

# SSR散热问题

使用SSR时，应考虑的重要问题之一是必须采用有效的方法疏散SSR外壳中的热量而不能过度地任它承受。最常见的方法是使用散热片。SSR具有较高的“接触”耗散，超过1 W/A。

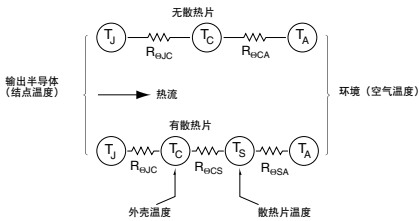


图18: 简化的热模型

对于5A以下的负载，通过围绕SSR自由流动的空气或强制气流围绕SSR流动进行冷却通常就足够了。电流更大时，需要确保散热面与散热片良好接触。这需要将SSR底座安装到良好的热导体上，通常为铝。用导热硅脂或散热膏便可实现SSR和散热片之间的良好热传输。使用该方法时，SSR外壳到散热片的热阻( $R_{\Theta CS}$ )被降到 $0.1^{\circ}\text{C/W}$  (摄氏度/瓦) 或更小，小到可以忽略不计。该值通常被假定并包含在热数据中。图18中的简化热模型显示了热设计中要考虑的基本要素。由用户确定的值包括前面所述的外壳到散热片的界面热阻( $R_{\Theta CS}$ )，以及散热片到环境的界面热阻( $R_{\Theta SA}$ )。

## 热计算

图18显示了输出半导体结点与周围环境之间的热关系。 $T_J - T_A$ 是结点到环境的温度梯度或温度下降值，它是热阻的总和乘以结点功率耗散 ( $P$ 瓦)。因此

$$T_J - T_A = P(R_{\Theta JC} + R_{\Theta CS} + R_{\Theta SA})$$

其中

$$T_J = \text{结点温度}^{\circ}\text{C}$$

$$T_A = \text{环境温度}^{\circ}\text{C}$$

$$P = \text{功率耗散} \\ (I_{\text{LOAD}} \times E_{\text{DROP}}), \text{ W}$$

$$R_{\Theta JC} = \text{结点到外壳的热阻,} \\ ^{\circ}\text{C/W}$$

$$R_{\Theta CS} = \text{外壳到散热片的热阻,} \\ ^{\circ}\text{C/W}$$

$$R_{\Theta SA} = \text{散热片到环境的热阻,} \\ ^{\circ}\text{C/W}$$

使用此公式时，必须已知最高结点温度，典型值为 $125^{\circ}\text{C}$ ，以及实际功率耗散，比如说10A的SSR为12W，假定输出半导体两端有1.2V的有效（并非实际）压降。通过乘以有效压降( $E_{\text{DROP}}$ )确定功率耗散 ( $P$ 瓦)。

假设从结点到外壳的热阻( $R_{\Theta JC}$ )为 $1.3^{\circ}\text{C/W}$ ，将上面的典型值代入公式，可以找出未知参数的解法，如最大负载电流、最高工作温度，以及合适的散热片热阻。当已知这些参数中的两个时，可以解出第三个，如下面的示例中所示：

- (a) 对于 $1^{\circ}\text{C/W}$ 散热片，10A负载 (12W) 和 $100^{\circ}\text{C}$ 最大允许 $T_J$ ，确定最高允许环境温度：

$$\begin{aligned} T_J - T_A &= P(R_{\Theta JC} + R_{\Theta CS} + R_{\Theta SA}) \\ &= 12(1.3 + 0.1 + 1.0) \\ &= 28.8 \end{aligned}$$

因此

$$\begin{aligned} T_A &= T_J - 28.8 \\ &= 100 - 28.8 \\ &= 71.2^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

- (b) 对于 $71.2^{\circ}\text{C}$ 最高环境温度和10A负载 (12W)，确定所需的散热片热阻：

$$\begin{aligned} R_{\Theta SA} &= \frac{T_J - T_A}{P} - (R_{\Theta JC} + R_{\Theta CS}) \\ &= \frac{100 - 71.2}{12} - (1.3 + 0.1) \\ &= 1^{\circ}\text{C/W} \end{aligned}$$

- (c). 对于 $1^{\circ}\text{C/W}$ 散热片和 $71.2^{\circ}\text{C}$ 环境温度，确定最大负载电流：

$$\begin{aligned} P &= \frac{T_J - T_A}{R_{\Theta JC} + R_{\Theta CS} + R_{\Theta SA}} \\ &= \frac{100 - 7.2}{1.3 + 0.1 + 1.0} \\ &= 12\text{W} \end{aligned}$$

因此

$$\begin{aligned} I_{\text{LOAD}} &= \frac{P}{E_{\text{DROP}}} \\ &= \frac{12}{1.2} \\ &= 10\text{A} \end{aligned}$$

无论SSR在散热片上使用还是外壳由其它方法冷却，当特定参数已知时，可以通过直接测量底座温度来确认合适的工作条件。使用同样的基本公式，只是用底座温度( $T_C$ )替代环境温度( $T_A$ )且删除 $R_{\Theta CS}$ 和 $R_{\Theta SA}$ 。此时，温度梯度变成了 $T_J - T_C$ ，是热阻( $R_{\Theta JC}$ )乘以结点功率耗散 ( $P$ 瓦)。因此：

$$T_J - T_C = P(R_{\Theta JC})$$

参数关系相似，可以找出最高允许外壳温度、最大负载电流和要求的结点到外壳热阻( $R_{\Theta JC}$ )的解法。同样，当已知这些参数中的两个时，可以解出第三个，如下面示例中所示（使用前面的值）：

- (d). 对于 $R_{\Theta JC} = 1.3^{\circ}\text{C/W}$ 和10A负载 (12W)，确定最高允许外壳温度：

$$\begin{aligned} T_J - T_C &= P(R_{\Theta JC}) \\ &= 12 \times 1.3 \\ &= 15.6 \end{aligned}$$

# SSR散热问题 (续)

因此

$$\begin{aligned} T_C &= T_J - 15.6 \\ &= 100 - 15.6 \\ &= 84.4^\circ\text{C} \end{aligned}$$

(e). 对于 $R_{\theta JC} = 1.3^\circ\text{C/W}$ 和 $84.4^\circ\text{C}$ 外壳温度, 确定最大负载电流:

$$\begin{aligned} P &= \frac{T_J - T_C}{R_{\theta JC}} \\ &= \frac{100 - 84.4}{1.3} \\ &= 12 \text{ watts} \end{aligned}$$

因此

$$\begin{aligned} I_{\text{LOAD}} &= \frac{P}{E_{\text{DROP}}} \\ &= \frac{12}{1.2} \\ &= 10 \text{ amperes} \end{aligned}$$

(f). 对于 $84.4^\circ\text{C}$ 外壳温度和10A负载 (12W), 确定所需热阻( $R_{\theta JC}$ ):

$$\begin{aligned} R_{\theta JC} &= \frac{T_J - T_C}{P} \\ &= \frac{100 - 84.4}{12} \\ &= 1.3^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

在示例(a)到(c)中, 确定了使用散热片的SSR与环境空气温度相关联的工作条件。同样地, 只要给出外壳的散热特性( $R_{\theta JA}$ )的值, 也可以确定在自由空气中工作的无散热片的SSR的条件。此值极少给出, 当给出时经常与

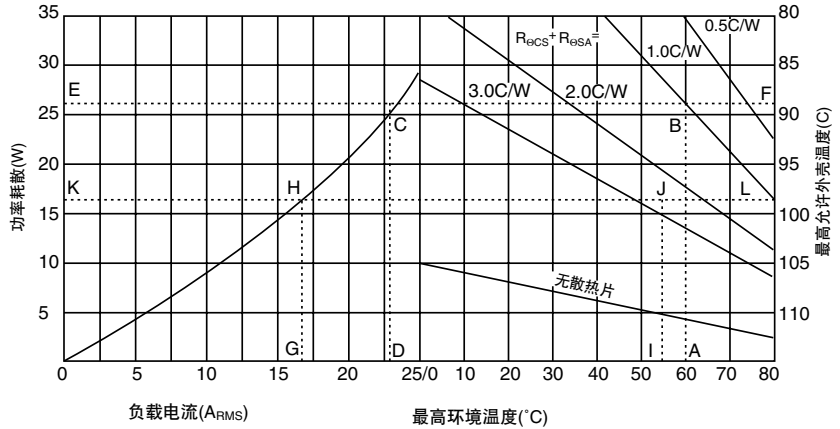


图19: 热运行曲线(25 A SSR)

( $R_{\theta JC}$ )结合起来, 用( $R_{\theta JA}$ )表示。公式如下:

$$T_J - T_A = P(R_{\theta JC} + R_{\theta CA})$$

或

$$T_J - T_A = P(R_{\theta JA})$$

式中

$R_{\theta CA}$  = 外壳到环境的热阻,  $^\circ\text{C/W}$

$R_{\theta JA}$  = 结点到环境的热阻,  $^\circ\text{C/W}$

与前面一样, 此公式可以用来计算最大负载电流和最高环境温度。但是, 由于有许多变量影响外壳与空气之间的关系 (即定位、安装、堆叠、空气运动等), 解出的值可能不太准确。

自由空气的性能通常与5A以下的PCB或插接SSR有关, 没有金属底座可以测量。在什么地方测量空气温度通常是一个问题。对此没有一个明确的答案。当SSR紧密地堆叠在一起时, 每个都为与其相邻的部件创造一种虚假环境, 测量就更加困难了。建议的一种方法是在距目标SSR约1英寸的水平面上放一只温度探头或热电偶。这种方法比较精确且允许重复操作。

## 额定值

较低功率的SSR的自由空气性能在产品目录中常常用单条降级曲线说明, 是基于前面公式的电流与环境温度关系曲线, 这适合大多数情况。

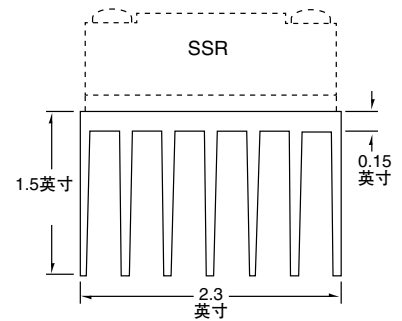


图20: 典型的轻型压铝散热片 (端部视图)

## 散热

在最坏的情况下, SSR外壳温度应不超过图19中右边纵向刻度所示的最高允许温度。

图20以外形轮廓形式显示了压铝散热片材料的典型的翅片状断面。2英寸长的这种材料的热特性接近于图21中的曲线(a), 同样, 4英寸长的材料接近于曲线(b)。此处假设散热片的定位使翅片处在垂直面上, 气流不受阻。

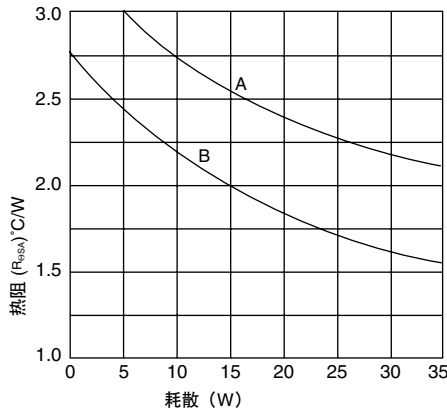


图21: 典型散热片特性

作为一般规则，2英寸长的挤压散热片（曲线(a)）适合额定值最高为10A的SSR，而4英寸长（曲线(b)）的将用在额定值最高为20A的SSR上。对于额定值大于20A的电力SSR，则需要图22所示的重型散热片。5.5英寸长的挤压散热片的性能接近于图23所示的特性。

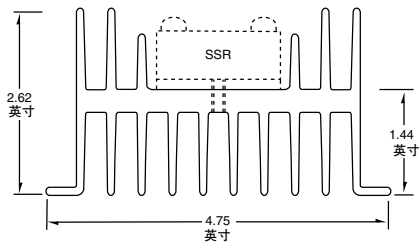


图22: 典型的重型压铝散热片的端部视图

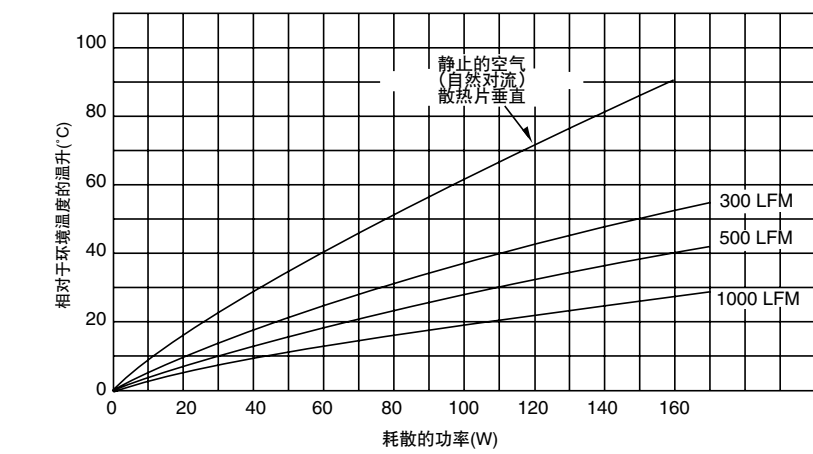


图23: 重型散热片的典型自由运动空气特性，温升与耗散的功率

并非所有散热片制造商都用°C/W来表示散热片的特性。有些制造商用相对于环境温度的温升值表示，如图23所示。在这种情况下，通过用功率耗散 (W) 除以温升(°C)来得到 $R_{\theta SA}$ 的值。例如：取功率耗散刻度轴上60W的点，自由空气曲线将指示40度的温升。因此：

$$R_{\theta SA} = \frac{T_{RISE}}{P}$$

$$= \frac{40}{60}$$

$$= 0.66^{\circ}\text{C/W}$$

在许多应用中，SSR安装在一个面板或底座上，这也足以作为散热片了。通过保证平坦、使用散热膏和刮除油漆等措施最大程度地提高效率，要如前面所述确认是否工作正常，只需在最高环境温度下测量底座(SSR)的温度就可以了。

如果SSR装置未提供适当的散热片，可从现有多种市售散热片中选择。每种配置具有自己独特的热特性，通常制造商的性能曲线和应用数据都有充分说明。

经Crydom Corporation许可转载

SSRL240DC50固态继电器，图片小于实际尺寸，带FHS-2散热片，详细信息请访问cn.omega.com。

