



哈尔滨工业大学（深圳）  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

实验与创新实践教育中心

# 实验报告

课程名称： 模拟电子技术实验 实验名称： 实验二：单管交流放大电路

专业-班级： 自动化111班 学号： 190410102 姓名： 方尧

实验日期： 2021 年 4 月 19 日 评分： \_\_\_\_\_

教师评语：

助教签字： \_\_\_\_\_

教师签字： \_\_\_\_\_

日 期： \_\_\_\_\_

# 实验预习

## 实验预习和实验过程原始数据记录

预习结果审核: \_\_\_\_\_

原始数据审核: \_\_\_\_\_

(包括预习时, 计算的理论数据)

注意: 所有的波形都必须拍照保存, 用于课堂检查和课后分析。

表 2-2 静态工作点数据

$R_p = 17.013 \Omega$

实测数据						根据实测计算的数据			
$U_{BE}/V$	$U_{CE}/V$	$V_B/V$	$V_E/V$	$V_C/V$	$R_e/k\Omega$	$R_o/k\Omega$	$I_B/\mu A$	$I_C/mA$	$\beta$
0.6395	2.954V	3.2546	2.6193	5.748	2.3647	0.9884	7.11	2.644	371.9

表 2-3  $C_e$  对放大倍数的影响

条件	$U_i(mV)$	$U_o(V)$	$A_u$	$u_i$ 和 $u_o$ 波形
$C_e = 47\mu F$	9.728	1.7858	183.6	
$C_e$ 断开	9.923	23.412 mV	2.359	

表 2-4 测量电压放大倍数

条件	$U_i(mV)$	$U_o(V)$	$A_u$
$R_L = \infty$ ( $R_p$ 不变)	9.762	1.7907	183.4
$R_L = 10k\Omega$ ( $R_p$ 不变)	9.767	1.4580	149.3
$R_L = 1k\Omega$ ( $R_p$ 不变)	9.769	0.5394	55.2

表 2-5 静态工作点对输出电压波形的影响

		$R_P$ 合适 $U_i=10mV$	$R_P$ 减小 $U_i=10mV$	$R_P$ 最大 $U_i=10mV$	$R_P$ 合适 $U_i$ 偏大
Q 点	测量参数/V	$U_{CE}$ 9.375	0.4268	11.705	3.0580
		$U_{BE}$ 0.6395	0.6516	0.5532	0.6388
		$V_B$ 3.2546	↗ 4.0660	<del>0.6395</del> 189.80mV	3.2757
		$V_C$ 5.748	↘ 3.8400	11.794	5.695
	计算静态值	$I_B=7.11 \mu A$	$I_B=9.02 \mu A$	$I_B=0.234 \mu A$	$I_B=7.17 \mu A$
		$I_C=2.644 mA$	$I_C=3.355 mA$	$I_C=0.087 mA$	$I_C=2.667 mA$
画输入和输出电压波形		在同一时序下, 课后使用坐标纸画图	在同一时序下, 课后使用坐标纸画图	在同一时序下, 课后使用坐标纸画图	在同一时序下, 课后使用坐标纸画图
失真判断		不失真	饱和失真	截止失真	饱和+截止失真

## 一、实验目的

1. 掌握单管放大交流电路的放大原理，掌握放大电路静态工作点的调试方法。
2. 了解静态工作点改变对放大电路性能的影响。
3. 观察饱和失真和截止失真对放大电路的输出电压波形的影响。
4. 进一步熟悉实验仪器使用。

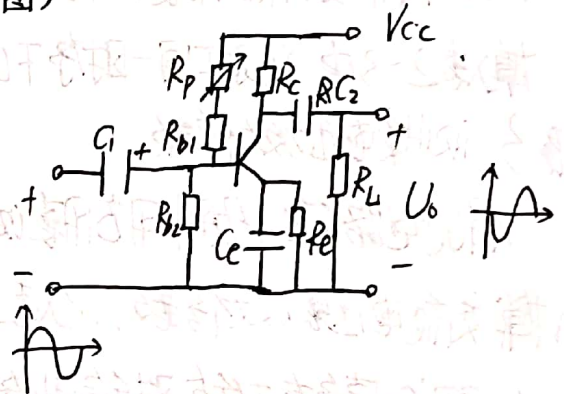
## 二、实验设备及元器件

直流稳压源	电阻
信号发生器	可调电阻器
示波器	电容
手持万用表	短接桥和导线
三极管 NPN	93L 万板

## 三、实验原理（重点简述实验原理，画出原理图）

共射分压偏置交流电压放大电路，如图

晶体管非线性器件，为了不产生非线性失真，必须建立一合适的静态工作点，使其工作在放大区。Q点过低，晶体管进入截止区，产生截止失真，Q点过高，晶体管将进入饱和区，产生饱和失真， $R_p$  可调节静态



## 四、实验过程

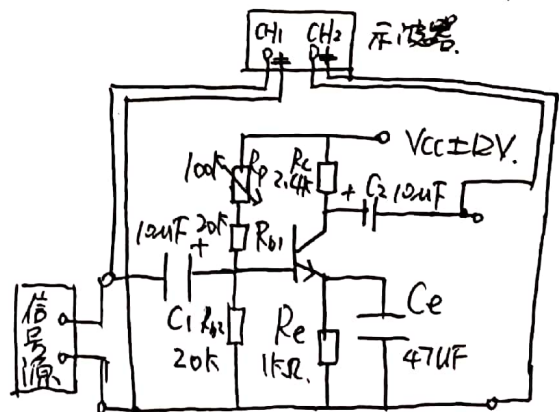
（叙述具体实验过程的步骤和方法，记录实验数据在原始数据表格，如需要引用原始数据表格，请标注出表头，如“实验数据见表 1-”）

示波器观测选取 AC 耦合来提取信号的交流分量分析。

### 1. 调节静态工作点

按图 2-3 接线， $V_{CC} = 12V$ ， $U_i = 10mV$ ，直流电源 12V，从直流稳压电源中取出，分别监测。调节静态工作点的步骤：

- ① 检查电路，接通电源。
- ② 接入示波器。
- ③ 调节  $R_p$ ，使示波器 AC 耦合，mes 测量峰值或有效值，使输入电压幅度达最大且波形不失真，此时静态工作点最佳。





态工作点。

共射极放大电路  $A_u = \frac{U_o}{U_i} = -\beta \frac{R'_L}{R_{be}}$

测量放大倍数在保证静态工作点工作在最佳位置, 输出波形中幅度最高且不失真的前提下进行的。

第四步, 断开信号源接线, 用万用表测相关数据填入表2-2中。

2.  $C_e$  影响。

保持  $R_p$  不变, 用万用表测  $U_i$ , 用交流电压档测  $C_e$  输出电压  $U_o$ , 计算放大倍数填入表2-3中, 记录同一时序下  $U_i, U_o$  波形。

3. 测量电压放大倍数。

保持电路不变, 分别用万用表测负载开路和有载情况下输出电压有效值  $U_o$ 。

计算交流电压放大倍数, 记入表2-4中。

4. 观测静态工作点对输出波形影响。

分别在静态工作点合适, 饱和失真, 截止失真, 输入信号增大情况下测相关数据。

记录测量得到各参数以及计算静态工作点值。



## 五、实验数据分析

（按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析处理，并对实验结果做出判断，如需绘制曲线请在坐标纸中进行）

1、在同时序下，绘制表 2-3 中  $u_i$  和  $u_o$  波形，推导说明  $C_e$  变化对输出波形影响的原因（幅值、相位）。

$$C_e \text{ 存在下, } \dot{A}_{u_i} = -\frac{\beta R_c}{r_{be}}$$

$$C_e \text{ 断开时, } \dot{A}_{u_i} = \frac{-\beta R_c}{r_{be} + (1+\beta)R_e}$$

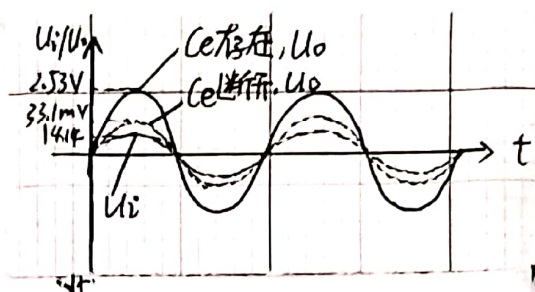
故  $C_e$  存在时，放大倍数显著增大。

相位几乎不变。

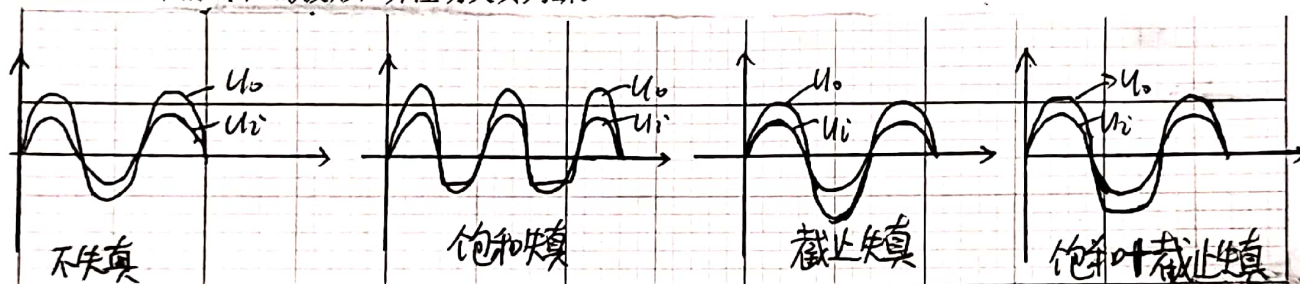
2、根据表 2-4，并推导分析负载变化对交流电压放大倍数的影响原因。

负载越大，交流放大倍数越大，

$$\dot{A}_{u_i} = -\frac{\beta R_c // R_L}{r_{be}}$$



3、绘制表 2-5 中的  $u_i$  和  $u_o$  波形，并注明失真判断。



## 六、问题思考

（回答指导书中的思考题）

1. 输入信号合适的情况下，晶体管放大电路出现饱和失真或截止失真的原因是什么？在电路中应调整哪个元件才能消除失真？

晶体管工作在饱和区或截止区，在电路中调节静态工作点，调节电阻，使其工作在合适的静态工作点，即可以消除失真。

2. 在此次使用的放大电路中，如何提高电压放大倍数？

理论上  $A_u = -\frac{\beta R_c}{r_{be}}$ ， $\beta$  和  $r_{be}$  为管子参数，不可更改。

可以提高  $R_c$  阻值，即可提高电压放大倍数。

3. 总结失真类型的判断方法，说明本实验中的放大电路的输出出现削顶失真时，为截止失真，还是饱和失真？这一结论适用于由 PNP 型管构成的共射级放大电路吗？请说明理由。

出现削顶失真为截止失真。

不适用，由 ~~PNP~~ PNP 型管构成的共射放大电路， $U_{CE} < 0$ ，顶部失真时（削顶失真）

$U_{CE}$  越接近 0，~~更~~ 为饱和失真造成。

故 PNP 型管子，削顶失真时为饱和失真，削底失真时为截止失真。

## 七、实验体会与建议

1. 了解了静态工作点改变对放大电路的影响，

2. 观察了解饱和失真和截止失真。