



国家中等职业教育改革发展
示范校建设项目成果

模拟电子技术实训指导书

moni dianzi jishu shixun zhidaoshu

主 编 黄悦好

副主编 郭雄艺

参 编 郑洁平 何可宁 周明君 田志晓



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



国家中等职业教育改革发展
示范校建设项目成果

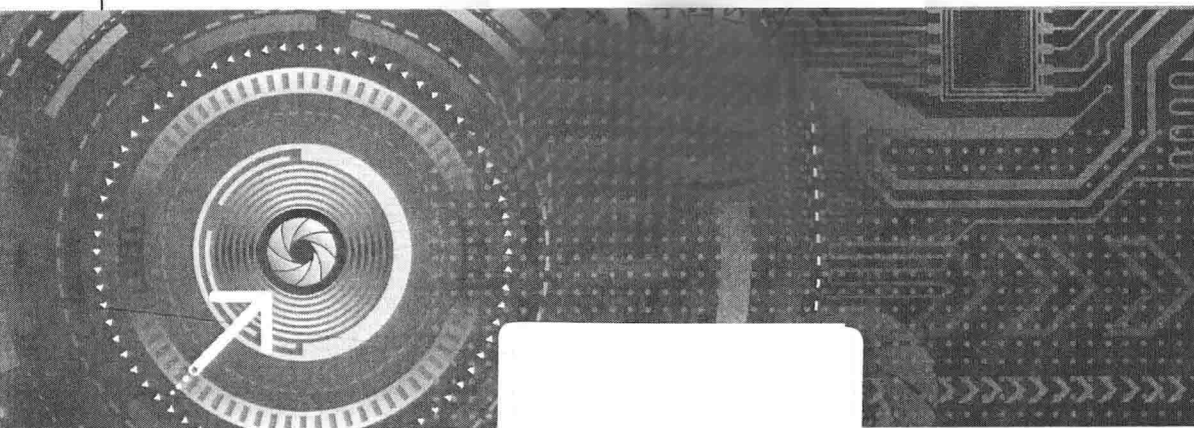
模拟电子技术实训指导书

moni dianzi jishu shixun zhidaoshu

主 编 黄悦好

副主编 郭雄艺

参 编 郑洁平 何可宁 周明君 田志晓



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

责任编辑：石陇辉

责任校对：韩秀天

封面设计：刘 伟

责任出版：卢运霞

图书在版编目 (CIP) 数据

模拟电子技术实训指导书 / 黄悦好主编. -- 北京 :
知识产权出版社, 2014. 3

国家中等职业教育改革发展示范校建设项目成果

ISBN 978-7-5130-2200-2

I. ①模… II. ①黄… III. ①模拟电路—电子技术—
中等专业学校—教学参考资料 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 178899 号

国家中等职业教育改革发展示范校建设项目成果

模拟电子技术实训指导书

黄悦好 主编

出版发行：知识产权出版社有限责任公司

社 址：北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址：<http://www.ipph.cn>

发行电话：010-82000860 转 8101/8102

责编电话：010-82000860 转 8175

印 刷：北京中献拓方科技发展有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

版 次：2014 年 3 月第 1 版

字 数：78 千字

ISBN 978-7-5130-2200-2

邮 编：100088

邮 箱：bjb@cnipr.com

传 真：010-82005070/82000893

责编邮箱：shilonghui@cnipr.com

经 销：新华书店及相关销售网点

印 张：3.75

印 次：2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价：16.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题，本社负责调换。

序

根据《珠海市高级技工学校“国家中等职业教育改革发展示范校建设项目任务书”》的要求，2011年7月至2013年7月，我校立项建设的数控技术应用、电子技术应用、计算机网络技术和电气自动化设备安装与维修四个重点专业，需构建相对应的课程体系，建设多门优质专业核心课程，编写一系列一体化项目教材及相应实训指导书。

基于工学结合专业课程体系构建需要，我校组建了校企专家共同参与的课程建设小组。课程建设小组按照“职业能力目标化、工作任务课程化、课程开发多元化”的思路，建立了基于工作过程、有利于学生职业生涯发展的、与工学结合人才培养模式相适应的课程体系。根据一体化课程开发技术规程，剖析专业岗位工作任务，确定岗位的典型工作任务，对典型工作任务进行整合和条理化。根据完成典型工作任务的需求，四个重点建设专业由行业企业专家和专任教师共同参与的课程建设小组开发了以职业活动为导向、以校企合作为基础、以综合职业能力培养为核心，理论教学与技能操作融合贯通的一系列一体化项目教材及相应实训指导书，旨在实现“三个合一”：能力培养与工作岗位对接合一、理论教学与实践教学融通合一、实习实训与顶岗实习学做合一。

本系列教材已在我校经过多轮教学实践，学生反响良好，可用做中等职业院校数控、电子、网络、电气自动化专业的教材，以及相关行业的培训材料。

珠海市高级技工学校

前 言

本书是电子技术应用专业的优质核心课程“模拟电子技术”的配套实训指导书，是在多年职业教育改革实践的基础上，采用项目、任务的模式编写而成的。书中设置了大量的实训练习，其目的是使学生掌握模拟电子技术的典型电路（如放大电路、整流电路、负反馈放大电路、振荡电路、稳压电路、功率放大电路、集成运算放大电路等）的组成、工作原理及特点；会用万用表检测电阻、电容、二极管、晶体管等元器件；会使用万用表、稳压电源、信号发生器、示波器等仪器进行电路测量、分析；使学生在掌握模拟电子技术的基础上，具备利用仪器对电路进行测量、分析的能力与技能。

本书由黄悦好任主编，郭雄艺任副主编，参加编写的人员有郑洁平、何可宁、周明君和田志晓。全书由黄悦好统稿。

由于时间仓促，编者水平有限，加之改革处于探索阶段，书中难免有不妥之处，敬请专家、同仁给予批评指正，为我们的后续改革和探索提供宝贵的意见和建议。

编者

目 录

实训一	认识二极管	1
实训二	整流电路的制作	4
实训三	认识晶体管	6
实训四	晶体管基本放大电路	8
实训五	放大电路的分析与调试	10
实训六	静态工作点稳定的放大电路调试与分析	13
实训七	场效应晶体管放大电路	15
实训八	认识负反馈电路	17
实训九	负反馈放大电路的连接与调试	18
实训十	负反馈放大电路的测试与分析	19
实训十一	OCL 电路的安装与调试	20
实训十二	OTL 电路的安装与调试	21
实训十三	集成功率放大器的安装与调试	24
实训十四	认识集成运算放大器	26
实训十五	同相输入式放大器	28
实训十六	加法器的组装与调试	31
实训十七	认识正弦波振荡器	33
实训十八	RC 振荡器的制作、调试与测量	34
实训十九	LC 振荡器的制作、调试与测量	36
实训二十	石英晶体振荡器的组装、调试与测量	38
实训二十一	稳压二极管并联型稳压电路	40
实训二十二	集成稳压器	42
实训二十三	晶体管串联型稳压电路	44
实训二十四	单向晶闸管及其应用	46
实训二十五	双向晶闸管及其应用	48

实训一

认识二极管

【目标】

- (1) 熟悉二极管的外形和电路图形符号。
- (2) 熟悉二极管的主要特性和参数。
- (3) 会使用万用表检测二极管的质量并判断其电极。

【所需仪器设备】

万用表一块、毫安表一块、直流电压源一台、二极管若干个、灯一只、导线若干。

【实训内容】

一、二极管极性及质量判别

• 教师讲解演示

- (1) 极性判别：可以目测或用万用表测量。

目测法：有一圆环标志的一端为负极。

万用表测量（操作演示）：将万用表拨到电阻挡的 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ ，将万用表的红、黑表笔分别接二极管两端，若测得电阻比较小（几千欧以下），再将红、黑表笔对调后接在二极管两端，而测得的电阻比较大（几百千欧），说明二极管质量良好。测得电阻小的那一次黑表笔接的是二极管的正极。

(2) 质量判别（操作演示）：将万用表拨到电阻挡的 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ ，将万用表的红、黑表笔分别接二极管两端，若测得电阻比较小（几千欧以下），再将红、黑表笔对调后接在二极管两端，而测得的电阻比较大（几百千欧），说明二极管质量良好。如果测得二极管的正、反向电阻都很小，则说明二极管内部已短路，二极管已被击穿；如果测得二极管的正、反向电阻都很大，则表示二极管内部已断开，二极管已损坏。

• 学生练习

学生根据教师的演示自行判别二极管的极性及好坏。

二、二极管的单向导电性

• 教师讲解演示

- (1) 按图 1-1 (a) 连接实验电路，观察灯的亮暗情况。
- (2) 按图 1-1 (b) 连接实验电路，观察灯的亮暗情况。

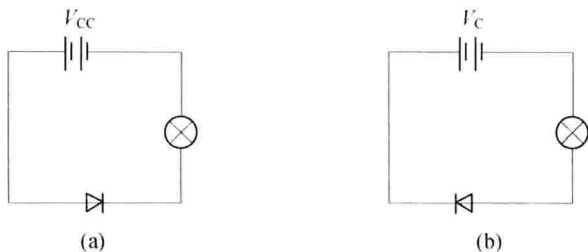


图 1-1 二极管测试电路

• 学生练习

- (1) 按图 1-1 (a) 连接电路, 观察给二极管加正向偏置电压时灯的亮灭情况。
- (2) 按图 1-1 (b) 连接电路, 观察给二极管加反向偏置电压时灯的亮灭情况。

三、二极管特性曲线的测量

• 教师讲解演示

- (1) 按图 1-2 (a) 连接电路。

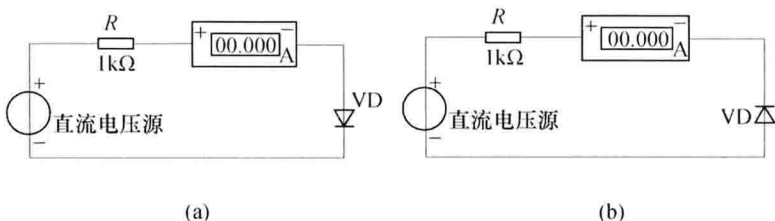


图 1-2 二极管伏安特性曲线测量电路

- (2) 测试。

- 1) 正向测试: 按表 1-1 的要求输入电压, 将测得的数据记录下来。

表 1-1

二极管两端的电压 (V)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
流过二极管的正向电流 (mA)						

- 2) 反向测试: 按图 1-2 (b) 对调二极管的正负极, 按表 1-2 要求输入电压, 将测得的数据记录下来。

表 1-2

二极管两端的电压 (V)	0	-5	-10	-15	-20	-30
流过二极管的反向电流 (mA)						

- (3) 根据测得的数据描绘出二极管的伏安特性曲线, 并标出其死区电压和击穿电压。

- 学生练习

学生练习以上内容。

【想一想】

在实际应用中，选用二极管的原则是什么？

实训二

整流电路的制作

【目标】

- (1) 熟悉单相桥式整流电路的结构及整流后输出的电压波形。
- (2) 掌握单相桥式整流的原理。

【所需仪器设备】

万用表一块、示波器一台，其他元器件见图 2-1。

【实训内容】

• 教师讲解演示

- (1) 按图 2-1 连接电路。

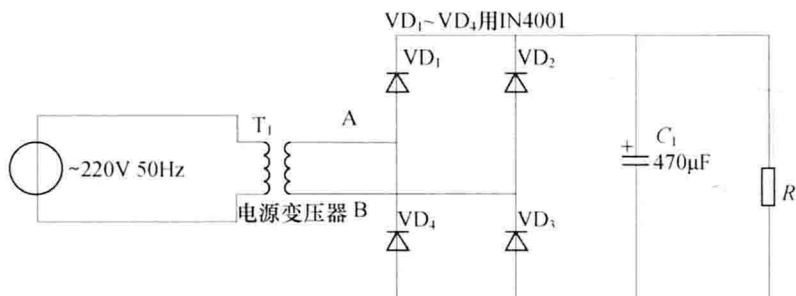


图 2-1 单相桥式整流电路

(2) 实验演示。

- 1) 用示波器观察变压器的次级电压，用万用表交流电压挡测量其电压值，记录在表 2-1 中。
- 2) 不接滤波电容 C_1 ，用示波器观察电路输出电压，用万用表测量输出的电压值并记录在表 2-2 中。
- 3) 接入滤波电容 C_1 ，不接负载，用示波器观察电路输出电压，用万用表测量输出的电压值并记录在表 2-2 中。
- 4) 同时接入电容和负载，用万用表测量负载两端的直流电压（注意极性），并记录在表 2-2 中。

• 学生练习

(1) 按图 2-1 连接电路。

(2) 根据以上内容测试电路，填写表 2-1、表 2-2。

表 2-1

变压器次级的电压波形	万用表测得的电压值
电压峰峰值 =	

表 2-2

	输出电压的波形	输出电压的测量值
不接 C_1 ，接负载		
接 C_1 ，不接负载		
接 C_1 ，接负载		

【想一想】

(1) 在图 2-1 中，若 VD_1 极性接反了，会出现什么情况？

(2) 在图 2-1 中，若 VD_2 开路或脱焊，会出现什么情况？

实训三

认识晶体管

【目标】

掌握晶体管的结构及电流分配关系。

【所需仪器设备】

直流稳压电源一台、100μA 直流表头一块；10mA 直流表头两块；其他元器件见图3-1。

【实训内容】

一、晶体管电流放大实验

• 教师讲解演示

- (1) 按图 3-1 连接电路。
- (2) 调节电位器 R_p ，分别使 I_B 为表 3-1 的数值，观察 I_C 、 I_E 的变化情况。

表 3-1

$I_B (\mu A)$	0	20	40	60
$I_C (mA)$				
$I_E (mA)$				

由表 3-1 中测出的电流可得出：

$$I_E = I_C + I_B \quad \beta = I_C / I_B$$

• 学生练习

学生每两人一组，按图 3-1 连接电路，按表 3-1 中给定的 I_B 进行测量并计算出此晶体管的直流电流放大倍数 β 。

二、晶体管的引脚与管型的判别

• 教师讲解演示

- (1) 判断基极。

1) 功率在 1W 以下的晶体管用万用表的 $R \times 1k$ 或 $R \times 100$ 挡测量，功率在 1W 以上的可用万用表的 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 挡测量。

2) 用黑表笔接任一引脚，红表笔分别接另两引脚，如果电阻读数接近（约为几千欧）则与黑表笔接触的引脚为基极，同时确定此管为 NPN 型管。

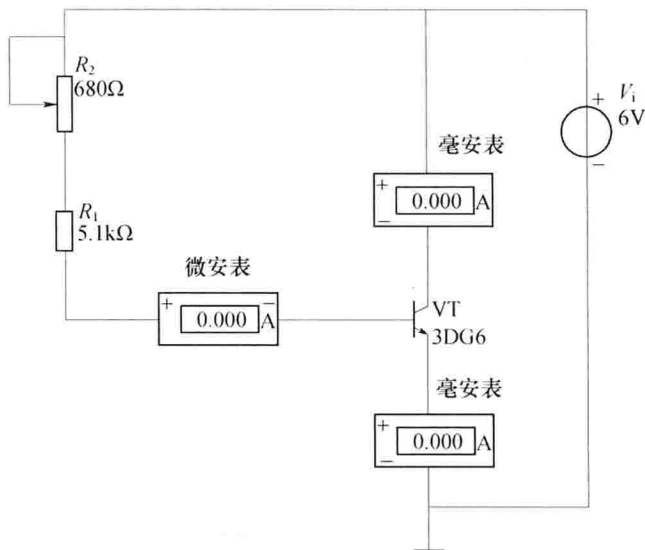


图 3-1 晶体管测试电路

3) 用红表笔接任一引脚, 黑表笔分别接另两引脚, 如果电阻读数接近 (约为几千欧) 则与红表笔接触的引脚为基极, 同时确定此管为 PNP 型管。

4) 如果两种方法都无法判别出基极, 则说明此管为坏管。

(2) 判断晶体管的集电极与发射极。

1) NPN 型。用黑表笔接基极以外的任一引脚, 红表笔接到另一引脚上, 用手指将黑表笔所接的脚与基极捏起来 (但两极不能相碰), 记下此电阻的读数; 同理, 将红、黑表对调再测一次, 记下此电阻的读数。阻值小的那次黑表笔接的是集电极, 红表笔接的是发射极。

2) PNP 型。用红表笔接基极以外的任一引脚, 黑表笔接到另一引脚上, 用手指将红表笔所接的脚与基极捏起来 (但两极不能相碰), 记下此电阻的读数; 同理, 将黑、红表对调再测一次, 记下此电阻的读数。阻值小的那次红表笔接的是集电极, 黑表笔接的是发射极。

(3) 检查晶体管电流放大能力的方法。

测试时 B、C 极间先不接人体电阻, 用万用表适当的电阻挡测量 C、E 极间电阻 (若是 NPN 管则黑表笔接 C 极, 若是 PNP 管则红表笔接 C 极), 阻值应较大, 如果阻值已接近零, 说明管子已经损坏。然后再在 B、E 极间接上人体电阻, 此时阻值应明显变小。阻值越小, 说明管子的放大能力越强。

• 学生练习

学生每人用万用表分别判别几个晶体管的管型、引脚及放大能力。

【想一想】

- (1) 晶体管的主要特性是什么?
- (2) 晶体管三个电极的电流大小关系如何?

实训四

晶体管基本放大电路

【目标】

- (1) 掌握晶体管基本放大电路的组成和电路结构。
- (2) 了解静态工作点的概念及静态工作点对波形的影响。

【所需仪器设备】

直流稳压电源一台、示波器一台，其他元器件见图 4-1。

【实训内容】

• 教师讲解演示

教师按图 4-1 连接电路，并用示波器观察输出波形的变化。通过开关 S 控制 R_1 是否接入，并观察有无 R_1 时波形的变化情况。

说明：

- (1) 低频信号发生器输出幅值为 10mV、频率为 1kHz 的正弦信号接至电路的输入端。
- (2) 示波器接电路输出端。
- (3) 晶体管用实验箱上的晶体管。

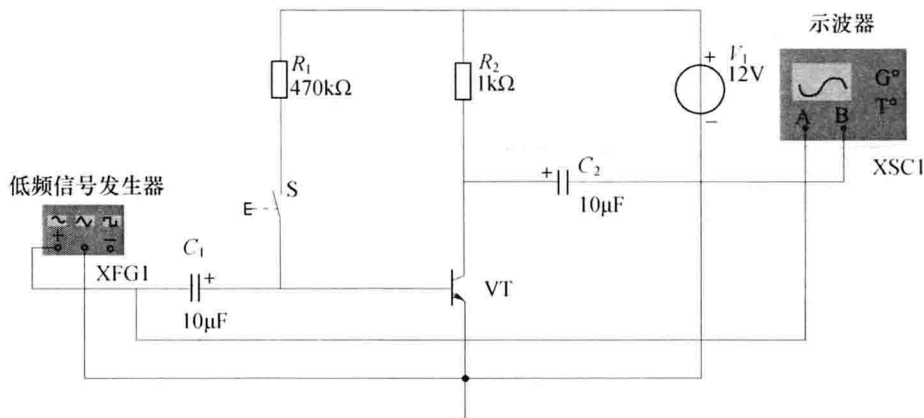


图 4-1 晶体管基本放大电路

• 学生练习

学生按图 4-1 连接电路，注意电解电容的正、负极不要接反，经老师检查无误后方可通电实验。

按表 4-1 的要求在电路输入端分别输入频率为 1kHz，幅值不同的电压。用示波器观察输出端的波形情况，记录在表 4-1 中。

表 4-1

R_1	u_i	示波器观察的 u_o 的波形
断开	10mV	
$R_1 = 470\text{k}\Omega$		
断开	1V	
$R_1 = 470\text{k}\Omega$		

【想一想】

- (1) 牢记共发射极放大电路的电路形式及各元件作用。
- (2) 什么是放大电路的静态工作点？为什么要设置静态工作点？
- (3) 什么是放大电路的失真？

实训五

放大电路的分析与调试

【目标】

- (1) 掌握放大电路放大倍数的测量方法。
- (2) 掌握放大电路的静态工作点对波形失真的影响。
- (3) 学会调试静态工作点的方法。

【所需仪器设备】

直流稳压电源一台，万用表、示波器各一台，其他元器件见图 5-1。

【实训内容】

一、放大电路的搭建及基本测试

• 教师讲解演示

- (1) 教师在实验箱上连接如图 5-1 所示的电路。
- (2) 测试。

1) 先不接入低频信号发生器、示波器和毫伏表。

2) 接通 12V 直流电压源，用万用表测 V_{CE} 并调节 R_W 使 V_{CE} 约为 4~8V。计算 $I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C$ 并用万用表测此时的 V_{BE} 。

3) 当 V_{CE} 调到 4~8V 的一个数值后，再将低频信号发生、示波器、毫伏表接入，输入幅值为 10mV、频率为 1kHz 的正弦信号。用示波器观察 u_o 的波形，并用毫伏表测量 u_o ，计算电压放大倍数 $A_u = u_o / u_i$ 。

• 学生练习

学生按图 5-1 电路在实验箱上组装电路（注意：组装之前先测试晶体管的好坏，电解电容的极性不能接反），经老师检查后方可通电进行测试。

测试内容：

(1) 接通直流电压源 12V，用万用表直流电压挡测量电路中晶体管 C、E 两极的电压，并调节 R_W ，使 V_{CE} 在 6V 左右即可。计算 $I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C$ 。若调 R_W 时 V_{CE} 不变且为 0，则应检查电路是否正确或晶体管是否是好的。

(2) 用实验箱上的信号源输出幅值为 10mV、频率为 1kHz 的正弦信号，调好后接至放大电路的输入端。

(3) 用示波器观察负载 R_L 两端电压波形，分别测量电路输入、输出信号的峰峰值，

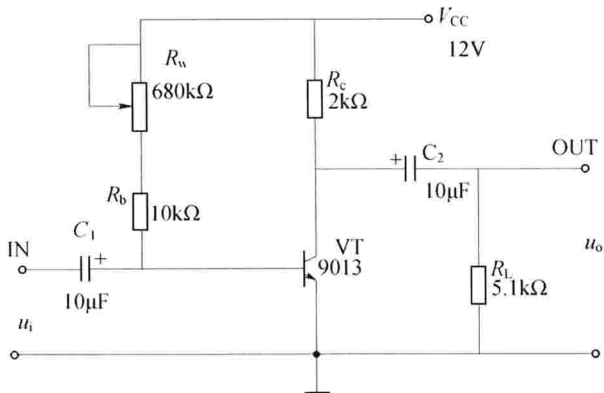


图 5-1 晶体管放大电路

计算电压放大倍数。

(4) 用毫伏表测量 V_o ，计算电压放大倍数 $A_u = V_o / V_i$ 。把数据记录在表 5-1 中。

表 5-1

$V_{CC} = 12V$	$V_{CE} = 6V$	$R_c = 2k\Omega$	$I_c = (V_{CC} - V_{CE}) / R_c =$
$V_{ipp} =$	$V_{opp} =$	$A_u = V_{opp} / V_{ipp} =$	
$V_i =$	$V_o =$	$A_u = V_o / V_i =$	

二、波形的失真与消除方法

• 教师讲解演示

(1) 教师在图 5-1 的电路图中将 R_b 换成 $100k\Omega$ ，观察示波器中波形的变化，并记录波形的形状。

(2) 再将 R_b 换成 $20k\Omega$ ，观察示波器中波形的变化，并记录波形的形状。

(3) 总结 R_b 的变化对输出波形的影响。

• 学生练习

(1) 学生将图 5-1 电路图中的 R_b 换成 $100k\Omega$ ，观察示波器中波形的变化，并记录波形的形状。

(2) 再将 R_b 换成 $2M\Omega$ ，观察示波器中波形的变化，并记录波形的形状，填写表 5-2。

表 5-2

R_b	输出电压波形	失真情况	V_{CE}
			6V
100kΩ			
2MΩ			

【想一想】

(1) 什么是放大电路的放大倍数？放大倍数的计算方法是什么？