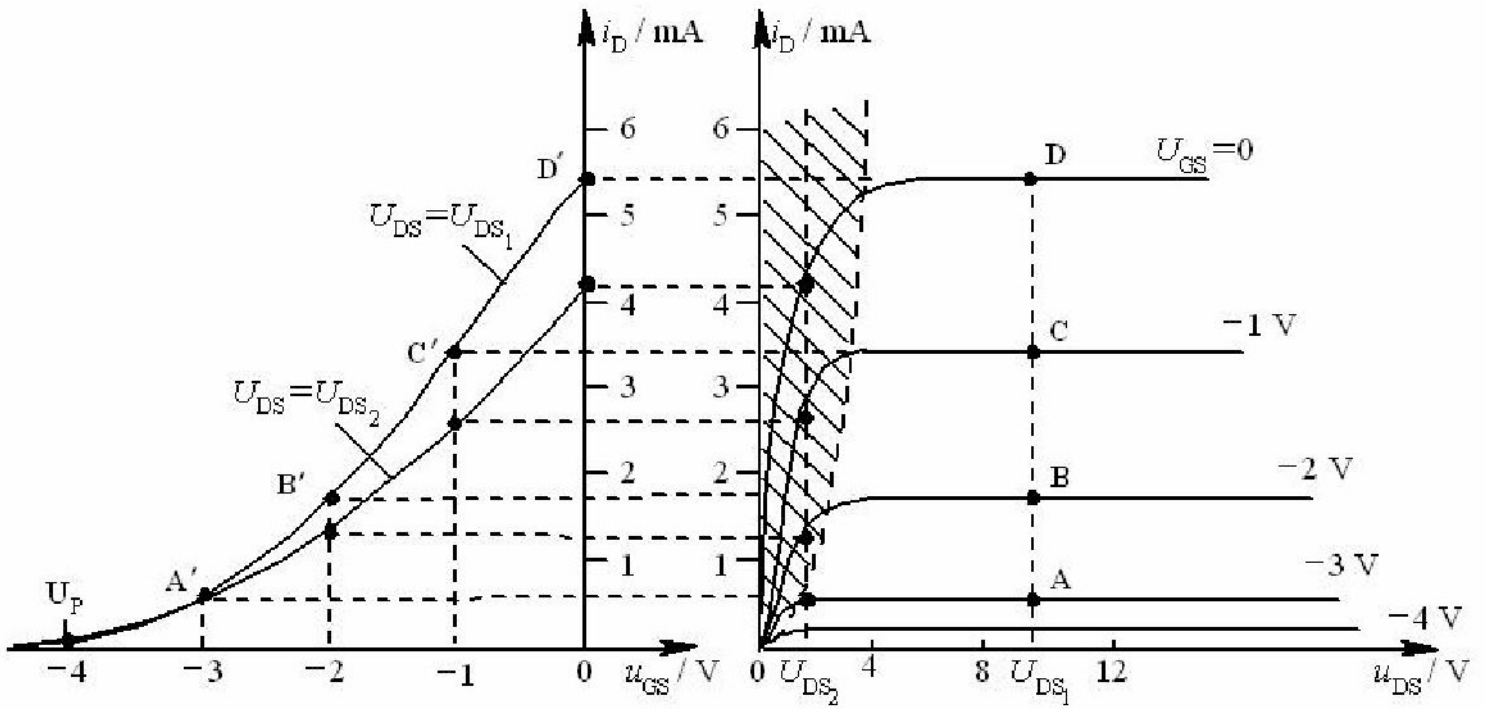
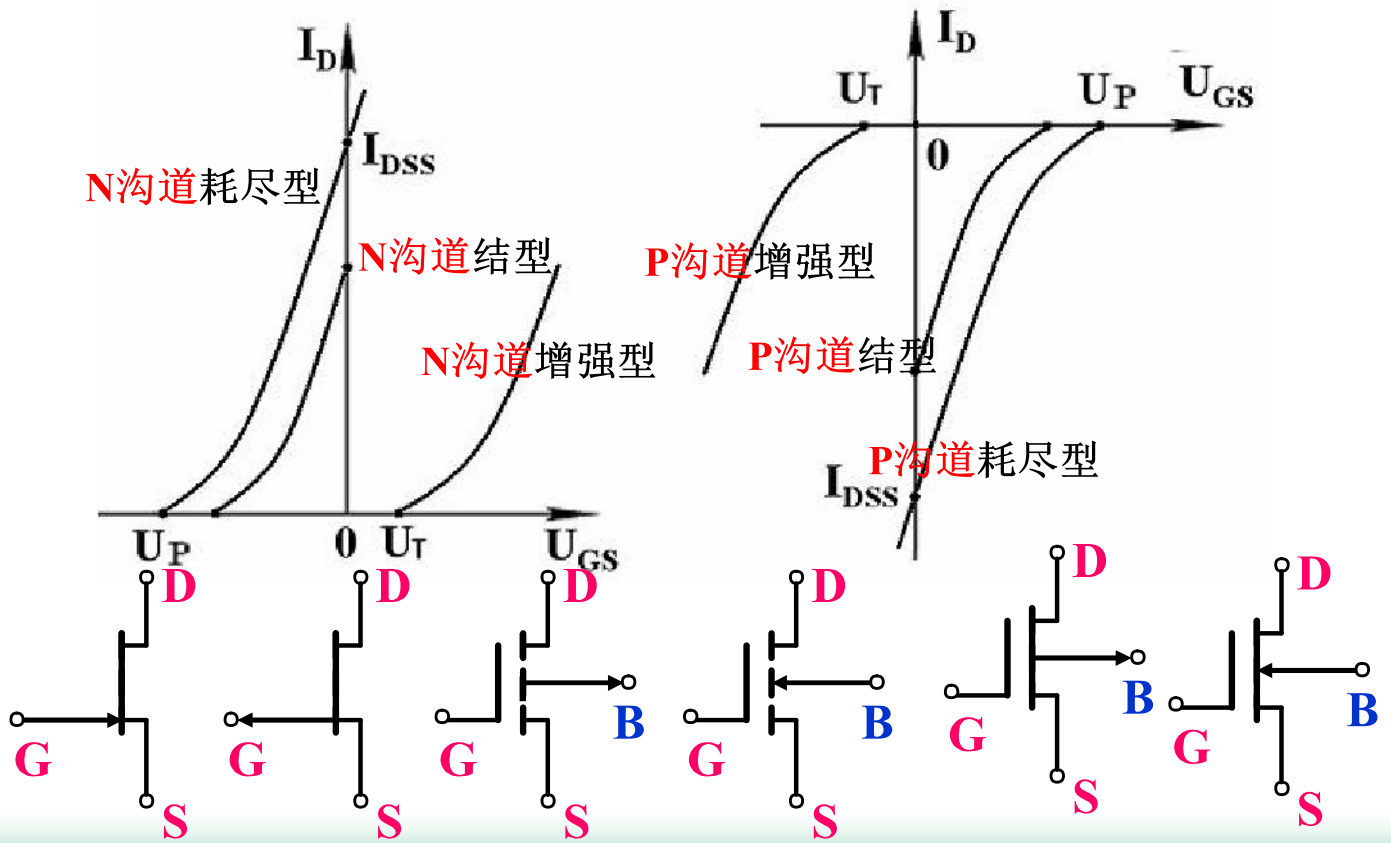


# 第四章 场效应管放大电路



复习:

图示转移特性各对应哪一种类型的场效应管? 该管符号是什么? 输出特性有什么特点? 对直流偏置有什么要求?



# 4.5 场效应管放大电路

## 4.5.1 静态工作点与偏置电路

问题：1.哪种类型的管子？  
2.对直流偏置有什么要求？

$$U_{GS} = -I_D R_S$$

### 一、图解法

#### 1.做直流负载线

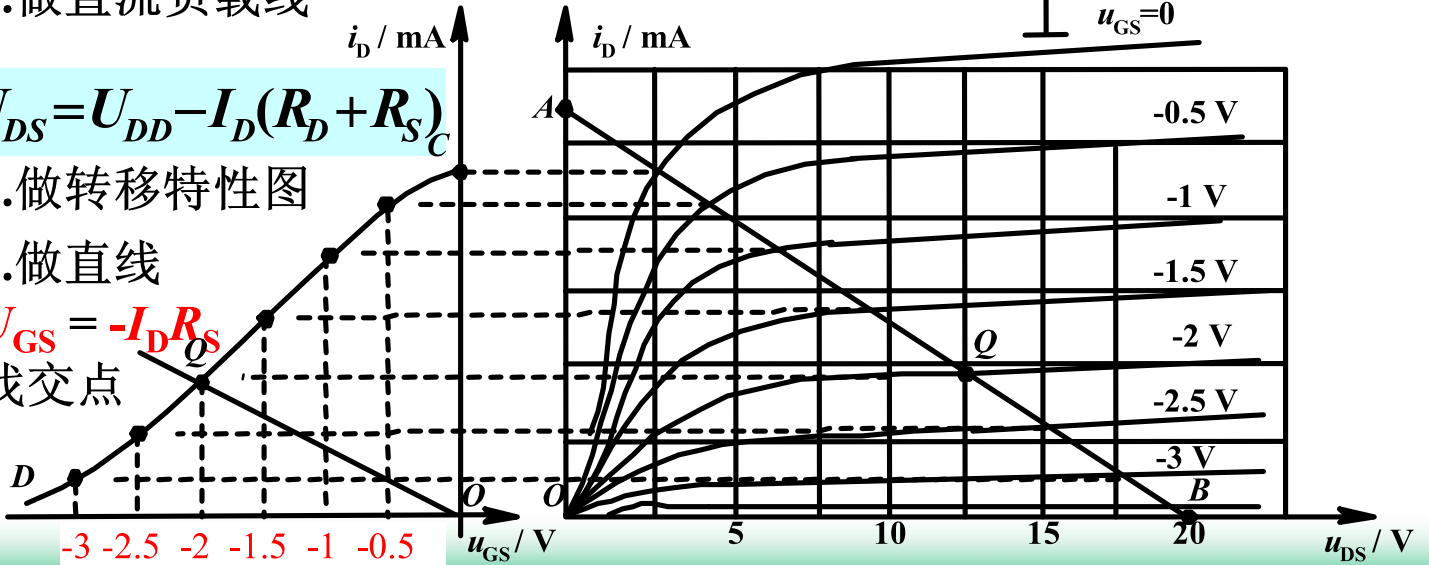
$$U_{DS} = U_{DD} - I_D (R_D + R_S)$$

#### 2.做转移特性图

#### 3.做直线

$$U_{GS} = -I_D R_S$$

找交点



## 4.5 场效应管放大电路

### 4.5.1 静态工作点与偏置电路

**问题：** 1.哪种类型的管子？  
2.对直流偏置有什么要求？

$$U_{GS} = -I_D R_S$$

### 二、公式法

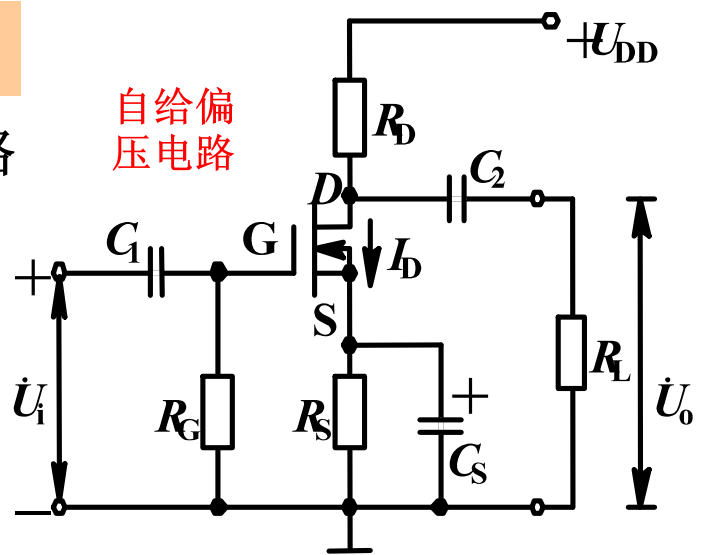
联立方程组求解

$$U_{GS} = -I_D R_S$$

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right)^2$$

其中： $I_{DSS}$ 为饱和漏极电流，  
 $U_P$ 为夹断电压，可查手册。

**注意：** 二次方程有**两组解**，符合定义域的解正确，不符合定义域的解要舍去。



第四章 场效应管放大电路

例1:如图,场效应管为3DJG,其输出特性如图4-18所示。用图解法确定Q点。

图4-18所示。用图解法确定Q点。

解: 写出直流负载线方程

$$U_{DS} = U_{DD} - I_D(R_D + R_S)$$

$$U_{DS} = 15 - I_D(2 + 1.2)$$

作出直流负载线。

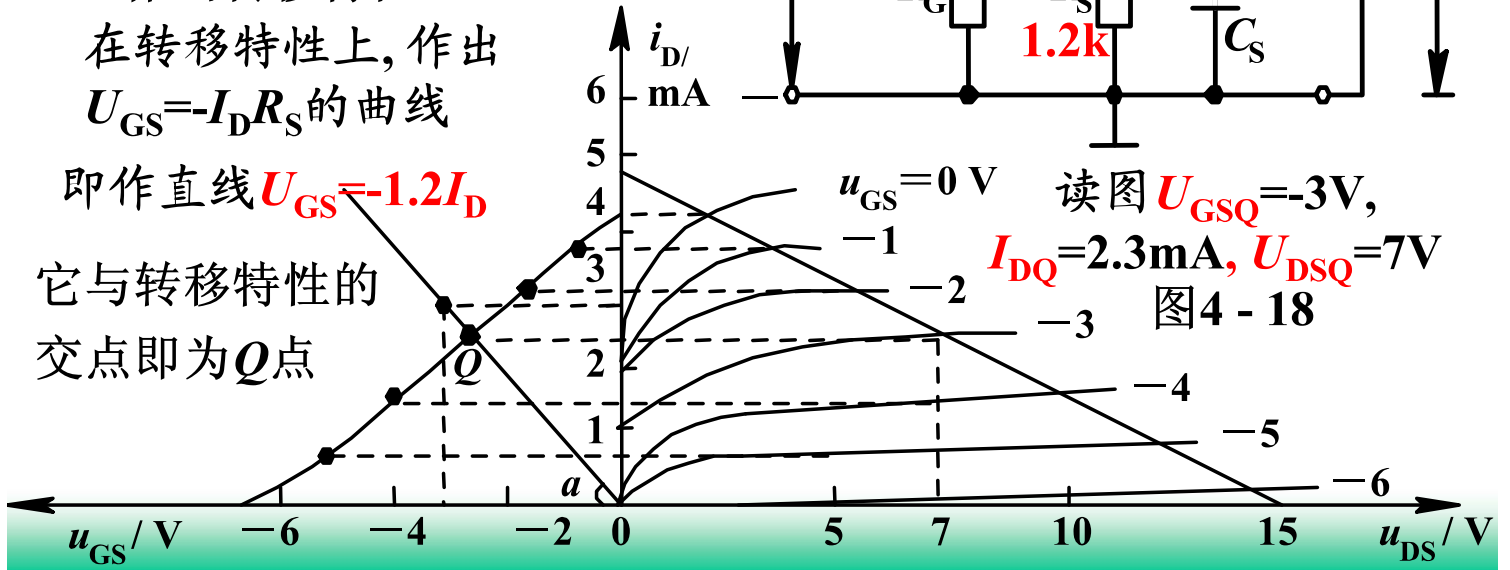
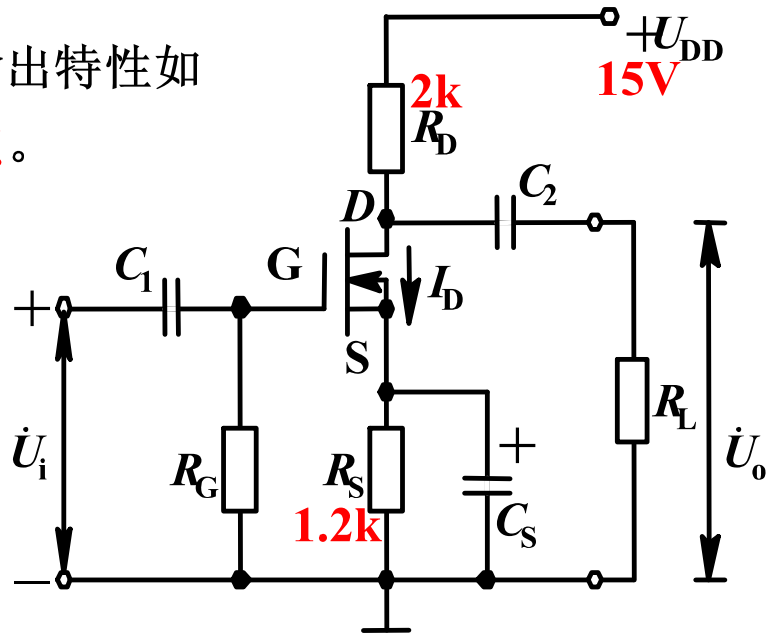
作出转移特性。

在转移特性上,作出

$$U_{GS} = -I_D R_S$$

即作直线  $U_{GS} = -1.2I_D$

它与转移特性的交点即为Q点



读图  $U_{GSQ} = -3V$ ,  
 $I_{DQ} = 2.3mA$ ,  $U_{DSQ} = 7V$   
 图4-18

例：用图解法求图示电路Q点。

解：写出直流负载线方程

$$U_{DS} = U_{DD} - I_D(R_D + R_S)$$

作直流负载线(方法同前)。

作转移特性(方法同前)。

在转移特性上,作直线

$$U_{GS} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{DD} - I_D R_S$$

找交点Q,读数。

2.公式法求解,需联立方程组

$$U_{GS} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{DD} - I_D R_S$$

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right)^2$$

分压式偏置电路

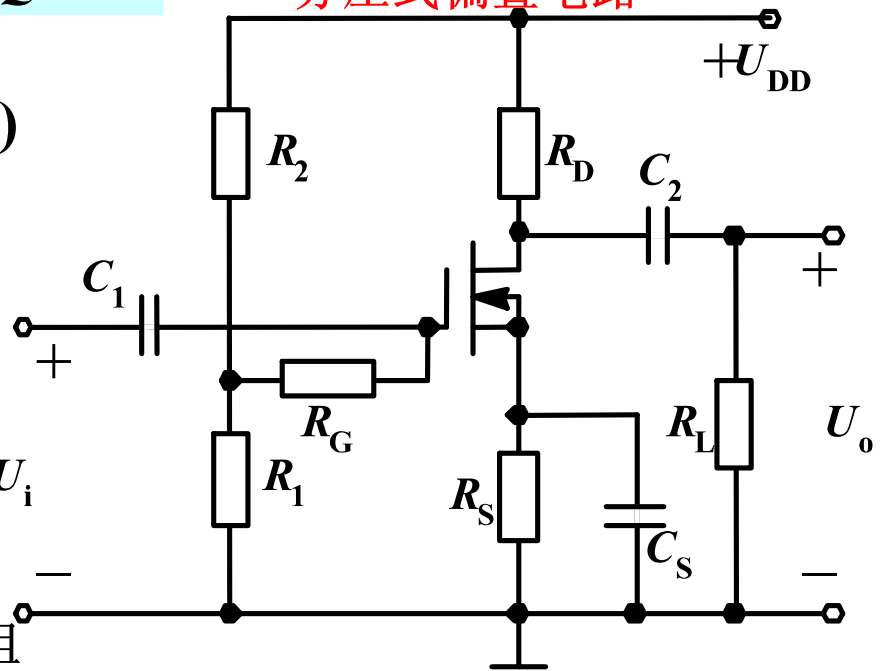


图 4-19

**注意：**二次方程有两组解，符合定义域的解正确，不符合定义域的解要舍去。

第四章 场效应管放大电路

例2: 电路如图4-19。已知  $I_{DSS}=1\text{mA}$ ,  $U_P=-5\text{V}$ , 求Q点。

解: 把  $I_{D1}$ 、 $I_{D2}$  代入(1)式,

得  $U_{GS1}=-1.1\text{V}$ ,  
 $U_{GS2}=-11.4\text{V}$ (不在定义域内)

所以:  $I_D=0.61\text{mA}$ ,  $U_{GS}=-1.1\text{V}$

$$U_{DS} = U_{DD} - I_D (R_D + R_S) = 20 - 0.61 \times (10 + 10) = 7.8\text{V}$$

$$U_{GS} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{DD} - I_D R_S = \frac{50}{50 + 150} \times 20 - 10 I_D \quad (1)$$

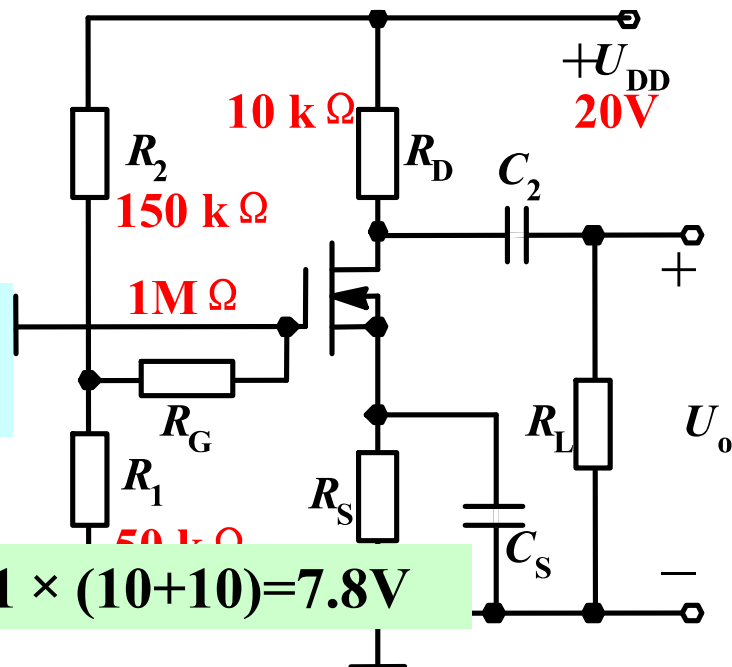
$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right)^2 = 1 \left( 1 + \frac{U_{GS}}{5} \right)^2 \quad (2)$$

$$4I_D^2 - 9I_D + 4 = 0 \quad (3)$$

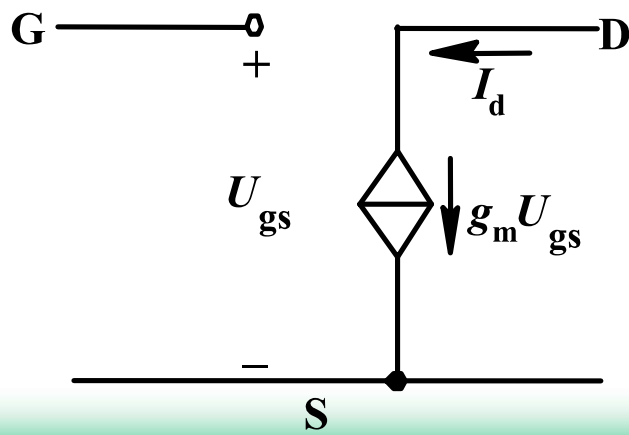
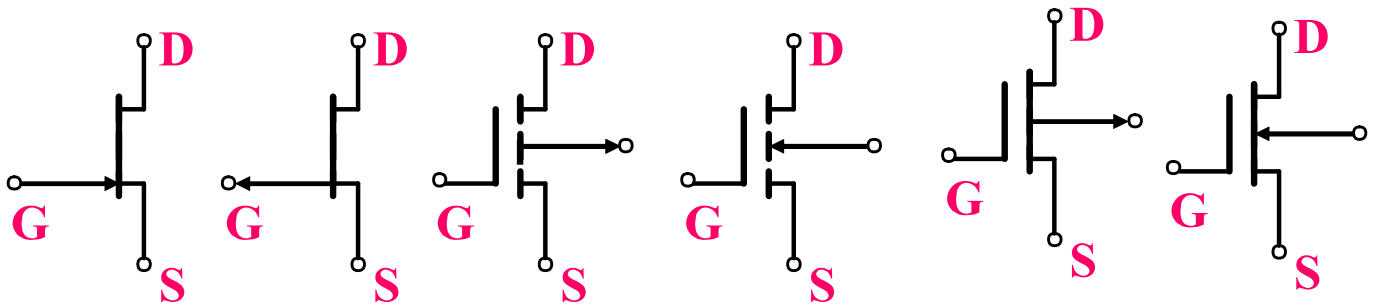
$$I_{D1} = 0.61\text{mA}$$

$$I_{D2} = 1.64\text{mA}$$

哪一个合理?



### 4.5.2 场效应管的微变等效电路





### 4.5.3 共源极放大电路

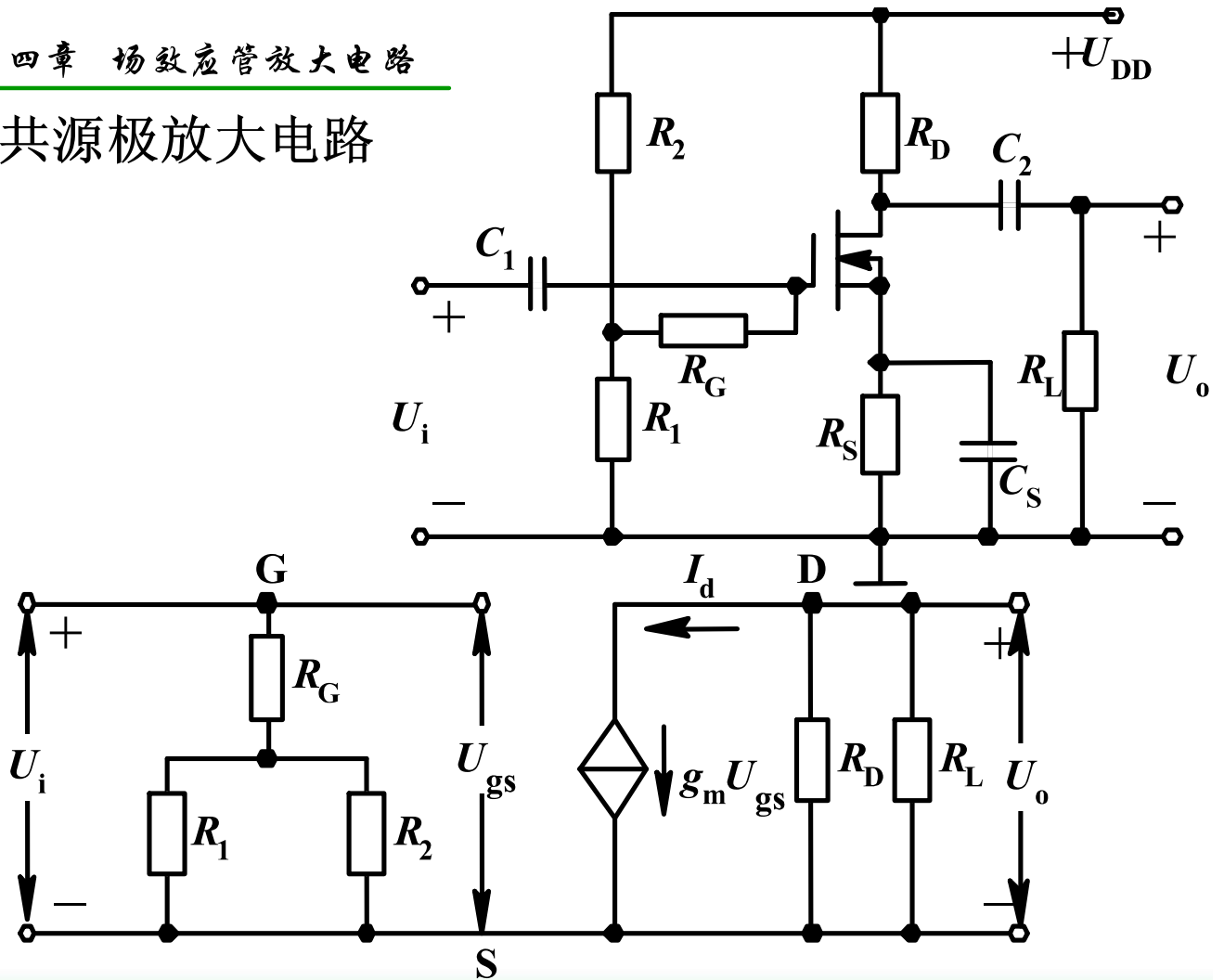


图 4-20 共源极放大电路微变等效电路

### 4.5.3 共源极放大电路

一、电压放大倍数( $A_u$ ) (看图写式)  $A_u = \frac{U_o}{U_i} = -g_m R'_L$

二、输入电阻 $r_i$   $r_i = R_G + R_1 // R_2$

三、输出电阻 $r_o$   $r_o = R_D$

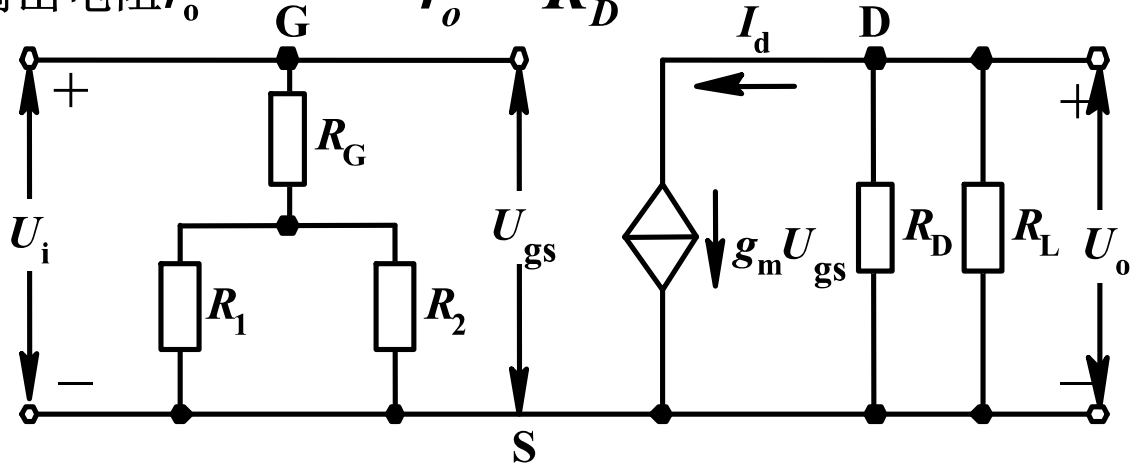


图 4-20 共源极放大电路微变等效电路

#### 第四章 场效应管放大电路

【例3】计算例2电路的 $A_u$ 、 $r_i$ 、 $r_o$ 。已知  $I_{DSS}=1\text{mA}$ ,  $U_P=-5\text{V}$ 。

解 由例2已求得该电路的Q点,  $U_{GS}=-1.1\text{V}$ ,  $I_D=0.61\text{mA}$ , 则根据(4-17)式得

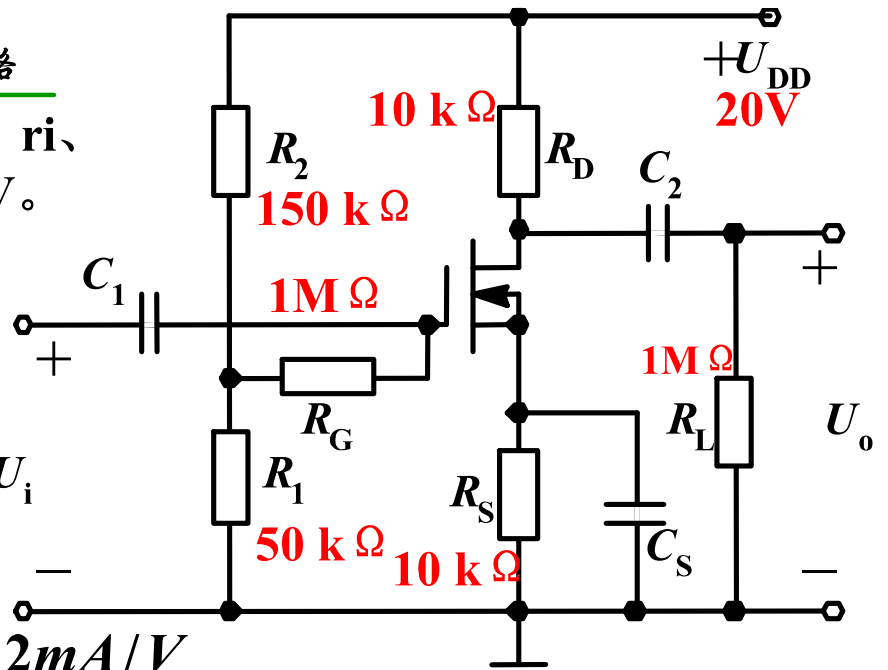
$$g_m = -\frac{2I_{DSS}}{U_P} \left(1 - \frac{U_{GSQ}}{U_P}\right) U_i$$

$$= \frac{2 \times 1}{5} \left(1 - \frac{1.1}{5}\right) = 0.312\text{mA/V}$$

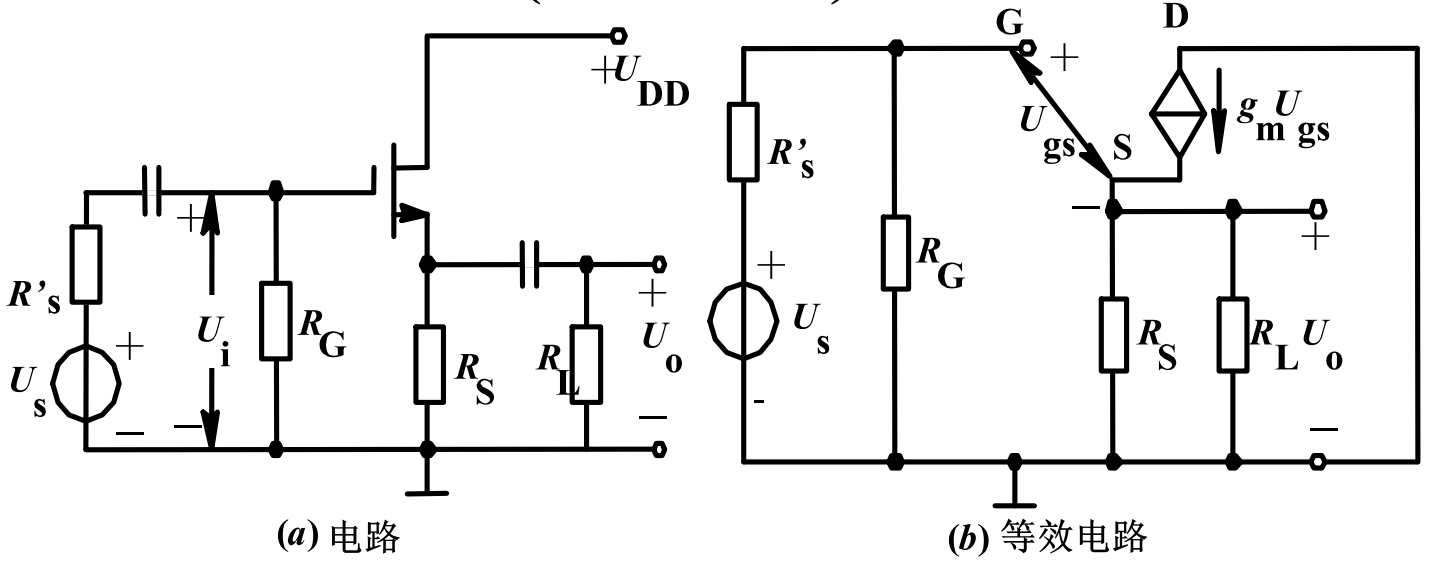
$$\text{或 } g_m = -\frac{2}{U_P} \sqrt{I_{DSS} I_{DQ}} = \frac{2}{5} \sqrt{1 \times 0.61} = 0.312\text{mA/V}$$

$$A_u = -g_m R'_L = -0.312 \times (10 // 1000) \approx -3.12$$

$$r_i = R_G + R_1 // R_2 = 1000 + (50 // 150) = 1038\text{k}\Omega \approx 1.04\text{M}\Omega$$



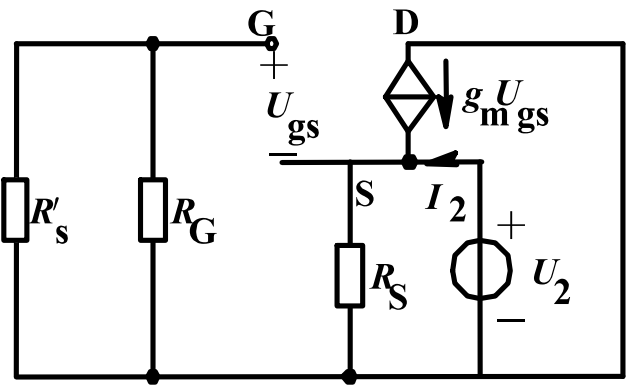
### 4.5.4 共漏放大器(源极输出器)



- 一、电压放大倍数( $A_u$ ) 
$$A_u = \frac{g_m R'_L}{1 + g_m R'_L} < 1 (\approx 1)$$
- 二、输入电阻 $r_i$  
$$r_i = R_G$$

三、输出电阻 $r_o$

令 $U_s=0$ , 并在输出端加一信号 $U_2$ 。



(c) 输出电阻的计算

$$I_2 = \frac{U_2}{R_S} - g_m U_{gs}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_S} + g_m U_2 = \left( g_m + \frac{1}{R_S} \right) U_2$$

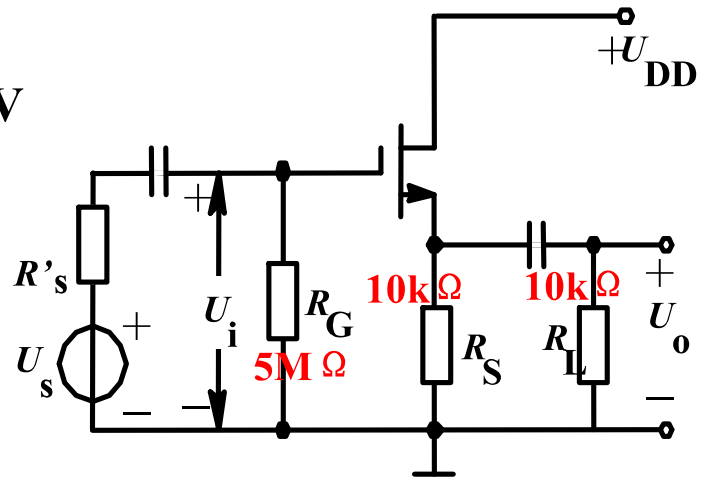
$$r_o = \frac{U_2}{I_2} = \frac{1}{g_m + \frac{1}{R_S}} = \frac{1}{g_m} // R_S$$

第四章 场效应管放大电路

【例4】图4 - 21(a)管子 $g_m=4\text{mA/V}$

求源极输出器的 $A_u$ 、 $r_i$ 、 $r_o$ 。

解：由于 $g_m$ 已给出，所以不必计算直流状态。



(a) 电路

$$A_u = \frac{g_m R'_L}{1 + g_m R'_L} = \frac{4 \times (10 // 10)}{1 + 4 \times (10 // 10)} = \frac{20}{21} = 0.95$$

$$r_i = R_G = 5\text{M}\Omega$$

$$r_o = \frac{1}{g_m} // R_S = \frac{1}{4} // 10 \approx \frac{1}{4} = 0.25\text{k}\Omega$$

作业： P99 10, 11

预习第五章（负反馈——重点、难点）