1. 试分析电路中的R1、R2、C1起什么作用？

2. 当静态工作电流ICQ通过测量VC来间接地得到时，分析万用表内阻对测量误差的影响。

3. 各仪器的接地端不再连在一起，示波器上的波形将发生什么变化？

**实验报告**

要求实验中测试的相关数据都必须记录。

## 第五节 积分与微分电路实验

**实验目的**

1. 掌握电阻电容积分微分电路的工作原理及参数分析；

2. 了解使用集成运算放大器构成积分微分电路的方法；

3. 了解积分微分电路的特点及性能。。

**实验仪器及器材**

1. 稳压电源；

2. 信号发生器；

3. 双踪示波器；

4. 数字式万用表；

5. 实验器材：30W烙铁，线路板，电阻，电容，集成运算放大器OP-07。

**预习要求**

1. 阅读有关积分微分电路的资料；

2. 根据实验内容列出计算公式，设计好记录表格。

**实验内容**

一. 电阻电容积分电路

实验电路如图4.5.1所示，电路参数：R = 10k, C=10uF。



图4.5.1 电阻电容积分电路

1. 取Vi＝1V，断开开关K（开关K用一连线代替，拔出连线一端作为断开。）用示波器观察VO变化。

2. 取Vi 频率为l00Hz，幅值为±1V(Vp-p=2V)的方波信号，观察和比较Vi 和VO的幅值大小，并记录波形。

3. 改变信号频率为1kHz，观察Vi 和VO的幅值关系。

二. 运算放大器积分电路

实验电路如图4.5.2所示。电路参数：R1 = 10k, R2=10k, C=10uF。



图4.5.2 运算放大器积分电路

1. 取Vi＝1V，断开开关K（开关K用一连线代替，拔出连线一端作为断开。）用示波器观察VO变化。

2. 测量饱和输出电压及有效积分时间。

3. 将图4-5-2 中积分电容改为0.1uF，在积分电容两端并接100k 电阻，Vi 分别输入频率为l00Hz，幅值为±1V(Vp-p=2V)的正弦波信号，观察和比较Vi 和VO的幅值大小及相位关系，并记录波形。

4. 改变信号频率为1kHz，观察Vi 和VO的相位、幅值关系。

三. 电阻电容微分电路

实验电路如图4.5.3所示，电路参数：R = 10k, C=10uF。



图4.5.3 电阻电容微分电路

1. 取Vi＝1V，断开开关K（开关K用一连线代替，拔出连线一端作为断开。）用示波器观察VO变化。

2. 取Vi 频率为l00Hz，幅值为±1V(Vp-p=2V)的方波信号，观察和比较Vi 和VO的幅值大小，并记录波形。

3. 改变信号频率为1kHz，观察Vi 和VO的幅值关系。

四. 运算放大器微分电路

实验电路如图4.5.4 所示，电路参数：R1 = 10k, R2=10k, C=10uF。



图4.5.4 运算放大器微分电路

1.输入正弦波信号，*f*=160Hz 有效值为1V，用示波器观察Vi 和VO波形并测量输出电压。

2.改变正弦波频率为20～400Hz，观察Vi 和VO的相位、幅值变化情况并记录。

3.输入方波，*f*＝200Hz，V＝±5V，用示波器观察VO波形，按上述步骤重复实验步骤重复实验。

五. 运算放大器积分微分电路：

实验电路如图4.5.5 所示，电路参数：电阻除R5之外均为10k，R5=100k，C1 = C2 = 10u。



图4.5.5 运算放大器积分微分电路

(1)在Vi 输入*f*＝200Hz，V＝±6V 的正弦波信号，用示波器观察Vi 和VO的波形并记录。

(2)将*f* 改为500Hz，重复(1)实验。

(3)将电容C1改为0.1uF，重复(1)实验。

**实验报告**

1. 总结积分、微分电路的特点。

2. 整理实验中的数据及波形。

3. 分析实验内容一、三的理论计算与实验结果的误差原因。

4. 若增大积分时间常数，应如何调整电路？

# 附录一 “常用实验仪器使用”要求与思考

1. **注意事项：**
   * + **一人一组，严禁串位。进入实验室请清点设备，若有差错及时报告。离开前做好整理工作，并关闭仪器电源。**
     + **测量强电电压220V/380V时，要特别注意人身安全，严禁接触表笔裸露部分。**
     + **测量未知电量时，量程应置于最大，然后逐步调小，直至合适。**
     + **直流稳压电源严禁短路，以免损坏。**
     + **信号发生器输出严禁短路，以免损坏。**
     + **万用表的电流档不能测电压，万用表的电压档不能测电流。**

1. **万用表的使用思考题**

用万用表是否可以测量以下物理量，用哪个量程最合适，为什么？要注意点什么？

1. 电阻阻值
2. 导线的通断
3. 电容容量
4. 二极管的极性
5. 三级管的管脚判断和电流放大倍数β值
6. 直流电压值
7. 插座上的工频电压220V？380V？
8. 频率为1KHz的信号源电压
9. 经变压器转换后的交流电压
10. 整流后的电压（半波整流、桥式整流）
11. **直流稳压电源思考题**
12. 所用电源型号是什么，有什么含义？
13. 单路电源最大输出电压是多少，最大输出电流是多少？
14. 两路电源并联的作用是什么？如何连接（按钮状态如何设置）？如何调节，需要注意些什么？
15. 两路电源串联的作用是什么？如何连接（按钮状态如何设置）？如何调节，需要注意些什么？
16. 调节电源，输出电压为+5V
17. 调节电源，输出电压为±6V(输出电压值用万用表测量，注意不能短路)
18. 不慎将电源短时间短路，会怎样？长时间短路会产生什么后果呢？保护电路是如何工作的？
19. 限流保护旋钮的作用是什么，对输出电压有什么影响？何时有影响？
20. 一电路需供电+5V，若不慎加了+12V的的电压，会产生什么后果？
21. 一电路需供电+5V，我将电源加到电路上后，再调电压，这种方法可行吗？为什么？
22. **信号发生器和双踪示波器思考题**
23. 调节信号发生器输出峰峰值分别为10mV、500 mV、1V的正弦波、方波、三角波信号，用示波器观测。示波器上观测的幅值与信号发生器上的幅度指示相同吗？为什么？
24. 用示波器如何测量信号波形的频率和占空比？
25. 在输出正弦波（或其它波型）上叠加1V直流电平，如何操作，用示波器观测。
26. 说说信号发生器面板上“Offset”、“Duty”旋钮的作用？衰减按钮的作用是什么？
27. 信号发生器的TTL输出、50Ω输出和功率输出的区别是什么？
28. 当用示波器定量检测波形的电压值、脉宽和周期时，应该注意些什么。微调旋钮是哪个？
29. 示波器Y轴工作方式中“ALT”和“CHOP”有什么区别？要比较两个通道信号的相位关系，用哪种工作方式？为什么？
30. 扫描触发控制（Triggering）中Auto和Norm的区别是什么？当无输入信号输入时，两种状态下的示波器分别显示什么？
31. 示波器探头上的×1、×10开关分别代表什么？
32. 什么是扩展，你的示波器有Y轴和X轴扩展吗？扩展按钮分别在哪里？为什么要扩展？
33. **综合应用思考题**
34. 多个电阻串联，加上+5V电压，用万用表观察分压情况。
35. 将+5V电压加在电阻和发光二极管串联的回路上，会发光吗，电阻的大小与发光管的亮度之间有什么关系？不用电阻，直接将+5V电压加在发光二极管两端，可以吗？
36. 用万用表测量收音机各级的工作电压，
37. 用示波器测量收音机本振的点波形，
38. 用信号源在收音机的低放输入端加1KHz 的正弦波，测量并记录低频放大电路各级的放大的波形、计算放大倍数。
39. 稳压二极管如何使用的？画出电路图，写出电阻取值范围，为什么？
40. **信号发生器和示波器的测量习题**

1. 信号电压测量：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 信号源  (输出) | 示波器（测量） | | 信号源  （输出） | 示波器（测量） | |
| 方波信号 | 显示幅度 | V/div开关位置 | 方波信号 | 显示幅度 | V/div开关位置 |
| 100mV | 2div |  | 1V | 2div |  |
| 5div |  | 5div |  |
| 250mV | 2.5div |  | 5V | 2.5div |  |
| 5div |  | 5div |  |
| 500mV | 2.5div |  |  |  |  |
| 5div |  |  |  |

2. 周期测量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 正弦波信号 | 开关位置(t/div) | 显示特征波峰个数  /10div（格） | 1周期在X方向上的格数 | 周期T |
| 1KHz |  | 11 |  |  |
|  |  | 6 |  |  |
|  |  | 2 |  |  |
| 5KHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 10KHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 50KHz |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

3. 测量并填空

测量频率为2KHz、峰峰电压为1V的正弦波。Y输入选择 ，使荧光屏显示高度为5格、2个周期的波形。X档位应置 ms/div，Y轴位应置 V/div。

测量频率为20KHz、电压为2Vpp的方波信号。高电平宽度 us，低电平宽度 us，周期T us。

测量频率为5KHz、幅度为3Vpp的三角波。周期T us。

\*4. 首先双踪探头分别测试输入、输出波形，然后用双踪同时观察两波形的相位关系，再利用X-Y工作方式，将两个频率相等而相位差等于的正弦波送到X通道和Y通道，调节相关旋钮，使荧光屏上显示大小合适的椭园图形，按图在荧光屏刻度线上读出A、B，即可根据公式，求得相位差。(注意：X-Y工作方式时，亮度宜稍暗，光点停留时间不要太长。宜短时间观察)

 

电路图 波形测量示意

注意光点调至刻度线中间

电路参数：① C=10nF,R=1K

输入10KHz、1Vpp正弦波，测量相位差

输入12KHz、1Vpp正弦波，测量相位差

② C=47nF, R=1K

输入2KHz、1Vpp正弦波，测量相位差

输入4KHz、1Vpp正弦波，测量相位差