

# Vicor 电源组件的散热模型



Kim Mosley

本文主要介绍针对 Vicor 产品创建的电路模型，以帮助工程师估算电源组件在定义的热环境中，在已知电气条件下工作时的最大内部温度。

## 热电路模型

热电路模型类似于电气电路，包含电阻器、电流源和电压源。电阻器布置在这一热阻抗模拟电路模型中，单位是摄氏度/瓦 ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )。电流源在使用时类似于热源，单位是瓦 (W)。电压源在该电路模型中用作模拟温度源，单位是摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

底层计算与 Vicor [在线工具](#) 套件中使用的计算相同。热数据也是一样的，但在线工具可提供更广泛的温度相关电气性能建模。

## 最高内部温度

这些电路模型中只有单个节点代表产品的最高内部温度。这个最高内部温度节点是在任何所有电气和热条件下器件最高内部温度的实际表现，因此，电气和热工作条件改变时，它可能会改变位置。源于这些电路模型的最高内部温度应低于所考虑的 Vicor 电源组件在工作温度范围内的最高温度。

Vicor 产品包含一系列内部组件，例如控制 IC、开关 FET、电阻器和电容器等。虽然这些组件可能提供有制造商规定的不同最高工作温度和/或最高储存温度，但它们都位于器件内部的同一印刷电路板 (PCB) 上。

PCB 中使用的层压板提供有层压板制造商确定的最高工作温度 (MOT)，这是数据表上产品内部温度所示范围内最大值的主要确定因素。超过层压板的最高温度，不会立即破坏该材料。准确地说，最大工作温度通常是相关温度（层压板材料在该温度下暴露数千小时后会失去一定比例的物理属性和/或电气属性）的数学估算值。

该最大工作温度就是数据表上产品内部温度范围最大值的主要确定因素。产品合规性评级主要依据这个工作温度范围内的产品内部温度。虽然产品的工作温度能够达到这一内部温度范围的最大值，但最好是让所有电子产品都在尽可能低的温度下工作。产品内部使用的功率 FET 通常在较低温度下会有更低的漏-源电阻。铜的电阻也会随温度的降低而下降。铜电阻在  $100^{\circ}\text{C}$  下比在  $25^{\circ}\text{C}$  下大约高 30%。因此一般情况下，产品工作温度越低，效率越高。此外，可靠性和使用寿命也会随工作温度的降低而提高。根据普遍公认的经验法则，电子产品的工作温度降低  $10^{\circ}\text{C}$ ，可靠性和使用寿命就会提高一倍。

## 创建电路模型

要创建这些电路模型，可利用有限元软件在各种热工作条件和电气工作条件下对电源组件进行详细的散热仿真。仿真内容包含复杂的铜箔和 PCB 层压板几何结构细节，以及 FET、内核和器件内部其它组件的几何结构及材料细节。

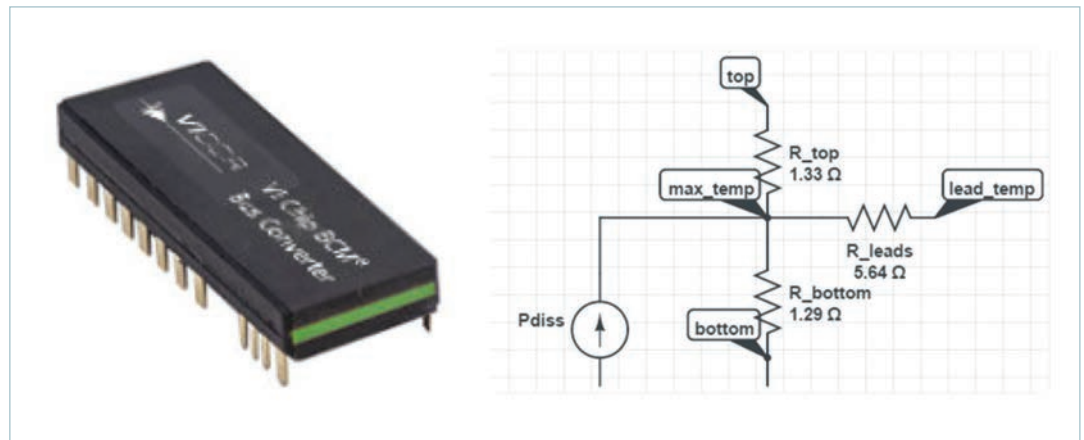
整体耗散可以分解为电源组件内所有主要内部组件的功耗。运行多次热仿真，并在这些不同的条件下确定产品内部所有组件的温升。然后确定电路模型以及由此产生的阻抗值，这样电路模型就可以估算出器件在这种不同热工作条件和电气工作条件下的最高内部工作温度。这些电路模型将随由此得出的热阻抗值一起显示在数据表上。

对产品进行测试，以验证从有限元仿真中得出的温度结果。

## 电路模型 – ChiP

对于通孔式 ChiP™ 而言，图 1 展示了该封装的图片以及一个具有代表性的电路模型。请注意，器件的最高内部温度由单个温度节点代表。

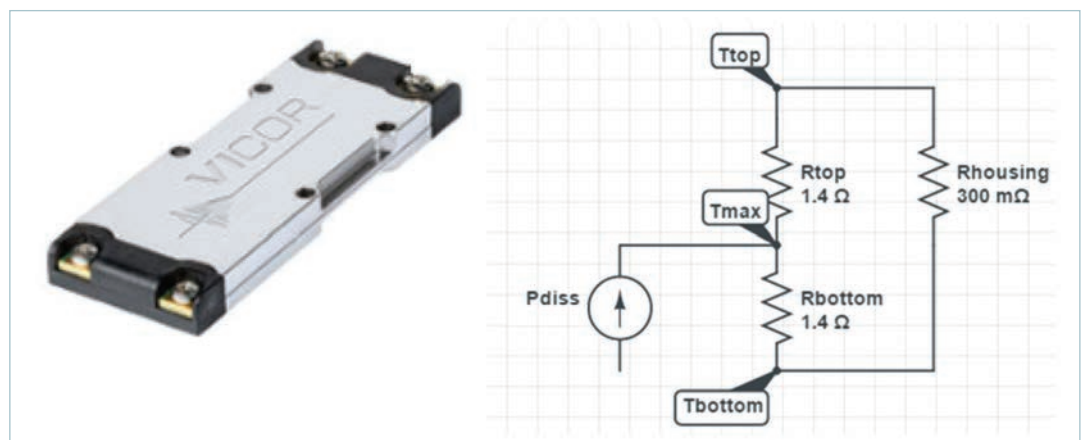
图 1  
6123 BCM K 1/8 的  
ChiP 与电路模型



## 电路模型 – VIA

VIA™ 封装技术电路模型的相似之处在于，它们都包含单个节点，表示组件的最高内部温度。从该节点到外部边界的电阻网络略有不同。下图 2 是 VIA 图片以及典型的电路模型。

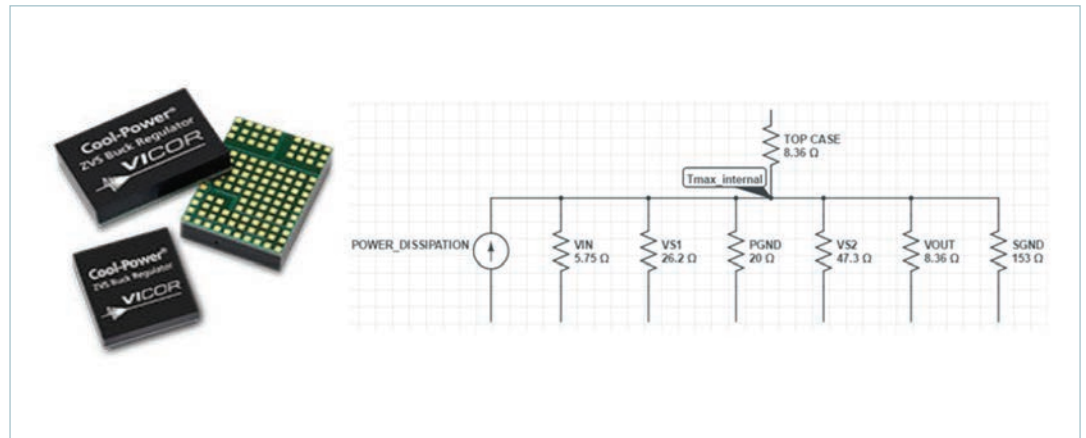
图 2  
VIA BCM® K1/8 的 VIA  
封装与电路模型



## 电路模型 – Cool-Power® ZVS 开关稳压器

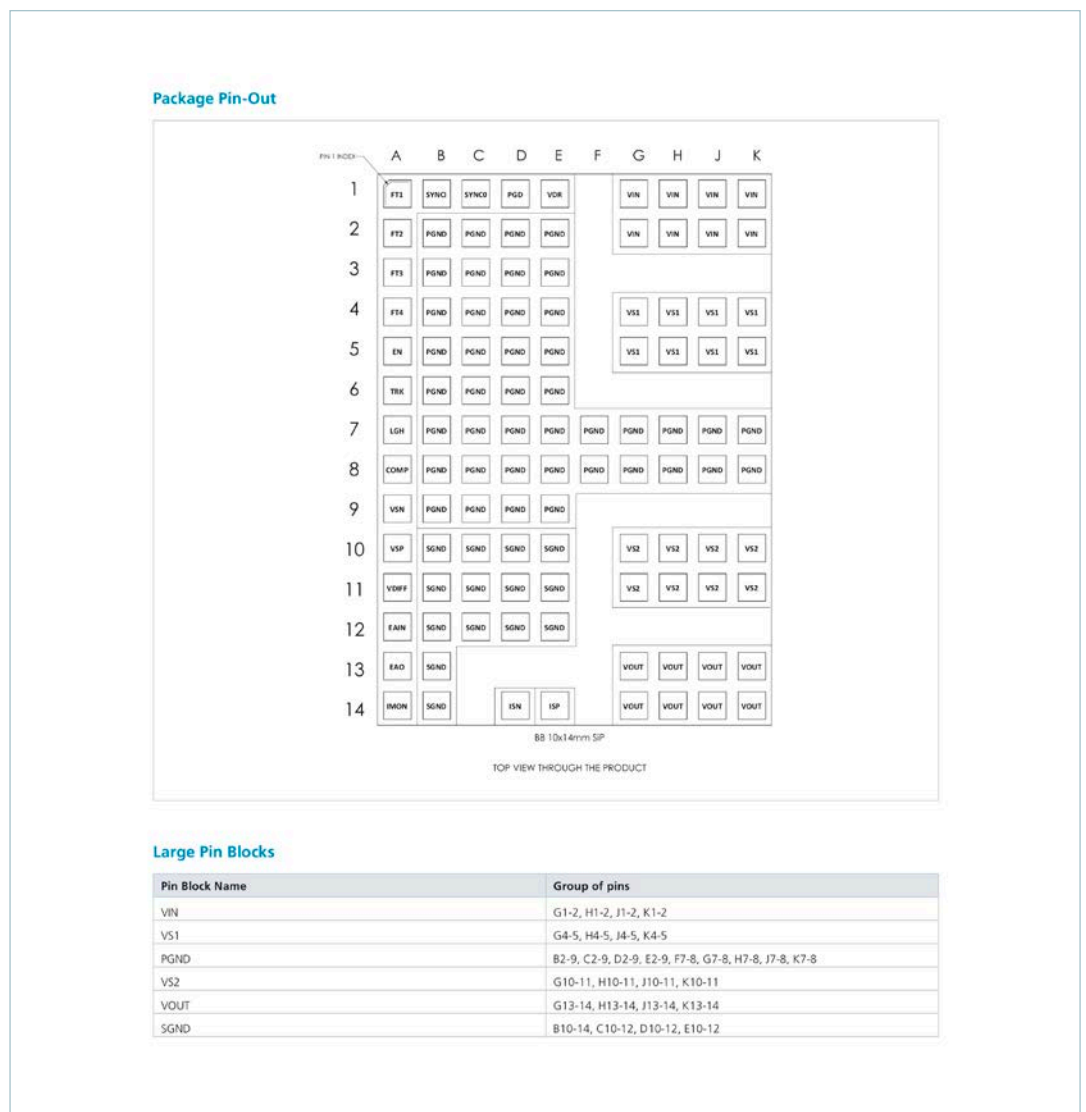
Vicor 提供大量采用 SiP 封装的开关稳压器。下图 3 是一些稳压器的图片以及具有代表性的电路模型。

**图 3**  
Cool-Power 稳压器以及  
具有代表性的电路模型



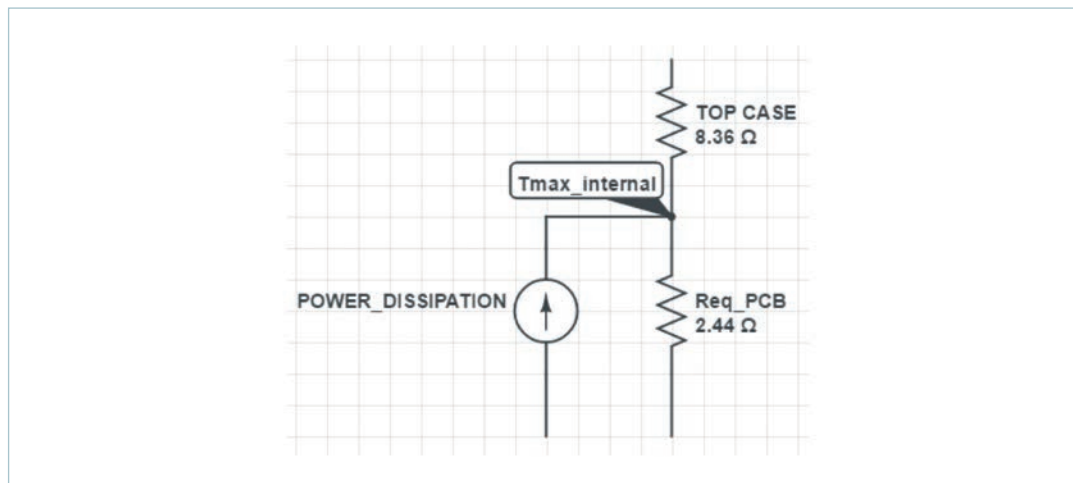
在电路模型中，“T<sub>MAX\_INTERNAL</sub>”节点下面显示的阻抗值表示数据表中标明的与 PCB 的连接。对于上图 3 所示的相同电路模型，下图 4 是这些连接在 SiP 主体上的布局方式。

**图 4**  
SiP 至 PCB 的连接



分别显示了与 PCB 的电阻连接，以区分每个连接对 SiP 散热的相对影响。对于图 3 所示的示例，从其较低的热阻抗值可以看出， $V_{IN}$  和  $V_{OUT}$  连接是实现 SiP 散热的主要传导路径。设计人员可能想要在他们的 PCB 中增加铜箔，以增强这些连接的热传导。对于只能确定单个 PCB 温度的情况，电路模型将简化为下图 5 所示的程度。

**图 5**  
图 4 所示 SiP 的  
简化电路模型



此外，电路模型中使用的阻抗值数据表中也有。例如，组件数据表中的 6123 BCM® K 1/8 热阻抗值显示在图 6 中。

**图 6**  
6123 BCM K 1/8  
热阻抗值

|                                |                     | Thermal   |     |      |      |
|--------------------------------|---------------------|---|-----|------|------|
| Operating temperature          | $T_{INTERNAL}$      | BCM400P500T1K8A30 (T-Grade)   | -40 | 125  | °C   |
|                                |                     | BCM400P500M1K8A30 (M-Grade)   | -55 | 125  | °C   |
| Thermal resistance top side    | $\Phi_{INT-TOP}$    | Estimated thermal resistance to maximum temperature internal component from isothermal top    |     | 1.33 | °C/W |
| Thermal resistance leads       | $\Phi_{INT-LEADS}$  | Estimated thermal resistance to maximum temperature internal component from isothermal leads  |     | 5.64 | °C/W |
| Thermal resistance bottom side | $\Phi_{INT-BOTTOM}$ | Estimated thermal resistance to maximum temperature internal component from isothermal bottom |     | 1.29 | °C/W |

## 电路模型的使用

如欲了解有关如何使用这些电路模型的更多详情，请参阅 Vicor 白皮书《在热计算中使用电路模型》。

联系我们: <http://www.vicorpower.cn/zh-cn/contact-us>

### Vicor Corporation

电话: 400 101 5482

[www.vicorpower.cn](http://www.vicorpower.cn)

### 电子邮件

客服: [vicorchina@vicorpower.com](mailto:vicorchina@vicorpower.com)

技术支持: [chinaapps@vicorpower.com](mailto:chinaapps@vicorpower.com)

©2018 Vicor 公司，版权所有。Vicor 名称是 Vicor 公司的注册商标。其他商标、产品名称、徽标和品牌均为其各自所有者的财产。

Rev 1.1