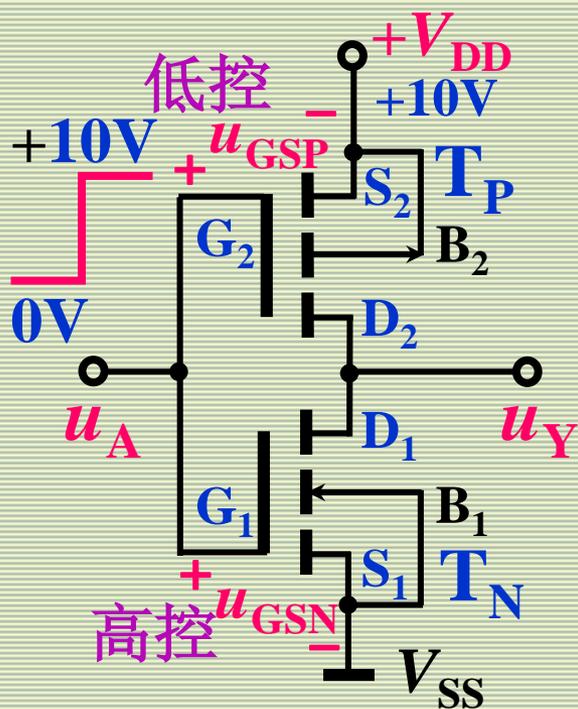




2.3 CMOS 集成门电路

2.3.1 CMOS 反相器

一、电路组成及工作原理



$$U_{TN} = 2\text{ V} \quad U_{TP} = -2\text{ V}$$

u_A	T_N	T_P	u_Y
0 V	截止	导通	10 V
10 V	导通	截止	0 V

$$Y = \bar{A}$$

二、静态特性

1. 输入特性

正常工作时：

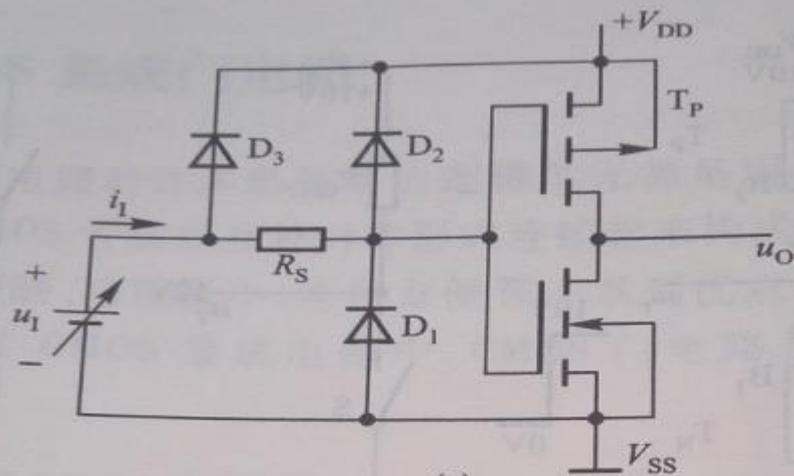
$$0 \leq u_I \leq V_{DD}$$

$$i_I \approx 0$$

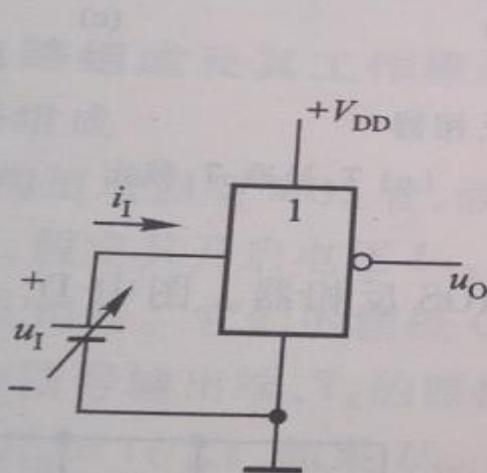
$$u_I > V_{DD} + u_{DF}$$

$$\text{或 } u_I < -u_{DF}$$

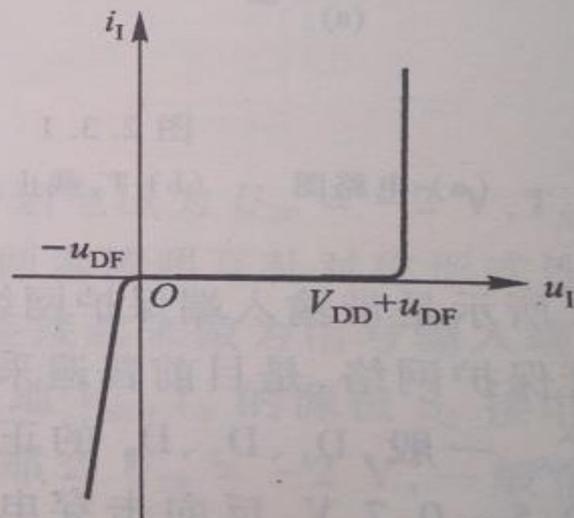
保护电路工作，
此时 i_I 迅速增加。
 u_I 继续增加，
反相器损坏。



(a)



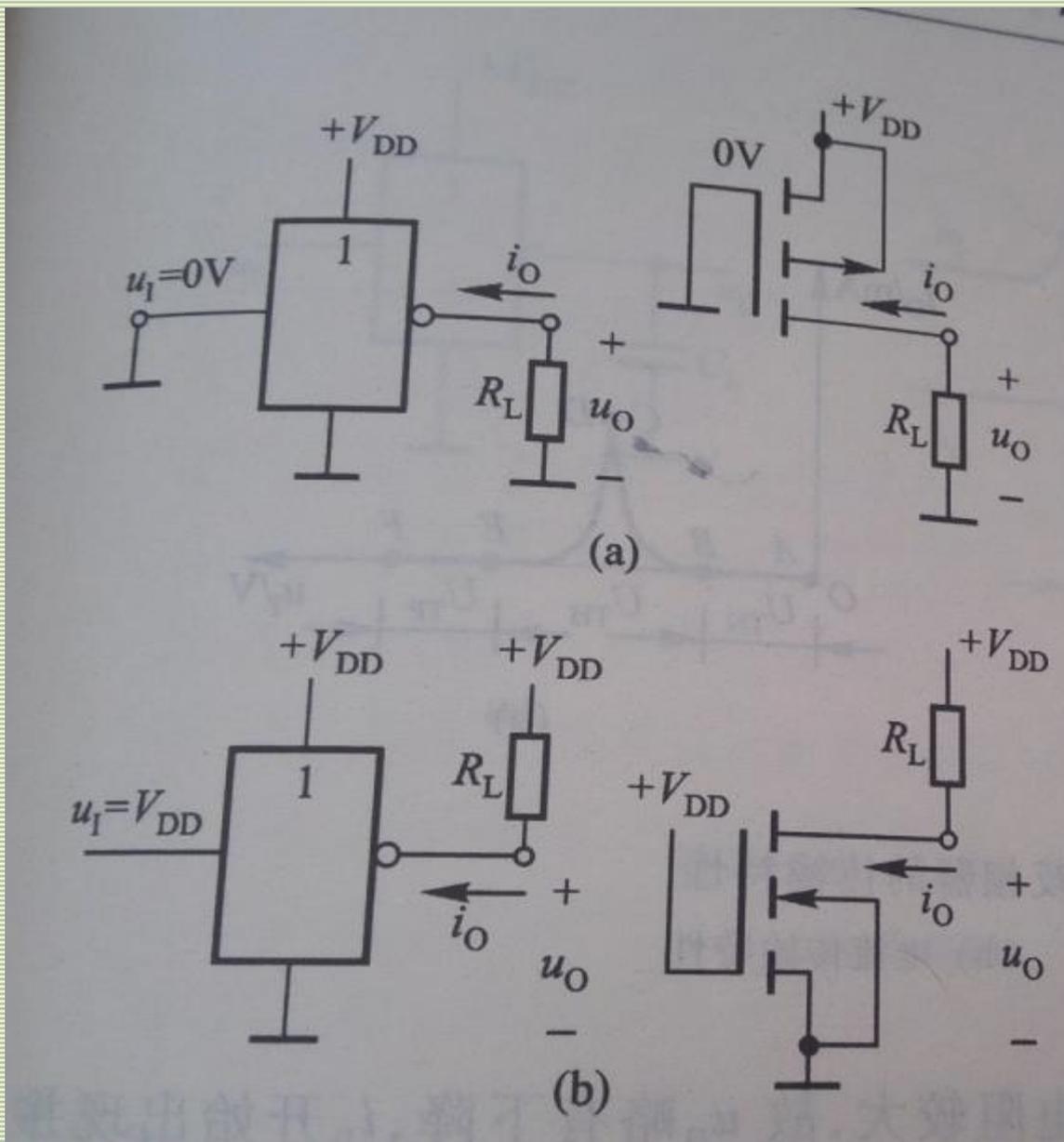
(b)



(c)

图 2.3.3 CMOS 反相器

(a) 电路图 (b) 示意图 (c) 输入特性



反相器外接负载时的两种情况:

1. 输出高电平, 带拉电流负载。(a)

I_{OH} 能够输出的最大电流, 称为带拉电流负载的能力。

2. 输出低电平, 带灌电流负载。(b)

I_{OL} 允许灌入的最大电流, 称为带灌电流负载的能力。

V_{DD} 减小时, 输出高电平会下降, 输出低电平会上升。带负载能力变差。

3. 传输特性

(1) 典型值

输入/输出端高电平的典型值 V_{DD} ，低电平的典型值为 $0V$ 。

(2) 输入端噪声容限

噪声容限指 u_o 为规定值时，允许 u_i 波动的最大范围。一般取 $U_{NL}=U_{NH}=0.3V_{DD}$ 。

三、动态特性

1. 传输延迟时间

$$t_{pd} = \frac{t_{PHL} + t_{PLH}}{2}$$

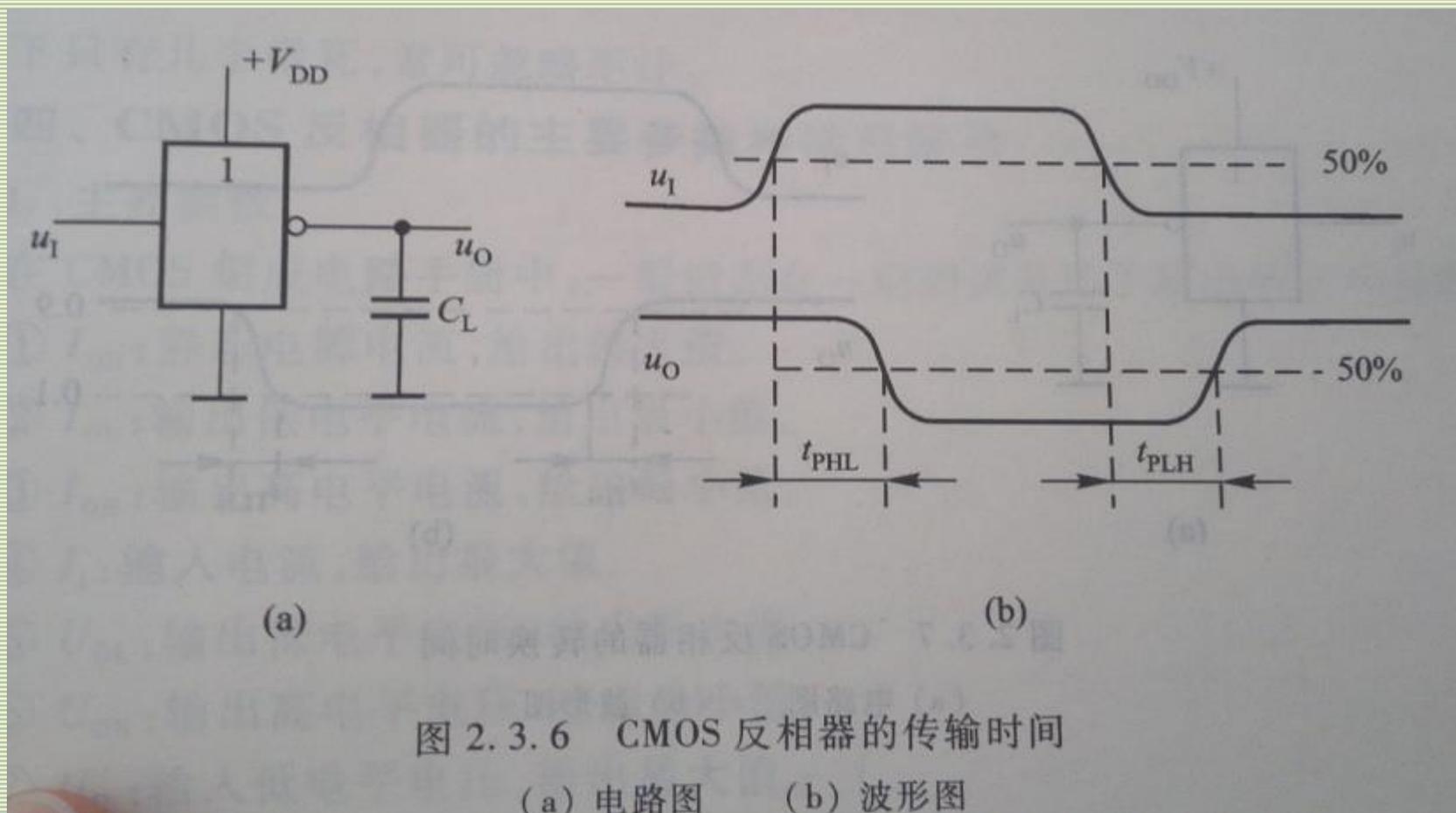
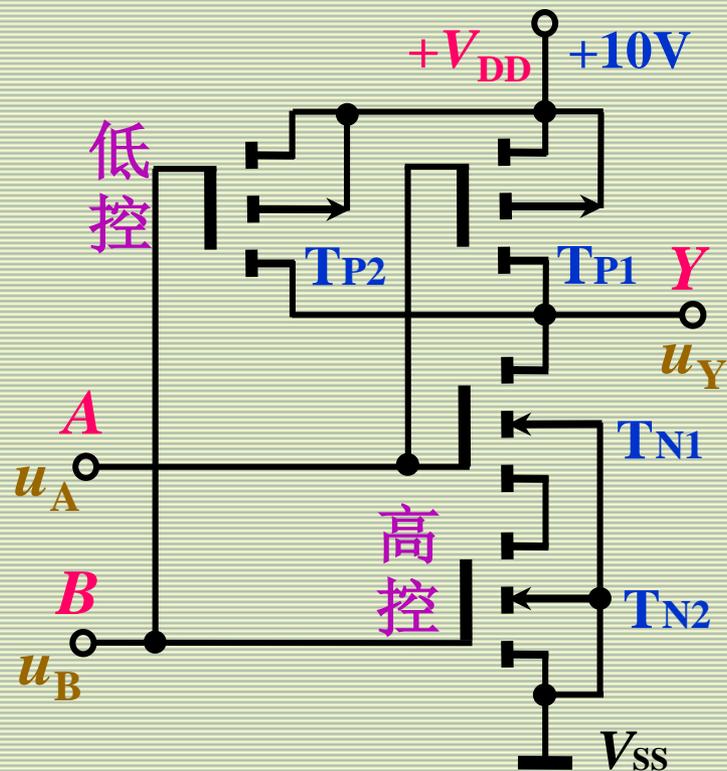


图 2.3.6 CMOS 反相器的传输时间

(a) 电路图 (b) 波形图

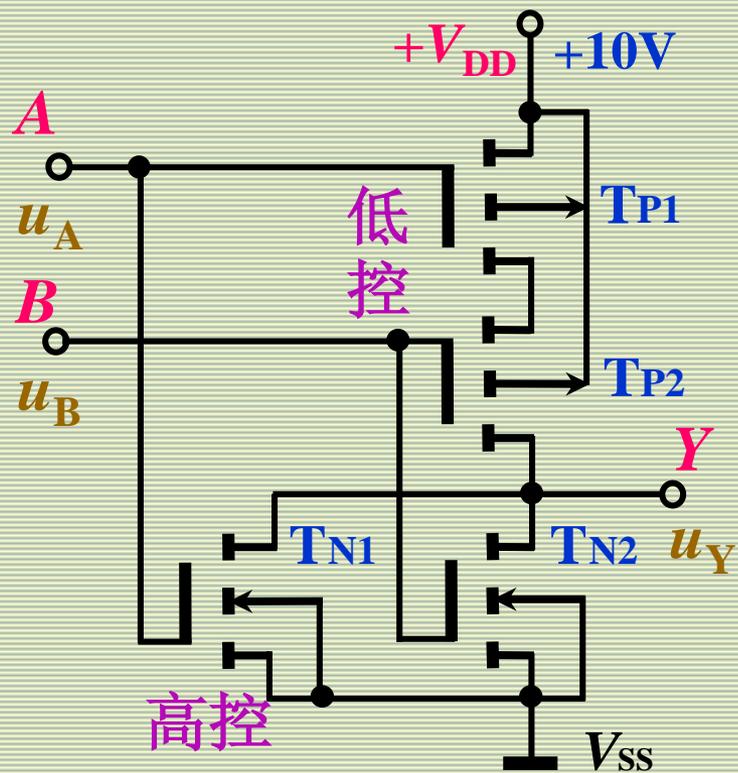
2.3.2 CMOS 与非门、或非门、与门和或门

一、CMOS 与非门



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

二、CMOS 或非门

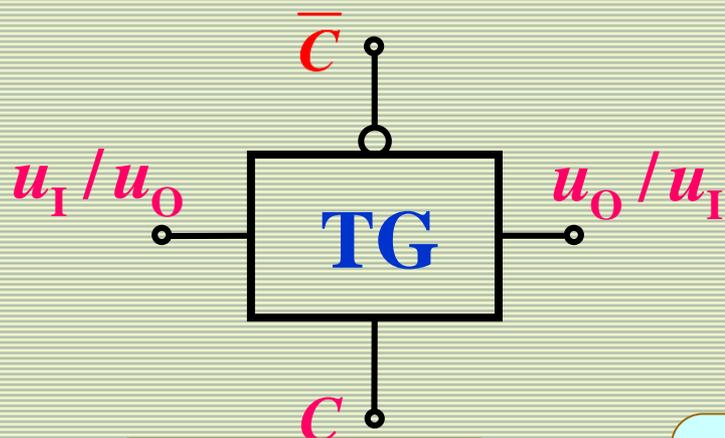


A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

- 与门由与非门和非门构成
- 或门由或非门和非门构成
- 与或非门由与非门和非门构成
- 异或门由或非门、与非门和非门构成

2.3.4 CMOS 传输门、三态门和漏极开路门

一、CMOS传输门 (TG 门 — Transmission Gate)



传输门：是一种可以双向传输。

导通电阻小
(几百欧姆)

模拟信

关断电阻大
($\geq 10^9 \Omega$)

(1) $C = 1$ 、 $\bar{C} = 0$ ：

$$u_o = u_i$$

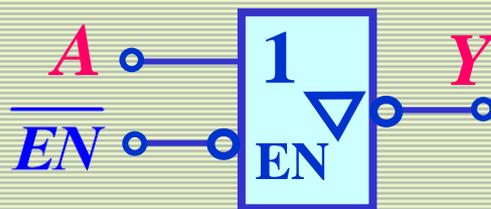
(2) $C = 0$ 、 $\bar{C} = 1$ ：

u_o u_i 断开

二、CMOS 三态门

三态门：因其输出端有高电平、低电平和高阻态Z三种状态而得名。

1. 逻辑符号



控制端低电平有效

2. 工作原理

$$(1) \overline{EN} = 1$$

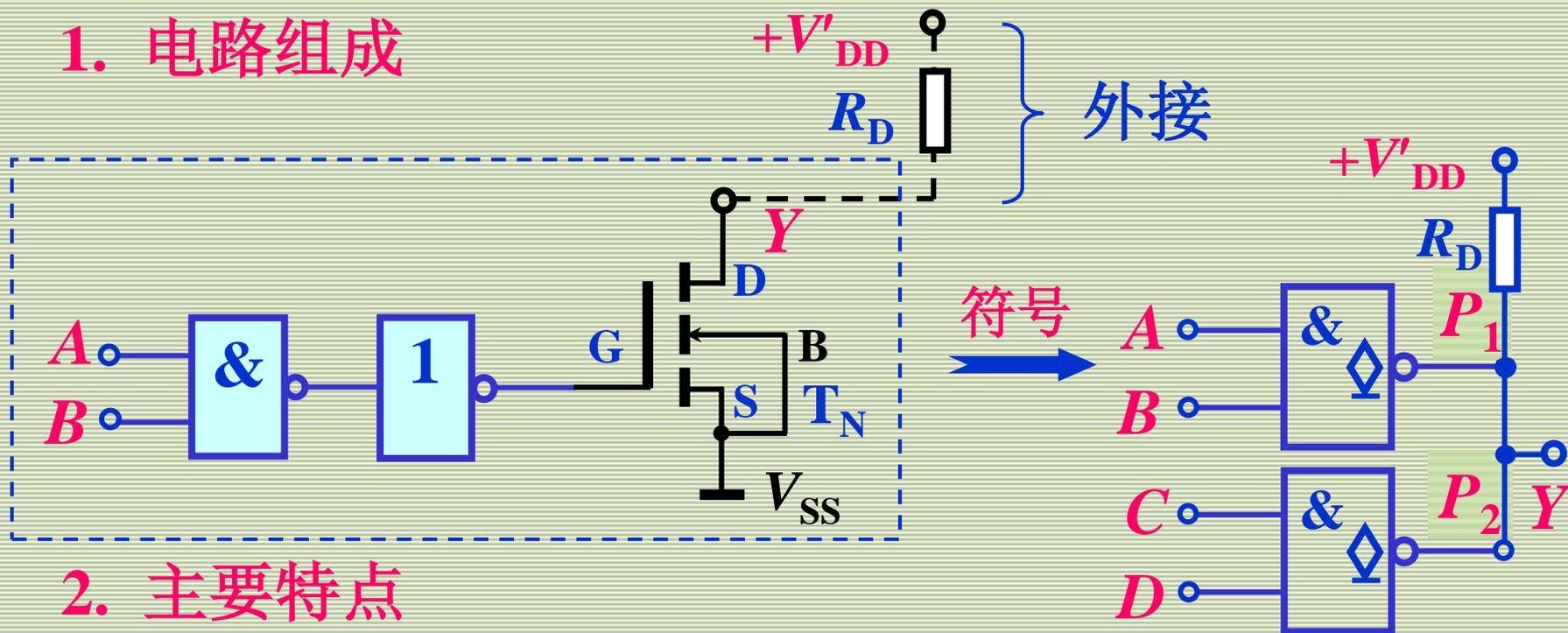
$$(2) \overline{EN} = 0$$

$Y = Z$ (高阻态 — 非 1 非 0)

$$Y = \overline{A}$$

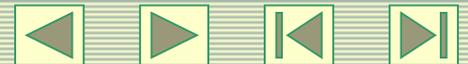
三、CMOS 漏极开路门 (OD门 — Open Drain)

1. 电路组成



2. 主要特点

- (1) 漏极开路，工作时必须外接电源和电阻。
- (2) 可以实现线与功能：
- (3) 可实现逻辑电平变换： $U_{OH} = V'_{DD}$
- (4) 带负载能力强。



四、CMOS 电路使用中应注意的几个问题 P113

2. 注意输入电路的过流保护

CMOS输入端的保护二极管导通时的电流容限为1mA。在可能出现过大瞬态输入电流时，应串接输入保护电阻。若 $V_{DD}=10V$ ，则取限流电阻为 $10k\Omega$

3. 注意电源电压极性、防止输出端短路

- 1) 电源极性不能接反，否则器件损坏。
- 2) 电路输出端既不能和电源短接，也不能和地短接，否则输出级的MOS管会因过流而损坏。

4. 多余的输入端不应悬空

多余输入端的处理

{	与门、与非门：	接电源 或 与其他输入端并联
	或门、或非门：	接地 或 与其他输入端并联