

# AN009

通用文档

## InnoGaN 热设计指导

## 目录

1. 热设计的意义 .....	1
2. 热设计 .....	2
2.1. 热阻定义 .....	2
2.2. GaN 的散热途径.....	3
2.3. 散热界面材料选择 .....	4
2.4. 热阻模型 .....	6
2.5. PCB散热设计 .....	8
2.6. 小结 .....	9
3. 大面积散热焊盘封装散热设计 .....	10
3.1. 大面积散热焊盘封装设计.....	10
3.1.1. 焊盘内过孔的影响.....	10
3.1.2. 焊盘外过孔的影响.....	12
3.1.3. 焊盘外围铜箔对散热的影响.....	13
3.1.4. PCB厚度对热阻的影响 .....	14
3.1.5. 底部PCB散热设计小结 .....	14
3.2. 应用实例 .....	15
3.2.1. TOLL封装散热应用实例 .....	15
4. 交错底部焊盘散热设计 .....	19
4.1. 交错底部焊盘PCB设计 .....	19
4.1.1. 过孔对GaN散热的影响 .....	19
4.1.2. PCB面积对GaN散热的影响 .....	22
4.1.3. PCB的层数对GaN散热影响 .....	22
4.1.4. 交错底部焊盘封装PCB散热设计总结 .....	23
4.2. 应用实例 .....	24
4.2.1. QFN封装应用实例.....	24
历史版本 .....	28

## 1. 热设计的意义

随着电子技术的不断发展，电子产品日益趋向于小型化、高频高性能化，因此 PCB 上电子元器件的密度也越来越大，芯片的尺寸越来越小，电子设备工作的热流密度也不断增大。根据相关调查显示，温度、振动、湿度和灰尘等因素是电力电子产品失效的主要原因，其中55%为工作温度过高引起。电子产品一旦出现某个器件温度过高，必然限制功率的传输和功率的提升。在大多数场景中限制功率提升的均为开关管的热。热设计在电力电子中尤为重要。

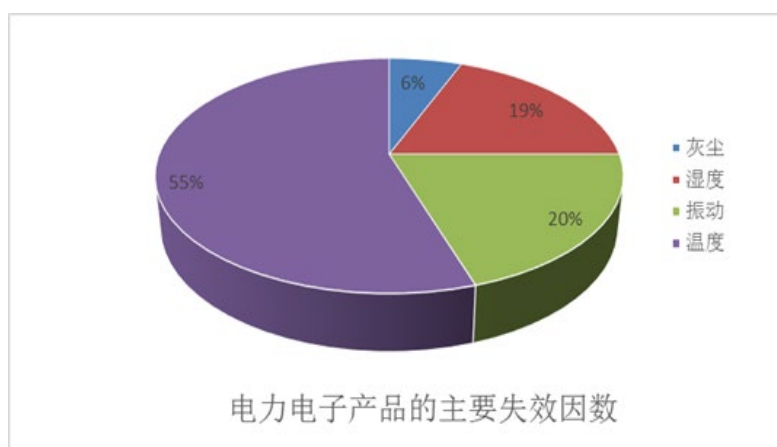


图 1 电力电子失效因数<sup>[1]</sup>

GaN功率器件随着器件 $T_j$ 升高，其 $R_{DS(on)}$ 随 $T_j$ 变大而变大，同时 $G_m$ （跨导）随 $T_j$ 变大而减小。 $T_j$ 升高导致器件的导通损耗和开关损耗均增大，进而降低系统效率。对于电源设计而言，热系统至关重要。

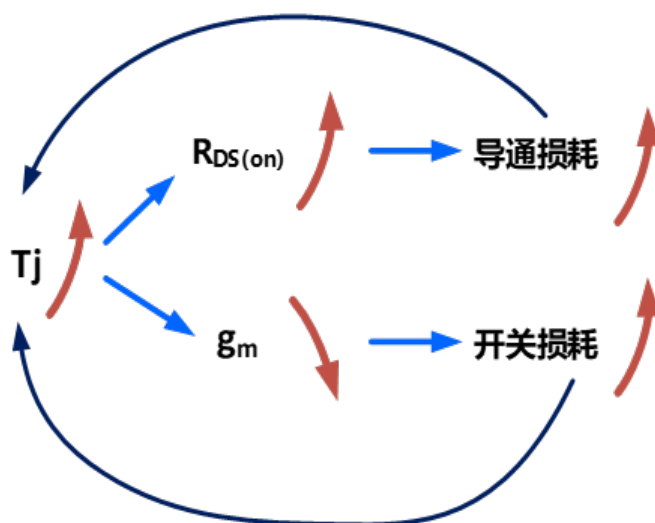


图 2  $T_j$ 与导通损耗和开关损耗的关系

## 2. 热设计

高效率、高集成度和高功率密度发展是电源的重要方向。对于电源设计人员而言，功率器件和电源系统的热设计是非常有挑战。针对系统级散热，考虑系统成本，可以选择不同的散热方式，如风冷，液冷等。对于复杂的电源系统，可以采用区域化，将不同的功能合理分布，实现最佳的热设计，如在一些设计风道时，尽可能采用直线风道设计，降低空气阻力，最大化实现散热。针对功率管的散热，主要从两个方面下手：一是控制元器件的内热阻（结热阻），一般元器件规格书中有参考值；二是通过控制元器件外热阻（器件与空气的热阻、器件与PCB的热阻等）。本文主要研究外热阻对器件的温升的影响。

### 2.1. 热阻定义

热阻指的是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，单位为开尔文每瓦特（K/W）或摄氏度每瓦特（°C/W），公式如下：

$$R = \frac{T_2 - T_1}{P}$$

上式中，T1为物体的一端的温度；T2是物体另一端的温度；P为发热源的功率（器件的损耗）。

热阻 $R_{\theta JA}$ ：芯片的热源结到周围冷却空气的总热阻；

热阻 $R_{\theta JC}$ ：芯片的热源结到封装外壳间的热阻；

热阻 $R_{\theta JB}$ ：芯片的结与PCB板间的热阻；

## 2.2. GaN 的散热途径

GaN的散热路径主要有底部散热与顶部散热两种，两种相关散热结构如下：

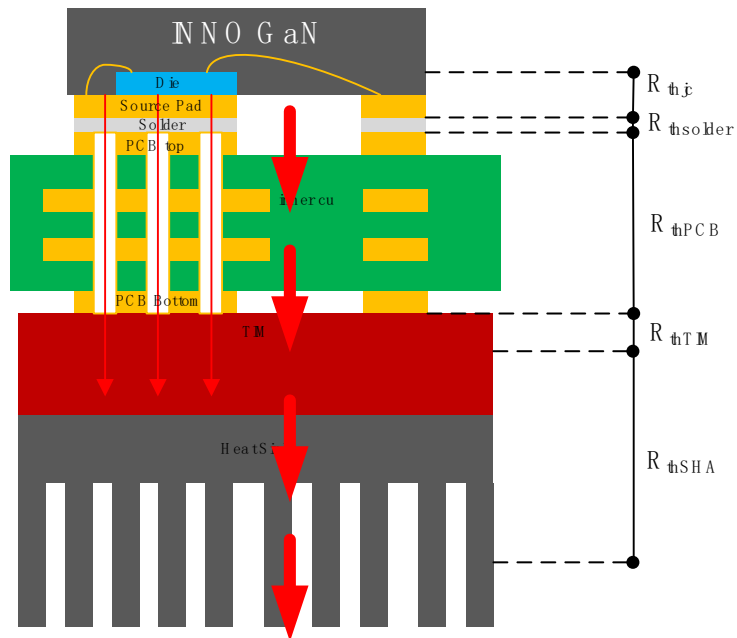


图 3 底部散热主要路径

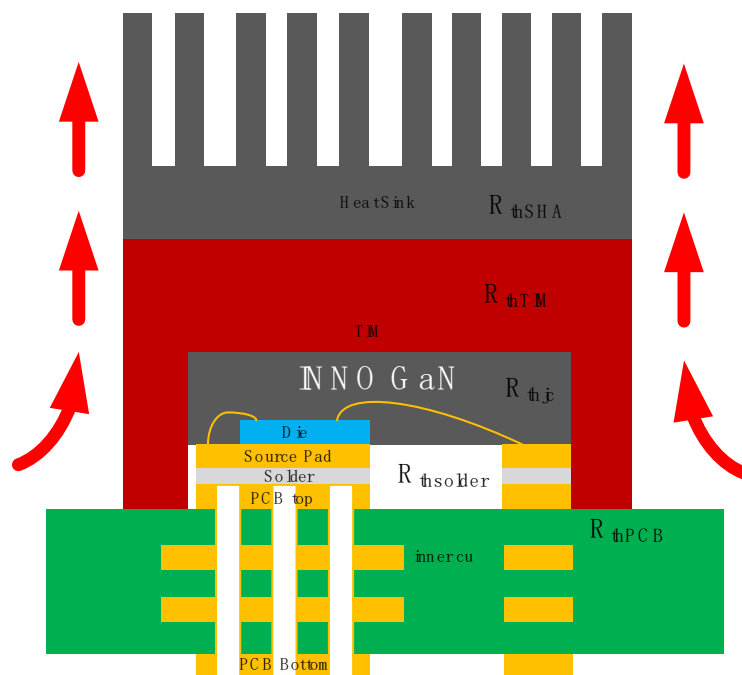


图 4 顶部散热主要路径

器件的封装对系统散热路径选择有重要的影响，Inno GaN INN650D080BS DFN8\*8 结至焊盘的热阻仅有 $0.52^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，更适合于底部散热

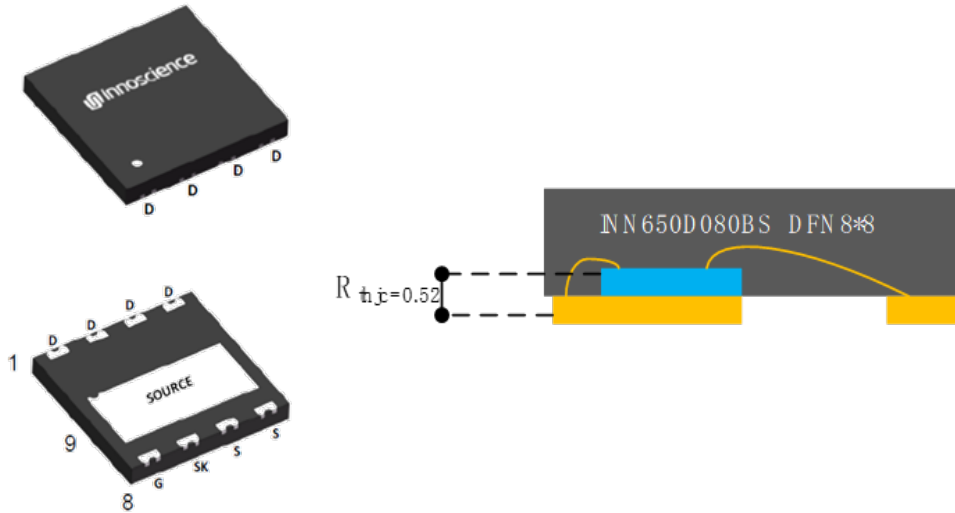


图 5 DFN 8x8 结至焊盘热阻

### 2.3. 散热界面材料选择

散热界面材料能够填充器件和散热器之间的微小空隙，增加器件与散热器的接触面积，降低热阻，进一步提高热量传导的效率，帮助器件保持正常的温度，从而保证器件的正常运行和使用寿命。

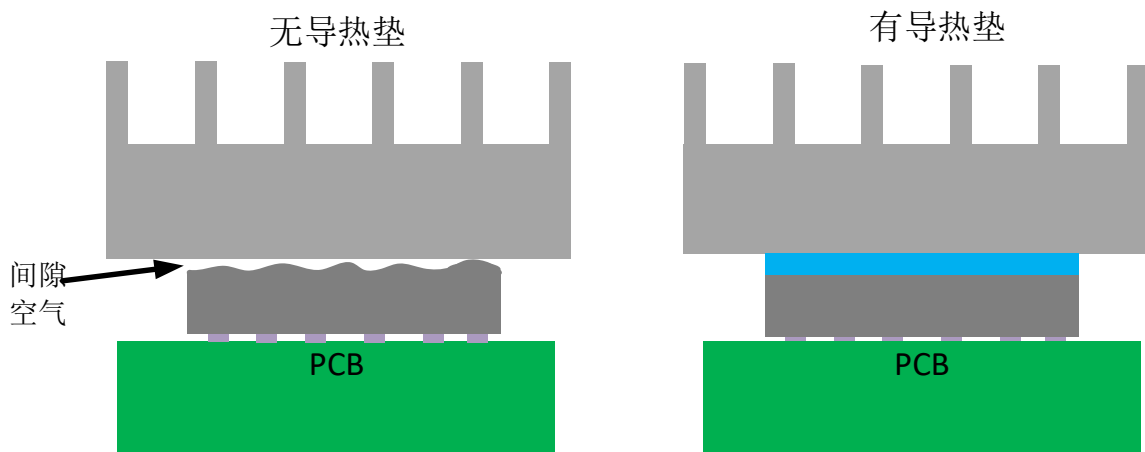


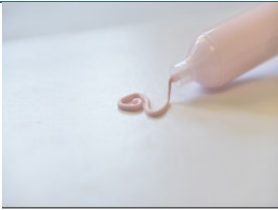



图 6 有无导热垫片的示意图

散热界面材料的选择需要依据填隙的大小、有无绝缘、固定的要求及材料的流动性下表给出常用散热界面材料的特性及适用场景。

表 1 导热材料

导热材料	图片	物理性质
导热硅脂		高流动性 无绝缘要求，填隙小于 0.1mm，不需要粘接，有其他固定措施
导热粘接胶		高流动性 粘接性 无绝缘要求，填隙小于 0.1mm，需要粘接
导热凝胶		流动性中等 有绝缘要求、 $0.25 < \text{填隙} < 5\text{mm}$ ，不需要粘接
导热垫		无流动性 有绝缘要求、 $0.25 < \text{填隙} < 5\text{mm}$ ，不需要粘接，需要压缩 30%~50%

应特别注意的是导热垫的使用，需要考虑系统应力的要求；一般来说导热系数越高的导热垫其硬度越高，达到相同的压缩量所需的压力越大，需要评估该压力对系统结构的影响。

## 2.4. 热阻模型

不管采用哪一种散热方式，都可以使用等效热电路对系统进行建模，分析系统热表现。通过器件数据表中了解器件的热阻（ $R_{\theta JC}$ 、 $R_{\theta JB}$ ），有些热阻因为系统的配置不同而不同，如PCB到环境的热阻 $R_{\theta BA}$ 。

Buck是许多电力电子电路中常见的拓扑。Buck由两个晶体管Q1和Q2、驱动IC、电容、功率电感组成；使用分立GaN的Buck功率级的热传递行为分析如下图。该模型包含大多数的重要热流路径，其主要热源来自晶体管Q1、Q2和功率电感；

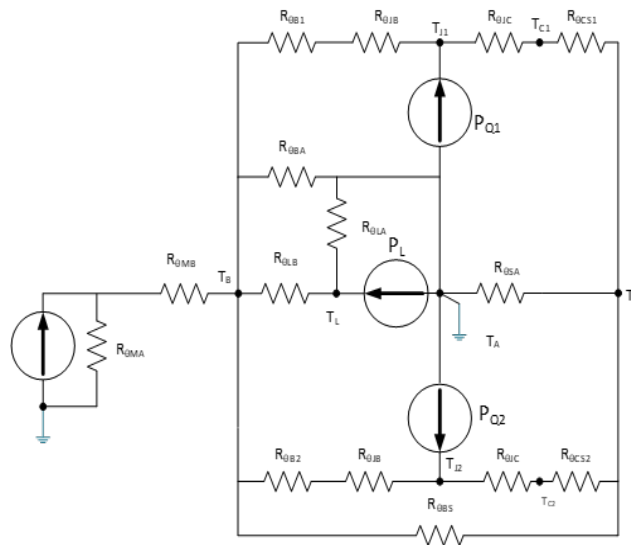


图 7 利用顶部散热半桥功率级等效电路

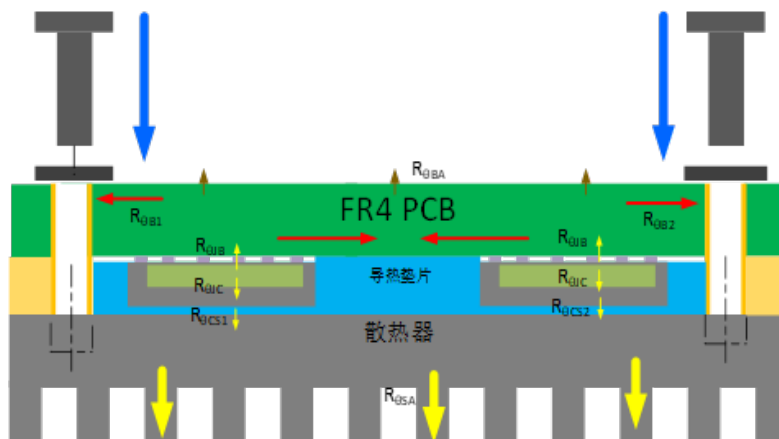


图 8 半桥电路横截面

该模型中的温度节点描述定义如下：

- 1、  $T_{J1}$ 和 $T_{J2}$ :每一个GaN内的结温；
- 2、  $T_{C1}$ 和 $T_{C2}$ : GaN Q1和Q2衬底顶部和侧面的外壳温度；



- 3、 $T_B$ : 靠近两个GaN的PCB的一处位置电路板温度;
- 4、 $T_S$ : 散热片靠近两个GaN的单个位置的散热片温度;
- 5、 $T_L$ : 功率电感温度;
- 6、 $T_A$ : 散热器周边的温度;

其中, 此模型的热阻表示的物理路径:

- 1、 $R_{\theta_{JC}}$ : 每一个GaN的有源区域到衬底的外表面之间的热阻;
- 2、 $R_{\theta_{JB}}$ : 每一个GaN内有源区域到焊盘正下方的PCB的热阻;
- 3、 $R_{\theta_{B1}}$ 、 $R_{\theta_{B2}}$ : 每一个GaN焊盘正下方PCB与PCB上指定TB位置的热阻
- 4、 $R_{\theta_{CS1}}$ 、 $R_{\theta_{CS2}}$ : 每一个GaN衬底和散热器的接触面之间的热阻 (通过导热垫片路径);
- 5、 $R_{\theta_{BS}}$ : TB和散热器表面之间路径的热阻;
- 6、 $R_{\theta_{BA}}$ : TB和环境之间的热阻;
- 7、 $R_{\theta_{SA}}$ : 散热片和环境之间的热阻;
- 8、 $R_{\theta_{LB}}$ : 功率电感通过电感焊盘到PCB的热阻;
- 9、 $R_{\theta_{LA}}$ : 功率电感通过电感表面到环境的热阻;
- 10、 $R_{\theta_{MB}}$ 、 $R_{\theta_{MA}}$ : 其他系统热通过PCB的热耦合热阻;

最后, 功率损耗最为电流源, 表示如下:

- 1、 $P_{Q1}$ 和 $P_{Q2}$ : GaN的功率损耗;
- 2、 $P_L$ : 功率电感的损耗;
- 3、 $P_M$ : 主板上其他系统的损耗

## 2.5. PCB散热设计

PCB板上铜的导热系数为 $380W/(m \cdot k)$ ,FR4材质的导热系数为 $0.3W/(m \cdot k)$ ,两则差异巨大。使用过孔、增大铜箔面积,能增加PCB的含铜量,改善PCB的散热,但实际上增大覆铜面积,增多过孔数量受限于以下因素:

- 1、增大铜箔面积,受限于PCB的布局,以及电气性能的影响;
- 2、不同封装,保持孔沿间距不变,使用不同过孔,PCB散热存在差异;
- 3、过孔数量影响PCB成本及电气性能;

基于以上原因,我们需要研究不同封装器件的PCB过孔及铜箔散热设计;

Inno GaN器件底部焊盘设计主要有以下两类;两类由于底部焊盘大小、间距问题;在PCB覆铜、过孔设计有较大差异,以下针对两类封装,阐述各自的PCB散热设计;

表 2 两类InnoGaN底部焊盘设计

封装样式	示例图片	封装特点	包含的典型封装
整块大面积 散热焊盘		器件有较大面积的散热焊盘,且均属于源极,PCB设计时能够给焊热焊盘底部大面积铺铜,且焊盘底部能放置较多数量的过孔辅助散热	DFN8*8 DFN5*6 TOLL FCLGA TO-252
交错底部散 热焊盘		器件漏极与源极交错排列,且间距较小,无法在焊盘底部大面积铺铜;且受限与焊盘面积,底部散热过孔数量较少	FCQFN EN-FCQFN FCLGA WLCSP

## 2.6. 小结

本章主要阐述了散热设计对GaN等功率器件工作可靠性的影响，介绍了基本的热阻定义及散热模型，给出了底部散热与顶部散热的基本结构；

并介绍了几种常用的散热界面材料的特性及适用场景，将InnoGaN，由底部焊盘的不同，将PCB散热设计主要分为两大类，后面章节将详细介绍；

### 3. 大面积散热焊盘封装散热设计

#### 3.1. 大面积散热焊盘封装设计

##### 3.1.1. 焊盘内过孔的影响

过孔对散热的影响主要是，PCB单位面积的含铜量对PCB热阻的影响，含铜量越高，PCB热阻越低。但受加工工艺对过孔边沿的距离的限制（>0.2mm），这就使得同样的焊盘下选择不同的尺寸的过孔热阻不一样 以下分别给出了DFN8\*8封装与TOLL封装，焊盘内过孔对热阻的影响。

##### DFN8\*8

将测试样品分为A、B、C 3组，分别采用0.3mm 0.4mm 0.5mm的孔径，将孔中心间距分别设置在保持孔沿间距0.45、间距1.0mm，间距1.5mm；

表 3 DFN8\*8焊盘及其对应尺寸参数

	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Via diameter(mm)	0.3			0.4		
Via edge to edge(mm)	0.45	0.7	1.2	0.45	0.6	1.1
Via center to center(mm)	0.75	1	1.5	0.85	1	1.5

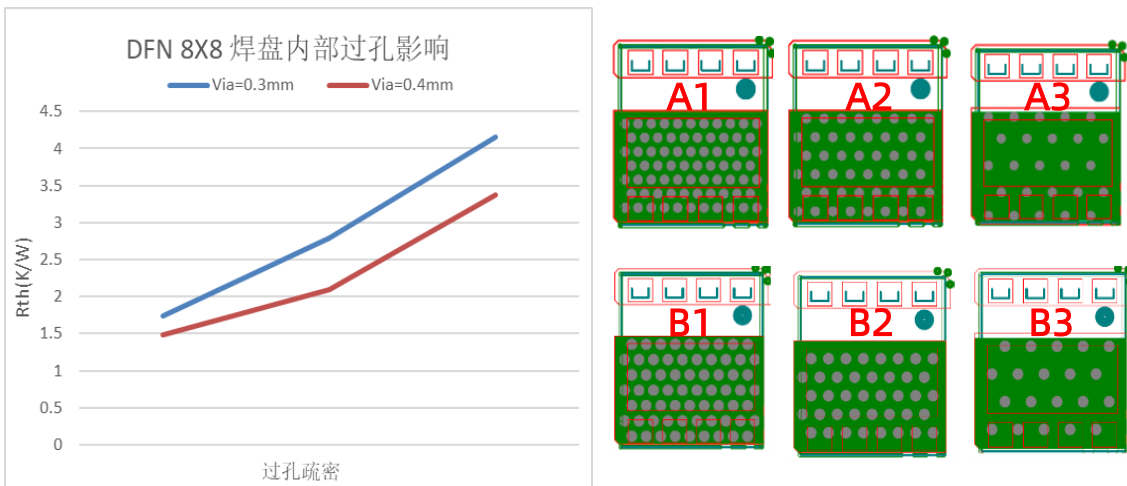


图 9 DFN8\*8焊盘参数及焊盘内部过孔对热阻的影响

可以看到，底部焊盘内过孔越多热阻越低，A1的热阻相比A3热阻降低了58%；DFN8\*8封装采用0.4mm的孔径热阻最低，相比0.3mm的过孔热阻降低15%；

建议DFN8X8器件采用0.4/0.6mm过孔，中心孔距0.85mm；

## TOLL

表 4 TOLL焊盘及其对应尺寸参数

	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Via diameter(mm)	0.3			0.4		
Via edge to edge(mm)	0.45	0.7	1.2	0.45	0.6	1.1
Via center to center(mm)	0.75	1	1.5	0.85	1	1.5

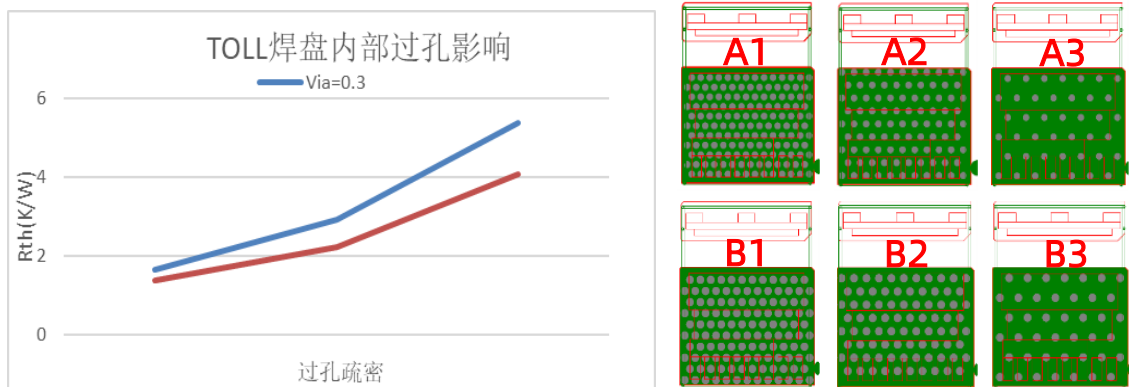


图 10 TOLL焊盘参数及焊盘内部过孔对热阻的影响

TOLL封装采用0.4mm的孔径热阻最低，相比0.3mm的过孔热阻降低16.5%；建议TOLL封装器件采用0.4/0.6mm过孔，中心孔距0.85mm；

### 3.1.2. 焊盘外过孔的影响

测试焊盘外过孔数量对PCB热阻的影响，TOLL封装，焊盘内过孔采用ID=0.3mm，OD=0.5mm，间距为0.75mm的过孔；焊盘外将同样大小的过孔放置在封装X方向+9mm Y方向+9mm面积大小的覆铜上，改变焊盘外过孔的间距由0.75mm至1.5mm，测试外围过孔数量对PCB热阻的影响；

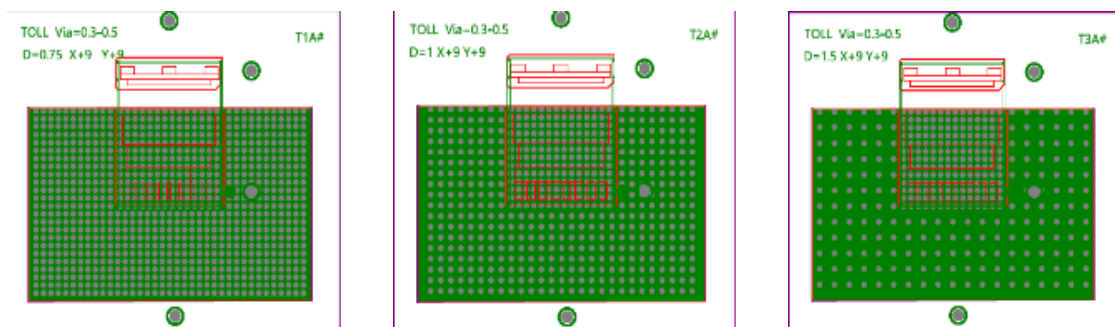


图 11 测试焊盘外孔数量对PCB热阻影响 示意图

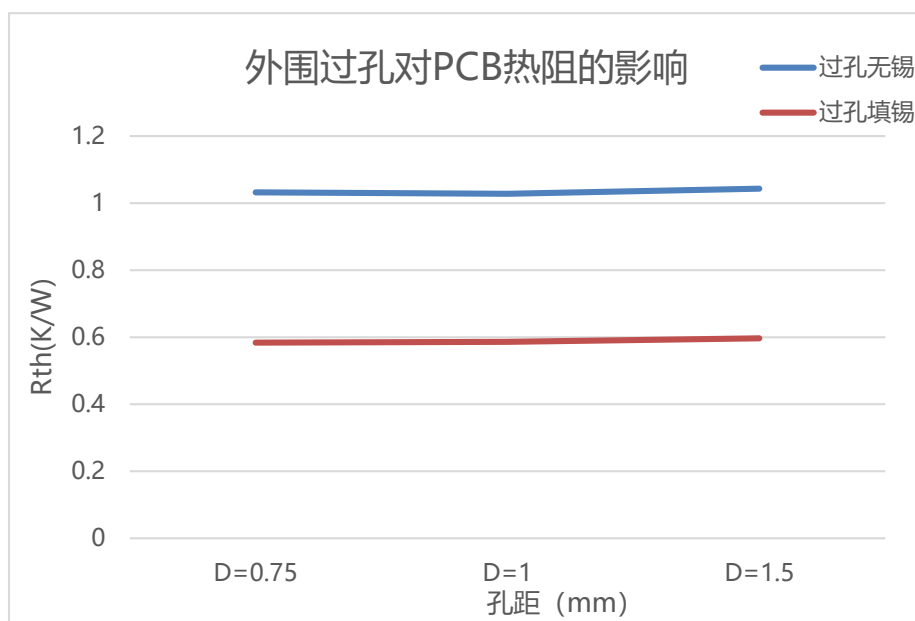


图 12 焊盘外孔数量对PCB热阻的影响

从测试结果来看，外围过孔的数量对PCB热阻的影响较小，孔距由0.75mm变化至1.5mm 热阻仅变化了0.02K/W。

### 3.1.3. 焊盘外围铜箔对散热的影响

焊盘内过孔与3.1.2节描述相同，改变焊盘外围铜箔面积，铜箔面积由焊盘X方向+2 Y方向+2，增大至X方向+8 Y方向+8，测试PCB热阻的变化；

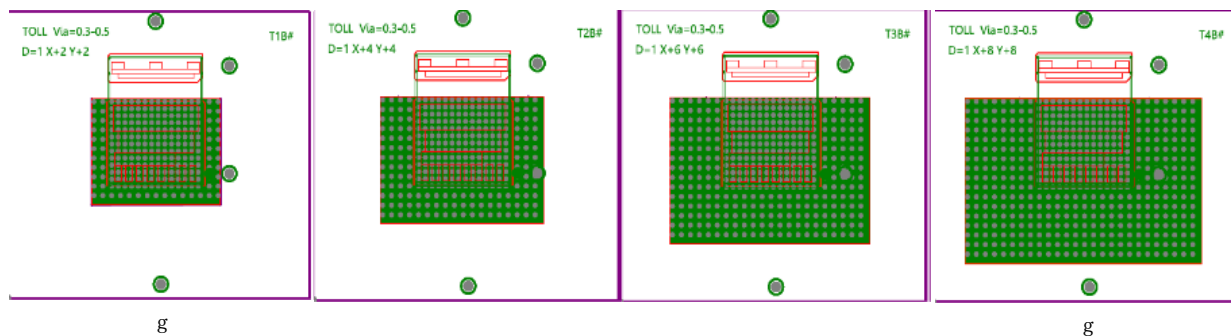


图 13 测试焊盘外围铜箔面积对PCB热阻影响示意图

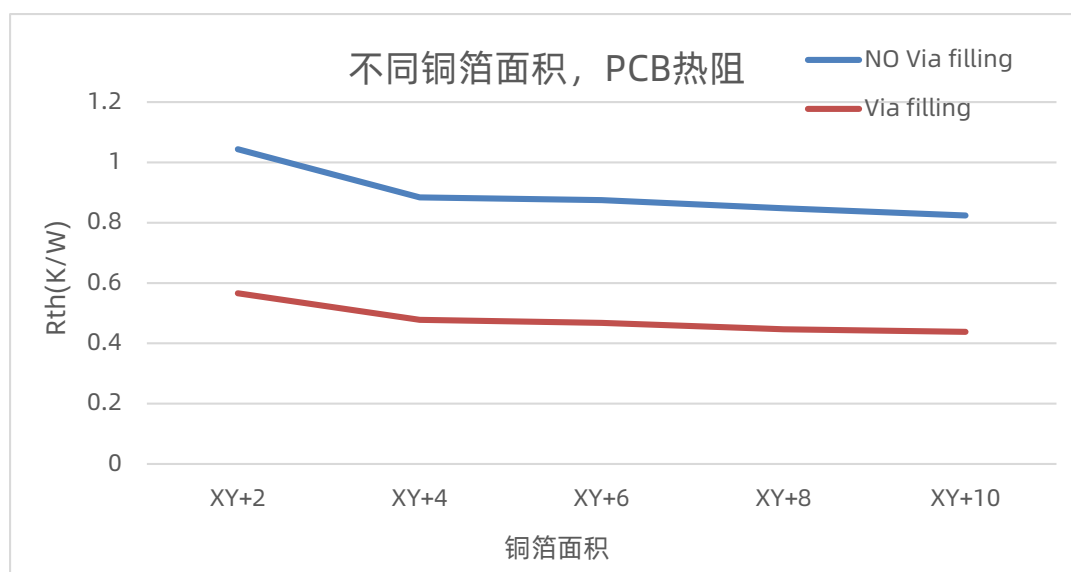


图 14 焊盘外围铜箔面积对PCB热阻的影响

从测试结果来看XY+2~XY+4的铜箔对PCB热阻影响较大，XY+2的热阻下降了37%，XY+4相比XY+2的热阻下降了16%，后续再扩大铜箔面积收益较小；因此，良好的PCB散热设计，至少保障XY+4的散热铜箔面积；

### 3.1.4. PCB厚度对热阻的影响

从测试结果来看，PCB的厚度会直接影响PCB的热阻，1mm的PCB热阻相比2mm，减少了40%；

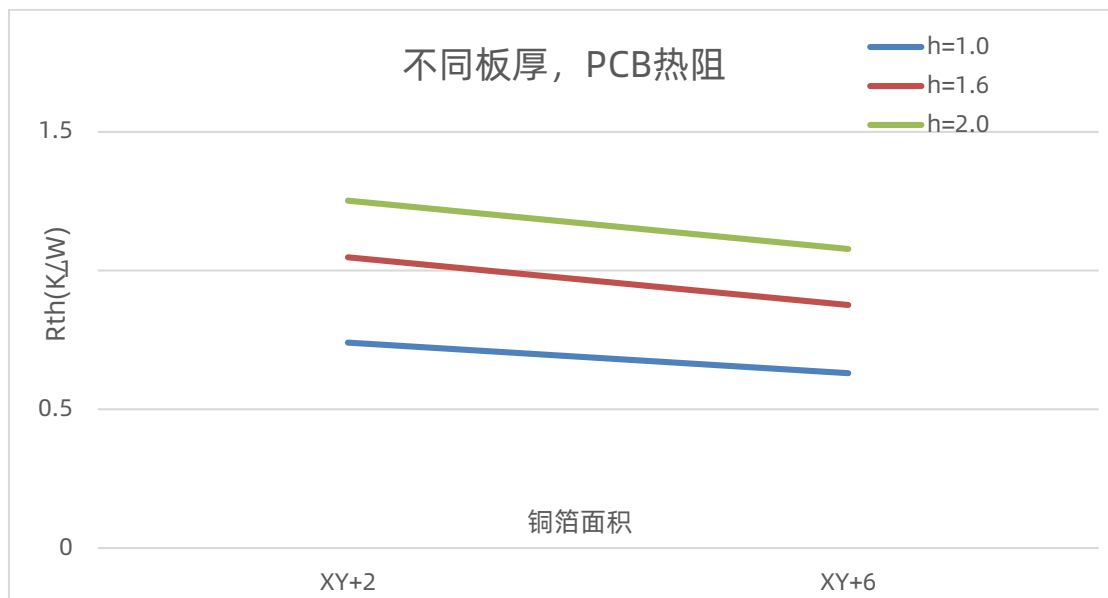


图 15 焊PCB厚度对PCB热阻的影响

### 3.1.5. 底部PCB散热设计小结

- 1、器件焊盘底部的过孔数量越多PCB热阻越低，DFN8\*8与TOLL封装器件，焊盘内使用ID=0.4mm，孔间距0.85mm的过孔，PCB热阻最低；
- 2、当焊盘内存在较多过孔时，焊盘外围的过孔数量对PCB热阻影响不大；
- 3、焊盘周围2mm~4mm铜箔对PCB热阻影响较大，继续扩大铜箔面积收益较低；
- 4、PCB的厚度对热阻有直接影响，请在保证结构强度的前提下尽量使用更薄的PCB板材；



## 3.2. 应用实例

### 3.2.1. TOLL封装散热应用实例

4KW 图腾柱PFC中使用Inno GaN INN650TA030AH (650V 30mR) 器件, 器件规格如下:

表 5 INN650TA030AH器件参数

Parameter	Value	Unit
$V_{DS,max}$	650	V
$R_{DS(on),max} @ V_{GS} = 6\text{ V}$	34	m $\Omega$
$Q_{G,typ} @ V_{DS} = 400\text{ V}$	16	nC
$I_{D,pulse}$	100	A
$Q_{oss} @ V_{DS} = 400\text{ V}$	200	nC
$Q_{rr} @ V_{DS} = 400\text{ V}$	0	nC

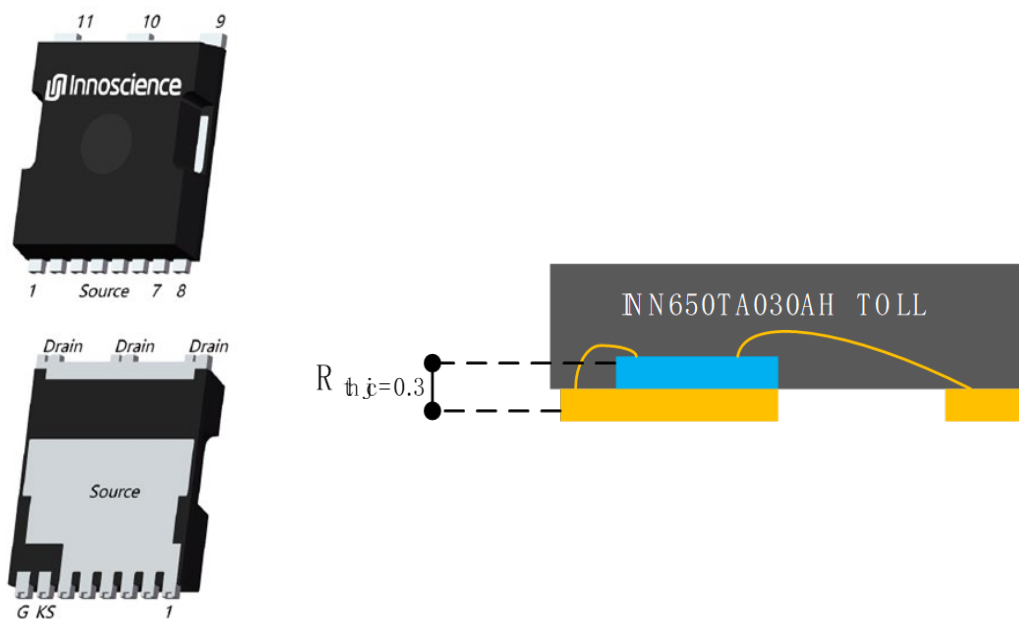


图 16 INN650TA030AH器件示意图

TOLL封装结至, PCB底部焊盘的热阻  $R_{thjc}$  只有0.3°C/W, 更适合于底部散热;

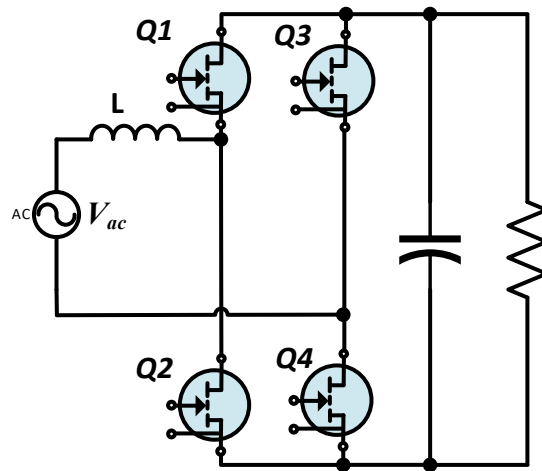
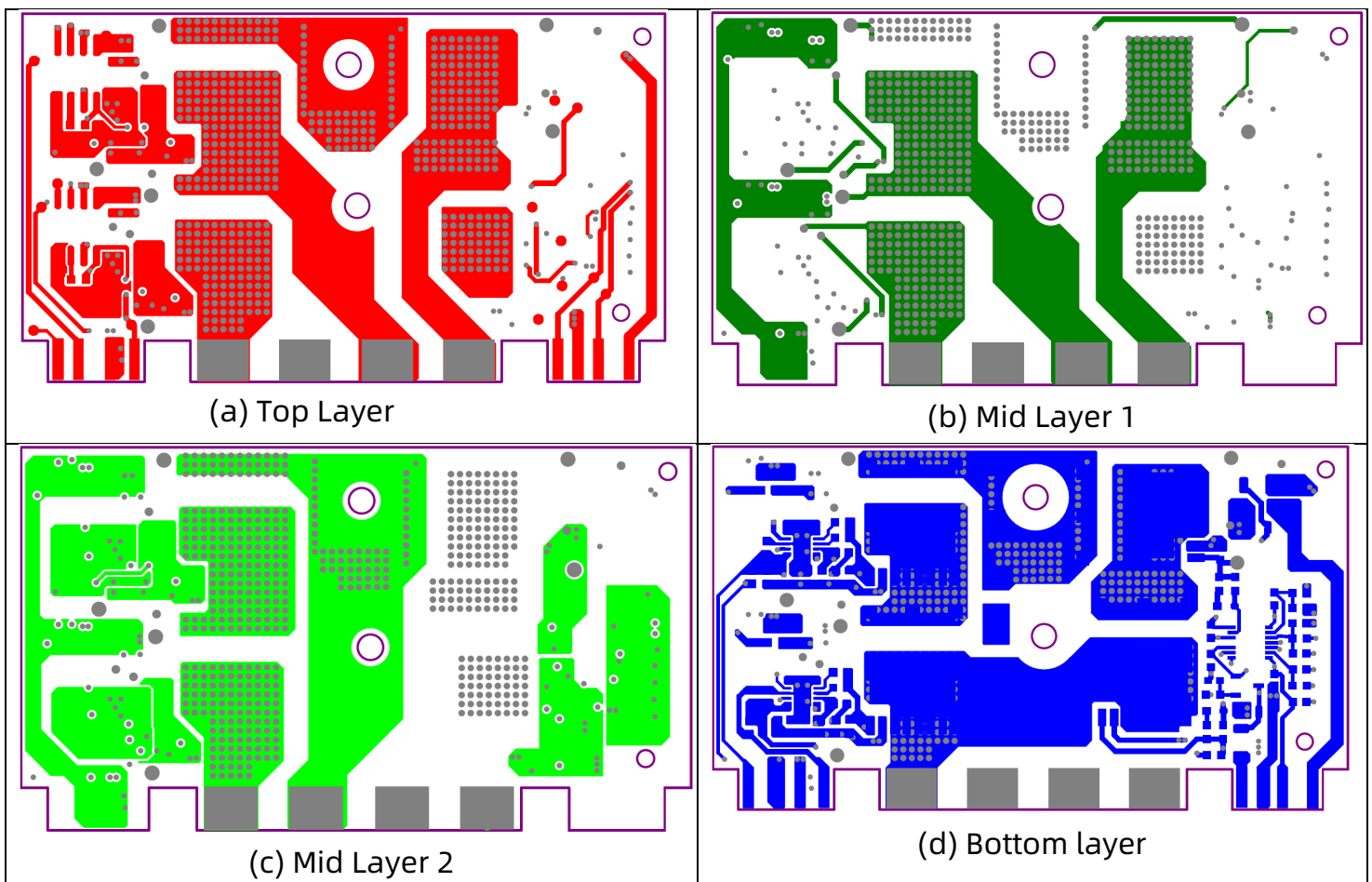


图 17 4kW图腾柱无桥PFC拓扑



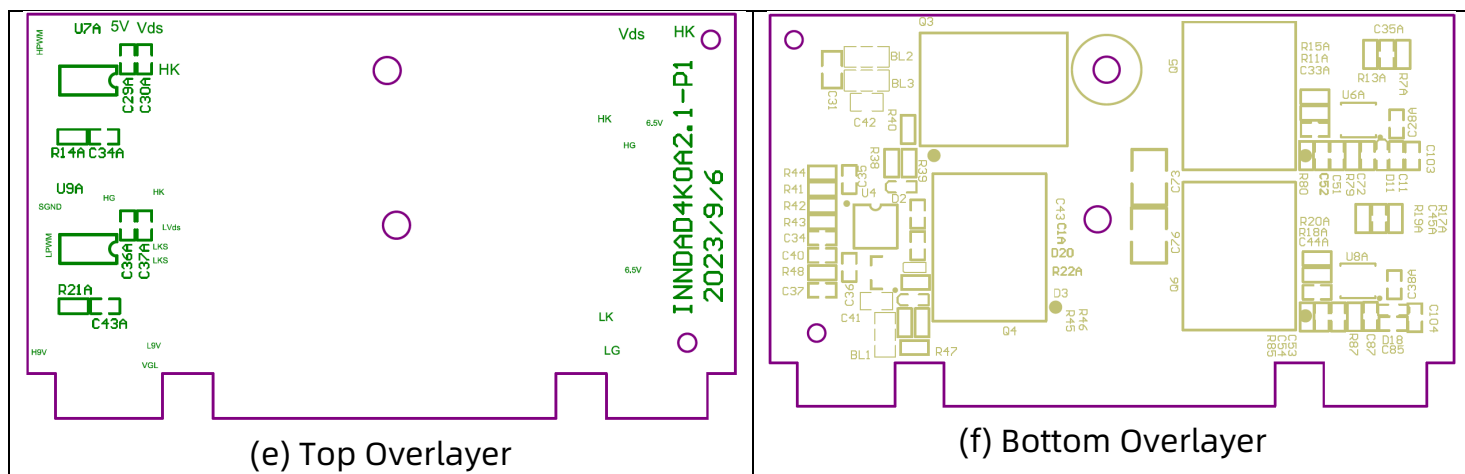


图 18 4kW图腾柱无桥功率小板PCB设计

散热设计：

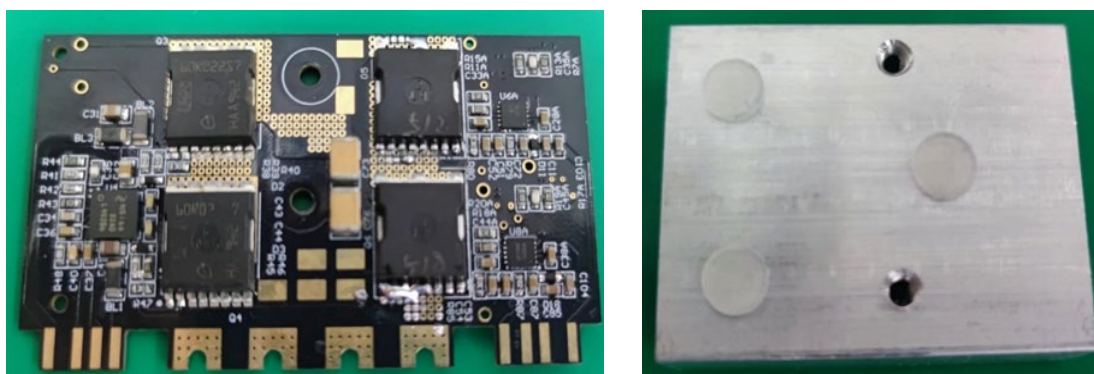


图 19 散热设计实物图

- 1、散热器上粘贴1mm厚度的硅胶垫片；
- 2、在PCB上涂敷型号——XK-40S（GLPOLY 导热系数4W/m\*K）的导热凝胶；
- 3、将散热器通过螺丝固定到PCB上；
- 4、散热器规格：20\*30\*15mm；PCB规格：PCB板厚1mm，器件焊盘过孔0.4/0.6过孔间距0.85；铜厚2oz；

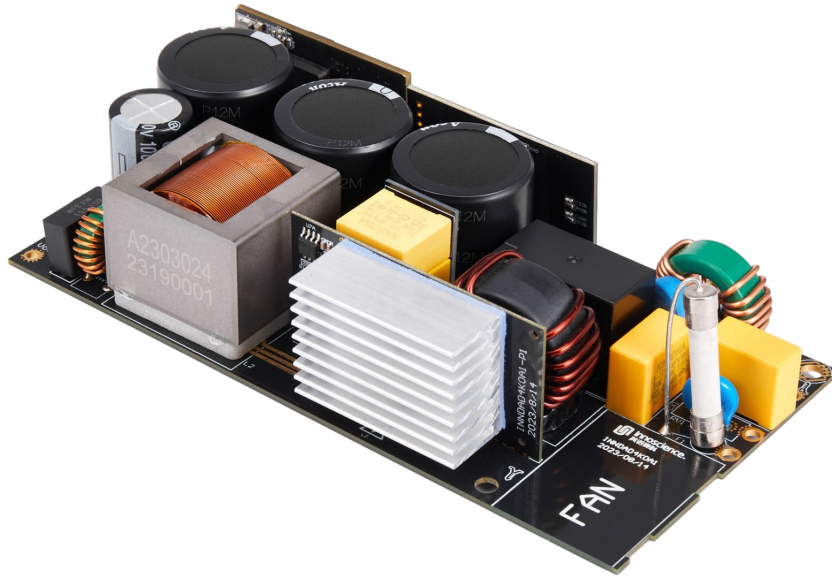


图 20 4KW图腾柱PFC照片

在 $V_{in}=230V_{ac}$   $P_o=3.9KW$  扇热风扇功率15W 的条件下测试Inno GaN上下管温度分别为 $67.4^{\circ}C$ 与 $71.4^{\circ}C$ ;

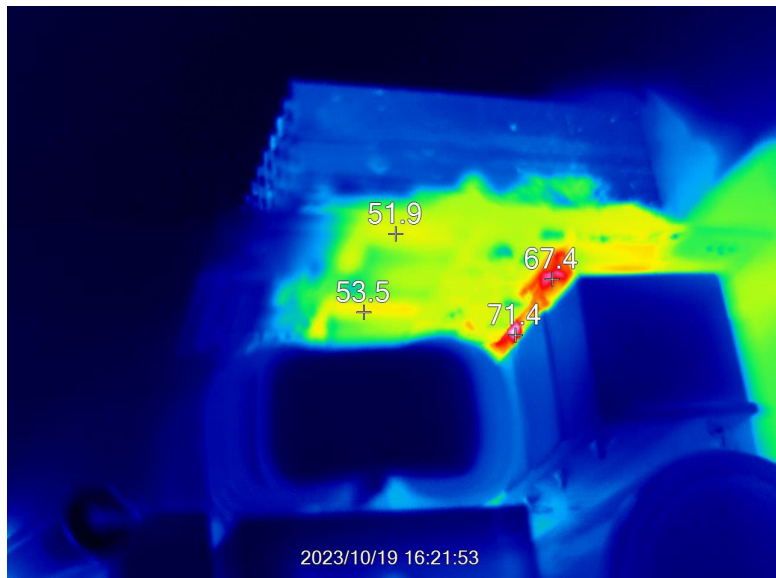


图 21 4KW PFCdemo 热成像测试

## 4. 交错底部焊盘散热设计

### 4.1. 交错底部焊盘PCB设计

#### 4.1.1. 过孔对GaN散热的影响

本章节分析条件为 PCB 尺寸：50mm\*50mm，定义 PCB 铺铜面积 S：6.25mm\*6.25mm，器件是 INN030FQ015A， $R_{\theta JB}$ :1.5°C/W， $R_{\theta JC}$ :12.4°C/W，器件在 PCB 正中间，器件损耗 1W，PCB 厚度均为 1.6mm，铜厚为 2oz，PCB 为 4 层板，周边只有 INN030FQ015A 的发热器件，分析场景为无风场景。表 1 中的  $R_{\theta JA}$  在一平方英寸的 FR4 板、单层 2oz 数据所得。

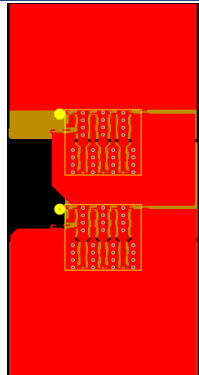
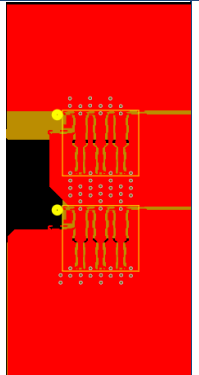
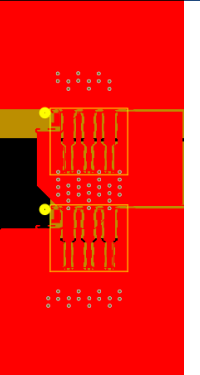
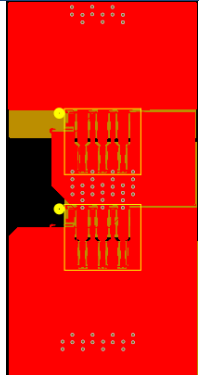
表 6 器件 INN030FQ015A 热阻信息

Symbol	Parameter	Typ	Unit
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	12.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	Thermal Resistance, Junction to Board	1.5	°C/W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	54.5	°C/W

器件散热和过孔间存在关系。在 PCB 设计中，过孔不但要承受连接不同层之间的电流，同时也保证器件的散热路径，以下是器件散热与过孔间的一些关系：

- 1、过孔位置：在相同的 PCB 面积下（12.5mm x 25mm），对比不同过孔的位置对器件热阻的影响；本文分析将过孔设计在焊盘正上方、靠近焊盘、离焊盘侧面 1.4mm、离焊盘侧面 5.8mm 等四种方案，对比在同样的损耗下（上下管各 1W）的器件温升。

表 7 分析过孔位置对器件热阻影响的不同方案

	方案 1 焊盘上	方案 2 靠近焊盘	方案 3 离焊盘侧 1.4mm	方案 4 离焊盘侧 5.8mm
热阻 (°C/W)	113.2	115.5	116.3	116.9
PCB				

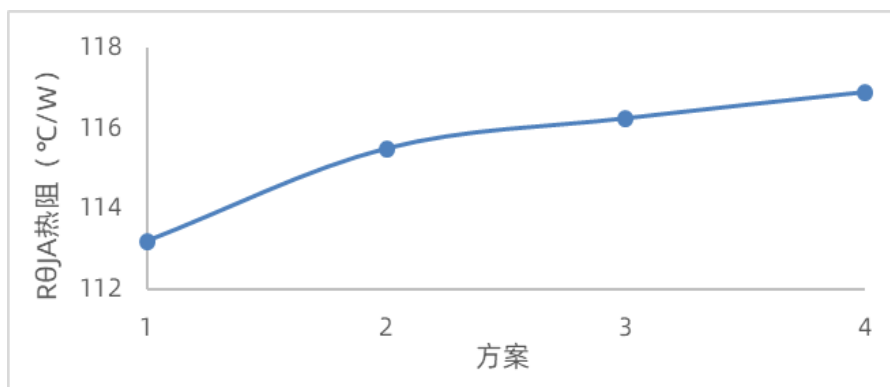


图 22 分析PCB布局方案和其对应方案的热阻

由数据可以看出，随着过孔远离器件焊盘，其热阻变大，散热能力变差。所以推荐优先将过孔放置在器件的焊盘上。

- 2、过孔数量：在铺铜面积为4S，研究过孔的数量与散热效果的影响。因为过多的过孔数量会导致PCB的局部阻抗增加，从而影响电流的传输效率。选择合适的过孔数量对于系统的效率和热有很大的帮助。

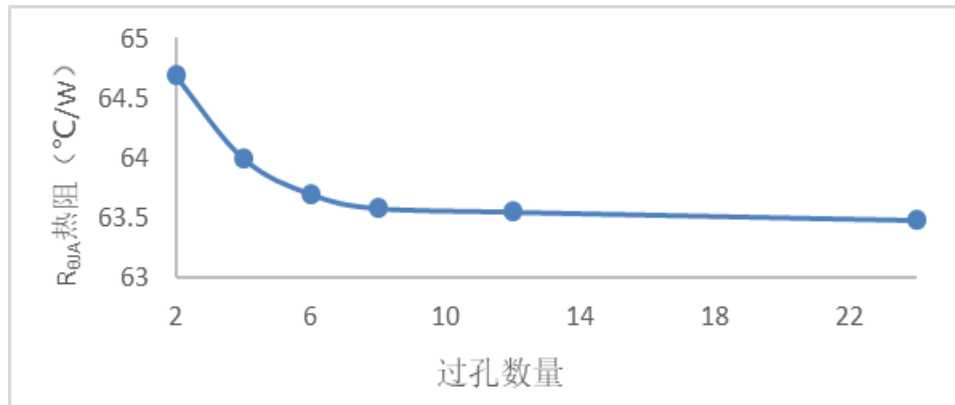


图 23 过孔与热阻的关系

通过分析数据看出，当过孔数量增加到6个时，系统热阻变化不大。在满足过孔电流密度的前提下，推荐每一个焊盘下的过孔数量为6个。

- 3、过孔间距：在铺铜面积为4S，研究不同孔间距（两个孔中心的间距）对散热的影响。由于器件（INN030FQ015A）焊盘尺寸的原因，一般推荐过孔参数为0.3mm/0.2mm，对比每一个焊盘数量为6的不同过孔间距的热阻变化如下。

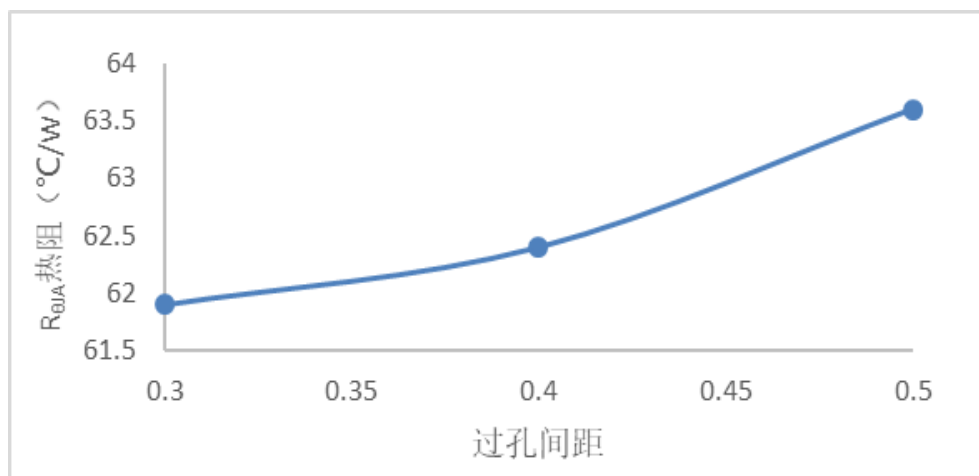


图 24 过孔间距与热阻的关系

可以看出，过孔间距越大，其热阻越大，对器件的散热有影响。在不破坏机械应力的条件下，优先使用小间距的组合。

- 4、过孔填充对器件散热的影响。为了改善板厚方向的导热性，过孔内壁镀铜，其效果相当于一个细铜将器件的热导到另一面，增强器件散热能力。过孔一般由孔壁、填充材料组成。针对不同填充材料，分析对比热阻，过孔采用铜填充可以帮助降低其热阻，提高器件的散热。分析数据看出，在价格成本允许的条件下，可以将过孔塞孔，可以增强其散热，同时能降低过孔的自身发热。

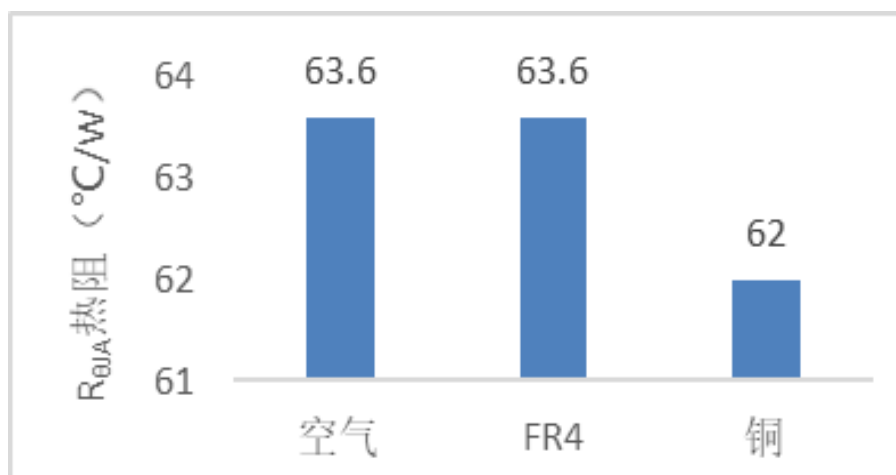


图 25 过孔填充与热阻的关系

综上所述，器件散热与过孔间距存在一定的关系。在PCB设计中，需要综合考虑过孔的数量、位置、尺寸、成本等因素，以达到优化散热效果。同时，也需要结合具体的散热设计，以保证器件的正常工作。

### 4.1.2. PCB面积对GaN散热的影响

由于受到PCB 布局走线的影响，不可能随心所欲的铺铜，那么需要找到一个非常平衡点是非常重要的。分别取2S/4S/6S/8S/12S/16S,只改变铜箔面积的情况进行定量分析；

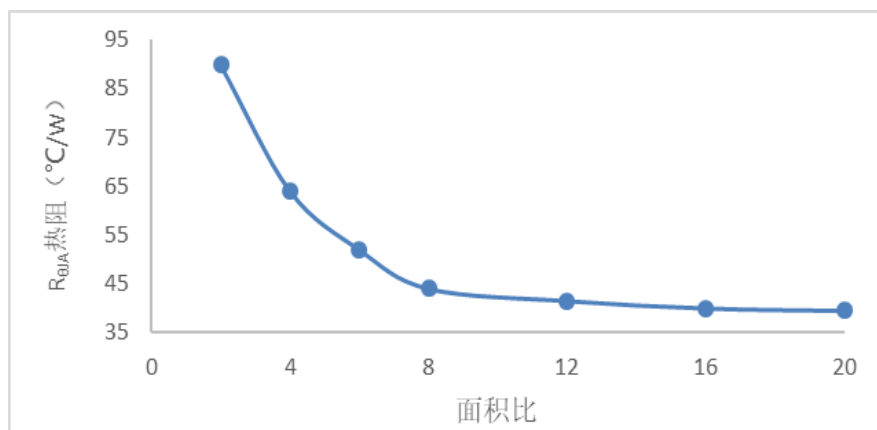


图 26 热阻与PCB铺铜面积的影响

在8S之前的热阻变化最大，在有限的板上空间，为了尽量减少器件的温度，应该适当增大芯片底的铺铜面积，并以8为最大的限度。

### 4.1.3. PCB的层数对GaN散热影响

在PCB生产设计中，主流印制电路板的介质材料为FR-4，由于FR-4的导热率非常低，电路板上的热量主要是依靠铜箔传递。本小节研究的是PCB层数的影响；PCB铺铜面积为4S，PCB层数为2/4/6/8的热阻数据对比分析，PCB层数越多，对器件的散热有帮助。

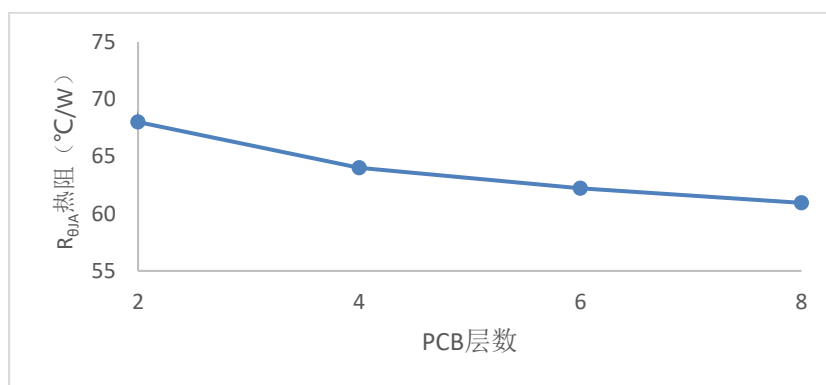


图 27 热阻与PCB层数关系



#### 4.1.4. 交错底部焊盘封装PCB散热设计总结

在PCB设计中的叠层、走线、铺铜、过孔等因素都会对Ga<sub>N</sub>散热有很大的影响，在设计的过程中必须重视，具体设计准则如下：

PCB过孔设计：

- 1、 在满足电流密度的条件下，建议每一个焊盘上的过孔数量至少6个；
- 2、 在过孔直径（0.3mm/0.2mm）特定情况下，过孔之间距离采用0.3mm，散热效果更优；
- 3、 在相同的过孔数量条件下，优先推荐过孔在焊盘正下方；

叠层结构：

- 1、 在PCB单板中，横向导热率比纵向导热要强，这是由铜箔和FR-4材料决定的，在条件允许的情况下，可适量增加发热面的铜厚，
- 2、 在成本允许的情况下，可以优先增加PCB的层数，有助降低器件温升；

铜箔位置和面积：

- 1、 在PCB设计的时候，尽量保证铜箔在器件地面的每一个方向都有延伸，条件允许的情况下，可以与器件为中心，四周铺铜；

## 4.2. 应用实例

### 4.2.1. QFN封装应用实例

本实例在4个并联INN030FQ015A<sup>[2]</sup>的半桥buck拓扑完成实验数据测试；器件规格如下，

表 8 INN030FQ015A器件参数

Parameter	Value	Unit
$V_{DS,max}$	30	V
$R_{DS(on),max} @ V_{GS} = 5\text{ V}$	1.5	m $\Omega$
$Q_{G,typ} @ V_{DS} = 15\text{ V}$	22.8	nC
$I_{D,pulse}$	300	A
$Q_{oss} @ V_{DS} = 15\text{ V}$	43	nC

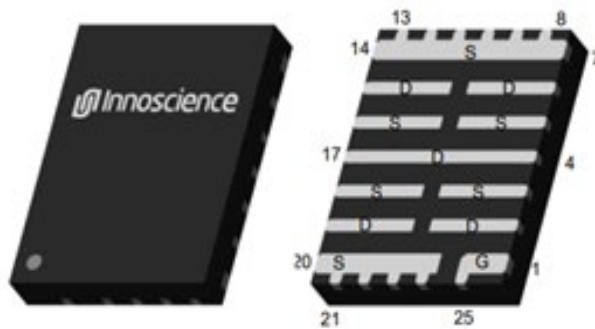


图 28 INN030FQ015A器件示意图

拓扑图如下：

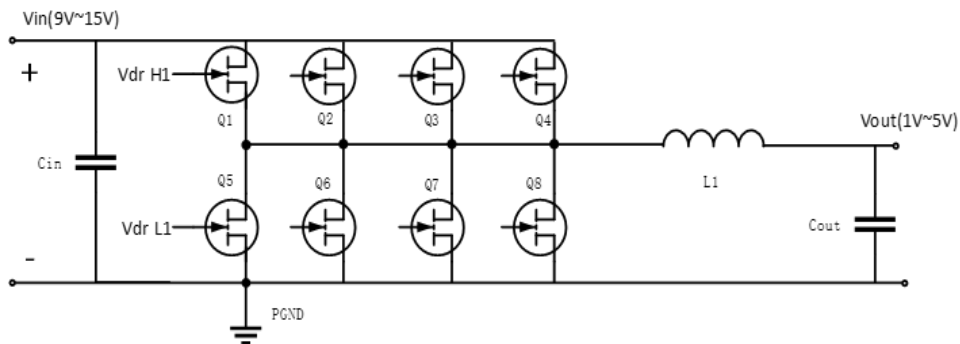


图 29 拓扑示意图

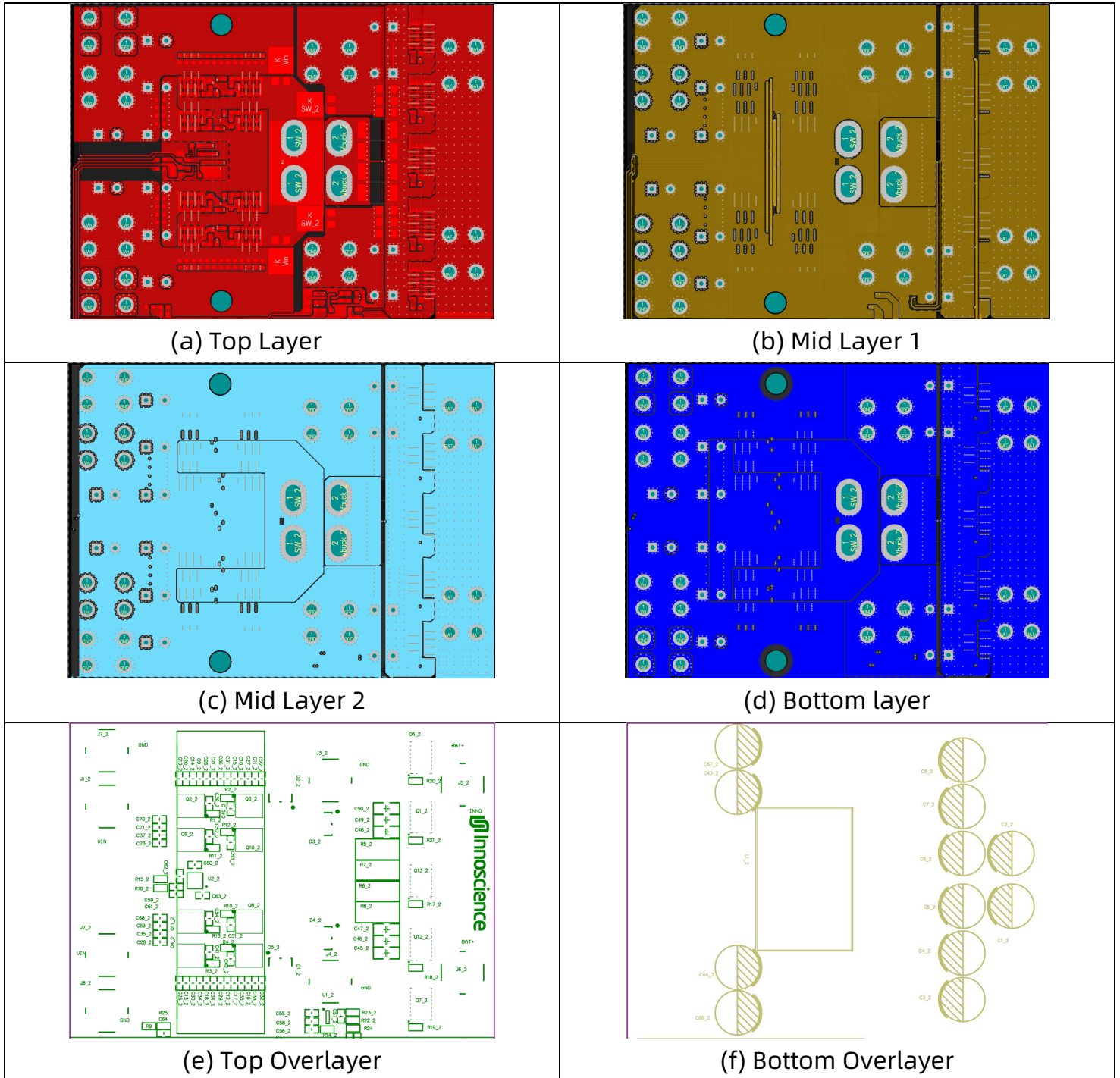


图 30 4管并联Buck PCB设计

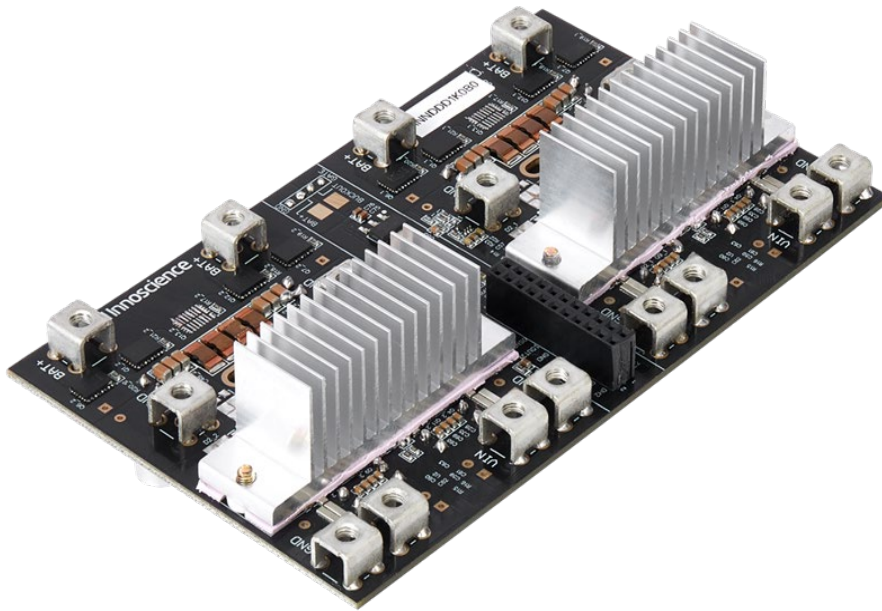


图 31 4管并联两路交错实物照片

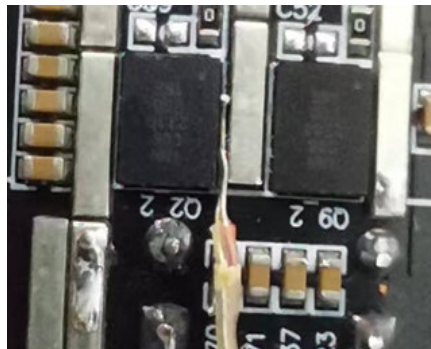


图 32 热电偶测试点

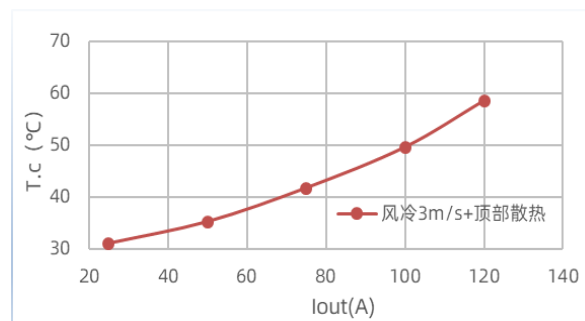


图 33 不同负载下热电偶测试温度

系统PCB采用FR4-4层板，厚度：1.6mm 铜厚：2oz，系统工作频率300kHz, Vin：12V, Vout：5V；导热垫片：NDST-CP120-T500-T1（导热系数为5W/m\*K），系统在输出120A的，通过热电偶测试其温度为58.6°C，系统散热效果良好。

#### 参考文献

- 1、 杨正，张臻，全鹏，夏登福，刘志康，基于Icepak的光伏并网逆变器热分析及热设计优化。太阳能学报，2020年2月，第41卷 第2期；
- 2、 [https://ynsk.shwebspaces.com/uploads/INN030FQ015A\\_Datasheet\\_R ev1.0\\_20231227.pdf](https://ynsk.shwebspaces.com/uploads/INN030FQ015A_Datasheet_R ev1.0_20231227.pdf)

## 历史版本

日期	版本	备注	作者
2024/04/03	1.0	第一版	AE 团队



## Note:

There is a dangerous voltage on the demo board, and exposure to high voltage may lead to safety problems such as injury or death.

Proper operating and safety procedures must be adhered to and used only for laboratory evaluation demonstrations and not directly to end-user equipment.



## Reminder:

This product contains parts that are susceptible to electrostatic discharge (ESD). When using this product, be sure to follow antistatic procedures.



## Disclaimer:

Innoscience reserves the right to make changes to the products or specifications described in this document at any time. All information in this document, including descriptions of product features and performance, is subject to change without notice. INNOIC ACCEPTS/RBIT ACCEPTS NO LIABILITY ARISING OUT OF THE USE OF ANY EQUIPMENT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN. The performance specifications and operating parameters of the products described in this article are determined in a stand-alone state and are not guaranteed to be performed in the same manner when installed in the customer's product. Samples are not suitable for extreme environmental conditions. We make no representations or warranties, express or implied, as to the accuracy or completeness of the statements, technical information and advice contained herein and expressly disclaim any liability for any direct or indirect loss or damage suffered by any person as a result thereof. This document serves as a guide only and does not convey any license under the intellectual property rights of Innoscience or any third party.