

ZQ 系列 5A 至 50A 机动车用整流管

1 主题内容与适用范围

本标准规定了机动车用整流管的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。
本标准适用于正向平均电流 5A 至 50A 管壳额定机动车用整流管（以下简称器件）。

2 引用标准

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

3 技术条件

3.1 外形图及尺寸

外形图及尺寸应符合图 1 与表 1 的规定。

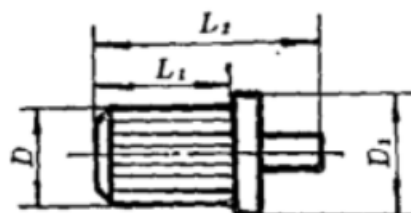


图 1 机动车用整流管外形图

- 整流管管壳直纹滚花采用节距 0.6 mm，纹顶宽 0.2 mm；
- 测量 D 的基准线在 0.5L₁ 处。

表 1

mm

外形 代号	型 号	D	L ₁	L ₂	D ₁
			最 大 值		
I	ZQ5	Ø11 ^{+0.15} _{-0.10}	8	21	Ø13
II	ZQ10 ZQ15 ZQ20	Ø12.7 ^{+0.15} _{-0.10}			Ø19
III	ZQ25	Ø16 ^{+0.15} _{-0.10}	11	32	Ø16
IV	ZQ30 ZQ50	Ø19 ^{+0.15} _{-0.10}	14	35	Ø22

注：表中任一外形允许使用于更大的正向平均电流(I_{F(AV)})。

3.2 极限值(绝对最大额定值)

极限值按表 2 所示。

表 2

序 号	极 限 值	符 号	单 位	数 值(最 大 值)						
				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50
1	管壳温度	T_a	℃	- 40 ~ 100				- 40 ~ 120		
2	贮存温度	T_{stg}	℃	- 40 ~ 160				- 40 ~ 190		
3	等效结温	T_{jn}	℃	150				175		
4	反向重复峰值电压	V_{RRM}	V	270						
5	反向不重复峰值电压	V_{RSM}	V	300						
6	正向平均电流	$I_F(AV)$	A	5	10	15	20	25	30	50
7	正向(不重复)浪涌电流在结温 150_{-1}^{+0} ℃ 或 175_{-1}^{+0} ℃ 反半周电压为 $80\%V_{RRM}$, 每次浪涌一个周波时的正向(不重复)浪涌电流最大值	I_{FSM}	L	60	120	180	240	300	360	600
			H	90	190	280	380	470	560	940
8	安装力矩	M	kN	0.98 ~ 3.9						

3.3 电特性

电特性按表 3 所示。

表 3

序号	特性和条件 $T_a = 25^\circ\text{C}$	符 号	单 位	数 值(最 大 值)						
				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50
1	正向峰值电压对应 π 倍额定最大正向平均电流 $I_F(AV)$ 的峰值电流时的电压最大值	V_{FM}	V	1.4						
2	反向重复峰值电流 25°C 和 150_{-1}^{+0} ℃ 或 175_{-1}^{+0} ℃ 时在额定电压 V_{RRM} 时的反向重复峰值电流的最大值	I_{RRM}	mA	3				5		
3	结壳热阻	R_{θ}	℃/W	7.8	3.9	2.6	1.9	1.7	1.4	0.8

3.4 特性曲线(不作检验用)

在产品说明书中应给出下列特性曲线:

- 正向伏安特性曲线;
- 瞬态热阻与时间关系曲线;
- 浪涌电流与周波数的关系曲线;
- 管壳温度与正向平均电流的降额关系曲线;
- 最大正向耗散功率与正向平均电流及导通角的函数关系。

3.5 逐批检验

所有检验都是非破坏性的,逐批检验按表 4 所示。

表 4

检 验		符 号	引用标准	条 件 $T_c = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最大值)							单 位	AQL (I)
序号	项 目				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50		
1	外部目检和尺寸		本 标 准 图 1 和表 1		标志完整清晰,表面平整光滑,镀层不起泡, 无龟裂,无锈斑,没有严重的机械损伤或划 痕,尺寸符合表 1 规定							mm	1.5
2	不工作				极性颠倒								0.4
		V_{FM}	本 标 准 附 录 C 中的 C1		> 14							V	
		I_{IRM}	本 标 准 附 录 C 中的 C2		> 300			> 500			mA		
3	正向峰值电压	V_{FM}	本 标 准 附 录 C 中的 C1		1.4							V	1.0
	反向重复峰值 电流	I_{IRM}	本 标 准 附 录 C 中的 C2	25°C 和 $150_{-5}^{+5}\text{^{\circ}\text{C}}$ 或 $175_{-5}^{+5}\text{^{\circ}\text{C}}$	3			5			mA		

注: 如逐批检验第一次送交不合格,可按逐批检验加严检验,检验级别严一级。

3.6 周期检验

标有(D)的试验是破坏性的。周期检验按表 5 所示。

表 5

检验或试验		符 号	引用标准	条 件 $T_c = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最大值)							单位	n''	c''	
序号	项 目				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50				
1	尺 寸		本标准 表 1		尺寸符合表 1 规定							mm	18	1	
2	可焊性		GB4937, 2.2	浸锡方法,焊料 $230 \pm 5^{\circ}\text{C}$,浸入 $2 \pm 0.5\text{s}$	湿润良好(当放大 10 倍观察时,浸锡表面应 复盖一层平滑而光亮的焊料层,散布的缺陷 如针孔和未浸润面积的痕迹不大于表面的 5%,这些缺陷并应不集中在一个区域)								18	1	
3	温度变化 随之		GB4937, 3.1	两箱法: -40°C , $160_{-5}^{+5}^{\circ}\text{C}$ 或 $190_{-5}^{+5}^{\circ}\text{C}$ 循环 5 次,每循环高 低温各暴露 1h, 转移时间 3—4min										13	1
	密封		GB 4937, 3.7.5	加压氦油检漏 法或其他等效 检漏法	漏率 0.1							Pa · cm^3/s			

续表 5

检验或试验		符 号	引用标准	条 件 T _c = 25℃ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最大值)								单位	n ¹⁾	e ²⁾
序号	项 目				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50				
3	最后测试, 正向峰值电压	V _{FM}		附录C中的C1	1.4							V	13	1	
	反向重复峰值电流	I _{RRM}		附录C中的C2	3			5				mA			
4	电耐久性		GB 4938	168±16h 150±5℃ 或 175±5℃50Hz 70%V _{RRM}									11	0	
	最后测试, 正向峰值电压	V _{FM}		附录C中的C1	1.5							V			
	反向重复峰值电流	I _{RRM}		附录C中的C2	6			10				mA			
5	正向(不重复)浪涌电流	I _{FSM}	本标准附录C中的C3	150-5℃或 175-5℃ 浪涌次数, 20次	60	120	180	240	300	360	600	A	18	1	
	最后测试, 正向峰值电压:	V _{FM}		附录C中的C1	1.4							V			
	反向重复峰值电流	I _{RRM}		附录C中的C2	3			5				mA			
6	热 阻	R _θ	本标准附录C中的C4	基准点位置: 管壳底部中心点深1mm	7.8	3.9	2.6	1.9	1.7	1.4	0.8	W	13		
7	耐焊接热(D)(仅适用于焊锡端子器件)		GB 4937, 2.2.2	60±5℃ 槽焊									16		
	最后测试, 正向峰值电压	V _{FM}		附录C中的C1	1.4							V			
	反向重复峰值电流	I _{RRM}		附录C中的C2	3			5				mA			

续表 5

检验或试验		符 号	引用标准	条 件 $T_c = 25^{\circ}\text{C}$ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最大值)							单位	$n^{1)}$	$c^{1)}$
序号	项 目				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50			
8	稳态湿热 (D)		GB 4937, 3.5	工作区内的温度和湿度分别应保持为 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 及相对湿度 $90\% \sim 95\%$ 周期数为 4d。	恢复以后在 20 h 内进行有关规定的电测量,并对腐蚀和标记清晰度要进行外观检验。								13	1
	最后测试,正向峰值电压	V_{FM}		附录 C 中的 C1	1.5							V		
	反向重复峰值电流	I_{RRM}		附录 C 中的 C2	6			10				mA		
9	电耐久性		GB 4938	$1000 \pm \frac{10}{100}\text{h}$ $150_{-5}^{+5}^{\circ}\text{C}$ 或 $175_{-5}^{+5}^{\circ}\text{C}$ $50\text{Hz}, 70\%V_{RRM}$									11	1
	最后测试,正向峰值电压	V_{FM}		附录 C 中的 C1	1.5							V		
	反向重复峰值电流	I_{RRM}		附录 C 中的 C2	6			10				mA		
10	高温贮存 (D)		GB 4937, 3.2	$1000 \pm \frac{10}{100}\text{h}$ $160_{-5}^{+5}^{\circ}\text{C}$ 或 $190_{-5}^{+5}^{\circ}\text{C}$									8	1
	最后测试,正向峰值电压	V_{FM}		附录 C 中的 C1	1.5							V		
	反向重复峰值电流	I_{RRM}		附录 C 中的 C2	6			10				mA		

注: ① 周期检验第一次送交不合格,可按附录 B 采用追加抽样的办法再进行一次检验,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试验。

1) n 为样品量, c 为合格判定数。

3.7 鉴定批准试验

鉴定批准试验按表 6 所示, IVD 为各个器件的初始值

表 6

检验或试验		符 号	引用标准	条 件 T _c = 25℃ (另有规定除外)	检 验 要 求 (最大值)							单位	n	c
序号	项 目				ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50			
1	热循环负载试验		本标准附录 C 中的 C5	循环次数: 焊接器件,1000 压接器件,5000 最高温度: 150 ₋₅ ⁰ ℃ 或 175 ₋₅ ⁰ ℃ 最低温度: <+40℃									8	1
	最后测试,正向峰值电压	V _{FM}		附录 C 中的 C1	1.1IVD							V		
	反向重复峰值电流	I _{RRM}		附录 C 中的 C2	3		5				mA			
	振动(D)		GB 4937, 2.3	196m/s ² ,100~2000Hz,三个互相垂直方向,每方向扫描 2h,共 6h。									8	1
	冲击(D)		2.4	980m/s ² ,持续 6ms,半正弦波形三个互相垂直轴的两个方向冲击 3 次共 18 次										
	最后测试,正向峰值电压	V _{FM}		附录 C 中 C1	1.4							V		
	反向重复峰值电流	I _{RRM}		附录 C 中的 C2	3		5				mA			

4 标志

4.1 器件上的标志

- 型号和质量类别;
- 端子识别用二极管的图形, 箭头指向阴极或用红色点表示阴极;
- 制造厂名称、代号或商标;
- 检验批识别代码。

4.2 包装盒(袋)或所附说明书的标志

- 型号及质量类别;

- b. 制造厂名称、代号或商标;
- c. 检验批识别代码;
- d. 本标准的编号;
- e. 防潮、防雨标志。

4.3 订货资料

除另有规定外,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
AQL 抽样表
(补 充 件)

A1 AQL 抽样表见表 A1

表 A1

批量范围 N	样品量 n	AQL									
		0.25		0.4		0.65		1.0		1.5	
		c	r	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		
91-150	20					0	1				
151-280	32			0	1					1	2
281-500	50	0	1					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	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
10001-35000	315	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
35001-150000	500	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15

- 注, ① 本表属一般检查水平 I。
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 100% 的检验。

附 录 B
追加抽样表
(补 充 件)

B1 追加抽样表见表 B1

表 B1

	样 品 量 n			合格判定数 c
初次抽样 n_1	11			0
	8	13	18	1
追加抽样 n_2	16			1
	12	18	25	2
追 加 数 n_2-n_1	4	5	7	

附录 C
极限值和电特性的检验和测试
(补 充 件)

C1 正向峰值电压(V_{FM})

本测试使用脉冲法。

C1.1 原理电路及要求

原理电路如图 C1 所示。

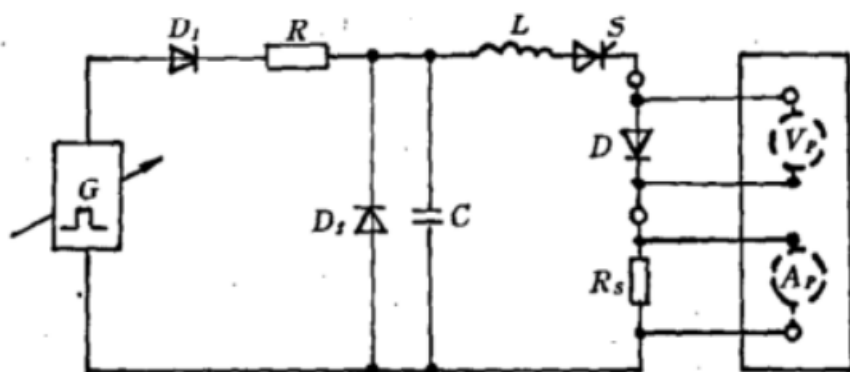


图 C1

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； VP, AP ——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。

C1.2 测试条件

- a. 结温：逐批试验为 25°C ，要求时可为 25°C 和 $T(vj)$ ；
- b. 正向峰值电流：额定正向平均电流的 π 倍(π 可取 3)；
- c. 电流脉冲宽度：按被测器件在测量期间的发热效应可忽略，而在脉宽期间载流子能充分达到平衡选取；
- d. 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；
- e. 测量点位置：按图 C2 规定；
- f. 被测器件与夹具的紧固压力或力矩：按产品标准规定。

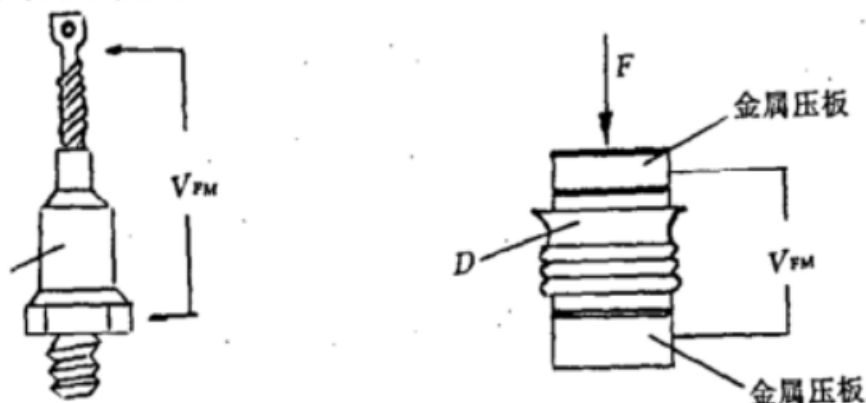


图 C2

C2 反向重复峰值电流 (I_{RRM})

C2.1 原理电路及要求

原理电路如图 C3 所示:

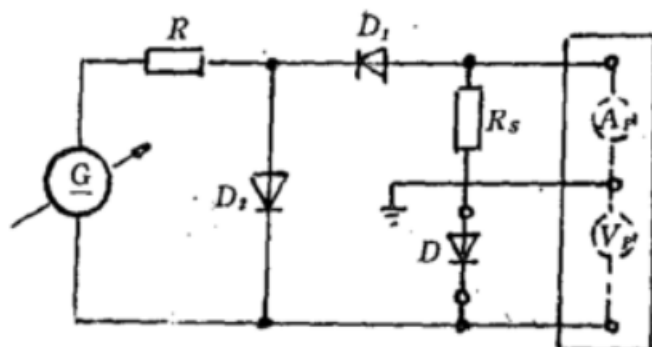


图 C3

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 ——限流保护电阻器,当 D 击穿时,限制通过 D 的电流; R_s ——已校准测量电流的电阻器; 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。

C2.2 测试条件

- 结温: 25°C 和 $T_{(oj)}$;
- 反向电压: V_{RRM} ;
- 交流电压频率: 50 Hz 。

C3 正向(不重复)浪涌电流 (I_{FSM})

C3.1 原理电路及要求

原理电路如图 C4 所示。

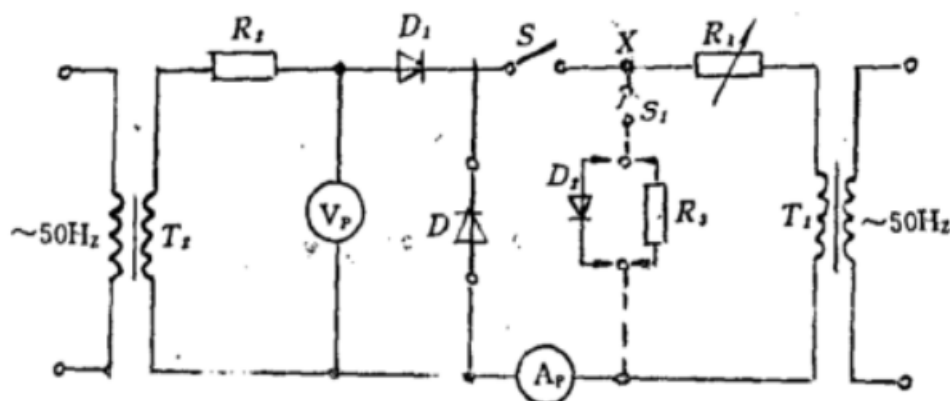


图 C4

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_1 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 ——在正向浪涌半周期期间,具有 180° 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 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_1 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_1 与 T_2 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。

C3.2 测试条件

- 浪涌前结温: $T_{(c)}$;
- 浪涌电流峰值:按产品标准的规定;
- 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° 至 180° 之间;
- 浪涌次数:20次。

C4 结壳热阻(R_{θ})

C4.1 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 $T_{(c)}$ 和管壳温度 T_c ,按公式(C1)计算结壳热阻 R_{θ} ;

$$R_{\theta} = \frac{T_{(c)} - T_c}{P} \quad \text{..... (C1)}$$

也可用两次法,即对被测二极管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(C2)计算结壳热阻:

$$R_{\theta} = \frac{T_{c1} - T_{c2}}{P_2 - P_1} \quad \text{..... (C2)}$$

C4.2 原理电路及要求

原理电路如图 C5 所示。

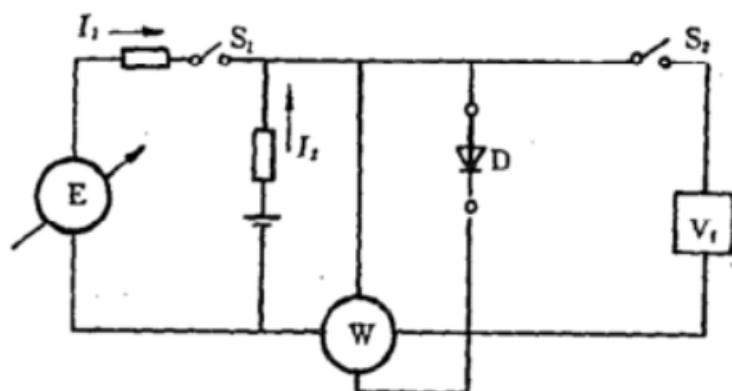


图 C5

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_1 ——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 ——周期电流中断时闭合的电子开关; V_1 ——热敏电压检测单元; W——指示电流在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。

C4.3 测试条件

- 加热电流 I_1 的大小:用公式(1)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(2)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;
- 热敏电流 $I_2 = 1\% \sim 10\% I_{F(AV)}$;
- 测量 T_2 的要求按 GB 4024《半导体器件反向阻断三极晶闸管的测试方法》的 1.6.1 和 2.1.1;
- 热敏电压应在中断加热电流后 $0.5 \sim 1$ ms 期间测量;
- 被测二极管的紧固压力或力矩按产品标准规定。

C5 热循环负载

C5.1 原理电路及要求

原理电路如图 C6 所示。

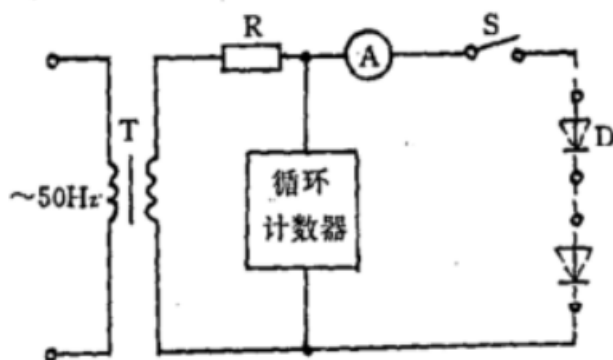


图 C6

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 C7 所示。

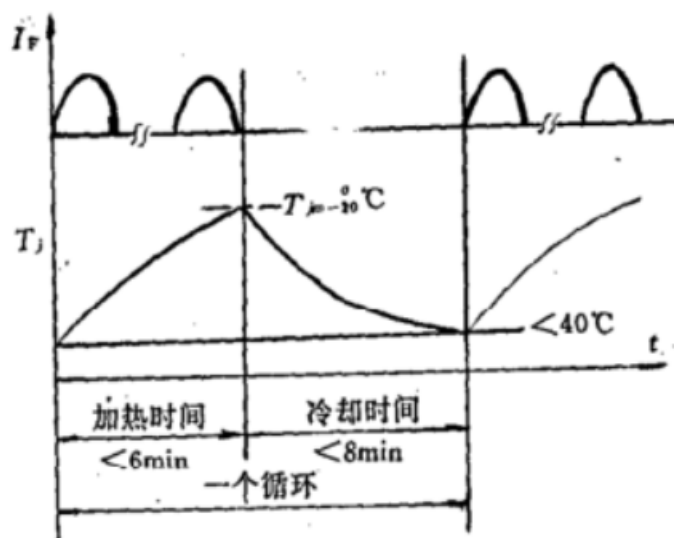


图 C7

C5.2 测试条件

- 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 $-10\% \sim 0$ ）；
- 结温范围：加热期间的最高温度为 $T(vj)_{-10}^{\circ}\text{C}$ ，如被测器件串联测试，可为 $T(vj)_{-10}^{\circ}\text{C}$ ，冷却期间的温度应不大于 40°C 。
- 加热时间不超过 6 min，冷却时间不超过 8 min；
- 循环次数：5000 次。

C6 恢复电荷(Qr)和恢复时间(trr)

C6.1 目的

在规定条件下，用测量整流二极管反向恢复电流和反向恢复时间的方法求出恢复电荷和恢复时间。

C6.2 原理电路及要求

原理电路如图 C8 和 C9 所示：

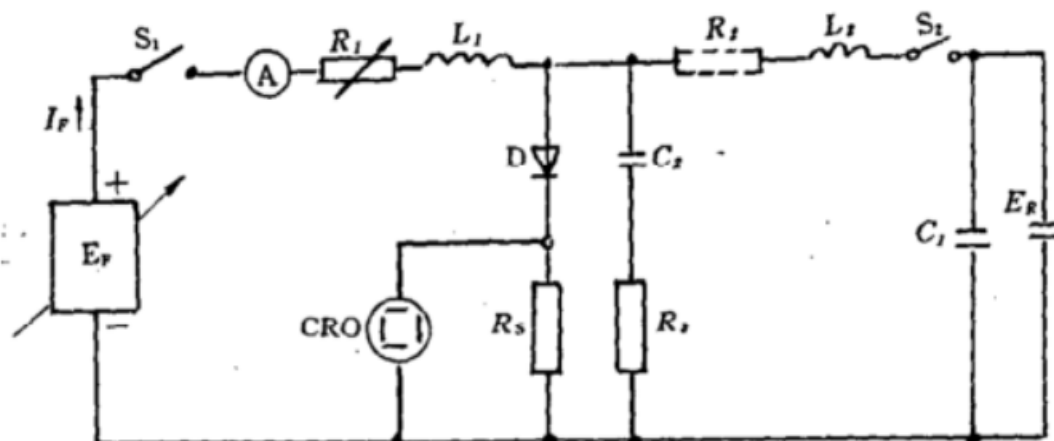


图 C8

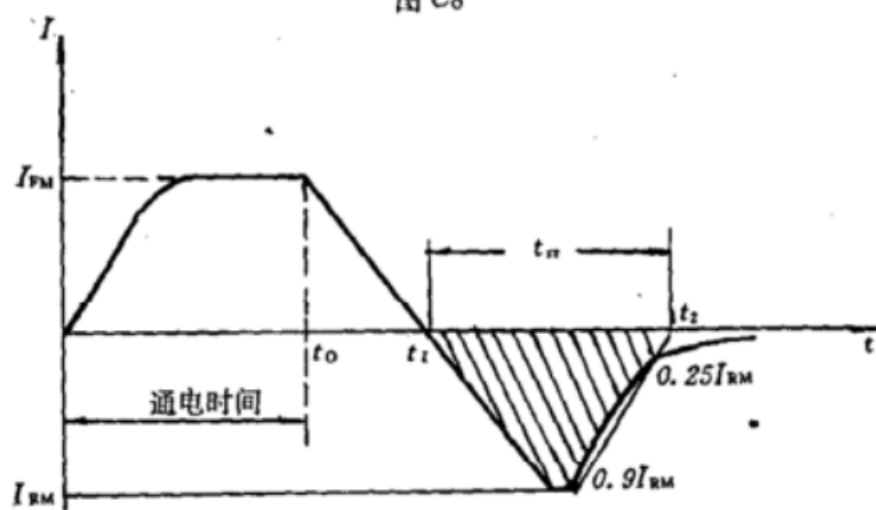


图 C9

A——直流电流表； C_1 ——提供被测器件(D)反向恢复电流的电容器；
 C_2 ——抑制反向感应高电压的电容器； L_1 ——阻断反向电压的电感器；
 L_2 ——调节反向电流上升率电感器； CRO——示波器； R_1 ——限制
 正向电流的电阻器； R_2 ——电感 L_2 的电阻器； R_3 ——抑制反向感应
 高电压的电阻器； R_3 ——校准电流的无感电阻器； S_1, S_2 ——电气
 机械开关或电子开关； E_F, E_R ——分别为正向直流电流电源和反向电压电源。

- 电路必须满足，正向电流的通电时间长短既要使结温升可以忽略，又要充分建立载流子的平衡。
- 反向电压源回路的总电阻应足够小，以基本上保持反向恢复电流 I_r 的三角波形。 C_2 和 R_3 的值也应选取不影响反向恢复电流的波形，选择不当，波形出现急剧的浪涌电压，这可能导致被测器件特性恶化或损坏。

- C_1 应有足够大的容量，以使在反向恢复期间反向电压变化很小。
- 阳极电流下降率规定为 50% I_F 点与电流零点连线的斜率。

C6.3 测试条件

- 结温： $T(vj)$ ；
- 换向前($t = t_0$ 时)的正向电流：额定正向平均电流值；
- 正向电流下降率：应予规定；
- 正向电流通电时间：根据载流子达到平衡，又可忽略发热效应的原则选取；
- 反向电压：50% 反向重复峰值电压。

附 录 D
铝散热板配合孔径
(参 考 件)

D1 铝散热板配合孔径见表 D1

表 D1							mm
机动车用整流管型号	ZQ5	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ30	ZQ50
铝散热板配合孔径 (最大值)mm	Ø10.97	Ø12.65			Ø15.97	Ø18.97	

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。

本标准由上海汽车电机二厂襄樊仪表元件厂共同负责起草。

本标准主要起草人孙素琴, 宓惠萍, 徐彦彬, 时俭新。