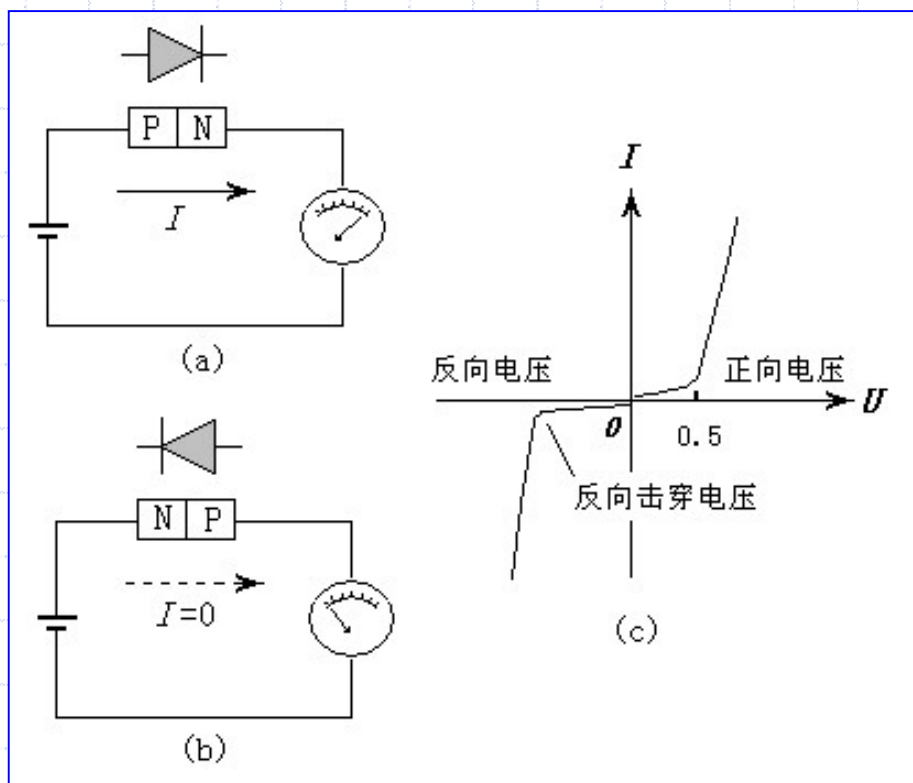


## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

二极管特性



正向电流:

$I_{FM}$

反向电流:

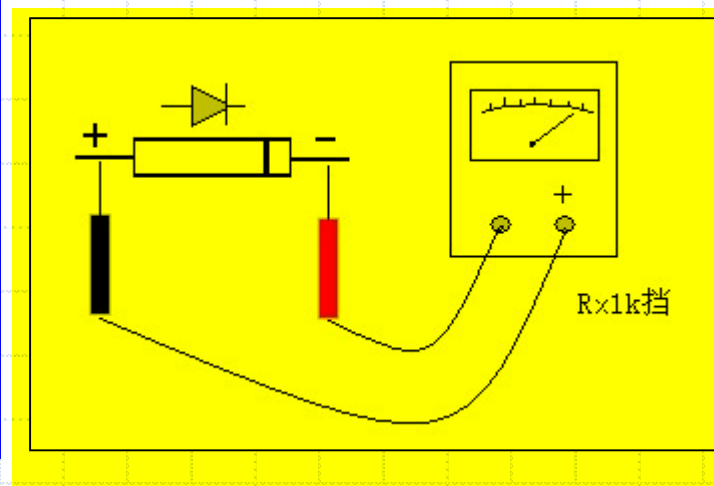
$I_R$

最大反向电压:

$V_{RM}$

交流电阻:

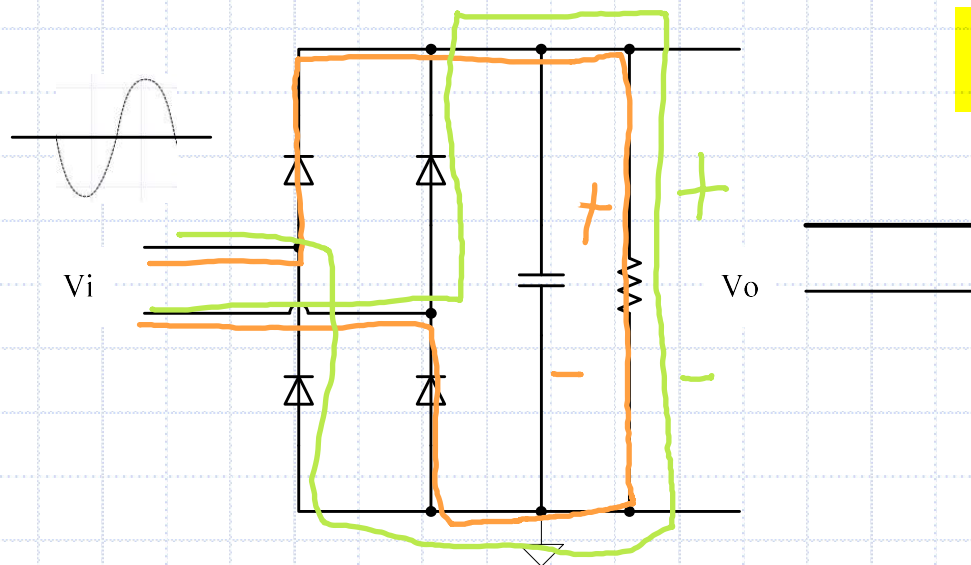
$r$



## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：1、普通二极管—整流、检波、限幅、钳位



单向导通

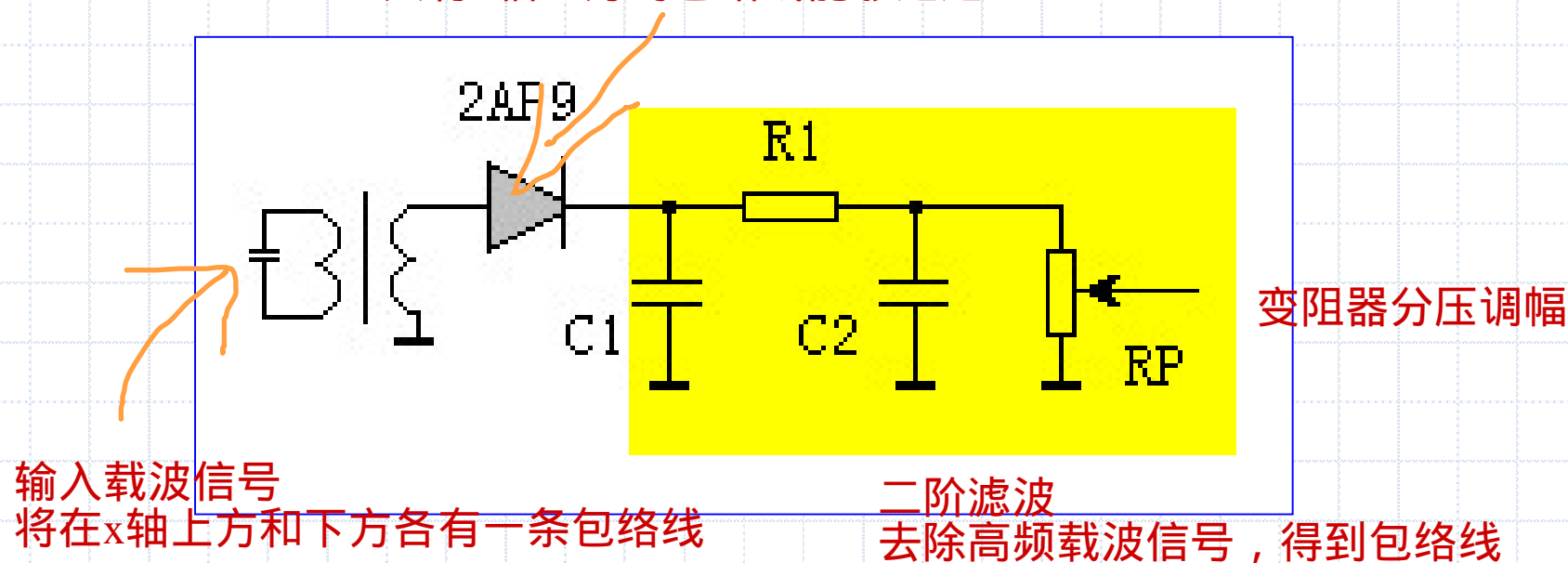
全波整流电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：1、普通二极管—整流、检波、限幅、钳位

单向导通  
只有x轴上方的包络线能够通过

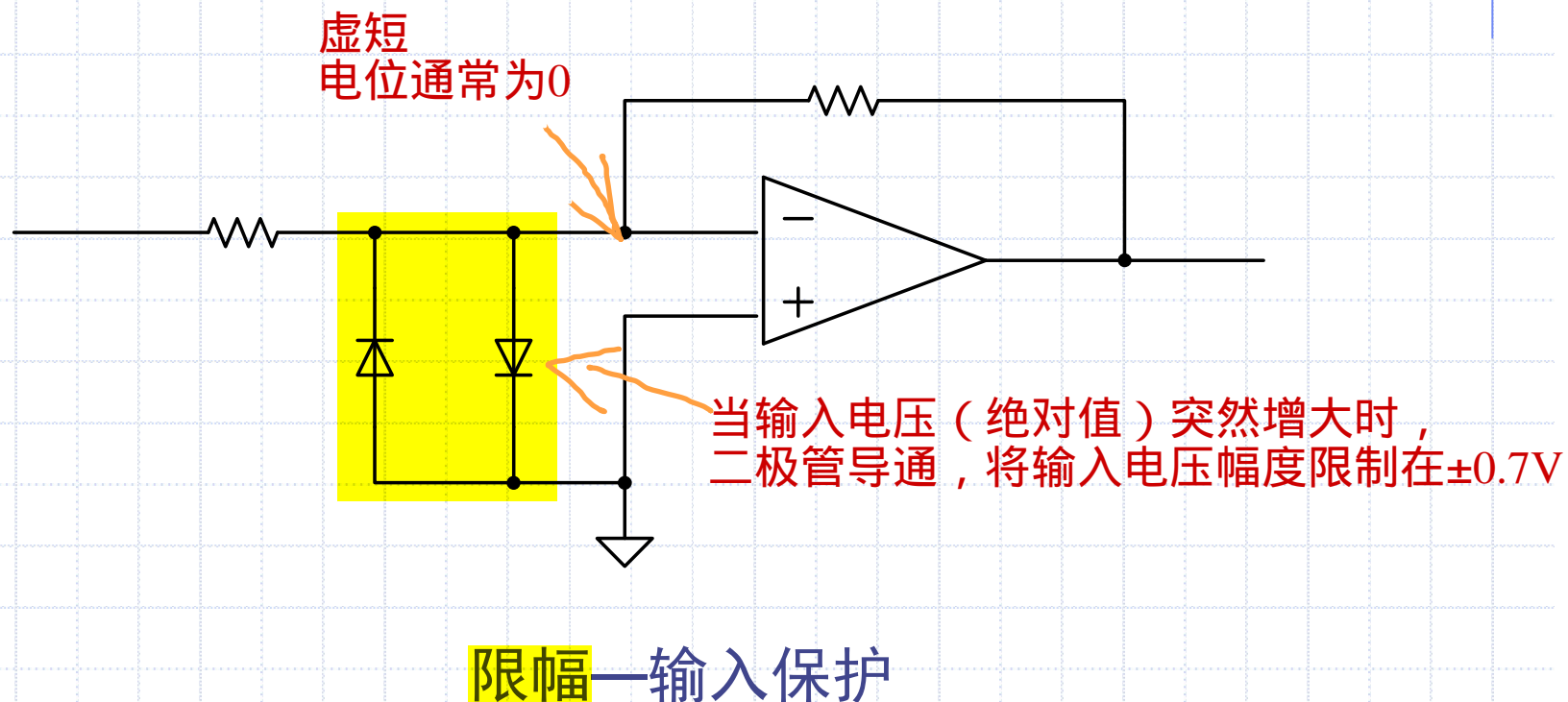


检波电路—调幅 (AM) 收音机

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

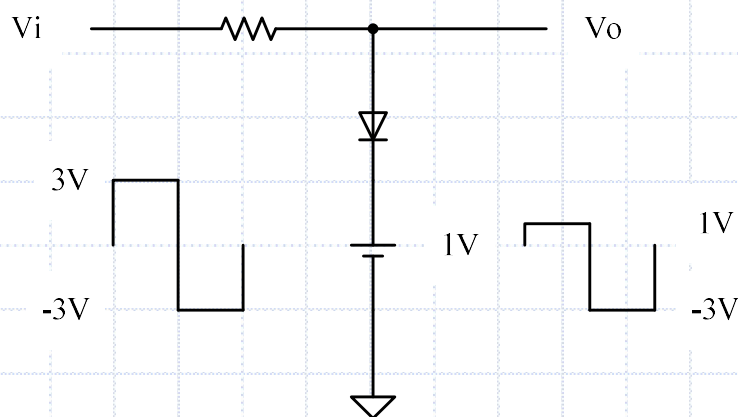
用途：1、普通二极管—整流、检波、限幅、钳位



## 第二章 模拟电子线路基础

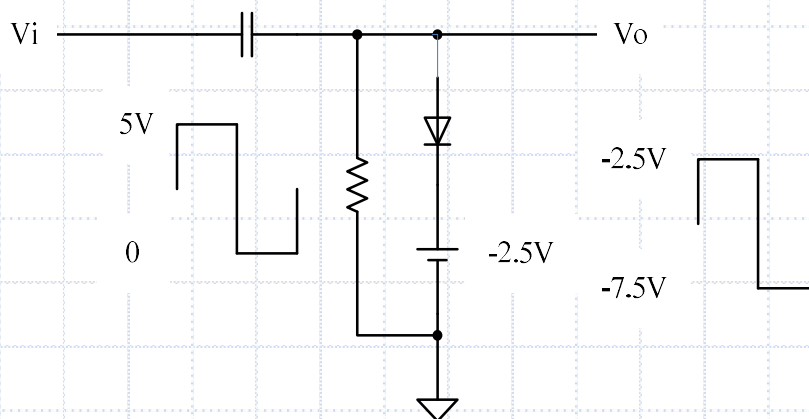
### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：1、普通二极管—整流、检波、限幅、钳位



限幅

当输入电压接近+1V时，  
二极管导通，将电压幅度限制到1V左右；  
负电压不受影响



钳位

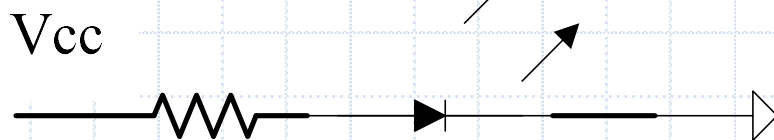
$V_o$ 被钳在-2.5V以下，  
电容只是影响两边电荷的增减，故电容两  
侧同升降，因此实现了钳位偏置

## 第二章 模拟电子线路基础

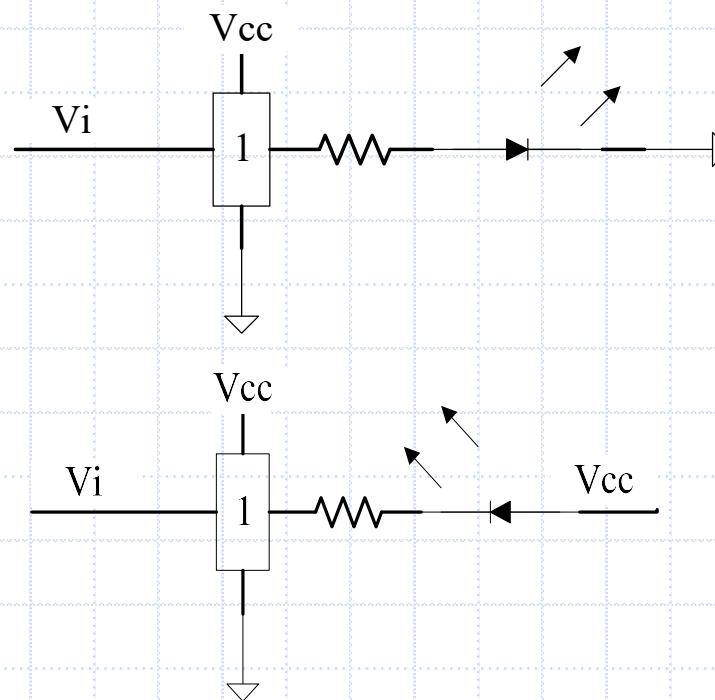
### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：2、发光二极管—指示、显示、信号耦合

发光



电源指示电路

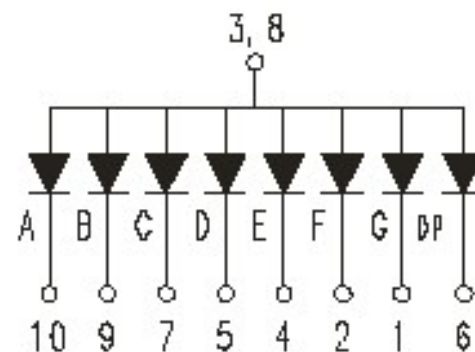
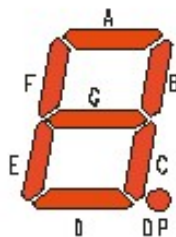
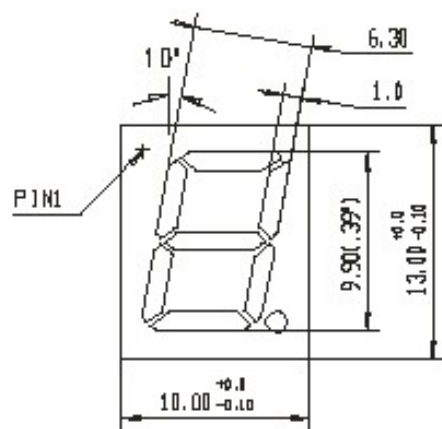


逻辑电平指示电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：2、发光二极管—指示、显示、信号耦合



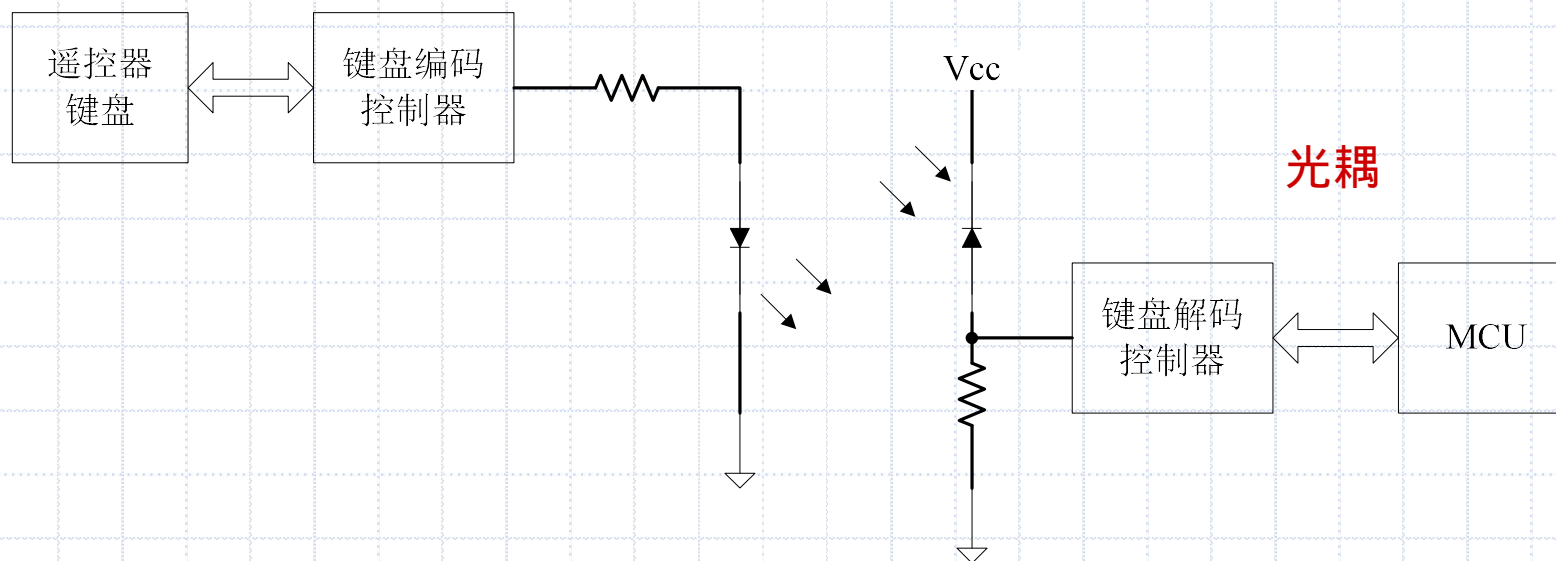
字符显示电路—共阳极数码管



## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：2、发光二极管—指示、显示、信号耦合



信号耦合电路—红外遥控器电路



## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：2、发光二极管—指示、显示、信号耦合

二极管种类与基本应用

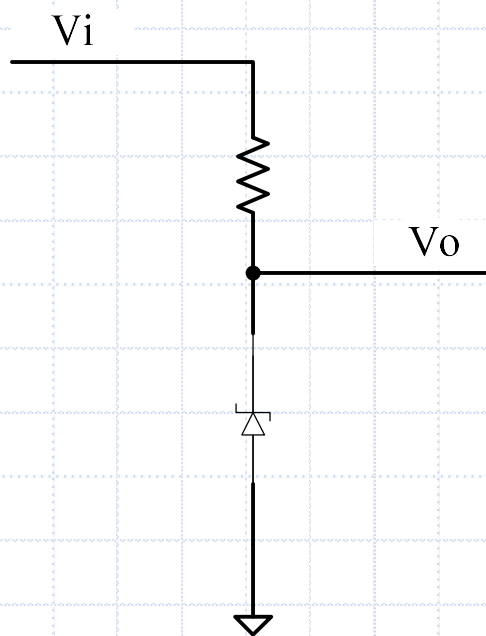


LED显示屏应用

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：3、稳压二极管—稳压、恒流、限幅、提供参考电压



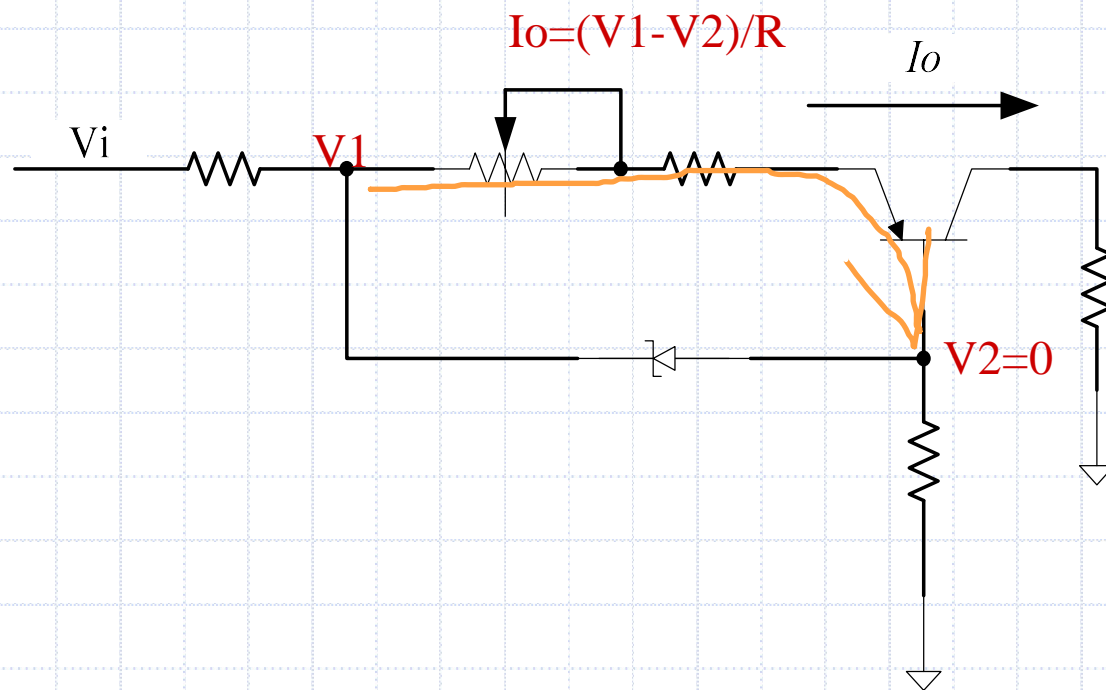
稳压

稳压应用典型电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：3、稳压二极管—稳压、恒流、限幅、提供参考电压

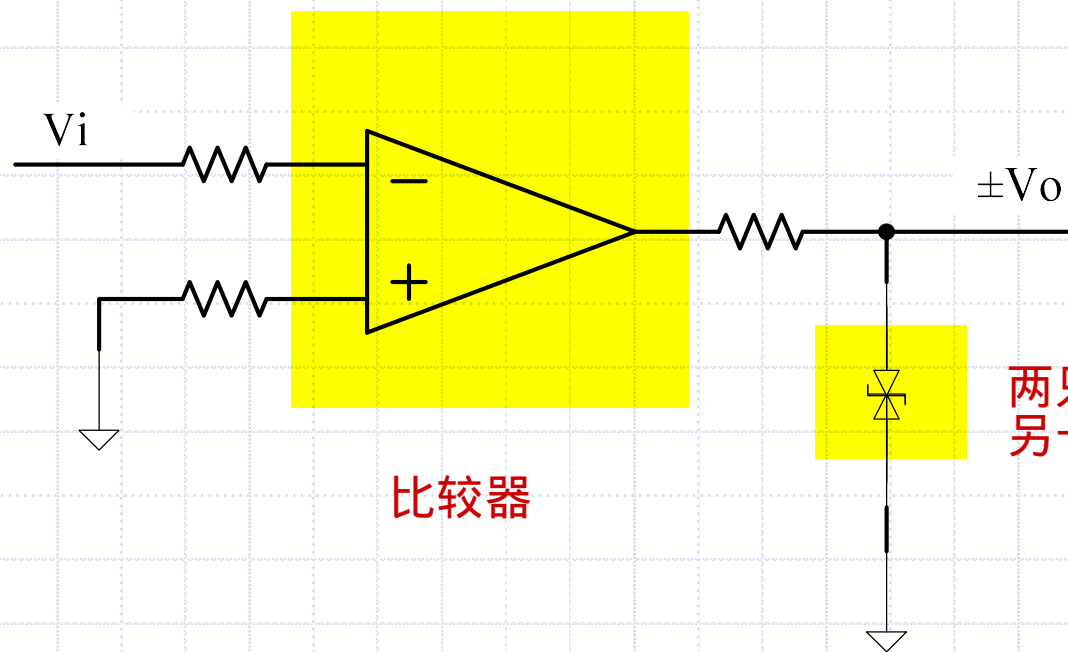


恒流源电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：3、稳压二极管—稳压、恒流、限幅、提供参考电压



比较器

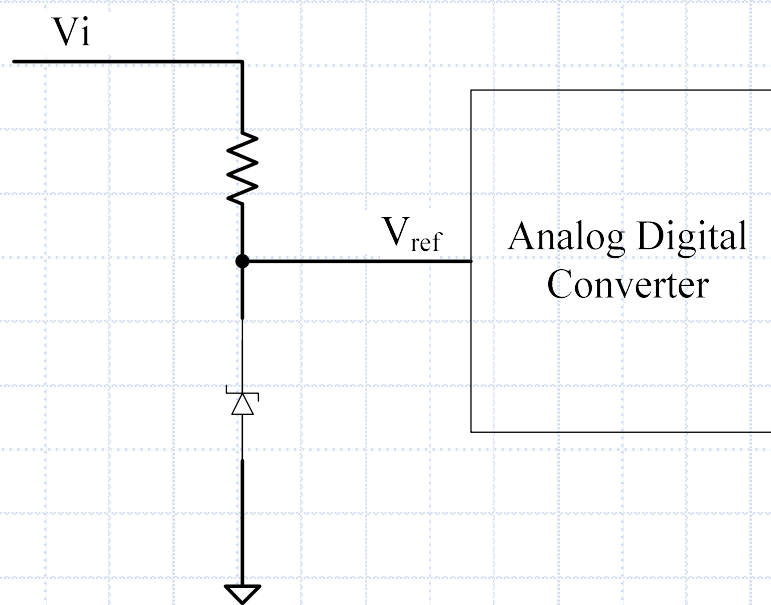
两只稳压管相对连接  
另一端电压不是 $+V_o$ 就是 $-V_o$

输出限幅电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：3、稳压二极管—稳压、恒流、限幅、提供参考电压

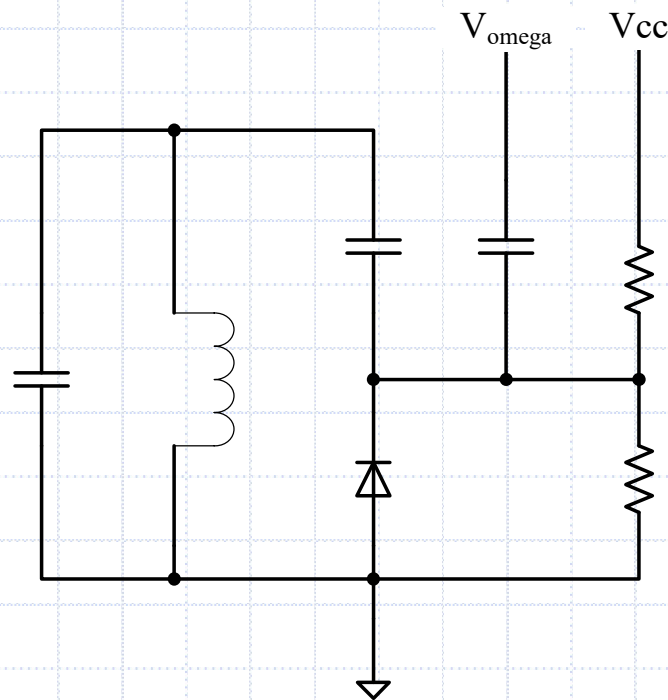


ADC参考电压电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.1 二极管的参数与基本应用

用途：4、变容二极管—可变电容【了解】



变容二极管调频电路—FM收音机

## 第二章 模拟电子线路基础

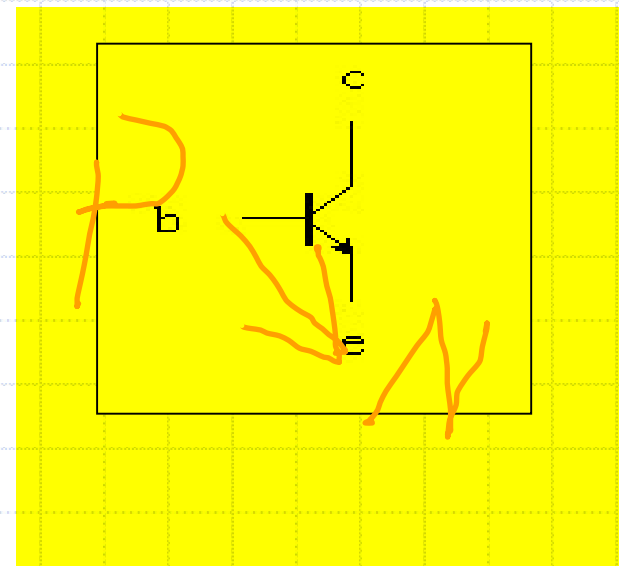
### § 2.2 三极管的参数测试与基本应用

1、**电流控制型**半导体器件、具有电流放大作用；

2、（NPN型）放大区： $V_{BE} > 0$     $V_{BC} < 0$

饱和区： $I_B > (I_C / \beta)$

截止区： $V_{BE} \leq 0$

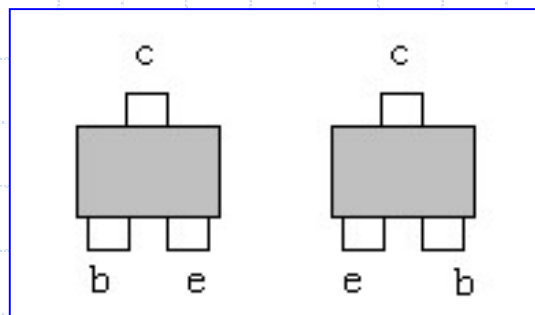




## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.2 三极管的参数测试与基本应用

#### 4、常用晶体管



型号	极性	功率 (W)
9011	NPN	400
9012	PNP	625
9013	NPN	625
9014	NPN	450
9015	PNP	450
9016	NPN	400
9018	NPN	400

#### 5、基本参数

$h_{EF}$ : 静态电流放大倍数;

$$\beta = \Delta I_C / \Delta I_B$$

$I_C$ : 集电极最大电流 ;

$P_C$ : 集电极最大允许功耗;

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.2 三极管的参数测试与基本应用

#### 三极管识别检测

#### 1、确定基极和极性

万用表电阻挡 ( $R \times 100$ ) 测量每二个电极间的正、反向电阻值。

#### 2、确定发射极、集电极

正向电阻较大发射极；

正向电阻较小为集电极；

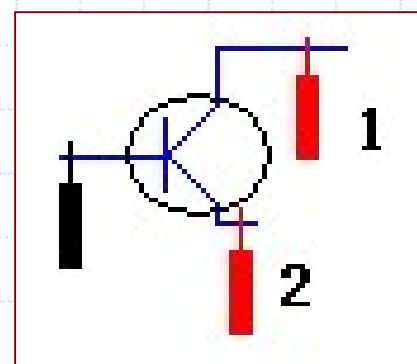
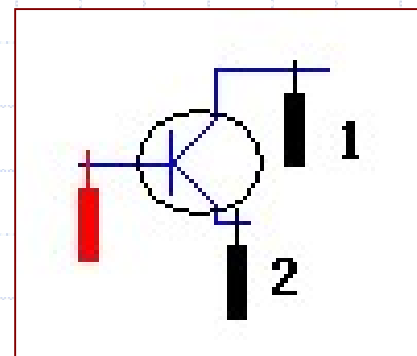
PN结判断

一般：

硅PN结正向电阻  $\leq 300 \Omega$ ；反向电阻  $> 100k \Omega$

锗PN结正向电阻  $\leq 100 \Omega$ ；反向电阻  $> 50k \Omega$

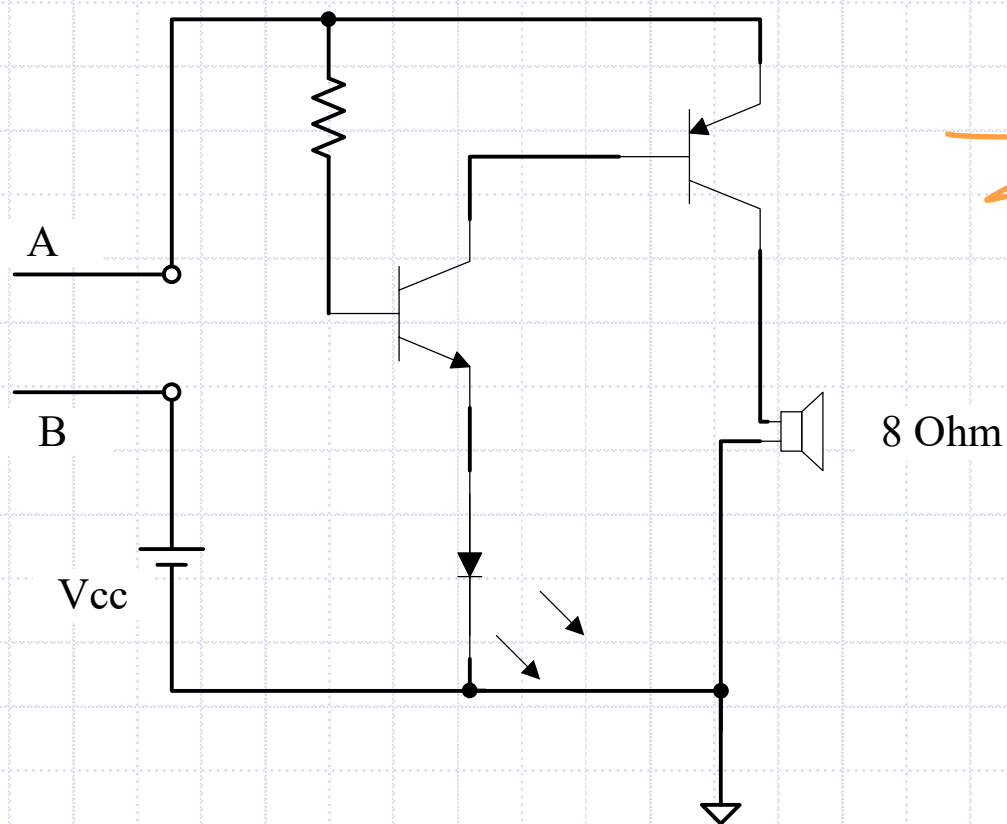
假设某一极为基极，将黑表笔放于该极，分别用红表笔放在另外两极，  
如果电阻都很小，则假设成立，为NPN型；  
如果电阻都很大，则假设成立，为PNP型；  
如果一大一小，则假设不成立



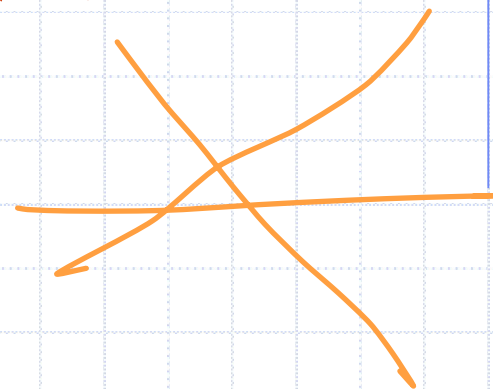
## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.2 三极管的参数测试与基本应用

三极管实用电路



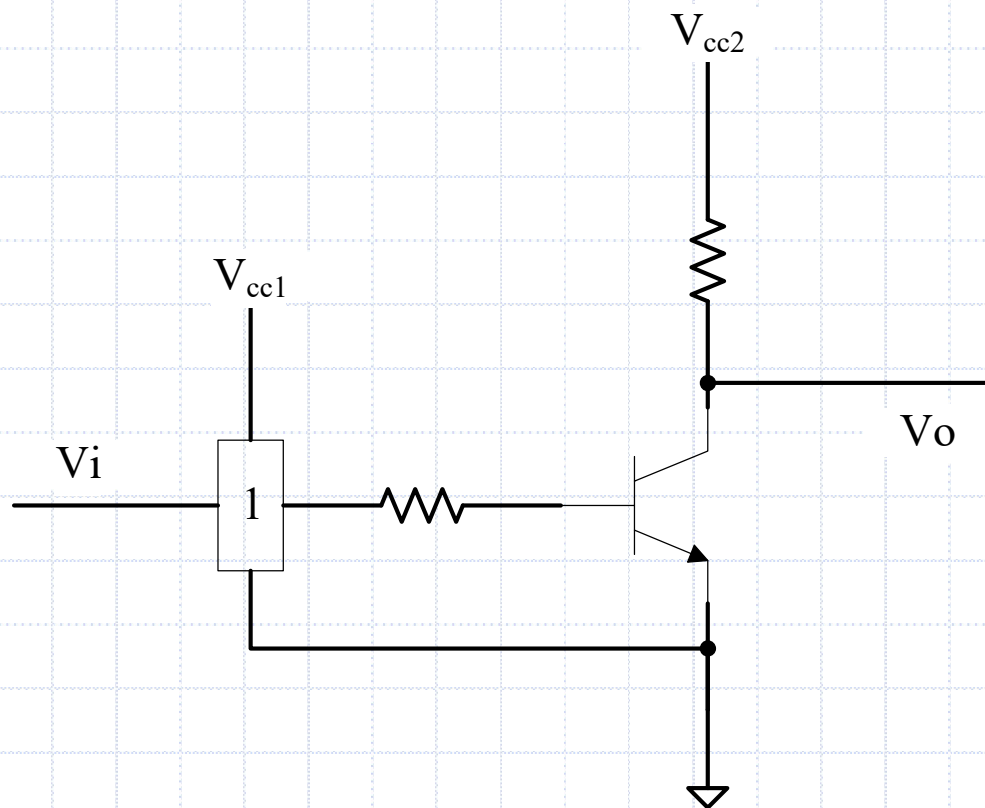
短路测试电路



## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.2 三极管的参数测试与基本应用

三极管实用电路

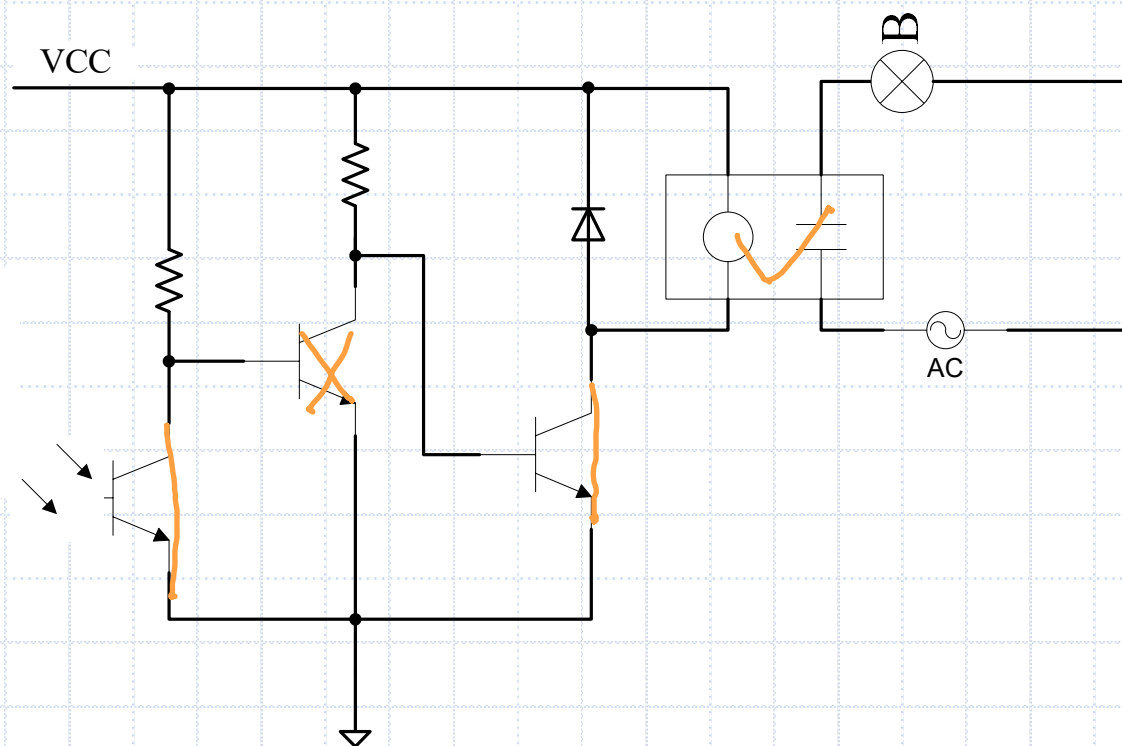


电平变换电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.2 三极管的参数测试与基本应用

三极管实用电路



光控灯电路

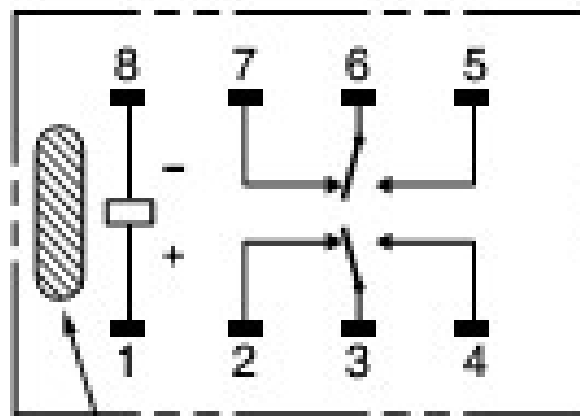
## 第二章 模拟电子线路基础

### 继电器的参数与基本应用

继电器结构

继电器

主要用于强弱电隔离，使用弱电信号控制强电信号的开关



方向指示标志

继电器内部结构

## 第二章 模拟电子线路基础

### 继电器的参数与基本应用

继电器结构

操作线圈/单稳型 (G6K-2F、G6K-2G、G6K-2P)

项目 额定电压 (V)		额定电流 (mA)	线圈电阻 (Ω)	动作电压 (V)	复位电压 (V)	最大容许电压 (V)	消耗功率 (mW)
DC	3	33.0	19	80%以下	10%以上	150%	约100
	4.5	23.2	194				
	5	21.1	237				
	12	9.1	1,315				

开关部(接点部)

项目	负载	电阻负载
额定负载	AC125V 0.3A DC30V 1A	
额定通电电流	1A	
接点电压的 最大值	AC125V DC60V	
接点电流的 最大值	1A	

继电器参数



## 第二章 模拟电子线路基础

### 光电耦合器及其基本应用

光耦参数

光电耦合器，简称光耦

以光为媒介传输电信号。对输入、输出电信号有良好的隔离作用

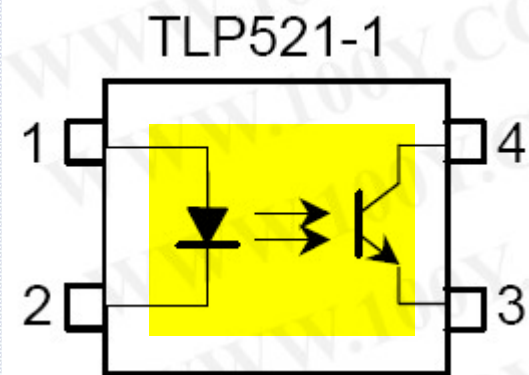
光耦参数

LED侧：与发光二极管相同

光探测器侧：与三极管类似

光耦特点

信号单向传输；输入端与输出端完全实现电气隔离，输出信号对输入端无影响；抗干扰能力强；工作稳定；无触点；使用寿命长

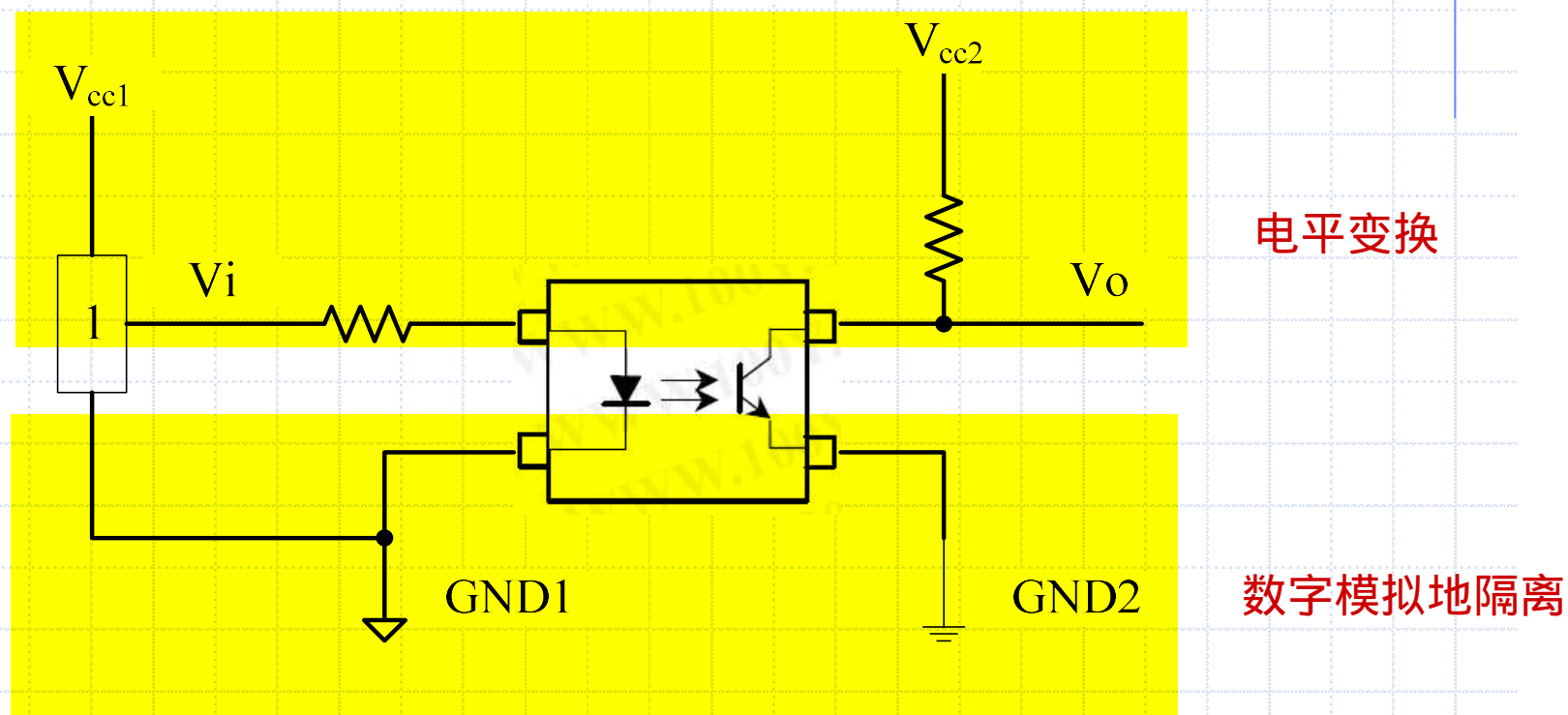


- 1 : Anode
- 2 : Cathode
- 3 : Emitter
- 4 : Collector

## 第二章 模拟电子线路基础

### 光电耦合器及其基本应用

光耦实用电路



光耦典型电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.3 场效应管主要参数测试与基本应用

场效应管参数与运用

#### 1、结构

#### 2、特性描述(电压控制型)

转移特性:

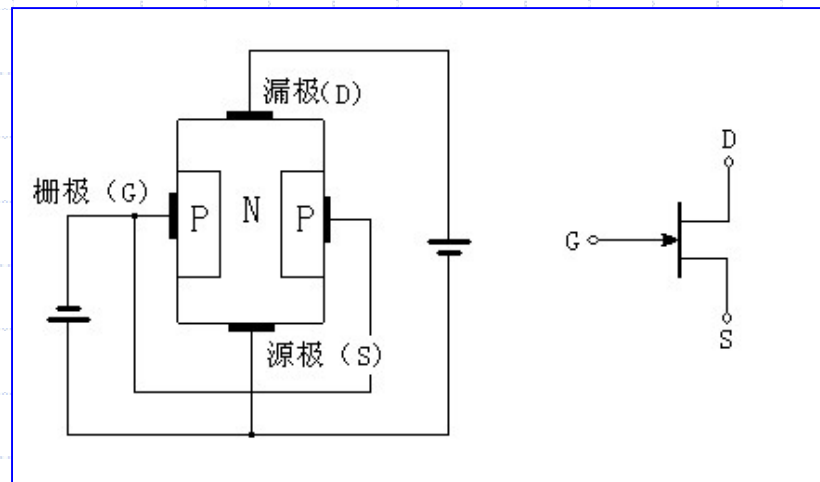
$$U_{DS} \text{一定}, U_{GS} \sim I_{DS}$$

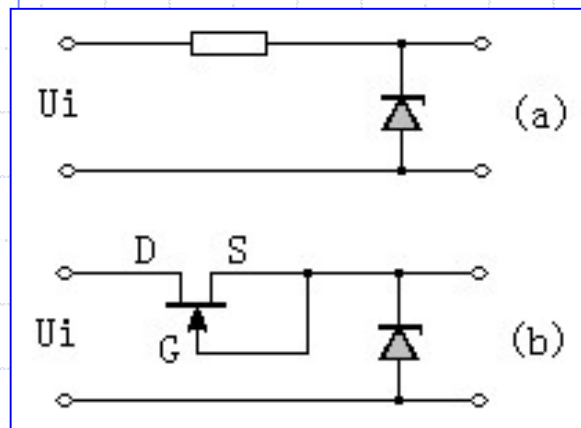
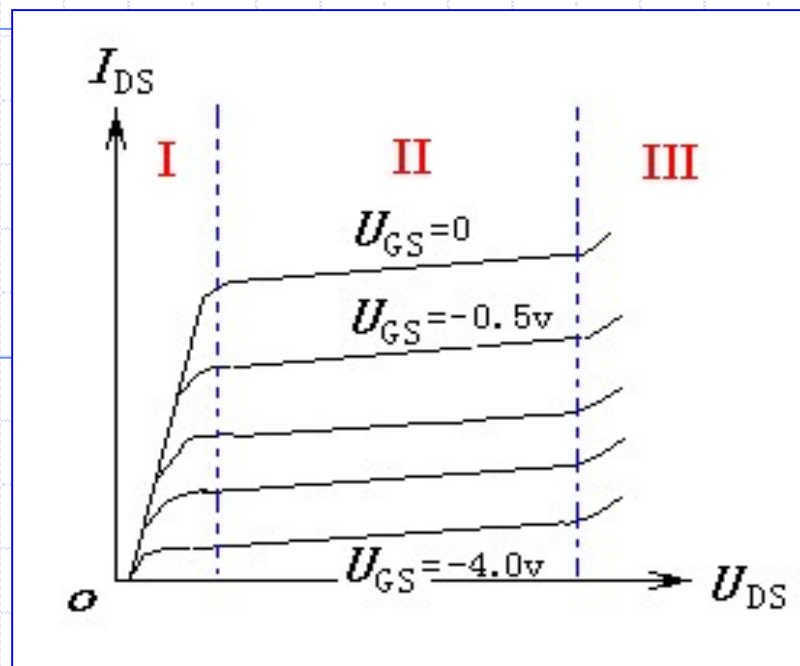
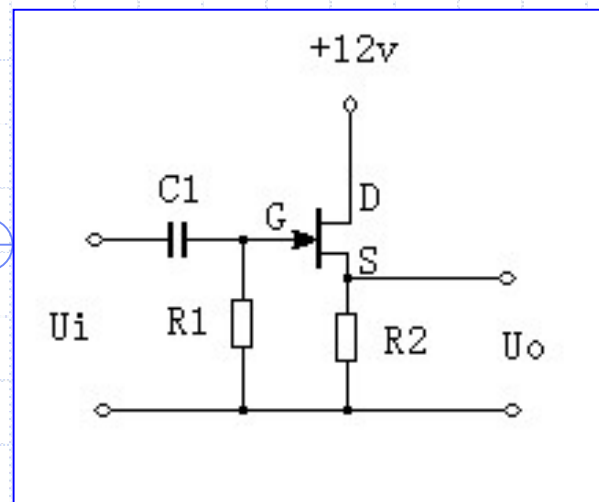
输出特性:

$$U_{GS} \text{一定}, U_{DS} \sim I_{DS}$$

#### 3、运用

放大、阻抗变换、限流等

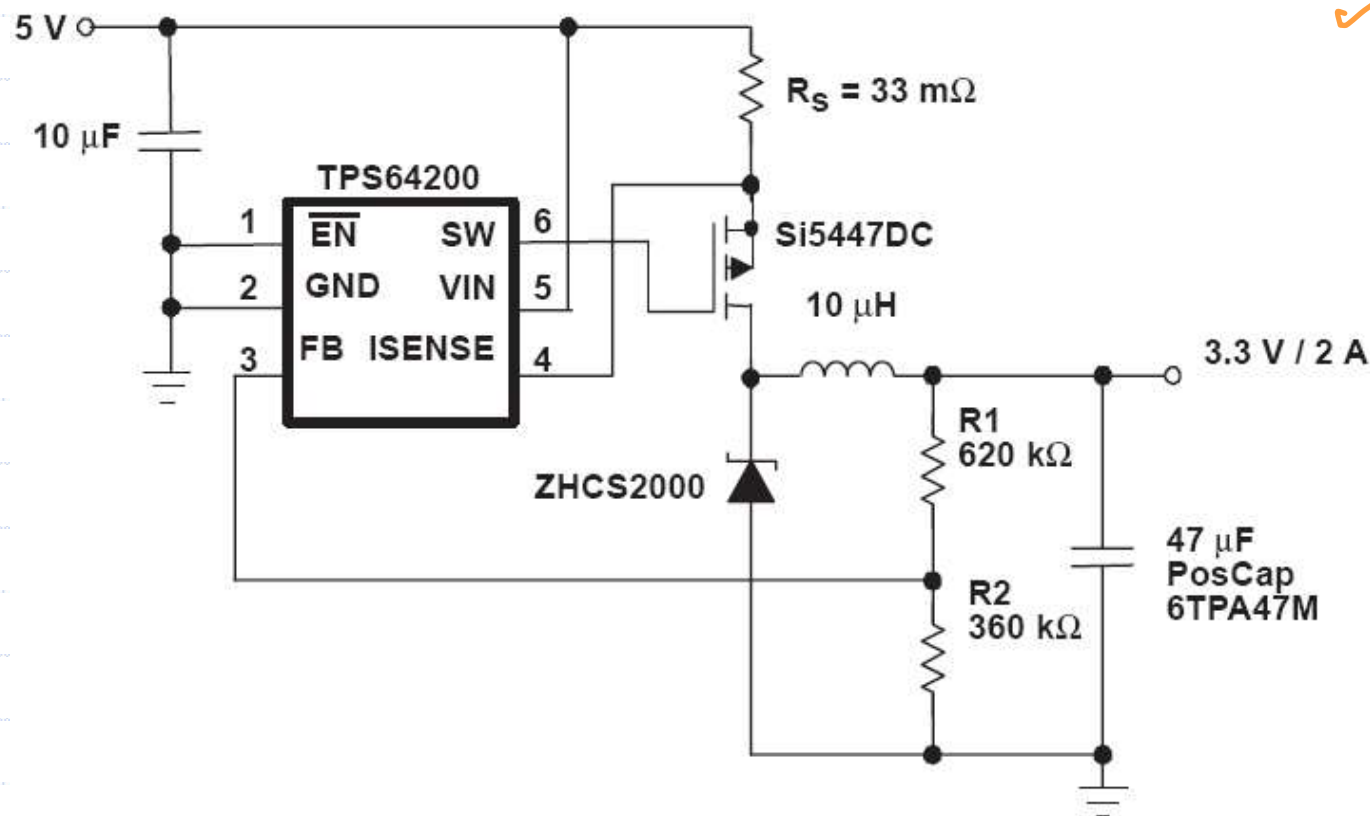




## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.3 场效应管主要参数测试与基本应用

场效应管参数与运用

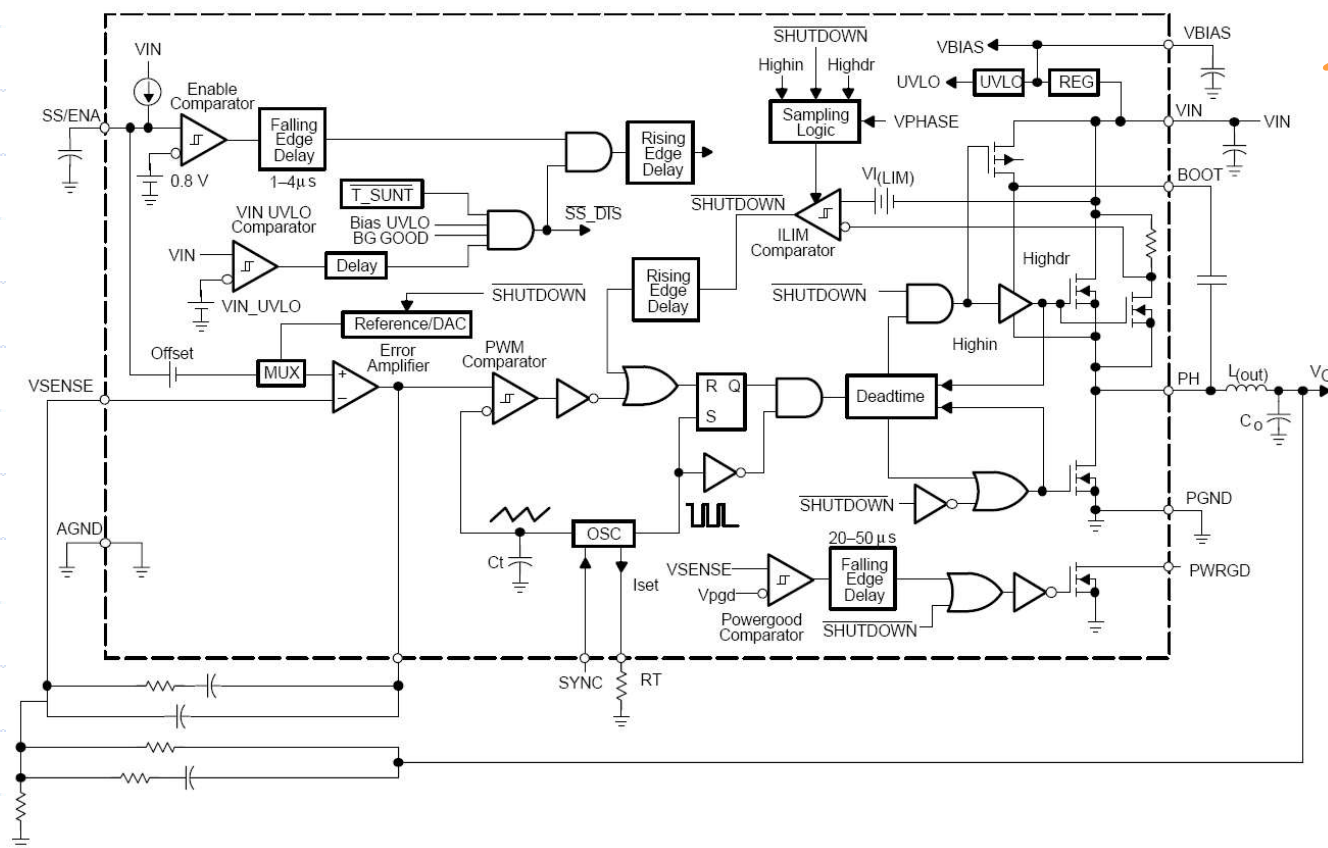


DC-DC应用电路

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.3 场效应管主要参数测试与基本应用

场效应管参数与运用



集成MOSFET的DC-DC Converter

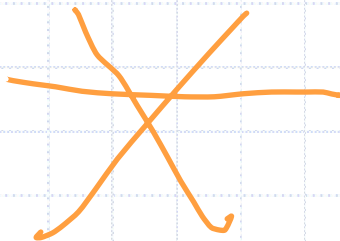


## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.3 场效应管主要参数测试与基本应用

场效应管参数与运用

作业2:



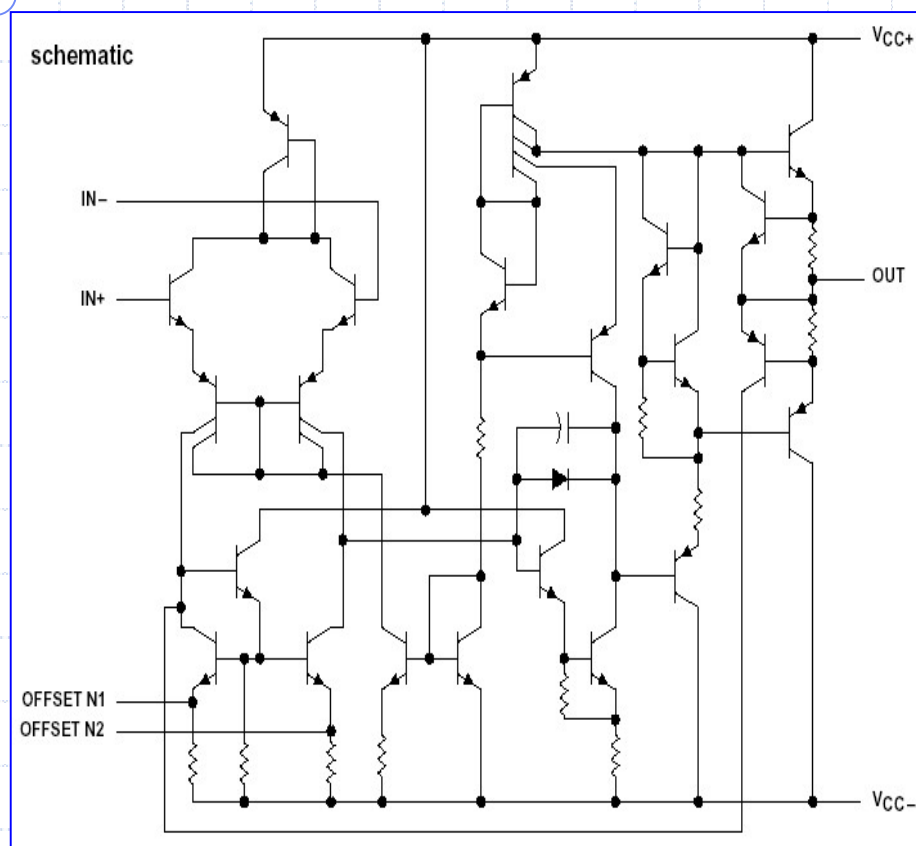
DC-DC Converter中，常用的Buck电路和Boost电路的结构是怎样的？试分析说明这两种电路的工作原理。



## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.4 集成运算放大器极其基本运用

内部结构



1 offset1    2 IN-    3 IN+    4 VCC-  
5 offset2    6 OUT    7 VCC+    8 NC

- 1、输入：  
差动输入，  
高输入阻抗  
高共模抑制比
- 2、中间级  
直接耦合
- 3、输出  
互补推挽输出
- 4、偏置电路  
恒流源电路，  
提供静态工作点。

## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.4 集成运算放大器极其基本运用

主要性能指标

1、输入失调电压  $V_{IO}$   $V_{IO} = -\frac{V_0|_{V_I=0}}{A_{od}}$

输入为0，输出电压折合到输入端

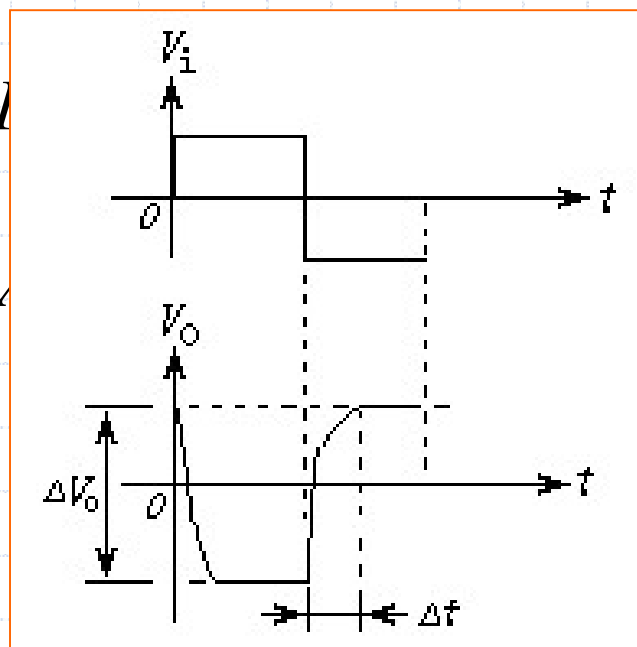
2、输入失调电流  $I_{IO}$   $I_{IO} = |I_{B1} - I_{B2}|$

输出为0，输入偏置电流的差值

3、共模抑制比  $K_{CMR}$

4、增益带宽积

5、转换速率  $S_R = \frac{\Delta V_0}{\Delta t}$



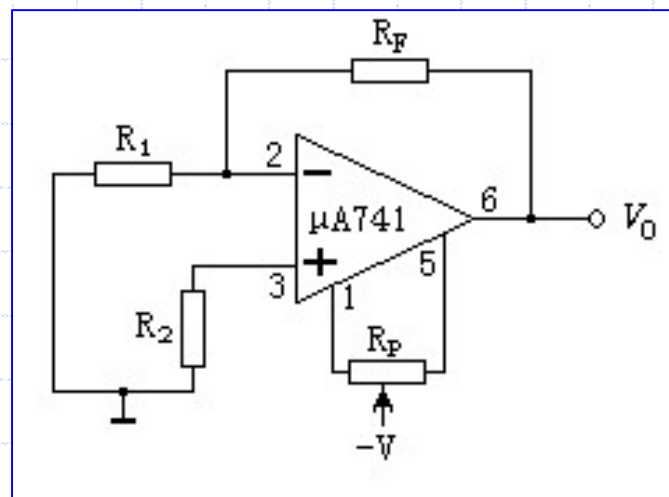
## 第二章 电子线路基础实验

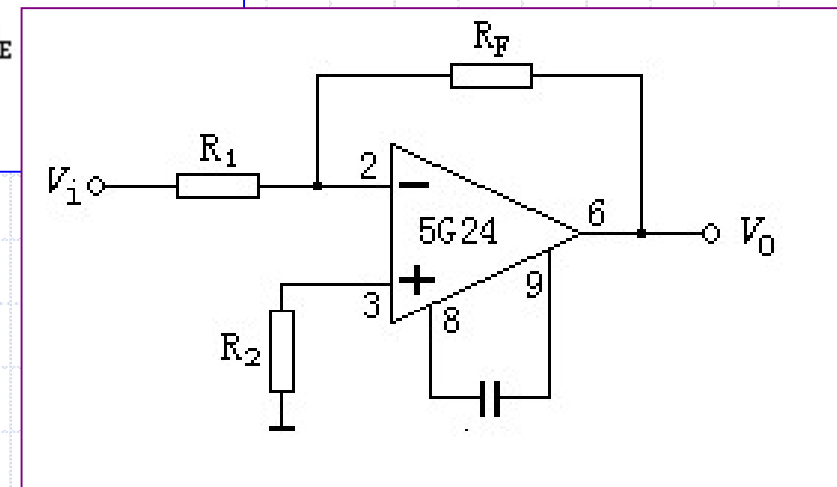
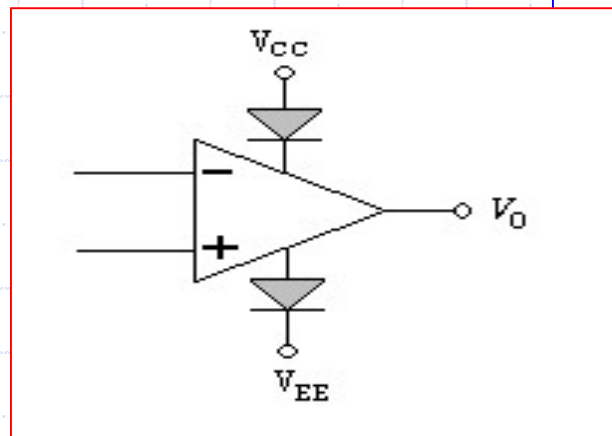
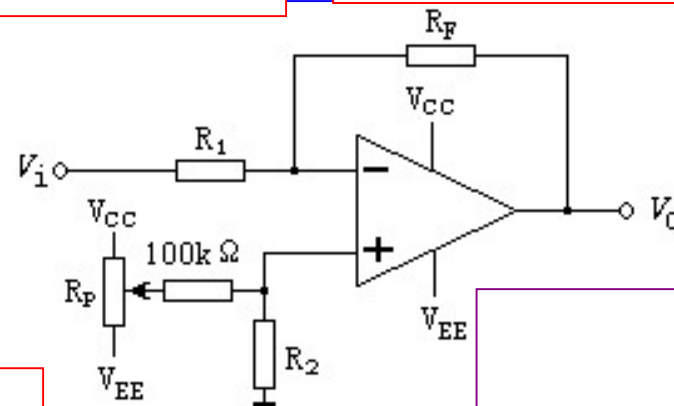
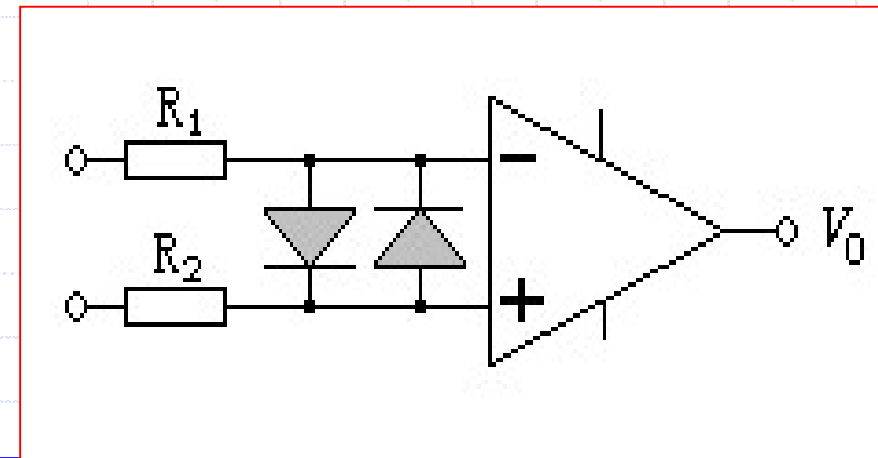
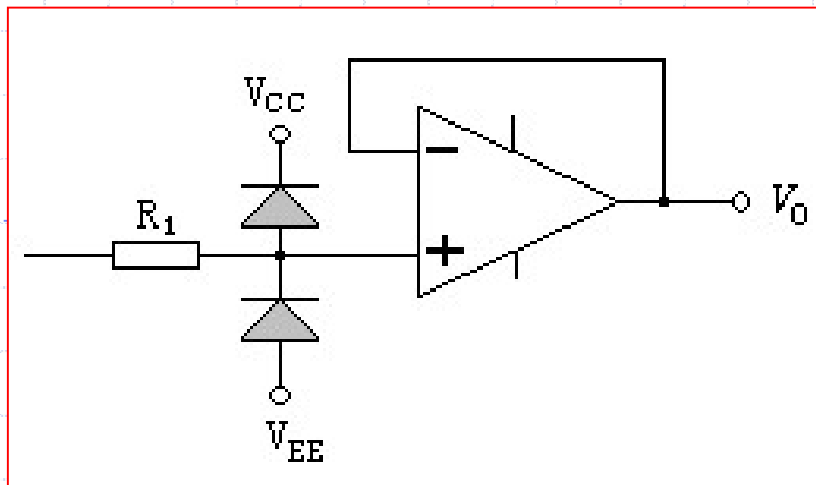
### § 2.4 集成运算放大器极其基本运用

放大器的使用注意事项

- 1、粗测放大器的好坏
- 2、调零消除失调误差
- 3、相位补偿消除自激
- 4、过载保护

电源与各引脚无短路现象  
根据结构判断PN结正/反向电阻





## 第二章 模拟电子线路基础

### § 2.4 集成运算放大器及其基本运用

放大器的基本应用

#### 1、一般使用

反向放大器、同向放大器、差动放大器、  
加法/减器

#### 2、运算电路

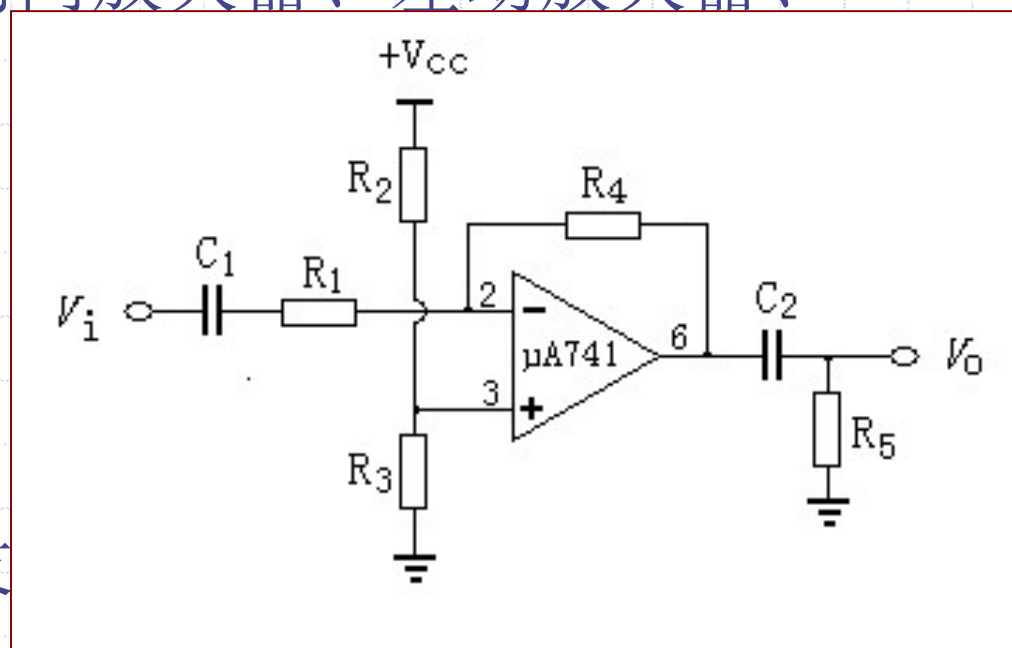
积分、微分

#### 3、振荡器

方波、三角波发

#### 4、特殊功能

自举交流放大器、单电源放大器



## 第二章 模拟电子线路基础

### \*其他常用模拟器件



1、碳膜电阻：结晶碳沉淀在瓷棒/管上，改变碳膜的厚度或长度，可以得到不同的阻值。

2、金属膜电阻：真空蒸发方法，使合金粉沉淀在瓷棒/管上，改变金属膜的厚度可以得到不同的阻值。

3、线绕电阻：电阻率较大的镍铬合金、锰铜合金在陶瓷骨架上绕制而成。

4、瓷片电阻

以陶瓷为基体，沉积电阻层。

## 第二章 模拟电子线路基础

### \*其他常用模拟器件



#### 1、误差和标称值

##### 误差

精密型:  $\pm 0.5\%$      $\pm 1\%$      $\pm 2\%$

普通型:     $\pm 5\%$      $\pm 10\%$      $\pm 20\%$

#### 2、功率:

$1/8W$      $1/4W$      $1/2W \dots$

#### 3、标志方法:

##### 数码标记:

$0 \Omega$	$0.33 \Omega$	$3.3 \Omega$	$33 \Omega$	$3.3k \Omega$	$3.3M \Omega$
0	R33	3R3	330	332	335

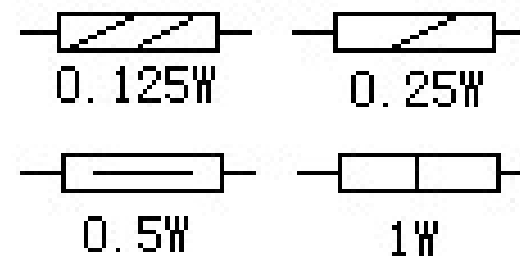
##### 色环标记:

**4环:** 二位有效数字,  $10^n$ , 误差

**5环:** 三位有效数字,  $10^n$ , 误差

颜色数字, 不需要背

色环: 黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白



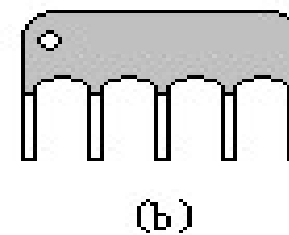
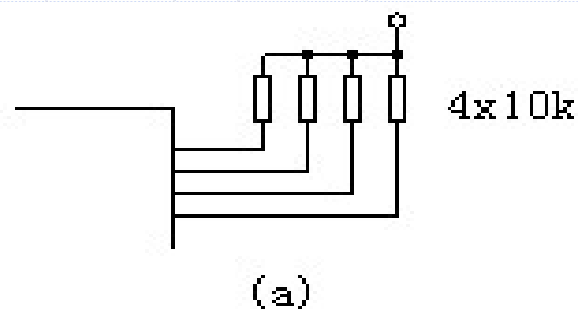


## 第二章 模拟电子线路基础

### \*其他常用模拟器件

电阻网络

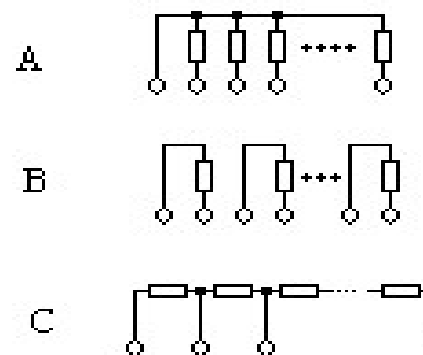
#### 1、结构：



#### 2、标志方法：

A      08      472

结构   引脚   电阻代号



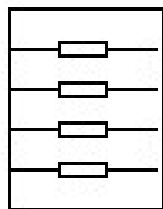
## 第二章 模拟电子线路基础

### \*其他常用模拟器件

电阻阵列

排阻

1、结构：



2、标志方法：

与电阻数码标记法相同

## 第二章 模拟电子线路基础

### \*其他常用模拟器件

#### 电 容 器

- 1、**电解类：** 电解电容器是指在铝、钽、铌、钛等贵金属的表面采用阳极氧化法生成一薄层氧化物作为电介质，以电解质作为阴极而构成的电容器。目前最常用的电解电容有铝电解和钽电解。
- 2、**薄膜类：** 以塑料薄膜作为电介质。以往的纸介电容器、塑料薄膜电容器多用板状或条状的铝箔作为电极，现在，大多采用真空蒸镀的方式在电容器纸、有机薄膜等的表面涂覆金属薄层作为电极。
- 3、**瓷介类：** 陶瓷电容器采用钛酸钡、钛酸锶等高介电常数的陶瓷材料作为电介质，在电介质的表面印刷电极浆料，经低温烧结制成。陶瓷电容器的外形以片式居多，也有管形、圆片形等形状。

## 第二章 模拟电子线路基础

### \*其他常用模拟器件

电  
容  
器

#### ◆各种电容优缺点

- 体积
- 容量
- 稳定性
- 寿命
- 成本
- .....