

TPAN0220 和 TPAL0220 系列新一代平面无感功率电阻器

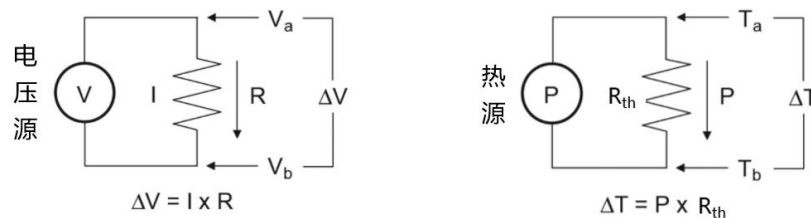
关于平面功率电阻的散热:

我们从基本原理出发, 配合开步睿思 TO220 封装平面厚膜功率电阻器, 对其散热器选型、安装进行指导。

当有热量在物体上传输时, 在物体两端温度差与热源的功率之间的比值, 单位: °C/W。

$$R_{th} = \frac{T_2 - T_1}{P}$$

上式中, T_1 为物体一端的温度、 T_2 为物体另一端热源的温度, P 为热源的功率。适用于一维、稳态、无内热源的情况下的热阻。在近似分析中, 我们依然可以参照此式。简单的说, 热阻 R_{th} 就是描述阻碍散热的物理量, 热阻越大, 散热越困难。为了便于理解, 我们可以做如下类比:



温度差 ΔT 取代电压差 ΔV

$$\text{电阻 } R = \frac{\Delta V}{I}$$

单位: Ω , V/A



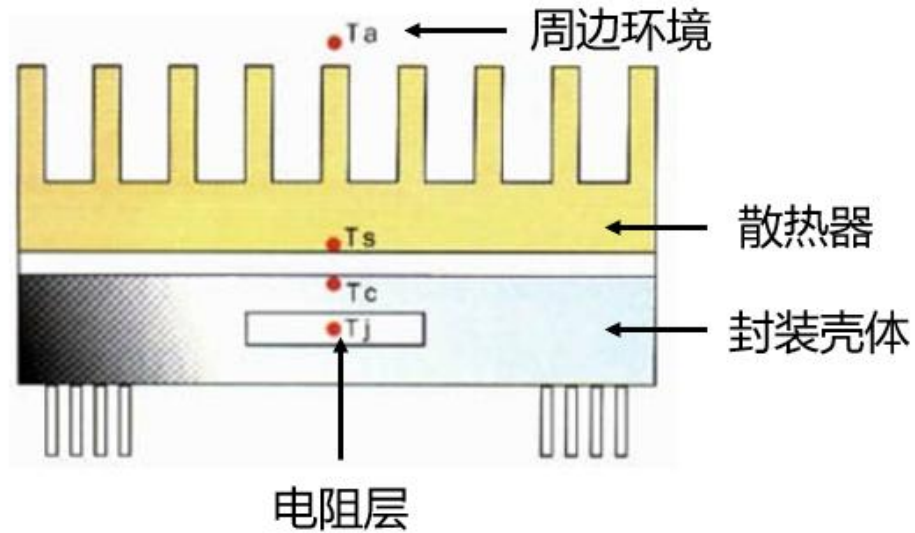
$$\text{热阻 } R_{th} = \frac{\Delta T}{P}$$

单位: °C/W

热源功率 P 取代电流 I

电阻是对电流的阻碍作用, 热阻是对温度的阻碍作用。

我们针对如下左图常见的功率电阻器散热实况进行分析, 如下右图所示热路图, 并定义各部分热阻。其中环境温度 T_a 可以看做热容量极大, 且温度保持不变, 相当于电路中的地。



T_a : 环境温度

$$R_{sa} = (T_s - T_a) / P$$

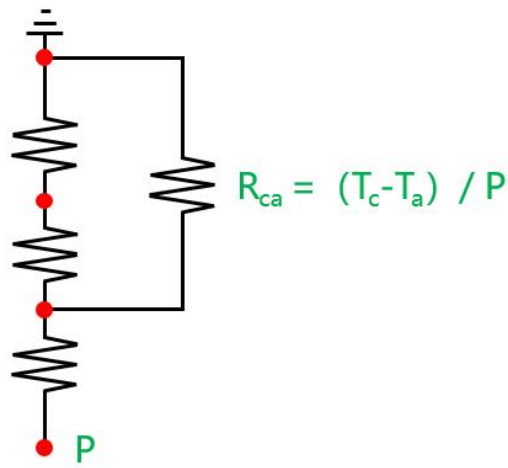
T_s : 散热器温度

$$R_{cs} = (T_c - T_s) / P$$

T_c : 电阻壳体温度

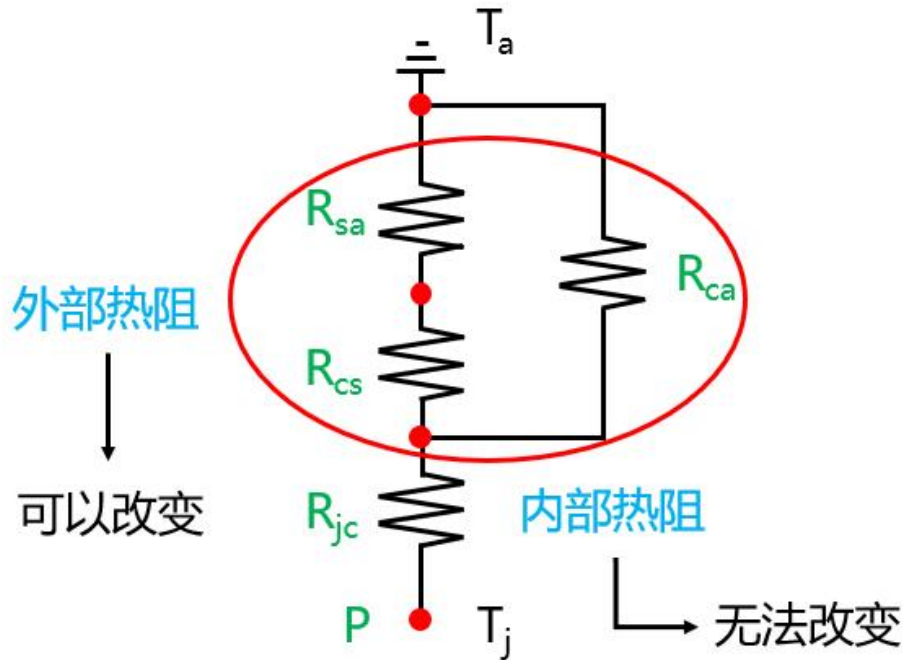
$$R_{jc} = (T_j - T_c) / P$$

T_j : 电阻膜层温度

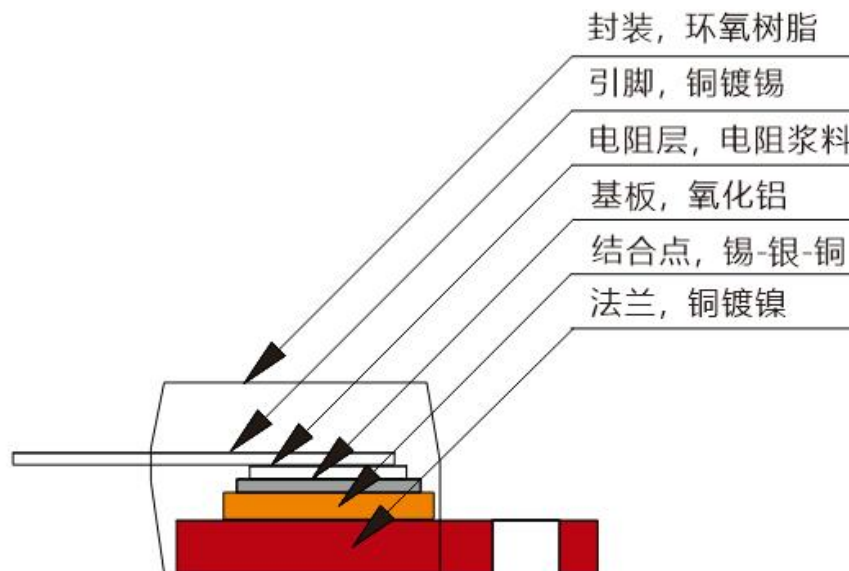


那么电阻层对环境的总热阻为 $R_{ja} = (T_j - T_a) / P = R_{jc} + (R_{cs} + R_{sa}) // R_{ca}$, 而一般认为电阻壳体对环境的热阻 $R_{ca} \gg (R_{cs} + R_{sa})$; 故可认为: $R_{ja} = (T_j - T_a) / P = R_{jc} + R_{cs} + R_{sa}$; 若电阻壳体与散热器表面涂覆导热硅脂, 使得电阻与散热器表面紧密相连, 那么热阻 R_{cs} 可以忽略。故总热阻 $R_{ja} = (T_j - T_a) / P = R_{jc} + R_{sa}$ 。

那么我们再来分析热路图，看看哪些热阻是我们所能改变的。如下图所示，电阻层对壳体的热阻 R_{jc} 属于电阻内部热阻，无法改变。而能改变的是下列红色椭圆形框中的外部热阻，经过上列分析，外部热阻约等于 R_{sa} ，即散热器对环境的热阻。



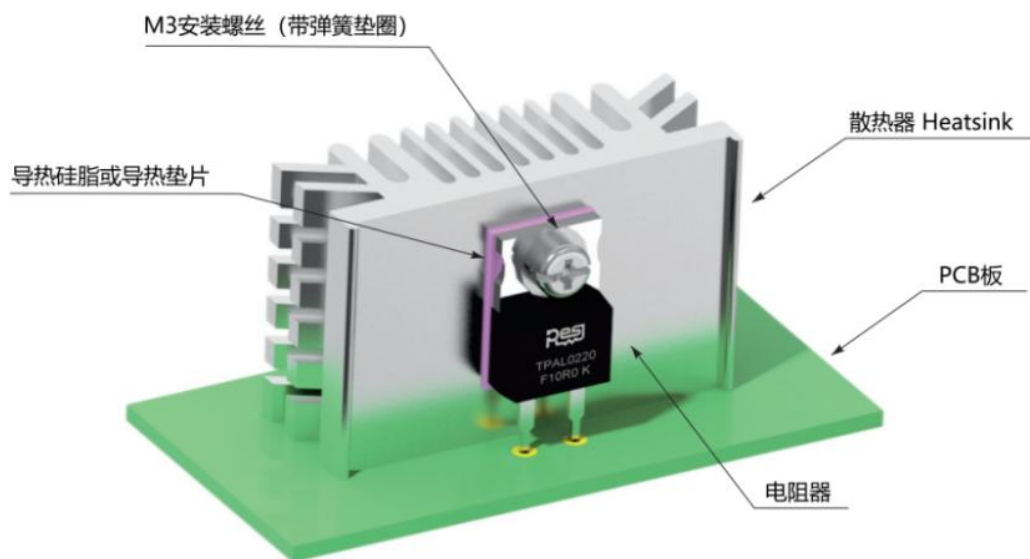
我们来看开步睿思 TO220 封装的厚膜功率电阻器结构图，如下图所示：



电阻层属于发热源，其温度为 T_j 。电阻层附着于陶瓷基板上，陶瓷基板紧贴铜制法兰盘，引脚与法兰盘完全绝缘。其热路图可描述如下：其中 $R_{jp} + R_{pa} > R_{fa} + R_{bf} + R_{jb}$ ，故可认为 $(R_{jp} + R_{pa}) // (R_{fa} + R_{bf} + R_{jb}) = R_{fa} + R_{bf} + R_{jb} = R_{jc}$ ；对于电阻器制造商，通常会给到硬件工程师电阻器内部热阻参数 R_{jc} 。开步睿思作为平面厚膜功率电阻器制造商，所生产的 TPAN0220、TPAL0220 的 R_{jc} 分别是 $2.1^\circ\text{C}/\text{W}$ 、 $3^\circ\text{C}/\text{W}$ 。

电阻器作为一个纯发热元件，会将全部电能转换为热能，表现为温度上升。当电阻长期工作在高温状态下，电阻的电气性能与寿命会被削弱。故应用在大功率场合下，要控制电阻的发热温度，就必须考虑电阻器的散热问题。

安装建议：



(1) 如上图所示为 TO220 封装电阻器广泛应用的安装方式，在电阻器法兰底部与散热器接触的部分需印刷导热硅脂或增加导热垫片，以减小电阻器法兰表面与散热器之间的空隙，确保良好的导热效果。

(2) 法兰与散热器连接的螺丝需选用具有弹簧垫圈的规格, 防止长时间使用过程中出现松动滑移产生间隙, 影响导热效果。

(3) 建议安装扭矩 $< 0.9\text{N}\cdot\text{m}$, 避免因扭矩过大导致产品产生裂纹或翘曲变形。

(4) 如全功率应用电阻器, 需参考降功耗曲线图所示, 应用水冷散热或油冷散热等方式保证电阻器底部法兰温度 $\leq 25^{\circ}\text{C}$, 以保证电阻器的使用寿命及可靠性。

