



沈阳工业大学

SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

数字电子技术

沈阳工业大学
电子技术教研室

08
PART ONE

知识点8 CMOS门电路



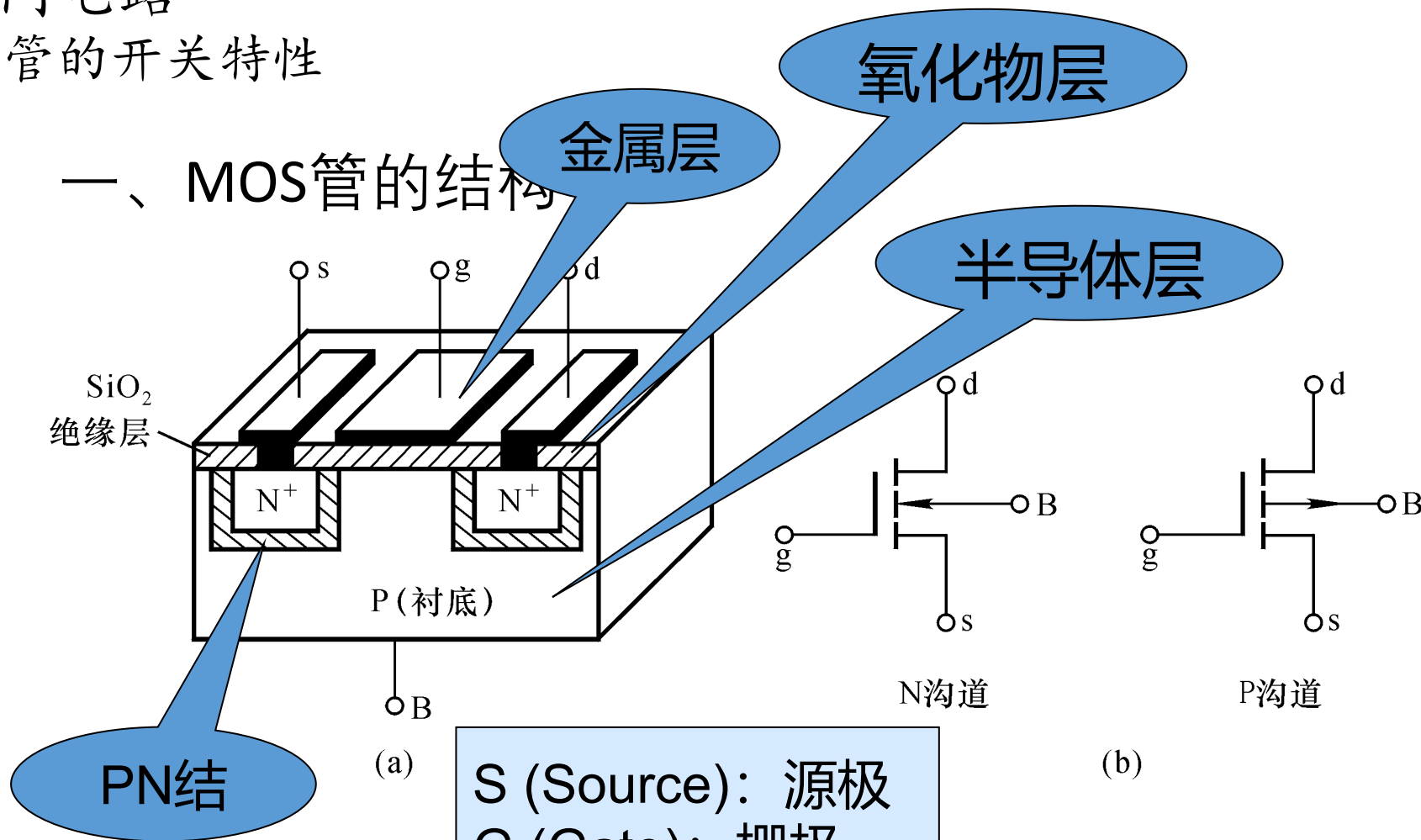
沈 阳 工 业 大 学

SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

CMOS门电路

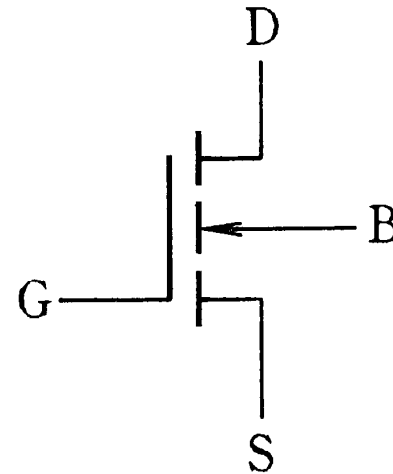
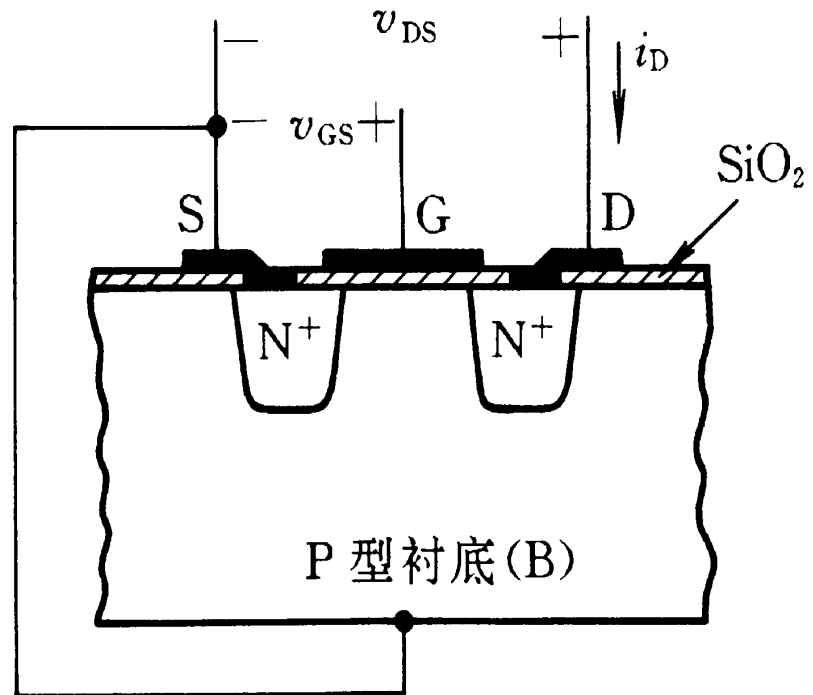
1-MOS管的开关特性

一、MOS管的结构



S (Source): 源极
G (Gate): 栅极
D (Drain): 漏极
B (Substrate): 衬底

以N沟道增强型为例：



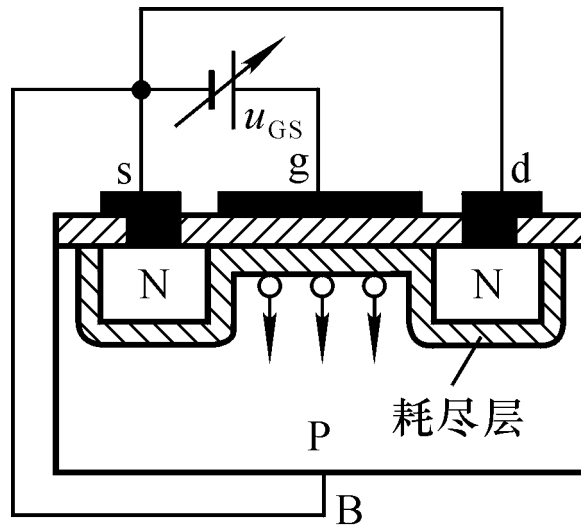
开启电压

以N沟道增强型为例：

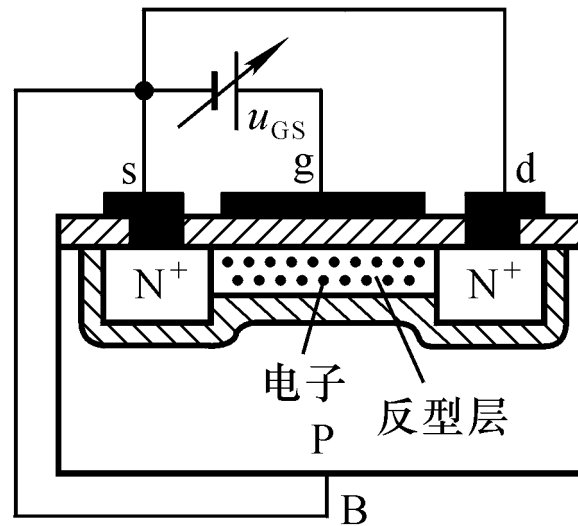
当加 $+V_{DS}$ 时，

$V_{GS}=0$ 时，D-S间是两个背向PN结串联， $i_D=0$

加上 $+V_{GS}$ ，且足够大至 $V_{GS} > V_{GS(th)}$ ，D-S间形成导电沟道（N型层）



(a)

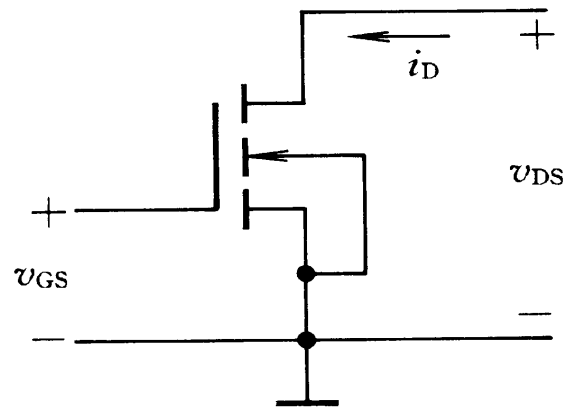


(b)

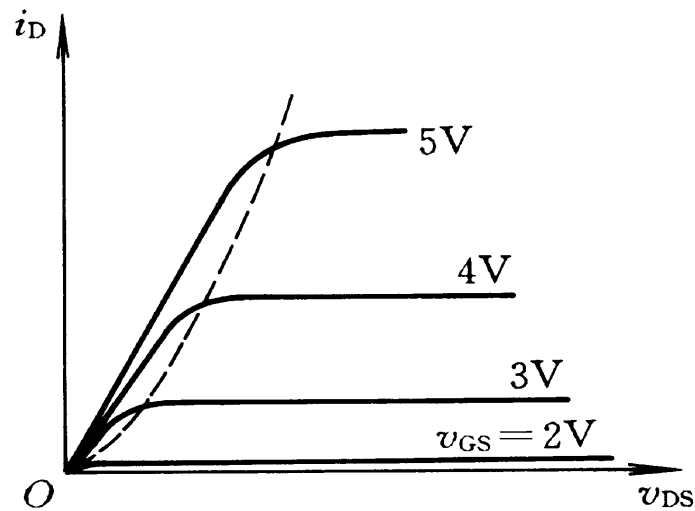


漏极特性曲线（分三个区域）

- ① 截止区
- ② 恒流区
- ③ 可变电阻区



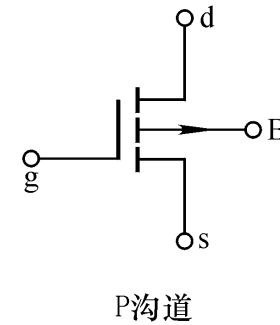
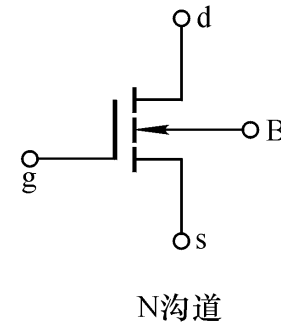
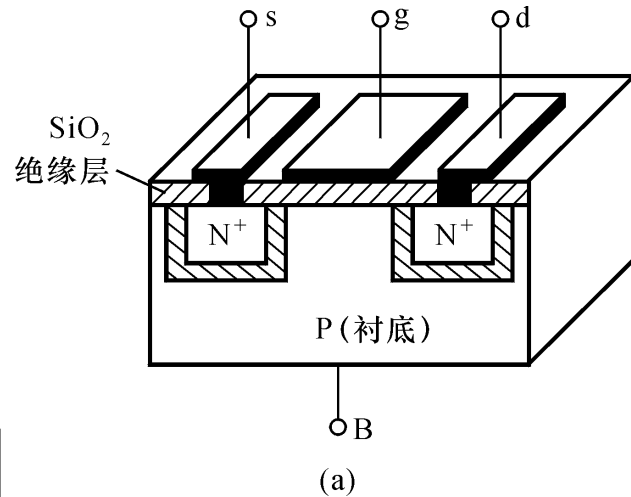
(a)



(b)

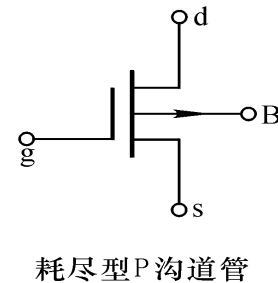
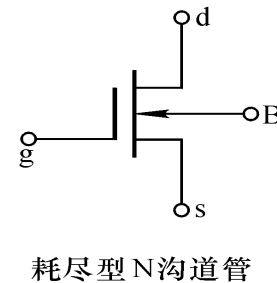
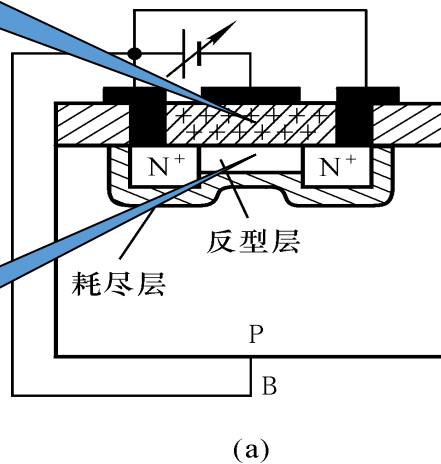
MOS管的四种类型

• 增强型



大量正离子

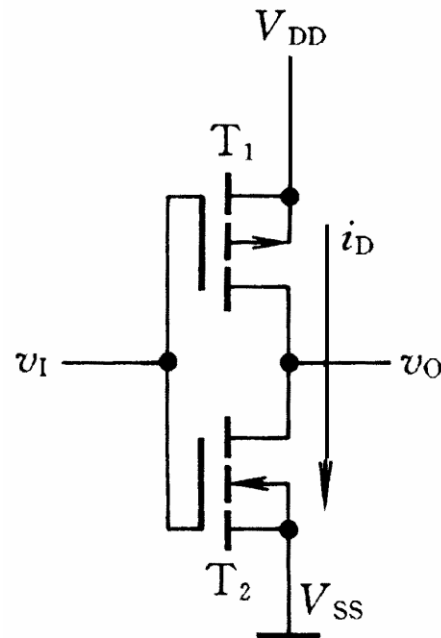
• 耗尽型



导电沟道

CMOS反相器的电路结构和工作

一、电路结构

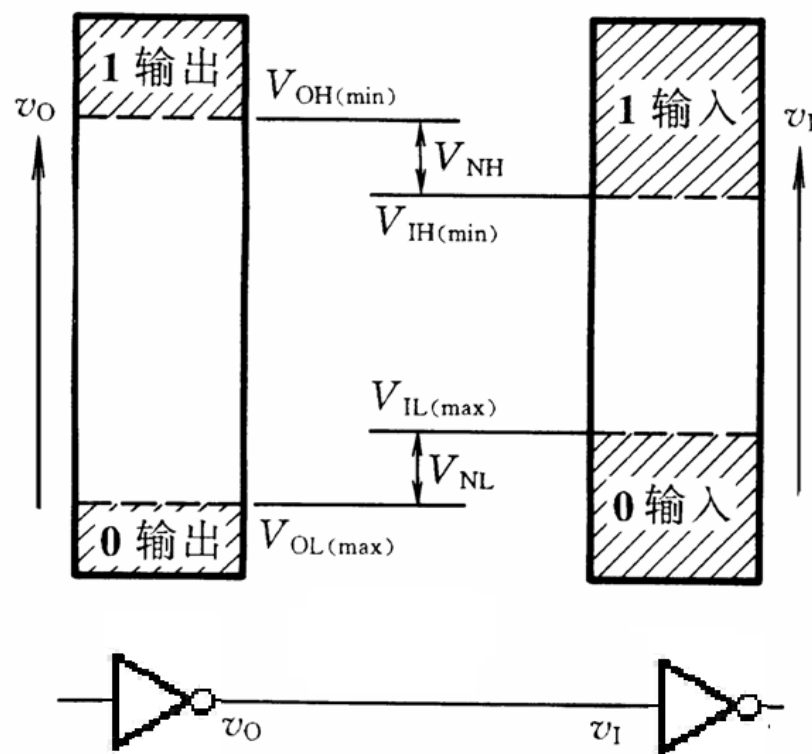


$$V_{GS(th)N} = |V_{GS(th)P}|$$

二、输入噪声容限

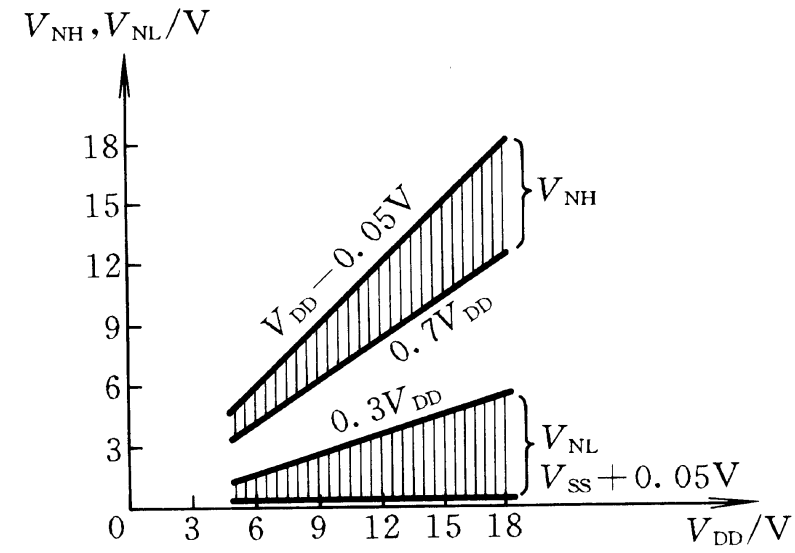
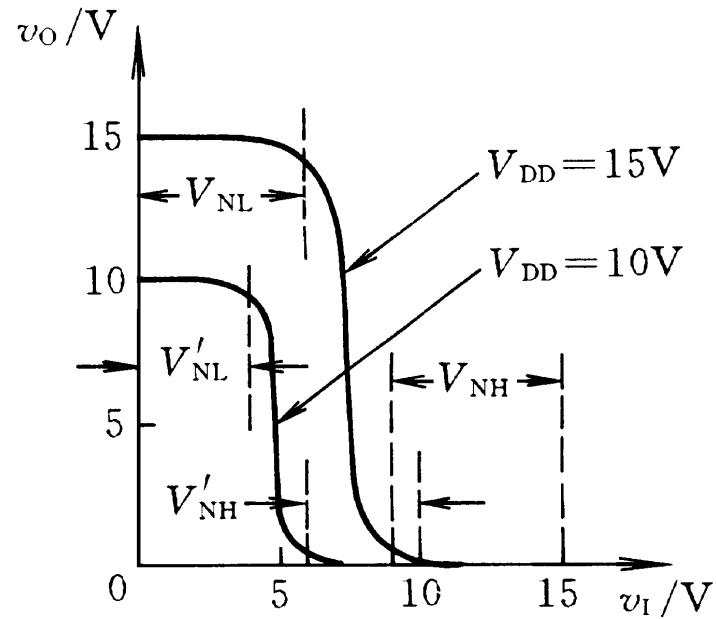
在 V_I 偏离 V_{IH} 和 V_{IL} 的一定范围内， V_O 基本不变；

在输出变化允许范围内，允许输入的变化范围称为输入噪声容限



$$V_{NH} = V_{OH(\min)} - V_{IH(\min)}$$

$$V_{NL} = V_{IL(\max)} - V_{OL(\max)}$$



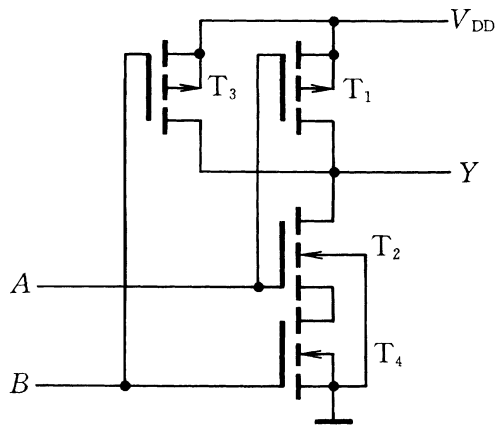
- 结论：可以通过提高 V_{DD} 来提高噪声容限



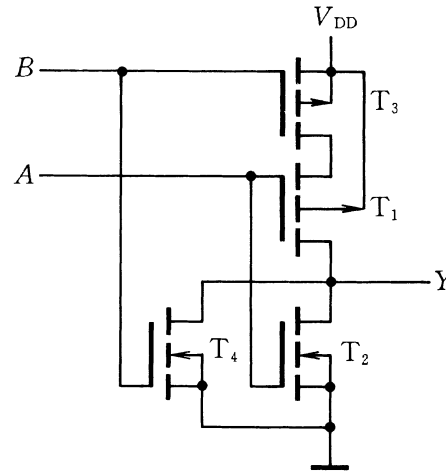
其他类型的CMOS门电路

一、其他逻辑功能的门电路

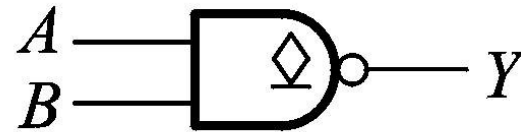
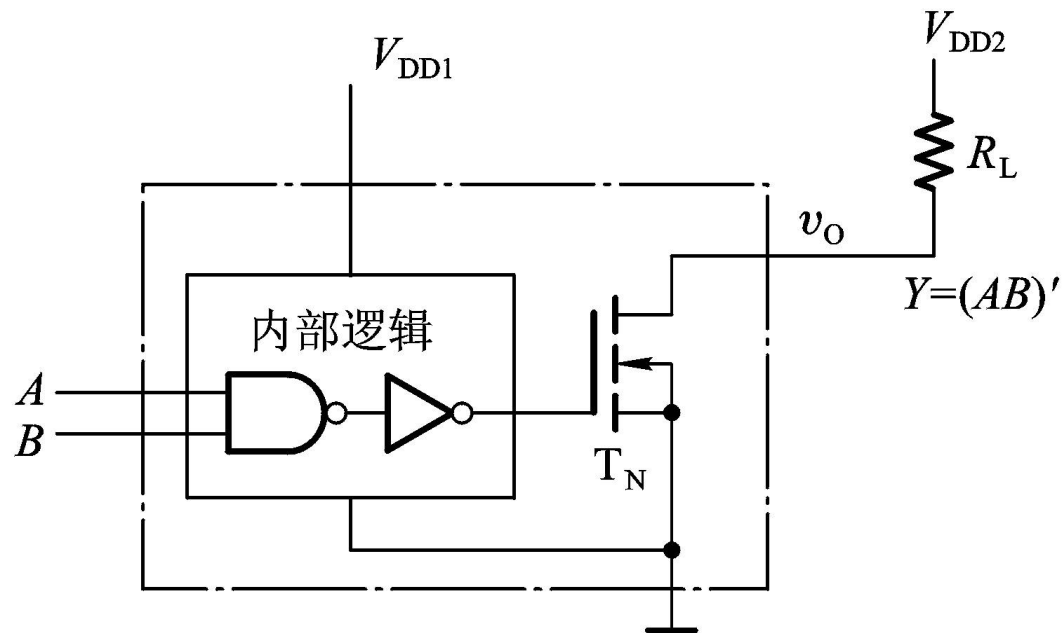
1. 与非门



2. 或非门

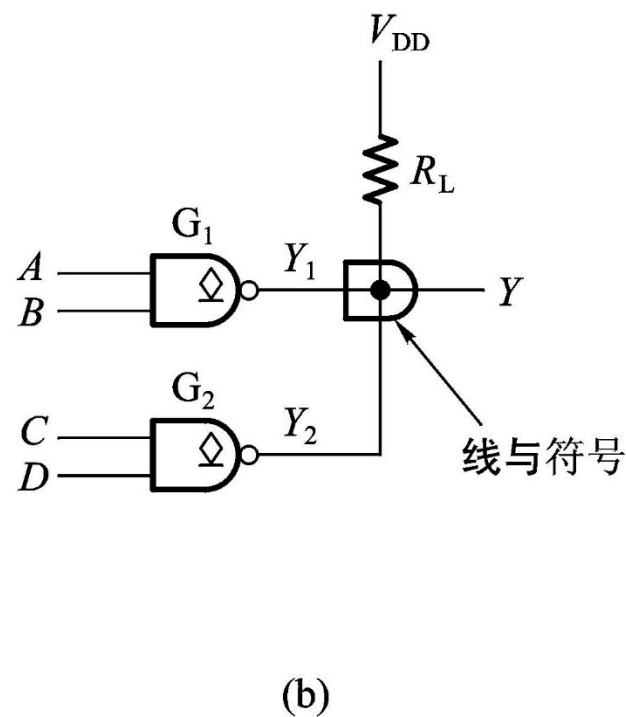
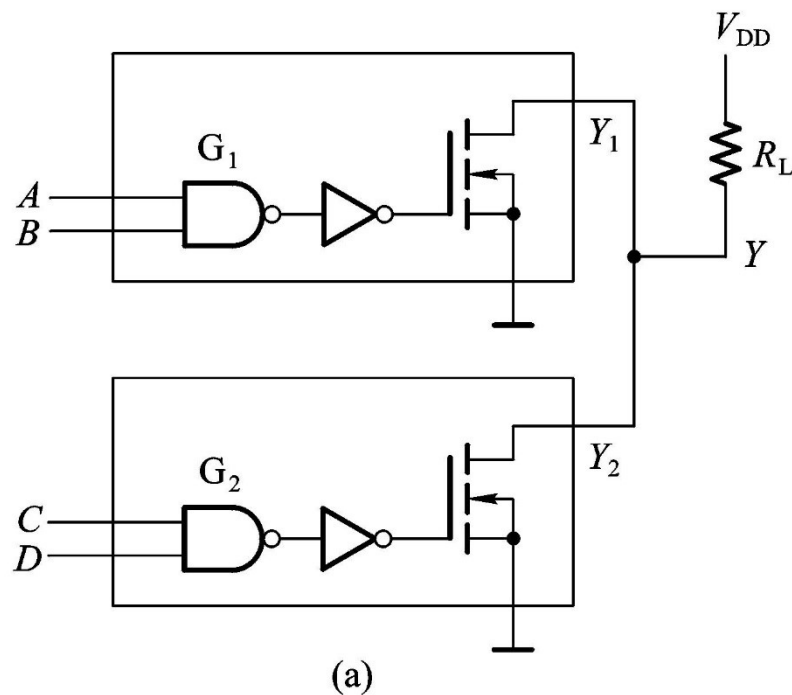


二、漏极开路的门电路 (OD门)



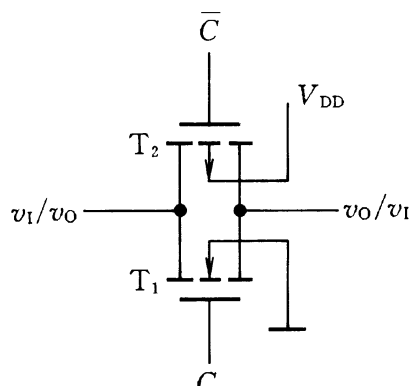
(b)

1. 可将输出并联使用，实现线与或用作电平转换、驱动器
2. 使用时允许外接 R_L , V'_{DD} (V'_{DD} 可以不等于 V_{DD})

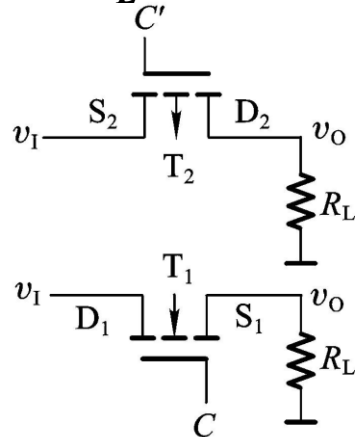
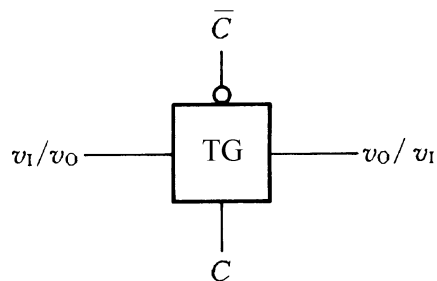
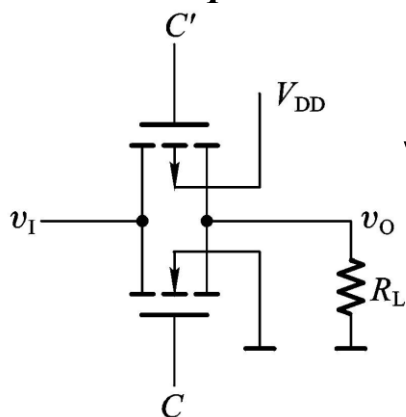


三、CMOS传输门及双向模拟开关

1. 传输门



设 V_I 为正, 另一端经 R_L 接地



设 $R_L \gg R_{ON}, V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = 0$

(1) 当 $C = 0, C' = 1$

则只要 $V_I = 0 \sim V_{DD}$, 则 T_1 、 T_2 均截止
相当于断开

(2) 当 $C = 1, C' = 0$

$V_I = 0 \sim V_{DD}$ 时

$0 < V_I < V_{DD} - V_{GS(th)N}, T_1$ 导通

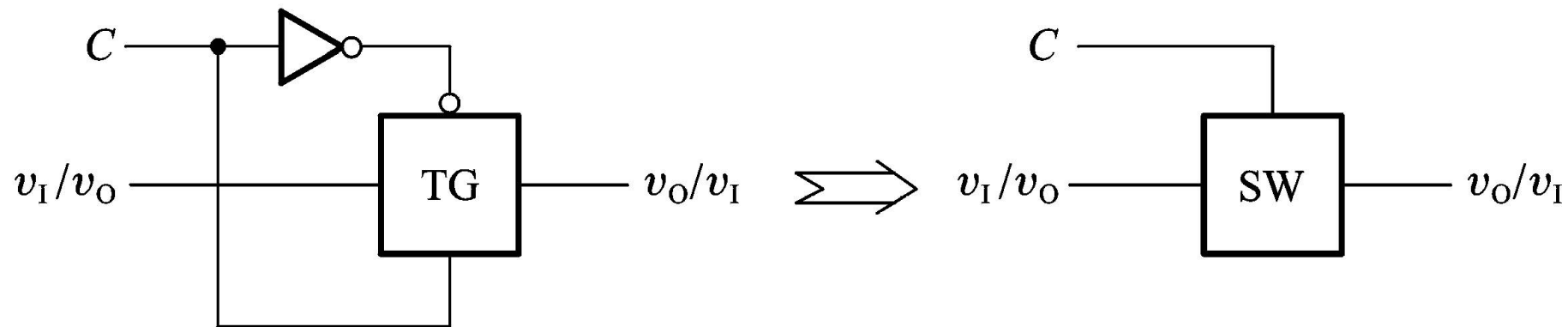
$|V_{GS(th)P}| < V_I < V_{DD}, T_2$ 导通

所以 V_I 在 $0 \sim V_{DD}$, T_1 和 T_2 至少一个导通

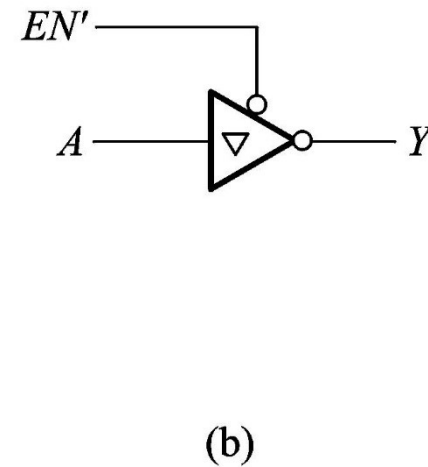
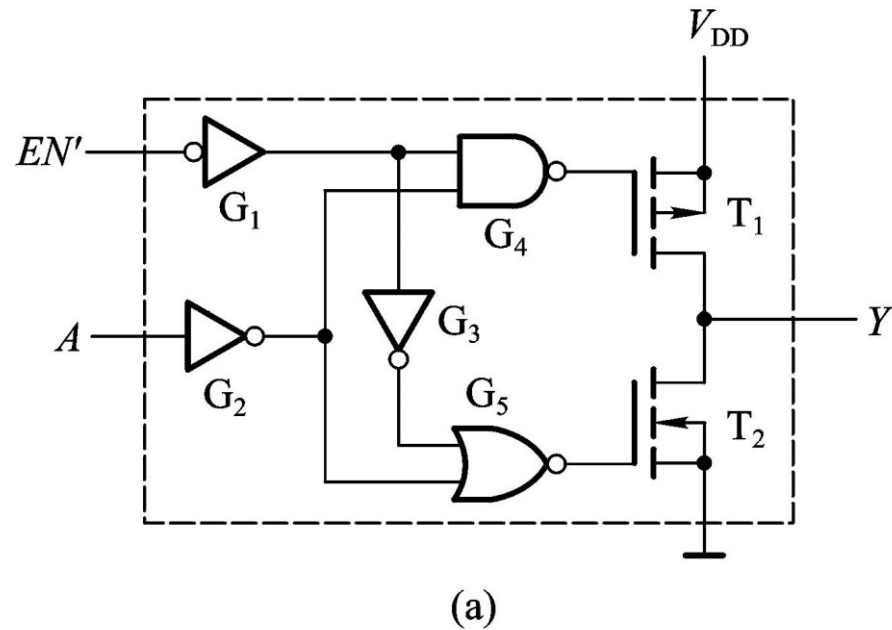
$V_I - V_O$ 之间为低电阻



2. 双向模拟开关



四、三态输出门



$EN' = 0$ 时, $Y = A'$

$EN' = 1$ 时, $Y = Z$ (高阻)



知识要点：CMOS门电路的结构和工作原理、
OD门等的使用方法

知识难点：CMOS门的应用特点和前景