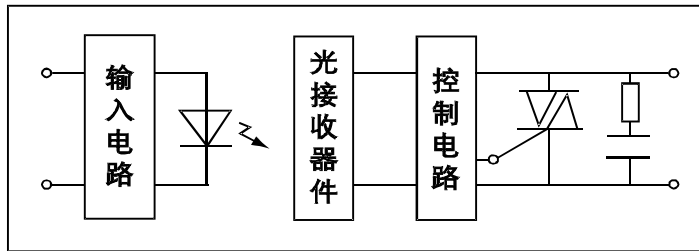


# 一、单相交流固体继电器（SSR）

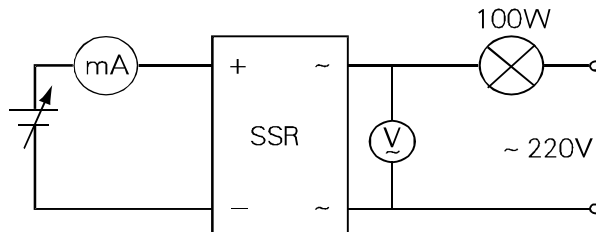
## 1. 概述

固体继电器（亦称固态继电器）英文名称为 Solid State Relay，简称 SSR。它是用半导体器件代替传统电接点作为切换装置的具有继电器特性的无触点开关器件，单相 SSR 为四端有源器件，其中两个输入控制端，两个输出端，输入输出间为光隔离，输入端加上直流或脉冲信号到一定电流值后，输出端就能从断态转变成通态。

一般情况下，万用表不能判别 SSR 的好坏，正确的方法采用图 1-2 的测试电路：当输入电流为零时，电压表测出的电压为电网电压，电灯不亮（灯泡功率须 25W 以上）；当输入电流达到一定值以后，电灯亮，电压表测出的电压为 SSR 导通压降（在 3V 以下）。（请初次使用者务必注意：因 SSR 内部有 RC 回路而带来漏电流，因此不能等同于普通触点式的继电器、接触器，请参考后面的注意事项）。



▲ 图1-1普通型交流SSR内部结构框图



▲ 图1-2交流SSR基本性能测试电路

### 1.1 SSR 优缺点

固体继电器工作可靠，寿命长，无噪声，无火花，无电磁干扰，开关速度快，抗干扰能力强，且体积小，耐冲击，耐振荡，防爆、防潮、防腐蚀、能与 TTL、DTL、HTL 等逻辑电路兼容，以微小的控制信号达到直接驱动大电流负载。主要不足是存在通态压降（需相应散热措施），有断态漏电流，交直流不能通用，触点组数少，另外过电流、过电压及电压上升率、电流上升率等指标差。

### 1.2 SSR 的使用场合

固体继电器目前已广泛应用于计算机外围接口装置，电炉加热恒温系统，数控机械，遥控系统、工业自动化装置；信号灯、闪烁器、照明舞台灯光控制系统；仪器仪表、医疗器械、

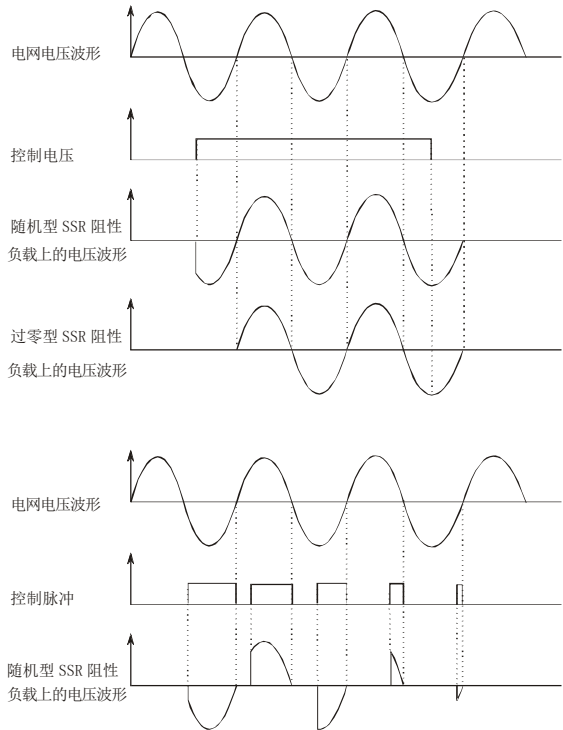
复印机、自动洗衣机；自动消防，保安系统，以及作为电网功率因素补偿的电力电容的切换开关等等，另外在化工、煤矿等需防爆、防潮、防腐蚀场合中都有大量使用。

### 1.3 SSR 的分类

交流固体继电器按开关方式分有电压过零导通型（简称过零型）和随机导通型（简称随机型）；按输出开关元件分有双向可控硅输出型（普通型）和单向可控硅反并联型（增强型）；按安装方式分有印刷线路板上用的针插式（自然冷却，不必带散热器）和固定在金属底板上的装置式（靠散热器冷却）；另外输入端又有宽范围输入（DC3—32V）的恒流源型和串电阻限流型等。

### 1.4 过零型与随机型 SSR 的区别

当输入端施加有效的控制信号时，随机型 SSR 输出端立即导通（速度为微秒级），而过零型 SSR 则要等到负载电压过零区域(约 $\pm 15V$ )时才开启导通。当输入端撤消控制信号后，过零型和随机型 SSR 均在小于维持电流时关断。虽然过零型 SSR 有可能造成最大半个周期的延时，但却减少了对负载的冲击和产生的射频干扰，成为理想的开关器件，在“单刀单掷”的开关场合中应用最为广泛。随机型 SSR 的特点是反应速度快，它可以控制移相触发脉冲达到方便地改变交流电网电压，从而应用于精确地调温、调光等阻性负载及部分感性负载场合。



### 1.5 双向可控硅输出的普通型与单向可控硅反并联输出的增强型的区别

在感性负载的场合，当 SSR 由通态关断时，由于电流、电压的相位不一致，将产生一个很大的电压上升率  $dv/dt$ （换向  $dv/dt$ ）加在双向可控硅两端，如此值超过双向可控硅的换向  $dv/dt$  指标(典型值为  $10V/\mu s$ )则将导致延时关断，甚至失败。而单向可控硅为单极性工作状态，只受静态电压上升率  $dv/dt$ (典型值为  $100V/\mu s$ )影响，由两只单向可控硅反并联构成的增强型 SSR 比由一只双向可控硅构成的普通型 SSR 的换向  $dv/dt$  有了很大提高，因此在感性或容性负载场合宜选取增强型 SSR。

## 2. 本公司生产的单相交流固体继电器型号及意义

型号	特点	意义
SSR-- *** D ***	普通过零型	有 H 为增强型，无 H 为普通型 有 P 为随机型，无 P 为过零型 D 前的数字表示交流电压等级 D 后的数字表示电流等级（有效值）
SSR-- H*** D ***	增强过零型	
SSR-- *** D *** P	普通随机型	
SSR-- H*** D *** P	增强随机型	

过零型输入均为恒流型：DC3-32V（触发电流大于等于 5mA）（立式 3A 除外，为 IN3-12V）

随机型输入均为串电阻型：DC4-8（触发电流大于等于 10mA）

单相交流固体继电器型号表（注：表中型号前 SSR—简略不写）

型号		电压	220VAC		380VAC		480VAC	
		电流	过零型	随机型	过零型	随机型	过零型	随机型
普通型	针路 插板 式上 线用	2A	220D02	220D02P	380D02	380D02P	2-6A 无	
		3A	220D03	220D03P	380D03	380D03P		
		立式 3A	220D3L	220D3LP	380D3L	380D3LP		
		4A	220D04	220D04P	380D04	380D04P		
		5A	220D05	220D05P	380D05	380D05P		
		6A	220D06	220D06P	380D06	380D06P		
	长安 方装 形式	10A	220D10	220D10P	380D10	380D10P	480D10	480D10P
		25A	220D25	220D25P	380D25	380D25P	480D25	480D25P
40A		220D40	220D40P	380D40	380D40P	480D40	480D40P	
增强型	长方 形安 装式	15A	H220D15	H220D15P	H380D15	H380D15P	H480D15	H480D15P
		30A	H220D30	H220D30P	H380D30	H380D30P	H480D30	H480D30P
		45A	H220D45	H220D45P	H380D45	H380D45P	H480D45	H480D45P
		60A	H220D60	H220D60P	H380D60	H380D60P	H480D60	H480D60P
		75A	H220D75	H220D75P	H380D75	H380D75P	H480D75	H480D75P
		100A	H220D100	H220D100P	H380D100	H380D100P	H480D100	H480D100P
		120A	H220D120	H220D120P	H380D120	H380D120P	H480D120	H480D120P
		150A	H220D150	H220D150P	H380D150	H380D150P	H480D150	H480D150P
	长条 型安 装式	85A	H220D85	H220D85P	H380D85	H380D85P	H480D85	H480D85P
		125A	H220D125	H220D125P	H380D125	H380D125P	H480D125	H480D125P
		155A	H220D155	H220D155P	H380D155	H380D155P	H480D155	H480D155P
		190A	H220D190	H220D190P	H380D190	H380D190P	H480D190	H480D190P
		240A	H220D240	H220D240P	H380D240	H380D240P	H480D240	H480D240P
		290A	H220D290	H220D290P	H380D290	H380D290P	H480D290	H480D290P

	350A	H220D350	H220D350P	H380D350	H380D350P	H480D350	H480D350P
	400A	H220D400	H220D400P	H380D400	H380D400P	H480D400	H480D400P
	500A	H220D500	H220D500P	H380D500	H380D500P	H480D500	H480D500P

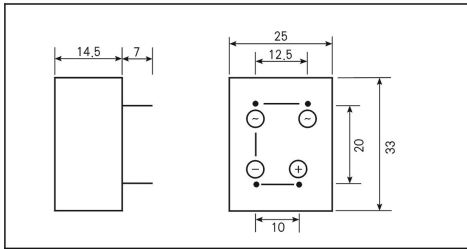
注 1: 有些负载如中间继电器（接触器）的线圈、微功率电动机、电磁吸铁等要求固体继电器的漏电流小，我公司可定制这类漏电流小于 1mA 的固体继电器，其型号在相应 SSR 型号后加 ‘e’ 如 220D10e。

注 2: 本公司生产的交流 SSR 内部均有 RC 吸收回路，如用在功率扩展上，要求内部无 RC 回路，这时在相应型号后加 E，表示功率扩展时需定制，规格有 380V 的 2A 和 6A 系列，其型号为：380D02E、380D02PE、380D06E、380D06PE（这四种规格控制信号均为 IN3-12V）。

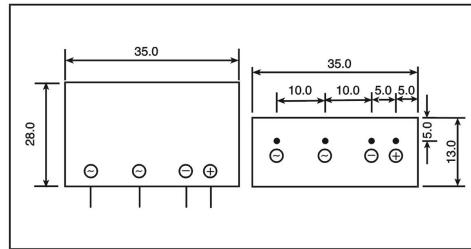
### 3. 不同电流等级的固体继电器的外形及使用场合

#### 3.1 外形尺寸图

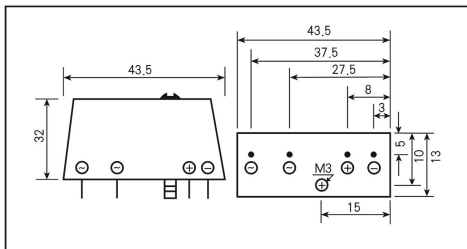
A: 2A, 3ASSR



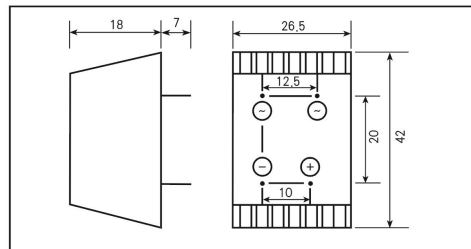
B: 立式3ASSR



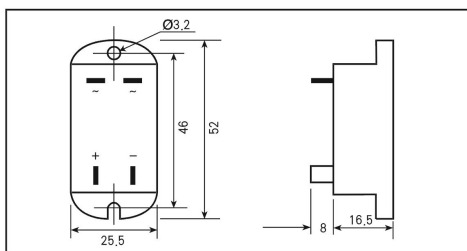
C: 4ASSR



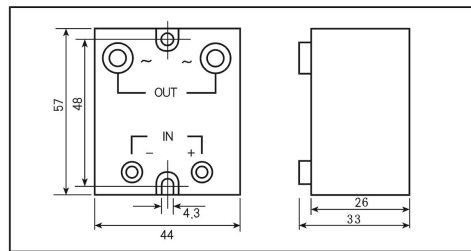
D: 5ASSR



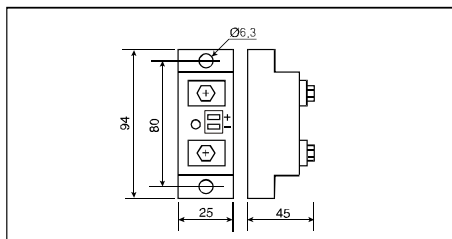
E: 6ASSR



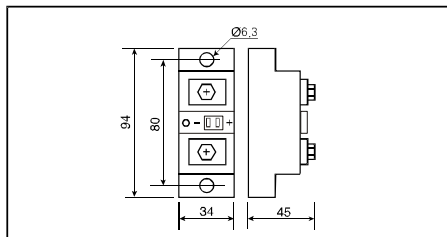
F: 10A-150A长方型SSR



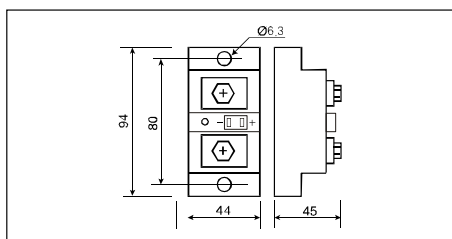
G: 85A、125A、155A长条型SSR



H: 190A, 240A, 290A, 350A长条型SSR



I: 400A, 500A长条型SSR



### 3.2 使用场合的区别及散热器的选择建议

**3.2.1** 2A、立式3A、4A为塑料外壳，3A为金属外壳，5A为铸铝锌合金外壳，均为插针焊接，印刷板上使用，自然冷却。

**3.2.2** 6A为铸铝锌合金外壳，插片连接式电极，小体积安装式，固定在金属板上使用。

**3.2.3** 10A-150A长方形固体继电器为铜（或铝）底板，塑料外壳，螺钉压紧式电极，固定在散热器上使用。固定单只长方形 SSR 散热器可选择 E-18、E-30、F-30、F-40、F-50、F-60、F-80 等；如三只长方形 SSR（作为一组三相“开关”）组合装在一块散热器上，则可选择 E-70、F-120、G-220。

**3.2.4** 85A、125A、155A、190A、240A、290A、350A、400A、500A长条形固体继电器为铜底，工程塑料外壳，大电流片状电极，固定在散热器上使用，固定单只长条形 SSR 的散热器可选择 F-80 及 A 系列散热器等；三相负载功率较大时一般多采用三只长条形固体继电器作为一组三相“开关”（比一只三相固体继电器优越），三只长条形 SSR 装在一带风扇冷却的 A 系列散热器上作为一个三相功率组件（散热器上装一只 75 度温度开关）。

### 4. 220V, 380V 和 480V 电压等级的固体继电器的性能指标区别

电压等级	断态峰值截止电压	可使用电网电压范围
220V	大于等于 600Vp	24VAC-250VAC
380V	大于等于 900Vp	24VAC-430VAC
480V	大于 45A 的 SSR	24VAC-500VAC
	小于等于 45A 的 SSR	

注：A：480V 等级的固体继电器还具有更高的静态 dv/dt 指标。

- B: 以上所有等级的 SSR 原则上均使用在 220VAC、380VAC 等级及以下的电网上; 使用在小于 100VAC 电网的固体继电器最好向我公司订购。
- C: 请参见下面的“固体继电器电压等级的选取及过压保护”。

## 5. 过零型 SSR 基本恒流源输入特性与随机型 SSR 串电阻限流输入特性的性能指标区别

固体继电器均为电流驱动型。本公司生产的单相过零型固体继电器为基本恒流源输入特性, 输入电压范围为 3-32Vdc (立式 3A 除外为 IN3-12V, 5-40mA), 并且均为 5mA 级的驱动电流, 在输入大于等于 5mA 电流时, 均可靠触发 SSR 使输出端导通。过零型 SSR 的恒流源特性: 在 32 伏以内时, 已使电流自动限制在 25mA 之内, 用户可直接驱动而不必再串入限流电阻。

我公司生产的单相随机型 SSR 为串电阻限流型, 驱动电流为 10mA 级, 当用户驱动电压超过 5Vdc 时, 建议串一电阻使输入电流限在 12-20mA 内为最佳。

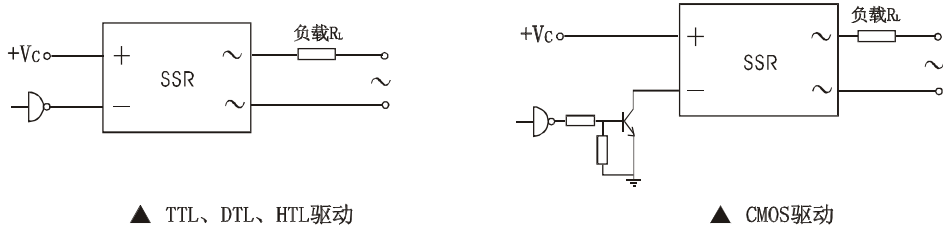
## 6. SSR 的电气特性 (一般性参数)

浪涌电流 (电网一周)	700%
普通型 SSR 静态电压上升率 $dVs/dt$	100V/ $\mu$ s
普通型 SSR 换向电压上升率 $dVc/dt$	10V/ $\mu$ s
增强型 SSR 静态电压上升率 $dVs/dt$	100V/ $\mu$ s
增强型 SSR 换向电压上升率 $dVc/dt$	100V/ $\mu$ s
2A、3A、4A、5A、6ASSR 漏电流	小于 2mA
大于等于 10A 的 SSR 漏电流	小于 12mA
过零型 SSR 过零区域	$\pm 15V$
输出通态压降	<3V
绝缘电阻 (输入、输出及外壳间)	$\geq 1000M\Omega$
绝缘电压 (输入、输出及外壳间)	$\geq 1500VAC$
使用温度范围	-30°C—+75°C
过零型 SSR 开启最大延时	10 ms
SSR 关断最大延时	10 ms
电网频率	50HZ (60HZ)

## 7. 使用注意事项

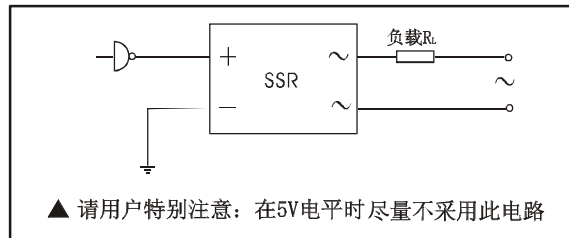
### 7.1 SSR 为电流驱动型

在逻辑电路驱动时应尽可能采用低电平输出进行驱动，以保证有足够的带负载能力和尽可能低的零电平。下图（前两图）为正确的灌电流驱动的电路图：



▲ TTL、DTL、HTL驱动

▲ CMOS驱动



▲ 请用户特别注意：在5V电平时尽量不采用此电路

### 7.2 SSR 输入端的串并联

多个 SSR 的输入端可以串、并联，但应满足每个 SSR 高电平时，过零型触发电流大于 5mA，随机型大于 10mA,低电平电压小于 1V。也即并联驱动电流应大于多个 SSR 的输入电流之和;串联时驱动电压应大于多个开启电压（以 4V 计算）之和。

### 7.3 RC 吸收回路和断态漏电流以及测试 SSR 时应注意的事项

RC 吸收回路的作用为吸收浪涌电压和提高静态  $dV/dt$  指标,但 SSR 内部的 RC 回路带来断态漏电流,一般来说 2A-6A 的 SSR 漏电流对 10W 以上功率的负载（如电机）基本无影响,10A 以上的 SSR 漏电流对 50W 以上功率的负载基本无影响。另外在实际应用大感性负载场合,还可以在 SSR 两输出端再并联 RC 吸收回路以保护 SSR。

有些用户如负载功率小(如中间继电器、接触器的线圈、电磁吸铁微功率电动机等负载)我们可以定制漏电流小于 1mA 的固体继电器（相应 SSR 型号后加 e）。

用于功率扩展场合的固体继电器（型号后加 E），在其内部应无 RC 回路，这是由于 RC 回路的充放电会产生误动作。

万用表电阻档测量出固体继电器交流两端电阻接近为零时，说明此固体继电器内部的可控硅已损坏。除此以外，判断固体继电器的好坏必须采用带负载的电路（见说明书第一页）。

### 7.4 固体继电器电压等级的选取及过压保护

当加在固体继电器交流两端的电压峰值超过 SSR 所能承受的最高电压峰值时，固体继电器内的元件便会被电压击穿而造成 SSR 损坏，选取合适的电压等级和并联压敏电阻可以较好地保护 SSR。

- a、交流负载为 220V 的阻性负载时可选取 220V 电压等级的 SSR。

b、交流负载为 220V 的感性负载或交流负载为 380V 的阻性负载时可选取 380V 电压等级的 SSR。

c、交流负载为 380V 的感性负载时可选取 480V 电压等级的 SSR（480V 等级的 SSR 还具有更高的静态 dv/dt 指标）；其他要求特殊、可靠性要求高的场合如电力补偿电容器切换、电动机正反转等均须选取 480V 电压等级的 SSR。

d、交流负载的电压小于 100VAC 以下场合时，选择固体继电器最好向我公司咨询定制。

**SSR 过压的保护：**除 SSR 内部本身有 RC 吸收回路保护外，还可以采取并联金属氧化物压敏电阻（MOV），MOV 面积大小决定吸收功率，MOV 的厚度决定保护电压值。一般 220V 系列 SSR 可选取 500V-600V 的压敏电阻，380V 系列 SSR 可选取 800V-900V 的压敏电阻，480V 系列 SSR 可选取 1000V-1100V 的压敏电阻。（注：我公司的 SSR 规定不能使用在大于 500VAC 的电网上）。

请用户特别注意：压敏电阻电压值选取太小，容易造成经常烧毁压敏电阻而短路（但 SSR 不损坏）；电压值选取太大，又起不到保护 SSR 的目的，故应用本公司 SSR，如采用压敏电阻，请尽量选定在上述范围内。

## 7.5 固体继电器电流等级的选取及过流保护

固体继电器型号中的电流值为内部可控硅所能承受的最大电流有效值。

过流（最严重的情况为负载短路）是造成 SSR 内部输出可控硅永久性损坏的最主要原因。快速熔断器和空气开关是过流保护方法之一，小容量 SSR 也可选用保险丝；许多负载在接通瞬间会产生很大的浪涌电流，由于散热不及，浪涌电流与过流一样也是造成 SSR 内部输出可控硅损坏的最主要原因之一。因此选取固体继电器时，保证一定的电流余量是极其重要的。

a、阻性负载时，选取 SSR 的电流等级宜大于等于 2 倍的负载额定电流。

b、负载为交流电动机时，选取 SSR 的电流等级须大于等于 6-7 倍的电动机额定电流。

c、交流电磁铁、中间继电器线保、电感线圈等负载时，选取 SSR 的电流等级宜大于等于 4 倍的负载额定电流，变压器时要求大于等于 5 倍变压器初级额定电流，特种感性、容性负载则应根据实际经验还须放大 SSR 的电流余量。

d、电力补偿电容器类负载时，选取 SSR 的电流等级须大于 5 倍的负载额定电流。

（注：由于 SSR 内部的可控硅在负载短路时的过流烧毁速度与快速熔断器的熔断速度在同一数量级内，故快速熔断器并不能百分之百地保护 SSR。选取快速熔断器的电流等级的原则为略大于最大负载电流，而固体继电器的电流等级则尽可能大，这样快熔就能比较可靠地保护 SSR。电动机、电力补偿电容器类负载因有很大的开启冲击电流，故宜选取空气开关作保护。空气开关的保护速度低于快熔，因此在负载短路时也不能百分之百地保护 SSR。）

## 7.6 SSR 的发热与散热：

单相 SSR 在导通时的最大发热量按实际工作电流  $\times 1.5W/A$  来计算，在散热设计时，应考虑到环境温度，通风条件（自然冷却、风扇冷却）及 SSR 安装密度等因素。具体见“附三：器件的发热及散热器的选择”。



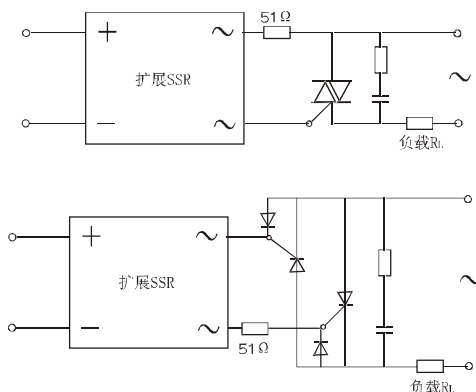
固体继电器与散热器安装面间须涂一薄层导热硅脂。

### 7.7 电网频率:

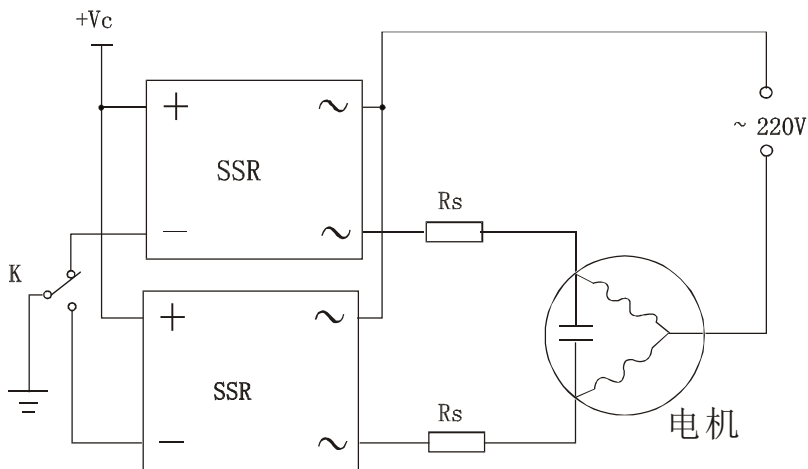
SSR 应用于 50Hz 或 60Hz 的工频电网上, 不宜于低频或高次谐波分量大的场合, 如变频器输出端有多组负载需要分别切换, 采用 SSR 作为开关则由于高次谐波使其不能可靠关断, 并且高次谐波还可能使 SSR 内部的 RC 吸收回路因过热而炸裂。另外在实际应用中, SSR 还应离变频器有足够的空间距离。

### 7.8 固体继电器两交流端无极性。

7.9 SSR 功率扩展: (功率扩展后仍具有过零特性或随机特性, 功率扩展 SSR 的型号为: 380D02E、380D02PE、380D06E 及 380D06PE)



### 7.10 单相交流电机正反转控制



正反转换须有 20ms 以上间隙

**限流电阻  $R_s=30/I_{SSR}$**

$I_{SSR}$  为所选 SSR 的电流等级

## 二、三相交流固体继电器（SSR）

三相交流固体继电器（以下简称三相 SSR）是集三只单相交流固体继电器为一体，并以单一输入端对三相负载进行直接开关切换，可方便地控制三相交流电机、加热器等三相负载。三相普通型 SSR 是以三只双向可控硅作为 A、B、C 三相的输出开关触点，电流等级有 10A、25A、40A，电压等级有 380V、480V 两个系列；三相增强型 SSR 是以三组反并联单向可控硅作为 A、B、C 三相的输出开关触点，电流等级有 15A、35A、55A、75A、120A、150A，电压等级分 380V，480V 二大系列。380V 系列的三相固体继电器的输入电压为 4-32V，驱动电流为 6-30mA，而 480V 系列的输入电压分为 4-8V 和 8-32V 两类，驱动电流为 16-30mA。

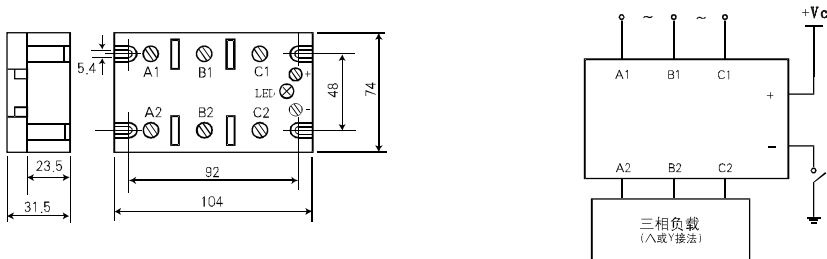
普通型 (380V 系列, IN4-32V)	普通型 (480V 系列)		增强型 (380V 系列, IN4-32V)	增强型 (480V 系列)	
	IN4-8V	IN8-32V		IN4-8V	IN8-32V
SSR-3-380D10	SSR-3-480D10G	SSR-3-480D10H	SSR-3H380D15	SSR-3H480D15G	SSR-3H480D15H
SSR-3-380D25	SSR-3-480D25G	SSR-3-480D25H	SSR-3H380D35	SSR-3H480D35G	SSR-3H480D35H
SSR-3-380D40	SSR-3-480D40G	SSR-3-480D40H	SSR-3H380D55	SSR-3H480D55G	SSR-3H480D55H
-----	-----	-----	SSR-3H380D75	SSR-3H480D75G	SSR-3H480D75H
-----	-----	-----	SSR-3H380D120	SSR-3H480D120G	SSR-3H480D120H
-----	-----	-----	SSR-3H380D150	SSR-3H480D150G	SSR-3H480D150H

三相交流固体继电器的相与相间，输入输出间，以及与基板之间绝缘电压大于 2000VAC，基本指标参见相应的单相固体继电器。

三相 SSR 由于集三相于一体，在使用中应特别注意散热问题，三相 SSR 的发热量为三相实际负载电流之和，（每安培电流发热量约为 1.5W），散热器可选用 E-40、F-70、F-100 及 G、A 系列。

建议：三相电网(380V)上负载为阻性时可以选取 380V 系列的三相固体继电器。除此之外，如电动机等感性负载(特别为正反转需切换的场合)和电力补偿电容器等负载时，原则上选取 480V 系列的三相固体继电器。（注：电动机正反转切换还须有 0.3 秒以上的时间间隔）

**注：**三相 SSR 的电流电压等级的选取及保护等有关使用注意事项请参考单相交流固体继电器。如要求电流更大，可用三只长条状单相固体继电器代替（三只长条状 SSR 可安装在一只带风扇的 A 系列散热器上），三个输入端可串、并联（见单相 SSR 的输入端的串并联）。



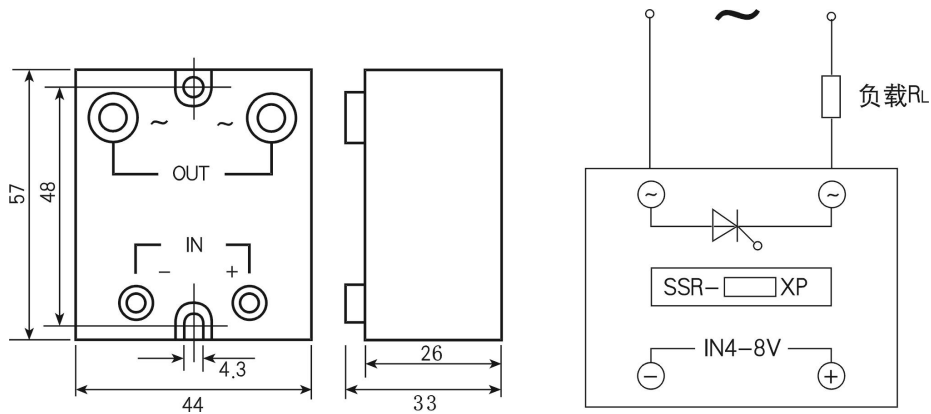
### 三、半波随机型固体继电器 (SSR)

在水泥、味精、饲料等混合配料的场合需用电振机来控制，而电振机振动强弱是通过单相交流电压正半周移相调压来达到的。半波随机型 SSR 内部采用一只单向可控硅作为输出触点，和随机型 SSR 移相触发器模块（见第四部分介绍）配合使用正好能方便地实现以上目的。（应用电路见随机型 SSR 移相触发器部分）。

半波随机型固体继电器的性能指标同单相随机长方形固体继电器，散热器可选择 E-18、E-30、F-30、F-40 及 F-50 等。

有关电流电压等级的选取及保护等有关使用注意事项请参考单相交流固体继电器。

（建议优先采用第六部分：全隔离单相交流调压模块中的半波型）



注：内部单相可控硅的阳极接左上端，阴极接右上端。

半波随机型 SSR 规格型号表：

	220V	380V
10A	SSR—220D10XP	SSR—380D10XP
25A	SSR—220D25XP	SSR—380D25XP
50A	SSR—220D50XP	SSR—380D50XP