

芯片热阻计算及散热器/片的选择

目前的电子产品主要采用贴片式封装器件，但大功率器件及一些功率模块仍然有不少用穿孔式封装，这主要是可方便地安装在散热器上，便于散热。进行大功率器件及功率模块的散热计算，其目的是在确定的散热条件下选择合适的散热器，以保证器件或模块安全、可靠地工作。

散热器简介

小型散热器（或称散热片）由铝合金板料经冲压工艺及表面处理制成，而大型散热器由铝合金挤压形成型材，再经机械加工及表面处理制成。它们有各种形状及尺寸供不同器件安装及不同功耗的器件选用。散热器一般是标准件，也可提供型材，由用户根据要求切割成一定长度而制成非标准的散热器。散热器的表面处理有电泳涂漆或黑色氧化处理，其目的是提高散热效率及绝缘性能。在自然冷却下可提高 10~15%，在通风冷却下可提高 3%，电泳涂漆可耐压 500~800V。

散热器厂家对不同型号的散热器给出热阻值或给出有关曲线，并且给出在不同散热条件下的不同热阻值。

散热计算

任何器件在工作时都有一定的损耗，大部分的损耗变成热量。小功率器件损耗小，无需散热装置。而大功率器件损耗大，若不采取散热措施，则管芯的温度可达到或超过允许的结温，器件将受到损坏。因此必须加散热装置，最常用的就是将功率器件安装在散热器上，利用散热器将热量散到周围空间，必要时再加上散热风扇，以一定的风速加强冷却散热。在某些大型设备的功率器件上还采用流动冷水冷却板，它有更好的散热效果。散热计算就是在一定的工作条件下，通过计算来确定合适的散热措施及散热器。功率器件安装在散热器上。它的主要热流方向是由管芯传到器件的底部，经散热器将热量散到周围空间。若没有风扇以一定风速冷却，这称为自然冷却或自然对流散热。

热量在传递过程有一定热阻。由器件晶片传到器件表面的热阻为 R_{JC} ，器件表面与散热器之间的热阻为 R_{CS} ，散热器将热量散到周围空间的热阻为 R_{SA} ，总的热阻 $R_{JA}=R_{JC}+R_{CS}+R_{SA}$ 。若器件的最大功率损耗为 P_D ，并已知器件允许的结温为 T_J 、环境温度为 T_A ，可以按下式求出允许的总热阻 R_{JA} 。

$$R_{JA} \leq (T_J - T_A) / P_D$$

则计算最大允许的散热器到环境温度的热阻 R_{SA} 为

$$R_{SA} \leq \left(\frac{T_J - T_A}{P_D} \right) - (R_{JC} + R_{CS})$$

出于为设计留有余地的考虑，一般设 T_J 为 125°C 。环境温度也要考虑较坏的情况，一般设 $T_A=40^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 。 R_{JC} 的大小与管芯的尺寸封装结构有关，一般

可以从器件的数据资料中找到。R_{CS}的大小与安装技术及器件的封装有关。如果器件采用导热油脂或导热垫后,再与散热器安装,其R_{CS}典型值为0.1~0.2℃/W;若器件底面不绝缘,需要另外加云母片绝缘,则其R_{CS}可达1℃/W。P_D为实际的最大损耗功率,可根据不同器件的工作条件计算而得。这样,R_{SA}可以计算出来,根据计算的R_{SA}值可选合适的散热器了。

计算实例

一功率运算放大器PA02(APEX公司产品)作低频功放,其电路如图1所示。器件为8引脚TO-3金属外壳封装。器件工作条件如下:工作电压V_S为18V;负载阻抗R_L为4Ω,工作频率直流条件下可到5kHz,环境温度设为40℃,采用自然冷却。

查PA02器件资料可知:静态电流I_Q典型值为27mA,最大值为40mA;器件的R_{JC}(从管芯到外壳)典型值为2.4℃/W,最大值为2.6℃/W。

器件的功耗为P_D:

$$P_D = P_{DQ} + P_{DOUT}$$

式中P_{DQ}为器件内部电路的功耗,P_{DOUT}为输出功率的功耗。P_{DQ}=I_Q(V_S+|-V_S|),P_{DOUT}=V_S²/4R_L,代入上式

$$P_D = I_Q (V_S + |-V_S|) + V_S^2 / 4R_L = 37\text{mA} (36\text{V}) + 18\text{V}^2 / 4 \times 4 = 21.6\text{W}$$

式中静态电流取37mA。

散热器热阻R_{SA}计算: $R_{SA} \leq \left(\frac{T_J - T_A}{P_D} \right) - (R_{JC} + R_{CS})$

为留有余量,T_J设125℃,T_A设为40℃,R_{JC}取最大值(R_{JC}=2.6℃/W),R_{CS}取0.2℃/W,(PA02直接安装在散热器上,中间有导热油脂)。将上述数据代入公式得

$$R_{SA} \leq \frac{125^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}}{21.6\text{W}} - (2.6^\circ\text{C}/\text{W} + 0.2^\circ\text{C}/\text{W}) \leq 1.135^\circ\text{C}/\text{W}$$

HS04在自然对流时热阻为0.95℃/W,可满足散热要求。

注意事项

1. 在计算中不能取器件数据资料中的最大功耗值,而要根据实际条件来计算;数据资料中的最大结温一般为150℃,在设计中留有余地取125℃,环境温度也不能取25℃(要考虑夏天及机箱的实际温度)。

2. 散热器的安装要考虑利于散热的方向,并且要在机箱或机壳上相应的位置开散热孔(使冷空气从底部进入,热空气从顶部散出)。

3. 若器件的外壳为一电极,则安装面不绝缘(与内部电路不绝缘)。安装时必须采用云母垫片来绝缘,以防止短路。

4. 器件的引脚要穿过散热器,在散热器上要钻孔。为防止引脚与孔壁相碰,应套上聚四氟乙稀套管。

5. 另外,不同型号的散热器在不同散热条件下有不同热阻,可供设计时参改,即在实际应用中可参照这些散热器的热阻来计算,并可采用相似的结构形状(截面积、周长)的型材组成的散热器来代用。

6. 在上述计算中,有些参数是设定的,与实际值可能有出入,代用的型号尺寸也不完全相同,所以在批量生产时应作模拟试验来证实散热器选择是否合适,必要时做一些修正(如型材的长度尺寸或改变型材的型号等)后才能作批量生产。