



中国科学技术大学

University of Science and Technology of China

§ 2.4 二极管应用电路

lugh@ustc.edu.cn

2016年9月13日

1. 限幅电路

■ 基本功能

- 限幅电路又称为削波电路，用以限制输出信号的上部和（或）下部的电压幅度

■ 常用限幅电路

- 上限幅电路
- 下限幅电路
- 双向限幅电路

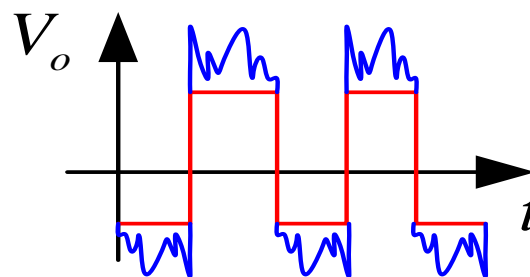
1. 限幅电路

■ 限幅电路的应用

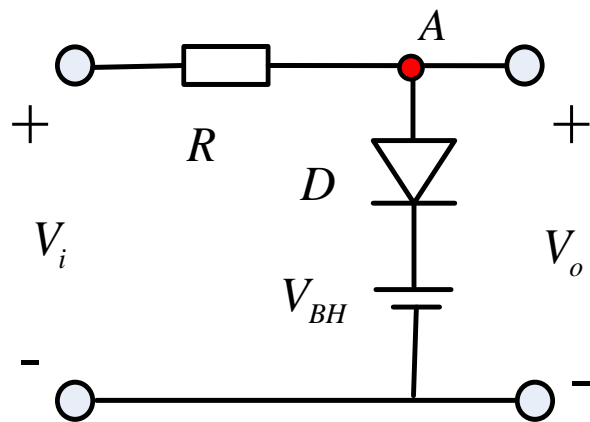
波形整形

波形变换

过压保护



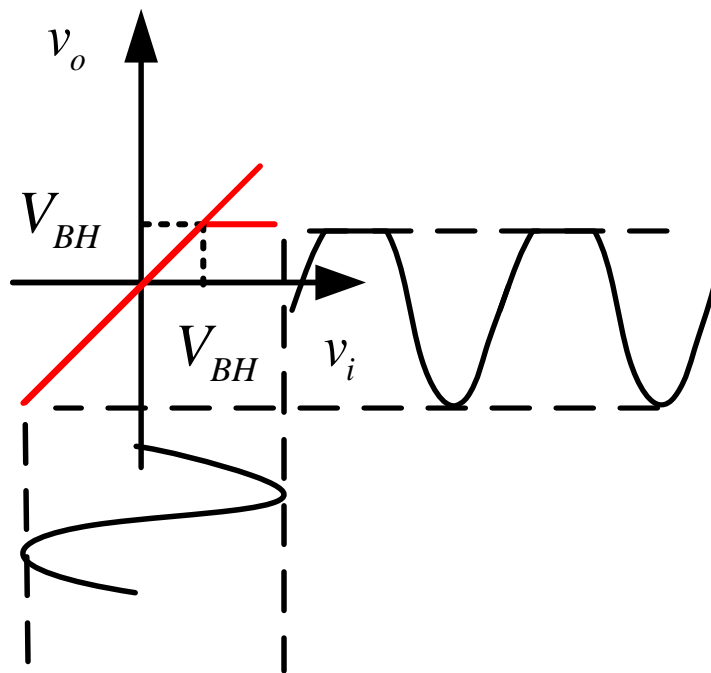
(1) 上限幅电路



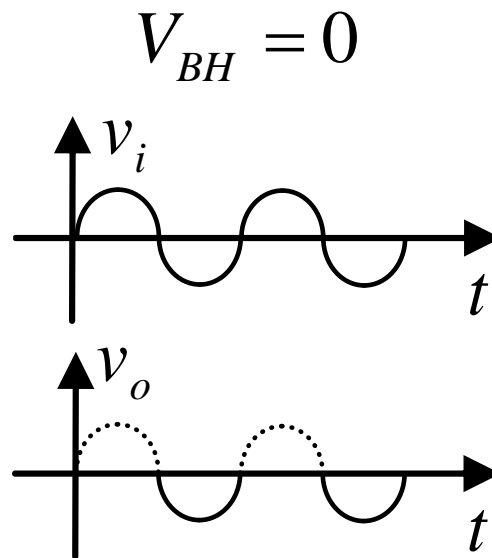
$$V_i > V_{BH} \Rightarrow D \text{导通}, V_o = V_{BH}$$

$$V_i \leq V_{BH} \Rightarrow D \text{截止}, V_o = V_i$$

(1) 上限幅电路

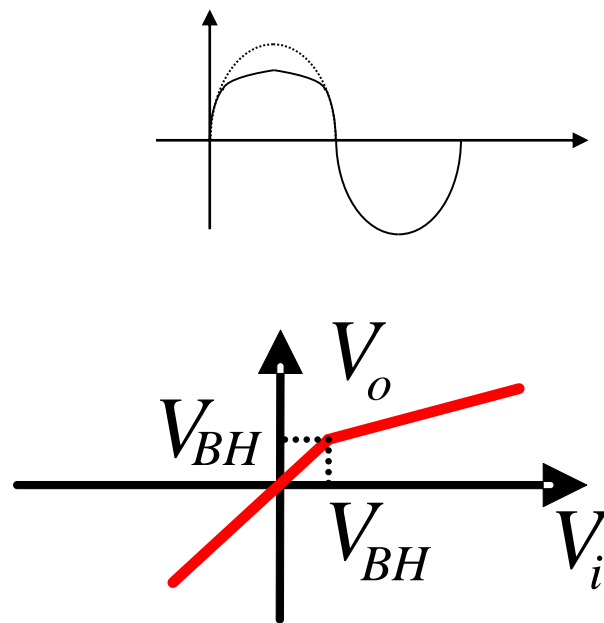
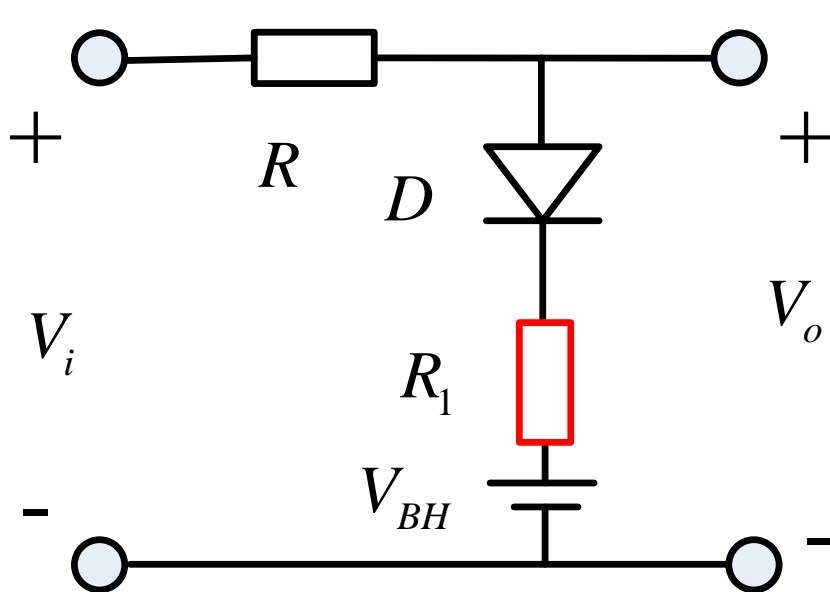


(1) 上限幅电路



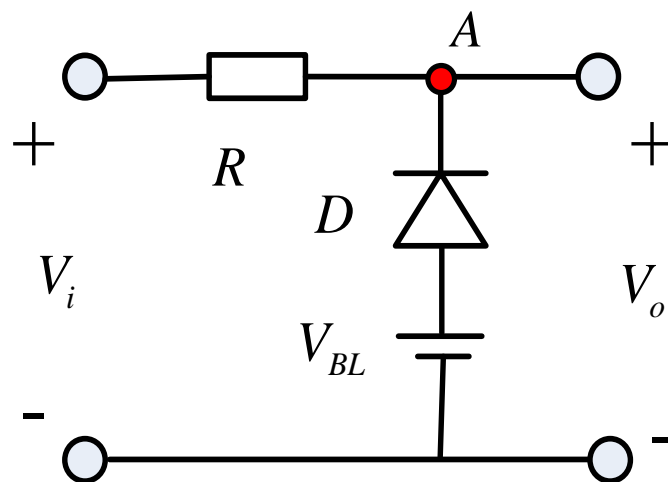
(1) 上限幅电路

□ 存在支路电阻 R_1 时，电压传输特性和转移特性



(2) 下限幅电路

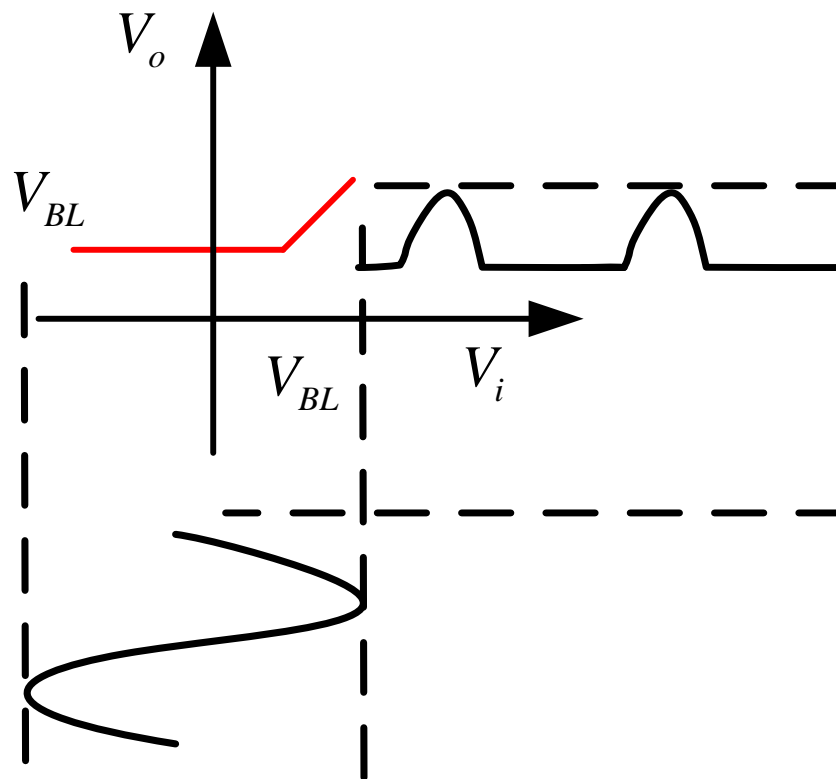
■ 工作原理



$$V_i < V_{BL} \Rightarrow D \text{ 导通}, V_o = V_{BL}$$

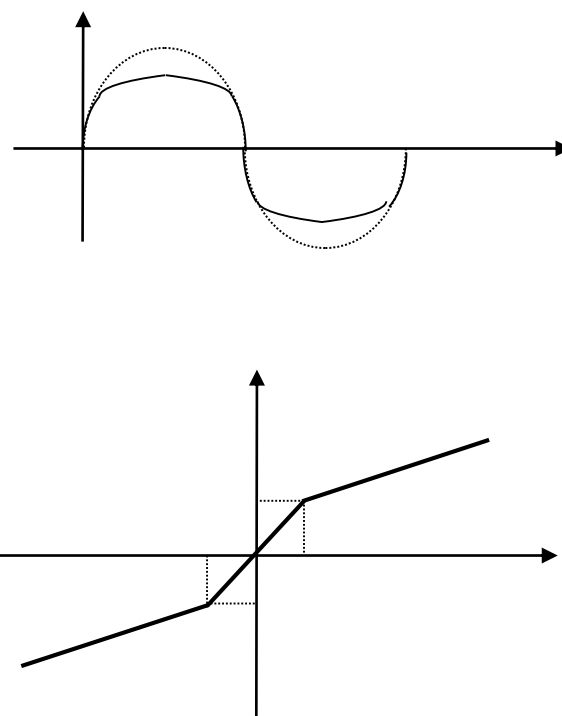
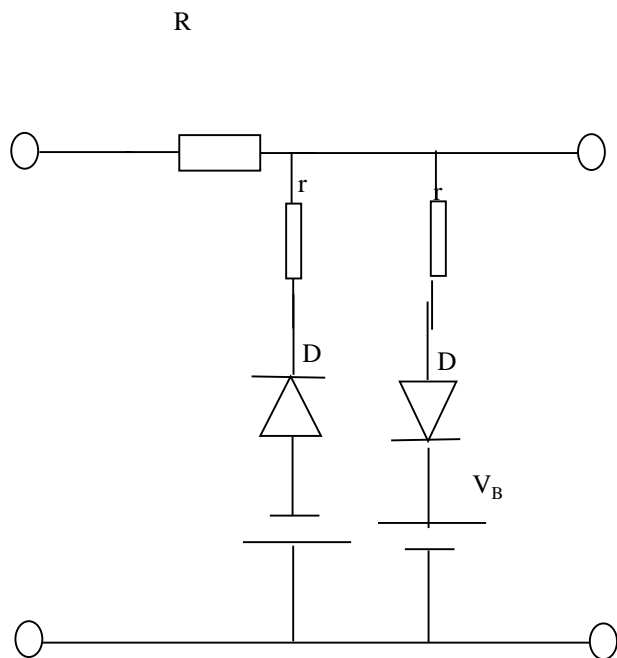
$$V_i \geq V_{BL} \Rightarrow D \text{ 截止}, V_o = V_i$$

(2) 下限幅电路



(3) 双限幅电路

■ 工作原理



2. 钳位电路

■ 基本功能

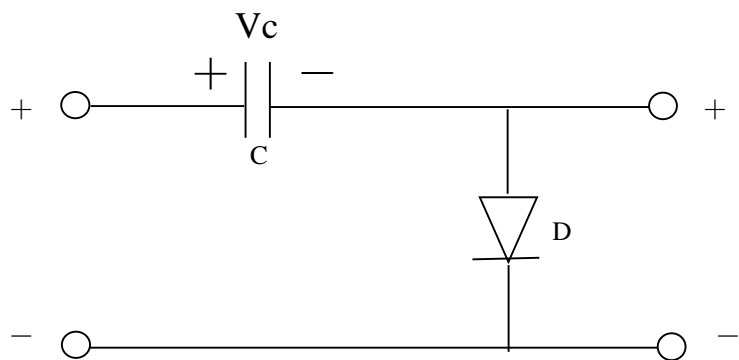
- 将信号的直流电平移动到指定电平，而不改变波形的形状

■ 常用钳位电路

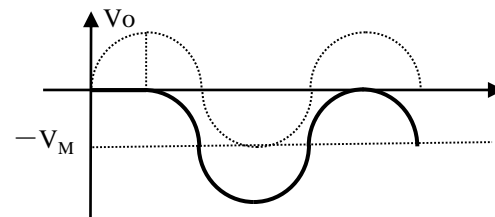
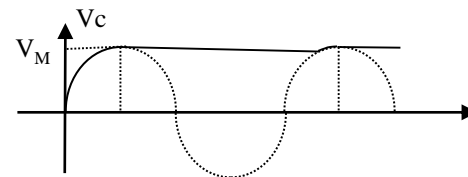
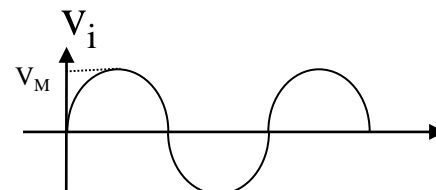
- 顶部钳位电路
- 底部钳位电路

2. 钳位电路

■ 工作原理

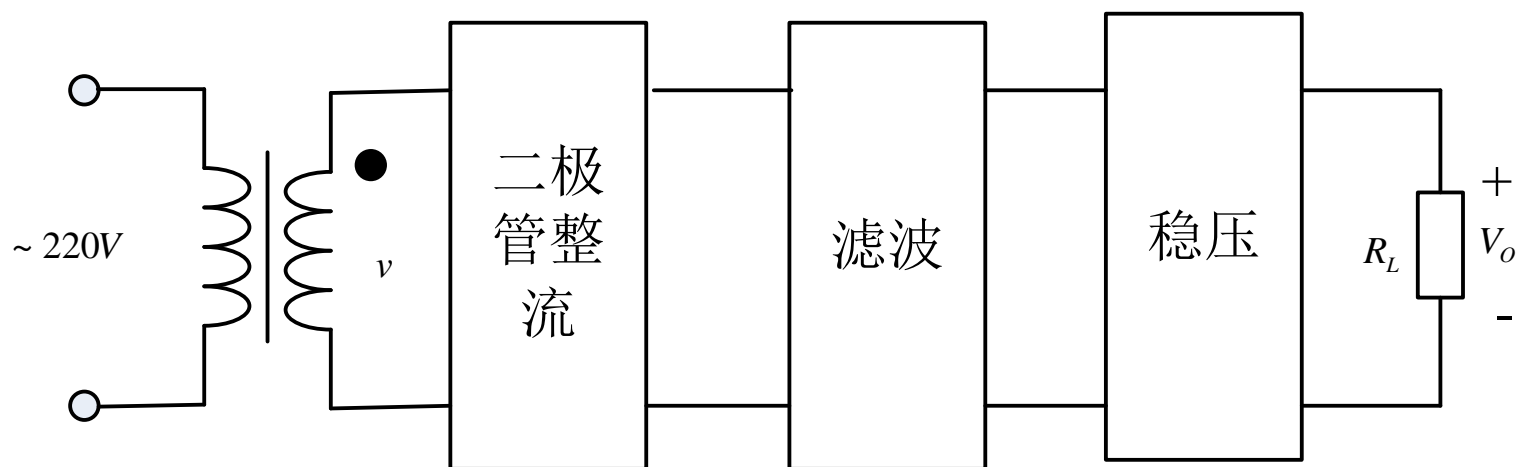


$$v_o = v_i - v_c = v_i - V_M$$



3. 整流与滤波电路

■ 直流稳压电源的基本结构



(1) 整流电路

■ 整流的基本功能

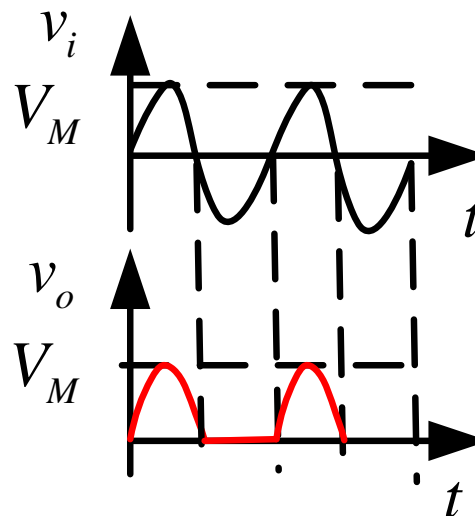
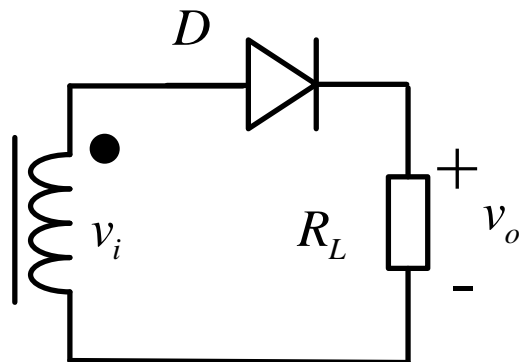
- 将交流电压变换为单向脉动的电压

■ 常用整流电路

- 半波整流电路
- 全波整流电路
- 桥式整流电路

(i) 半波整流电路

■ 工作原理



$$V_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_o(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_M \sin \omega_0 t dt = \frac{V_M}{\pi}$$

(i) 半波整流电路

■ 存在的问题-1

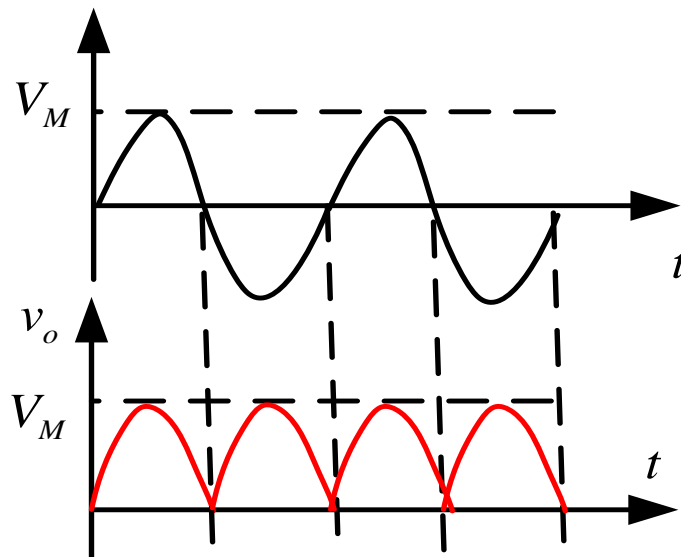
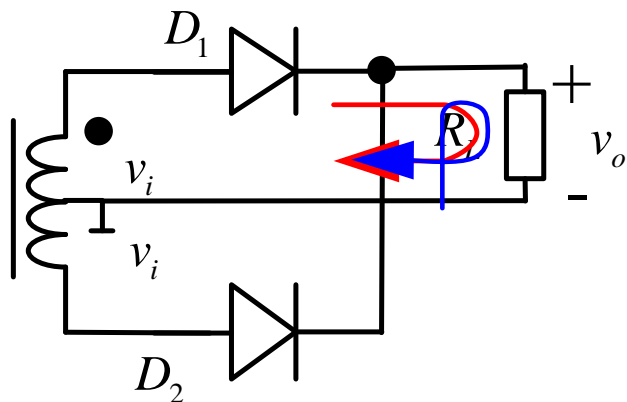
- 只使用了输入电压信号的正半周，信号转换效率低，能量损失大

■ 存在的问题-2

- 输出电压信号波动非常大，不利于后端稳压

(ii) 全波整流电路

■ 工作原理



(ii) 全波整流电路

■ 优点

- 输出直流电压平均值增加了，输出电压波动减小

■ 存在的问题-1

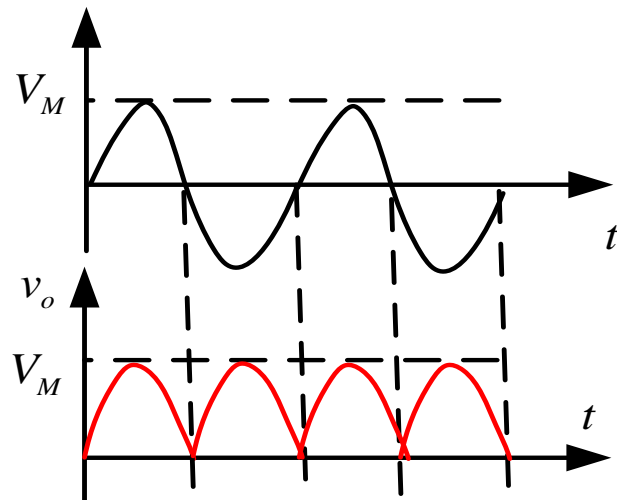
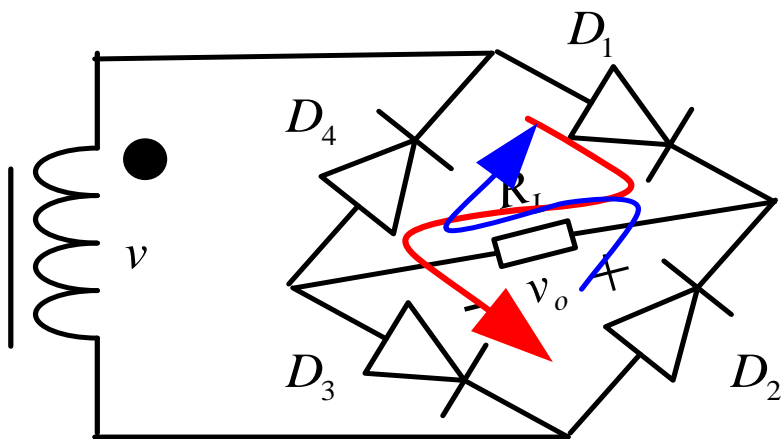
- 电路中，二极管承受的反向压降较大，是半波整流电路的两倍

■ 存在的问题-2

- 次级线圈有抽头，增加了变压器的体积和重量，效率仍然没有提高

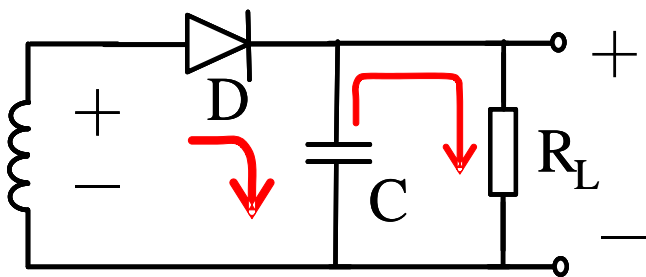
(iii) 桥式整流电路

■ 工作原理



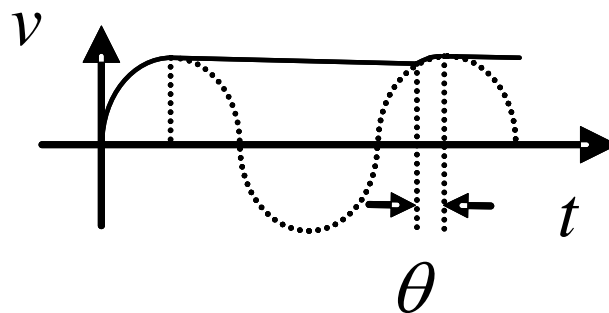
(2) 滤波电路（以半波整流为例）

■ 工作原理



$$\tau_{\text{充}} = r_d \cdot C$$

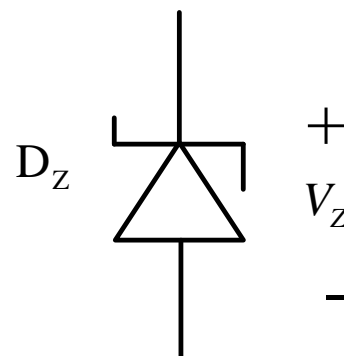
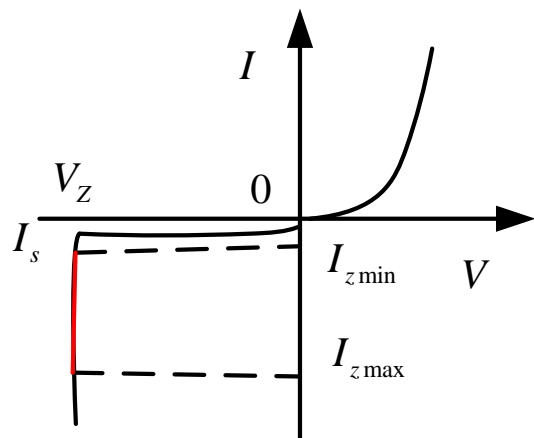
$$\tau_{\text{放}} = R_L \cdot C$$



$$\theta \ll \pi$$

(3) 二极管稳压电路

■ 稳压二极管的伏安特性

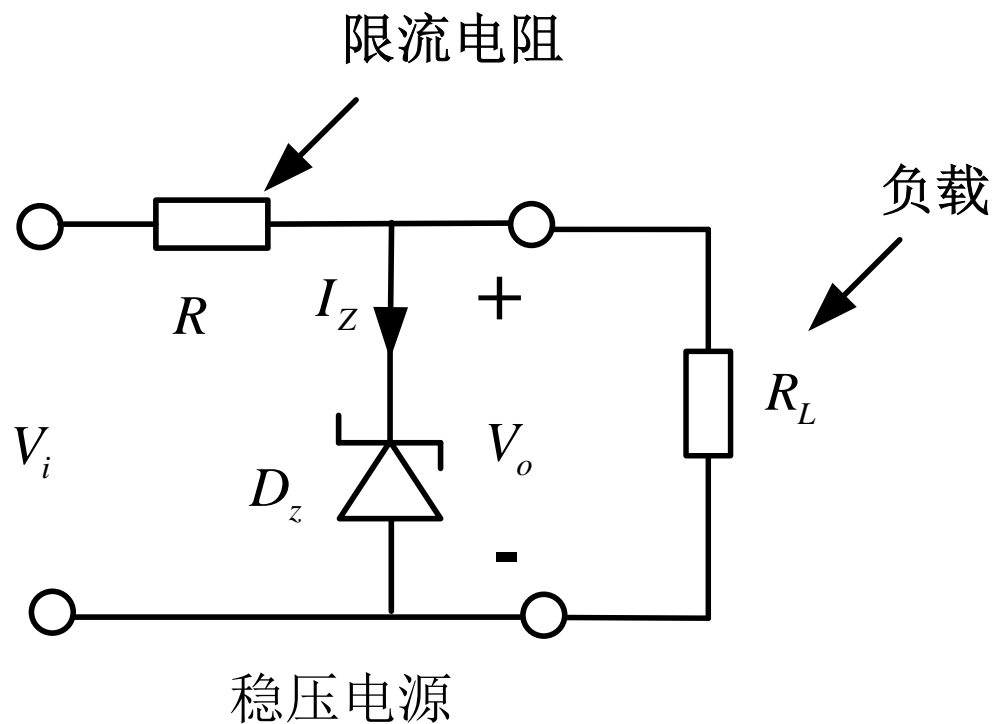
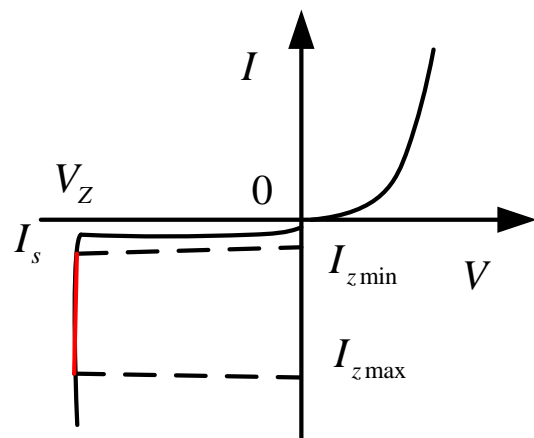


■ 稳压二极管参数

- 标称电压 V_Z
- 额定电流范围

(3) 二极管稳压电路

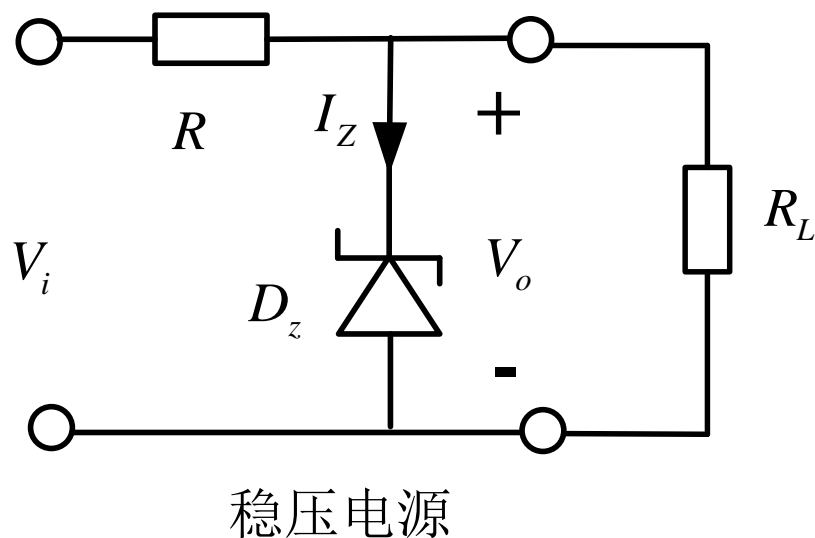
■ 工作电路



(3) 二极管稳压电路

- D_z 的挑选
- R 的选择

(3) 二极管稳压电路



$$I = I_L + I_z = \frac{V_i - V_o}{R}$$

$$I_z = \frac{V_i - V_o}{R} - I_L$$

$$\begin{cases} I_{\max} = \frac{V_{i\max} - V_o}{R} - I_{L\min} < I_{z\max} \\ I_{\min} = \frac{V_{i\min} - V_o}{R} - I_{L\max} > I_{z\min} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{V_{i\min} - V_o}{I_{z\min} + I_{L\max}} > R > \frac{V_{i\max} - V_o}{I_{z\max} + I_{L\min}}$$

本章小结

■ PN结二极管

- 熟悉**PN**结二极管结构，掌握普通二极管的非线性伏安特性及其数学方程，牢记二极管导通电压及热力学电压在室温下的取值
- 理解二极管直流电阻与交流电阻的概念和求解方法
- 理解和掌握**PN**结二极管的单向导电性及两种工作状态，熟练掌握理想二极管和折线模型的两种工作状态的判断方法
- 掌握二极管电路的模型法分析方法，会针对含有**1**至多枚二极管电路进行直流或大信号分析

本章小结

■ 稳压二极管

- 熟悉稳压二极管，掌握稳压二极管的工作原理与参数
- 掌握稳压二极管的大信号分析模型，熟悉稳压二极管的两种工作状态及其判断方法

■ 应用电路

- 熟悉限幅电路、钳位电路、整流电路及稳压电路的基本结构和基本功能