



# 晶闸管

主讲人：周一恒



## 晶闸管

### 主要内容:

普通晶闸管的结构、工作原理、伏安特性及主要参数；双向晶闸管以及可关断晶闸管的工作原理。

### 重点难点:

晶闸管的工作原理、伏安特性。

## 晶 闸 管

晶闸管是在晶体管基础上发展起来的一种大功率半导体器件。它的出现使半导体器件由弱电领域扩展到强电领域。

晶闸管也像半导体二极管那样具有单向导电性,但它的导通时间是可控的,主要用于整流、逆变、调压及开关等方面。

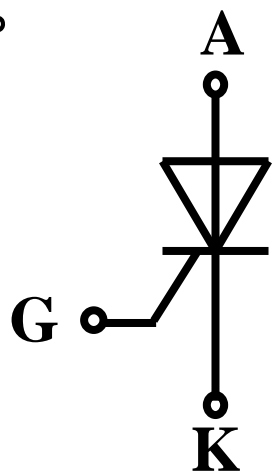
### 优点:

体积小、重量轻、效率高、动作迅速、维修简单、操作方便、寿命长、容量大(正向平均电流达千安、正向耐压达数千伏)。

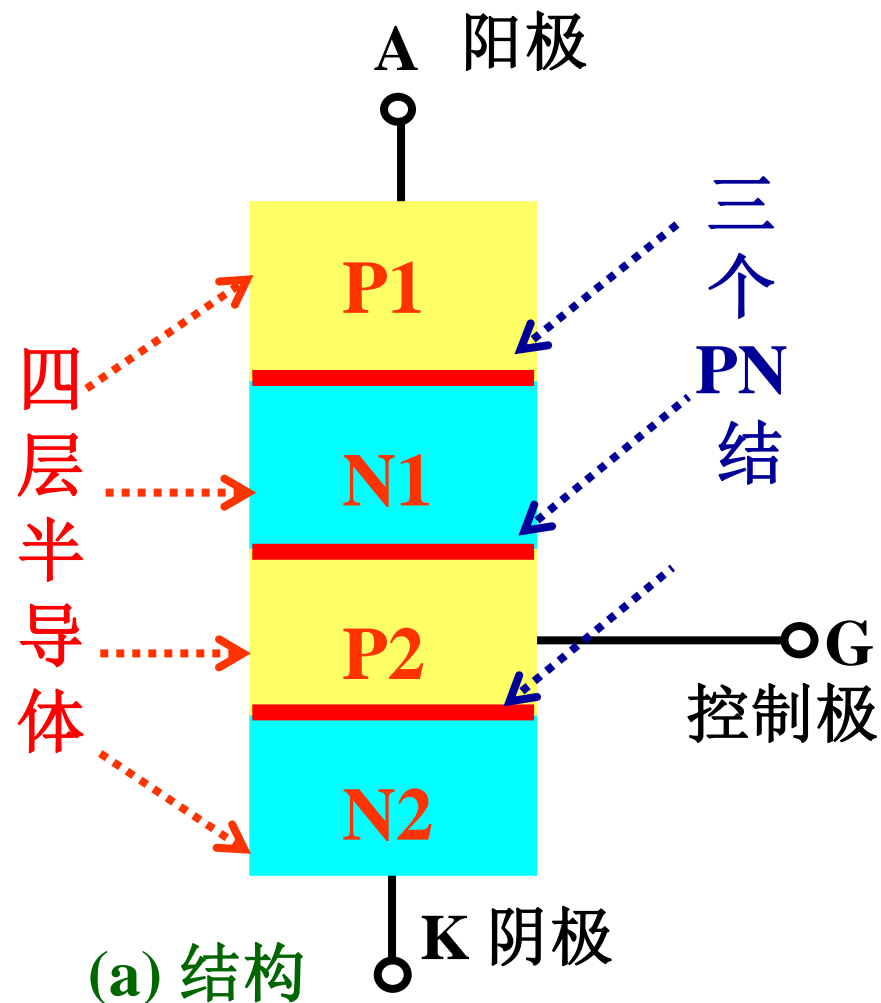
## 1. 普通晶闸管

### (1) 基本结构

晶闸管是具有三个PN结的四层结构，其外形、结构及符号如图。



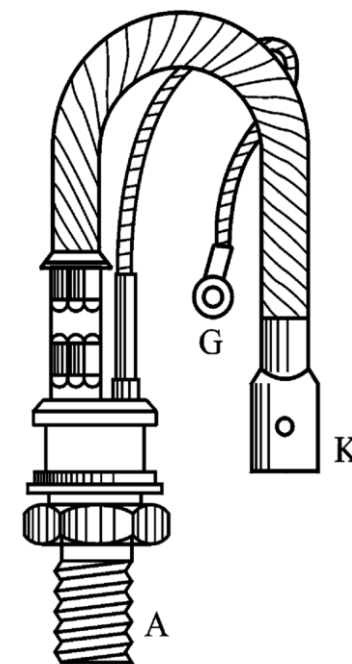
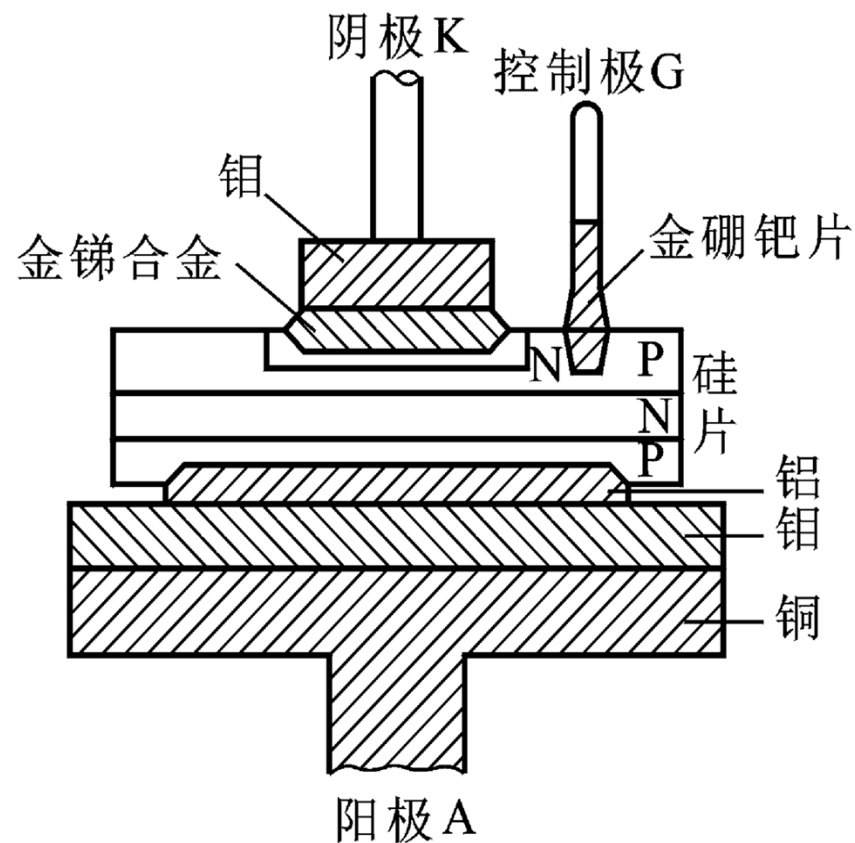
(b) 符号



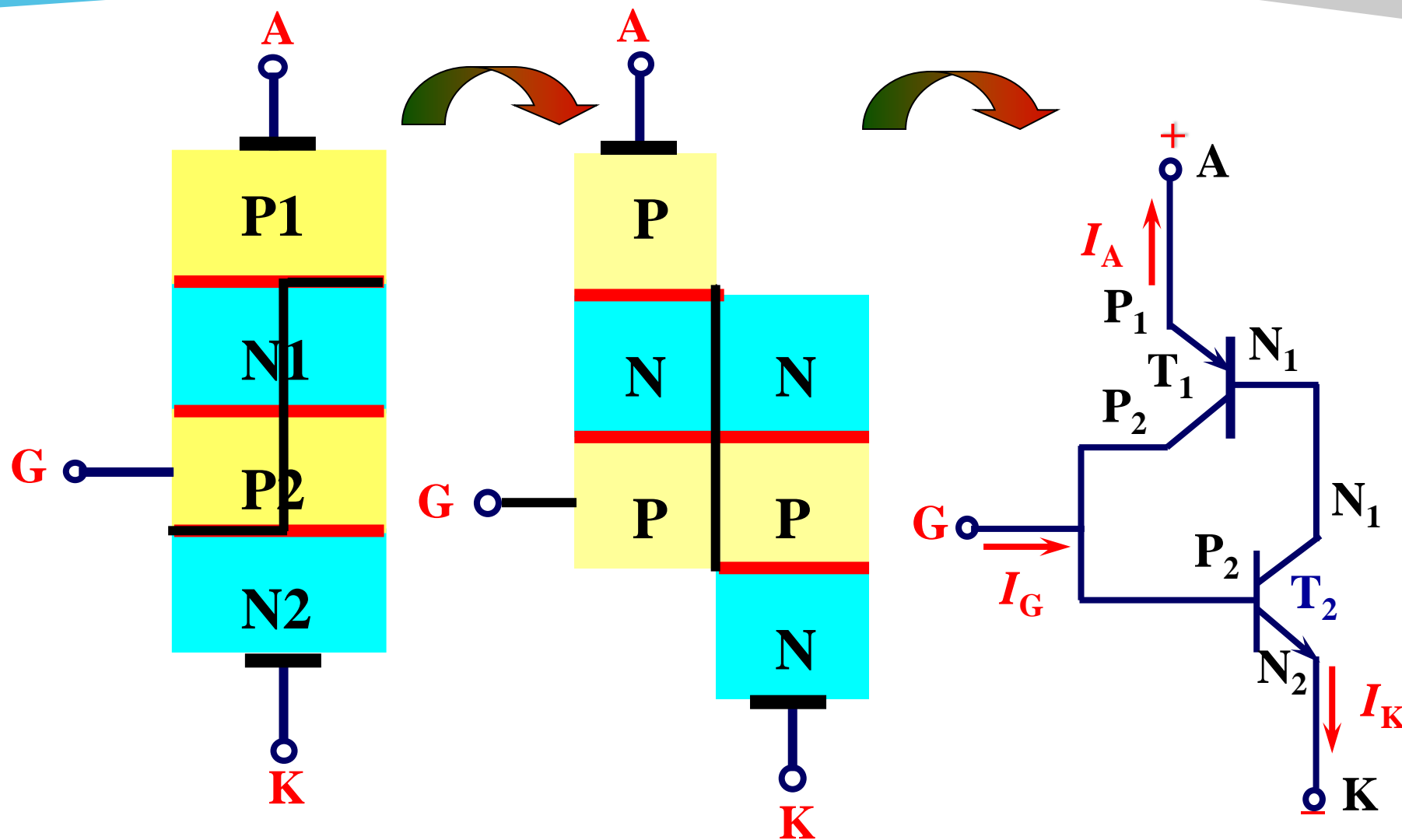
晶闸管的结构及符号

## 1. 普通晶闸管

### (1) 基本结构

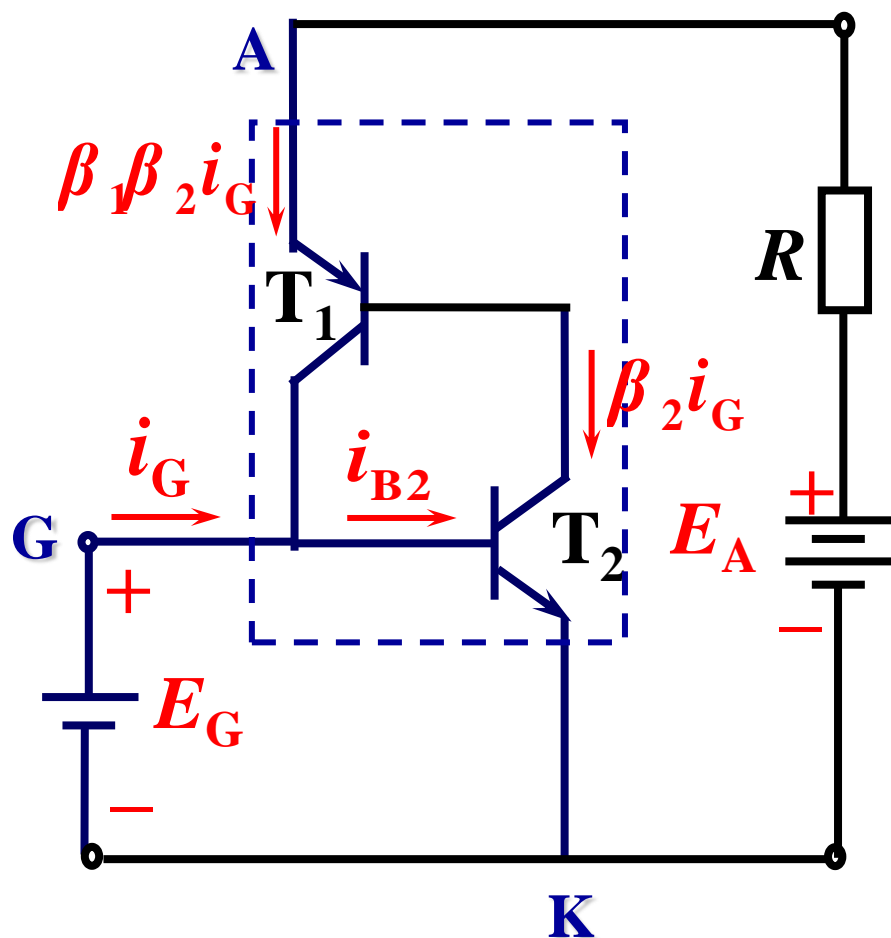


晶闸管的构造和外形



晶闸管相当于PNP和NPN型两个晶体管的组合

## (2) 工作原理



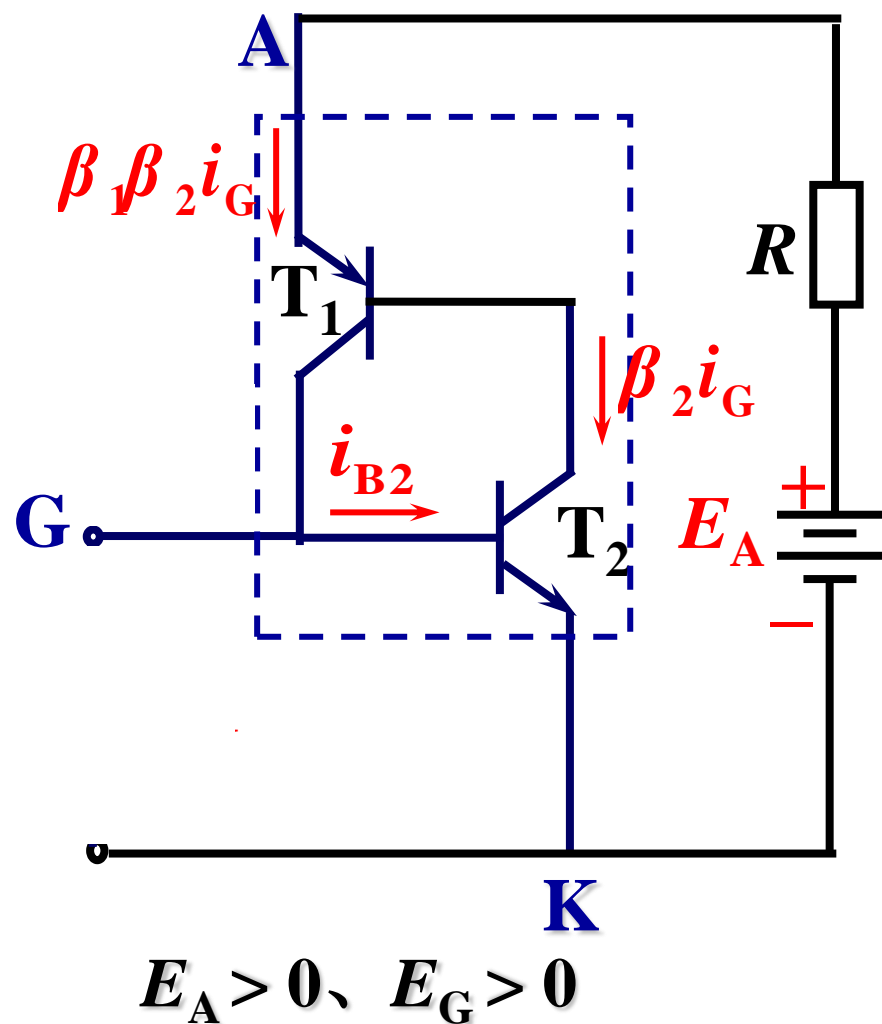
$$E_A > 0, E_G > 0$$

形成正反馈过程

$$\begin{aligned}
 i_{B2} &= i_G \longrightarrow \\
 i_{C2} &= \beta_2 i_G = i_{B1} \\
 \longrightarrow i_{C1} &= \beta_1 i_{C2} \\
 &= \beta_1 \beta_2 i_G = i_{B2}
 \end{aligned}$$

在极短时间内使两个三极管均饱和导通,此过程称触发导通。

## (2) 工作原理



## 形成正反馈过程

$$\begin{aligned}
 i_{B2} &= i_G \longrightarrow \\
 i_{C2} &= \beta_2 i_G = i_{B1} \\
 \longrightarrow i_{C1} &= \beta_1 i_{C2} \\
 &= \beta_1 \beta_2 i_G = i_{B2}
 \end{aligned}$$

晶闸管导通后，去掉  $E_G$ ，依靠正反馈，仍可维持导通状态。



## 晶闸管导通的条件:

- ① 晶闸管阳极电路 (阳极与阴极之间) 施加正向电压。
- ② 晶闸管控制电路 (控制极与阴极之间) 加正向电压或正向脉冲 (正向触发电压)。

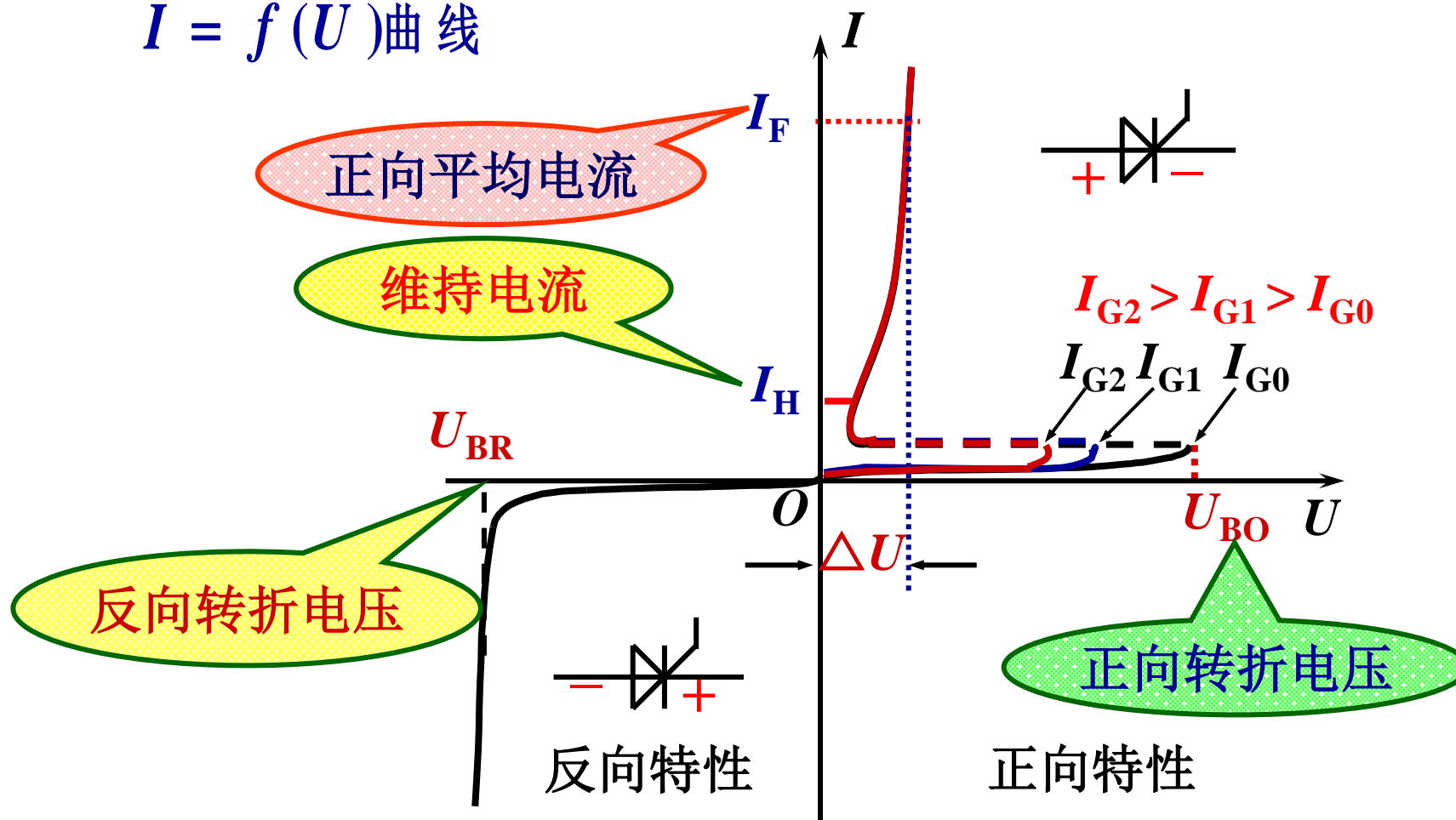
晶闸管导通后, 控制极便失去作用。 依靠正反馈, 晶闸管仍可维持导通状态。

## 晶闸管关断的条件:

- ① 必须使可控硅阳极电流减小, 直到正反馈效应不能维持。
- ② 将阳极电源断开或者在晶闸管的阳极和阴极间加反向电压。

### (3) 伏安特性

$I = f(U)$  曲线



## (4) 主要参数

### ① 正向重复峰值电压 $U_{\text{DRM}}$

晶闸管控制极开路且正向阻断情况下, 可以重复加在晶闸管两端的正向峰值电压。

一般 $U_{\text{DRM}}$  比正向转折电压 $U_{\text{BO}}$ 低100V。

### ② 反向重复峰值电压 $U_{\text{RRM}}$

晶闸管控制极开路时, 可以重复加在晶闸管两端的反向峰值电压。

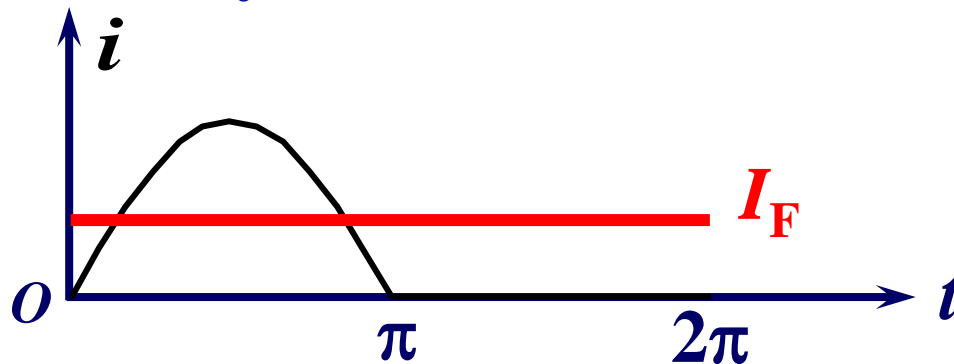
一般 $U_{\text{RRM}}$  比反向转折电压 $|U_{\text{BR}}|$ 低100V。

### ③ 正向平均电流 $I_{\text{F}}$

环境温度为40° C及标准散热条件下, 晶闸管处于全导通时可以连续通过的工频正弦半波电流的平均值。

如果正弦半波电流的最大值为 $I_m$ ，则

$$I_F = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_m}{\pi}$$

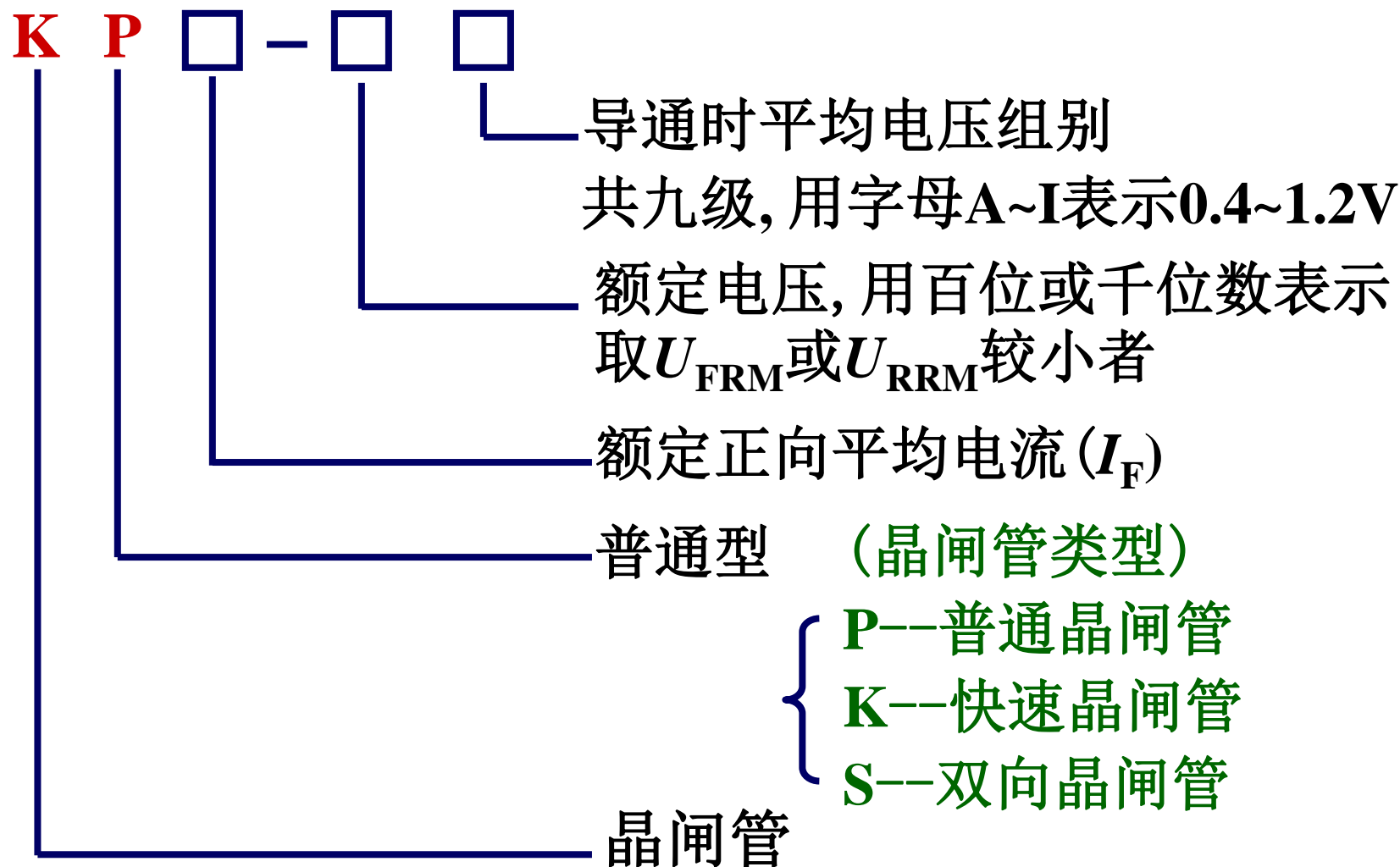


普通晶闸管 $I_F$ 为1A—1000A。

#### ④ 维持电流 $I_H$

在规定的环境和控制极断路时，晶闸管维持导通状态所必须的最小电流。

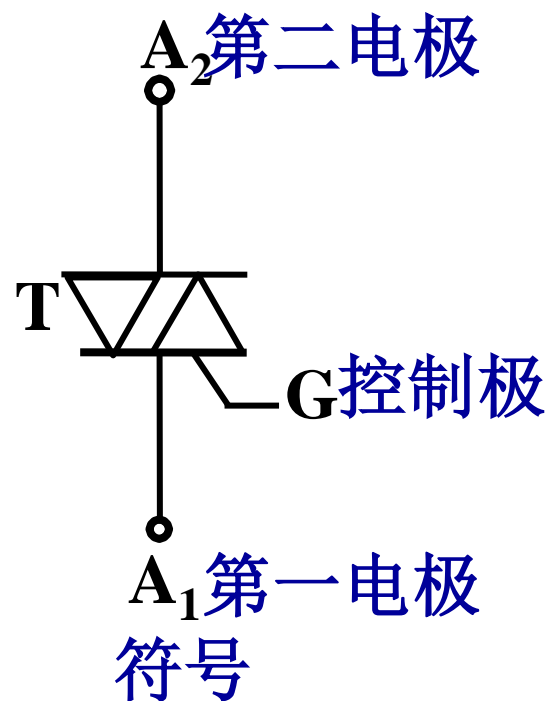
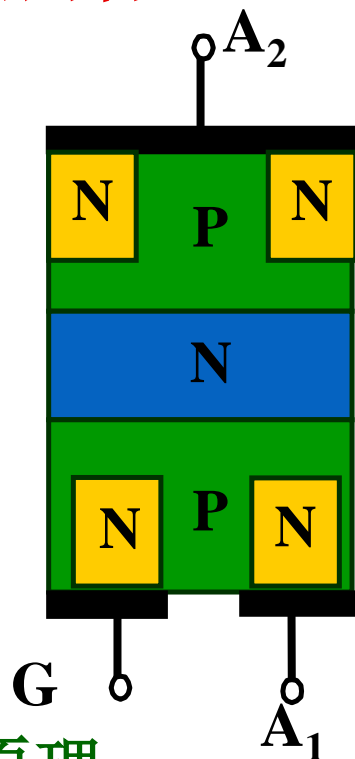
## 晶闸管型号及其含义



如KP5-7表示额定正向平均电流为5A, 额定电压为700V。

## 2. 双向晶闸管

### (1) 结构



特点:

相当于两个晶闸管反向并联，两者共用一个控制极。

晶闸管双向触发导通。

### (2) 工作原理

$U_{A2} > U_{A1}$  时

控制极相对于A<sub>1</sub>加正脉冲，

$u_{GA1} > 0$ ，晶闸管正向导通，电流从A<sub>2</sub>流向A<sub>1</sub>。

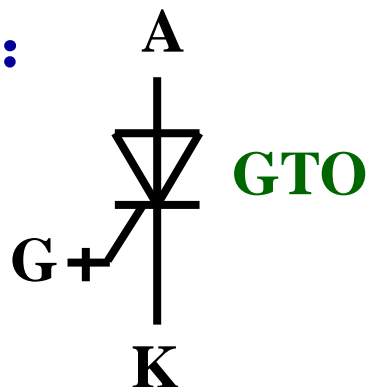
$U_{A2} < U_{A1}$  时

控制极相对于A<sub>1</sub>加负脉冲，

$u_{GA1} < 0$ ，晶闸管反向导通，电流从A<sub>1</sub>流向A<sub>2</sub>。

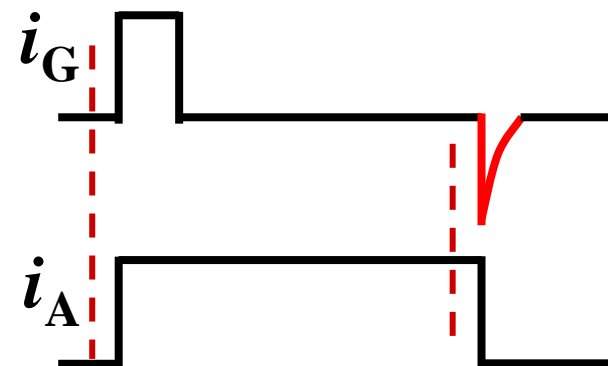
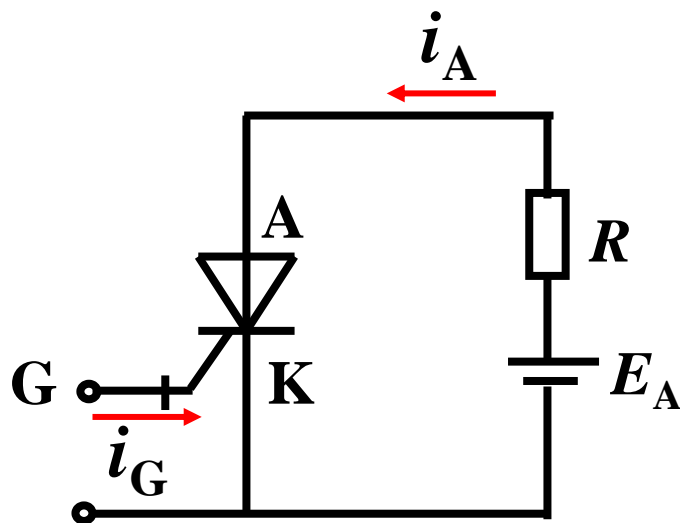
## 3. 可关断晶闸管

符号:



特点:

控制极加正触发信号，晶闸管导通；  
控制极加负触发信号，晶闸管关断。

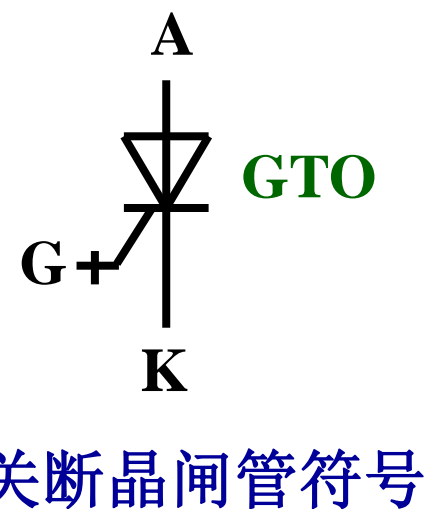
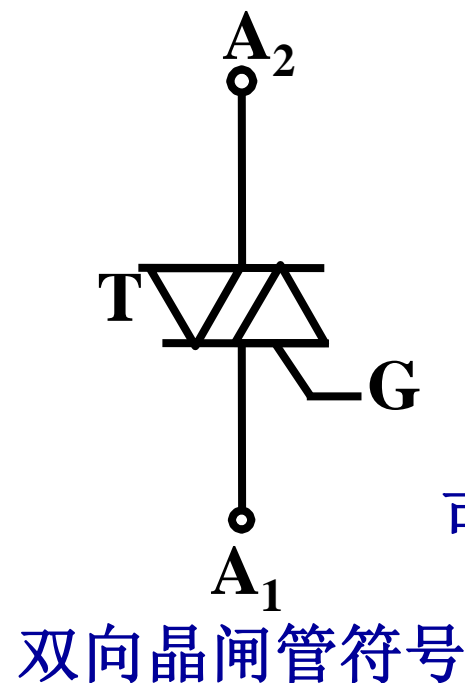
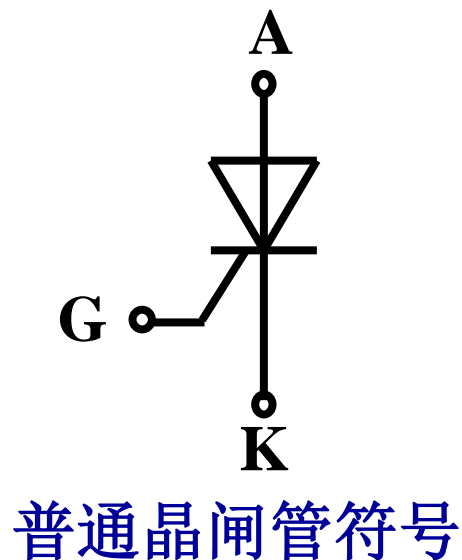


GTO全控示意图

## 小 结

### 1. 普通晶闸管

- (1) 基本结构
- (2) 工作原理
- (3) 伏安特性
- (4) 主要参数



### 2. 双向晶闸管

### 3. 可关断晶闸管