

第二章 基本放大电路

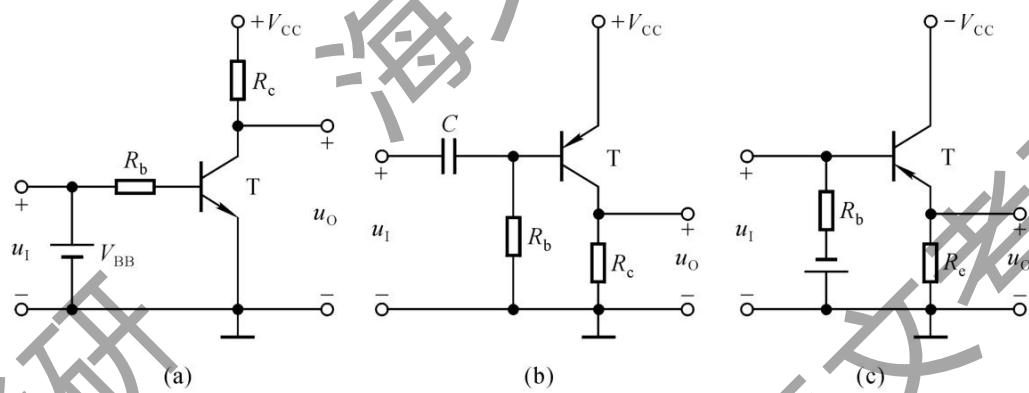
自 测 题

一、在括号内用“√”或“×”表明下列说法是否正确。

- (1) 只有电路既放大电流又放大电压，才称其有放大作用；() (2)
可以说任何放大电路都有功率放大作用；()
(3) 放大电路中输出的电流和电压都是由有源元件提供的；() (4)
电路中各电量的交流成份是交流信号源提供的；()
(5) 放大电路必须加上合适的直流电源才能正常工作；()
(6) 由于放大的对象是变化量，所以当输入信号为直流信号时，任何
放大电路的输出都毫无变化；()
(7) 只要是共射放大电路，输出电压的底部失真都是饱和失真。()

解：(1) × (2) √ (3) × (4) × (5) √ (6) ×
(7) ×

二、试分析图 T2.2 所示各电路是否能够放大正弦交流信号，简述理由。
设图中所有电容对交流信号均可视为短路。



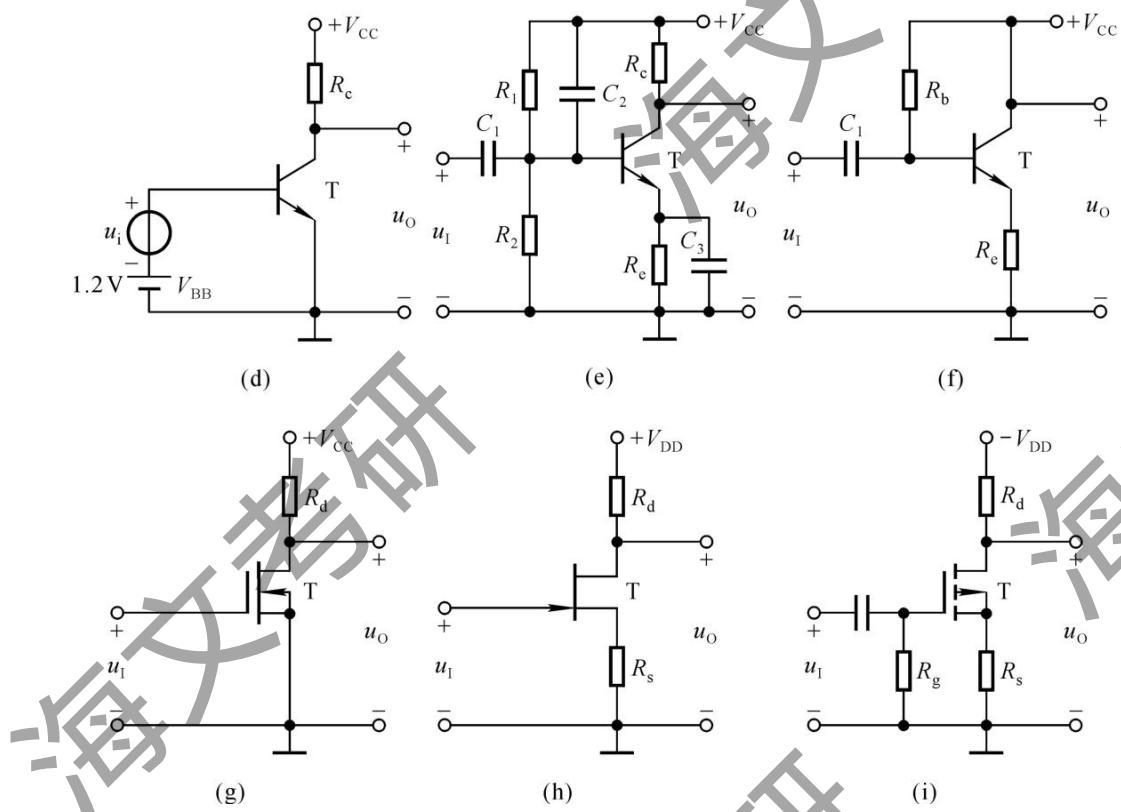


图 T2.2

解：(a) 不能。因为输入信号被 V_{BB} 短路。

(b) 可能。

(c) 不能。因为输入信号作用于基极与地之间，不能驱动在静态电压之上，必然失真。

(d) 不能。晶体管将因发射结电压过大而损坏。

(e) 不能。因为输入信号被 C_2 短路。

(f) 不能。因为输出信号被 V_{CC} 短路，恒为零。

(g) 可能。

(h) 不合理。因为 G-S 间电压将大于零。

(i) 不能。因为 T 截止。

三、在图 T2.3 所示电路中，已知 $V_{CC}=12V$ ，晶体管的 $\beta=100$ ， $R_b=100k\Omega$ 。填空：要求先填文字表达式后填得数。

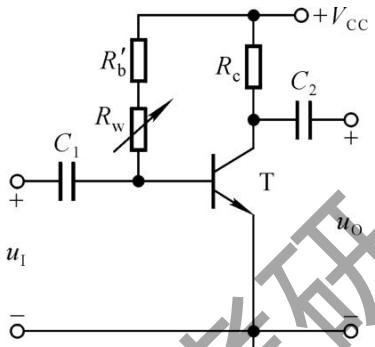


图 T2.3

(1) 当 $U_i = 0V$ 时，测得 $U_{BEQ}=0.7V$ ，若要基极电流 $I_{BQ}=20 \mu A$ ，则 R' 和 R_w 之和 $R_b = \underline{\hspace{2cm}} \approx \underline{\hspace{2cm}} k\Omega$ ；而若测得 $U_{CEQ}=6V$ ，则 $R_c=\underline{\hspace{2cm}} \approx \underline{\hspace{2cm}} k\Omega$ 。

(2) 若测得输入电压有效值 $U_i=5mV$ 时，输出电压有效值 $U_o=0.6V$ ，则电压放大倍数 $A_u = \underline{\hspace{2cm}} \approx \underline{\hspace{2cm}}$ 。

若负载电阻 R_L 值与 R_c 相等，则带上负载后输出电压有效值 $U_o = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} V$ 。

解：(1) $(V_{CC} - U_{BEQ})/I_{BQ} = 565$ ； $(V_{CC} - U_{CEQ})/\beta I_{BQ} = 3$ 。

(2) $-U_o/U_i = 120$ ； $\frac{R_L}{R_c + R_L} \cdot U_o = 0.3$ 。

四、已知图 T2.3 所示电路中 $V_{CC}=12V$ ， $R_c=3k\Omega$ ，静态管压降 $U_{CEQ}=6V$ ；并在输出端加负载电阻 R_L ，其阻值为 $3k\Omega$ 。选择一个合适的答案填入空内。

(1) 该电路的最大不失真输出电压有效值 $U_{om} \approx \underline{\hspace{2cm}}$ ；

- A. 2V B. 3V C. 6V

(2) 当 $U_i = 1mV$ 时，若在不失真的条件下，减小 R_w ，则输出电压的幅值将 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

- A. 减小 B. 不变 C. 增大

(3) 在 $U_i = 1mV$ 时，将 R_w 调到输出电压最大且刚好不失真，若此时增大输入电压，则输出电压波形将 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

- A. 顶部失真 B. 底部失真 C. 为正弦波

(4) 若发现电路出现饱和失真，则为消除失真，可将 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

- A. R_w 减小 B. R_c 减小 C. V_{CC} 减小

解：(1) A (2) C (3) B (4) B

五、现有直接耦合基本放大电路如下：

- A. 共射电路 B. 共集电路 C. 共基电路
D. 共源电路 E. 共漏电路

它们的电路分别如图 2.2.1、2.5.1(a)、2.5.4(a)、2.7.2 和 2.7.9(a)所示；
设图中 $R_e < R_b$ ，且 $I_{CQ} = I_{DQ}$ 均相等。

选择正确答案填入空内，只需填 A、B、……

- (1) 输入电阻最小的电路是 ____，最大的是 ____；
(2) 输出电阻最小的电路是 ____；
(3) 有电压放大作用的电路是 ____；
(4) 有电流放大作用的电路是 ____；
(5) 高频特性最好的电路是 ____；
(6) 输入电压与输出电压同相的电路是 ____；反相的电路
是 ____。

解：(1) C, D, E (2) B (3) A, C, D
(4) A, B, D, E (5) C (6) B, C, E, A, D

六、未画完的场效应管放大电路如图 T2.6 所示，试将合适的场效应管接入电路，使之能够正常放大。要求给出两种方案。

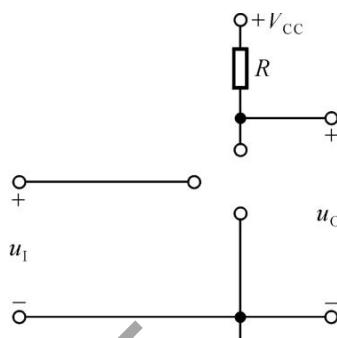
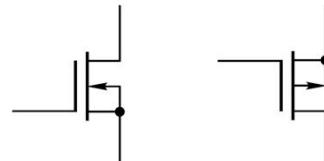


图 T2.6

解：根据电路接法，可分别采用耗尽型 N 沟道和 P 沟道 MOS 管，如解图 T2.6 所示。



解图 T2.6

习题

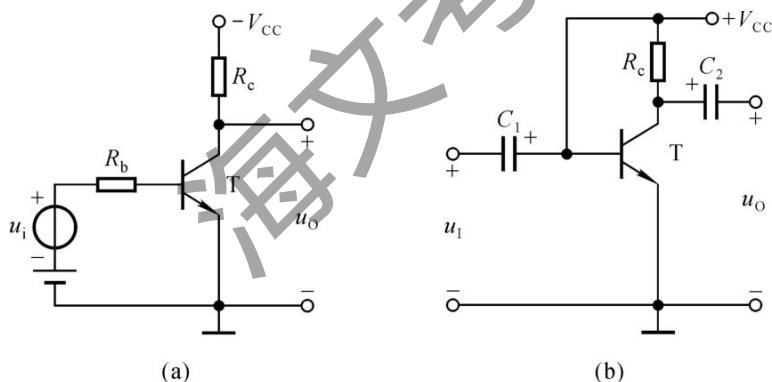
2.1 按要求填写下表。

电路名称	连接方式 (e、c、b)			性能比较 (大、中、小)				
	公共极	输入极	输出极	$ A _u$	A_i	R_i	R_o	其它
共射电路								
共集电路								
共基电路								

解：答案如表所示。

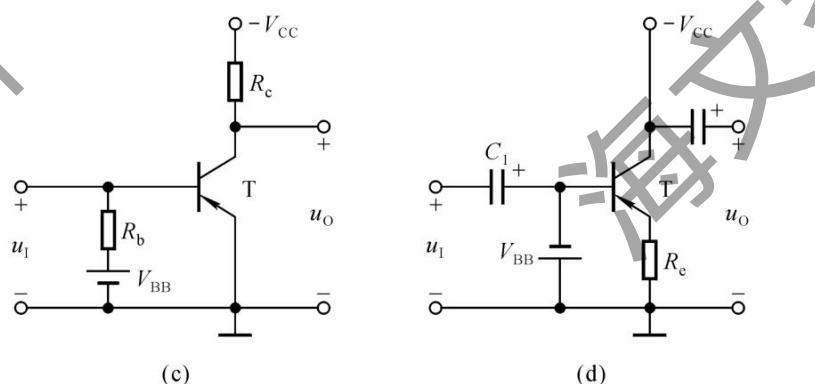
电路名称	连接方式			性能比较 (大、中、小)				
	公共端	输入端	输出端	$ A _u$	A	R_i	R_o	其它
共射电路	e	b	c	大	大	小	大	
共集电路	c	b	e	小	大	大	小	
共基电路	b	e	c	大	小	小	大	频带宽

2.2 分别改正图 P2.2 所示各电路中的错误，使它们有可能放大正弦波信号。要求保留电路原来的共射接法和耦合方式。



(a)

(b)



(c)

(d)

图 P2.2

- 解：(a) 将 $-V_{CC}$ 改为 $+V_{CC}$ 。
 (b) 在 $+V_{CC}$ 与基极之间加 R_b 。
 (c) 将 V_{BB} 反接，且在输入端串联一个电阻。
 (d) 在 V_{BB} 支路加 R_b ，在 $-V_{CC}$ 与集电极之间加 R_c 。

2.3 画出图 P2.3 所示各电路的直流通路和交流通路。设所有电容对交流信号均可视为短路。

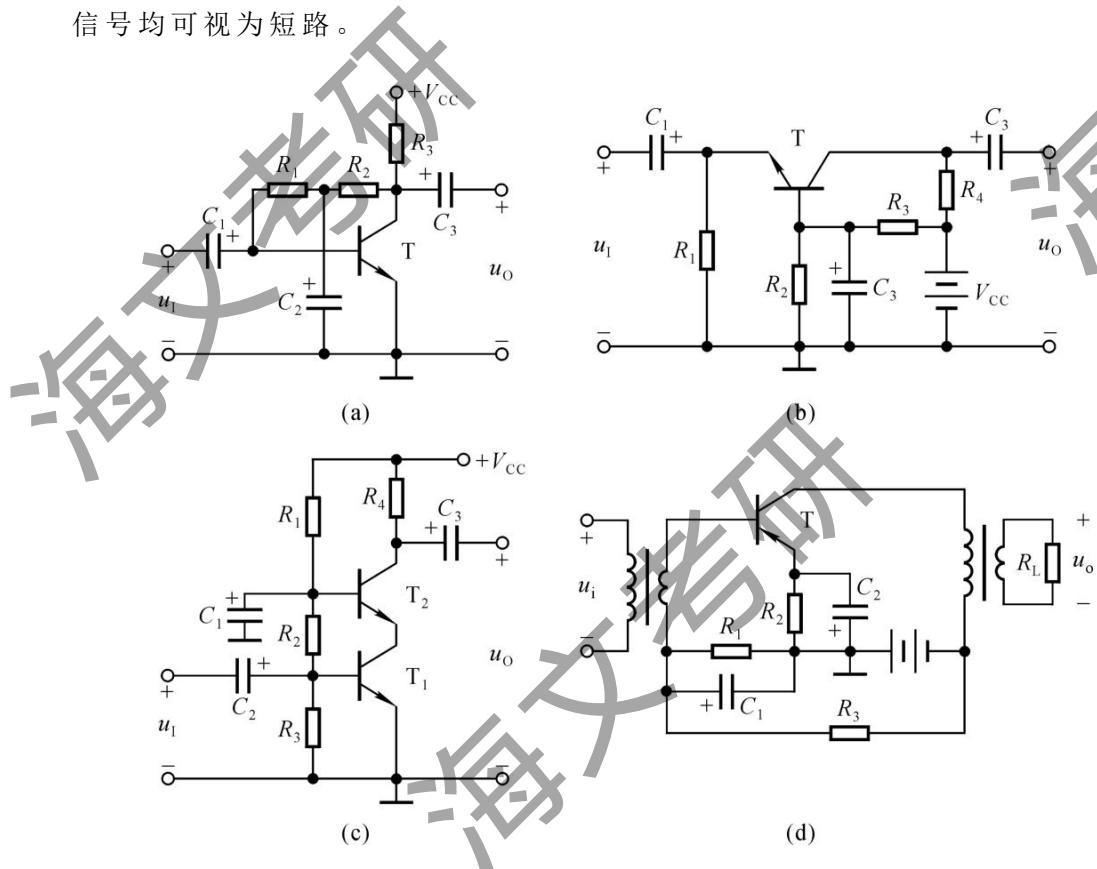
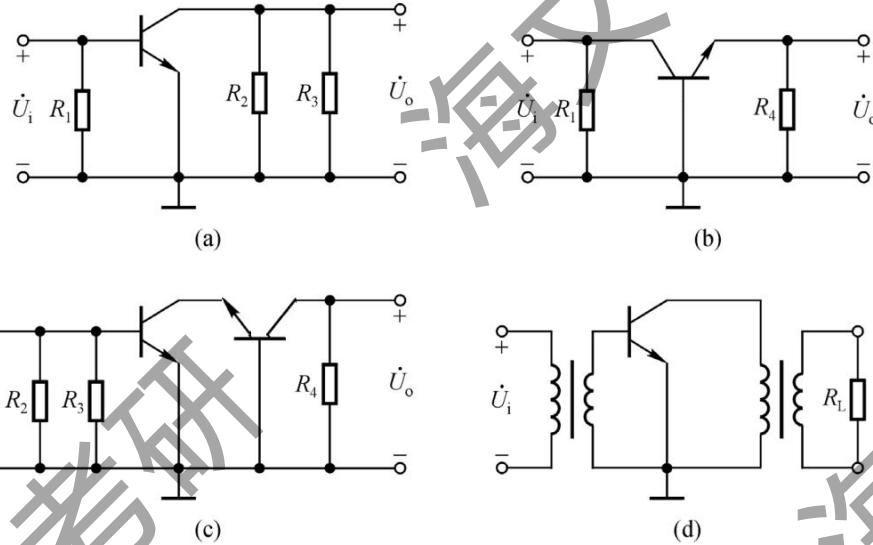


图 P2.3

解：将电容开路、变压器线圈短路即为直流通路，图略。

图 P2.3 所示各电路的交流通路如解图 P2.3 所示；



解图 P2.3

2.4 电路如图 P2.4 (a) 所示, 图 (b) 是晶体管的输出特性, 静态时 $U_{BEQ} = 0.7V$ 。利用图解法分别求出 $R_L = \infty$ 和 $R_L = 3k\Omega$ 时的静态工作点和最大不失真输出电压 U_{om} (有效值)。

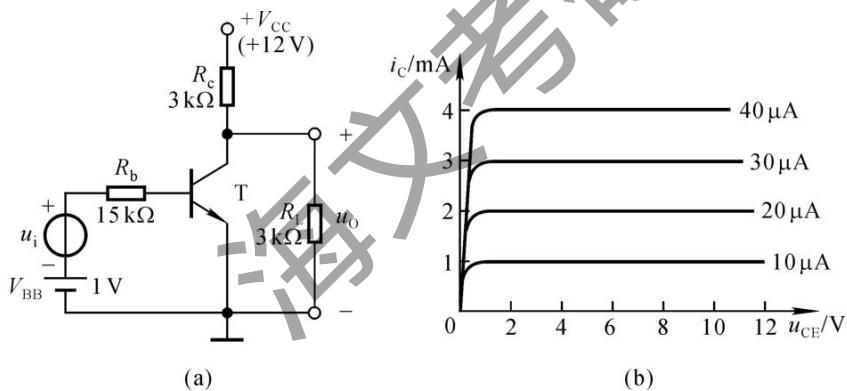
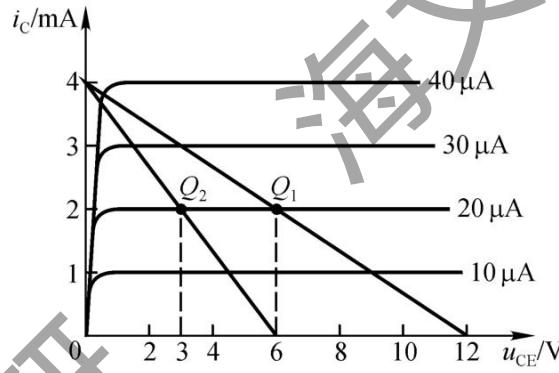


图 P2.4

解: 空载时: $I_{BQ} = 20 \mu A$, $I_{CQ} = 2mA$, $U_{CEQ} = 6V$; 最大不失真输出电压峰值约为 5.3V, 有效值约为 3.75V。

带载时: $I_{BQ} = 20 \mu A$, $I_{CQ} = 2mA$, $U_{CEQ} = 3V$; 最大不失真输出电压峰值约为 2.3V, 有效值约为 1.63V。

如解图 P2.4 所示。



解图 P2.4

2.5 在图 P2.5 所示电路中，已知晶体管的 $\beta = 80$, $r_{be} = 1k\Omega$, $U_i = 20mV$;
静态时 $U_{BEQ} = 0.7V$, $U_{CEQ} = 4V$, $I_{BQ} = 20 \mu A$ 。判断下列结论是否正确，凡对的在括号内打“√”，否则打“×”。

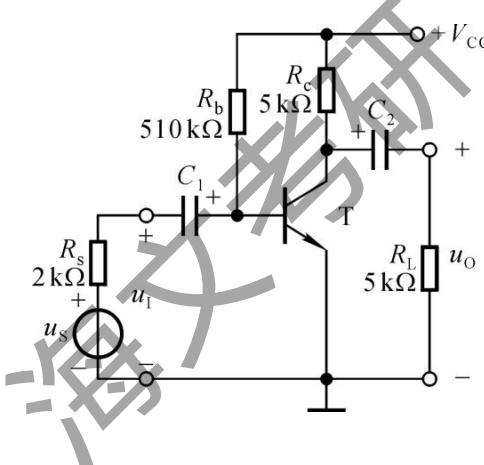


图 P2.5

$$(1) A_v = -\frac{4}{20 \cdot 10^{-3}} = -200 \quad (\quad)$$

$$(2) A_u = \frac{4}{\theta} \approx -5.71 \quad (\quad)$$

$$(3) A_u = \frac{80 \times 5}{1} = -400 \quad (\quad)$$

$$(4) A_u = \frac{80 \times 3}{1} = -200 \quad (\quad)$$

$$(5) R_v = \left(\frac{20}{20}\right)k\Omega = 1k\Omega \quad (\quad)$$

$$(6) R_v = \left(\frac{20}{0.02}\right)k\Omega = 35k\Omega \quad (\quad)$$

$$(7) R_v \approx \underline{\quad} \quad (\quad)$$

$$(8) R_v \approx \underline{\quad} \quad (\quad)$$

$$(9) R_o \approx \underline{k\Omega} \quad (\quad)$$

$$(10) R_o \approx \underline{3} \text{ k} \quad (\quad)$$

$$(11) U_s \approx 20mV \quad (\quad)$$

$$U_s \approx 60mV \quad (\quad)$$

解: (1) × (2) × (3) × (4) √ (5) × (6) ×
 (7) × (8) √ (9) √ (10) × (11) × (12) √

2.6 电路如图 P2.6 所示, 已知晶体管 $\beta = 50$, 在下列情况下, 用直流电压表测晶体管的集电极电位, 应分别为多少? 设 $V_{CC} = 12V$, 晶体管饱和管压降 $U_{CES} = 0.5V$ 。

- (1) 正常情况 (2) R_{b1} 短路 (3) R_{b1} 开路
 (4) R_{b2} 开路 (5) R_c 短路

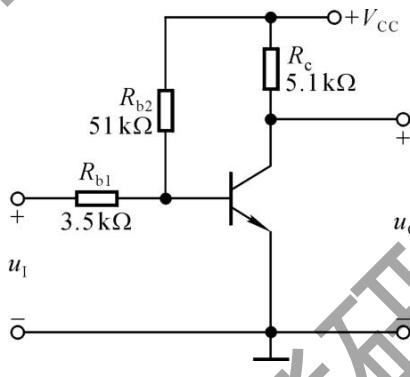


图 P2.6

解: 设 $U_{BE} = 0.7V$ 。则

- (1) 基极静态电流

$$I_B = \frac{V_C - U_{BE}}{R_{b2}} = \frac{12 - 0.7}{51} \approx 0.022mA$$

$$U_C = V_{CC} - I_C R_c \approx 4V$$

- (2) 由于 $U_{BE} = 0V$, T 截止, $U_C = 12V$ 。

- (3) 临界饱和基极电流

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{\beta R_c} \approx 0.045mA$$

实际基极电流

$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_{b2}} \approx 0.22mA$$

由于 $I_B > I_{BS}$, 故 T 饱和, $U_C = U_{CES} = 0.5V$ 。

- (4) T 截止, $U_C = 12V$ 。

- (5) 由于集电极直接接直流电源, $U_C = V_{CC} = 12V$

2.7 电路如图 P2.7 所示，晶体管的 $\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BEQ}} = 100$ 。分别计算 $R_L = \infty$ 和 $R_L = 3k\Omega$ 时的 Q 点、 A_u 、 R_i 和 R_o 。

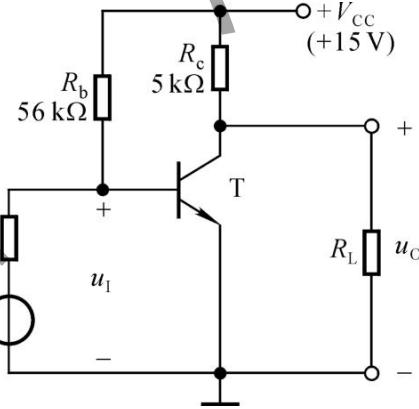


图 P2.7

解 2.7 在空载和带负载情况下，电路的静态电流、 r_{be} 均相等，它们分别为

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b} = \frac{U_{BEQ}}{R_b} \approx 22 \mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.76 mA$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{V_{T_{EQ}}}{I_{BEQ}} \approx 3 k\Omega$$

空载时，静态管压降、电压放大倍数、输入电阻和输出电阻分别为

$$U_{CE} = V_C - I_{CQ} R_c \approx 0 V$$

$$A_u = -\frac{\beta R_c}{r_{be}} \approx -308$$

$$R_i = R_b // r_{be} \approx r_{be} \approx 3 k\Omega$$

$$A_{us} \approx \frac{r_{be}}{R_s + r_{be}} \cdot A \approx -93$$

$$R_o = R_c = 5 k\Omega$$

$R_L = 5 k\Omega$ 时，静态管压降、电压放大倍数分别为

$$U_{CEQ} = \frac{R_L}{R_c + R_L} - I_{CQ}(R_c // R_L) \approx 3 \text{ V}$$

$$A_u = -\frac{\beta R_L}{r_{be}} \approx -115$$

$$A_{us} \approx \frac{r_{be}}{R_s + r_{be}} \cdot A_u \approx -47$$

$$R_i = R_b // r_{be} \approx r_{be} \approx 3 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_c = 5 \text{ k}\Omega$$

2.8 在图 P2.7 所示电路中，由于电路参数不同，在信号源电压为正弦波时，测得输出波形如图 P2.8 (a)、(b)、(c) 所示，试说明电路分别产生了什么失真，如何消除。

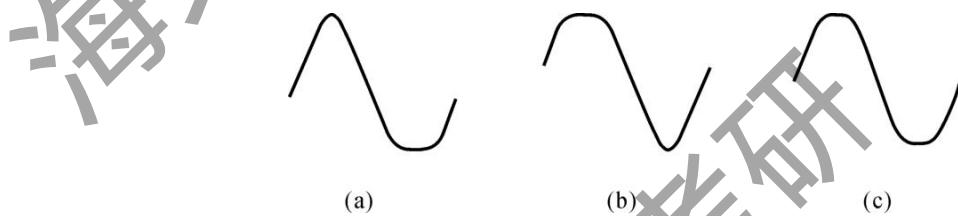


图 P2.8

解：(a) 饱和失真，增大 R_b ，减小 R_c 。

(b) 截止失真，减小 R_b 。

(c) 同时出现饱和失真和截止失真，应增大 V_{CC} 。

2.9 若由 PNP 型管组成的共射电路中，输出电压波形如图 P2.8(a)、(b)、(c) 所示，则分别产生了什么失真？

解：(a) 截止失真；(b) 饱和失真；(c) 同时出现饱和失真和截止失真。

2.10 已知图 P2.10 所示电路中晶体管的 $\beta = 100$, $r_{be} = 1k\Omega$ 。

(1) 现已测得静态管压降 $U_{CEQ} = 6V$, 估算 R_b 约为多少千欧;

(2) 若测得 U_{BEQ} 和 U_o 的有效值分别为 $1mV$ 和 $100mV$, 则负载电阻 R_L 为多少千欧?

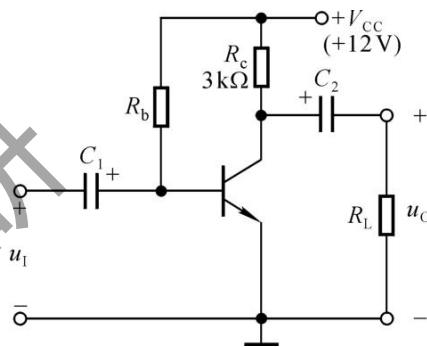


图 P2.10

解:(1) 求解 R_b

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - U_{CEQ}}{R_c} = 2mA$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 20\mu A$$

$$R_b = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{I_{BQ}} \approx 565 k\Omega$$

(2) 求解 R_L :

$$A_u = -\frac{U_o}{U_i} = -100 \quad A_u' = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} \quad R'_L = 1k\Omega$$

$$\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_L} = 1 \quad R_L = 5 k\Omega$$

2.11 在图 P2.10 所示电路中，设静态时 $I_{CQ}=2\text{mA}$ ，晶体管饱和管压降 $U_{CES}=0.6\text{V}$ 。试问：当负载电阻 $R_L=\infty$ 和 $R_L=3\text{k}\Omega$ 时电路的最大不失真输出电压各为多少伏？

解：由于 $I_{CQ}=2\text{mA}$ ，所以 $U_{CEQ}=V_{CC}-I_{CQ}R_C=6\text{V}$ 。

空载时，输入信号增大到一定幅值，电路首先出现饱和失真。故

$$U_{om} = \frac{U_{CEQ} - U_{CES}}{\sqrt{2}} \approx 3.82\text{V}$$

$R_L = \text{k}\Omega$ 时，当输入信号增大到一定幅值，电路首先出现截止失真。故

$$U_{om} = \frac{I_{CQ}R_L}{\sqrt{2}} \approx 2.12\text{V}$$

2.12 在图 P2.10 所示电路中，设某一参数变化时其余参数不变，在表中填入①增大②减小或③基本不变。

参数变化	I_{BQ}	U_{CEQ}	A_u	R_i	R_o
R_b 增大					
R_c 增大					
R_L 增大					

解：答案如解表 P2.12 所示。

解表 P2.12 所示

参数变化	I_{BQ}	U_{CEQ}	A_u	R_i	R_o
R_b 增大	②	①	②	①	③
R_c 增大	③	②	①	③	①
R_L 增大	③	③	①	③	③

2.13 电路如图 P2.13 所示，晶体管的 $\beta = \frac{I_{fb}}{I_{bb}} = 100$ 。

- (1) 求电路的 Q 点、 A_u 、 R_i 和 R_o ；
- (2) 若电容 C_e 开路，则将引起电路的哪些动态参数发生变化？如何变化？

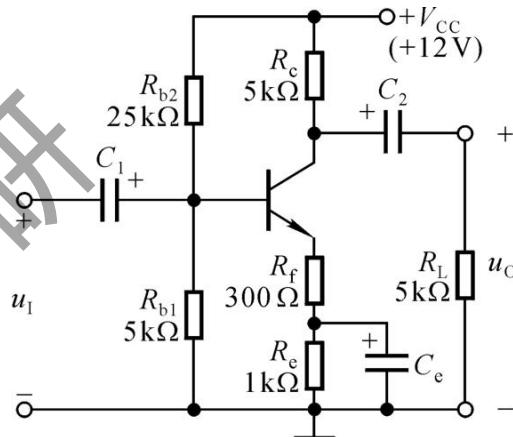


图 P2.13

解：(1) 静态分析：

$$U_{BQ} \approx \frac{R_{b1}}{R_b + R_{b2}} \cdot V_{CC} = 2 \text{ V}$$

$$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_f + R_e} \approx 1 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta} \approx 10 \mu \text{A}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_f + R_e) = 5 \text{ V}$$

动态分析：

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ}} \approx 273 \text{ k}\Omega$$

$$A_u = -\frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta) R_f} \approx -7$$

$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_f] \approx 3 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = R_c = 5 \text{ k}\Omega$$

(2) R_i 增大， $R_i \approx 4.1 \text{ k}\Omega$ ； $|A_u|$ 减小， $A_u \approx -\frac{R_o}{R_f + R_e} \approx -1.92$ 。

2.14 试求出图 P2.3 (a) 所示电路 Q 点、 A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。

解：Q 点为

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_1 + R_2 + (1 + \beta) R_c}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - (1 + \beta) I_{BQ} R_c$$

A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分别为

$$A_u = -\beta \frac{R_2 // R_3}{r_{be}}, \quad R_i = r_{be} // R_1, \quad R_o = R_2 // R_3$$

2.15 试求出图 P2.3 (b) 所示电路 Q 点、 A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。设静态时 R_2 中的电流远大于 T 的基极电流。

解：Q 点：

$$I_{BQ} = \left(\frac{R_2}{R_2 + R} V - U_{BEQ} \right) / [R_2 // R + (1 + \beta) R_1]$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c + U_{BEQ}$$

A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分别为

$$A_u = \frac{\beta R_4}{r_{be}}$$

$$R_i = R_1 // \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

$$R_o = R_4$$

2.16 试求出图 P2.3 (c) 所示电路 A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。设静态时 R_2 中的电流远大于 T_2 管的基极电流且 R_3 中的电流远大于 T_1 管的基极电流。

解：两只晶体管的静态电流、管压降分析如下：

$$I_{BQ1} \approx \frac{V_{CC} - U_{BEQ1}}{R_1 + R_2} - \frac{U_{BEQ1}}{R_3}$$

$$I_{CQ2} \approx I_{CQ1} = \beta I_{BQ1}$$

$$U_{CQ2} = V_{CC} - I_{CQ2} R_4$$

$$U_{BQ2} \approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} (V_{CC} - U_{BEQ1}) + U_{BEQ1}$$

$$U_{CEQ1} = U_{BQ2} - U_{BEQ2}$$

$$U_{CEQ2} = U_{CQ2} - U_{BQ2} + U_{BEQ2}$$

A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分析如下：

$$A_{u1} = -\frac{\beta_1 \cdot \frac{r_{be2}}{1 + \beta_2}}{r_{be1}}$$

$$A_{u2} = \frac{\beta_2 R_4}{r_{be2}}$$

$$A_u = A_{u2}$$

$$R_i = R_2 // R_3 // r_{be1}$$

$$R_o = R_4$$

2.17 设图 P2.17 所示电路所加输入电压为正弦波。试问：

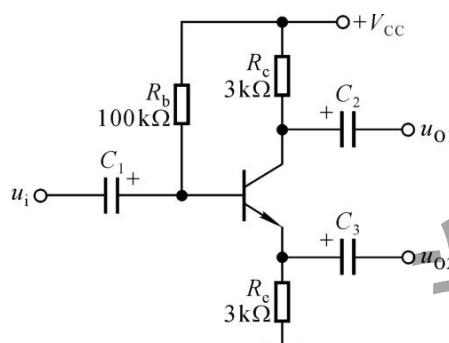


图 P2.17

$$(1) A_u = U_o / U_i \approx ? \quad A_{v_o} = U_{o2} / U_i \approx ?$$

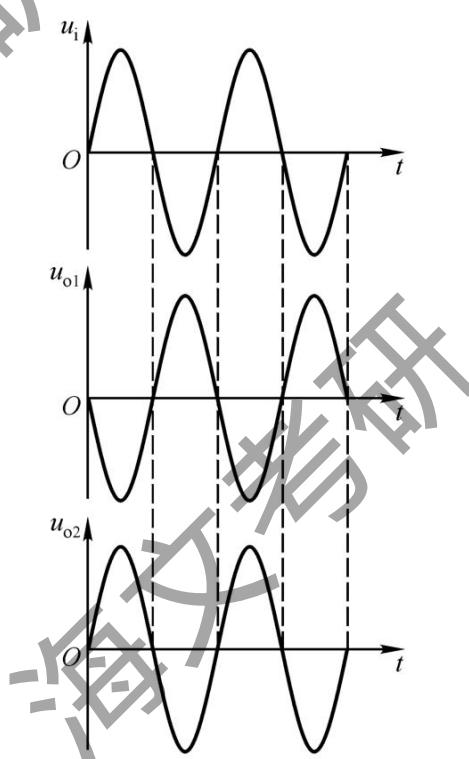
(2) 画出输入电压和输出电压 u_i 、 u_{o1} 、 u_{o2} 的波形;

解: (1) 因为通常 $\beta >> 1$, 所以电压放大倍数分别应为

$$A_{u1} = -\frac{\beta R_c}{I_{be} + (1 + \beta) R_e} \approx -\frac{R_c}{R_e} = -1$$

$$A_{u2} = \frac{(1 + \beta) R_e}{I_{be} + (1 + \beta) R_e} \approx +1$$

(2) 两个电压放大倍数说明 $u_{o1} \approx -u_i$, $u_{o2} \approx u_i$ 。波形如解图 P1.17 所示。



解图 P1.17

2.18 电路如图 P2.18 所示，晶体管的 $\beta = 80$, $r_{be} = 1 k\Omega$ 。

- (1) 求出 Q 点；
- (2) 分别求出 $R_L = \infty$ 和 $R_L = 3 k\Omega$ 时电路的 A_u 和 R_i ；
- (3) 求出 R_o 。

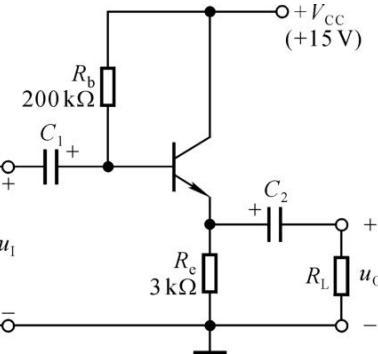


图 P2.18

解：(1) 求解 Q 点：

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e} \approx 32 \mu A$$

$$I_{EQ} = (1 + \beta) I_{BQ} \approx 2.61 mA$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} R_e \approx 7$$

(2) 求解输入电阻和电压放大倍数：

$R_L = \infty$ 时

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1 + \beta) R_e] \approx 110 k\Omega$$

$$A_u = \frac{(1 + \beta) R_e}{r_{be} + (1 + \beta) R_e} \approx 0.996$$

$R_L = 3 k\Omega$ 时

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1 + \beta) R_e // R_L] \approx 76 k\Omega$$

$$A_u = \frac{(1 + \beta) R_e // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_e // R_L} \approx 0.992$$

(3) 求解输出电阻：

$$R_o = R_e // \frac{R // R_b + r_{be}}{1 + \beta} \approx 37 \Omega$$

2.19 电路如图 P2.19 所示，晶体管的 $\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}} = 100$ 。

- (1) 求解 Q 点、 A_u 、 R_i 和 R_o ；
- (2) 设 $U_s = 10\text{mV}$ （有效值），问 $U_i = ?$ $U_o = ?$ 若 C_3 开路，则 $U_i = ?$ $U_o = ?$

= ?

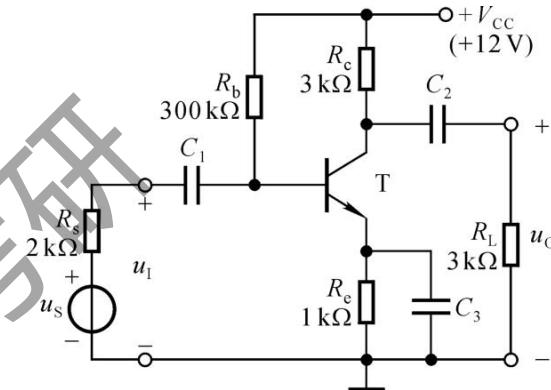


图 P2.19

解：(1) Q 点：

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e} \approx 31 \mu\text{A}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.86 \text{mA}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_e) = 4.56 \text{V}$$

A_u 、 R_i 和 R_o 的分析：

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26}{V_{T_{EQ}}} \approx 952 \Omega$$

$$R_i = R_b // r_{be} \approx 952 \Omega$$

$$A_u = -\frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be}} \approx -95$$

$$R_o = R_c = 3k\Omega$$

(2) 设 $U_s = 10\text{mV}$ （有效值），则

$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 2 \text{ mV}$$

$$U_o = |A| U_i \approx 304 \text{mV}$$

若 C_3 开路，则

$$R_i = R_b \parallel [r_{be} + (1 + \beta) R_e] \approx 51.3 \text{ k}\Omega$$

$$A_u \approx -\frac{R_c \parallel R_L}{R_e} = -5$$

$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} U_s \approx 0 \text{ mV}$$

$$U_o = |A| U_i \approx 14.4 \text{ mV}$$

2.20 改正图 P2.20 所示各电路中的错误，使它们有可能放大正弦波电压。要求保留电路的共漏接法。

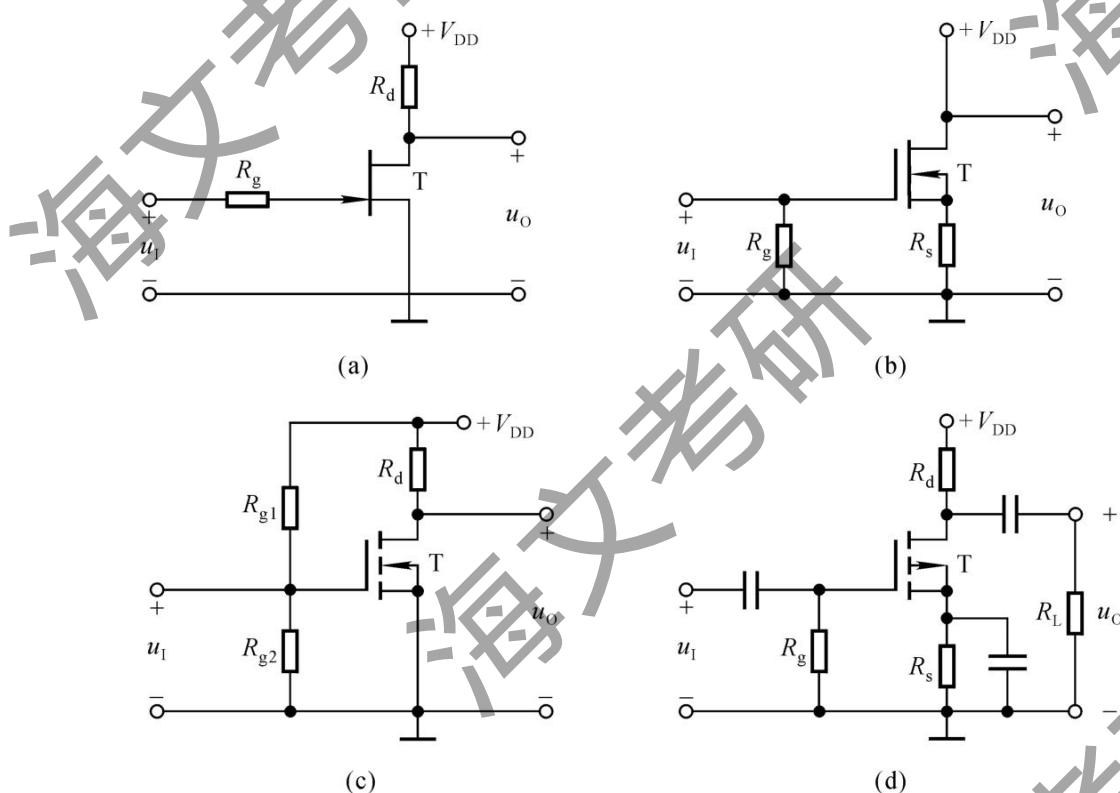


图 P2.20

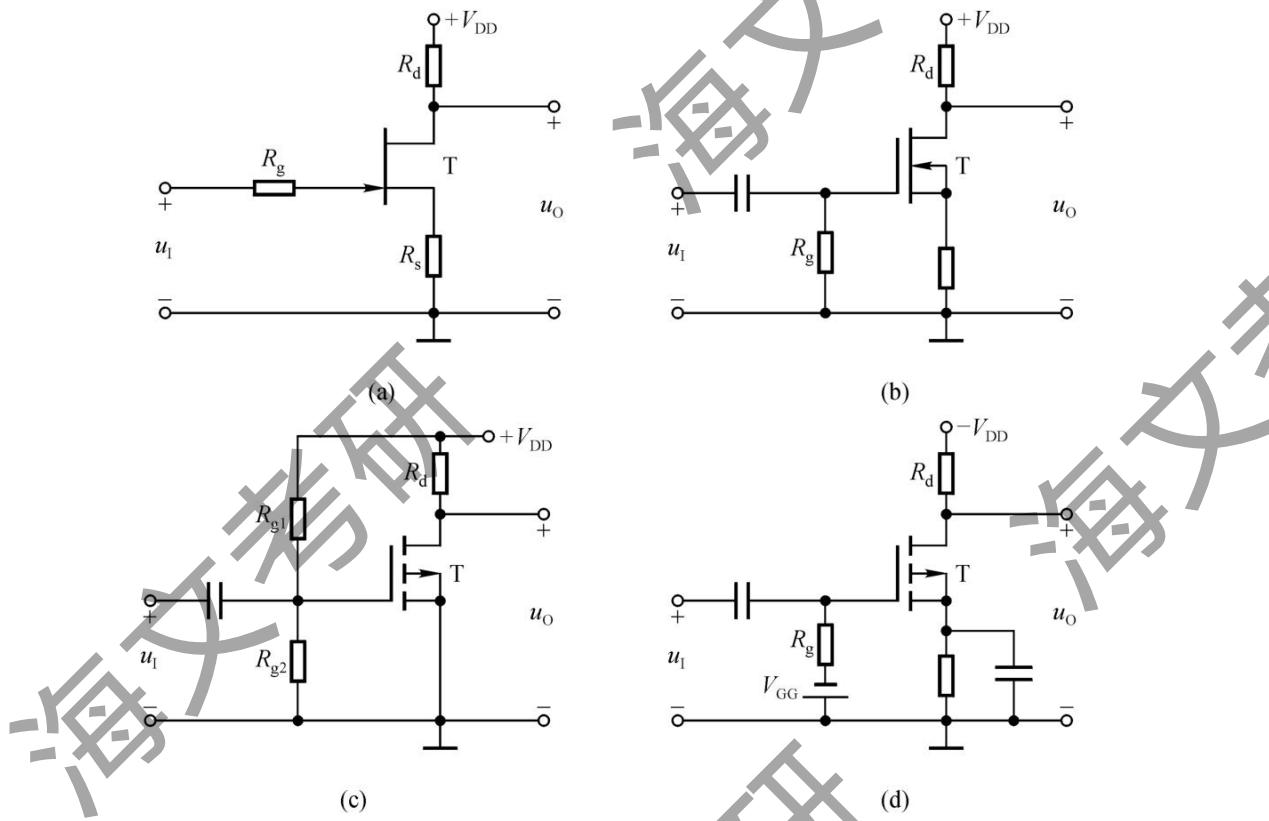
解：(a) 源极加电阻 R_s 。

(b) 漏极加电阻 R_d 。

(c) 输入端加耦合电容。

(d) 在 R_g 支路加 $-V_{GG}$ ， $+V_{DD}$ 改为 $-V_{DD}$

改正电路如解图 P2.20 所示。



解图 P2.20

2.21 已知图 P2.21(a)所示电路中场效应管的转移特性和输出特性分别如图 (b) (c) 所示。

(1) 利用图解法求解 Q 点；

(2) 利用等效电路法求解 A_u 、 R_i 和 R_o 。

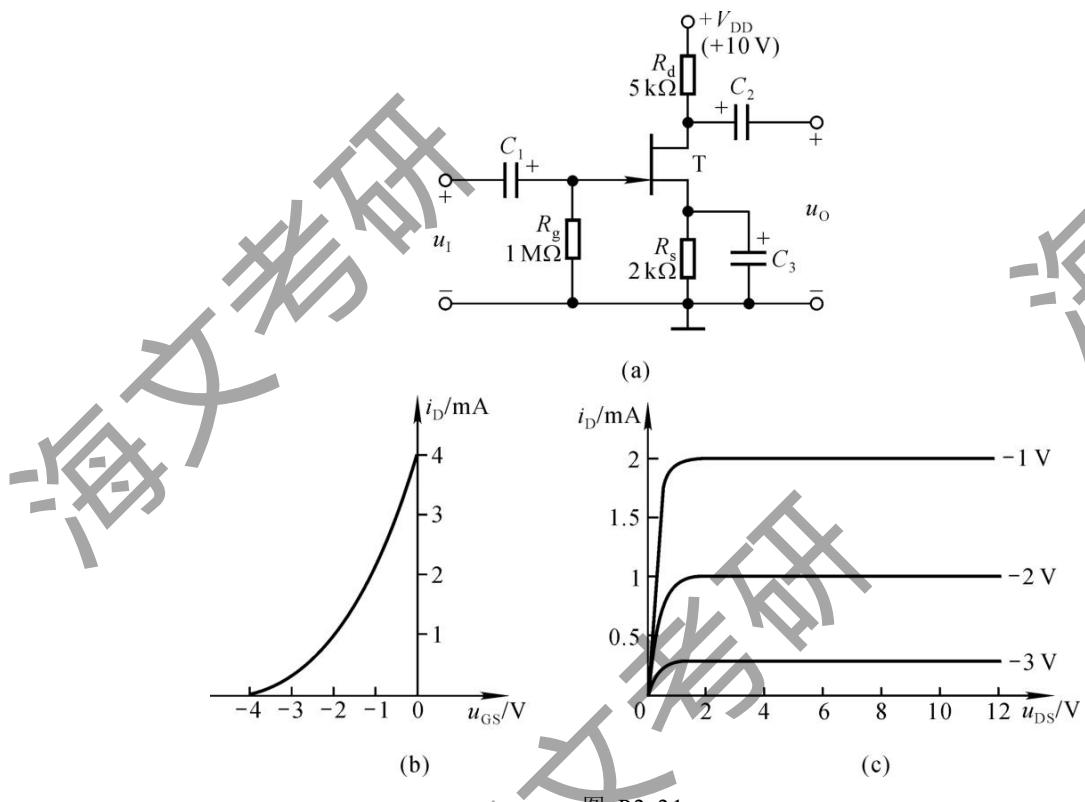
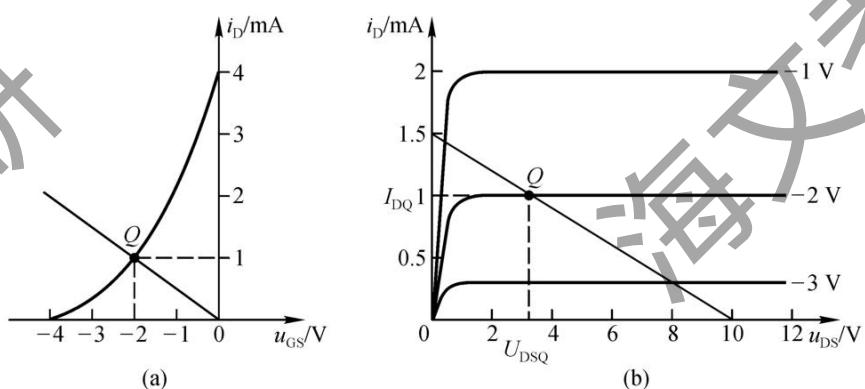


图 P2.21

解：(1) 在转移特性中作直线 $u_{GS} = -i_D R_s$ ，与转移特性的交点即为 Q 点；读出坐标值，得出 $I_{DQ} = 1\text{mA}$ ， $U_{GSQ} = -2\text{V}$ 。如解图 P2.21 (a) 所示。



解图 P2.21

在输出特性中作直流负载线 $u_{DS} = V_{DD} - i_D(R_D + R_S)$ 与 $U_{GSQ} = -2V$ 的那条输出特性曲线的交点为 Q 点， $U_{DSQ} \approx 3V$ 。如解图 P2.21 (b) 所示。

(2) 首先画出交流等效电路 (图略)，然后进行动态分析。

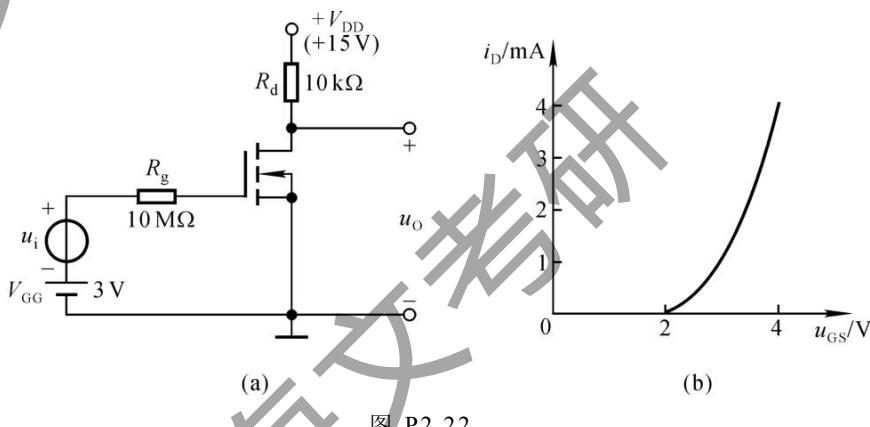
$$g_m = \frac{\partial i_D}{\partial U_{GS}} \Big|_{U_{DS}} = \frac{-2}{U_{GS(\text{off})}} \sqrt{I_{DSS} I_{DQ}} = 1 \text{ mA/V}$$

$$A_u = -g_m R_D = -5$$

$$R_i = R_g = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_o = R_D = 5 \text{ k}\Omega$$

2.22 已知图 P2.22 (a) 所示电路中场效应管的转移特性如图 (b) 所示。
求解电路的 Q 点和 A_u 。



解：(1) 求 Q 点：

根据电路图可知， $U_{GSQ} = V_{GG} = 3V$ 。

从转移特性查得，当 $U_{GSQ} = 3V$ 时的漏极电流

$$I_{DQ} = 1 \text{ mA}$$

因此管压降

$$U_{DSQ} = V_{DD} - I_{DQ} R_D = 5V$$

(2) 求电压放大倍数：

$$g_m = \frac{2}{U_{GS(\text{th})}} \sqrt{I_{DQ} I_{DO}} = 2 \text{ mA/V}$$

$$A_u = -g_m R_D = -20$$

2.23 电路如图 P2.23 所示, 已知场效应管的低频跨导为 g_m , 试写 A_u 、

R_i 和 R_o 的表达式。

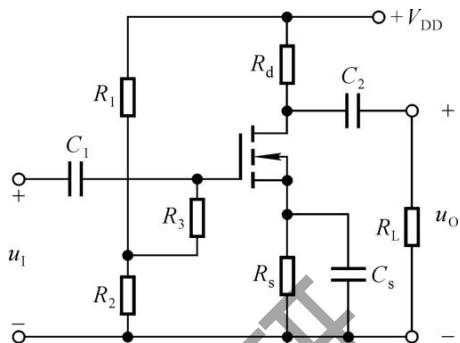


图 P2.23

解: A_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分别为

$$A_u = -g_m(R_D // R_L)$$

$$R_i = R_3 + R_1 // R_2$$

$$R_o = R_D$$

2.24 图 P2.24 中的哪些接法可以构成复合管? 标出它们等效管的类型 (如 NPN 型、PNP 型、N 沟道结型……) 及管脚 (b、e、c、d、g、s)。

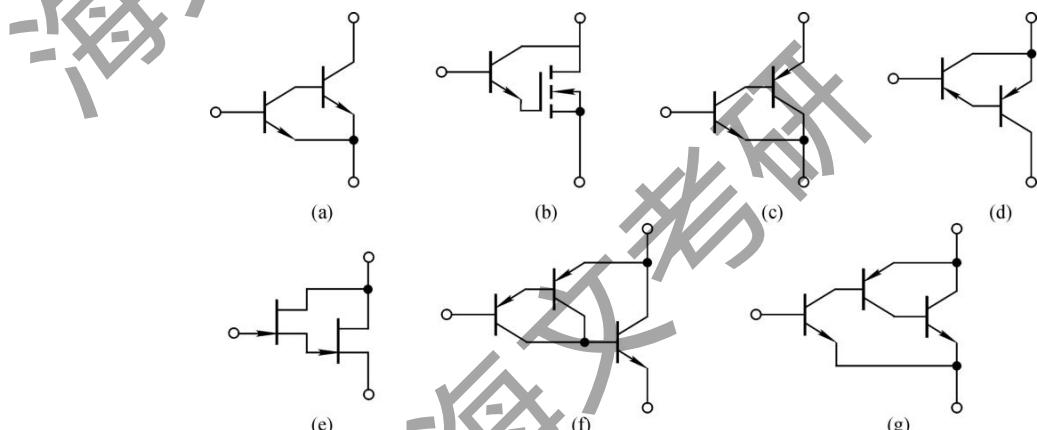


图 P2.24

解: (a) 不能。 (b) 不能。

(c) 构成 NPN 型管, 上端为集电极, 中端为基极, 下端为发射极。

(d) 不能。 (e) 不能。

(f) PNP 型管, 上端为发射极, 中端为基极, 下端为集电极。

(g) 构成 NPN 型管, 上端为集电极, 中端为基极, 下端为发射极。