



普通高等教育实验实训规划教材

电气信息类

模拟电子技术 实验指导书

孙淑艳 主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育实验实训规划教材



电气信息类

模拟电子技术 实验指导书

主编 孙淑艳
编写 董宏伟 李旭彦 张青
主审 李海



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育实验实训规划教材（电气信息类）。全书共包括三大模块：模拟电路基础实验、模拟电路仿真实验和附录。其中前两个模块的实验类型有基本的验证性实验，也有综合性、设计性和创新性实验。模拟电路基础实验使学生了解电子元器件、集成芯片的外特性，通过实验搭接电路掌握电子电路的测试方法；模拟电路仿真实验是借助于 Multisim 仿真平台对电子电路进行辅助设计和辅助分析；附录中介绍了常用电子仪器的使用方法，常用电子元器件的基本知识、参数和功能，常用数字集成芯片的型号及引脚图，仿真软件 Multisim 的介绍。

本书采用实验报告原始数据便撕式设计，学生做完实验可以将实验原始数据、实验波形等直接填写在原始数据记录中，然后裁下贴在上交的实验报告中，节省时间，实用性强。

本书可作为高等院校电气、电子、信息、通信、自动化、测控等专业的本、专科教材，同时也可作为参加各类电子设计竞赛学生自学的参考书，以及相关工程技术人员参考书目。

图书在版编目（CIP）数据

模拟电子技术实验指导书/孙淑艳主编. —北京：中国电力出版社，2009

普通高等教育实验实训规划教材·电气信息类

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9445 - 9

I. 模… II. 孙… III. 模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教学参考资料 IV. TN710 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 167446 号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 10 月第一版 2009 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12 印张 290 千字

定价 19.20 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制定了高等教育实验实训规划教材。该规划教材强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

模拟电子技术基础课程是电气信息类及其他相近专业的一门重要技术基础课程,具有较强的工程实践性,并渗透于各专业教学的环节中,是学生基本素质形成和发展的关键课程。模拟电子技术实验是针对模拟电子技术课程设置的,是一门独立的实践课程。本着满足当代大学生的知识结构、综合能力、实践能力、科研能力、创新能力和工程运用能力等方面的需求,我们编写了《模拟电子技术实验指导书》一书。

本书的编排通过电子技术实验层次化教学和实验室管理模式的改革,除了选择学生必做的经典项目之外,还增加了部分设计拓展型实验内容,既培养学生的基本动手、基本分析和解决问题的能力,还为具有超前意识、科学态度严谨的大学生创造了实践环境。通过设计性实践教学训练,可以激发同学参加各类电子设计竞赛,并为此选拔、培养和输送人才创造了条件。

参加本书编写工作的有孙淑艳(第一部分),董宏伟、张青(第二部分)和李旭彦(第三部分附录)。由孙淑艳任主编,武汉大学李海老师担任本书的主审。本书的编写得到华北电力大学电工电子示范中心刘向军、文亚凤等多位老师的帮助,在此,向他们表示感谢。

本书尚有待改进之处,敬请读者在使用本书时,将发现的问题、意见和建议及时反馈给我们。

编者

2009年6月

目 录

前言

模拟电子技术实验基本要求	1
--------------------	---

第一部分 模拟电路基础实验

实验一 常用电子仪器的使用	3
实验二 共射极单管放大电路	9
实验三 射极跟随器	17
实验四 场效应管放大电路	23
实验五 差动放大电路	29
实验六 OTL 功率放大电路	35
实验七 负反馈放大电路	41
实验八 集成运放基本运算电路的分析与设计	47
实验九 有源滤波电路	53
实验十 分立元件 RC 正弦波振荡电路	61
实验十一 压控振荡电路	67
实验十二 方波—三角波发生器的设计	71
实验十三 用集成稳压器组成直流稳压电源	75
实验十四 函数信号发生器的组装与调试	83

第二部分 模拟电路仿真实验

EDA 技术简述	89
实验一 二极管 V—I 特性曲线	90
实验二 单级共射放大电路	97
实验三 场效应管共源极放大电路	105
实验四 互补对称功率放大电路	107
实验五 差动放大电路	111
实验六 RC 振荡电路的分析与设计	113
实验七 三角波和锯齿波发生器电路的设计	114
实验八 有源带通滤波器的设计	116

第三部分 附 录

附录 A 面包板的使用	117
-------------------	-----

附录 B 常用电子元件简介	119
附录 C 常用电子仪器简介	133
附录 D 放大器干扰、噪声抑制和自激振荡的消除	149
附录 E 电子电路的故障分析与排除	152
附录 F Multisim 2001 使用指南	155
附录 G 线性分析电子学简介	179
参考文献	185

模拟电子技术实验基本要求

模拟电子技术实验是与电类专业的模拟电子技术基础课程配套的重要专业基础实践课程,重点是通过模拟电子技术实验使学生加深对所学理论知识的理解,培养学生对模拟电子电路的实验研究能力,正确使用常用的电子仪器仪表,初步掌握模拟电子电路的测试技术。

1. 实验总体目标

模拟电子技术基础课程是电子、信息、电气、计算机和控制等工科专业的重要技术基础课程,具有较强的工程实践性,并渗透于各专业教学的环节中,是学生基本素质形成和发展的关键课程。实验课是培养学生动手实践能力的必要环节。电子技术实验环节包括模拟电子技术实验和数字电子技术实验。实验内容有验证性、综合性和设计性实验。通过验证性实验,在巩固和加深本学科的基本理论的基础上,重点培养学生掌握实验工具(包括仪器、仪表和计算机辅助工具等)、电路的基本测量技术、基本实验方法,培养基本实验技能,为以后进行更复杂的实验打下基础。这类实验不再过分强调验证基础理论,而是以培养基本能力为主。同时在基础实验中,渐进安排设计性和综合性的内容,以开拓思路,提高学生电路分析和设计能力。综合设计型实验一般是提出实验任务与要求,给定功能和技术指标,由学生自己拟订实验实施方案,并完成实验任务,从中全面提高学生的素质和创新能力,为以后进行更复杂的实验打下基础。

2. 实验总体要求

学生在实验前要进行预习,完成每个实验的预习要求,要写出预习报告,内容包括实验目的、预习要求、实验原理、实验电路、实验所需仪器设备、实验内容以及指导书上所要求的必要的理论计算结果,切实地掌握理论知识和实验原理,尽量做到带着问题来实验。对于设计性实验,还需要预先设计好电路,画出电路原理图和器件引脚连接图。最好能够在Mutisim2001等仿真环境下先进行计算机仿真,然后再拟定实验方法和步骤,设计实验表格,估算实验结果,撰写预习实验报告。

实验采取一人一组进行,要细心连接电路,通电前须仔细检查电路的电源电压和接地情况,检查无误后再通电,出现问题时要冷静的分析,并查找原因。学生应对实验过程中出现的现象、电路调整的过程以及测量结果认真客观的记录。

实验完成后要让指导教师检查实验结果,正确并签字后方可拆除电路。

实验结束后,撰写实验报告,分析和整理实验数据,加深对理论知识和实验原理的理解,增强利用理论知识,解决设计问题的能力。

3. 实验报告撰写

实验报告是实验情况的总结,应根据实验目的、实验数据及在实验中观察和发现的问题,经过分析和整理之后得出结论,并通过分析讨论得出心得体会。

实验报告一人一份独立完成,实验报告要有理论分析、要实事求是、字迹要清楚、文理要通顺、图表要整洁、结论要明确。其内容主要有:

- (1) 实验名称、专业班级、姓名、实验台号、实验日期、指导教师。
- (2) 列出本次实验所用电子仪器仪表的数量和型号。
- (3) 简单扼要地写出实验步骤。

- (4) 合理使用便撕式原始数据记录表。
- (5) 整理数据并绘制曲线，数据要真实，曲线要光滑，最好用坐标纸绘制。
- (6) 分析实验数据，得出合理结果，给出明确结论。

4. 实验成绩考核

成绩评定：平时实验 40%，实验考试 60%，分优、良、及格和不及格四挡。

实验考试：一人一组在规定的时间内完成指定的实验内容。

注：凡因病、因事及预习不合格者给一次补做实验的机会，无故缺席者另作处理。

第一部分 模拟电路基础实验

实验一 常用电子仪器的使用

一、实验目的

(1) 掌握电子电路实验中常用的电子仪器——示波器、函数信号发生器、交流毫伏表、数字万用表等的主要技术指标、性能及正确使用方法。

(2) 熟悉模拟实验装置的结构。

二、实验类型

验证型实验。

三、预习要求

(1) 阅读实验附录 C 中有关示波器、函数信号发生器、交流毫伏表以及数字万用表部分内容。

(2) 了解所用仪器仪表的主要用途并回答下列问题：

1) 测量交流电压信号时，应当使用数字万用表的交流挡还是使用交流毫伏表？为什么？

2) 当示波器显示屏上的波形高度超出显示屏时应该调整哪个旋钮？

(3) 如何得到频率 $f=1\text{kHz}$ ，幅值为 10mV （有效值）的正弦信号？

回答上述问题并将答案写在实验报告上。

四、实验原理

在模拟电子电路实验中，经常使用的电子仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源及交流毫伏表等，它们和数字万用表一起，可以完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试。

实验中要对各种电子仪器进行综合使用，可按照信号流向，以连线简捷、调节顺手、观察与读数方便等原则进行合理布局，各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1-1 所示。接线时应注意，为防止外界干扰，各仪器的公共接地端应连接在一起，称共地。示波器、信号源和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线，直流电源的接线用普通导线，万用表接线用专用的表笔线。

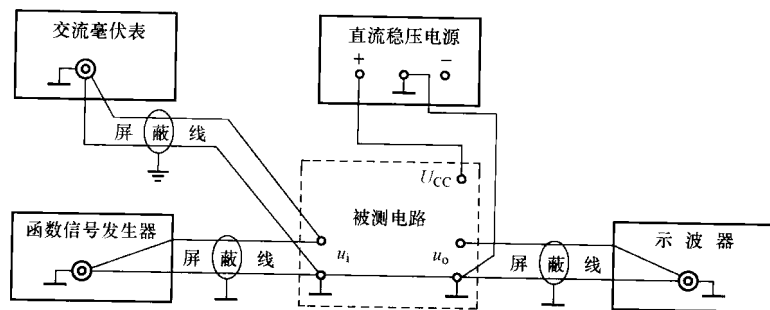


图 1-1 模拟电子电路中常用电子仪器布局图

1. 示波器

示波器是一种用途很广的电子测量仪器，它既能直接显示电信号的波形，又能对电信号进行各种参数的测量。现着重指出下列几点：

(1) 寻找扫描光迹。开机预热，然后将示波器“垂直”显示方式置“CH1”或“CH2”，输入耦合方式置“GND”，若在显示屏上不出现光点和扫描基线，可按下列操作去找到扫描线：

- 1) 适当调节亮度旋钮 (INTEN)；
- 2) 触发方式开关置“自动 AUTO”；
- 3) 适当调节垂直、水平“位移”(POSITION) 旋钮，使扫描亮线位于屏幕中央。

(2) 双踪示波器一般有四种显示方式，即“CH1”、“CH2”、“DUAL”、“ADD”。

(3) 为了显示稳定的被测信号波形，“触发源选择 (SOURCE)” 开关一般选为“CH1 或 CH2” 触发，使扫描触发信号取自示波器内部的被测信号。

(4) 触发方式开关 (MODE) 通常先置于“自动 (AUTO)” 调出波形后，若被显示的波形不稳定，可置触发方式开关于“常态 (NORM)”，通过调节“触发电平”旋钮 (LEVEL) 找到合适的触发电压，使被测试的波形稳定地显示在示波器屏幕上。

有时，由于选择了较慢的扫描速率，显示屏上将会出现闪烁的光迹，但被测信号的波形不在 X 轴方向左右移动，这样的现象仍属于稳定显示。

(5) 适当调节“扫描时间”开关 (TIME/DIV) 及“垂直衰减”开关 (VOLTS/DIV)，使显示屏上显示 1~2 个周期的被测信号波形。在测量幅值时，应注意将“垂直灵敏度微调”旋钮 (VAR) 置于“校准” (CAL) 位置，即顺时针旋到底，且听到“咔嚓”的声音。在测量周期时，应注意将“扫描时间微调”旋钮 (SWP) 置于“校准” (VAR) 位置，即顺时针旋到底。

根据被测波形在显示屏坐标刻度上垂直方向所占的格数 (DIV 或 CM) 与“垂直灵敏度”旋钮指示值 (VOLTS/DIV) 的乘积，即可算得信号幅值的实测值 V_{P-P} 。

根据被测信号波形一个周期在显示屏坐标刻度水平方向所占的格数 (DIV 或 CM) 与“扫描时间”旋钮指示值 (TIME/DIV) 的乘积，即可算得信号频率的实测值 T 。

2. 函数信号发生器

函数信号发生器按需要可以输出正弦波、方波、三角波三种信号波形。输出电压最大可达 $9V_{P-P}$ 。通过输出衰减开关 (按下 ATT 和拉出 AMPL 各衰减 20dB) 和输出幅度调节旋钮 (AMPL)，可使输出电压在 $5mV \sim 8V$ 的范围内连续调节。输出信号幅度的有效值和峰值需用交流毫伏表和示波器测量。

函数信号发生器的输出信号频率可以通过频率分挡开关 ($1Hz \sim 1MHz$) 和频率微调旋钮 (FREQUENCY) 进行调节。输出的频率从面板上的数码显示直接读出。

函数信号发生器作为信号源，它的输出端不允许短路。

3. 交流毫伏表

交流毫伏表只能在其工作频率范围之内用来测量正弦交流电压的有效值。为了防止过载而损坏，测量前一般先把量程开关置于量程较大位置上，然后在测量中逐挡减小量程。

五、实验设备与器件

- (1) 双踪示波器。

- (2) 函数信号发生器。
- (3) 双输入交流毫伏表。
- (4) 数字万用表。
- (5) 模拟电路实验箱。

六、实验内容和要求

1. 用机内基准信号 (CAL 2V_{P-P}) 对示波器进行自检

(1) 扫描基线调节。开启电源开关将示波器的显示方式开关置于“CH1 或 CH2”显示, 输入耦合方式开关置“GND”, 触发方式开关置于“自动 AUTO”。调节“辉度 INTEN”旋钮和“聚焦 FOCUS”旋钮, 使荧光屏上显示一条细且亮度适中的扫描基线。然后调节“水平位移 POSITION”旋钮和“垂直位移 POSITION”旋钮, 使扫描线位于屏幕中央, 并且能上下左右移动自如。

(2) 测试“基准信号”波形的幅度、频率。将示波器的“基准信号 CAL”通过专用电缆线引入选定的 CH1 或 CH2, 将垂直输入耦合方式开关置于“AC”或“DC”, 触发源选择开关置“CH1 或 CH2”。调节“扫描时间”开关 (TIME/DIV) 和“垂直衰减”开关 (VOLTS/DIV), 使示波器显示屏上显示出一个或数个周期稳定的方波波形。

1) 测量“基准信号 CAL”幅度及频率。将“垂直灵敏度微调”旋钮置“校准 CAL”位置, “垂直衰减”开关置适当位置, 读取基准信号幅值, 记入表 1-1。

注: 不同型号示波器标准值有所不同, 请按所使用示波器将标准值填入表格中。

2) 测量“基准信号”频率。将“扫描微调”旋钮置“校准”位置, “扫描时间”开关置适当位置, 读取基准信号频率, 记入表 1-1。

2. 用示波器和交流毫伏表测量信号参数

调节函数信号发生器有关旋钮, 使输出频率分别为 100Hz, 1、10、100kHz, 有效值为 0.5、1V, 10、32mV (交流毫伏表测量值) 的正弦波信号, 将两组数据分别填入表 1-2。

改变示波器“扫描时间”开关及“垂直衰减”开关等位置, 测量信号源输出电压的周期、频率 (需换算) 及峰—峰值和有效值 (需换算), 记入表 1-2。

3. 用数字万用表测量实验箱中的电源

用数字万用表测量实验箱中的直流稳压电源电压值, 并填入表 1-3; 再用万用表测量直流信号源的电压值 (为一个电压范围) 填入表 1-4。

七、注意事项

预习报告只需写入预习实验内容, 无需抄录实验指导书中所有内容, 实验过程中所有的测量数据需记录在书中提供的便撕式原始数据记录表, 待实验完成, 经指导老师签字后撕下贴在实验报告的原始数据记录页。

实验报告是实验结束后, 经过分析和整理实验原始数据得出实验结果, 并通过分析、讨论给出心得体会。

八、思考题

(1) 测量实验箱上的直流电源 +12V 和 -12V 时, 万用表的功能开关应放在什么位置上? 挡位打到什么数值上?

(2) 实验过程中, 可以从示波器读取测量数据, 也可以用交流毫伏表测量数据, 试说明两个测量结果有什么不同?

九、实验报告

- (1) 整理实验数据，对预习要求回答的问题进行归纳。
- (2) 归纳本次实验用到的示波器、信号发生器、交流毫伏表和数字万用表的使用方法。
- (3) 写出通过本次实验，掌握了哪些实验方法和需注意的地方？有些什么体会？对实验方法的改进有何建议？
- (4) 回答预习要求和思考题中的问题。
- (5) 附上原始数据记录及指导教师的签名（实验指导书中）。

实验原始数据记录

步骤 1:

表 1-1 用机内基准信号 (CAL 2V_{p-p}) 对示波器进行自检

参 数	标 准 值	实 测 值
幅值 V _{p p} (V)		
频率 f(kHz)		

步骤 2:

表 1-2 用示波器和交流毫伏表测量信号参数

正弦波 信号频率	示波器测量值		信号电压 毫伏表读数	示波器测量值	
	周期(ms)	频率(Hz)		峰—峰值	有效值 (计算值)
100Hz			0.5V		
1kHz			1V		
10kHz			10mV		
100kHz			50mV		

步骤 3:

表 1-3 用数字万用表测量实验箱中的直流稳压电源电压值

直流稳压电源的电压值 (V)	+12	-12	+5	-5
测量值 (V)				

表 1-4 用数字万用表测量实验箱中的直流信号源的电压值

直流信号源	-5V~+5V		-5V~+5V	
是否可调	可调 ()	不可调 ()	可调 ()	不可调 ()

指导教师: _____

实验日期: _____

实验二 共射极单管放大电路

一、实验目的

- (1) 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电路性能的影响。
- (2) 掌握放大电路电压放大倍数和最大不失真输出电压的测试方法。
- (3) 熟悉常用电子仪器及模拟电路实验设备的使用。

二、实验类型

验证型实验。

三、预习要求

- (1) 阅读教材中有关单管放大电路的内容并估算实验电路的性能指标。

假设: VT 的 $\beta=100$, $R_{B1}=20\text{k}\Omega$, $R_{B2}=60\text{k}\Omega$, $R_C=2.4\text{k}\Omega$, $R_L=2.4\text{k}\Omega$ 。估算放大电路的静态工作点和电压放大倍数 A_u 。

- (2) 改变静态工作点对放大电路的输入电阻 R_i 是否有影响? 改变外接电阻 R_L 对输出电阻 R_o 是否有影响?

四、实验原理

图 1-2 所示为电阻分压式工作点稳定单管放大电路实验电路图。它的偏置电路采用 R_{B1} 和 R_{B2} 组成的分压电路, 并在发射极中接有电阻 R_E , 以稳定放大电路的静态工作点。当在放大电路的输入端加入输入信号 u_i 后, 在放大电路的输出端便可得到一个与 u_i 相位相反, 幅值被放大的输出信号 u_o , 从而实现了电压放大。

注: R_{S1} 、 R_{B2} 的电阻值依实验所用的实际电路而定。

在图 1-2 所示电路中, 当流过偏置电阻 R_{B1} 和 R_{B2} 的电流远大于晶体管 VT 的基极电流 I_B 时 (一般 5~10 倍), 则它的静态工作点可用下式估算

$$U_B \approx \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC}$$

$$I_E \approx \frac{U_B - U_{BE}}{R_E + R_{F1}} \approx I_C$$

$$U_{CE} = U_{CC} - I_C (R_C + R_{F1} + R_E)$$

电压放大倍数

$$A_u = -\beta \frac{R_C // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_{F1}}$$

$$r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26\text{mV}}{I_E}$$

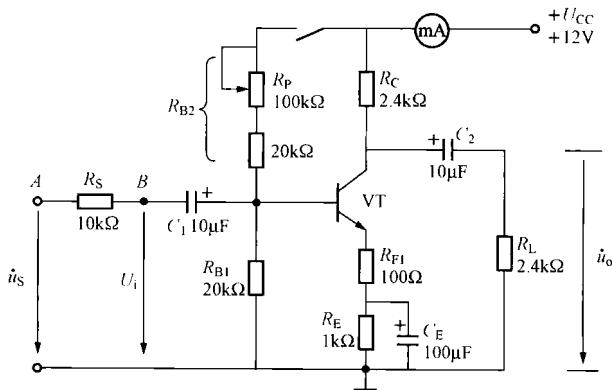


图 1-2 共射极单管放大电路实验电路

输入电阻

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta)R_{F1}]$$

输出电阻

$$R_o \approx R_C$$

由于电子器件性能的分散性比较大, 因此在设计和制作晶体管放大电路时, 离不开测量和调试技术。在设计前应测量所用元器件的参数, 为电路设计提供必要的依据, 在完成设计和装配以后, 还必须测量和调试放大电路的静态工作点和各项性能指标。一个优质放大电路, 必定是理论设计与实验调整相结合的产物。因此, 除了学习放大电路的理论和设计方法外, 还必须掌握必要的测量和调试技术。

放大电路的测量和调试一般包括: 放大电路静态工作点的测量与调试, 消除干扰与自激振荡及放大电路各项动态指标的测量与调试等。

1. 放大电路静态工作点的测量与调试

(1) 静态工作点的测量。测量放大电路的静态工作点, 应在输入信号 $u_i = 0$ 的情况下进行, 即将放大电路输入端与地端短接, 然后选用量程合适的直流毫安表和直流电压表, 分别测量晶体管的集电极电流 I_C 以及各电极对地的电压 U_B 、 U_C 和 U_E 。一般实验中, 为了避免断开集电极, 常采用测量电压 U_E 或 U_C , 然后算出 I_C 的方法, 例如, 只要测出 U_E , 即可用 $I_C \approx I_E = \frac{U_E}{R_E + R_{F1}}$ 算出 I_C (也可根据 $I_C = \frac{U_{CC} - U_C}{R_C}$, 由 U_C 确定 I_C), 同时也能算出 $U_{BE} = U_B - U_E$, $U_{CE} = U_C - U_E$ 。

为了减小误差, 提高测量精度, 应选用内阻较高的直流电压表, 一般数字万用表的输入阻抗为 $10M\Omega$ 左右。

(2) 静态工作点的调试。放大电路静态工作点的调试是指对管子集电极电流 I_C (或 U_{CE}) 的调整与测试。

静态工作点是否合适, 对放大电路的性能和输出波形都有很大影响。如工作点偏高, 放大电路在加入交流信号以后易产生饱和失真, 此时 u_o 的负半周将被削底, 如图 1-3 (a) 所示; 如工作点偏低则易产生截止失真, 即 u_o 的正半周被缩顶, 如图 1-3 (b) 所示。这些情况都不符合不失真放大的要求。所以在选定工作点以后还必须进行动态调试, 即在放大电路的输入端加入一定的输入电压 u_i , 检查输出电压 u_o 的大小和波形是否满足要求。如不满足,

则应调节静态工作点的位置。

改变电路参数 U_{CC} 、 R_C 、 R_B (R_{B1} 、 R_{B2}) 都会引起静态工作点的变化, 如图 1-4 所示。但通常多采用调节偏置电阻 R_{B2} 的方法来改变静态工作点, 如减小 R_{B2} , 则可使静态工作点抬高。

最后还要说明的是, 上面所说的工作点“偏高”或“偏低”不是绝对的, 应该是相对信号的幅度而言, 如输入信号幅度很小, 即使工

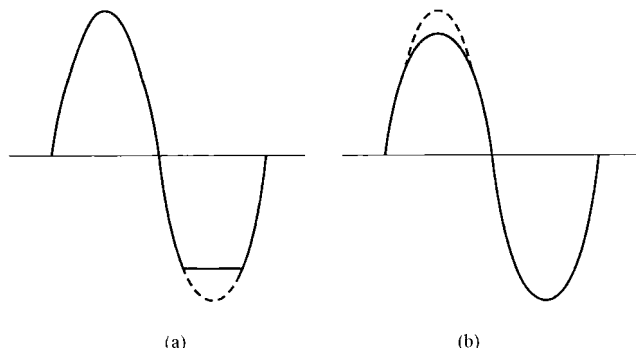


图 1-3 静态工作点对 u_o 波形失真的影响

(a) 饱和失真; (b) 截止失真

作点较高或较低也不一定会出现失真。所以确切地说,产生波形失真是信号幅度与静态工作点设置配合不当所致。如需满足较大信号幅度的要求,静态工作点最好尽量靠近交流负载线的中点。

2. 放大电路动态指标测试

放大电路动态指标包括电压放大倍数、输入电阻、输出电阻、最大不失真输出电压(动态范围)和通频带等。

(1) 电压放大倍数 A_u 的测量。调整放大电路到合适的静态工作点,然后加入输入电压 u_i ,在输出电压 u_o 不失真的情况下,用交流毫伏表测出 u_i 和 u_o 的有效值 U_i 和 U_o ,则

$$A_u = \frac{U_o}{U_i}$$

(2) 输入电阻 R_i 的测量。为了测量放大电路的输入电阻,按图 1-5 电路在被测放大电路的输入端与信号源之间串入一已知电阻 R_s ,在放大器正常工作的情况下,用交流毫伏表测出 U_s 和 U_i ,则根据输入电阻的定义可得

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = \frac{U_i}{U_R/R_s} = \frac{U_i}{U_s - U_i} R_s$$

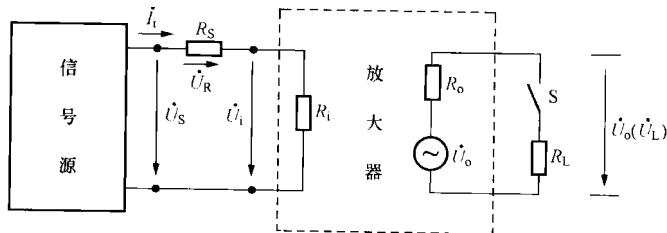


图 1-5 输入、输出电阻测量电路

测量时应注意下列几点:

1) 由于电阻 R_s 两端没有电路公共接地点,所以测量 R_s 两端电压 U_R 时必须分别测出 U_s 和 U_i ,然后按 $U_R = U_s - U_i$ 求出 U_R 值。

2) 电阻 R_s 的值不宜取得过大或过小,以免产生较大的测量

误差,通常取 R_s 与 R_i 为同一数量级为好,本实验可取 $R_s = \text{k}\Omega$ (阻值根据所用实验箱而定)。

(3) 输出电阻 R_o 的测量。按图 1-5 电路,在放大电路正常工作条件下,测出输出端不接负载 R_L 的输出电压 U_o 和接入负载后的输出电压 U_L ,根据

$$U_L = \frac{R_L}{R_o + R_L} U_o$$

即可求出

$$R_o = \left(\frac{U_o}{U_L} - 1 \right) R_L$$

在测试中应注意,必须保持 R_L 接入前后输入信号的大小不变。

(4) 最大不失真输出电压 U_{opp} 的测量(最大动态范围)。如上所述,为了得到最大动态范围,应将静态工作点调在交流负载线的中点。为此在放大器正常工作情况下,逐步增大输入信号的幅度,并同时调节 R_P (改变静态工作点),用示波器观察 u_o ,当输出波形同时出

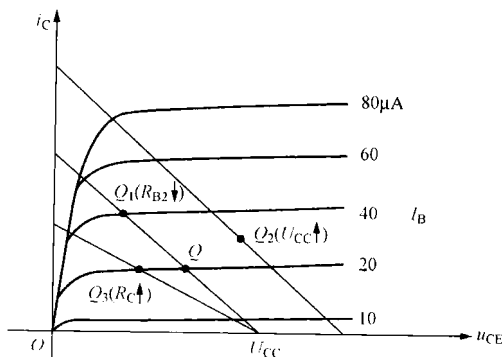


图 1-4 电路参数对静态工作点的影响