

1.5 特种二极管

符号



伏安特性

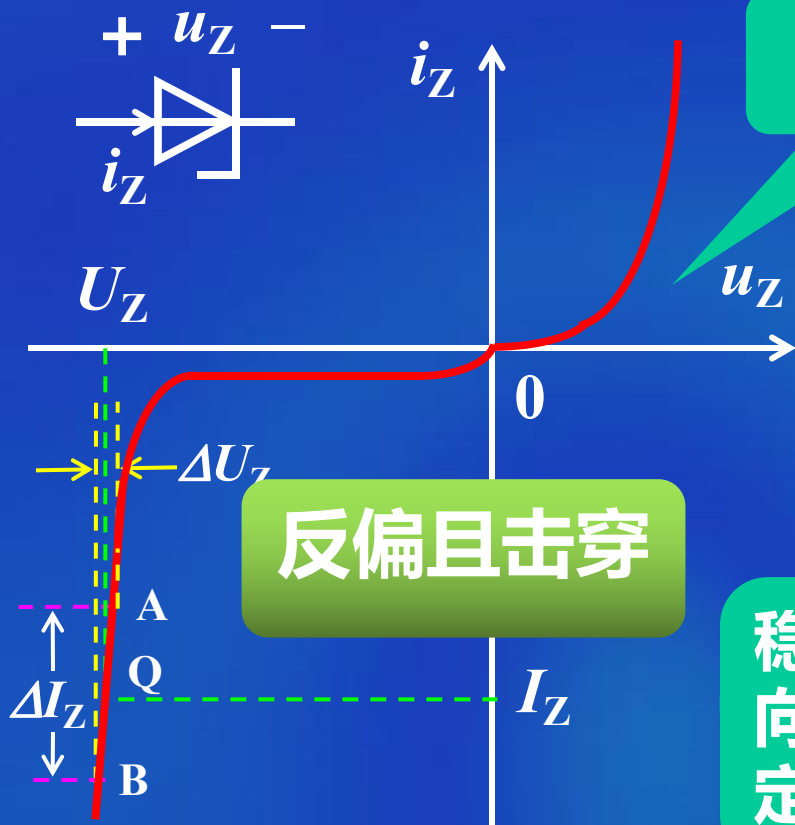
特点：

- a. 正向特性与普通管类似
- b. 反向击穿特性很陡

稳压管通常工作于反向电击穿状态用来稳定直流电压

小电压引起大电流变化

反偏且击穿



上页

下页

后退

1. 硅稳压管的主要电参数

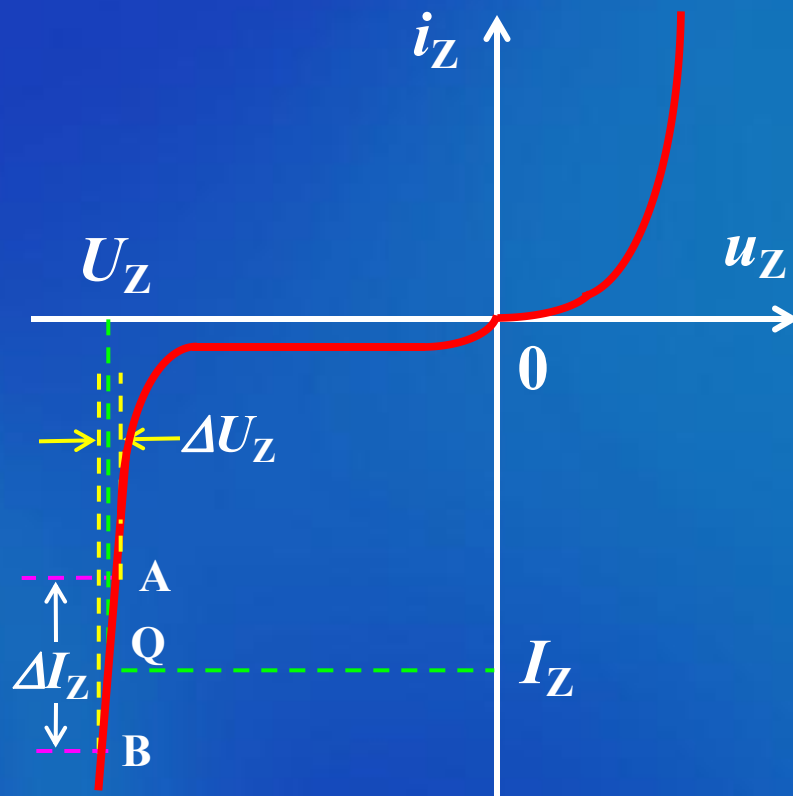
(1) 稳定电压 U_Z

(2) 动态电阻 $r_Z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$

(3) 最大允许工作电流 I_{ZM}

(4) 最大允许功率耗散 P_{ZM}

(5) 温度系数 α_u



温度系数 α_u

定义： 温度每变化1°C时 U_Z 的相对变化率。即

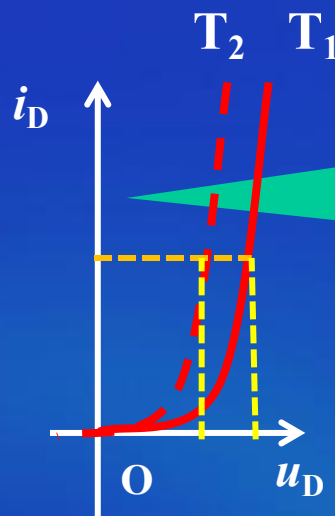
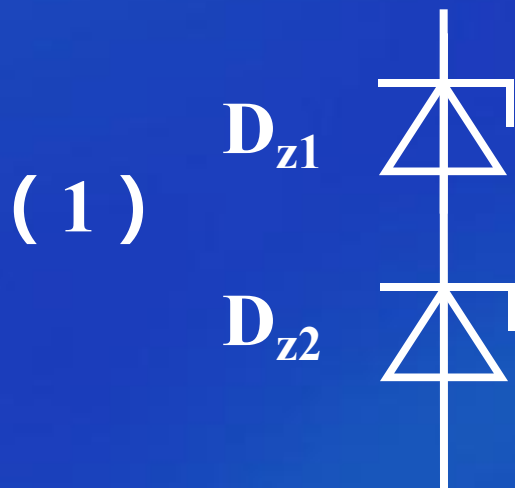
$$\alpha_u = \frac{\frac{\Delta U_Z}{U_Z}}{\Delta T} \times 100\%$$

$U_Z > 6V$ 管子出现雪崩击穿， α_U 为正；

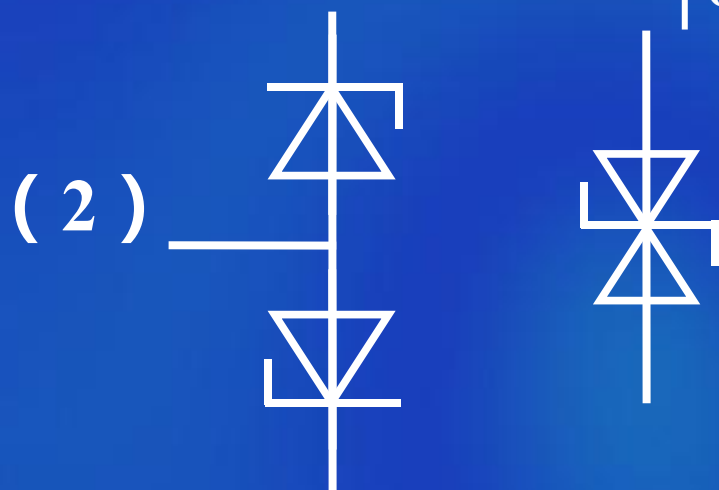
$U_Z < 4V$ 出现齐纳击穿， α_U 为负。

U_Z 介于4V到6V之间， α_U 可能为正，也可能为负。

具有温度补偿的硅稳压管



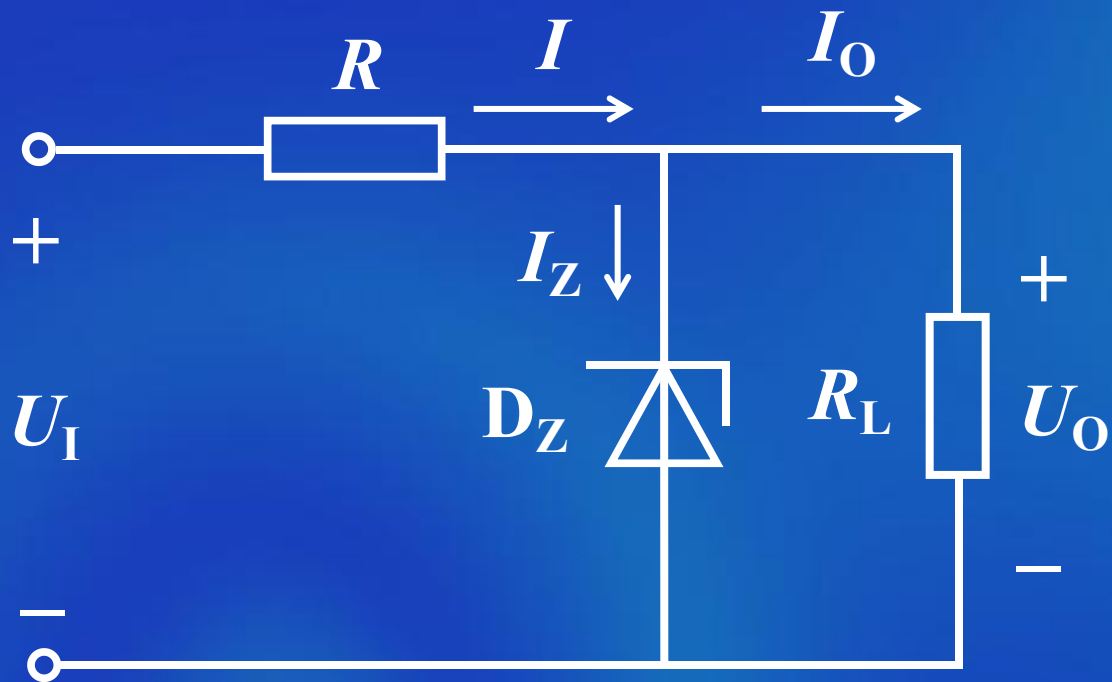
把一只 α_U 为正的管子与另一只 α_U 为负的管子串联



将两只 α_U 为正的稳压管串联

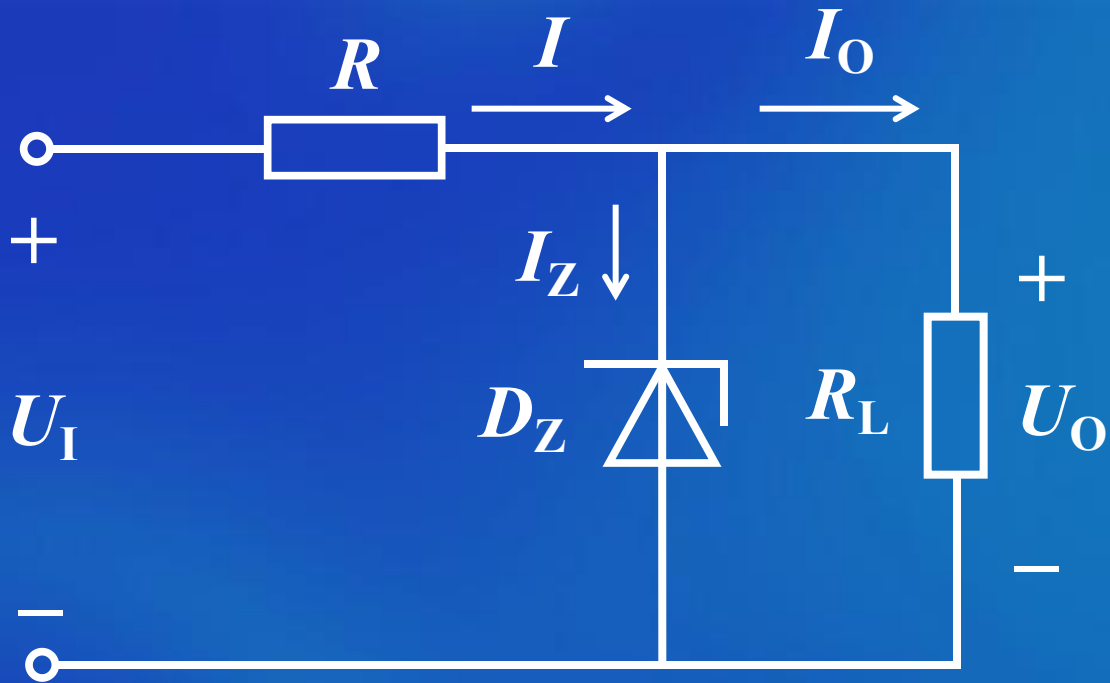
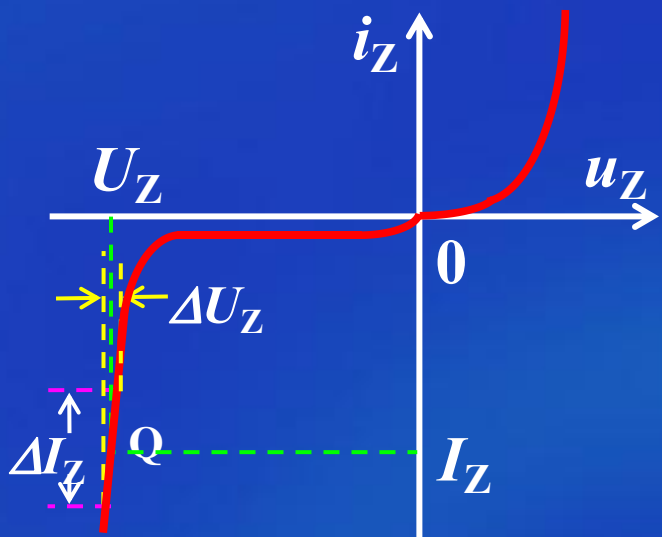
温度升高，正向导通二极管的管压降下降，具有负温度系数特性

2. 硅稳压管稳压电路



R ——限流电阻

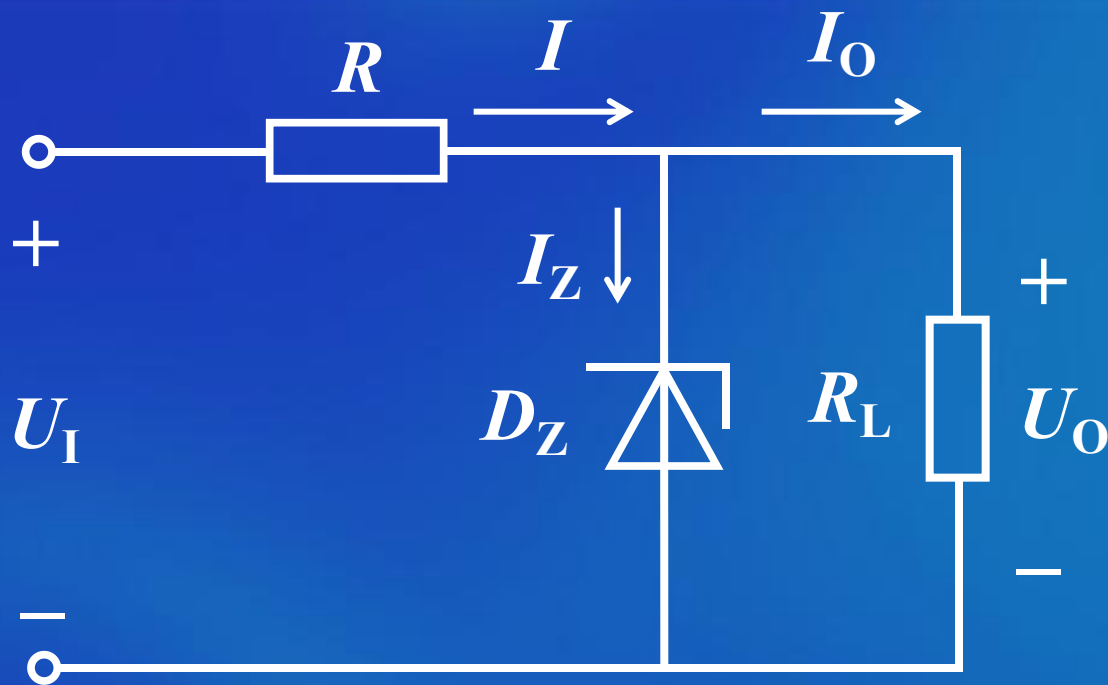
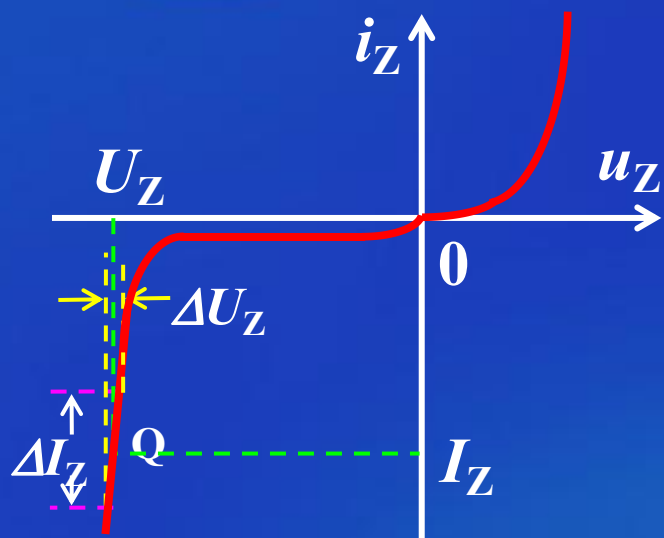
(1) 稳压原理



a. U_I 不稳定

$$U_I \uparrow \rightarrow U_0 \uparrow \rightarrow U_Z \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow I R \uparrow$$

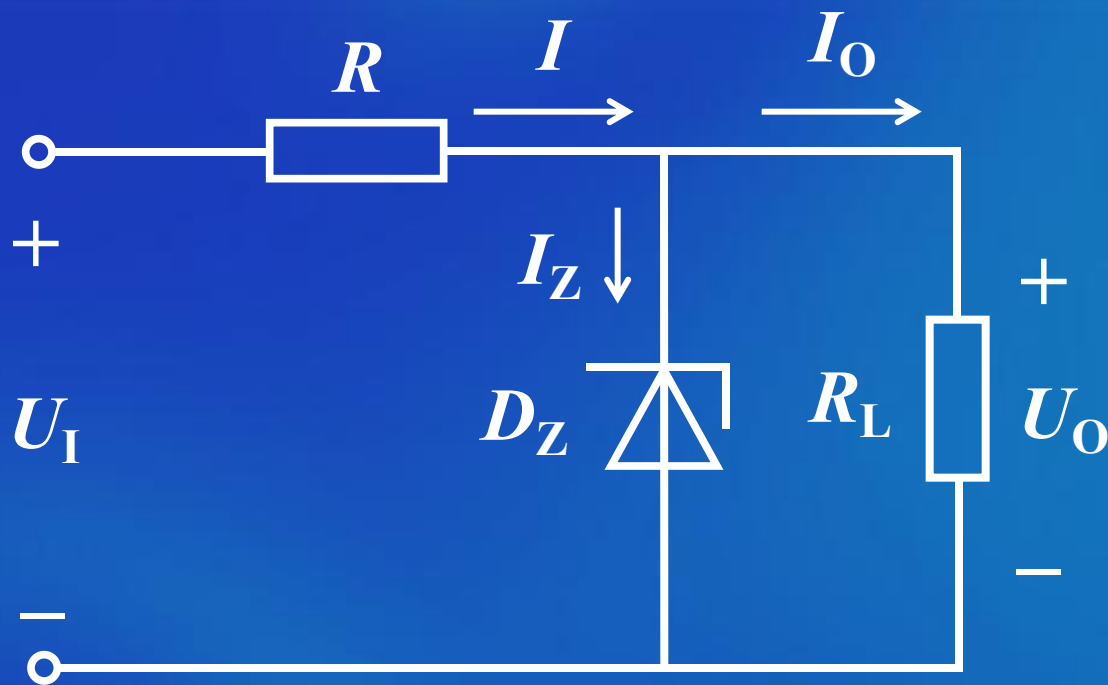
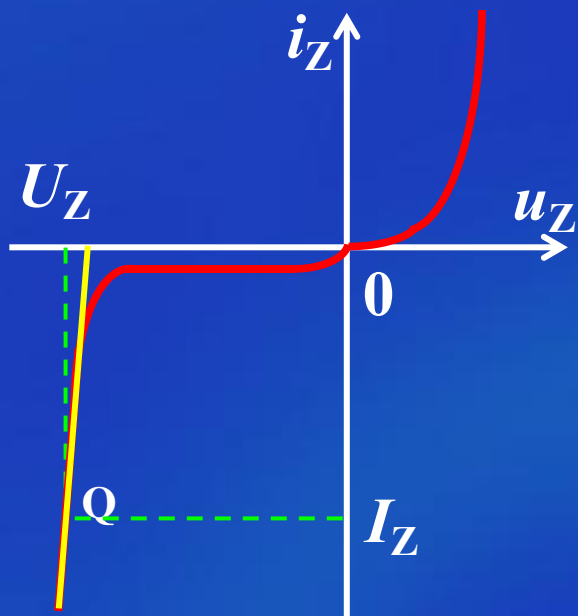
$$U_0 \downarrow \leftarrow \text{-----} \leftarrow$$



b. R_L 改变

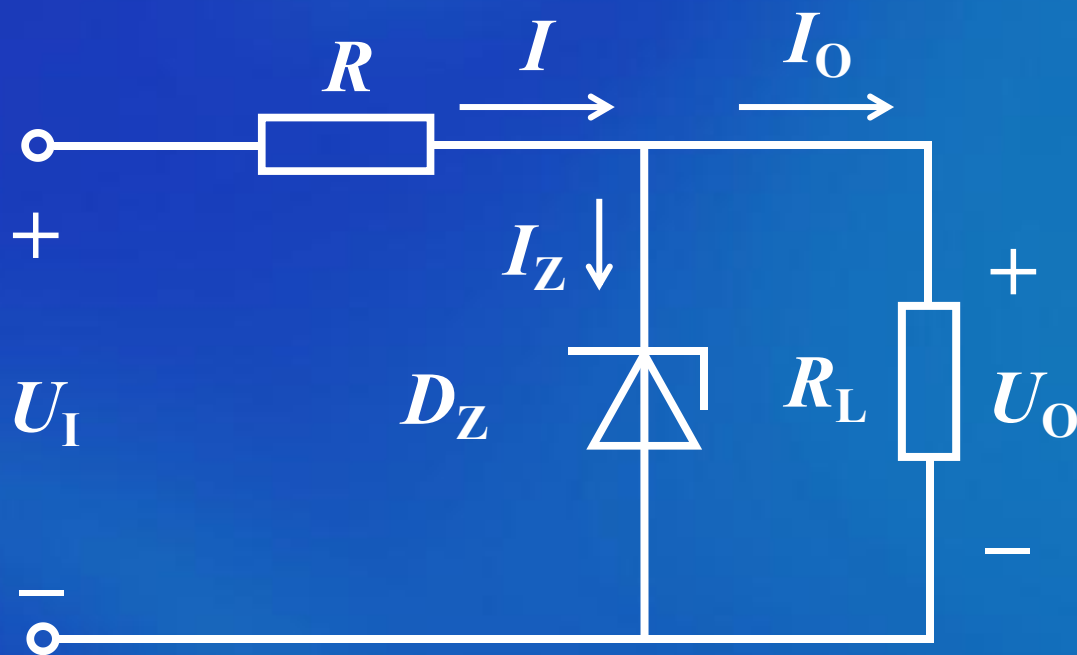
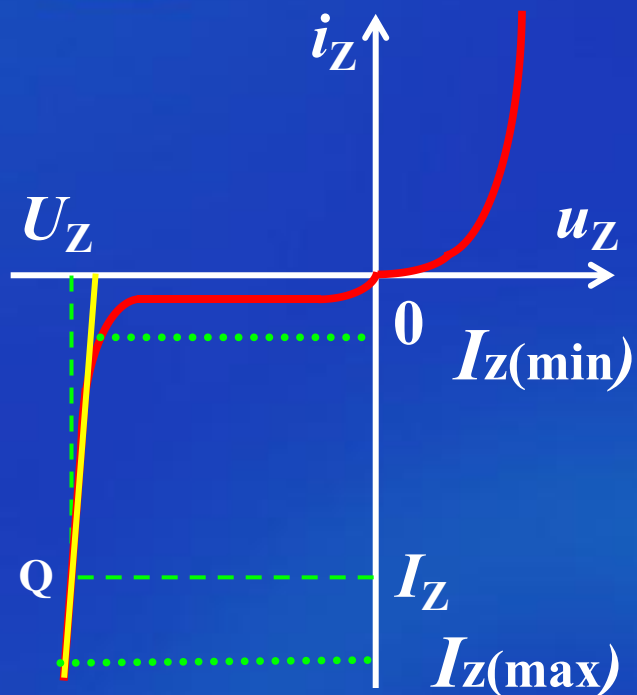
$R_L \downarrow \rightarrow U_O \downarrow \rightarrow U_Z \downarrow \rightarrow I_Z \downarrow \downarrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow I R \downarrow$
 $U_O \uparrow \leftarrow \text{-----} \leftarrow$

(2) 限流电阻计算



输出电压稳定的条件:

$$U_I \frac{R_L}{R + R_L} \geq U_Z \quad (\text{保证稳压管被击穿})$$



保证稳压管可靠工作的条件：

$$I_{Z(min)} \leq I_Z \leq I_{Z(max)}$$

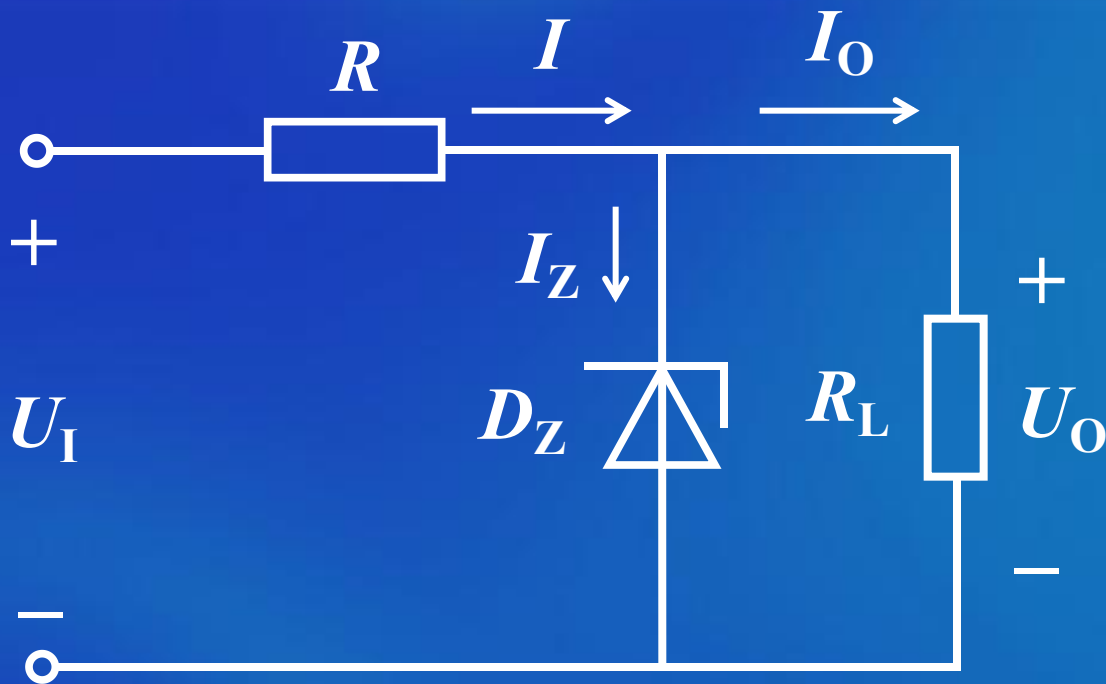
图中

$$U_O = U_Z$$

$$I_O = \frac{U_O}{R_L} = \frac{U_Z}{R_L}$$

$$I_Z = I - I_O$$

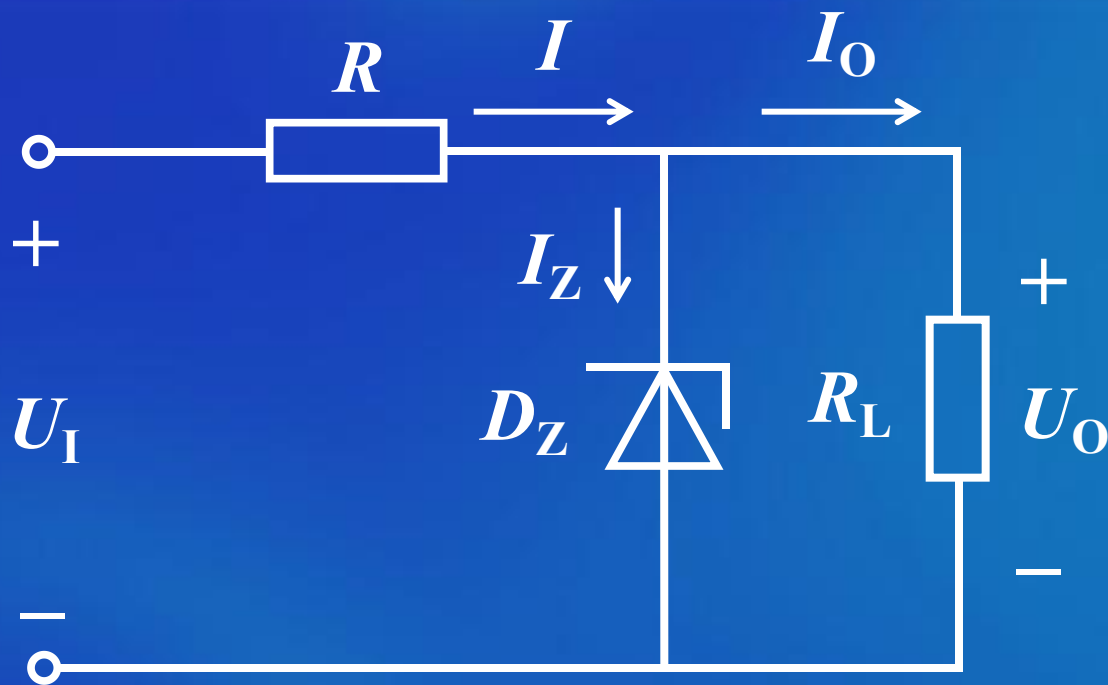
$$I = \frac{U_I - U_O}{R} = \frac{U_I - U_Z}{R}$$



由式

$$I = \frac{U_I - U_Z}{R}$$

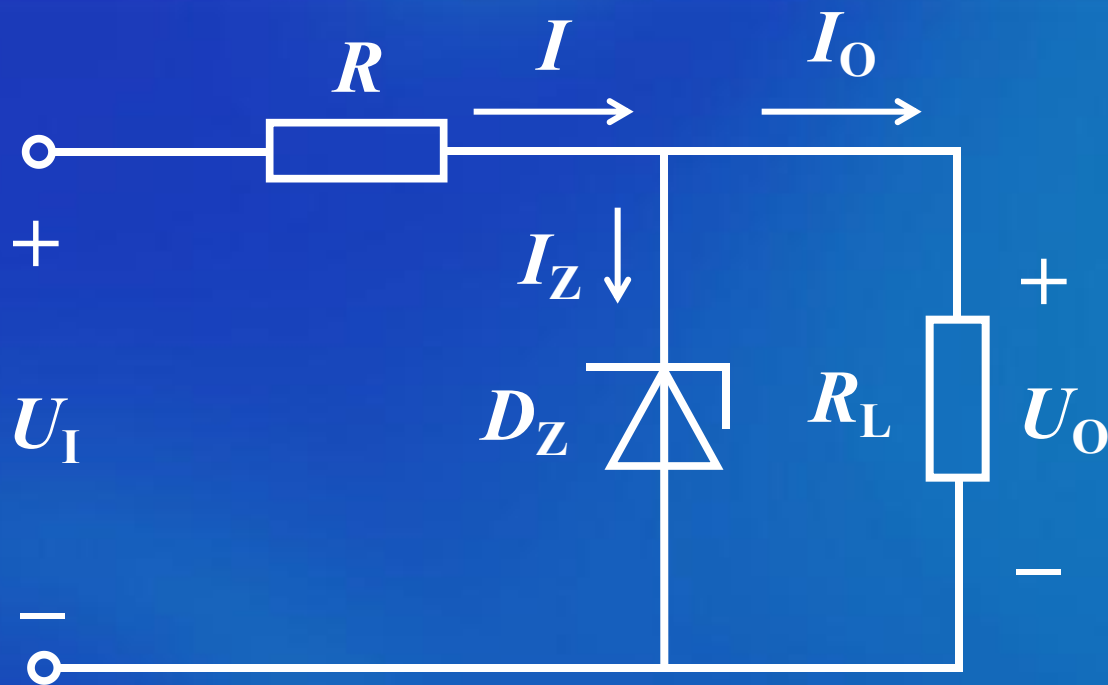
$$I_Z = I - I_O$$



知 当 U_I 为最大值 $U_{I(\max)}$ 时, I 值最大;

此时当 I_O 为最小值 $I_{O(\min)}$ 时, I_Z 值最大。

为保证管子安全工作应使



$$\frac{U_{I(\max)} - U_Z}{R} - I_{O(\min)} \leq I_{ZM}$$

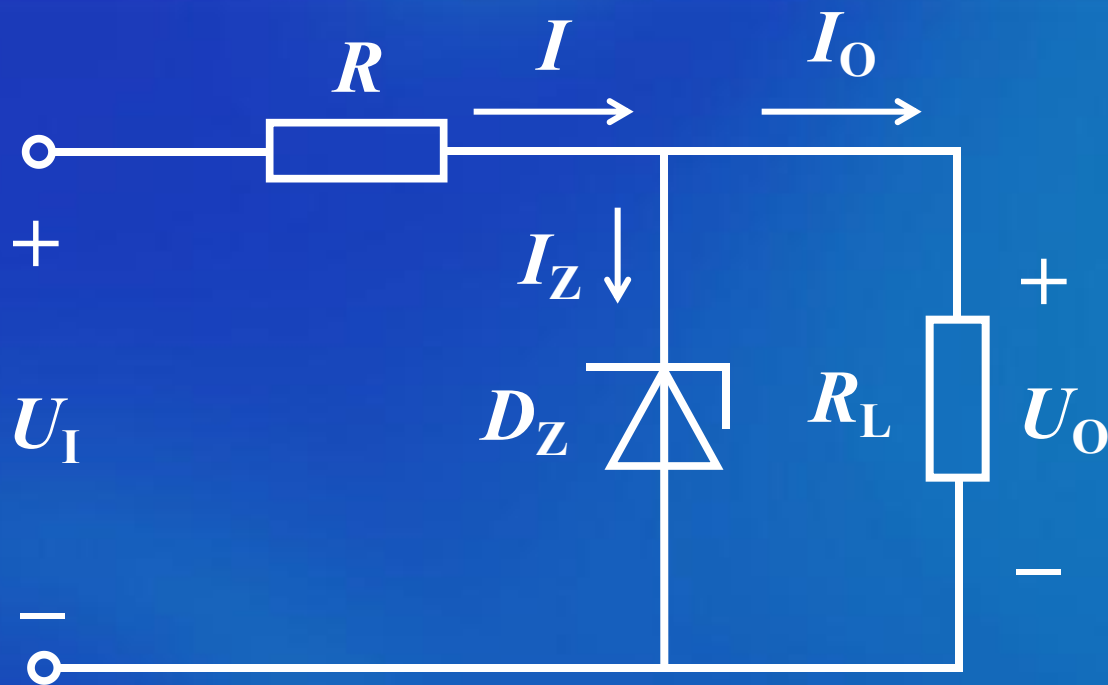
由此可得

$$R \geq \frac{U_{I(\max)} - U_Z}{I_{O(\min)} + I_{ZM}}$$

由式

$$I = \frac{U_I - U_Z}{R}$$

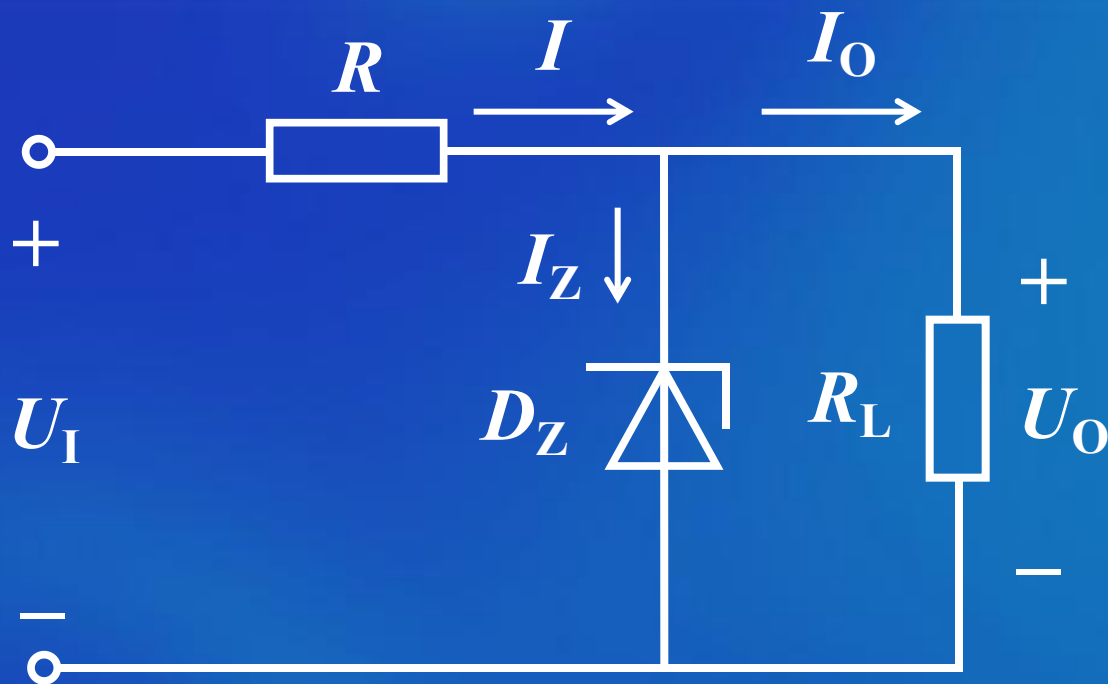
$$I_Z = I - I_O$$



知 当 U_I 为最小值 $U_{I(\min)}$ 时, I 值最小;

此时当 I_O 为最大值 $I_{O(\max)}$ 时, I_Z 值最小。

为保证电路可靠工作应使



$$\frac{U_{I(\min)} - U_Z}{R} - I_{O(\max)} \geq I_{Z(\min)}$$

由此可得

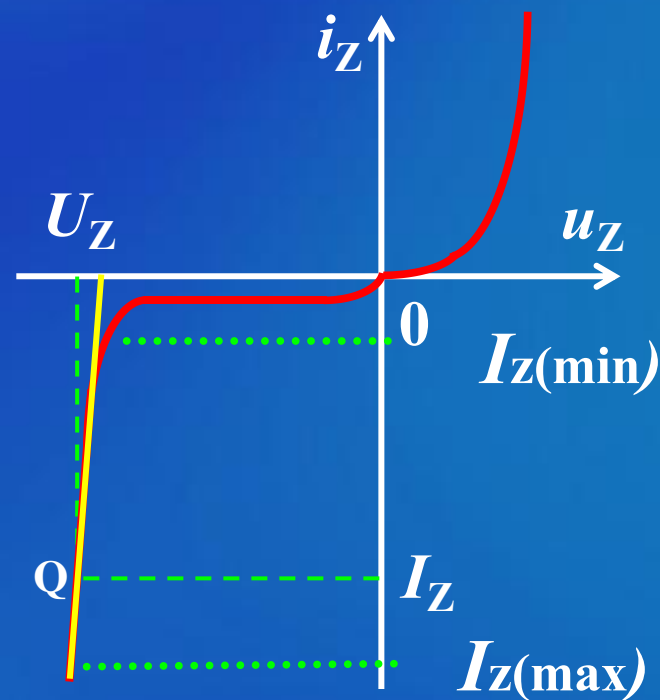
$$R \leq \frac{U_{I(\min)} - U_Z}{I_{O(\max)} + I_{Z(\min)}}$$

由式

$$R \geq \frac{U_{I(\max)} - U_Z}{I_{O(\min)} + I_{ZM}}$$

及

$$R \leq \frac{U_{I(\min)} - U_Z}{I_{O(\max)} + I_{Z(\min)}}$$



得

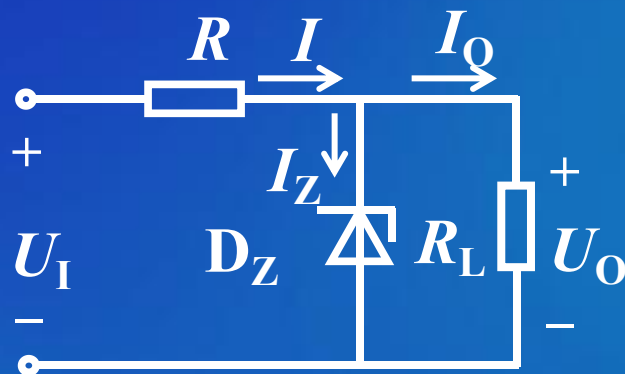
$$\frac{U_{I(\max)} - U_Z}{I_{O(\min)} + I_{ZM}} \leq R \leq \frac{U_{I(\min)} - U_Z}{I_{O(\max)} + I_{Z(\min)}}$$

限流电路需要大小合适

例1：电路如图所示，稳压管的稳压值为8V，电阻 $R=R_L=2\text{k}\Omega$ 。求以下条件下输出电压 U_O 与各支路的电流值。

(1) 输入电压 $U_I=20\text{V}$;

(2) 输入电压 $U_I=15\text{V}$ 。



解：(1) 首先断开稳压管，然后
判断管子能否击穿？

当 $U_I=20\text{V}$ ，计算此时输出电压为10V

满足 $U_I \frac{R_L}{R + R_L} \geq U_Z$ 的条件

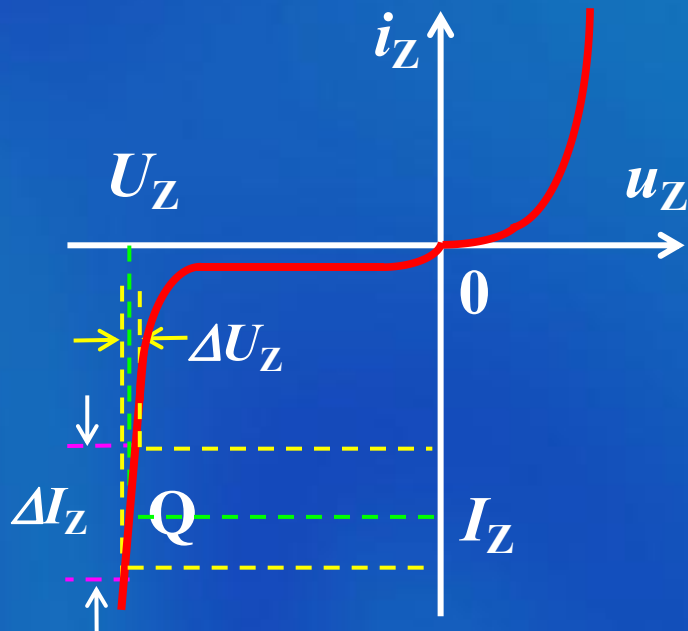
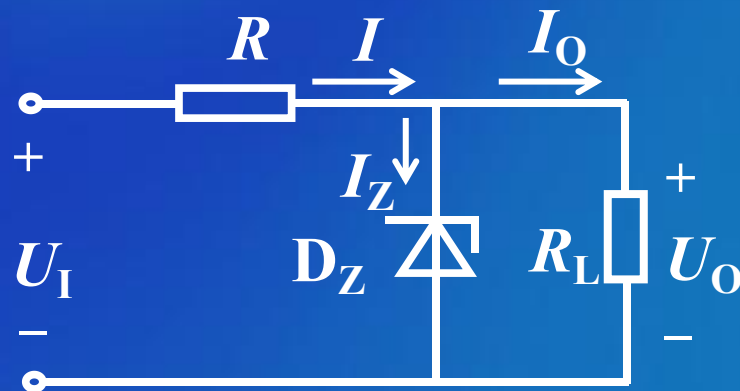
则稳压管**击穿**，故输出电压 $U_O = U_Z = 8\text{V}$

稳压管**击穿后**，输出电压 $U_O = 8V$

故 $I_O = U_O / R_L = 8 / 2 = 4 \text{ mA}$

$I = (U_I - U_O) / R = (20 - 8) / 2 = 6 \text{ mA}$

$I_Z = I - I_O = 6 - 4 = 2 \text{ mA}$



(2) 当 $U_I = 15V$, 计算此时断开稳压管后
输出电压为 $7.5V$;

不满足 $U_I \frac{R_L}{R + R_L} \geq U_Z$ 的条件

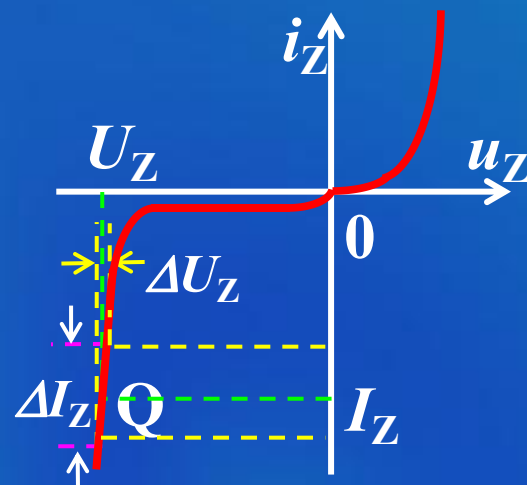
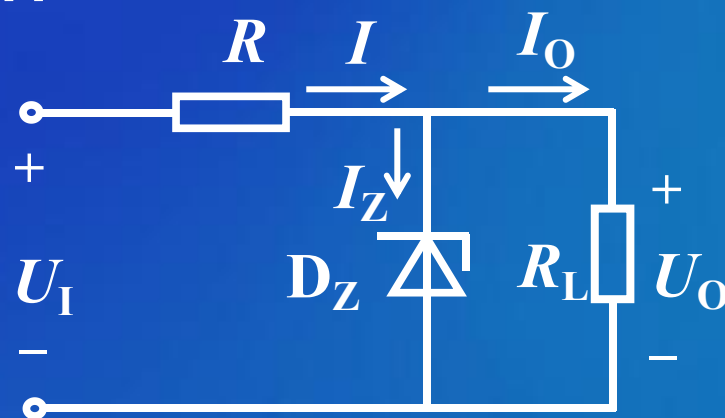
则稳压管**未击穿** (只反偏) ,

故输出电压 $U_O = 7.5V$

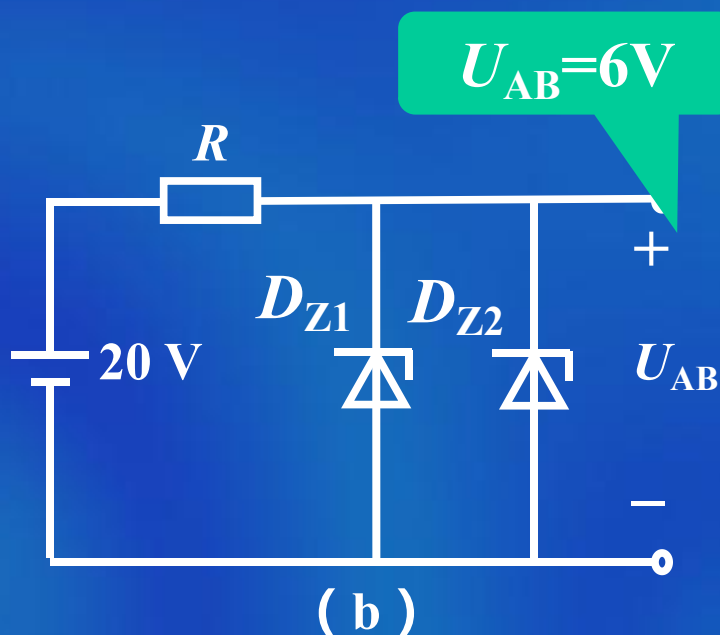
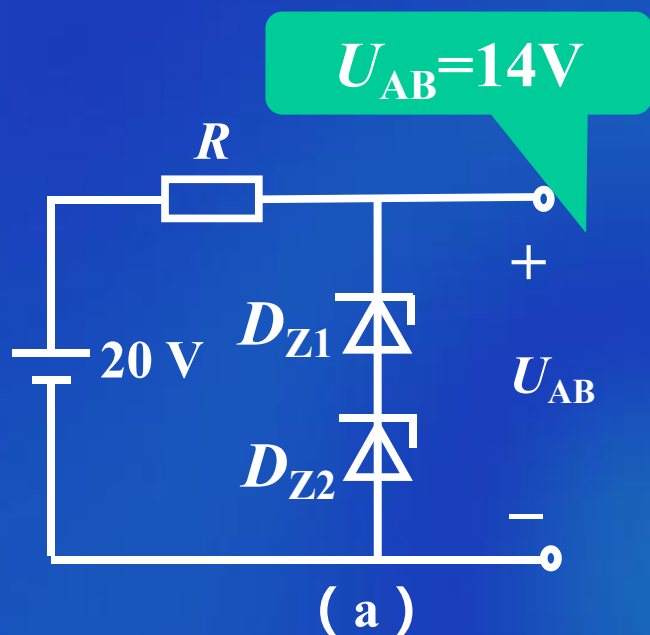
$$I_O = U_O / R_L = 7.5 / 2 = 3.75 \text{ mA}$$

$$I = (U_I - U_O) / R = (15 - 7.5) / 2 = 3.75 \text{ mA}$$

$$I_Z = 0$$

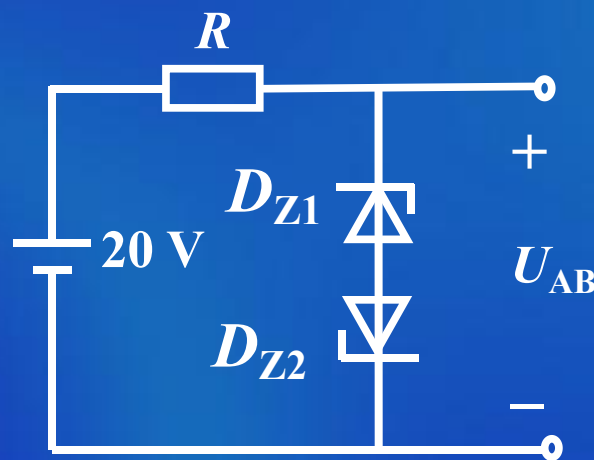


例2：电路如本题图所示。其中限流电阻 $R=2\text{k}\Omega$ ，硅稳压管 D_{Z1} 、 D_{Z2} 的稳定电压 U_{Z1} 、 U_{Z2} 分别为 6V 和 8V ，正向压降为 0.7V ，动态电阻可以忽略。试求各电路输出端 A、B 两端之间电压 U_{AB} 的值。



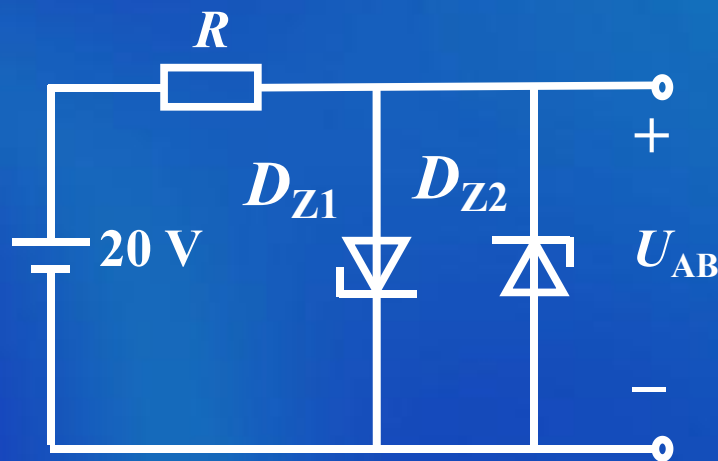
电路如本题图所示。其中限流电阻 $R = 2\text{k}\Omega$ ，硅稳压管 D_{Z1} 、 D_{Z2} 的稳定电压 U_{Z1} 、 U_{Z2} 分别为 6V 和 8V ，正向压降为 0.7V ，动态电阻可以忽略。试求各电路输出端 A、B 两端之间电压 U_{AB} 的值。

- ☐ A 6 V
- ☐ B 0.7 V
- ☐ C 8.7 V
- ☒ D 6.7 V

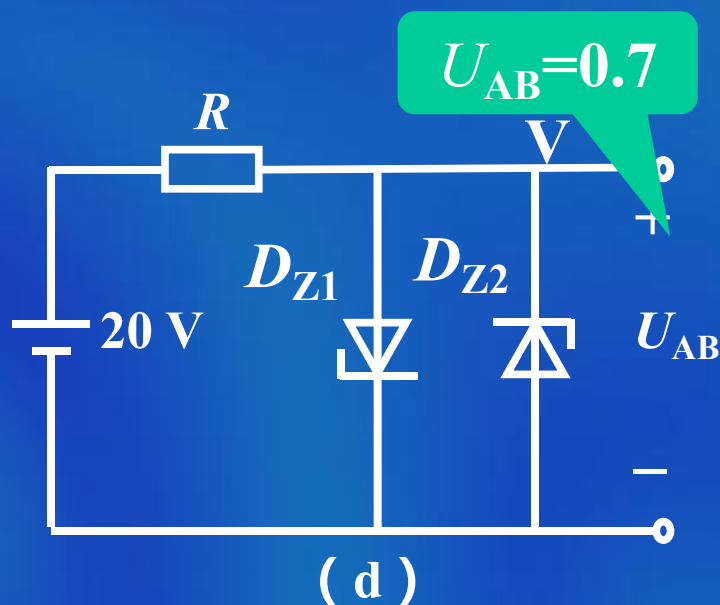
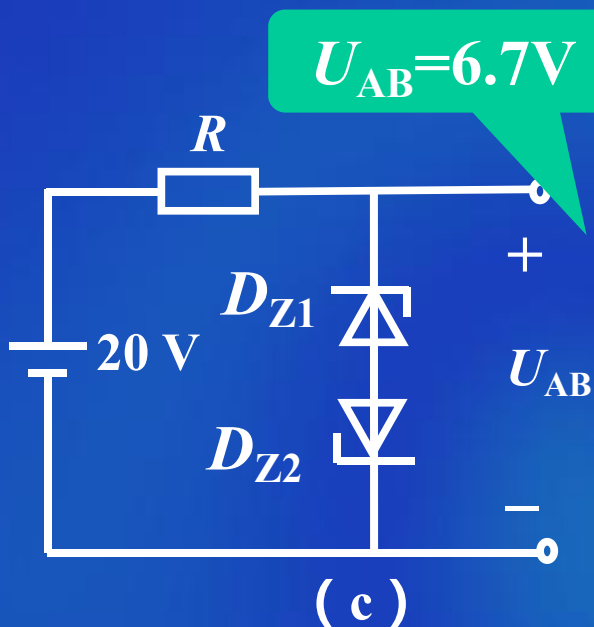


电路如本题图所示。其中限流电阻 $R = 2\text{k}\Omega$ ，硅稳压管 D_{Z1} 、 D_{Z2} 的稳定电压 U_{Z1} 、 U_{Z2} 分别为 6V 和 8V ，正向压降为 0.7V ，动态电阻可以忽略。试求各电路输出端 A、B 两端之间电压 U_{AB} 的值。

- ☐ A 6V
- ☐ B 8V
- ☒ C 0.7V
- ☐ D 8.7V



例2：电路如本题图所示。其中限流电阻 $R=2\text{k}\Omega$ ，硅稳压管 D_{Z1} 、 D_{Z2} 的稳定电压 U_{Z1} 、 U_{Z2} 分别为 6V 和 8V ，正向压降为 0.7V ，动态电阻可以忽略。试求各电路输出端 A、B 两端之间电压 U_{AB} 的值。

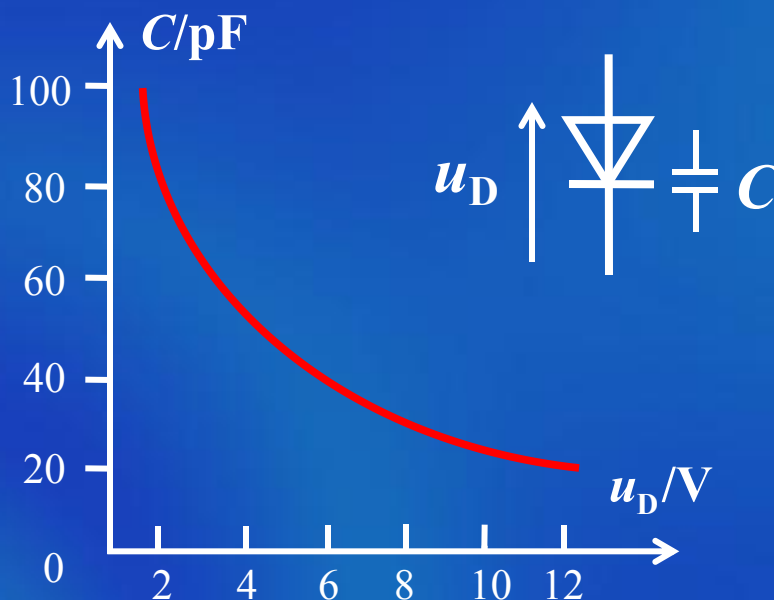


1.5.2 变容二极管

变容二极管的符号及 $C-U$ 特性曲线



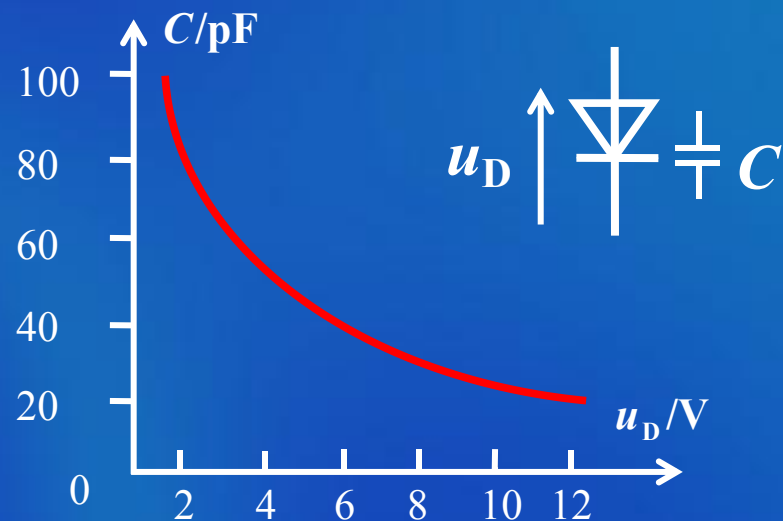
符号



$C-U$ 特性曲线

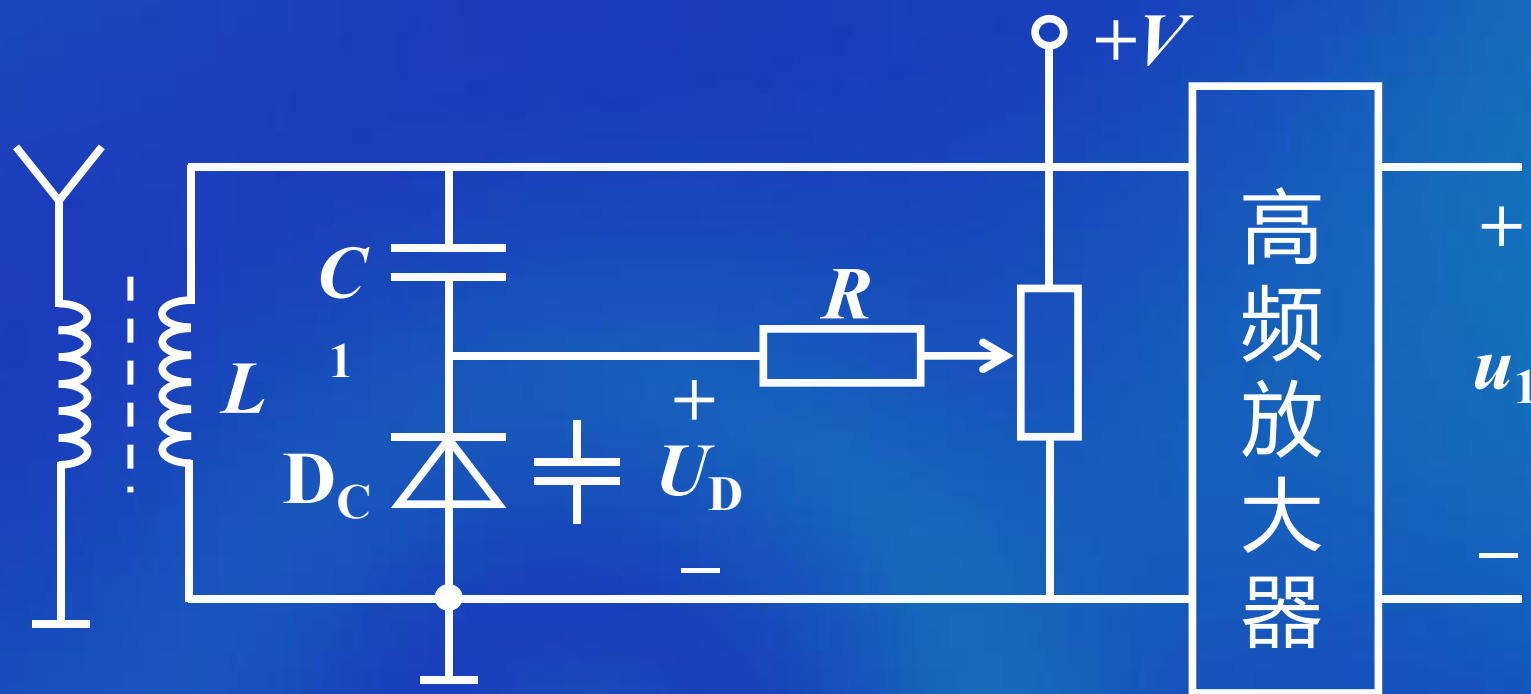
变容二极管的特点：

- a. 当二极管反向偏置时，因反向电阻为很大，可作电容使用。
- b. 电容量与所加的反向偏置电压的大小有关。



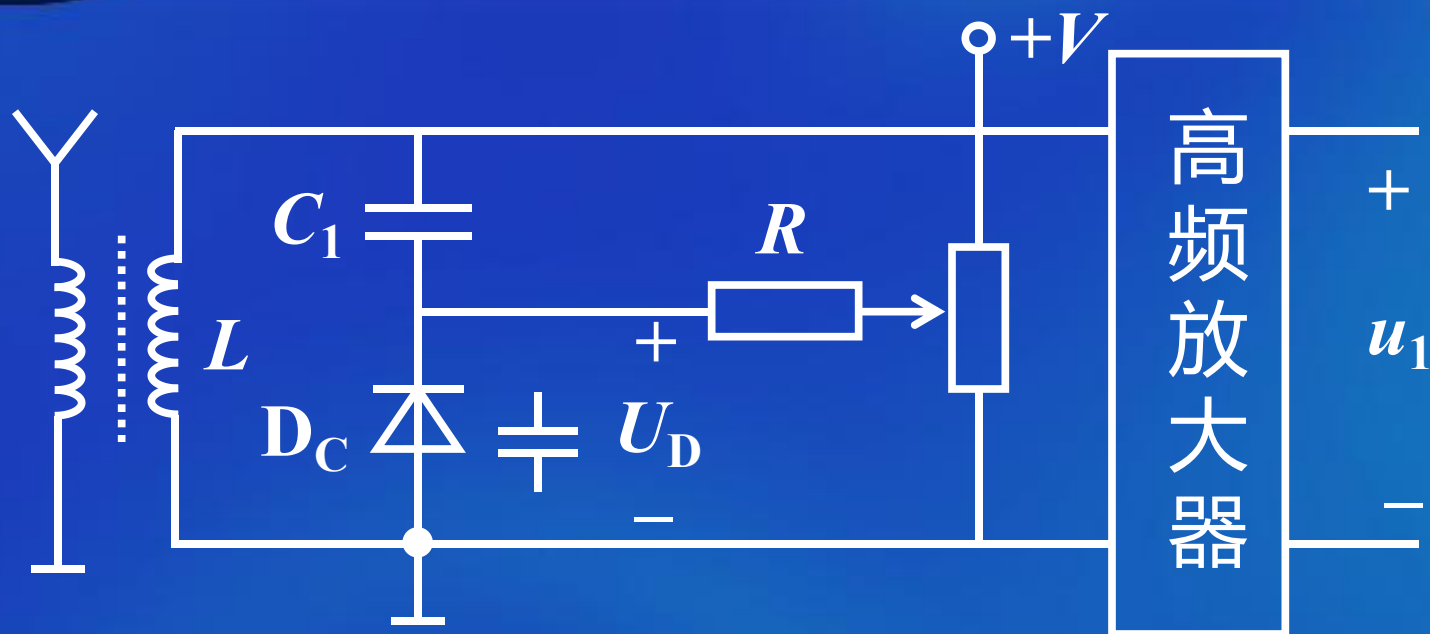
C - U 特性曲线

2. 变容二极管及其应用示例



谐振频率：
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

式中
$$C = \frac{C_1 C_j}{C_1 + C_j}$$



由于 $C_1 \gg C_j$

故谐振频率

$$C = \frac{C_1 C_j}{C_1 + C_j} \approx C_j$$

$$f \approx \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_j}}$$

其它特种二极管： 发光二极管LED

(Light-Emitting Diode)



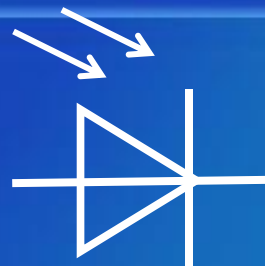
正偏时，发光二极管多子扩散，在复合时，一部分能量会产生光子发出。其正向压降大约1.6~2V。



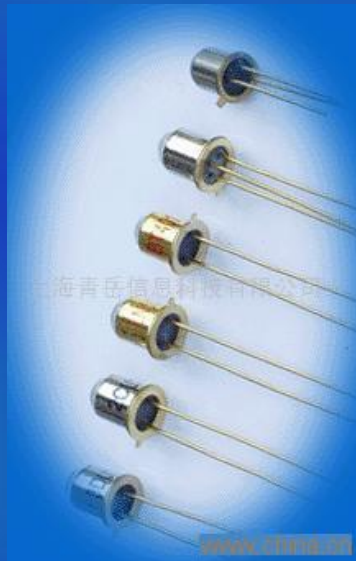
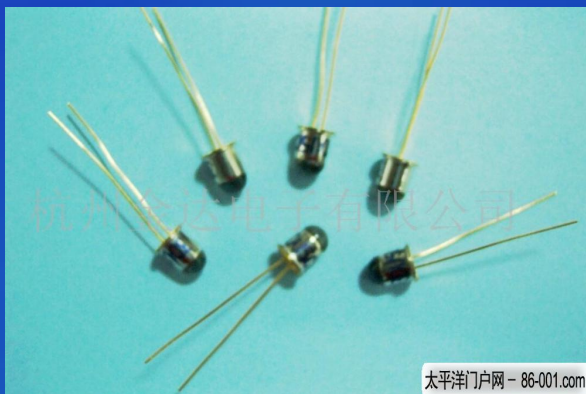
其它特种二极管： 光敏二极管

反偏时, 光电二极管受光照产生**光电流**

光电流一般大于几十微安，可用于
遥控、报警及光电传感器中



光电二极管
(photodiode)



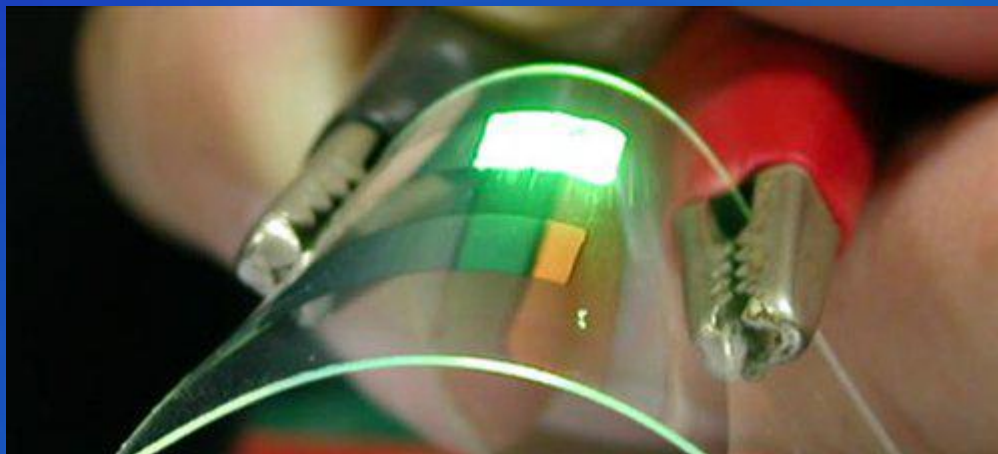
OLED

有机发光二极管 (Organic Light-Emitting Diode)

- OLED 显示技术与传统的液晶显示方式不同，无需背光灯，采用非常薄的有机材料涂层和玻璃基板，当有电流通过时，这些有机材料就会发光。而且OLED显示屏幕可以做得更轻更薄，可视角度更大，并且能够显著节省电能。

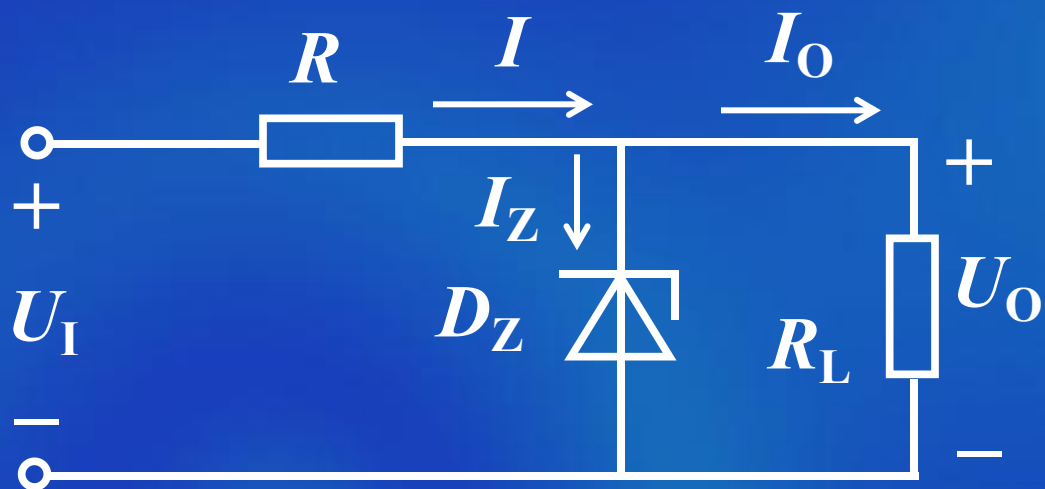
OLED显示屏幕---更轻更薄，视角更大，省电，成本低。

OLED



思考题

1. 稳压管可以稳压的条件是什么？
2. 稳压管稳压电路的特点是什么？



3. 稳压管稳压电路中限流电阻的大小对电路的性能有何影响？

本章小结

半导体二极管

```
graph TD; A[半导体二极管] --> B[二极管的结构、参数和伏安特性]; A --> C[二极管的基本电路和分析方法]; A --> D[硅稳压二极管的特性与应用];
```

二极管的结构、参数和伏安特性

二极管的基本电路和分析方法

硅稳压二极管的特性与应用