



电子线路
分析与设计

第 11 讲 基本放大电路

陈江

2022.10.17

放大器是什么？

信号功率放大

为什么如此重要？

没有它几乎没有什么

能量注入

放大

如何才能做到？

- ▶ 能吸收其它电源能量：譬如直流
- ▶ 容许信号输入、输出
- ▶ 寻找非线性器件：具备陡峭转移特性
- ▶ 使其处于敏感状态：小扰动致大变动
- ▶ 呈现线性增益的受控源特性

器件

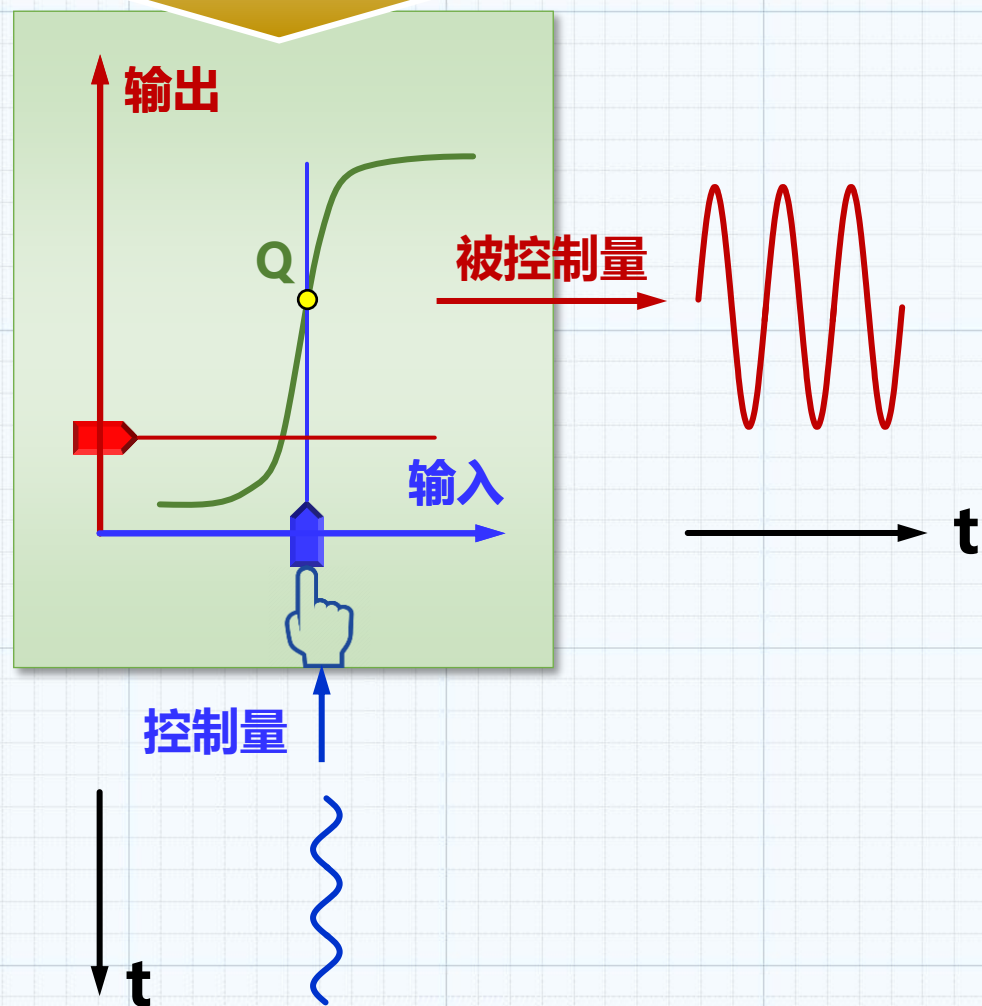
偏置

耦合

组态

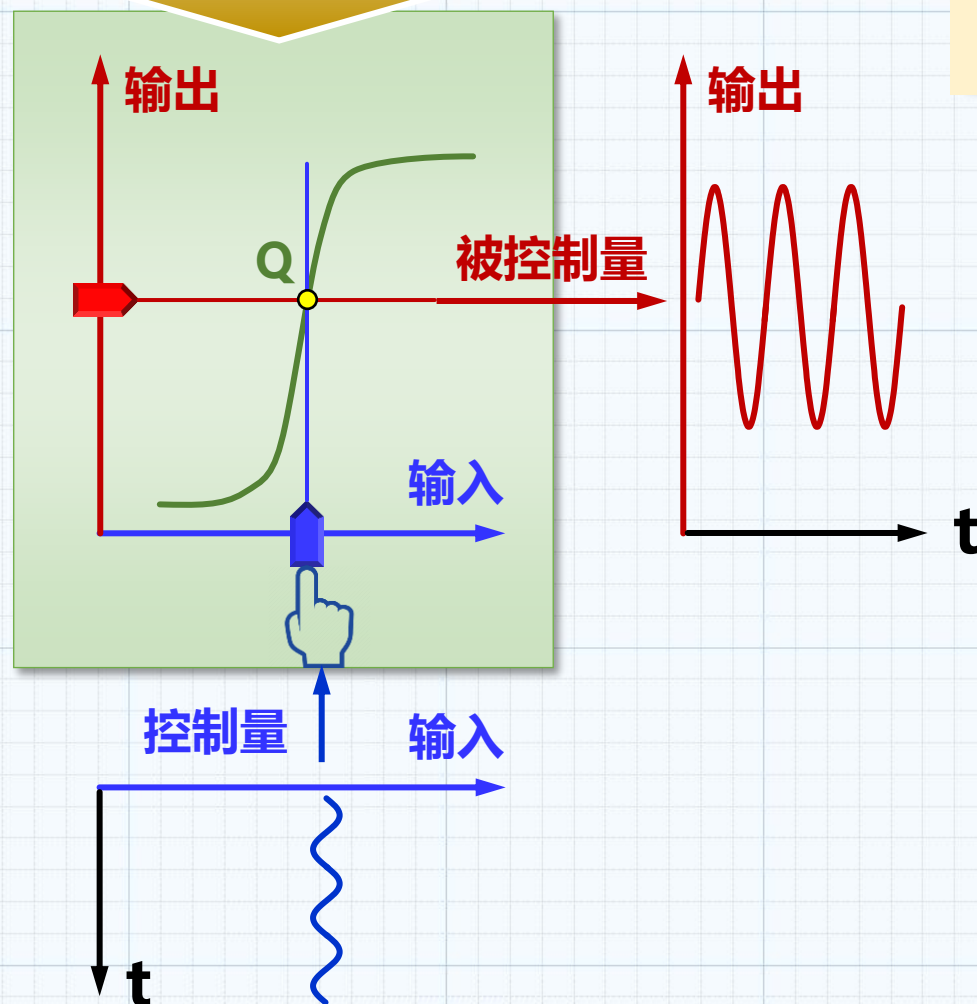
放大：目标

持续注入能量
工作于 Q 附近



放大：要素

持续注入能量
工作于 Q 附近



- ① 敏感器件
- ② 敏感状态
- ③ 输入通道
- ④ 输出通道
- ⑤ 功率增大

- 使器件静止时位于 Q
- 为放大过程提供能量

辅助电源

输入通道

- 导入扰动
- 但不影响 Q

敏感的非线性
放大器件

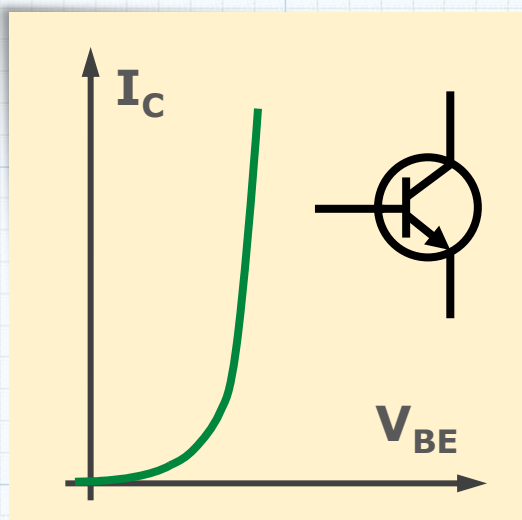
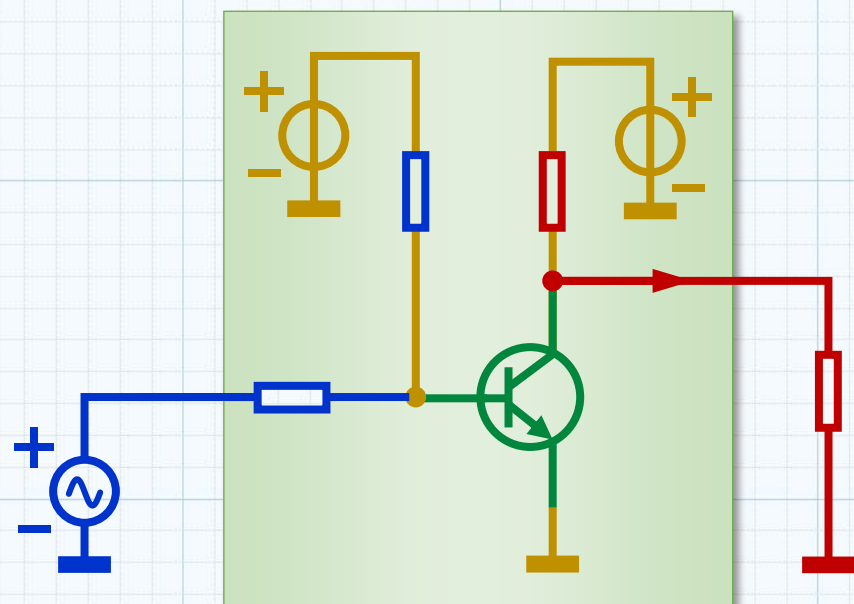
输出通道

- 导出应变
- 但不影响 Q

敏感器件

- 小扰动引起大变动
- 需位于敏感区域
- 譬如 Q 附近

放大：套路



- ① 敏感器件
- ② 敏感状态
- ③ 输入通道
- ④ 输出通道
- ⑤ 功率增大

- 使器件静止时位于 Q
- 为放大过程提供能量

辅助电源

输入通道

- 导入扰动
- 但不影响 Q

敏感的非线性放大器件

敏感器件

- 小扰动引起大变动
- 需位于敏感区域
- 譬如 Q 附近

输出通道

- 导出应变
- 但不影响 Q

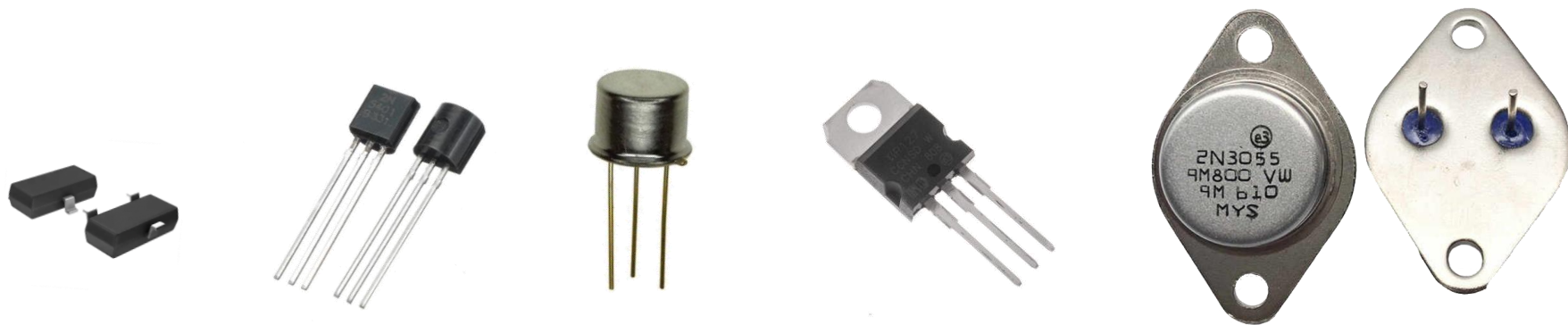
器件：要求

真空管



B
J
T

F
E
T

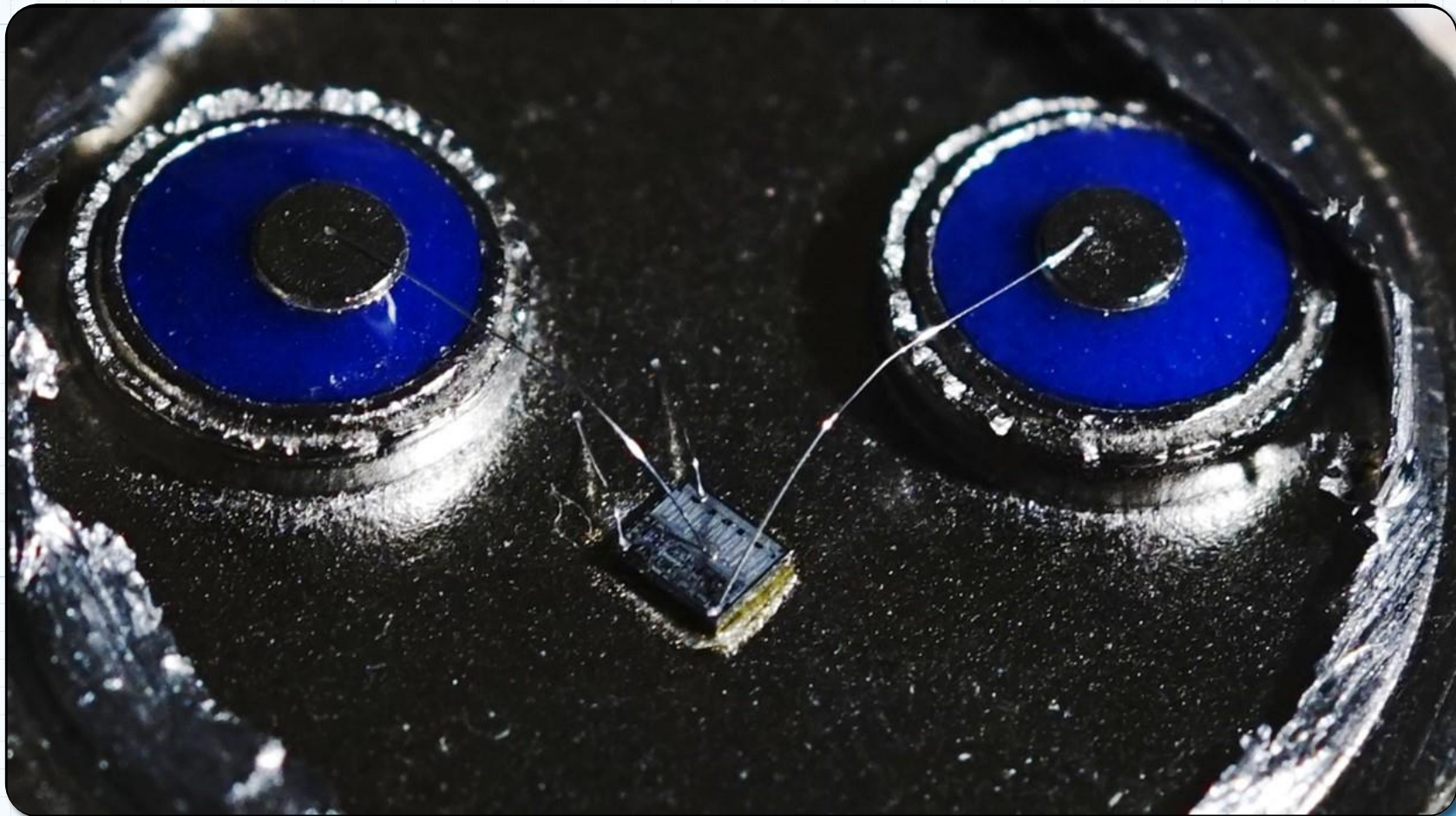


器件

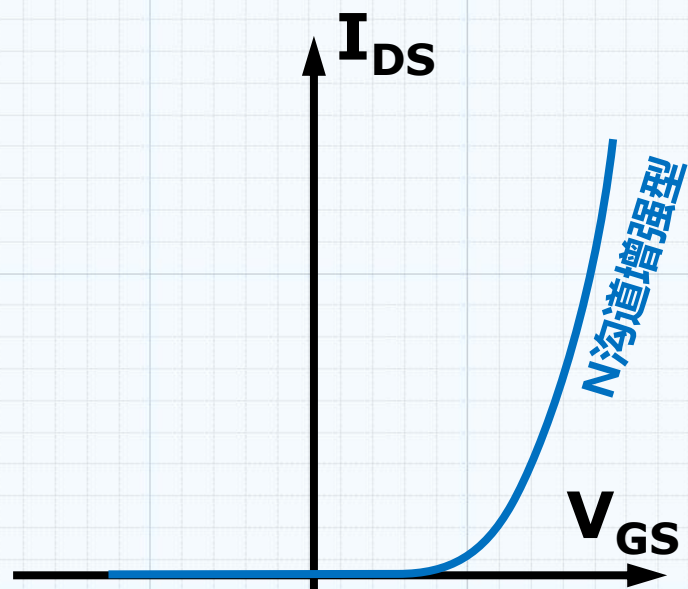
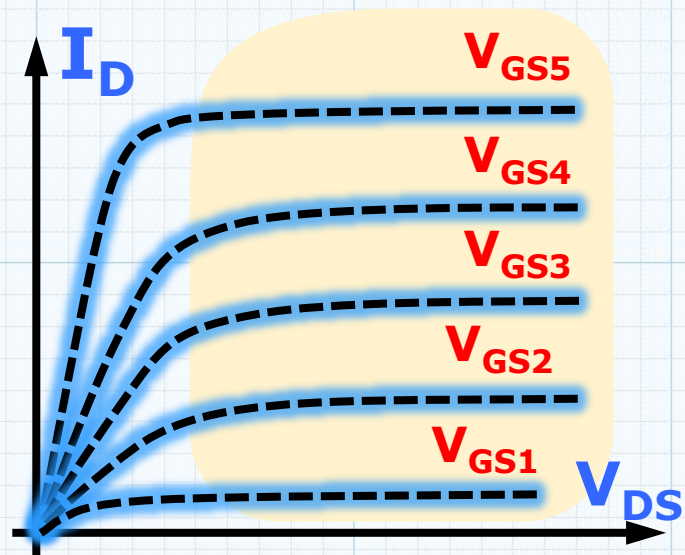
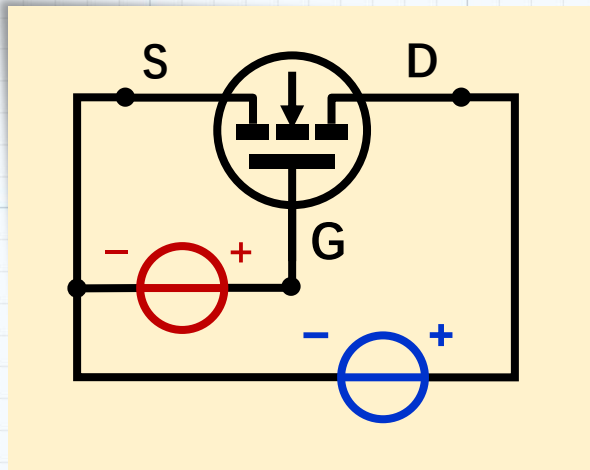
偏置

耦合

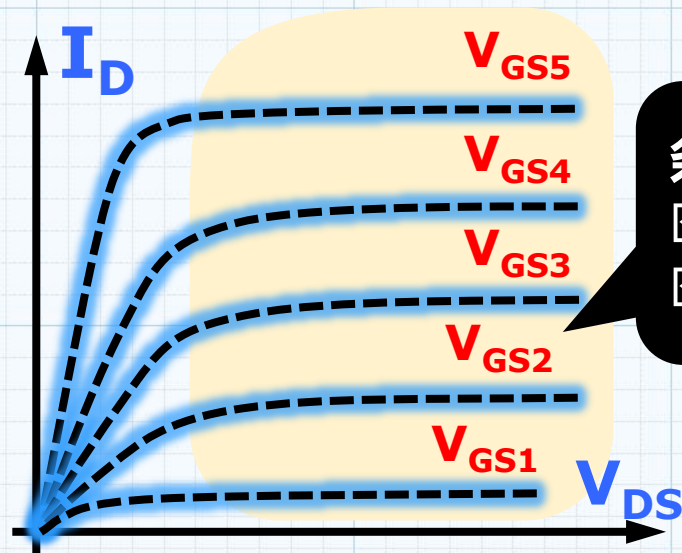
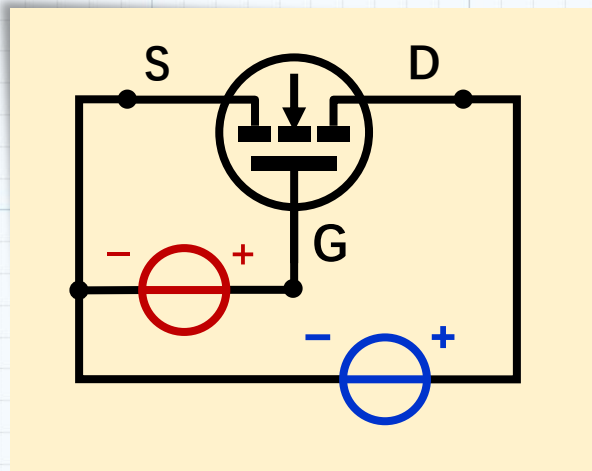
组态



偏置：常见



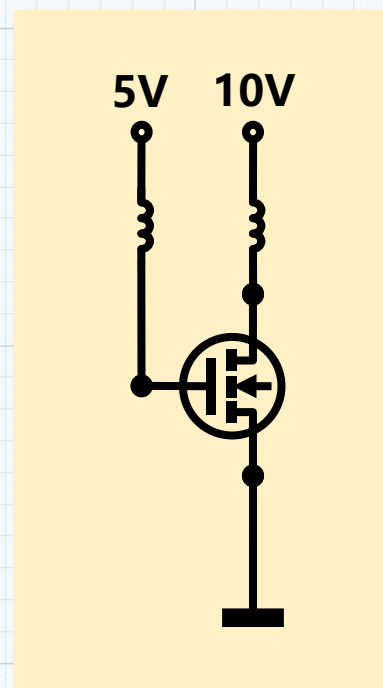
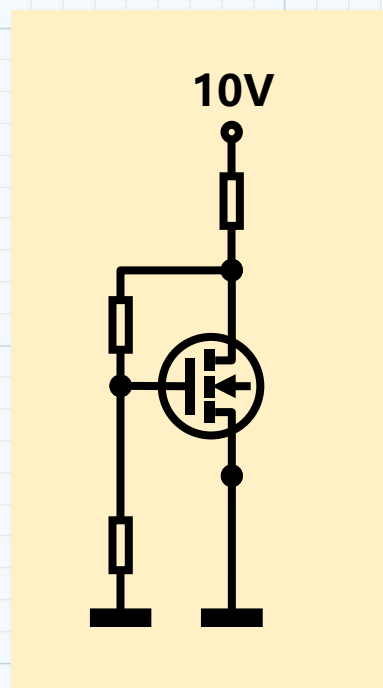
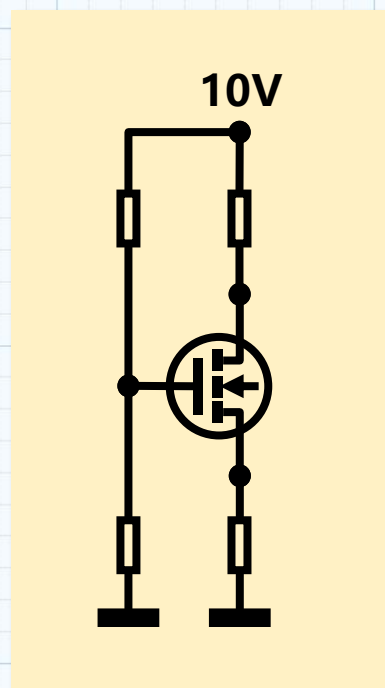
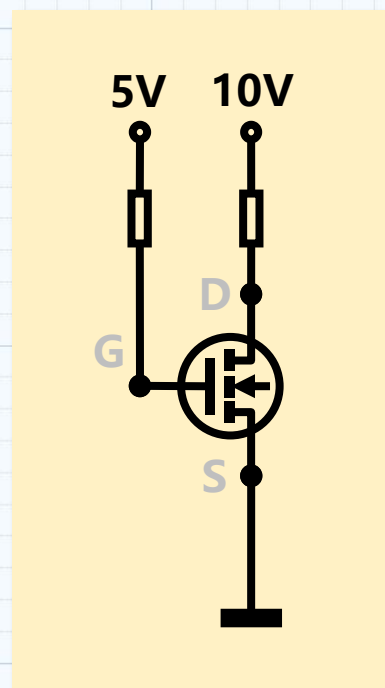
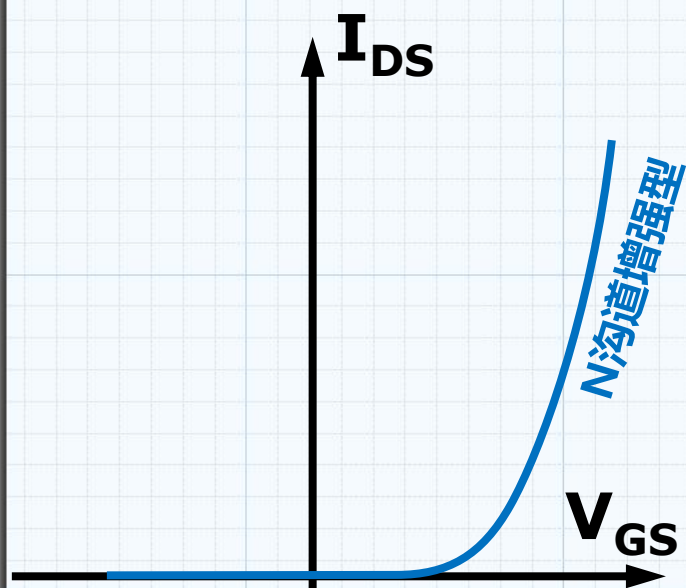
偏置：常见



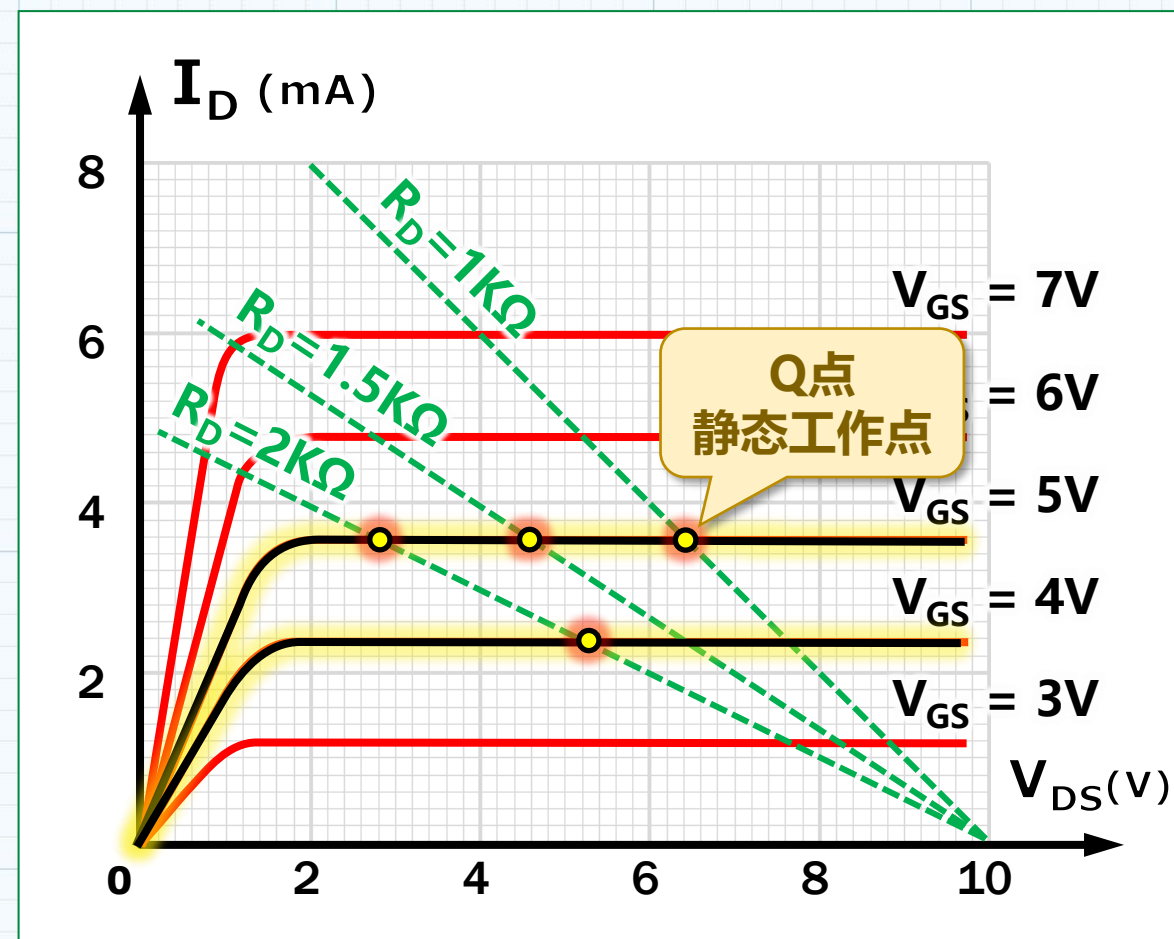
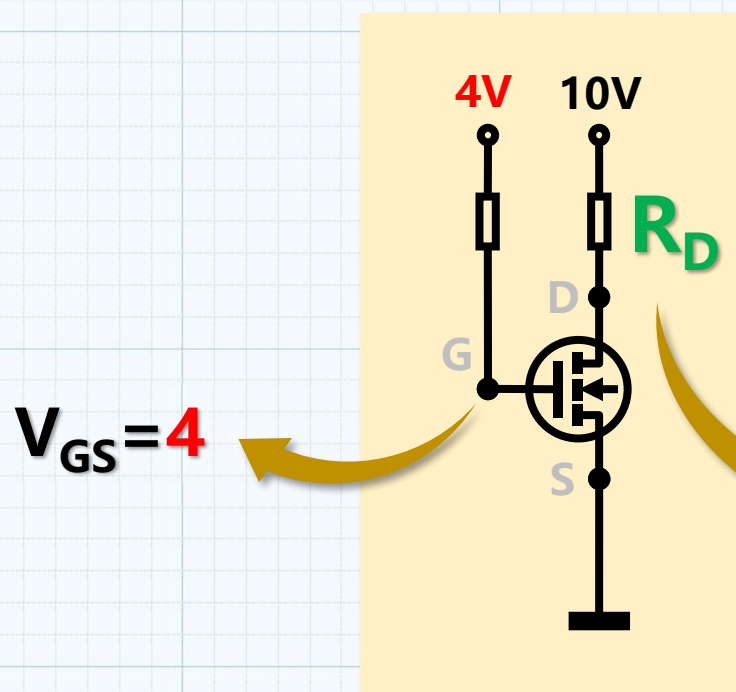
条件:

- ☒ $V_{GS} > V_{on}$
- ☒ $V_{GD} < V_{on}$

- ① 敏感器件
- ② 敏感状态
- ③ 输入通道
- ④ 输出通道
- ⑤ 功率增大

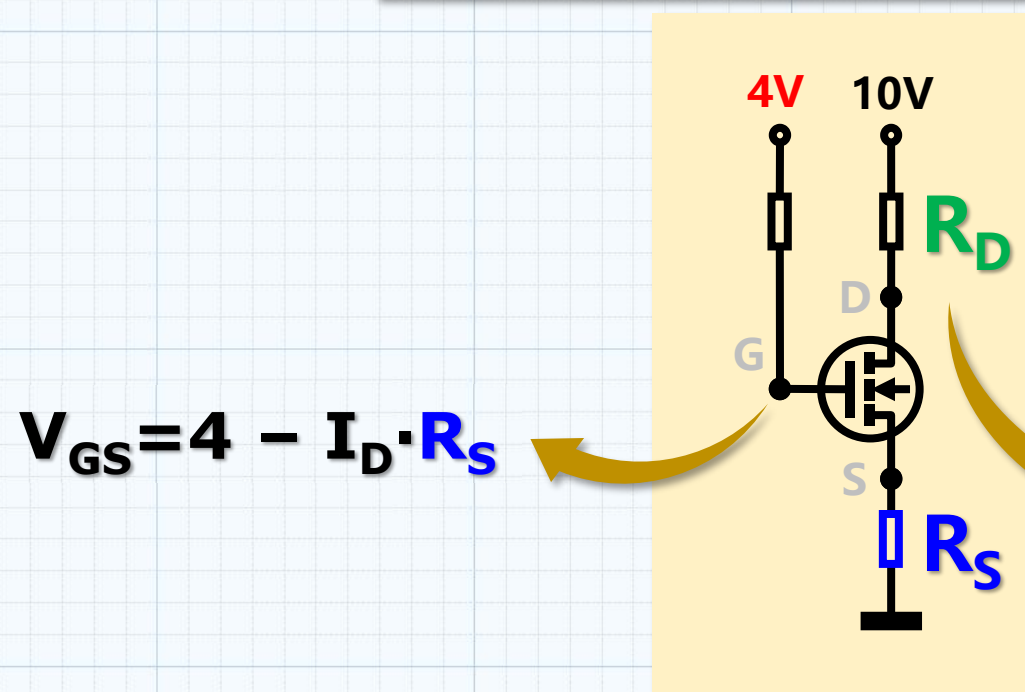
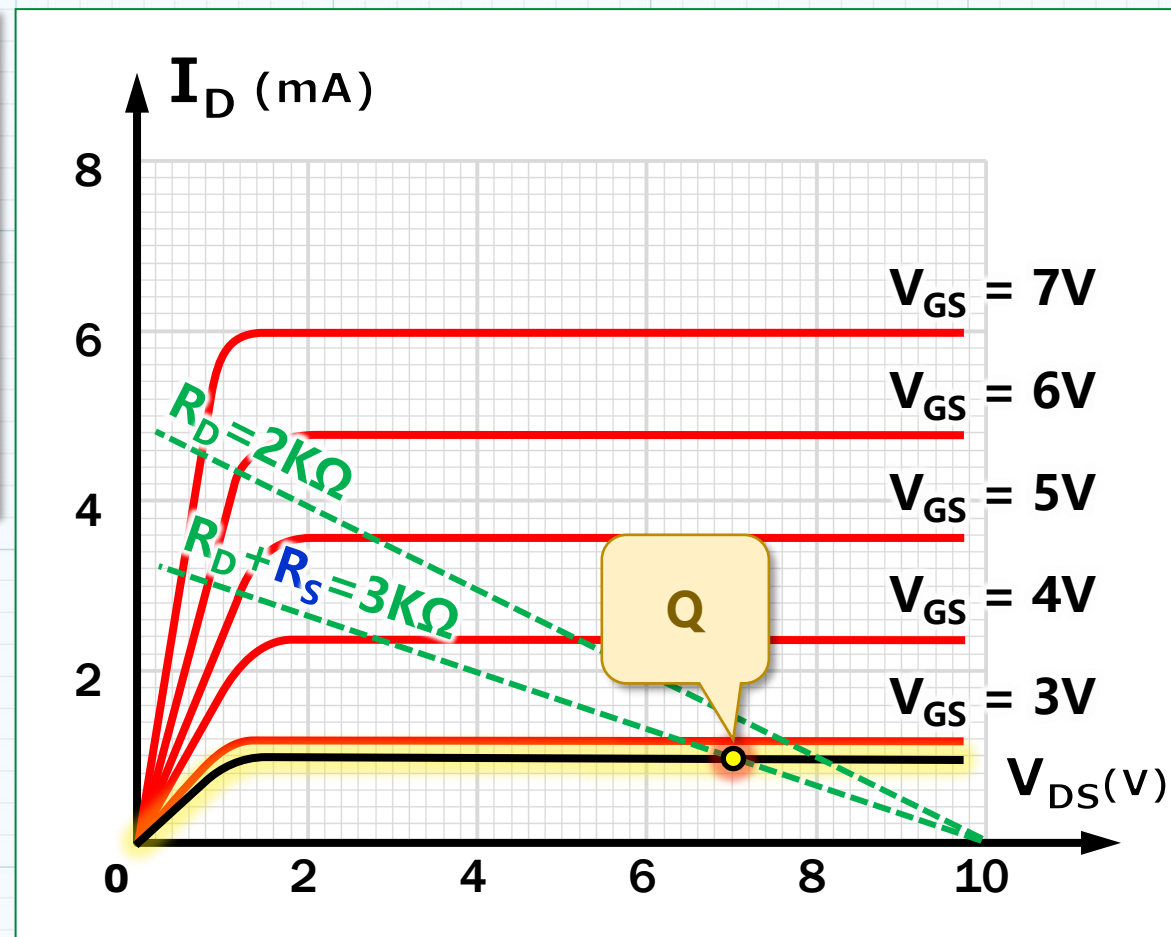
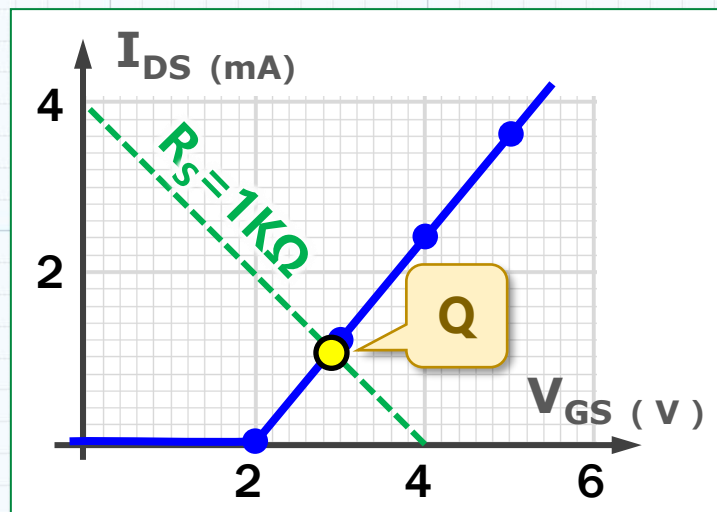


偏置：计算 -- 图解



$$V_{DS} = 10 - I_D \cdot R_D$$

偏置：计算 -- 图解



$$V_{GS} = 4 - I_D \cdot R_S$$

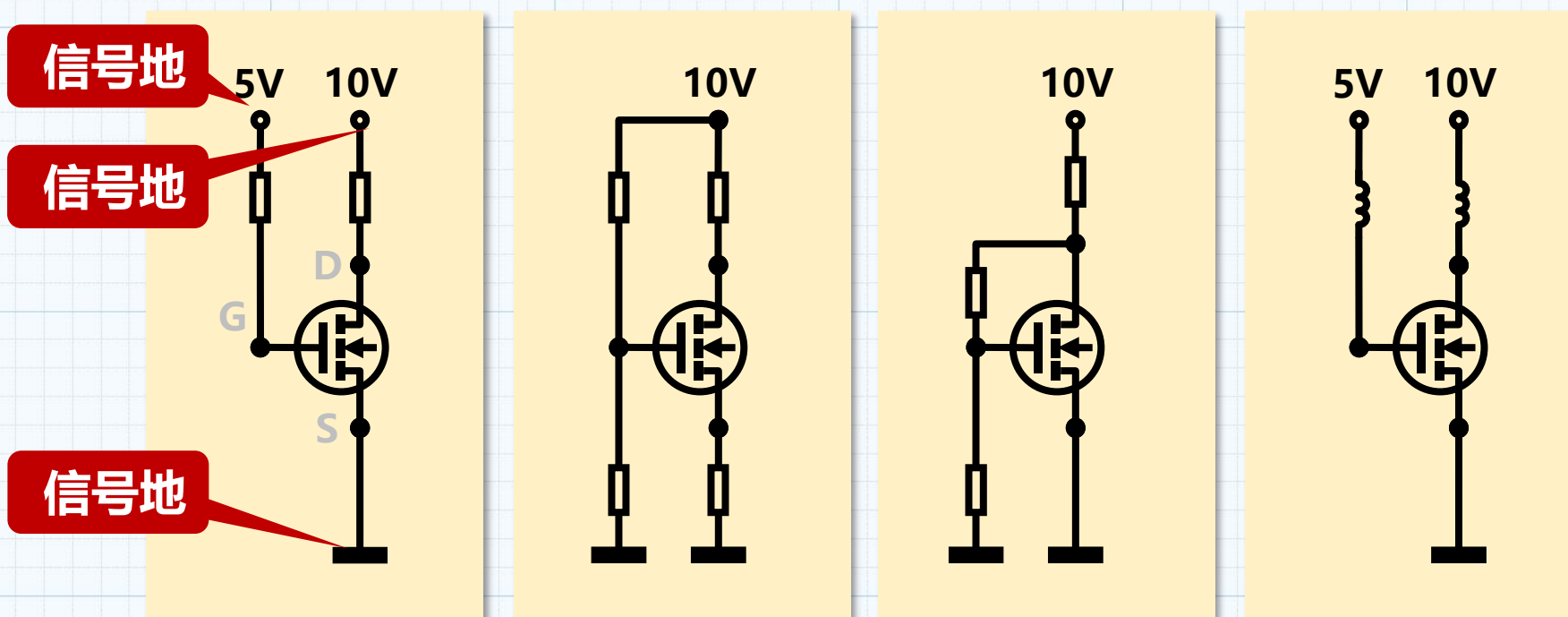
$$V_{DS} = 10 - I_D \cdot (R_D + R_S)$$

偏置：小结

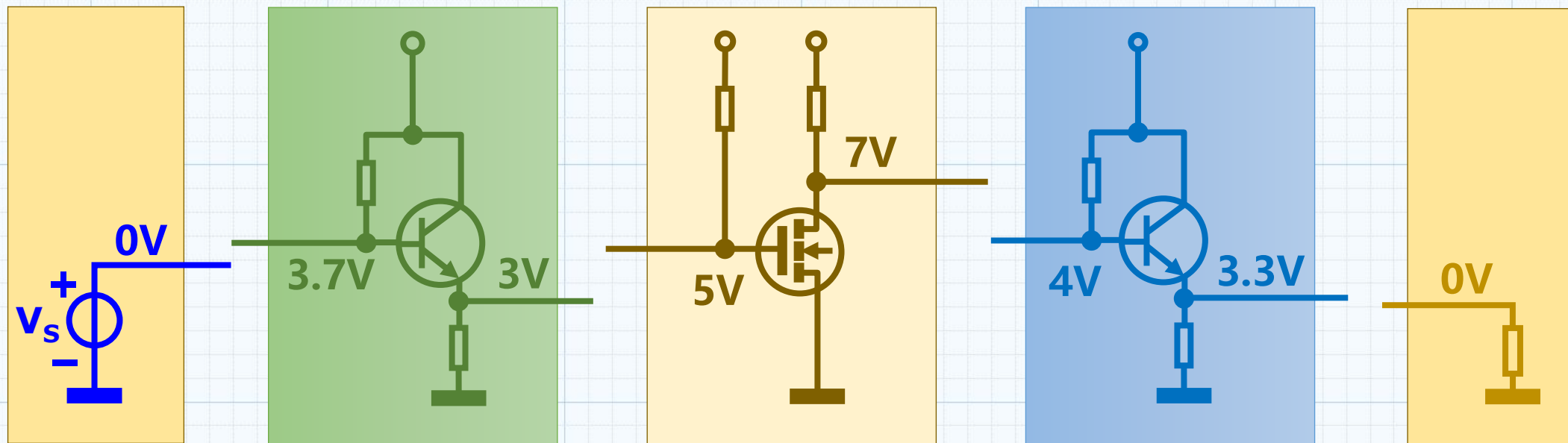
- 目的：使放大器件工作于 Q
- 形态：多种多样，各有特色
- 调节：改动元件、辅助源可调整 Q
- 适用：同一偏置电路有可能用于不同放大器

注意

偏置电压源，
无任何波动，
称“信号地”
或“动态地”

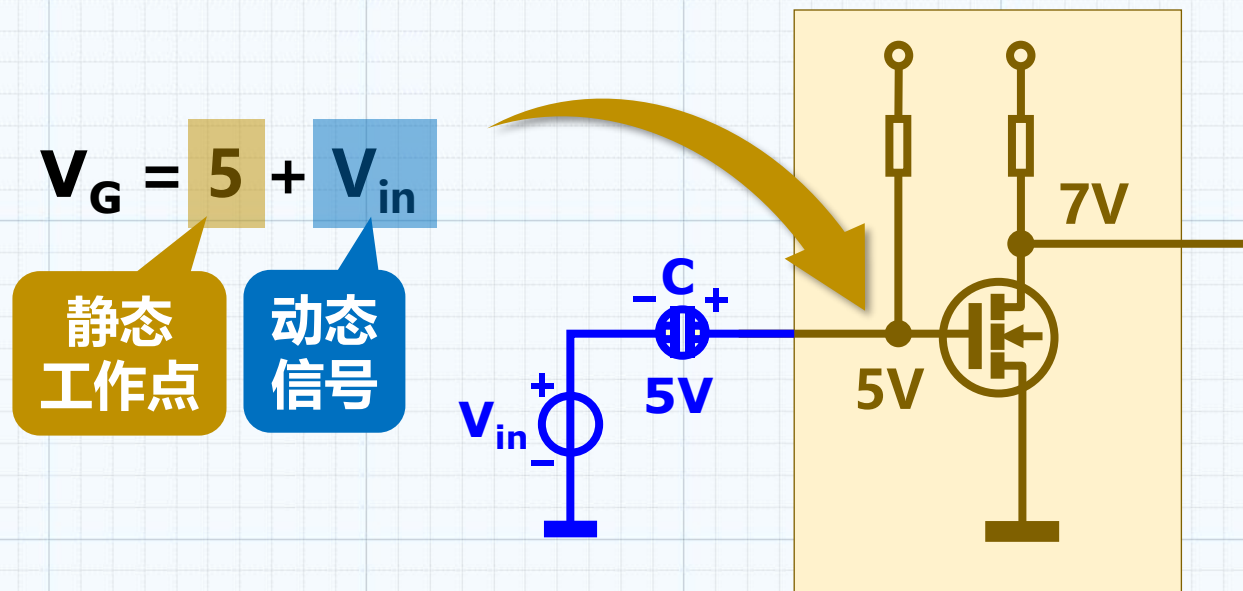


耦合：问题症结 和 设计要求



- 1 信号通行基本无碍
- 2 不至影响偏置状态
- 3 简单易行

耦合：电容



1 信号通行基本无碍

2 不至影响偏置状态

3 简单易行

⊗ 电阻分去电压！

⊗ 电阻分去电压！

⊗ 外加电源代价大！

$$V_C = Q/C$$

$$V_C' = I/C$$

若 C 非常大

$$V_C' \approx 0$$

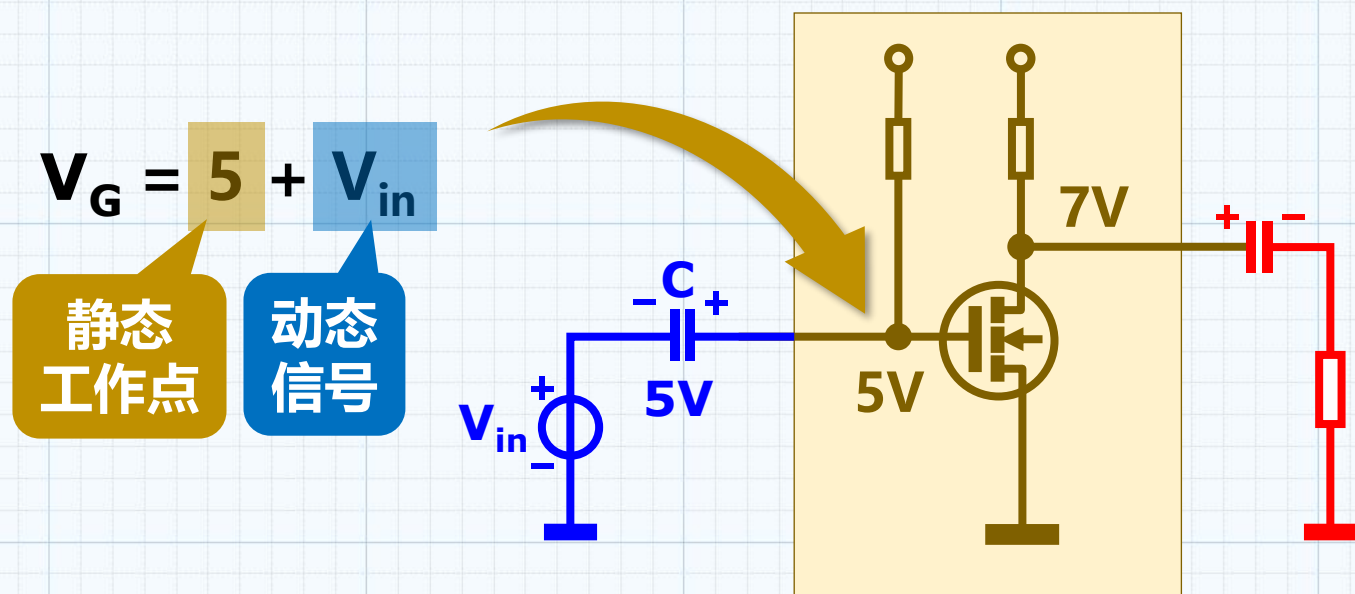
V_C 为常数

若 $V_{in} = 0$
则 $V_G = 5V$

$$V_C = 5$$

$$V_G = 5 + V_{in}$$

耦合：电容



❓ 输出端情形类似？
是的

❓ 电容类何时充电？
开机时 Q 变化时

❓ 正好充那么多电？
多退少补，直至平衡

1 信号通行基本无碍

2 不至影响偏置状态

3 简单易行

❓ 电容不大则如何？
 V_C 变化 → 产生误差
不同频率 → 不同误差

❓ 信号缓变则如何？
传输损失较大 → 不同误差

❓ 源非理想呢？
传输产生亏损
呈简单分压关系

❓ 负载非理想呢？
传输产生亏损
呈简单分压关系