

第3章门电路

12/30/2023

3.1 概述

一、门电路

实现基本逻辑运算和常用复合逻辑运算的电子电路



与 门
或 门
非 门

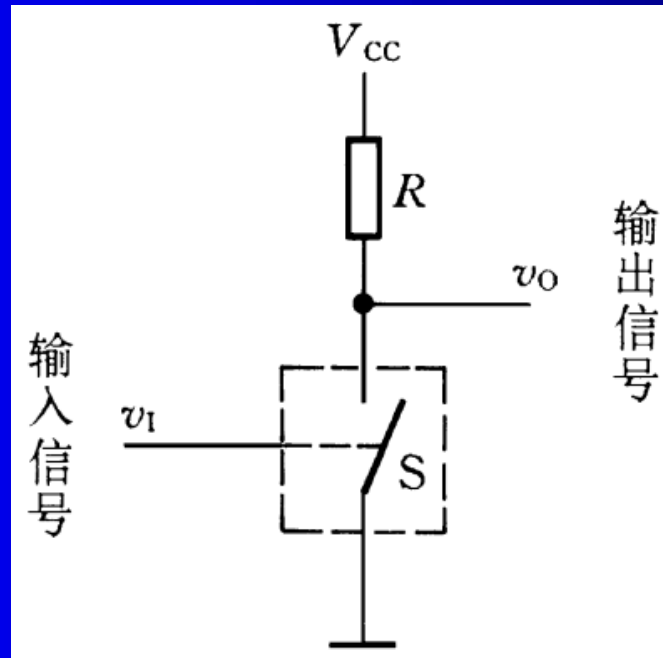


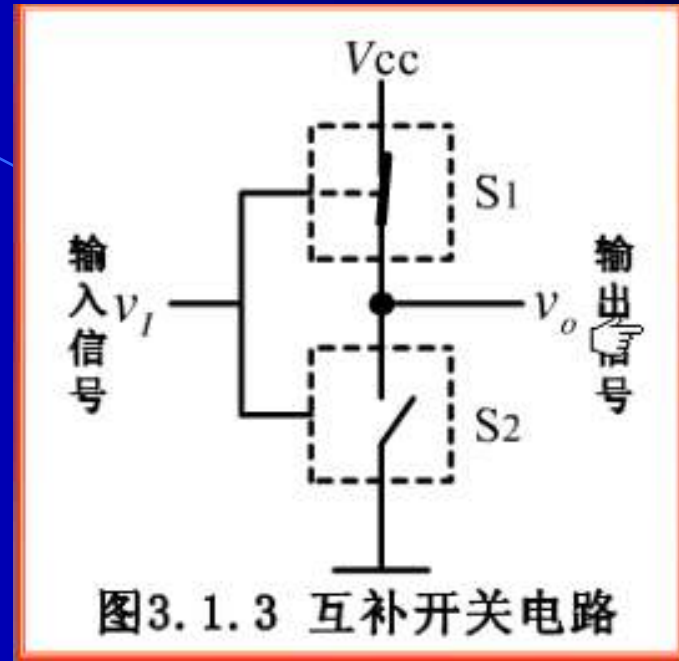
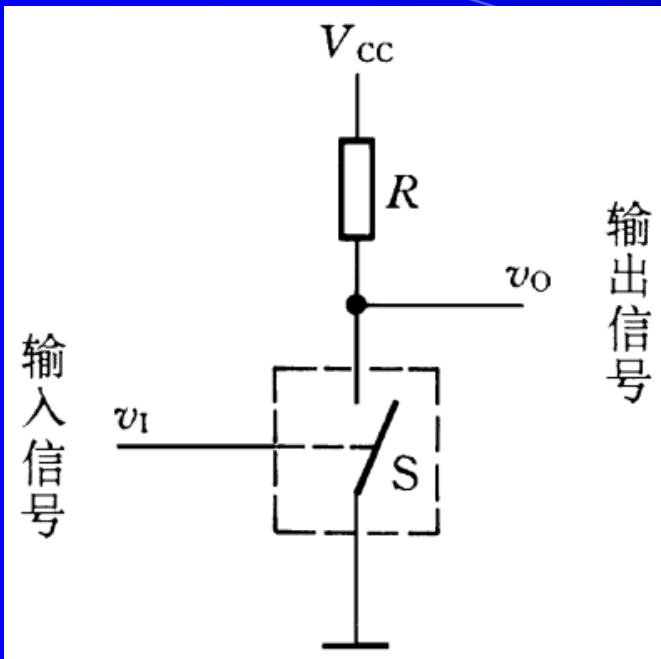
与非门
或非门
与或非门
异或门

二、逻辑变量与两状态开关

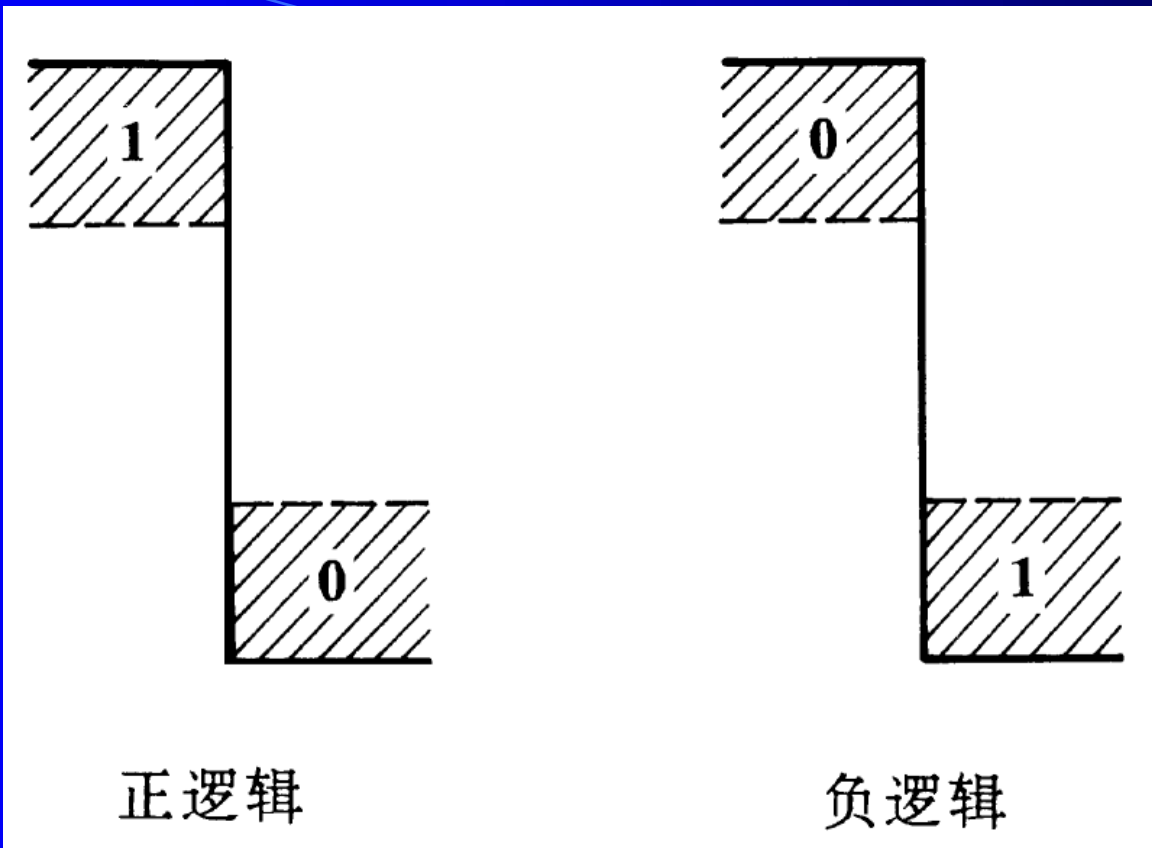
二值逻辑： 全部逻辑变量只有两种取值 (1 或 0)。

数字电路： 经过电子开关 S 的两种状态 (开或关) 取得高、低电平，用来表达 1 或 0。





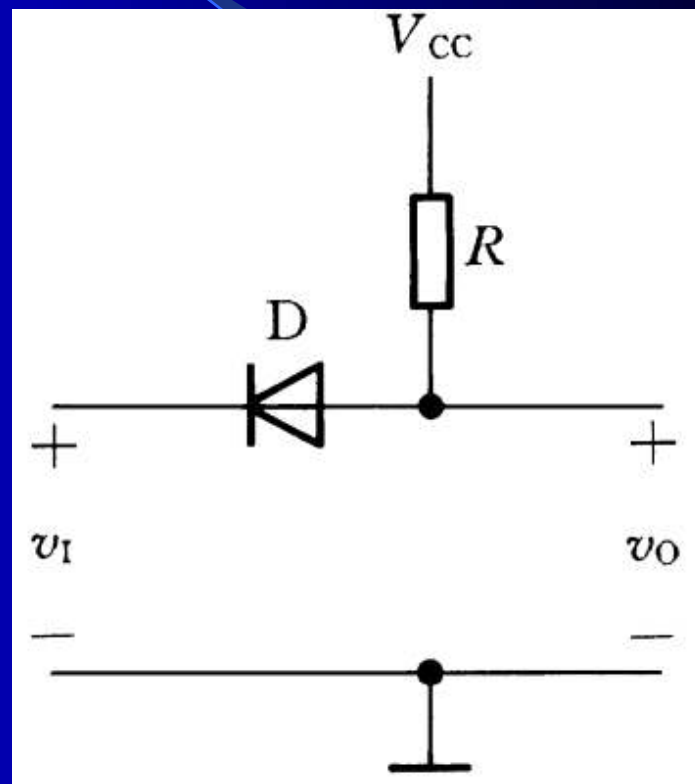
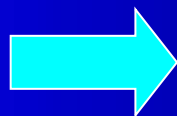
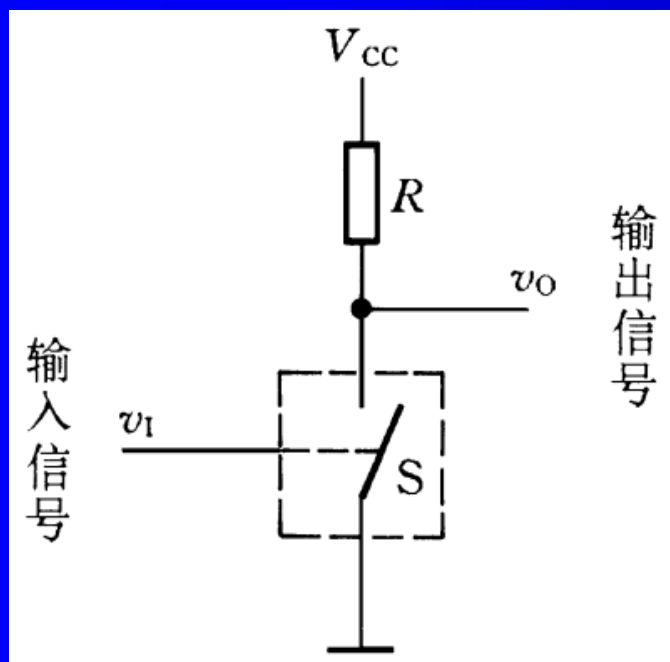
互补电路功耗降低

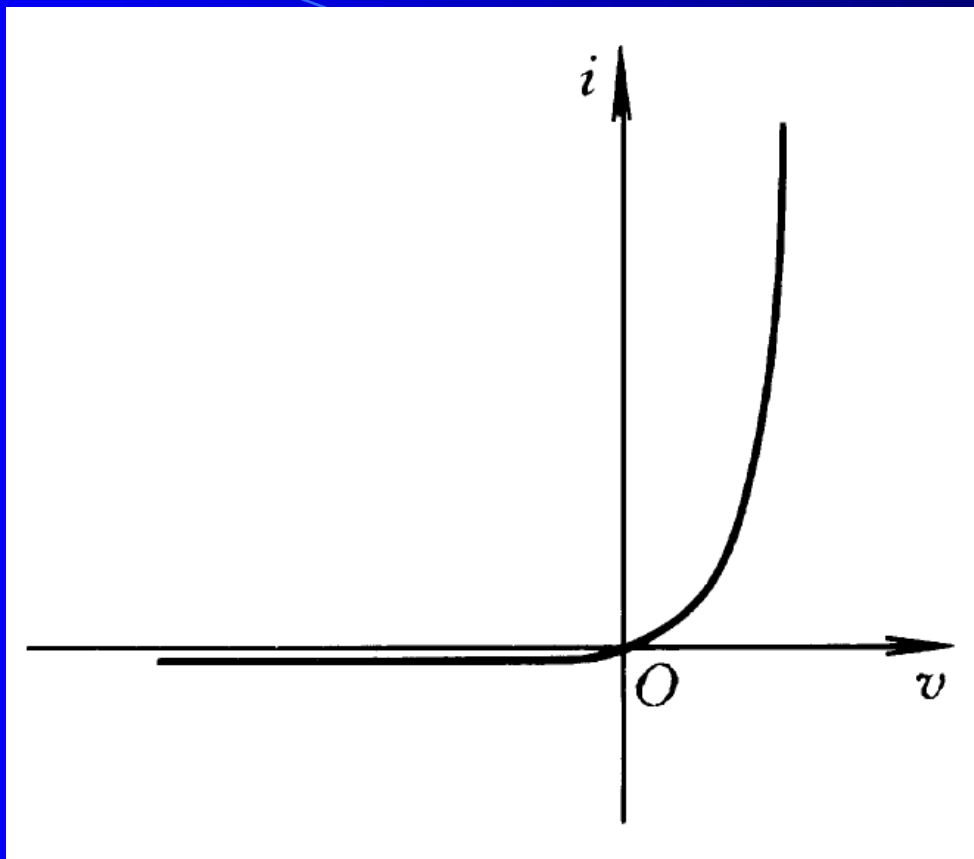


高下电平表达不同的逻辑状态，
而且高下电平都有一种允许范围

3.2 半导体二极管和三极管的开关特征

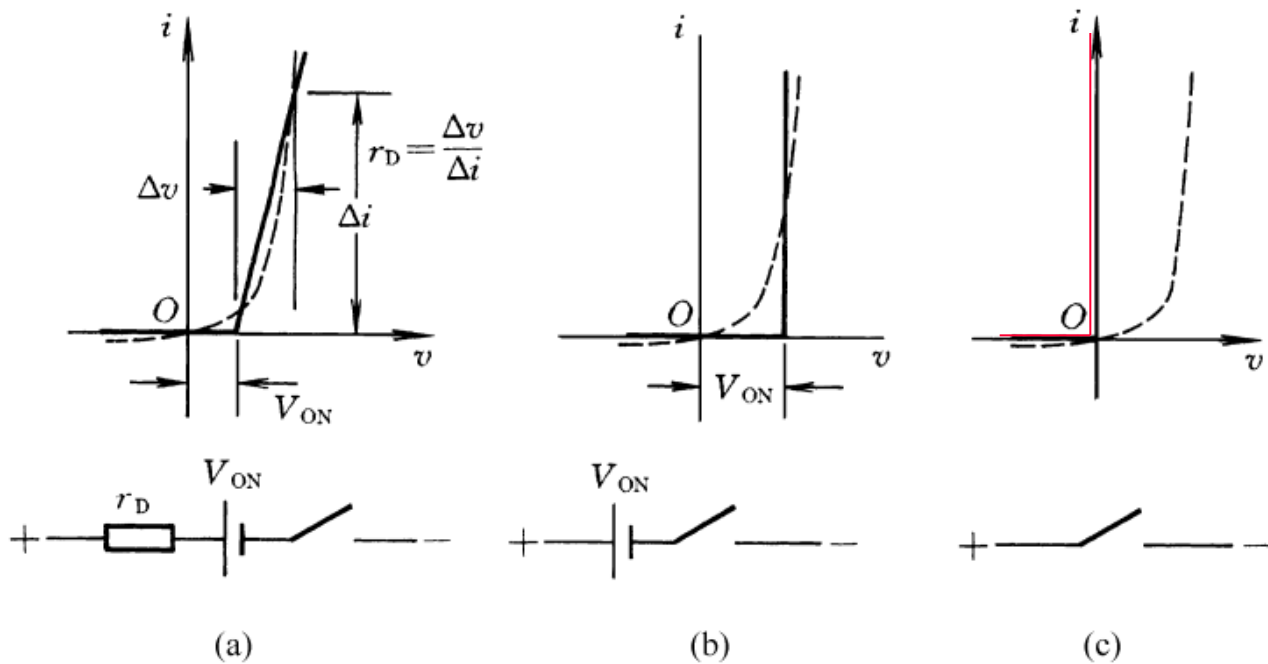
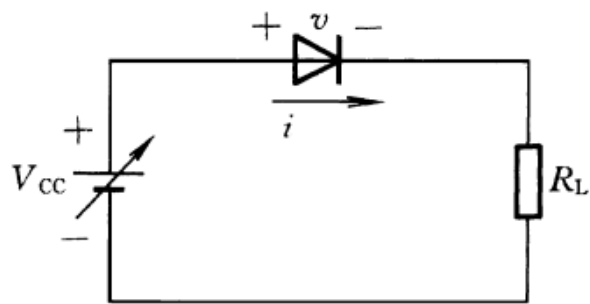
3.2.1 二极管的开关特征



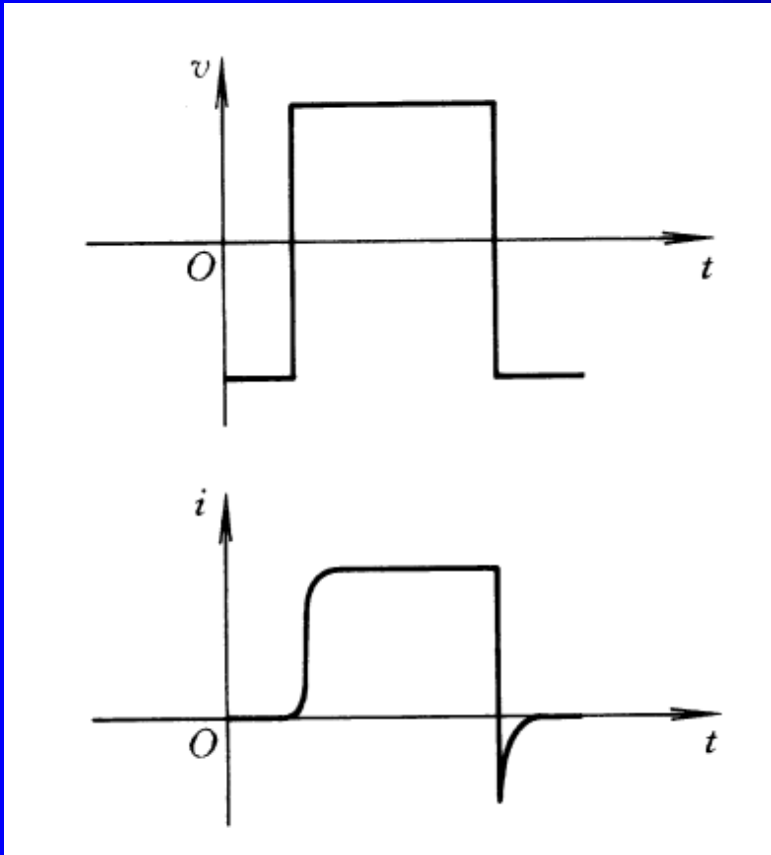


二极管的伏安特征

二极管伏安特征的几种近似措施



二极管的动态电流波形



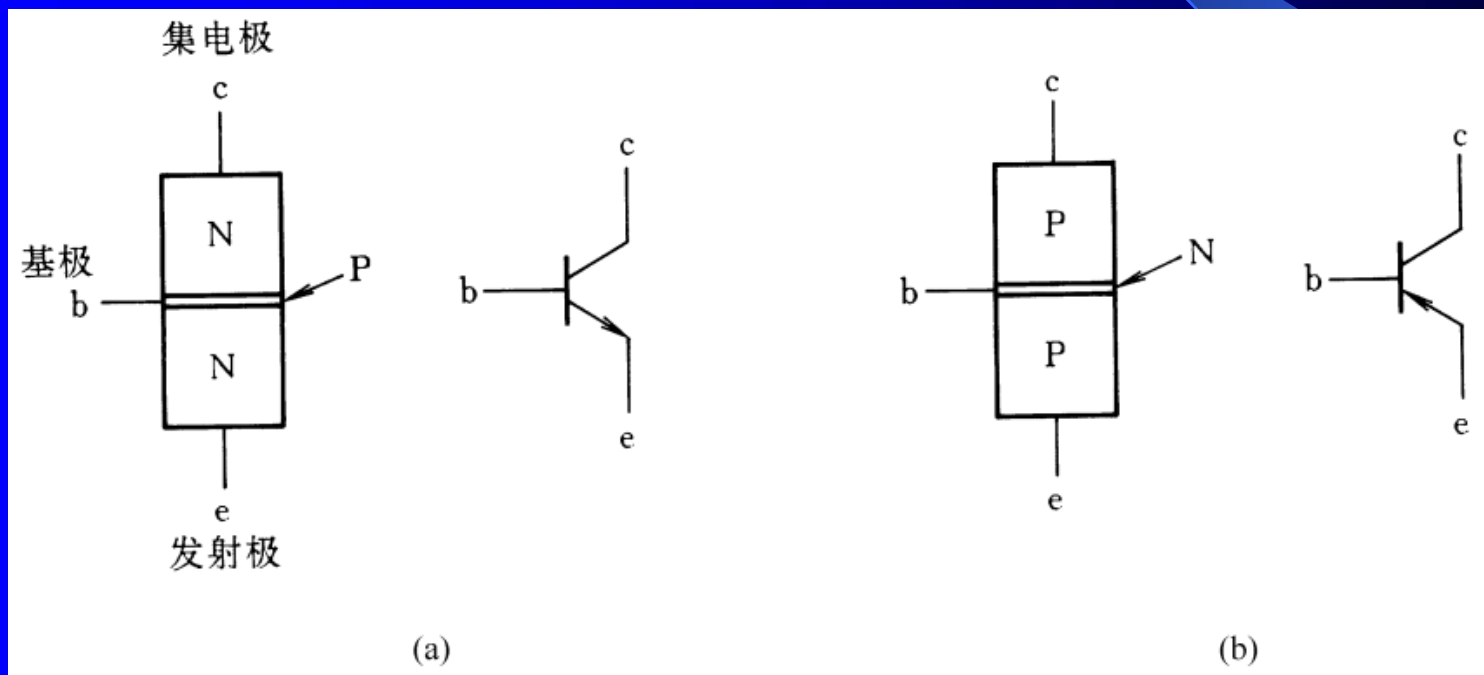
t_{on} — 开通时间

t_{off} — 关断时间

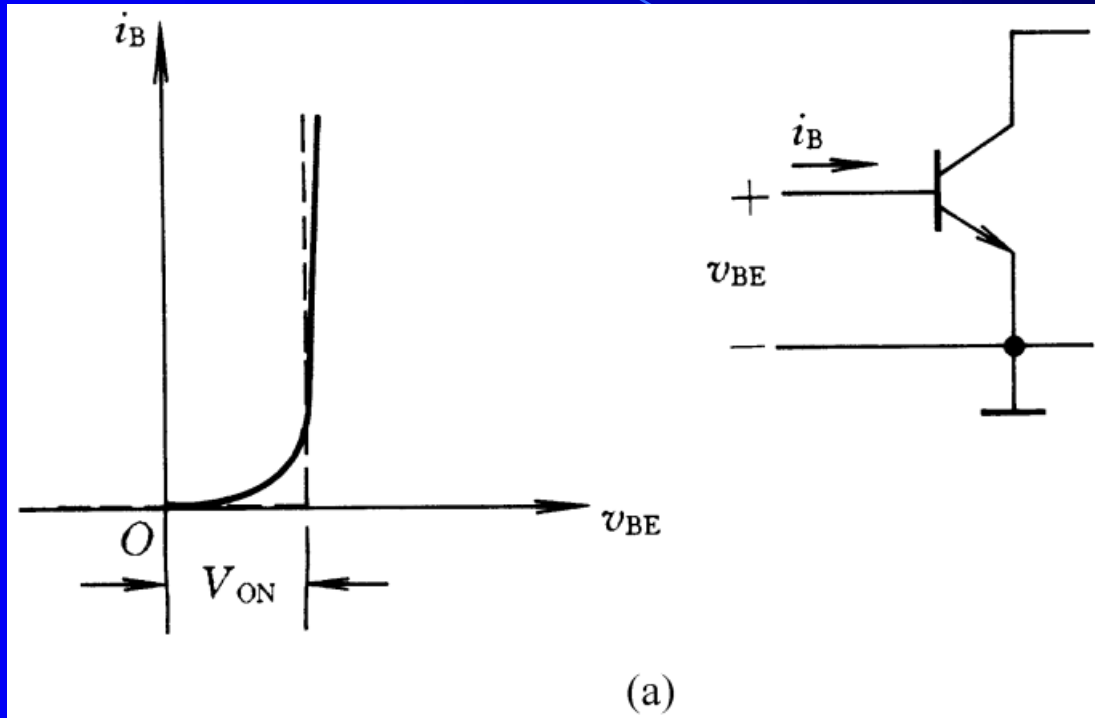
3.2.2 三极管的开关特征

1、 双极型三极管的两种类型

(a)NPN型 (b)PNP型



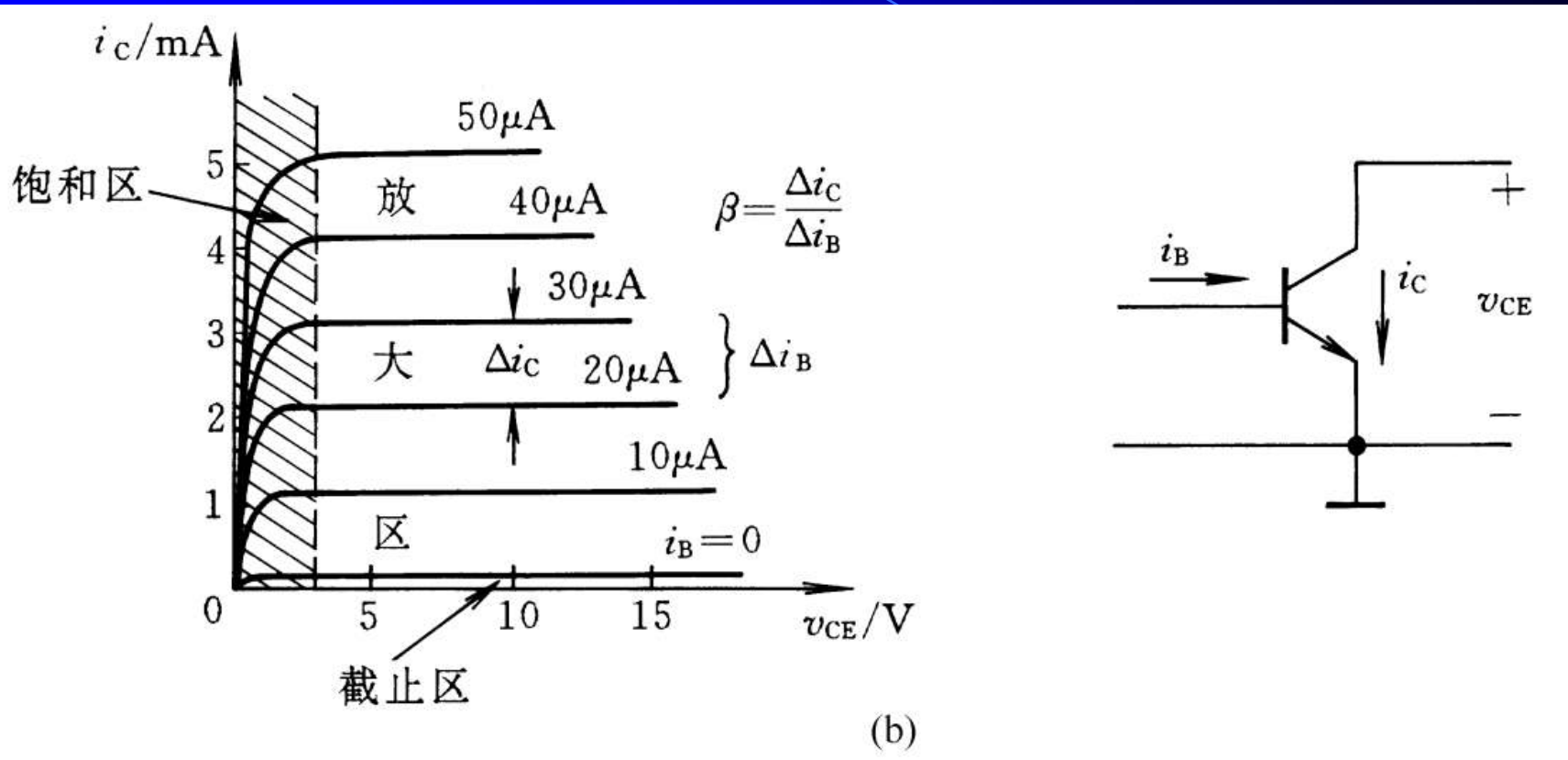
2、双极型三极管的特征曲线



开启电压 V_{ON}

(a) 输入特征曲线

双极型三极管的特征曲线



放大区: i_c 随 i_b 成正比变化

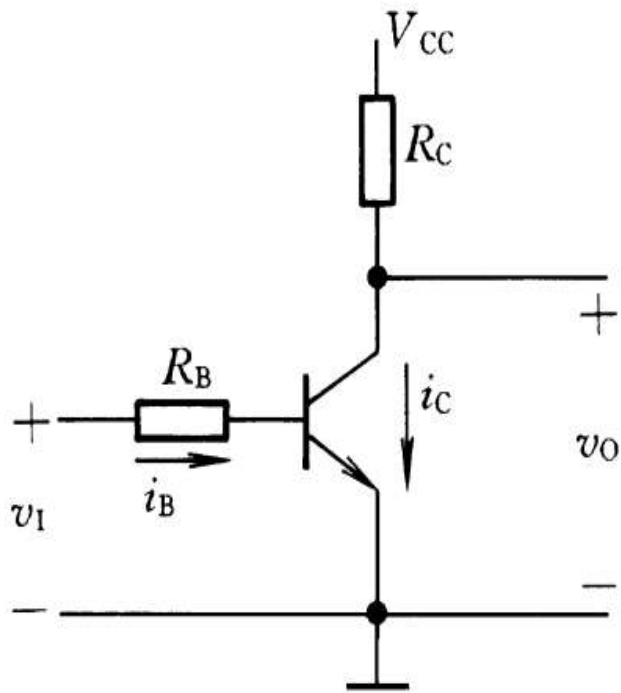
饱和区: $V_{CE} < 0.3V$

截止区: $I_{CEO} < 1\mu A$

12/30/2023

(b) 输出特征曲线

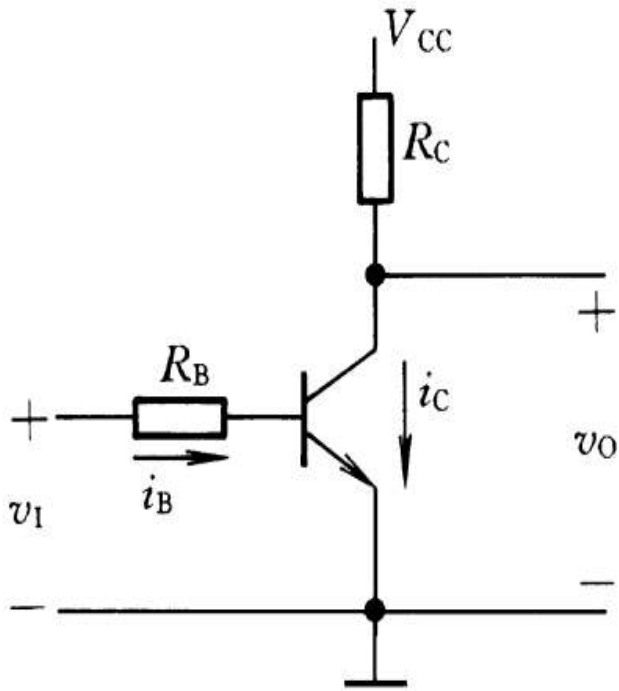
3、 双极型三极管的基本开关电路



$$V_i < V_{on}, i_B = 0,$$
$$i_C = 0, V_{OH} = V_{CC}$$

V_i 为低电平时，截止，
 V_o 为高电平

双极型三极管的基本开关电路



$$V_i > V_{on},$$

$$i_B = \frac{V_i - V_{on}}{R_B},$$

$$i_C = \beta i_B,$$

$$\begin{aligned} V_O &= V_{CC} - i_C R_C \\ &= V_{CC} - \beta i_B R_C \end{aligned}$$

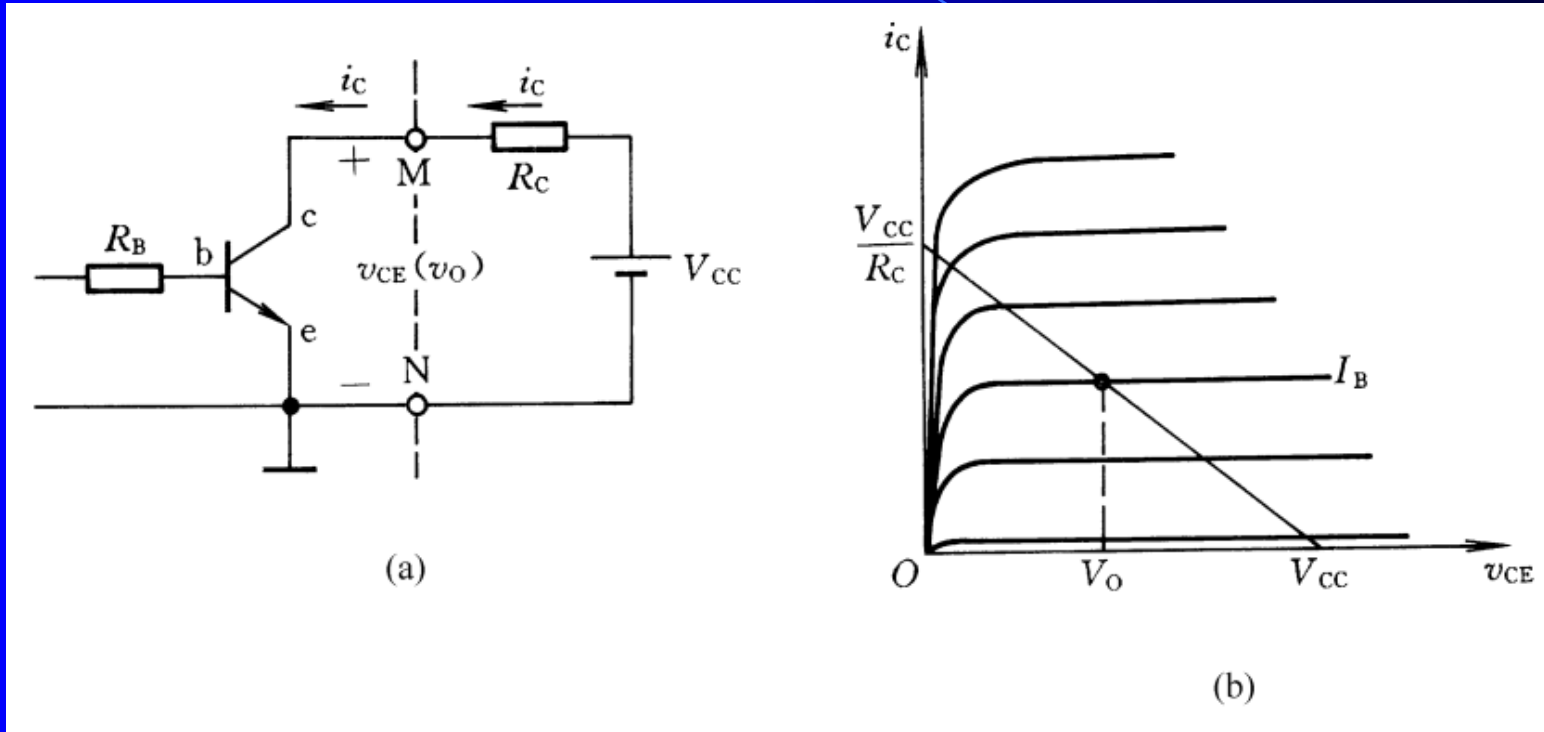
$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{\beta R_C},$$

12/30/2023 V_i 为高电平时，饱和区， V_O 为低电平

用图解法拟定 V_O

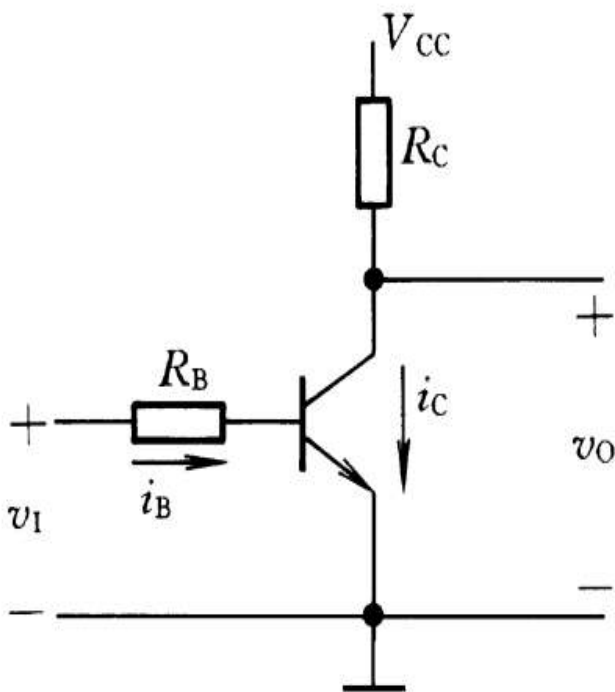
(a) 电路图

(b) 作图措施



电路图中，MN处的伏安特征是拟定的 $V_{MN} = V_{CE} = V_{CC} - i_c R_C$
左边能够用三极管的输出特征表达，右边能够用电阻的伏安特征表达

双极型三极管的基本开关电路



$$V_i < V_{on}$$

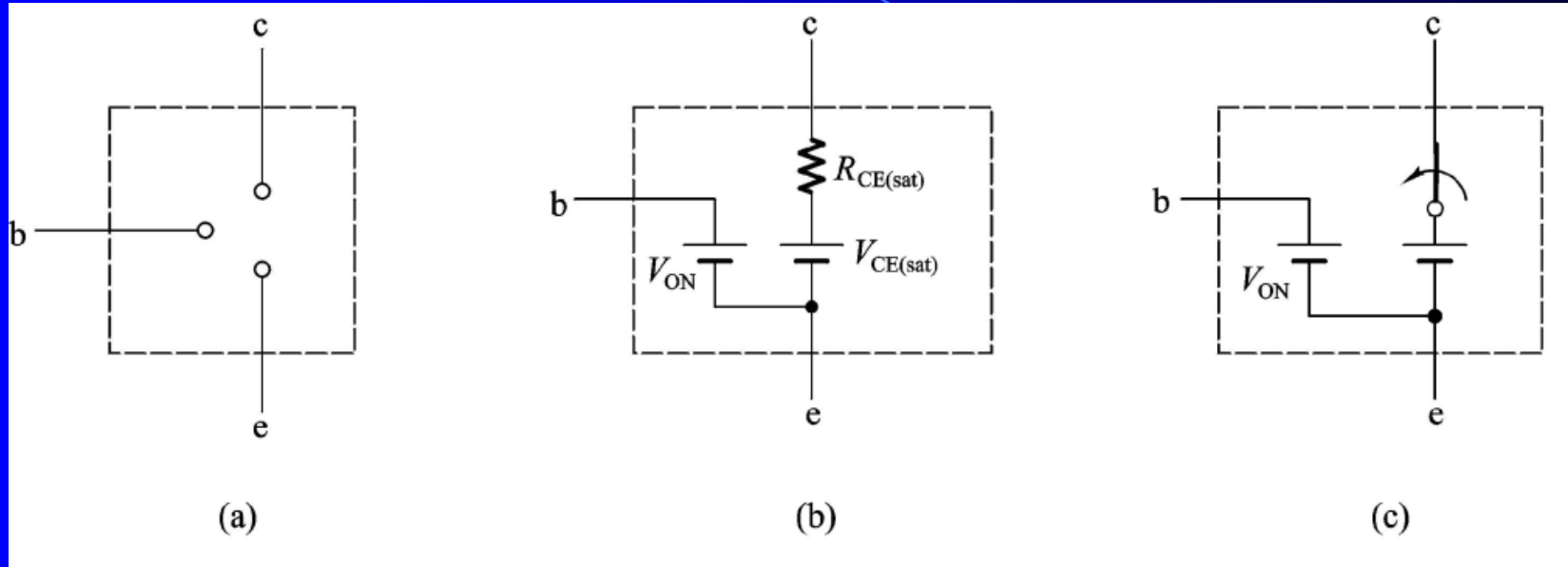
V_i 为低电平时，截止，
 V_o 为高电平

$$V_i > V_{on},$$

$$i_B > I_{BS}$$

V_i 为高电平时，饱和区，
 V_o 为低电平

4、 双极型三极管的开关等效电路



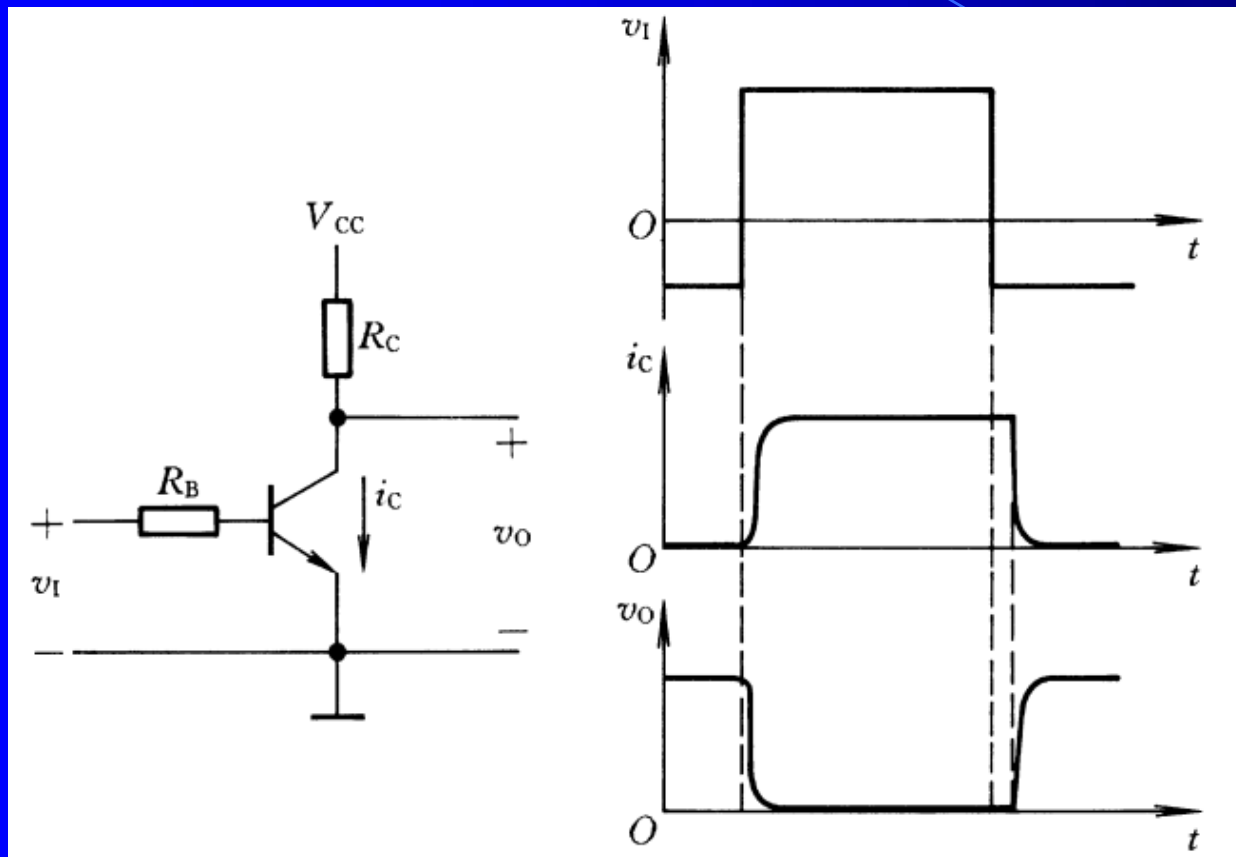
(a) 截止状态

(b) (c) 饱和导通状态

V_{ON} 发射结的开启电压

$V_{CE(sat)}$, $R_{CE(sat)}$ 为饱和导通压降和饱和导通电阻

5、 双极型三极管的动态开关特征



t_{on} — 开通时间

t_{off} — 关断时间

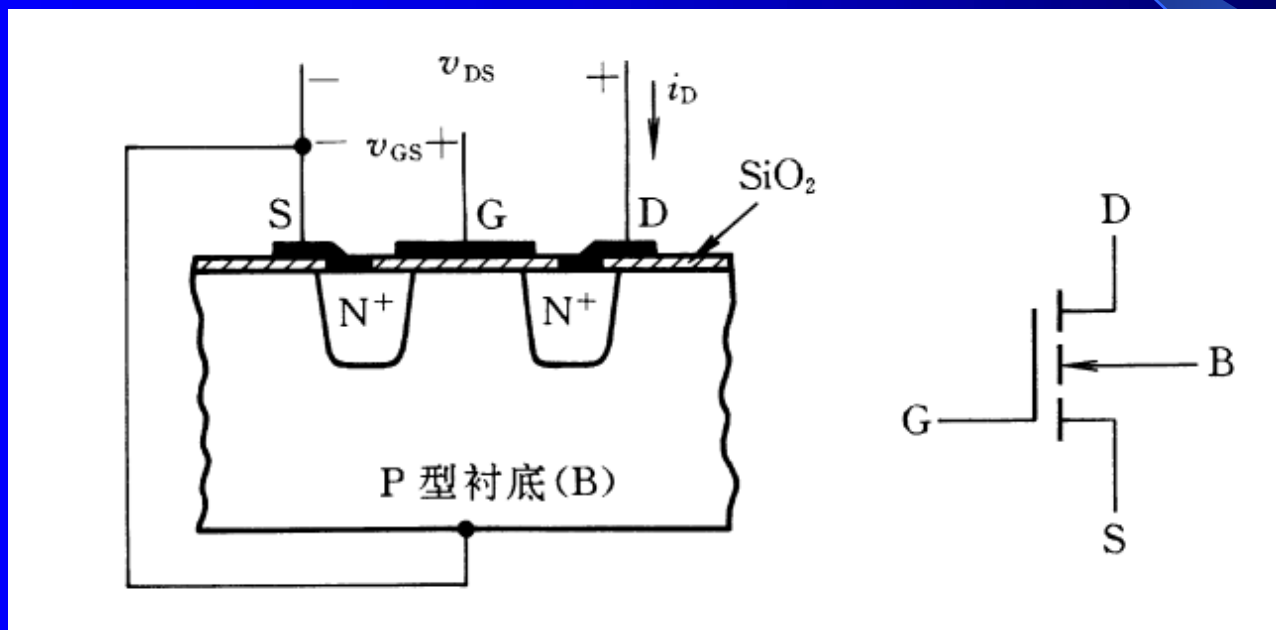
状态转换时，三极管内部电荷的建立和消散都需要一定的时间，造成 V_o 滞后于 V_i

12/30/2023

二、MOS管的开关特征

MOS (Metal – Oxide – Semiconductor)
金属 – 氧化物 – 半导体场效应管

1、MOS管的构造和符号



S: 源极

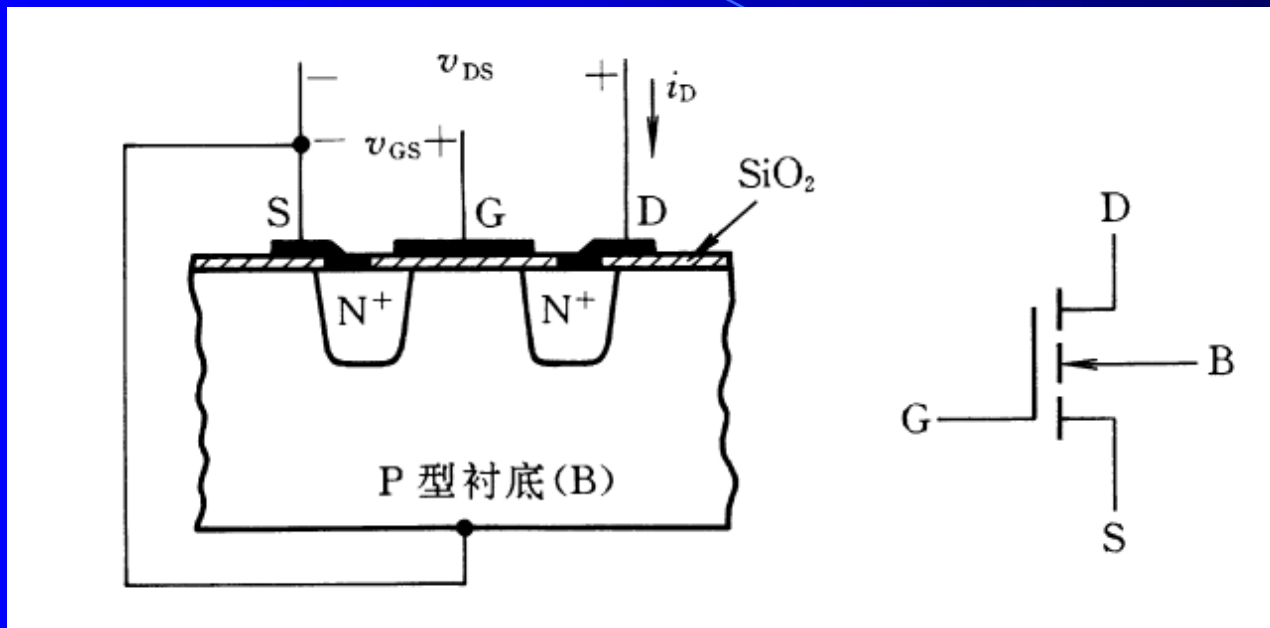
D: 漏极

G: 栅极

B: 衬底

$$V_{GS} = 0, i_D = 0 \quad V_{GS} > V_{GS(th)}, i_D > 0$$

2、MOS管的输入特征和输出特征

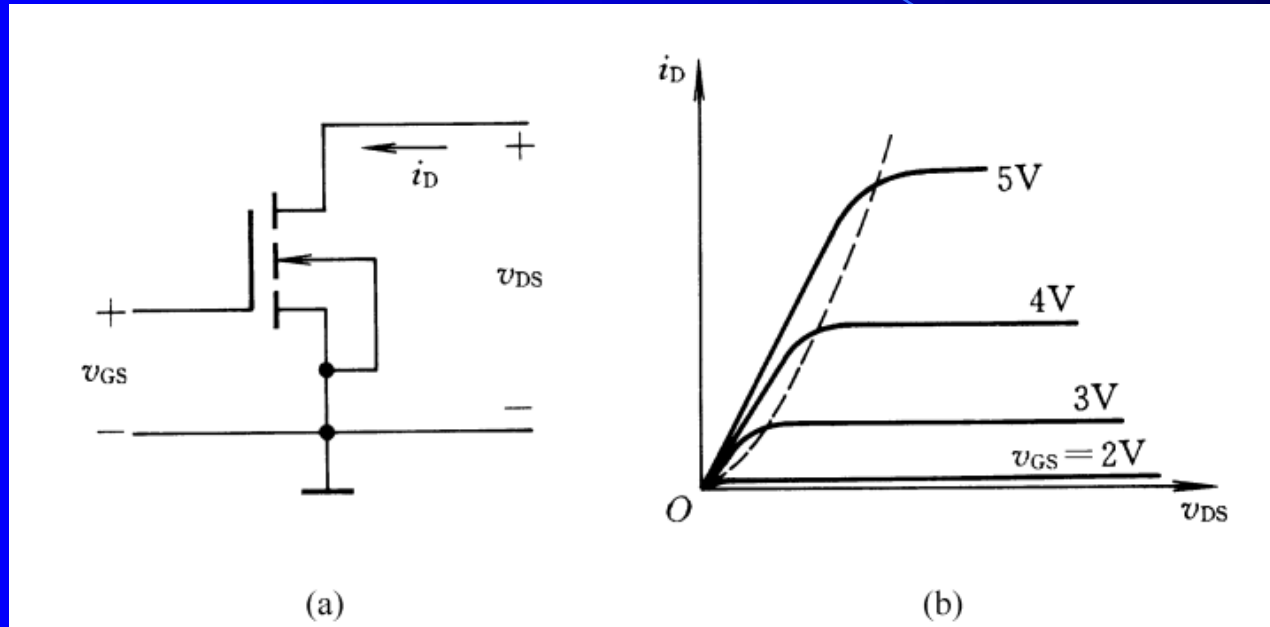


输入特征：栅极和源极之间有二氧化硅绝缘层隔离，所以栅极和源极之间加上电压后，不会有电流

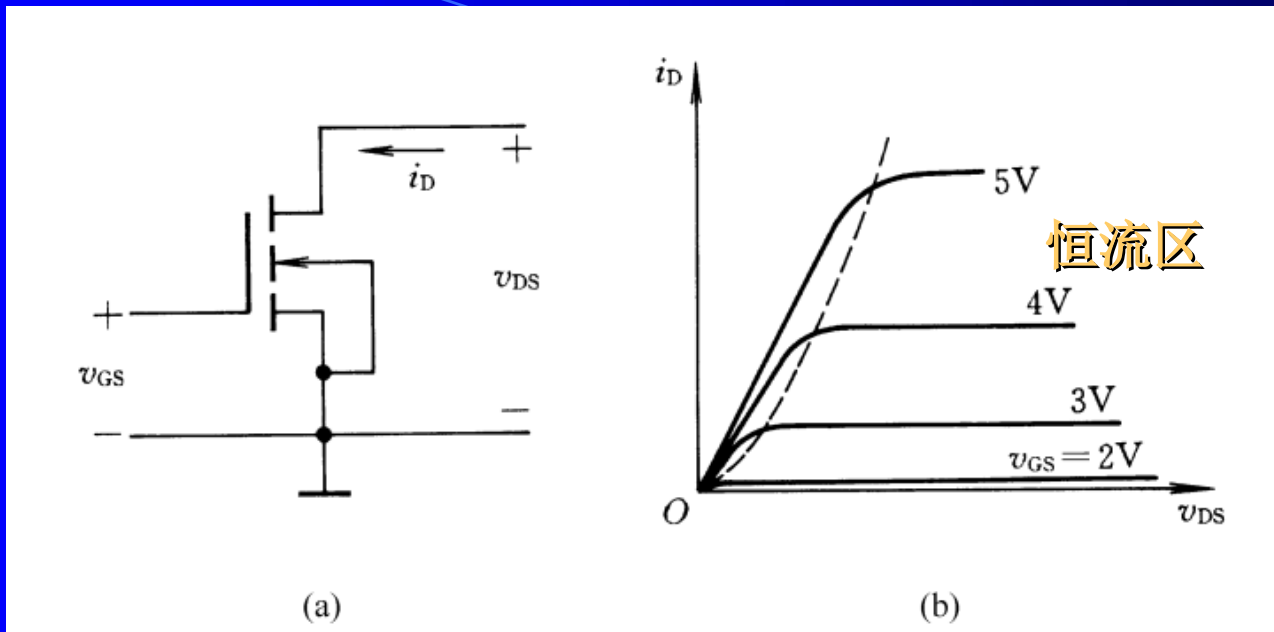
MOS管共源接法及其输出特征曲线

(a)共源接法

(b)输出特征曲线

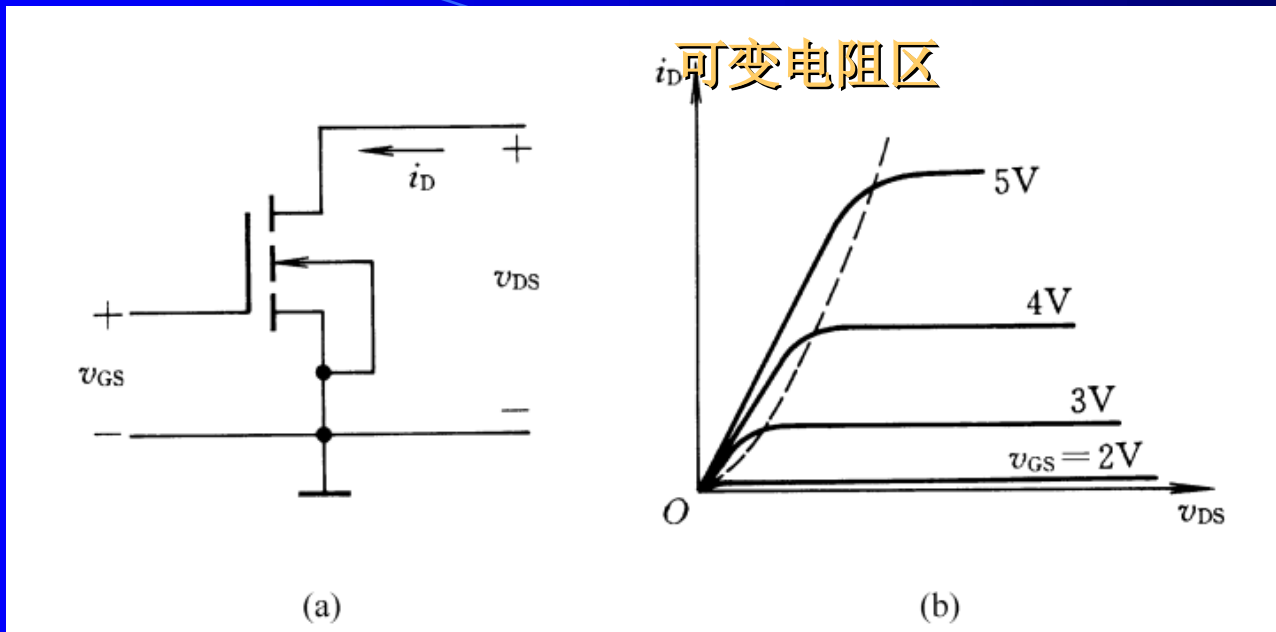


截止区: $V_{GS} < V_{GS(th)}$, 栅极和源极之间没有导电沟道, $i_D = 0$



恒流区： $V_{GS} > V_{GS(th)}$ ，栅极和源极之间有导电沟道， i_D 的大小基本由 V_{GS} 决定， V_{DS} 的变化对 i_D 的影响很小

$$i_D = I_{DS} \left(\frac{V_{GS}}{V_{GS(th)}} - 1 \right)^2$$

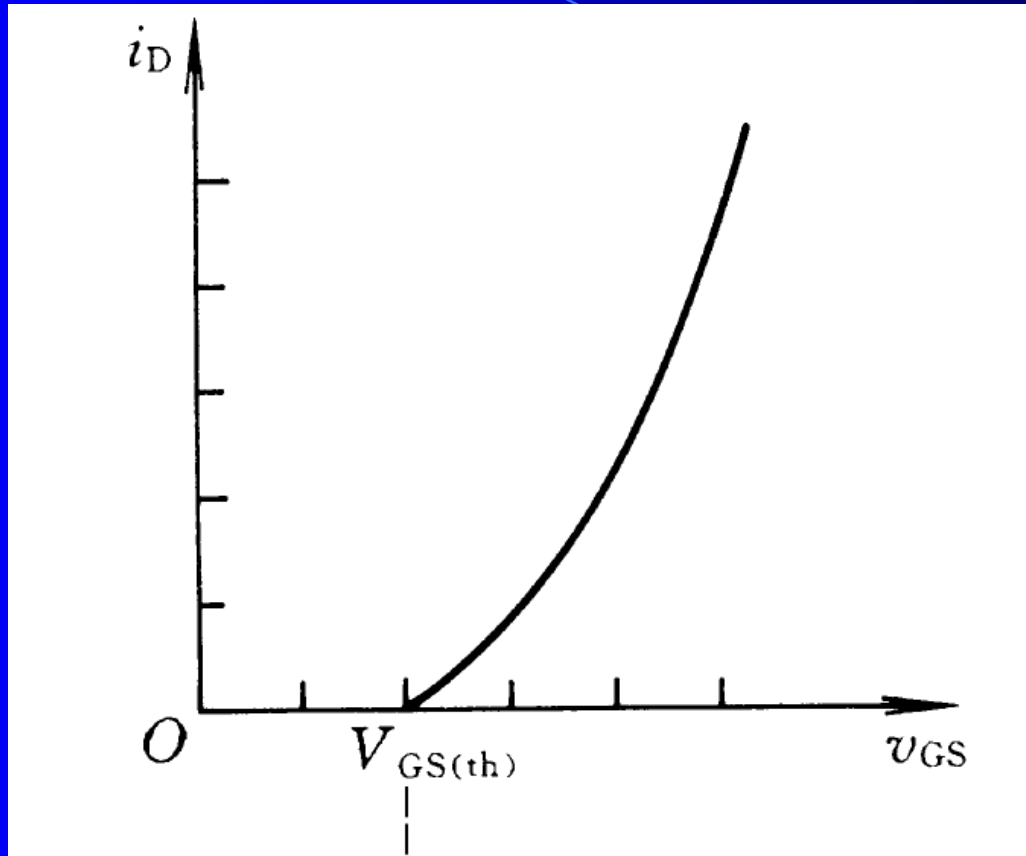


可变电阻区： $V_{GS} > V_{GS(th)}$ ，栅极和源极之间有导电沟道，当 V_{GS} 一定时， i_D 与 V_{DS} 之比近似地等于一种常数，类似于线性电阻的特征，等效电阻的大小和 V_{GS} 的数值有关

$$R_{ON}/v_{DS=0} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_{GS(th)})}$$

$V_{GS} \gg V_{GS(th)}$ 时
R与 V_{GS} 近似成反比₂₃

MOS管的转移特征



$V_{GS} \gg V_{GS(th)}$, i_D 与 V_{GS}^2 成正比

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/268015012015006137>