

## ZP系列2000A以上管壳额定整流二极管

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了管壳额定整流二极管的极限值、特性值及其检验规则和依据。

本标准适用于 ZP2000、ZP 2500、ZP 3000 型空腔封装整流二极管。

## 2 引用标准

GB 2900.32 电工名词术语 电力半导体器件

GB 4937 半导体分立器件机械和气候试验方法

GB 4938 半导体分立器件接收和可靠性

GB 4024 半导体器件反向阻断三极晶闸管的测试方法

ZB K46 003 电力半导体器件用管壳

## 3 技术要求

## 3.1 外形尺寸

外形尺寸按 ZB K46 003 中的 ZT 型。

## 3.2 极限值 (绝对最大额定值)

## 3.2.1 极限值按表 1 规定

表 1

极 限 值	符 号	单 位	数 值					
			ZP 2000		ZP 2500		ZP 3000	
管壳温度	$T_{c320}$	℃	-40~110					
贮存温度	$T_{s12}$	℃	-40~160					
等效结温	$T_{(vj)}$	℃	150					
反向重复峰值电压	$V_{RRM}$	V	100~3000					
反向不重复峰值电压	$V_{RSM}$	V	$V_{RRM} = 0.9V_{RSM}$					
正向平均电流单相正弦波180° 导通角, 阻性负载	$I_F(AV)$	A	2000		2500		3000	
正向 (不重复) 浪涌电流	$I_{FSM}$	A	$L$	$H$	$L$	$H$	$L$	$H$
			$2.3 \times 10^4$	$3.7 \times 10^4$	$3.5 \times 10^4$	$4.7 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$	$5.6 \times 10^4$
$I^2t$	$I^2t$	$A^2s$	$L$	$H$	$L$	$H$	$L$	$H$
			$3.9 \times 10^6$	$6.8 \times 10^6$	$6.1 \times 10^6$	$1.1 \times 10^7$	$8.8 \times 10^6$	$1.5 \times 10^7$
安装力	$F$	kN	24~36		26~40			

3.2.2 反向重复峰值电压 $V_{RRM}$ 按表 2 分级。

表 2

$V_{RRM}$ V	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
级数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{RRM}$ V	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
级数	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

3.3 电特性

电特性按表 3 规定。

表 3

特性和条件 $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	符号	单位	数值 (最大值)			试验
			ZP2000	ZP2500	ZP3000	分组
正向峰值电压	$V_{TM}$	V	1.7	1.8	1.9	A2b
反向重复峰值电流 结温 = $25^{\circ}\text{C}$ 和 $150^{\circ}\text{C}$	$I_{RRM}$	mA	100	120	150	A2b
结壳热阻	$R_{jc}$	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	0.017	0.014	0.012	C2b

注: ① 在以下各组检验或试验中, 结温  $150^{\circ}\text{C}$  实际为  $150_{-5}^{\circ}\text{C}$

3.4 特性曲线 (不作检验用)

在产品使用说明书中应给出下列特性曲线:

- a. 管壳温度与正向平均电流降额关系曲线;
- b. 正向伏安特性曲线;
- c. 瞬态热阻抗与时间的关系曲线;
- d.  $I^2t$  特性曲线;
- e. 最大正向耗散功率与正向平均电流 (导通角作参变量) 的函数关系曲线。

4 检验规则

4.1 逐批 (A组) 检验

A组检验按表 4 规定, 所有检验都是非破坏性的。

表 4

检 验		符 号	引 用 标 准	条 件 $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最大值)			单 位	AQL (II)
分 组	目				ZP2000	ZP2500	ZP3000		
A1	外部目检	—	—	正常照明和正常视力	标志完整清晰, 表面无损伤, 镀层无脱落			—	1.5
A2a	不工作 器 件	—	—	—	极性颠倒			—	0.65
		$V_{FM}$	—	按 A2b	> 17	> 18	> 19	V	
		$I_{RRM}$	—	按 A2b	$> 1.0 \times 10^4$	$> 1.2 \times 10^4$	$> 1.5 \times 10^4$	mA	
A2b	正向峰值 电压	$V_{FM}$	见附录 B中B1	$I_{FM} = 2I_{F(AV)}$	1.7	1.8	1.9	V	1.0
	反向重复 峰值电流	$I_{RRM}$	见附录 B中B2	结温 = $25^{\circ}\text{C}$ 和 $150^{\circ}\text{C}$	100	120	150	mA	

注：① 检验要求栏中的AQL（Ⅱ）抽样见附录A中A1。

② 当要求时，正向峰值电压也可在结温150℃检验。

如A组第一次提交检验不合格，可按附录A中A2加严一级重新提交检验，但只能重新提交一次。

#### 4.2 周期（B组）检验

B组检验按表5规定。正常生产的定型产品，每年至少应作一批B组检验。

表5

检验		符号	引用标准	条件 $T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检验要求 (最大值)						
分组	项目				ZP2000	ZP2500	ZP3000	单位	n	c	
B1	尺寸	—	ZB K46003	—	最大外形和安装尺寸符合规定				mm	9	1
B5	温度变化 继之 密封	—	GB 4937, 3.1.1	两箱法, $-40^{\circ}\text{C}$ , $160^{\circ}\text{C}$ 循环5次, 每循环高低温各置1h, 转移时间3~4min	—			—	6	1	
		(漏率) $Q$	GB 4937, 3.7.5	加压氟油检漏	0.1			—			
	最后测试: 正向峰值 电压	$V_{FM}$	—	按A2b	1.7	1.8	1.9	V			
	反向重复峰 值电流	$I_{RRM}$	—	按A2b	100	120	150	mA			
B8	电耐久性	—	GB 4938, 2.3.2	高温反偏 结温 = $150^{\circ}\text{C}$ 正弦波 50Hz, 70% $V_{RRM}$ , $168^{+10}_{-10}\text{h}$	—			—	6	0	
	最后测试: 正向峰值 电压	$V_{FM}$	—	按A2b	1.9	2.0	2.1	V			
	反向重复峰 值电流	$I_{RRM}$	—	按A2b	200	240	300	mA			
CRRL	放行批证明 记录	简要给出B5和B8的属性资料, 检验前后的 $V_{FM}$ 和 $I_{RRM}$ 值, 检验结论。									

注：在检验要求栏中的n、c分别为抽样数和合格判定数，以下同。

如B组第一次提交检验不合格，可按附录A中A2追加抽样再进行一次检验，但每一检验分组只能追加一次，且追加的样品应经受该分组的全部检验。

#### 4.3 周期（C组）检验

C组检验按表6规定。正常生产的定型产品，每年至少应作一批C组检验。标有（D）的检验是破坏性的。

表6

检验		符号	引用标准	条件 $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检验要求(最大值)					
分 组	项 目				ZP2000	ZP2500	ZP3000	单 位	n	c
C1	尺寸	—	ZB K46003	—	全部尺寸符合规定			mm	9	1
C2c	正向(不重复)浪涌电流	$I_{FSM}$	见附录B中B3	结温=150℃, 一个周波, 20次	按3.2的L、H的两个级			A	6	1
	最后测试, 正向峰值电压	$V_{FM}$	—	按A2b	1.9	2.0	2.1	V		
	反向重复峰值电流	$I_{RRM}$	—	按A2b	200	240	300	mA		

续表 6

检 验		符 号	引 用 标 准	条 件 $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最 大 值)					
分 组	项 目				ZP2000	ZP2500	ZP3000	单 位	n	c
C2d	结壳热阻	$R_{\text{th}}$	见附录 B 中 B4		0.017	0.014	0.012		11	1
C8	电耐久性	—	GB 4938, 2.3.2	高温反偏 结温 = $150^{\circ}\text{C}$ 正弦波 50Hz, 70% $V_{\text{RRM}} 1000 \pm \frac{30}{10}\text{h}$	—				6	1
	最后测试: 正向峰值电压	$V_{\text{FM}}$	—	按 A2b	1.9	2.0	2.1	V		
	反向重复 峰值电流	$I_{\text{RRM}}$	—	按 A2b	200	240	300	mA		
C9	高温贮存 (D)	—	GB 4937, 3.2	$T_{\text{stg}} = 160 \pm \frac{5}{5}^{\circ}\text{C}$ $1000 \pm \frac{30}{10}\text{h}$	—			—	6	1
	最后测试: 正向峰值电压	$V_{\text{FM}}$	—	按 A2b	1.9	2.0	2.1	V		
	反向重复峰 值电流	$I_{\text{RRM}}$	—	按 A2b	200	240	300	mA		
CRRL	放行批证明 记录	简要给出 C8、C9 的属性资料, 检验前后的 $V_{\text{FM}}$ 和 $I_{\text{RRM}}$ 值, 检验结论。								

如 C 组第一次提交检验不合格, 可按 B 组第一次提交检验不合格处理。

#### 4.4 鉴定批准 (D 组) 试验

D 组试验按表 7 规定。IVD 为各个器件的初始值。


表 7

检 验		符 号	引 用 标 准	条 件 $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最 大 值)					
分 组	项 目				ZP2000	ZP2500	ZP3000	单 位	n	c
D2	热循环负载	—	见附录 B5	循环次数: 压接器件 5000 次 焊接器件 1000 次	—				6	1
	最后测试: 正向峰值电压	$V_{\text{FM}}$	—	按 A2b	1.1IVD			V		
	反向重复峰 值电流	$I_{\text{FRM}}$	—	按 A2b	200	240	300	mA		
D3	恒定加速度		GB 4937, 2.5	两个不同主轴每轴 的 两个方向各 1min	—				6	1
	最后测试: 正向峰值电压	$V_{\text{FM}}$	—	按 A2b	1.7	1.8	1.9	V		
	反向重复峰 值电流	$I_{\text{RRM}}$	—	按 A2b	100	120	150	mA		

## 5 标志和订货资料

### 5.1 器件上的标志

- a. 器件型号和质量类别;
- b. 端子识别

用二极管的图形符号“”表示, 箭头指向阴极端子, 或涂红色点表示阴极端子, 阳极端子涂兰(或黑)色点或不涂颜色。

- c. 制造厂名称、代号或商标;
- d. 检验批识别代码。

### 5.2 器件包装盒(箱)的标志

- a. 除端子标志以外器件上的全部标志;
- b. 防潮、防雨标志;
- c. 本标准编号。

### 5.3 订货资料

订购一种器件至少需要以下资料:

- a. 准确的型号;
- b. 本标准编号;
- c. 质量评定 I 类;
- d. 其它

**附录 A**  
**抽样方案**  
(补充件)

**A1 AQL抽样**  
AQL抽样按表A1

表A1

批量范围 N	样品量 n	AQL			
		0.40	0.65	1.0	1.5
		c r	c r	c r	c r
2—8	2				
9—15	3				
16—25	5				
26—50	8		↓	↓	0 1
51—90	13		0 1	0 1	↑
91—150	20			↑	↑
151—280	32	0 1	↑	↓	1 2
281—500	50	↑	↑	1 2	2 3
501—1200	80		1 2	2 3	3 4
1201—3200	125	1 2	2 3	3 4	5 6
3201—10000	200	2 3	3 4	5 6	7 8
10001—35000	315	3 4	5 6	7 8	10 11
35001—150000	500	5 6	7 8	10 11	14 15

注：① 本表属检验水平（IL）Ⅱ；

② c：合格判定数，r：不合格判定数；

③ 箭头表示应使用指向的第一个抽样方案，若箭头指向对应处的样品量等于或大于批量，则应对批进行百分之百检验。

**A2 追加抽样**  
追加抽样按表A2

表 A2

	样品量 c	合格判定数 n
初次抽样	6	0
	6 9 11	1
追加抽样	9	1
	9 13 16	2
追加数	3 3 4 5	—

**附录 B**  
**极限值和电特性的检验和测试**  
(补充件)

**B1 正向峰值电压 ( $V_{FM}$ )**

本测试使用脉冲法。

**B1.1 原理电路及要求**

原理电路如图B1所示。

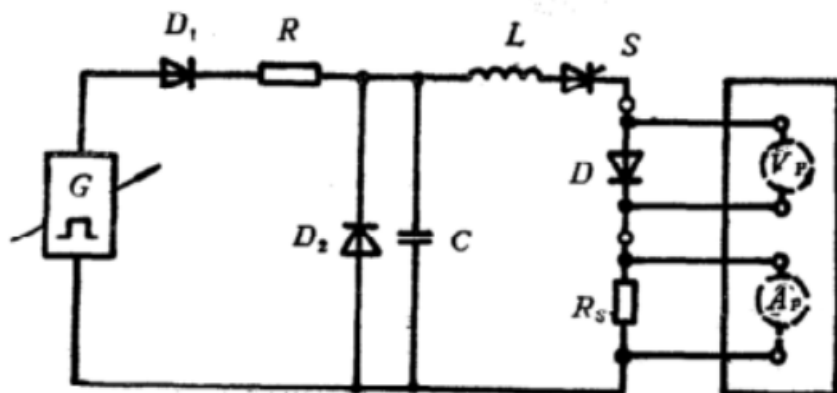


图 B1

$D$ ——被测器件；  $R_S$ ——已校准测量电流的电阻器；  
 $L$ 、 $C$ ——产生正向电流脉冲的电感器和电容器；  
 $S$ ——控制电流脉冲的开关器件，接通时产生脉冲，脉冲电流结束应立即断开；  
 $V_P$ 、 $A_P$ ——峰值电压表、峰值电流表或示波器。峰值电压表应能显示正向电流达到峰值时的电压值。  $G$ ——可调脉冲交流电源。

**B1.2 测试条件**

- 结温：逐批试验为  $25^\circ\text{C}$ ，要求时可为  $25^\circ\text{C}$  和  $T(V_I)$ ；
- 正向峰值电流：额定正向平均电流的  $\pi$  倍 ( $\pi$  可取 3) 或按产品标准规定；
- 电流脉冲宽度：按被测器件在测量期间载流子能充分达到平衡选取；
- 电流脉冲：可以是单次的，也可以是发热可以忽略的低重复频率的；
- 测量点位置：按图B2规定；

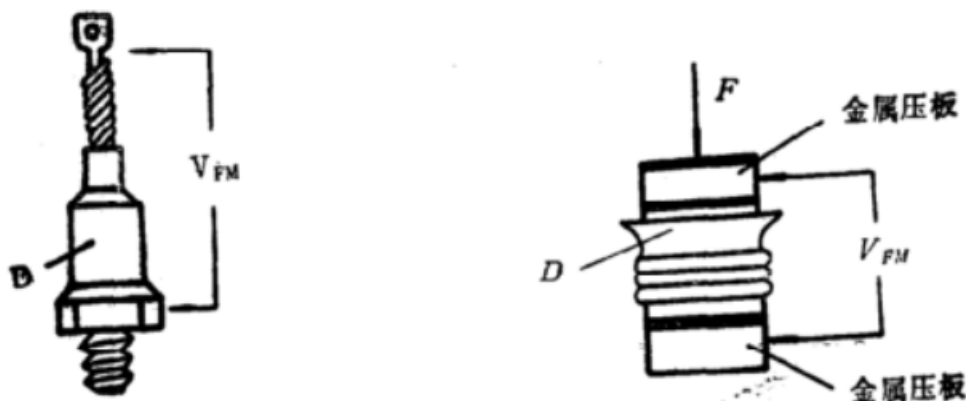


图 B2

f. 被测器件与夹具的紧固压力或力矩：按产品标准规定。

## B2 反向重复峰值电流 ( $I_{RRM}$ )

### B2.1 原理电路及要求

原理电路如图B3所示；

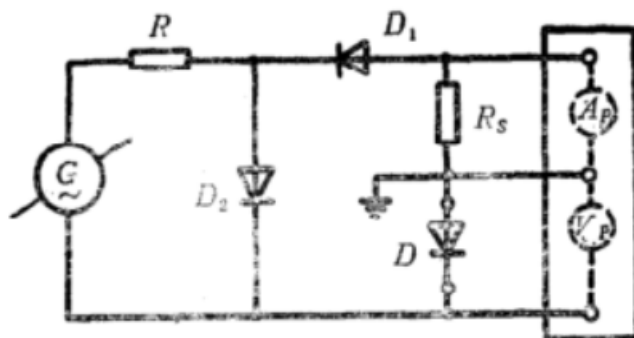


图 B3

$D$ —被测器件； $D_1$ 、 $D_2$ ——提供负半周电压的二极管，使只测量 $D$ 的反向特性； $G$ ——可调交流电压源； $R_S$ ——已校准测量电流的电阻器； $R$ ——限流保护电阻器。当 $D$ 击穿时，限制通过 $D$ 的电流； $A_P$ 、 $V_P$ ——峰值电流表、峰值电压表或示波器。峰值电流表显示反向电压达到峰值时的电流值。

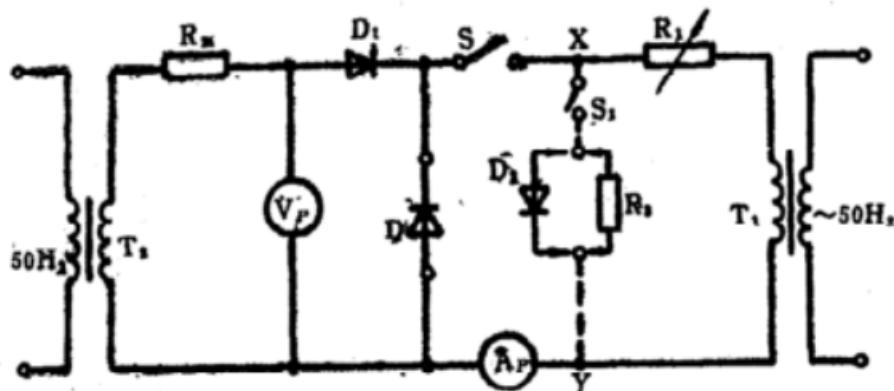
### B2.2 测试条件

- 结温：25℃和 $T(V_I)$ ；
- 反向电压： $V_{RRM}$ ；
- 交流电压频率：50Hz

## B3 正向（不重复）浪涌电流 ( $I_{FSM}$ )

### B3.1 原理电路及要求

原理电路如图B4所示。



图B4

$D$ ——被测器件； $A_P$ 、 $V_P$ ——峰值电流表、峰值电压表或示波器（余辉时间长的）；



$D_1$ ——阻断由变压器 $T_2$ 产生的正向电压的二极管； $R_1$ ——调节浪涌电流的电阻器； $R_2$ ——使电路正常工作的最小保护电阻器； $S$ ——在正向浪涌半周期间，具有 $800^\circ$ 导通角的机械电气或电子开关； $T_1$ ——通过 $S$ 提供正向半周浪涌电流的低压大电流变压器。此电流波形应基本上是持续时间近似 $10\text{ms}$ ，重复频率近似每秒50个脉冲的正弦半波； $T_2$ ——通过整流二极管 $D_2$ 提供反向半周电压的高压小电流变压器。如变压器由单独的电源供电，则 $T_2$ 与 $T_1$ 应在电网的同一相上供电。其电压波形应基本上是正弦半波。

### B3.2 测试条件

- 浪涌前结温： $T_{(vj)}$ ；
- 浪涌电流峰值：按产品标准规定；
- 反半周电压： $80\%V_{RRM}$ ；
- 每次浪涌的周波数：一个周波，导通角在 $160^\circ$ 至 $180^\circ$ 之间；
- 浪涌次数：20次。

## B4 结壳热阻( $R_{jc}$ )

### B4.1 原理

被测二极管通以加热电流产生损耗功率 $P$ 。热平衡时，由测得的等效结温 $T_{(vj)}$ 和管壳温度 $T_c$ 按公式(B1)计算结壳热阻 $R_{jc}$ ：

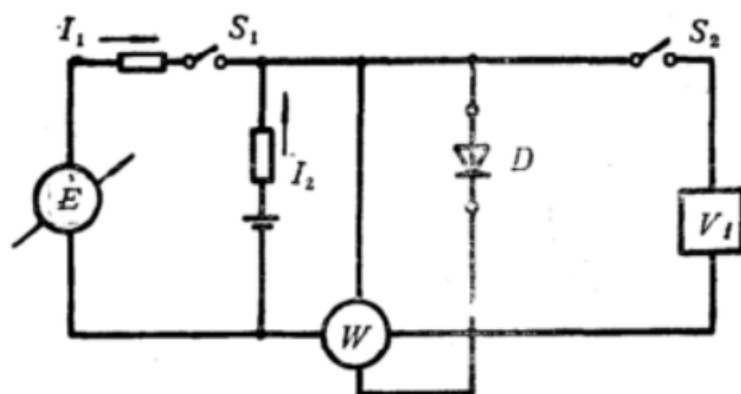
$$R_{jc} = \frac{T_{(vj)} - T_c}{P} \dots\dots\dots (B1)$$

也可用两次法，即对被测器件施加两次不同的加热功率 $P_1$ 和 $P_2$ ，通过调节冷却条件使两次结温相等（用热敏电压监视），并测得对应管壳的温度 $T_{c1}$ 和 $T_{c2}$ ，则可按公式(B2)计算结壳热阻：

$$R_{jc} = \frac{T_{c1} - T_{c2}}{P_2 - P_1} \dots\dots\dots (B2)$$

### B4.2 原理电路及要求

原理电路如图B5所示。



图B5

$D$ ——被测器件； $E$ ——提供加热电流 $I_1$ 的电源，加热电流可以是直流或交流电流； $I_2$ ——在加热电流周期中断后的短时间内，流过被测器件监视其结温的直流热敏电流； $S_1$ ——周期地中断加热电流 $I_1$ 的电子开关； $S_2$ ——加热电流中断时闭合的电子开关； $V_j$ ——热敏电压检测单元； $W$ ——指示电流在被测器件结中产生损耗功率的功率表，也可用电流表和电压表，功率由电流、电压计算确定。

## B4.3 测试条件

a. 加热电流 $I_1$ 的大小：用公式(B1)方法， $I_1$ 产生的功率应使结温接近或达到等效结温，通常为额定电流。用公式(B2)方法，通过对两次加热电流及冷却条件的调节，使两次测得的管壳温度相差尽可能大，以保证测量的精度；

b. 热敏电流  $I_2 = 1\% \sim 10\% I_{F(AV)}$ ；

c. 测量 $I_c$ 的要求按GB 4024的1.6.1和2.1.1；

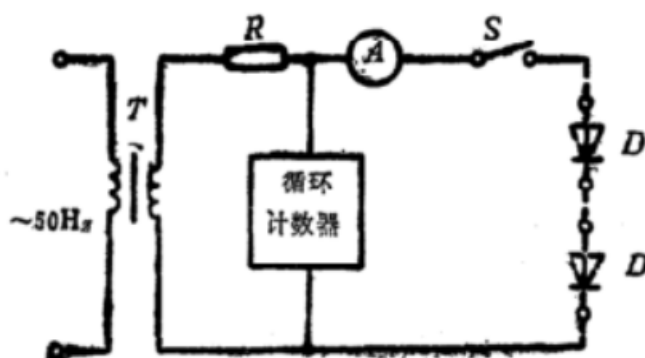
d. 热敏电压应在中断加热电流后 0.5~1ms 期间测量；

e. 被测器件的紧固压力或力矩按产品标准规定。

## B5 热循环负载

## B5.1 原理电路及要求

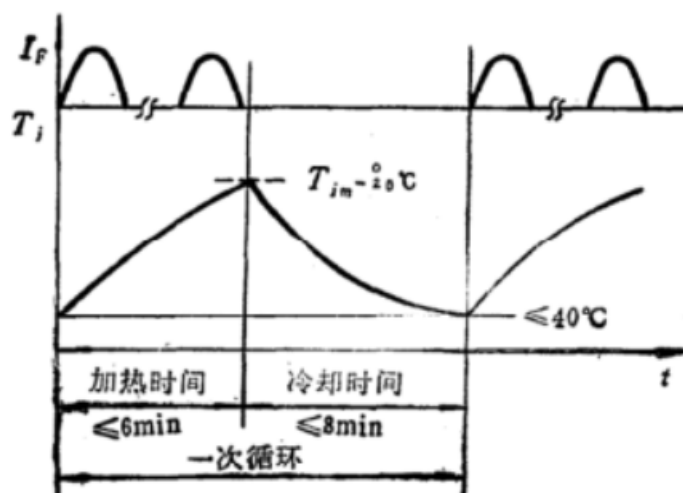
原理电路如图B6所示。



图B6

$D$ ——被测器件；  $T$ ——提供加热电流的低电压大电流变压器；  
 $R$ ——调节加热电流的电阻器；  $S$ ——由时间继电器或温度继电器控制的周期接通和断开的开关。被测二极管的结温可由管壳温度间接监视；  $A$ ——直流电流表。

测试电路的加热电流波形和结温变化波形的关系如图B7所示。



图B7

## B5.2 测试条件

a. 加热电流：波形为工频正弦半波，值为额定正向平均电流（误差为 $-10\% \sim 0$ ）；

- b. 结温范围：加热期间的最高温度为 $T_{(VI)} - \frac{0}{2}^{\circ}\text{C}$ ，如被测器件串联测试，可为 $T_{(VI)} - \frac{0}{3}^{\circ}\text{C}$ 。冷却期间的温度应不大于 $40^{\circ}\text{C}$ 。
  - c. 加热时间不超过 $5\text{min}$ ，冷却时间不超过 $8\text{min}$ 。
  - d. 循环次数：5000次。
- 

**附加说明：**

本标准由机械电子工业部西安电力电子技术研究所提出并归口。

本标准由西安整流器厂负责起草。

本标准主要起草人郑亚莉、和成杰。