



“十四五”职业教育国家规划教材

广西壮族自治区“十四五”职业教育规划教材

# 计算机检测维修 与数据恢复 (下册)



黄乔明 唐 迪 韦春珠 主 编

JISUANJI JIANCE WEIXIU  
YU SHUJU HUIFU ( XIACE )

总 策 划：施东毅 梁 琪 张贻松

项目统筹：张贻松 闫 丽

策划编辑：周本燕 黄丽艳

责任编辑：黄丽艳 苏秋燕

助理编辑：阳诗淇 李好雯

责任校对：方 芳

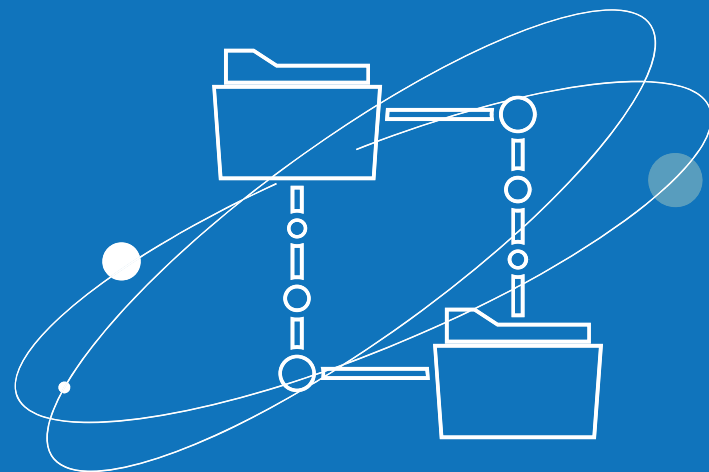
责任技编：伍智辉

装帧设计：熊文易 [广大迅风艺术 ]



定价：42.00 元

GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS  
广西师范大学出版社





“十四五”职业教育国家规划教材

广西壮族自治区“十四五”职业教育规划教材

# 计算机检测维修 与数据恢复 (下册)

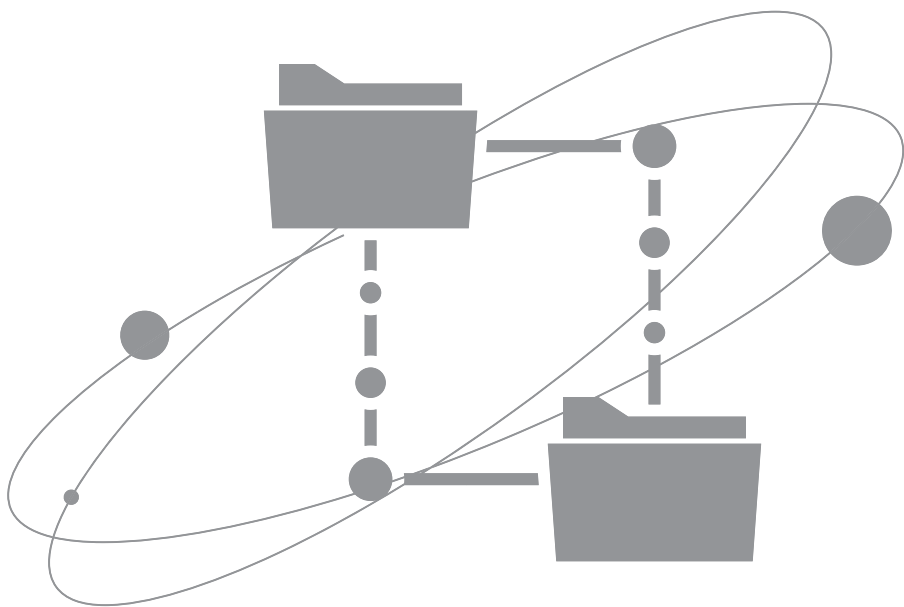


主 编：黄乔明 唐 迪 韦春珠

副主编：梁朝益 莫涛涛 唐成祥 韦 宁

编 者：李国勇 孙庭福 覃 伟 郑洁琼

吴桂梅 颜增显 闫英战 刘 立



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS  
广西师范大学出版社

· 桂林 ·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机检测维修与数据恢复. 下册 / 黄乔明, 唐迪, 韦春珠主编. -- 桂林: 广西师范大学出版社, 2024. 8.  
(广西壮族自治区“十四五”职业教育规划教材).

ISBN 978-7-5598-7243-2

I. TP3

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024Q1H113 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市五里店路 9 号 邮政编码: 541004)  
网址: <http://www.bbtpress.com>

出版人: 黄轩庄

全国新华书店经销

广西思畅印务有限公司印刷

(南宁市望州路北四里 2 号 邮政编码: 530012)

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 13.25 字数: 243 千

2024 年 8 月第 1 版 2024 年 8 月第 1 次印刷

定价: 42.00 元

---

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社发行部门联系调换。

## 前言

教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。培养造就大批德才兼备的高素质人才，是国家和民族长远发展大计。我们要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动，加快建设教育强国、科技强国、人才强国，坚持为党育人、为国育才，全面提高人才自主培养质量。中职电子信息类专业的学生是国家数字设备制造、调试、维护和检测维修的基础性人才，通过系统的培训和职业教育，他们可以成为熟练的技术工人、职业能手、能工巧匠，甚至国之工匠。中职“计算机检测维修与数据恢复”课程是在“计算机组装与维修”课程基础上开设的一门更具有专业性、实践性的课程，是对接高职“计算机检测维修与数据恢复”课程的重要课程之一。随着社会对计算机芯片级检测维修、数据恢复及数据安全维护人才需求的不断增加，此类人才日益紧缺。

本教材是“十四五”职业教育国家规划教材、广西壮族自治区“十四五”职业教育规划教材。本教材由河池市职业教育中心学校牵头，在广西电子信息行业职业教育教学指导委员会专家及广西职业院校技能大赛计算机检测维修与数据恢复赛项总裁判长等专家的指导下，由本校、对口升学职业院校的一线教师及合作企业的技术人员、专家、企业家组成编写团队。本教材的编写贯彻落实国家职业教育教学标准，坚持职业逻辑和能力本位，践行“校企双元”的开发模式，同步配套数字化资源。

本教材的目标是培养中职计算机芯片级检测维修及数据恢复方面的人才，为企业提供计算机等电子产品检测维修及数据恢复岗位的初级和中级人才，也为学生学习微机原理、数据结构等课程打下基础，使他们成长为电子产品检测维修及数据恢复的高级人才。

本教材分上下两册，分别设有8个项目，下册介绍了半波整流滤波电路、稳压电路、放大电路以及简单开关电源的检修，测量 iPad 协处理器电路功能板关键点参数及 U 盘读写电路功能板的检修，计算机硬件故障芯片级检修，Windows 11 操作系统安装及维护，利用数据恢复软件 R-Studio、WinHex 恢复文件，利用 WinHex 模板读取和恢复分区参数，读取和恢复 exFAT 文件系统，RAR 文件恢复等内容。

本教材以检测维修熟手为能力本位，以计算机芯片级检测维修及数据恢复为成果导向。其中，能力本位（检测维修熟手）由中职专业培养任务及国家需求决定，明确提出了应具备的技能和知识水平，通过仿真、模拟、虚拟、实操的模式，按岗位和技术标准训练，把生手培养成熟手。成果导向（计算机芯片级检测维修及数据恢复）由中职专业教学任务及专业课程标准决定，明确构建教材单元（任务活页）和教学内容（8个项目），通过任务实施、效果评价及资源配套，完成学生能力的培养。计算机检测维修内容的重点：①电路结构及功能认识；②电路参数设计值、测量值读取及比较；③电路故障分析及检测维修技术应用。数据恢复内容的重点：①数据结构及存储格式认识；②数据参数设计值、实际值读取及比较；③文件受破坏情况分析 & 数据恢复技术应用。鉴于篇幅限制和本教材专注于高级核心课程的特点，在编写计算机检测维修内容的过程中，略去电子元器件结构、工作原理等基础知识，仅描述其在应用电路中的作用；略去实训工具的使用及维护等基础知识，仅描述利用实训器材来装配电路及测量电路参数的结果等。同样地，在编写数据恢复内容的过程中，略去数据本身的功能及应用等基础知识，仅描述数据结构或格式及其变化引起不正常情况等。若给读者带来不便，请查阅相关专业图书。

本教材由黄乔明、唐迪、韦春珠担任主编，梁朝益、莫涛涛、唐成祥和韦宁担任副主编，参加编写的人员有李国勇、孙庭福、覃伟、郑洁琼、吴桂梅、颜增显、闫英战和刘立。本教材在编写过程中，得到广西现代职业技术学院、深圳市第二职业技术学校、广西交通职业技术学院、曙光信息产业股份有限公司、中盈创信（北京）科技有限公司以及北京世纪超星信息技术发展有限责任公司的大力支持，在此表示衷心感谢！

本教材配备丰富的教学资源，如微课、教学课件、素材文件等，教学课件和素材文件请登录广西师范大学出版社官网“下载中心”的“职业教育”栏目下载。微课视频二维码放置于本书相关内容处，学生可扫码观看。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。



扫描后，点击“职业教育”筛选所需资源

# 目 录

## 项目 1 计算机单元电路检测维修

- 任务 1 计算机单元电路正常参数测量 ..... 3
- 任务 2 计算机单元电路故障检测维修 ..... 21

## 项目 2 计算机功能板检测维修

- 任务 1 计算机功能板正常参数测量 ..... 37
- 任务 2 计算机功能板故障检测维修 ..... 45

## 项目 3 计算机硬件检测维修

- 任务 1 计算机硬件芯片级检测维修 ..... 55

## 项目 4 计算机操作系统安装及维护

- 任务 1 Windows 11 操作系统安装 ..... 91
- 任务 2 Windows 11 操作系统维护 ..... 98

## 项目 5 数据恢复软件应用

- 任务 1 数据恢复软件 R-Studio 应用 ..... 107
- 任务 2 数据恢复软件 WinHex 应用 ..... 115

## 项目 6 磁盘分区恢复

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 任务 1 MBR 磁盘分区恢复 ..... | 125 |
| 任务 2 GPT 磁盘分区恢复 ..... | 148 |

## 项目 7 文件系统恢复

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 任务 1 exFAT 文件系统恢复 ..... | 167 |
|-------------------------|-----|

## 项目 8 文件恢复

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 任务 1 RAR 文件恢复 ..... | 191 |
|---------------------|-----|

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 205 |
|------------|-----|

## 项目1 计算机单元电路检测维修

电子电路由电子元器件组成，并具备特定的功能。一旦它出现故障，直接检查其处理信号的情况，便有可能识别出故障所在并加以修复。对于复杂的电路，如计算机电路，其故障的修复需要借助有效的分析、检测和维修方法。

计算机电路，作为信息技术的基石，正是我们国家在科技创新道路上不断攀登的一个缩影。它的复杂性和精密性要求我们在设计和制造过程中必须具备良好的专业素养和严谨的工作态度。每一个功能模块电路，每一个单元电路，都承载着我们对于科技创新的追求和对国家发展的贡献。计算机电路由多个功能模块电路组成，每个功能模块电路又由多个单元电路组成，单元电路是计算机电路的基础电路。在计算机电路中，串联与并联电路是最常见的单元电路。

本项目的任务采用仿真和实操两种模式。先进行计算机单元电路仿真操作，完成电路参数读取及电路故障分析的模拟，再完成电路参数读取及维修电路故障的实操。两种模式结合不仅丰富了学习形式，而且提高了任务完成的效率。由于在相关专业课中已学习了仿真软件的使用，因此本项目不再具体陈述。

本项目任务：计算机单元电路正常参数测量和计算机单元电路故障检测维修。

本项目采用的检测维修方法：列表法、流程图法。

## 【知识引导】

### 一、引导问题

计算机硬件主要有主板、内存、显卡等板卡，对板卡故障进行检测维修，需要掌握板卡电路的相关知识。请简述板卡通常包含哪些电路。

### 二、学习目标

#### （一）知识目标

掌握半波整流滤波电路、稳压电路、放大电路以及简单开关电源电路的组成及特性。

#### （二）能力目标

##### 1. 具备计算机单元电路参数测量能力

（1）能利用仿真软件检验半波整流滤波电路、稳压电路、放大电路以及简单开关电源电路的特性。

（2）能正确测量半波整流滤波电路、稳压电路、放大电路以及简单开关电源电路的参数。

##### 2. 具备计算机单元电路故障检测维修能力

（1）能快速找出有故障的半波整流滤波电路、稳压电路、放大电路以及简单开关电源电路的异常参数，并找出损坏的元器件。

（2）能用同型号的电子元器件替换损坏的电子元器件。

（3）能利用列表法、流程图法进行计算机单元电路的检测维修。

#### （三）素质目标

具备创新精神和实践能力，能够积极探索新的相关技术和应用，为科技强国建设做出贡献。

## 任务1 计算机单元电路正常参数测量

在计算机硬件故障检测维修的学习过程中，小明向电子工程师提出了如下问题：如何识别和检测计算机电路。电子工程师给出了如下提示：首先，将电路分为各个功能模块，然后深入研究各个功能模块的组成以及参数设计值。其次，进行参数测量，测量分为仿真和实际测量两种方式。最后，将仿真及实际测量的参数值准确记录下来。同时，电子工程师建议初学者要勤于实践，多加思考，并考虑测量参数的方法，如列表法。此外，电子工程师还为小明提供了电路参数格式表以供参考，具体如下如表1-1所示。

表 1-1 电路参数格式表

| 项目   | 参数 1 | 参数 2 | 参数 3 |
|------|------|------|------|
| 设计值  |      |      |      |
| 仿真值  |      |      |      |
| 测试值  |      |      |      |
| 结果分析 |      |      |      |

### 子任务1 半波整流滤波电路正常参数测量

#### 任务准备

##### 一、基础知识

###### 1. 电路图

半波整流滤波电路原理图如图1-1所示。在半波整流滤波电路中，主要由整流二极管 $D_1$ 组成整流电路，由电容 $C_1$ 组成滤波电路， $R_L$ 为负载电阻， $U_1$ 为10V交流电源。其中， $R_L$ 两端电压为 $U_{r_L}$ 。整流二极管工作于截止或导通状态时，把交流电变成脉动的直流电，滤波电容把脉动的直流电变成平滑的直流电。

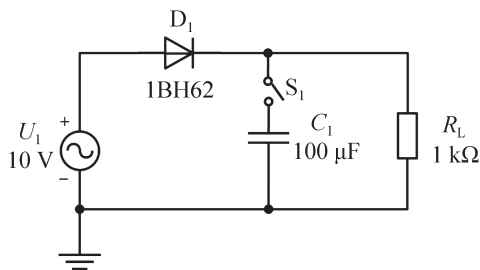


图 1-1 半波整流滤波电路原理图

## 2. 电路特性

交流电经半波整流后得到  $0.45 U_1$  电压值的脉动直流电，再经滤波后，就得到  $1.2 U_1$  电压值的平滑直流电。

## 二、仿真

仿真软件：Multisim 14.0；仿真电路：半波整流滤波仿真电路。

## 三、实训器材

计算机及参数测量平台（实验箱）、多用电表、示波器。

# 任务实施

## 一、半波整流滤波电路参数测量

步骤一：分析电路图，制作电路参数格式表

根据半波整流滤波电路原理，参照表 1-1，制作半波整流滤波电路参数格式表，如表 1-2 所示。



半波整流滤波电路参数测量

表 1-2 半波整流滤波电路参数格式表

| 项目  | S <sub>1</sub> 断开（不接通 C <sub>1</sub> ） |               | S <sub>1</sub> 闭合（接通 C <sub>1</sub> ） |               |
|-----|--|---------------|---------------------------------------|---------------|
|     | $U_{R_L}$                              | $U_{R_L}$ 波形图 | $U_{R_L}$                             | $U_{R_L}$ 波形图 |
| 设计值 | 4.5 V                                  |               | 12 V                                  |               |

续表

| 项目   | $S_1$ 断开 (不接通 $C_1$ ) |               | $S_1$ 闭合 (接通 $C_1$ ) |               |
|------|-----------------------|---------------|----------------------|---------------|
|      | $U_{R_L}$             | $U_{R_L}$ 波形图 | $U_{R_L}$            | $U_{R_L}$ 波形图 |
| 仿真值  |                       |               |                      |               |
| 测试值  |                       |               |                      |               |
| 结果分析 |                       |               |                      |               |

步骤二：运行仿真软件“Multisim 14.0”，设置多用电表

在素材文件夹里，找到文件“01半波整流滤波电路仿真.ms14”，双击文件，启动仿真软件，弹出仿真操作界面，显示半波整流滤波电路的仿真电路，如图1-2所示。

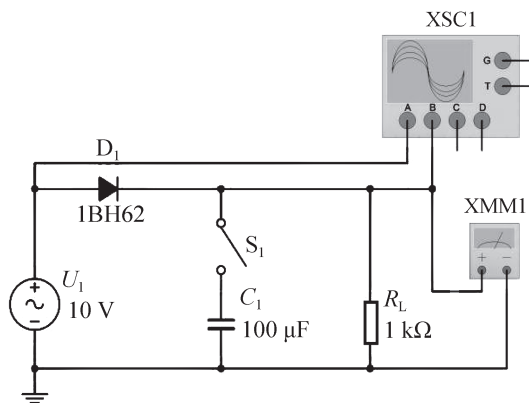


图 1-2 半波整流滤波电路的仿真电路

将多用电表“XMM1”设置为直流电压表，“XSC1”原有4通道，现仅用其中的通道A和通道B。点击“运行”按钮或按<F5>键后，双击“XSC1”，弹出示波器的属性设置窗口，如图1-3所示。

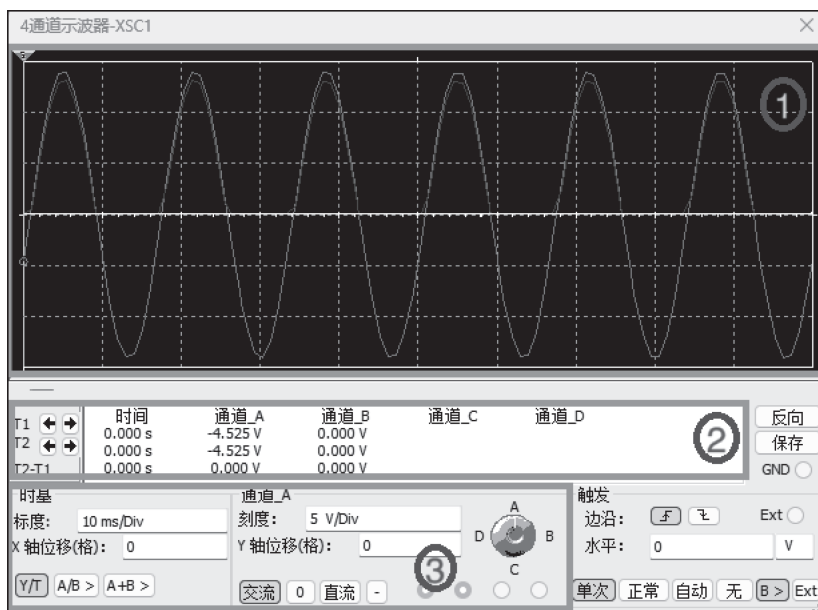


图 1-3 示波器的属性设置窗口

“1”标号窗口是实时波形显示窗口，其图形自左向右移动。其中，垂直方向表示波形电压大小，每格的电压大小由通道设置窗口的刻度值决定；水平方向表示波形时间长短（可转换成频率），每格的时间长短由通道设置窗口的标度值决定。图形的颜色取决于连接通道线的颜色，每种颜色代表一个独立的通道，颜色不能重复。“2”标号窗口显示实时波形的时间和电压值。“3”标号窗口是各通道电压刻度、时间标度及交直流属性设置窗口。

首先，设置通道 A 参数，如图 1-4 所示。



图 1-4 通道 A 参数设置窗口

①通道选择键，点击“A”方向，指针指向“A”，同时窗口上端显示“通道 A”，则表示通道 A 选择完成。

②设置通道信号属性，点击“交流”，选择通道 A 信号属性为“交流”。

③设置通道信号竖向刻度（电压刻度），选择“5 V/Div”，即每格电压为 5 V。

④设置通道信号水平标度（时间标度），选择“10 ms/Div”，即每格时间为 10 ms。

然后，设置通道 B 参数，如图 1-5 所示。



图 1-5 通道 B 参数设置窗口

①通道选择键，点击“B”方向，指针指向“B”，同时窗口上端显示“通道 B”，则表示通道 B 选择完成。

②设置通道信号属性，点击“直流”，选择通道 B 信号属性为“直流”。

③设置通道信号竖向刻度（电压刻度），选择“5 V/Div”，即每格电压为 5 V。

④设置通道信号水平标度（时间标度），选择“10 ms/Div”，即每格时间为 10 ms。

本任务要求各通道的电压刻度、时间标度要一样。

步骤三：设置  $S_1$  断开（不接通  $C_1$ ），运行仿真软件，读取仿真数据

找到  $S_1$ ，单击  $S_1$ （或按 <A> 键），把  $S_1$  开关断开，即不接通  $C_1$ 。运行仿真软件，在多用电表显示数据稳定后，停止运行仿真软件。把多用电表“XMM1”显示窗口中显示的仿真数据及 4 通道示波器“XSC1”的波形截图分别填入表 1-2 对应的参数方格中。

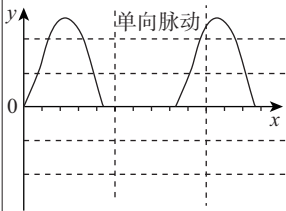
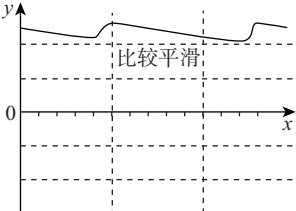
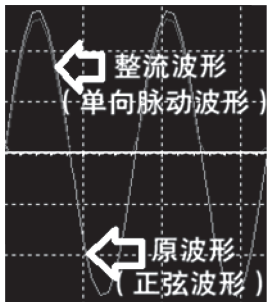
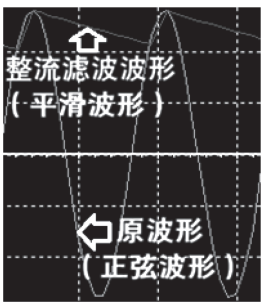
步骤四：设置  $S_1$  闭合（接通  $C_1$ ），运行仿真软件，读取仿真数据

找到  $S_1$ ，把  $S_1$  设置为闭合状态，即接通  $C_1$ 。运行仿真软件，在多用电表显示数据稳定后，停止运行仿真软件。把多用电表“XMM1”显示窗口中显示的仿真数据及 4 通道示波器“XSC1”的波形截图分别填入表 1-2 对应的参数方格中。

步骤五：启用电子电路实验箱（XK-SD1），在电路实验板上制作半波整流滤波电路，通电并读取数据

启用电子电路实验箱（XK-SD1），在电路实验板上制作半波整流滤波电路，通电并读取数据，把数据及结果分析填入表 1-2 中。本书提供半波整流滤波电路参数的仿真值及实际测量值，仅供记录参考，如表 1-3 所示。

表 1-3 半波整流滤波电路参数测量记录表

| 项目   | $S_1$ 断开 (不接通 $C_1$ )  |   | $S_1$ 闭合 (接通 $C_1$ ) |  |
|------|--|---|----------------------|--|
|      | $U_{R_L}$  | $U_{R_L}$ 波形图   | $U_{R_L}$            | $U_{R_L}$ 波形图  |
| 电路图  | 4.5 V  |  | 12 V                 |  |
| 仿真值  | 4.15 V   |  | 12.06 V              |  |
| 测试值  | 4.15 V   |   | 11.98 V              |  |
| 结果分析 | 交流电经半波整流后得到 $0.45 U_1$ 电压值的脉动直流电, 再经滤波后, 就得到 $1.2 U_1$ 电压值的平滑直流电 |   |                      |  |

通过对以上数据进行分析, 验证了半波整流滤波电路的特性: 交流电经半波整流后得到  $0.45 U_1$  电压值的脉动直流电, 再经滤波后, 就得到  $1.2 U_1$  电压值的平滑直流电。

## ▶ 子任务 2 稳压 (稳压管) 电路正常参数测量 ◀

### 任务准备

#### 一、基础知识

##### 1. 电路图

稳压 (稳压管) 电路原理图如图 1-6 所示。在稳压 (稳压管) 电路中, 稳压管  $D_Z$  (稳压值为  $5.0 \text{ V}$ ) 与负载电阻  $R_L$  并联, 与限流电阻  $R_1$  串联,  $R_L$  为负载电阻,  $R_L$  两

端电压为  $U_{R_L}$ ， $U$  为 10~20 V 可变直流电源（可采用手动调压，设置  $U_1$  为 15 V， $U_2$  为 20 V。其中，稳压管工作于反向击穿状态，其电流在很大范围内变化，而电压基本不变。限流电阻  $R_1$  承担电源电压变化量，同时要消耗一定电能，因此电阻大小要合适，并采用大功率电阻。

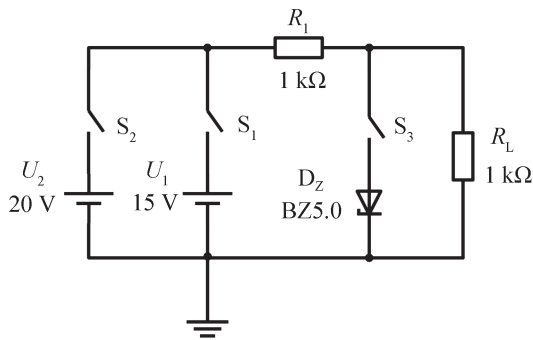


图 1-6 稳压（稳压管）电路原理图

## 2. 电路特性

稳压（稳压管）电路能把变动的直流电经稳压后，得到稳定的直流电。

## 二、仿真

仿真软件：Multisim 14.0；仿真电路：稳压（稳压管）仿真电路。

## 三、实训器材

计算机及参数测量平台（实验箱）、多用电表。

## 任务实施

### 一、稳压（稳压管）电路参数测量

步骤一：分析电路图，制作电路参数格式表

根据稳压（稳压管）电路原理，参照表 1-1，制作稳压（稳压管）电路参数格式表，如表 1-4 所示。



稳压电路参数测量

表 1-4 稳压 (稳压管) 电路参数格式表

| 项目   | S <sub>3</sub> 断开 (不接通 D <sub>Z</sub> ) |                            | S <sub>3</sub> 闭合 (接通 D <sub>Z</sub> ) |                            |
|------|---|----------------------------|--|----------------------------|
|      | 仅 S <sub>1</sub> 闭合                     | 仅 S <sub>2</sub> 闭合        | 仅 S <sub>1</sub> 闭合                    | 仅 S <sub>2</sub> 闭合        |
|      | U <sub>1</sub> =15 V                    | U <sub>2</sub> =20 V       | U <sub>1</sub> =15 V                   | U <sub>2</sub> =20 V       |
|      | U <sub>R<sub>L</sub></sub>              | U <sub>R<sub>L</sub></sub> | U <sub>R<sub>L</sub></sub>             | U <sub>R<sub>L</sub></sub> |
| 设计值  | 7.5 V                                   | 10 V                       | 5.1 V                                  | 5.1 V                      |
| 仿真值  |   |                            |  |                            |
| 测试值  |   |                            |  |                            |
| 结果分析 |   |                            |  |                            |

步骤二：运行仿真软件“Multisim 14.0”，设置多用电表

在素材文件夹里，找到文件“02稳压(稳压管)电路仿真.ms14”，双击该文件，启动仿真软件，弹出仿真操作界面，显示稳压(稳压管)电路的仿真电路，将多用电表“XMM1”设置为直流电压表，采用手动调压(U<sub>1</sub>为15 V、U<sub>2</sub>为20 V)的直流电源，如图1-7所示。

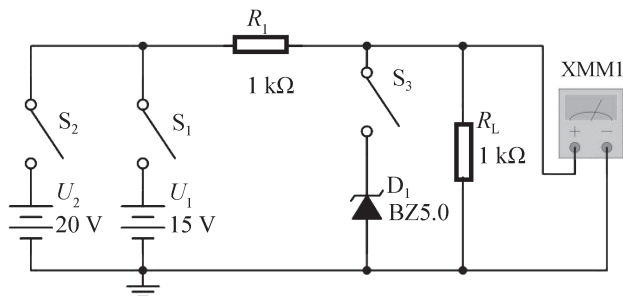


图 1-7 稳压 (稳压管) 电路的仿真电路

步骤三：设置 S<sub>3</sub> 断开 (不接通 D<sub>Z</sub>)，运行仿真软件，读取仿真数据

找到 S<sub>3</sub>，把 S<sub>3</sub> 设置为断开状态，即不接通 D<sub>Z</sub>。

(1) 仅 S<sub>1</sub> 闭合，运行仿真软件，得到“XMM1”直流电压值，将数据填入表1-4中，对应 U<sub>1</sub>=15 V 下的 R<sub>L</sub> 的电压值 U<sub>R<sub>L</sub></sub>。

(2) 仅 S<sub>2</sub> 闭合，运行仿真软件，得到“XMM1”直流电压值，将数据填入表1-4中，对应 U<sub>2</sub>=20 V 下的 R<sub>L</sub> 的电压值 U<sub>R<sub>L</sub></sub>。

步骤四：设置 S<sub>3</sub> 闭合 (接通 D<sub>Z</sub>)，运行仿真软件，读取仿真数据

找到 S<sub>3</sub>，把 S<sub>3</sub> 设置为闭合状态，即接通 D<sub>Z</sub>。

(1) 仅 S<sub>1</sub> 闭合，运行仿真软件，得到“XMM1”直流电压值，将数据填入表1-4中，

对应  $U_1=15\text{ V}$  下的  $R_L$  的电压值  $U_{R_L}$ 。

(2) 仅  $S_2$  闭合, 运行仿真软件, 得到“XMM1”直流电压值, 将数据填入表 1-4 中, 对应  $U_2=20\text{ V}$  下的  $R_L$  的电压值  $U_{R_L}$ 。

步骤五: 启用电子电路实验箱 (XK-SD1), 在电路实验板上制作稳压 (稳压管) 电路, 通电并读取数据

启用电子电路实验箱 (XK-SD1), 在电路实验板上制作稳压 (稳压管) 电路, 通电并读取数据, 把数据及结果分析填入表 1-4 中。本书提供稳压 (稳压管) 电路参数的仿真值及实际测量值, 仅供记录参考, 如表 1-5 所示。

表 1-5 稳压 (稳压管) 电路参数测量记录表

| 项目   | $S_3$ 断开 (不接通 $D_Z$ ) |                   | $S_3$ 闭合 (接通 $D_Z$ ) |                   |
|------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|      | 仅 $S_1$ 闭合            | 仅 $S_2$ 闭合        | 仅 $S_1$ 闭合           | 仅 $S_2$ 闭合        |
|      | $U_1=15\text{ V}$     | $U_2=20\text{ V}$ | $U_1=15\text{ V}$    | $U_2=20\text{ V}$ |
|      | $U_{R_L}$             | $U_{R_L}$         | $U_{R_L}$            | $U_{R_L}$         |
| 设计值  | 7.5 V                 | 10 V              | 5.1 V                | 5.1 V             |
| 仿真值  | 7.5 V                 | 10 V              | 5.0 V                | 5.0 V             |
| 测试值  | 7.5 V                 | 10 V              | 5.06 V               | 5.08 V            |
| 结果分析 | 变动的直流电经稳压后, 得到稳定的直流电  |                   |                      |                   |

通过对以上数据进行分析, 验证了稳压 (稳压管) 电路的特性: 变动的直流电经稳压后, 得到稳定的直流电。

### ▶ 子任务 3 三极管共射极放大电路正常参数测量 ◀

#### 任务准备

##### 一、基础知识

###### 1. 电路图

三极管共发射极基本放大电路 (以下简称三极管共射极放大电路) 原理图如图 1-8 所示。三极管共射极放大电路主要由 NPN 型三极管 (T)、偏置电阻 ( $R_1$ )、信号耦合

电容 ( $C_1$ 、 $C_2$ )、电阻  $R_1$ 、集电极负载电阻 ( $R_2$ ) 和电源 (12 V) 组成。其中，三极管的状态为放大，它的作用是把小电流放大成大电流，偏置电阻  $R_1$  为三极管提供合适的基极工作电流， $R_1$  越大，则  $I_B$  越小，放大电路出现截止失真，反之出现饱和失真。集电极负载电阻  $R_2$  的作用是把放大信号电流变成信号电压输出，同时它也影响三极管的工作状态，集电极负载电阻  $R_2$  过大，在基极工作电流合适的情况下， $U_{CE}$  过小，放大电路出现截止失真，反之出现饱和失真。

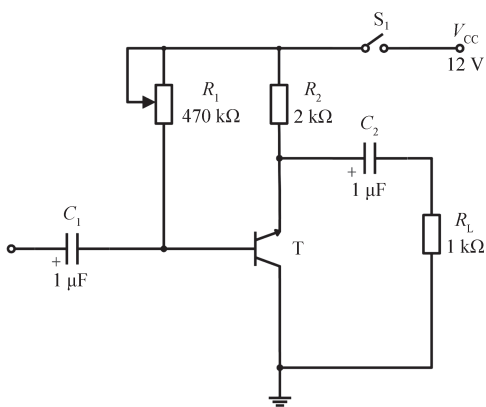


图 1-8 三极管共射极放大电路原理图

## 2. 电路特性

放大电路在静态条件下，将输入的小信号放大并输出为大信号，通常应用于电压放大。

## 二、仿真

仿真软件: Multisim 14.0; 仿真电路: 三极管共射极放大仿真电路。

## 三、实训器材

计算机及参数测量平台(实验箱)、多用电表、示波器。

# 任务实施

## 一、三极管共射极放大电路参数测量

步骤一: 分析电路图，制作电路参数格式表

根据三极管共射极放大电路工作条件，参照表 1-1，制作三极管共射极放大电路静态参数格式表，如表 1-6 所示。



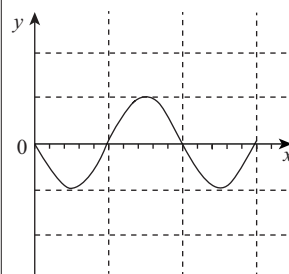
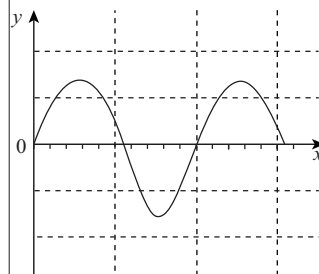
三极管共射极放大电路参数测量

表 1-6 三极管共射极放大电路静态参数格式表

| 项目   | 输入量      |            | 输出量      |       |
|------|----------|------------|----------|-------|
|      | $U_{BE}$ | $I_B$      | $U_{CE}$ | $I_C$ |
| 设计值  | 0.8 V    | 30 $\mu$ A | 6 V      | 3 mA  |
| 仿真值  |          |            |          |       |
| 测试值  |          |            |          |       |
| 结果分析 |          |            |          |       |

根据三极管共射极放大电路信号放大过程，制作三极管共射极放大电路动态参数格式表，如表 1-7 所示。

表 1-7 三极管共射极放大电路动态参数格式表

| 项目   | 输入量  |  | 输出量  |   | 电压放大倍数 |
|------|------|--|------|---|--------|
|      | 输入信号 | 输入信号波形图  | 输出信号 | 输出信号波形图   | $A_u$  |
| 设计值  | —    |  | —    |  | -76    |
| 仿真值  |      |  |      |   |        |
| 测试值  |      |  |      |   |        |
| 结果分析 |      |  |      |   |        |

步骤二：运行仿真软件“Multisim14.0”，设置多用电表

在素材文件夹里，找到文件“03 三极管共射极放大电路仿真.ms14”，双击该文件，启动仿真软件，弹出仿真操作界面，显示三极管共射极放大电路的仿真电路，把多用电表“XMM1”“XMM2”设置为直流电流表，把多用电表“XMM3”“XMM4”设置为直流电压表。“XMM1”“XMM3”分别读取直流输入量  $I_B$  和  $U_{BE}$ ，“XMM2”“XMM4”分别读取直流输出量  $I_C$  和  $U_{CE}$ ，如图 1-9 所示。

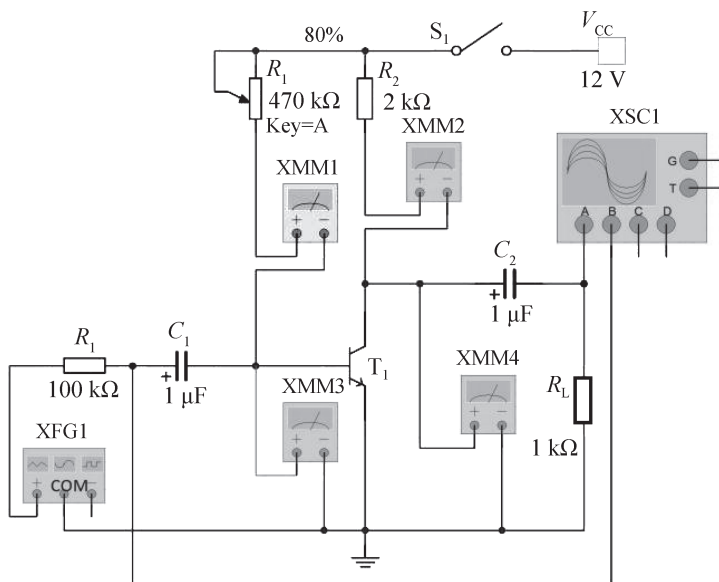


图 1-9 三极管共射极放大电路的仿真电路

步骤三：设置信号源输入为 0 V，运行仿真软件，读取放大电路静态参数仿真数据

双击“XFG1”，弹出函数发生器的设置窗口，把偏置的值设置为“0”(电路没有信号输入，电路只有直流量)。运行仿真软件后，读取 XMM1、XMM2、XMM3、XMM4 的数据，如图 1-10 所示。



图 1-10 XMM1、XMM2、XMM3、XMM4 的仿真数据

把仿真数据填入表 1-6 对应的参数方格中。读取三极管共射极放大电路静态参数仿真值的操作完成。

步骤四：设置信号源输入为 10 mV，运行仿真软件，读取放大电路动态参数仿真数据

双击“XFG1”，弹出函数发生器的设置窗口，波形选择“正弦波”，把振幅的值设置为 10 mV。把多用电表“XMM3”“XMM4”设置为交流电压表，把“XSC1”设置为 2 通道示波器，其中通道 A、通道 B 刻度分别为“500 mV/Div”“5 mV/Div”，通道 A 显示输出信号波形，通道 B 显示输入信号波形，“XMM3”显示输入信号  $U_i$ ，“XMM4”显示输出信号  $U_o$ 。运行仿真软件后，读取 XMM3、XMM4 的数据，如图 1-11 所示。



图 1-11 XMM3、XMM4 的仿真数据

把仿真数据及 2 通道示波器“XSC1”的波形截图分别填入表 1-7 对应的参数方格中。读取三极管共射极放大电路动态参数仿真值的操作完成。

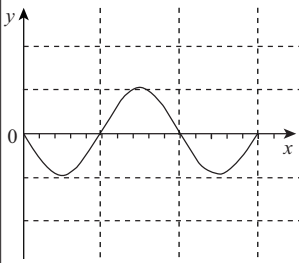
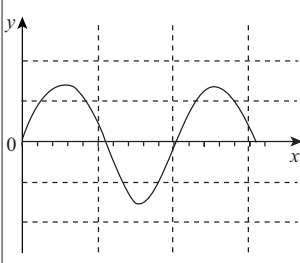
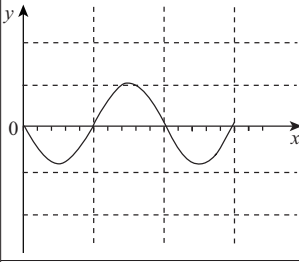
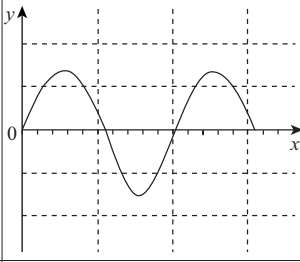
步骤五：启用电子电路实验箱 (XK-SD1)，在电路实验板上制作三极管共射极放大电路，通电并读取静态及动态数据

启用电子电路实验箱 (XK-SD1)，在电路实验板上制作三极管共射极放大电路，通电并读取静态及动态数据，把数据及结果分析分别填入表 1-6 和表 1-7 中。本书提供三极管共射极放大电路静态及动态参数的仿真值及实际测量值，仅供记录参考，如表 1-8、表 1-9 所示。

表 1-8 三极管共射极放大电路静态参数测量记录表

| 项目   | 输入量  |               | 输出量      |         |
|------|--|---------------|----------|---------|
|      | $U_{BE}$   | $I_B$         | $U_{CE}$ | $I_C$   |
| 设计值  | 0.8 V  | 30 $\mu$ A    | 6 V      | 3 mA    |
| 仿真值  | 0.80 V   | 29.78 $\mu$ A | 6.04 V   | 2.98 mA |
| 测试值  | 0.81 V   | 30.12 $\mu$ A | 6.15 V   | 3.18 mA |
| 结果分析 | $U_C > U_B > U_E$ (NPN 型三极管) 且 $U_{CE}$ 为电源的一半左右，放大器处在放大状态 |               |          |         |

表 1-9 三极管共射极放大电路动态参数测量记录表

| 项目   | 输入量                              |   | 输出量      |  | 电压放大倍数 |
|------|----------------------------------|---|----------|--|--------|
|      | 输入信号                             | 输入信号波形图   | 输出信号     | 输出信号波形图  | $A_u$  |
| 设计值  | —                                |  | —        |  | -76    |
| 仿真值  | 7.10 mV                          |  | 535.3 mV |  | -75.39 |
| 测试值  | 7.28 mV                          | —   | 541.3 mV | —  | -74.35 |
| 结果分析 | 放大器对输入信号有放大作用, 输出电压信号与输入电压信号相位相反 |   |          |  |        |

通过对以上数据进行分析, 得出三极管共射极放大电路特点: 放大器对输入信号有放大作用, 输出电压信号与输入电压信号相位相反。

## ▶ 子任务 4 简单开关电源电路正常参数测量 ◀

### 任务准备

#### 一、基础知识

##### 1. 电路图

简单开关电源电路原理图如图 1-12 所示。在简单开关电源电路中, 主要由开关管 (N 沟道场效应管  $Q_1$ )、储能电感 (电容)、驱动源及电源组成。开关管的工作状态是截止或导通。

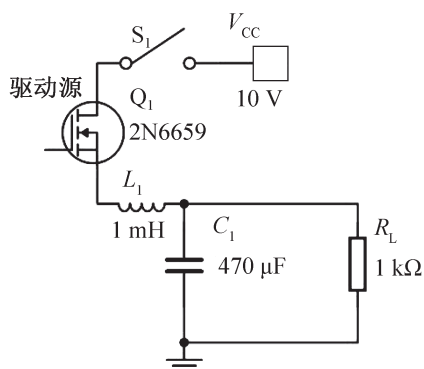


图 1-12 简单开关电源电路原理图

## 2. 电路特性

简单开关电源电路可以提供需要的直流电压（负载电阻  $R_L$  恒定），简单开关电源的输出电压由驱动信号的占空比决定，占空比越大，输出电压越高，反之则越低。

## 二、仿真

仿真软件：Multisim 14.0；仿真电路：简单开关电源仿真电路。

## 三、实训器材

计算机及参数测量平台（实验箱）、多用电表、示波器。

## 任务实施

### 一、简单开关电源电路参数测量

步骤一：分析电路图，制作参数格式表

根据简单开关电源电路工作条件，参照表 1-1，开关管静态全部为 0 V，即驱动源的 G 极无直流电输入。根据简单开关电源电路工作原理，制作简单开关电源电路参数格式表，如表 1-10 所示。



简单开关电源参数测量

表 1-10 简单开关电源电路参数格式表

| 项目   | 输入      |       | 输出   |       |
|------|---------|-------|------|-------|
|      | 输入矩形波信号 | 频率    | 占空比  | 输出电压  |
| 设计值  | 10 V    | 1 kHz | 10 % | 5.7 V |
| 仿真值  |         |       |      |       |
| 测试值  |         |       |      |       |
| 结果分析 |         |       |      |       |

步骤二：运行仿真软件“Multisim 14.0”，设置多用电表

在素材文件夹里，找到文件“04简单开关电源电路仿真.ms14”，双击该文件，启动仿真软件，弹出仿真操作界面，显示简单开关电源电路的仿真电路，把多用电表“XMM1”设置为直流电压表，把“XSC1”设置为2通道示波器，其中通道 A、通道 B 刻度分别为“10 V/Div”“10 V/Div”，通道 A 显示驱动信号波形（红色），通道 B 显示输出信号波形（蓝色），“XMM1”显示直流输出电压值，如图 1-13 所示。

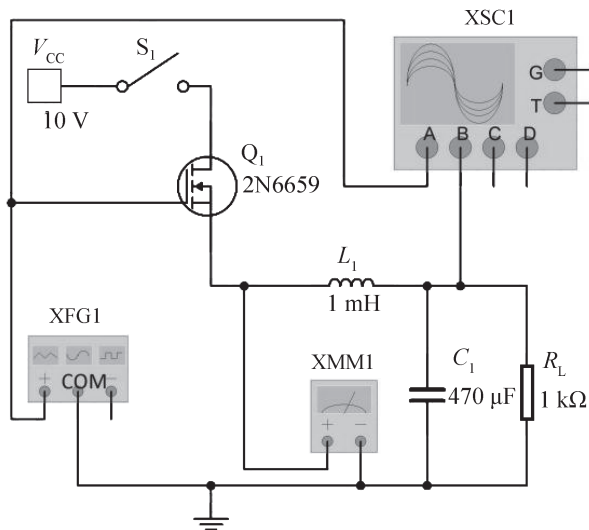


图 1-13 简单开关电源的仿真电路

步骤三：设置信号源输入为 10 V，运行仿真软件，读取简单开关电源电路参数仿真数据

双击“XFG1”，弹出函数发生器的设置窗口，波形选择“矩形波”，频率设置为“1 kHz”，占空比设置为“10%”，振幅设置为“10 V<sub>p</sub>”。运行仿真电路后，观察“XSC1”显示的波形，如图 1-14 所示。

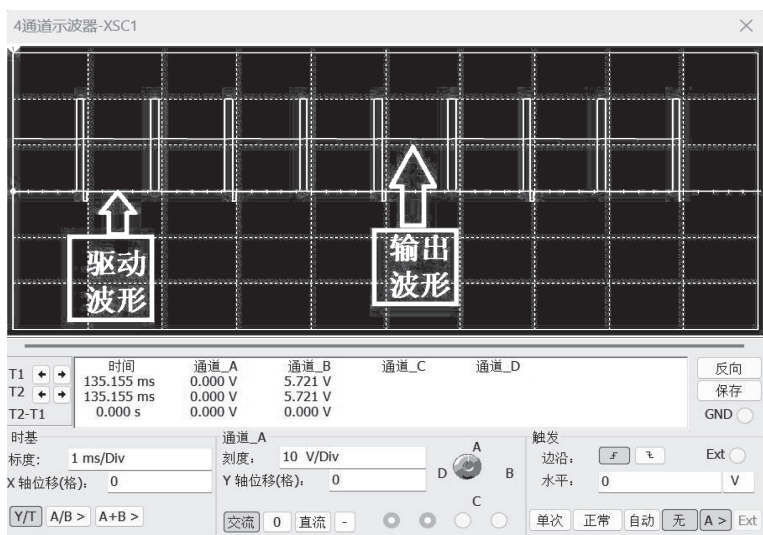


图 1-14 XSC1 的仿真波形

从图 1-14 可以看出，简单开关电源电路输出电压是平滑的直流电。多用电表“XMM1”显示窗口中显示的数据，如图 1-15 所示。



图 1-15 XMM1 的仿真数据

从图 1-15 可以看出，输出电压为 5.67 V 的直流电，把仿真数据填入表 1-10 中。读取简单开关电源动态参数仿真值的操作完成。

步骤四：分别改变驱动信号的占空比为 15%、5%、10%，观察简单开关电源电路输出电压是如何变化

(1) 在函数发生器设置窗口的占空比栏中设置驱动信号的占空比为“15%”，这时多用电表“XMM1”显示的输出电压值为“6.13 V”。

(2) 在函数发生器设置窗口的占空比栏中设置驱动信号的占空比为“5%”，这时多用电表“XMM1”显示的输出电压值为“3.95 V”。

(3) 在函数发生器设置窗口的占空比栏中设置驱动信号的占空比为“10%”，这

时多用电表“XMM1”显示的输出电压值为“5.67 V”。

综上所述，驱动信号占空比越大，输出电压越高，反之则越低。

步骤五：启用电子电路实验箱(XK-SD1)，在电路实验板上制作简单开关电源电路，通电并读取数据

启用电子电路实验箱(XK-SD1)，在电路实验板上制作简单开关电源电路，通电并读取数据，把数据及结果分析分别填入表1-10中。本书提供简单开关电源电路参数的仿真值及实际测量值，仅供记录参考，如表1-11所示。

表 1-11 简单开关电源电路参数测量记录表

| 项目   | 输入   |       | 输出   |        |
|------|--|-------|------|--------|
|      | 输入矩形波信号  | 频率    | 占空比  | 输出电压   |
| 设计值  | 10 V   | 1 kHz | 10 % | 5.7 V  |
| 仿真值  | 10 V   | 1 kHz | 10 % | 5.67 V |
| 测试值  | 9.98 V   | 1 kHz | 10 % | 5.65 V |
| 结果分析 | 简单开关电源电路输出稳定的电压，电压大小由驱动信号的占空比决定，占空比越大，输出电压越高，反之则越低 |       |      |        |

通过对以上数据进行分析，得出读取简单开关电源电路特性：简单开关电源电路输出稳定的电压，电压大小由驱动信号的占空比决定，占空比越大，输出电压越高，反之则越低。

## 任务2 计算机单元电路故障检测维修

在学习计算机硬件检测维修的过程中，小明掌握了识别与测量计算机单元电路参数的技术后，向电子工程师提出了如下问题：如何有效地进行计算机单元电路的检测与维修。电子工程师给出了以下提示：在分析计算机单元电路故障原因时，应先推算出电路在正常情况下的参数，随后利用流程图法逐个排除故障。通过这种方法，可以实现对电路的检测、维修及修复工作，当然也可以采用列表法来达到同样的目的（参考本套书上册项目1中的任务2）。电子工程师提供了有循环和无循环两种检测维修流程图给小明参考，如图1-16、图1-17所示。

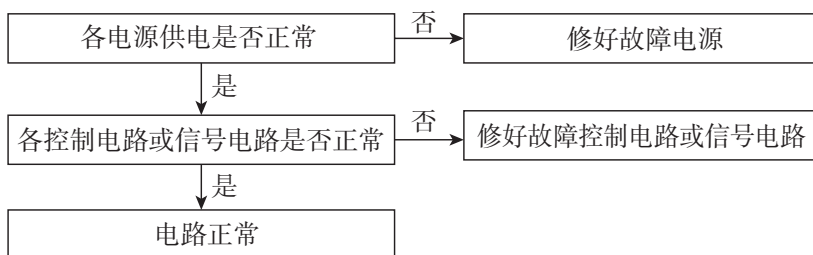


图 1-16 电路故障检测维修的流程（有循环）

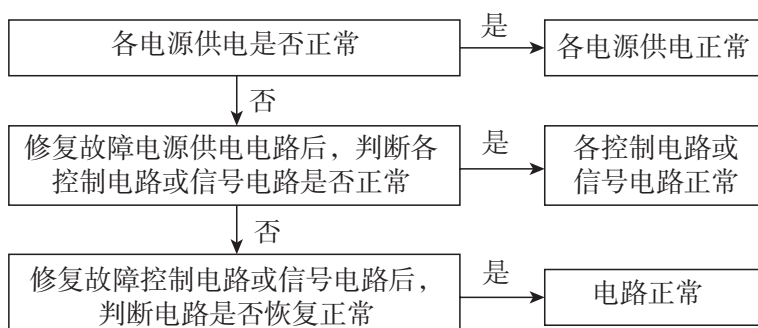


图 1-17 电路故障检测维修的流程（无循环）

## 子任务 1 半波整流滤波电路故障检测维修

### 任务准备

#### 一、基础知识

##### 1. 电路图

半波整流滤波电路图如图 1-18 所示。

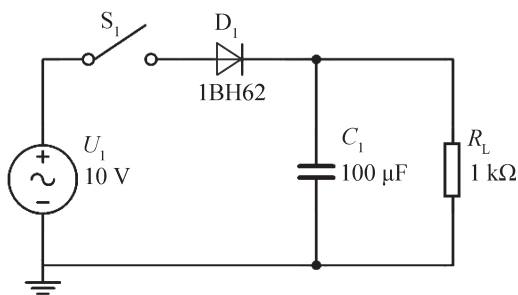


图 1-18 半波整流滤波电路图

##### 2. 电路故障分析

从半波整流滤波电路可推算出电路正常参数： $U_{R_L}=12\text{ V}$ 。若实际测量参数值有较大偏离，则说明电路有故障。

#### 二、实训器材

实训设备：参数测量平台（实验箱）、多用电表；实训耗材：电子元器件。

### 任务实施

#### 一、半波整流滤波电路故障检测维修

步骤一：绘制半波整流滤波电路故障检测维修的流程图

根据半波整流滤波电路的工作原理，参照图 1-16，绘制半波整流滤波电路故障检测维修的流程图，如图 1-19 所示。



半波整流滤波电路故障检测维修

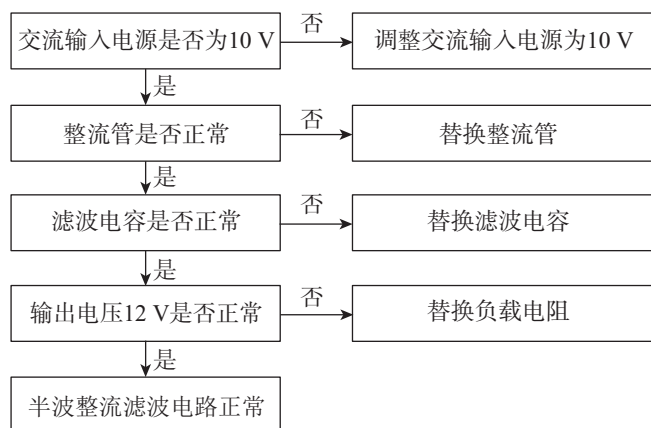


图 1-19 半波整流滤波电路故障检测维修的流程图

步骤二：启用电子电路实验箱（XK-SD1），在电路实验板上制作半波整流滤波电路

启用电子电路实验箱（XK-SD1），根据图 1-18 在电路实验板上制作半波整流滤波电路。通电并读取数据，当  $U_1$  为 10 V 交流电时， $U_{R_L}=9\text{ V}$ ，偏离正常值（12 V）较大，说明此电路有故障。

步骤三：根据检测维修流程，检测电路各参数，找出故障点，并完成检测、维修、调试

根据半波整流滤波电路功能，10 V 交流电经半波整流滤波后，得到 12 V（1.2  $U_1$ ）的直流电。

#### 1. 检测交流输入

找到交流电源 10 V 的输入端，测试电压为 9.98 V，交流输入 10 V 正常。

#### 2. 检测整流管

断开“ $S_1$ ”，用多用电表检测整流管  $D_1$ ，其参数正常。

#### 3. 检测滤波电容

断开“ $S_1$ ”，拆下电容，用多用电表检测滤波电容  $C_1$ ，其参数为 13.5  $\mu\text{F}$ （正常值是 100  $\mu\text{F}$ ），相差较大，因此替换正常的同型号电容。

#### 4. 检测输出电压

闭合“ $S_1$ ”，用多用电表检测输出电压为 12 V，输出电压正常，说明电路已修复。

## 子任务 2 稳压（稳压管）电路故障检测维修

### 任务准备

#### 一、基础知识

##### 1. 电路图

稳压（稳压管）电路图如图 1-20 所示。

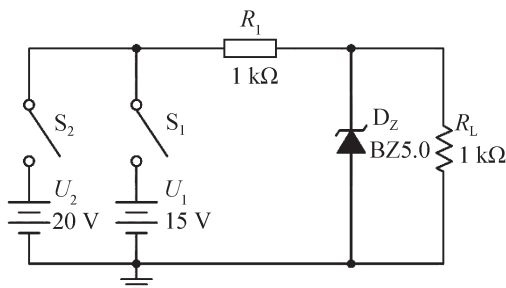


图 1-20 稳压（稳压管）电路图

##### 2. 电路故障分析

从稳压（稳压管）电路可推算出电路正常参数：当直流电从 15 V 变为 20 V 时， $U_{R_L}$  仍为 5.0 V 左右。若稳压管  $D_z$  损坏，则电路失去稳压功能。若实际测量参数值有较大偏离，则说明电路有故障。

#### 二、实训器材

实训设备：参数测量平台（实验箱）、多用电表；实训耗材：电子元器件。

### 任务实施

#### 一、稳压（稳压管）电路故障检测维修

步骤一：绘制稳压（稳压管）电路故障检测维修的流程图

根据稳压（稳压管）电路的工作原理，参照图 1-16，绘制稳压（稳压管）电路故障检测维修的流程图，如图 1-21 所示。



稳压电路故障检测维修

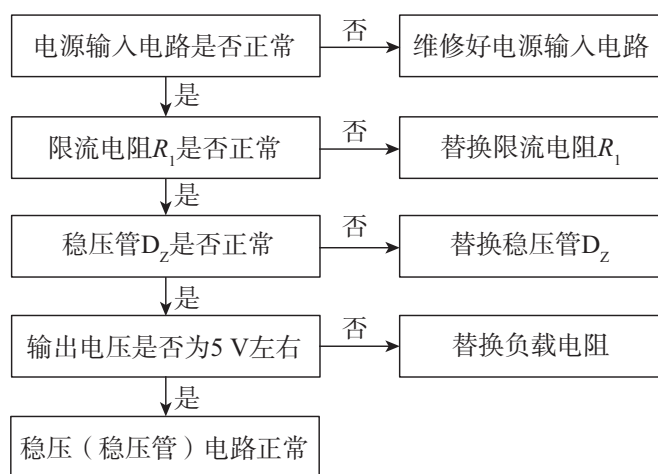


图 1-21 稳压（稳压管）电路故障检测维修的流程图

步骤二：启用电子电路实验箱（XK-SD1），在电路实验板上制作稳压（稳压管）电路，通电并读取数据

启用电子电路实验箱（XK-SD1），根据图 1-20 在电路实验板上制作稳压（稳压管）电路。通电并读取数据，当直流电在 15 ~ 20 V 变动时， $U_{R_1}$  在 7.5 ~ 10 V 变动，没有稳定在 5 V，说明此电路有故障。

步骤三：根据检测维修流程，检测电路各参数，找出故障点，并完成检测、维修、调试

根据稳压（稳压管）电路功能，变化的直流电通过稳压电路后，得到稳定的直流电。

#### 1. 检测“S<sub>1</sub>”“S<sub>2</sub>”单独闭合时的供电电压

检测输入端电压分别为 14.98 V 和 19.96 V，因此“S<sub>1</sub>”“S<sub>2</sub>”单独闭合供电时，输入电压正常。

#### 2. 检测限流电阻 $R_1$

断开“S<sub>1</sub>”和“S<sub>2</sub>”，用多用电表检测限流电阻  $R_1$ ，其阻值正常。

#### 3. 检测稳压管 $D_z$

断开“S<sub>1</sub>”和“S<sub>2</sub>”，拆下稳压管，用多用电表检测稳压管  $D_z$ ，发现其已烧断，换上正常的同型号稳压管。

#### 4. 检测输出电压

分别单独闭合“S<sub>1</sub>”和“S<sub>2</sub>”时，用多用电表检测输出电压均为 5 V 左右，输出电压正常，说明电路已修复。

## 子任务 3 三极管共射极放大电路故障检测维修

### 任务准备

#### 一、基础知识

##### 1. 电路图

三极管共射极放大电路图如图 1-22 所示。

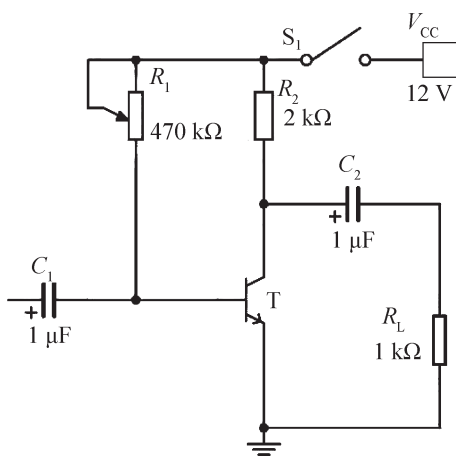


图 1-22 三极管共射极放大电路图

##### 2. 电路故障分析

三极管共射极放大电路出现故障，由于偏置电阻损坏或不良会引起电路静态参数出现大偏差，因此最终体现为  $U_{CE}$  出现大偏差。集电极负载电阻  $R_2$ ，除了影响放大器的静态参数，同时也会影响放大器的动态参数。

#### 二、实训器材

实训设备：参数测量平台（实验箱）、多用电表；实训耗材：电子元器件。

### 任务实施

#### 一、三极管共射极放大电路检测维修

步骤一：绘制三极管共射极放大电路故障检测维修的流程图

根据三极管共射极放大电路的工作原理，参照图 1-17，绘制



三极管共射极放大电路检测维修

三极管共射极放大电路故障检测维修的流程图，如图 1-23 所示。

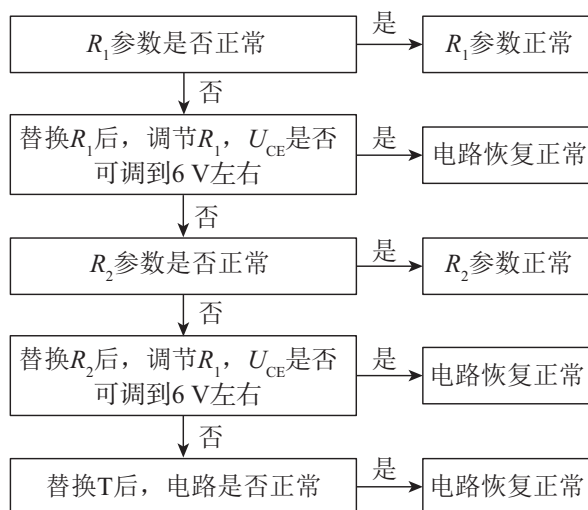


图 1-23 三极管共射极放大电路故障检测维修的流程图

步骤二：启用电子电路实验箱 (XK-SD1)，在电路实验板上制作三极管共射极放大电路，通电并读取数据

启用电子电路实验箱 (XK-SD1)，根据图 1-22，在电路实验板上制作三极管共射极放大电路。通电并读取数据，若  $U_{CE}$  与正常值 ( $U_{CE} \approx 6\text{V}$ ) 偏离较大，则说明此电路有故障。

步骤三：根据检测维修流程，检测电路各参数，找出故障点，并完成检测、维修、调试

#### 1. 检测 $R_1$ 参数

电路断电，找到  $R_1$ ，用多用电表测量  $R_1$ ，发现其参数不正常，说明  $R_1$  损坏。

#### 2. 替换 $R_1$ 后，调节 $R_1$ ，测试 $U_{CE}$ 是否可调到 6 V 左右

用同型号电阻替换  $R_1$ ，电路通电，调节  $R_1$ ，发现  $U_{CE}$  不能调至 6 V 左右，且  $U_{CE}$  无变化。进行下一步检测。

#### 3. 检测 $R_2$ 参数

电路断电，找到  $R_2$ ，用多用电表测量  $R_2$ ，发现其参数不正常，说明  $R_2$  损坏。

#### 4. 替换 $R_2$ 后，调节 $R_1$ ，测试 $U_{CE}$ 是否可调到 6 V 左右

用同型号电阻替换  $R_2$ ，电路通电，调节  $R_1$ ，发现  $U_{CE}$  不能调至 6 V 左右，且  $U_{CE}$  无变化。进行下一步检测。

## 5. 检测 T 参数

电路断电，找到 T，用多用电表测量 T，发现其参数不正常，说明 T 损坏。用同型号三极管替换 T，电路通电，调节  $R_1$ ， $U_{CE}$  可调到 6 V 左右，说明电路恢复正常，三极管共射极放大电路故障检测维修操作完成。

## 子任务 4 简单开关电源电路故障检测维修

### 任务准备

#### 一、基础知识

##### 1. 电路图

简单开关电源电路图如图 1-24 所示。

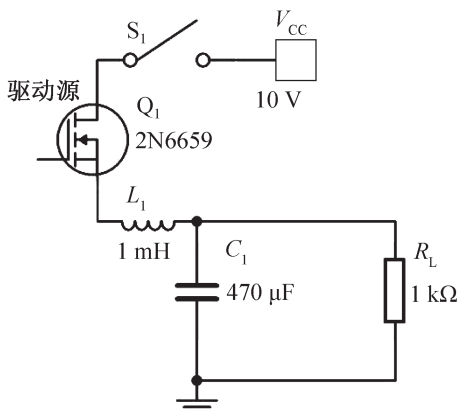


图 1-24 简单开关电源电路图

##### 2. 电路故障分析

简单开关电源在一定幅度的矩形信号的驱动下，通过控制矩形信号的占空比，就能输出需要的直流电压  $U_{R_L}$ （负载电阻  $R_L$  不变）。简单开关电源电路出现故障，由于驱动信号的幅度不够大、开关管损坏、滤波电感或电容虚焊，因此输出电压  $U_{R_L}$  出现大偏差。

#### 二、实训器材

实训设备：参数测量平台（实验箱）、多用电表；实训耗材：电子元器件。

## 任务实施

### 一、简单开关电源电路故障检测维修

步骤一：绘制简单开关电源电路故障检测维修的流程图

根据简单开关电源电路的工作原理，参照图 1-17，绘制简单开关电源电路故障检测维修的流程图，如图 1-25 所示。



简单开关电源  
故障检测维修

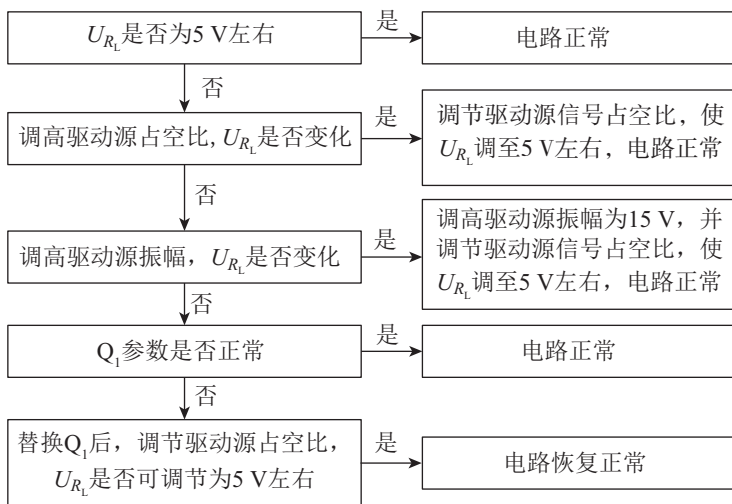


图 1-25 简单开关电源电路故障检测维修的流程图

步骤二：启用电子电路实验箱 (XK-SD1)，在电路实验板上制作简单开关电源电路

启用电子电路实验箱 (XK-SD1)，根据图 1-24，在电路实验板上制作简单开关电源电路。

步骤三：根据检测维修流程，检测电路各参数，找出故障，并完成检测、维修、调试

#### 1. 确定电路是否有故障

找到简单开关电源电路的负载电阻  $R_L$ ，它的两端为电路输出端 ( $U_{R_L}$ )，用多用电表测量  $U_{R_L}$ ，若  $U_{R_L}$  为 0 V 左右，则与正常值 ( $U_{R_L} \approx 5$  V) 偏离较大，确定此电路有故障。

#### 2. 调高驱动源信号占空比，观察 $R_L$ 是否变化

找到驱动源，调高其信号占空比，用多用电表测量  $U_{R_L}$ ，若其值有变化，则调节驱动源信号占空比，使  $U_{R_L}$  能调至 5 V 左右，说明电路正常。若  $U_{R_L}$  值无变化，则还

需进一步检测维修。

3. 调高驱动源振幅，观察  $U_{R_L}$  是否变化

找到驱动源，调高其信号幅度，用多用电表测量  $U_{R_L}$ ，若  $U_{R_L}$  有变化，则继续调高驱动源振幅，直到  $U_{R_L}$  不再增高。调节驱动源信号占空比，使  $U_{R_L}$  调至 5 V 左右，说明电路正常。若  $U_{R_L}$  无变化，则排除驱动源振幅问题，还需进一步检测维修。

4. 判断  $Q_1$  参数是否正常

电路断电，找到  $Q_1$ ，用多用电表测量  $Q_1$ ，发现其参数不正常，说明  $Q_1$  损坏。

5. 替换  $Q_1$  后，调节驱动源信号占空比，观察  $U_{R_L}$  是否可调至 5 V 左右

用同型号的场效应管替换  $Q_1$ ，通电测量电源输出电压  $U_{R_L}$ ，调节驱动源信号占空比，使  $U_{R_L}$  调至 5 V 左右，电源故障修复。

## 【拓展阅读】

### 甘坐冷板凳，矢志筑梦中国“芯”

杨银堂是西安电子科技大学党委副书记、教授、博士生导师。他的研究领域是半导体集成电路，也就是现在全球广泛关注的芯片技术。20世纪80年代，半导体集成电路还是一个相对冷门的专业，杨银堂从原始创新技术做起，在数据转换器集成电路设计、集成电路低功耗技术和三维异构集成方面默默耕耘，取得了突出成绩。如何快速准确地将人类感知的连续性变换的模拟信号转换为数字信号是电子信息领域的一大技术难题，完成这一任务的芯片就是数据转换器，它也是雷达、通信、物联网系统的关键技术，直接决定着这些装备的性能。

面对西方国家的垄断，杨银堂坚持自主创新，提出了新型可重构数据转换器的系统架构，研制了系列高性能数据转换器芯片，突破了模拟采样、数字校准关键技术。该技术可重构 CMOS 模数转换器，IP 核精度达到 6~14 位，达到了国际先进水平，满足了雷达、对抗、超声成像等系统对高速高精度数据转换技术的国家重大急需，提升了关键芯片的自主可控能力，目前已广泛应用于国家重点工程。

2000年，杨银堂带领团队再次承担国家重点工程微波 ECRCVD 设备研制任务，这是采用微波电子回旋共振等离子体方法进行集成电路薄膜制备和微细加工的新技术，但国内没有相应技术和设备，能参考的技术资料也少，研制难度很大。经过多

次实验探索，杨银堂团队大胆提出了基于稀土永磁材料磁场的分布式 ECR 源，摒弃国际已有的同轴线圈磁场结构，使等离子体源的结构产生了革命性的变化，成本、体积、重量显著减小，等离子体密度、均匀性大幅提高。团队还攻克了大腔体气流场、衬底基座控制、等离子体诊断、气路系统等关键技术，啃下了一个又一个“硬骨头”。在众人的努力下，等离子体放电实验一次成功，实现了优质介质薄膜的室温淀积与微细加工，达到国际先进水平，不仅入选国家重点新产品、应用于国家重大工程，更为我国超大规模集成电路工艺技术的发展做出卓越贡献。

## 【项目练习】

### 一、填空题

(1) 在半波整流滤波电路中，整流管工作于截止或导通状态时，把交流电变成脉动的直流电，滤波电容把\_\_\_\_\_变成\_\_\_\_\_。

(2) 交流电经半波整流后得到  $0.45 U_1$ ，\_\_\_\_\_再经滤波后，就得到\_\_\_\_\_。

(3) 在稳压（稳压管）电路中，稳压管工作于\_\_\_\_\_状态，其\_\_\_\_\_在很大范围内变化，而\_\_\_\_\_基本不变。限流电阻承担\_\_\_\_\_变化量，同时要消耗一定\_\_\_\_\_，因此其\_\_\_\_\_要合适，并采用\_\_\_\_\_电阻。

(4) 稳压（稳压管）电路能把\_\_\_\_\_的直流电经稳压处理后，得到\_\_\_\_\_的直流电。

(5) 在三极管共射极放大电路中，三极管的状态是\_\_\_\_\_，作用是\_\_\_\_\_，偏置电阻为三极管提供合适的\_\_\_\_\_（ $R_B$  过大，则  $I_B$  小，放大电路出现\_\_\_\_\_失真，反之出现\_\_\_\_\_失真），集电极负载电阻的作用是\_\_\_\_\_，同时它也影响三极管的工作状态，集电极负载电阻过大，在基极电流合适的情况下， $U_{CE}$  过小，放大电路出现\_\_\_\_\_失真，反之出现\_\_\_\_\_失真。

(6) 放大电路在静态条件下，将输入的小信号\_\_\_\_\_输出为大信号，通常应用于\_\_\_\_\_。

(7) 在简单开关电源电路中，主要由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_组成。开关管的工作状态是\_\_\_\_\_。

(8) 简单开关电源电路的输出电压由\_\_\_\_\_决定，\_\_\_\_\_越大，输出电压越高，反之则越低。

(9) 在半波整流滤波电路中，当整流管烧断或虚焊，那么\_\_\_\_\_电压为 0。

- (10) 在半波整流滤波电路中, 当滤波电容容量变小, 那么输出电压就会\_\_\_\_\_。
- (11) 在稳压(稳压管)电路中, 当输入电压变化时, \_\_\_\_\_基本不变。
- (12) 在稳压(稳压管)电路中, 若稳压管  $D_Z$  损坏, 则电路就失去\_\_\_\_\_功能。
- (13) 三极管共射极放大电路出现故障, 由于\_\_\_\_\_损坏或\_\_\_\_\_会引起电路静态参数出现大偏差, 因此最终体现为  $U_{CE}$  出现大偏差。
- (14) 集电极负载电阻  $R_2$ , 除了影响放大器的\_\_\_\_\_, 同时也会影响放大器的\_\_\_\_\_。
- (15) 开关电源在\_\_\_\_\_的矩形信号的驱动下, 通过控制矩形信号的\_\_\_\_\_, 就能输出需要的直流电压  $U_{R_L}$  (负载电阻  $R_L$  不变)。
- (16) 简单开关电源电路出现故障, 由于驱动源的\_\_\_\_\_不够大、\_\_\_\_\_损坏、滤波电感或电容虚焊, 因此最终体现为\_\_\_\_\_出现大偏差。

## 二、思考题

- (1) 在半波整流滤波电路中, 如果输入电压不变, 那么如何提高输出电压?
- (2) 稳压电路对输入的所有电压都能稳压吗?
- (3) 在实际应用中, 开关电源是如何实现稳压输出的(负载电阻  $R_L$  变化引起的输出电压变化)?
- (4) 在半波整流滤波电路中, 若整流管击穿, 则输出电压有何变化?
- (5) 在半波整流滤波电路中, 若滤波电容击穿, 则输出电压有何变化?
- (6) 在半波整流滤波电路中, 若负载电阻  $R_L$  有变化, 则输出电压有何变化?
- (7) 在稳压(稳压管)电路中, 若稳压管击穿, 则输出电压有何变化?
- (8) 在三极管共射极放大电路中, 若  $C_2$  短路, 则电路会出现何种故障?
- (9) 驱动源振幅对开关管的工作有何影响?

## 【项目评价】

请根据本项目任务的学习情况，填写表1-12，对本项目进行评价。

表 1-12 计算机单元电路检测维修评价表

| 任务            | 评分标准                            | 满分  | 自我评价 | 学生互评 | 教师评价 |
|---------------|---------------------------------|-----|------|------|------|
| 计算机单元电路正常参数测量 | 掌握电路原理图和电路特性知识                  | 15  |      |      |      |
|               | 能利用 Multisim 14.0 进行电路仿真，验证电路特性 | 20  |      |      |      |
|               | 能正确测量电路参数                       | 20  |      |      |      |
| 计算机单元电路故障检测维修 | 能利用流程图法逐个排除电路故障                 | 25  |      |      |      |
|               | 能完成对电路的检测、维修及修复工作               | 20  |      |      |      |
| 合计            |                                 | 100 |      |      |      |