

R818 散热设计指导

文档版本：V1.0

发布日期：2020-03-10

全志科技版权所有，侵权必究

Copyright © 2020 by Allwinner. All rights reserved

Page 1 of 17



秘密▲5 年

版权所有 © 珠海全志科技股份有限公司

未经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档的内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



、Allwinner、Allwinnertech、全志科技和其他全志科技商标均为珠海全志科技股份有限公司的商标，并归珠海全志科技股份有限公司所有。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受全志科技公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，全志科技公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

珠海全志科技股份有限公司

地址：广东省珠海市高新区创新海岸科技二路 9 号

网址：<http://www.allwinnertech.com>

全志科技版权所有，侵权必究

Copyright © 2020 by Allwinner. All rights reserved

Page 2 of 17



秘密▲5 年

前言

概述

本文档主要介绍 R818 芯片在应用方案设计中散热设计要点和注意事项，指导客户进行方案散热设计，保证散热设计质量。

目的

随着产品超薄化的趋势，高性能化的不断发展，元器件的密度随之增加，电路板面积一直在缩小，散热设计越来越困难，产品过热问题日益突出，由热故障造成的损失，不仅影响电路的稳定性和可靠性，导致成本上升，还直接影响产品终端用户体验。热设计出现不可抗拒的趋势，可以说“没有热设计，就没有产品”。

适用对象

本文档主要适用于：

- 热设计工程师
- PCB layout 工程师
- 产品硬件开发工程师
- 技术支持工程师
- 产品测试工程师

修订记录

修订记录累积每次文档的更新说明，最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容，请以最新版为准。

版本	修改记录	日期	作者	备注
Ver 1.0	Initial Version	2020-03-10		

目录

前言.....	3
目录.....	4
图表.....	4
1. 热成因.....	5
2. 热设计基础知识.....	5
2.1. 热传导.....	5
2.2. 热对流.....	6
2.3. 热辐射.....	7
2.4. 热阻.....	8
2.5. JEDEC 芯片封装的热阻参数.....	8
2.6. 热阻参数与热性能参数区别.....	9
3. 散热途径.....	10
3.1. 封装级散热.....	10
3.2. 板级散热.....	12
3.2.1. 单板整体布局.....	12
3.2.2. 过孔散热.....	13
3.2.3. trace 与 shape.....	15
3.3. 系统级散热.....	17
3.3.1. 环境温度.....	17
3.3.2. 器件温度.....	17
3.3.3. 系统升温.....	17

图表

图 2-7 芯片封装热阻示意图.....	9
图 2-8 常见封装热阻表现.....	9
图 3-4 高热器件布局示意图.....	12
图 3-5 芯片下方保证足够地孔.....	13
图 3-6 PMIC 地焊盘全连接处理.....	14
图 3-7 EPAD 钢网处理.....	14
图 3-8 散热焊盘均匀添加地孔.....	15
图 3-9 重要电源满足过流能力.....	15
图 3-10 元器件地焊盘处理示意图.....	16
图 3-11 热敏器件布局示意.....	16
图 3-12 PMIC 正反面阻焊开窗.....	17

1. 热成因

电路在工作时，有效输出功率通常只占输入功率的一小部分，这部分多余的功率就会转化为热量，以热能形式散发出来，其中又有很大一部分热量传递到 PCB 上，温度过高对大多数电子元器件将产生严重影响，导致电子元器件功能失效，进而引起整个设备失效。

2. 热设计基础知识

自然界热量的传递方式主要分为热传导、热对流、热辐射。如下图所示：

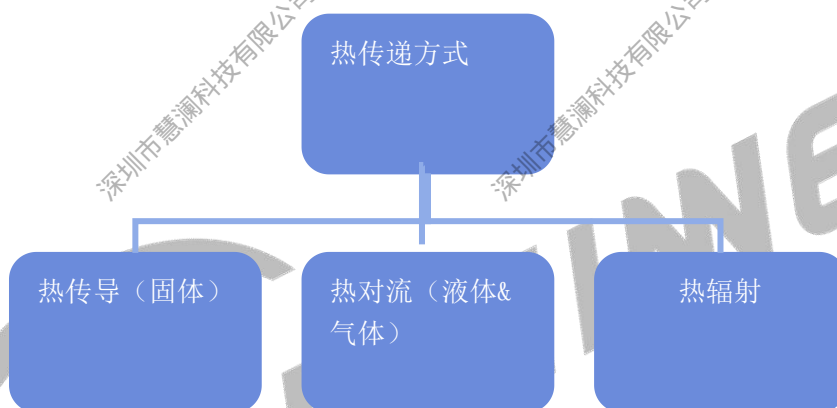


图 2-1 热传递方式

2.1. 热传导

物体各部分之间不发生相对位移，依靠分子、原子及自由电子等微观粒子的热运动而产生的热量。例如，固体内部的热量传递和不同固体通过接触面的热量传递。芯片向封装壳体外部传递热量主要就是传导导热。

1) Fourier 导热定律： $Q = \lambda A (T_h - T_c) / \delta$

其中，

A 为与热量传递方向垂直的面积，单位为 m^2

T_h 与 T_c 分别为高温与低温面的温度

δ 为两个面之间的距离，单位为 m

λ 为材料的导热系数，单位为 $W/(m \cdot ^\circ C)$ ，具有方向性。

根据傅里叶导热定律，导热量与温差和导热面积成正比，与导热距离成反比。

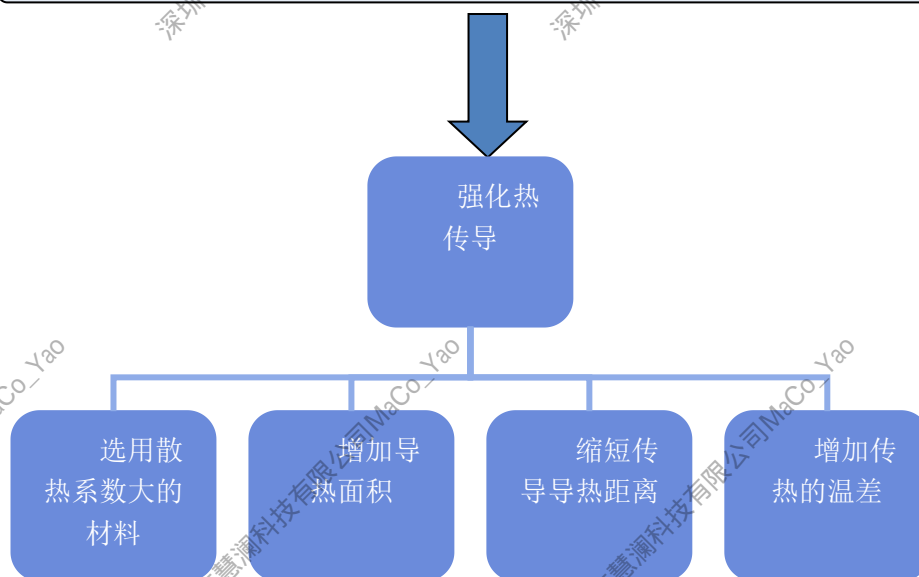


图 2-2 强化热传导的措施

2.2. 热对流

运动着的流体流经固体表面时与固体表面之间发生的热量交换过程。根据流动的起因不同，对流换热可分为强制对流换热和自然对流换热两类。前者是由于泵，风机或者其它外部动力源造成的，后者通常由于流体自身温度场的不均匀性造成不均匀的密度场，因此产生的浮升力成为运动的动力。

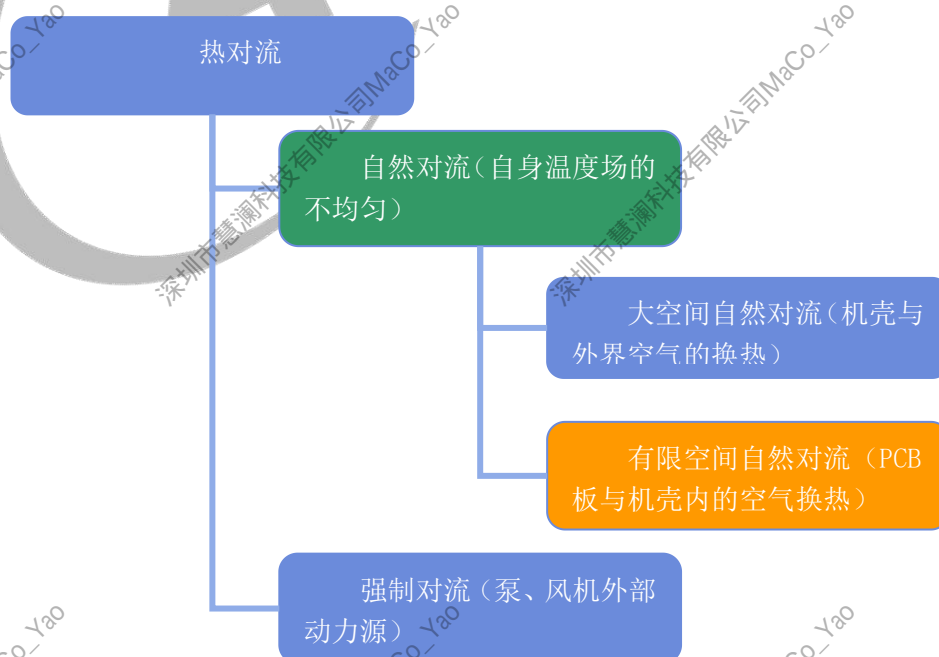


图 2-3 热对流分类

牛顿冷却定律:

$$Q = h A \Delta t$$

Q 为对流传热量, W

h 为换热系数, $W/m^2 \cdot ^\circ C$

A 为有效换热面积, m^2

Δt 为换热表面与流体温差, $^\circ C$

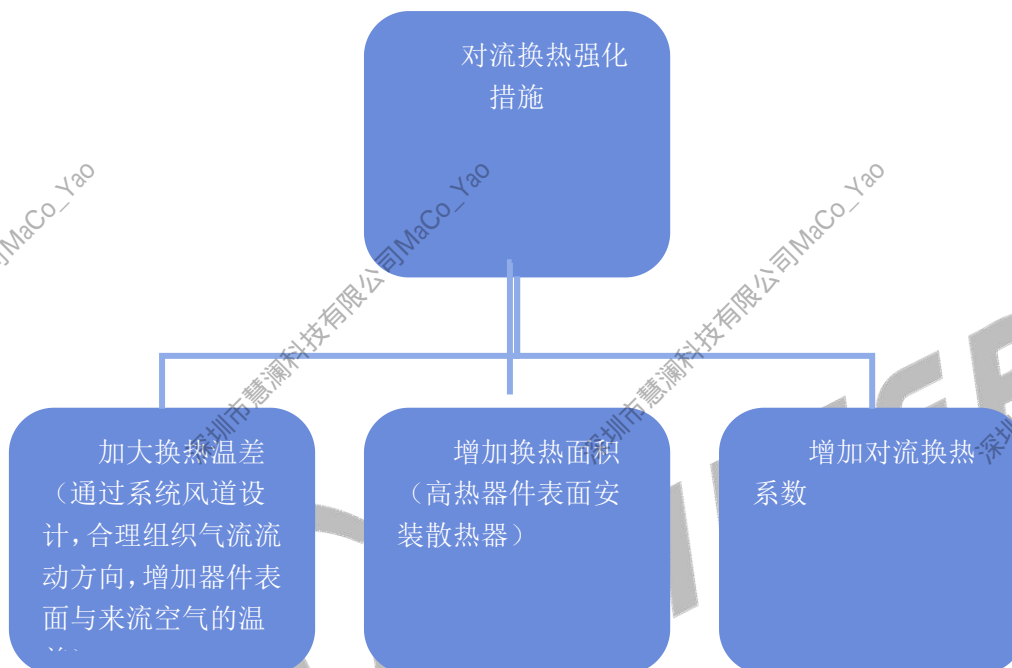


图 2-4 对流换热强化措施

2.3. 热辐射

辐射是通过电磁波来传递能量的过程, 热辐射是由于物体的温度高于绝对零度时发出电磁波过程, 两个物体之间通过热辐射传递热量成为辐射换热。热辐射是真空中进行传热的唯一方式。

$$Q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Q 为辐射散热量, W

ε 为散热表面辐射率 (黑度), $W/m^2 \cdot ^\circ C$

σ 为斯蒂芬-玻尔兹曼常数, $5.67 \times 10^{-8} (W/m^2 K^4)$

T 为绝对温度, K

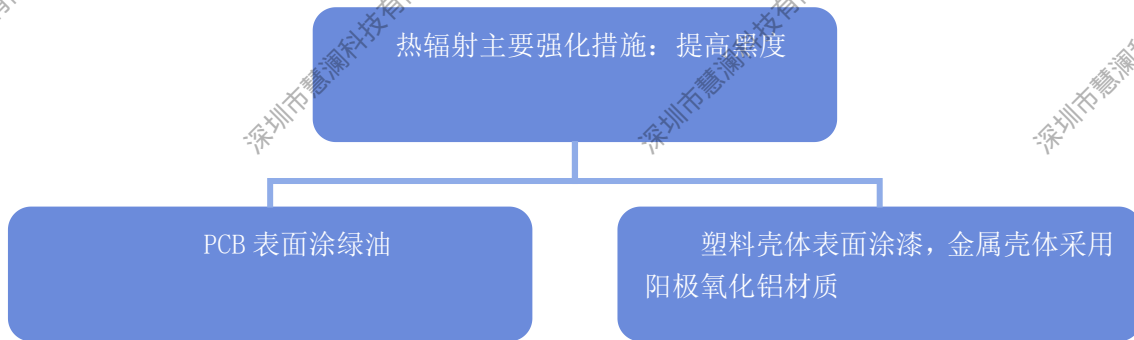


图 2-5 热辐射强化措施

2.4. 热阻

对传导换热和对流换热公式进行变换：

Fourier 导热公式：

$$Q = \lambda A (T_h - T_c) / \delta$$

由式 1.1 可以得出：

$$Q = (T_h - T_c) / [\delta / (\lambda A)]$$

Newton 对流换热公式：

$$Q = \alpha A (T_w - T_{air})$$

由式 1.3 可以得出

$$Q = (T_w - T_{air}) / (1 / \alpha A)$$



图 2-6 热阻公式

2.5. JEDEC 芯片封装的热阻参数

θ_{ja} , 结（即芯片）到空气环境的热阻： $\theta_{ja} = (T_j - T_a) / P$

θ_{jc} , 结（即芯片）到封装外壳的热阻： $\theta_{jc} = (T_j - T_c) / P$

θ_{jb} , 结（即芯片）到 PCB 的热阻： $\theta_{jb} = (T_j - T_b) / P$

热性能参数：

ψ_{jt} , 结到封装顶部的热参数： $\psi_{jt} = (T_j - T_t) / P$

ψ_{jb} , 结到封装底部的热参数： $\psi_{jb} = (T_j - T_b) / P$

其中

T_j 为芯片结温, $^{\circ}\text{C}$

T_a 为空气环境温度, $^{\circ}\text{C}$

T_b 为芯片根部 PCB 表面温度, $^{\circ}\text{C}$

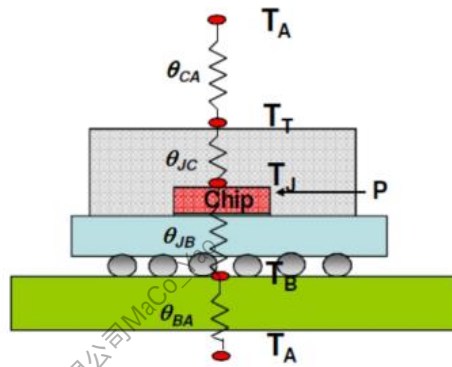


图 2-7 芯片封装热阻示意图

2.6. 热阻参数与热性能参数区别

1) θ_{jc} 是结到封装表面离结最近点的热阻值。 θ_{jc} 测量中设法使得热流“全部”由封装外壳通过。

2) ψ_{jt} 与 θ_{jc} 完全不同, 并非是器件的热阻值, 只是个数学构造物, 只是结到 TOP 的热特征参数, 因为不是所有热量都是通过封装顶部散出的。实际应用中, ψ_{jt} 对于由芯片封装上表面测试温度来估计结温有有限的参考价值。

3) θ_{jb} 用来比较装于板上表面安装芯片封装热性能的品质参数(Figure of Merit), 针对的是 2s2p PCB, 不适用板上有不均匀热流的芯片封装。

4) θ_{jb} 与 ψ_{jb} 有本质区别, $\theta_{jb} > \psi_{jb}$, 与 ψ_{jt} 同理, ψ_{jb} 为结到 PCB 的热特征参数。

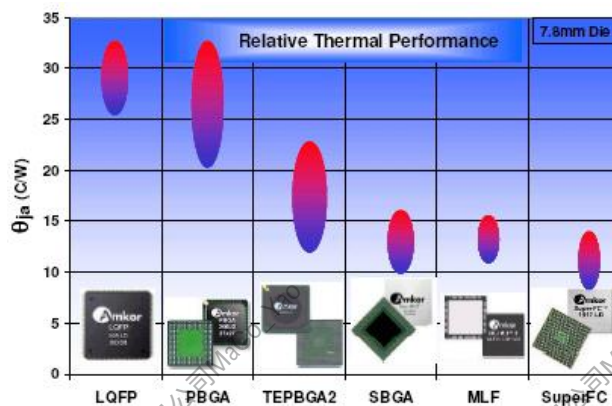


图 2-8 常见封装热阻表现

全志科技版权所有, 侵权必究

Copyright © 2020 by Allwinner. All rights reserved

Page 9 of 17

3. 散热途径

散热途径主要分为如下三种：

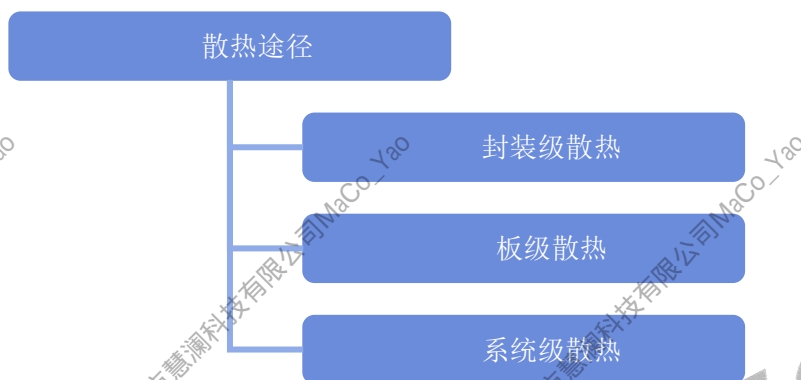


图 3-1 散热途径分类

3.1. 封装级散热

封装级散热取决于封装的结构类型，不同封装结构散热方式有差异。具体如下所示：

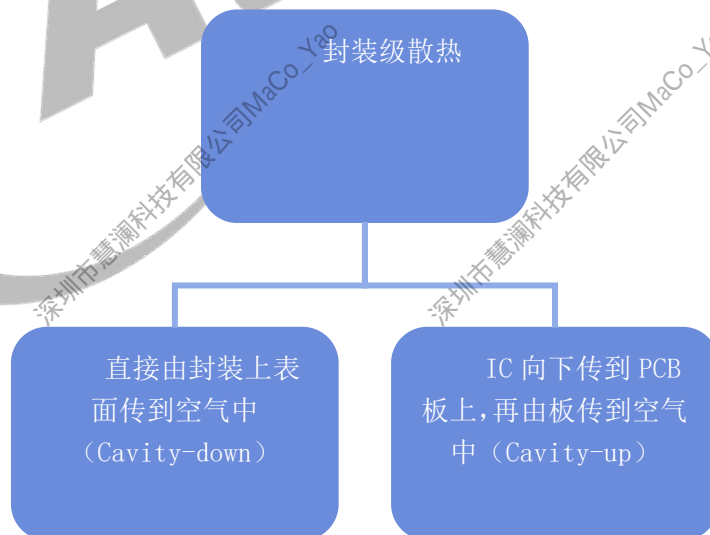
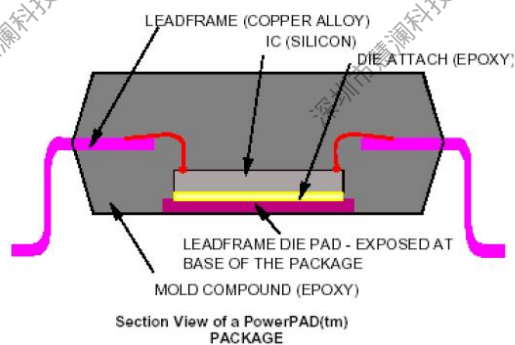
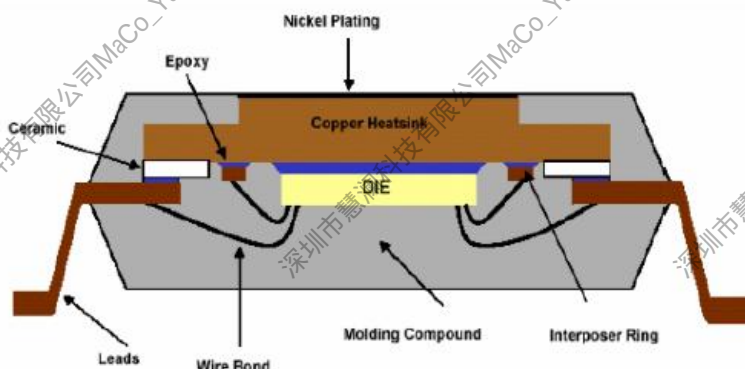


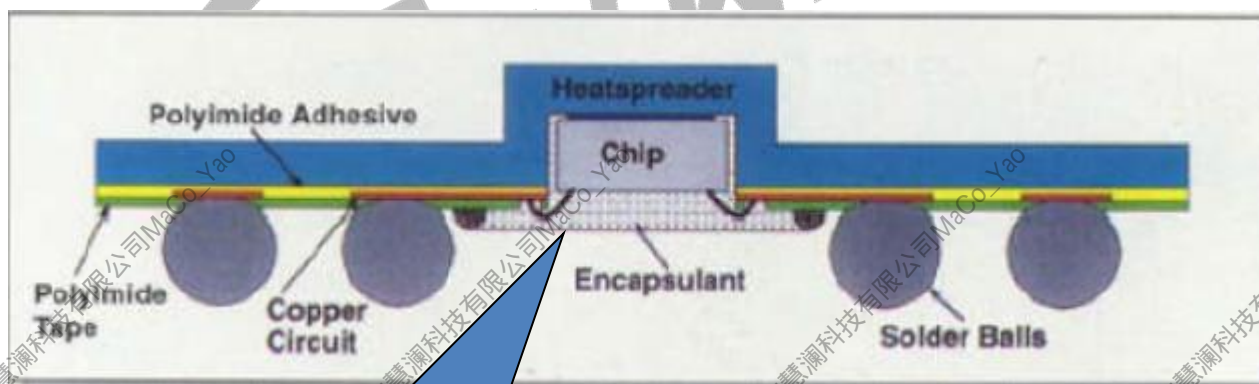
图 3-2 封装级散热方式分类



Cavity-up



Cavity-down



R818 SOC 封装结构 Cavity-down

Die

基板、焊球、

上表面

外部

图 3-3 典型封装散热示意图

Tips

单板芯片局部散热设计时，一定要关注芯片的实际结构，采取相应的散热措施。

3.2. 板级散热

3.2.1. 单板整体布局

- 1) 自然对流时 PCB 水平放置效果较垂直放置的效果要差，这是因为垂直放置时气流可有效流过器件表面，而水平放置时，气流只从器件表面向上流动；在强制对流时，由于风量大，因此放置方向的效果不明显。
- 2) 若结构允许，发热器件（CPU、PMIC）尽量放置在 TOP 层（靠 LCD 一侧），便于贴散热膜和金属中框接触散热，同时有利于屏蔽罩更充分的接地。以前常规的做法是放在 Bottom 面（靠后壳一侧），这种布局散热较差。
- 3) 发热量小或耐热性差的器件放在冷却气流的最上游，发热量大或耐热性能好的器件放在冷却气流的最下游。
- 4) 发热器件应尽可能分散布置，使得单板表面耗热均匀分布在电路板上，保持电路板表面温度性能均匀一致，避免 PCB 上功率密度太高的区域，以免出现热点影响整个电路的正常工作。
- 5) 将发热量最大和功耗最高的器件布置在散热最佳位置，不要将 CPU、PMIC 等发热高的器件放置在 PCB 角落或板边，设计功率电阻时尽可能选择大封装器件。
- 6) 对于温度较敏感的器件，最好放置在温度低的区域，远离热源或者将其隔离，多个器件交错布局。

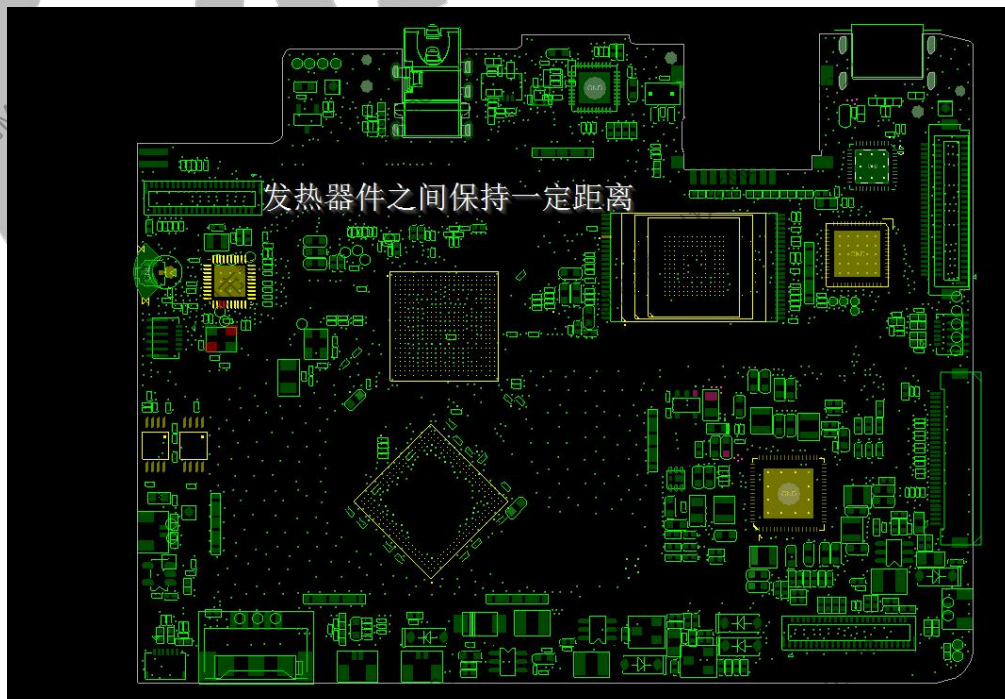


图 3-4 高热器件布局示意图

7) 主地层尽量靠近器件面, 借助铜箔散热; R818 BGA 芯片的中间部分 GND 焊球是专门设计来散热的, 因此一定要接到地层上。

8) 元器件的安装应尽量减少外壳与散热器表面的热阻, 即接触热阻; 对于多层电路板, 多打地孔来减少通过线路板的传导热电阻, 这些小孔就是热通路或热道。

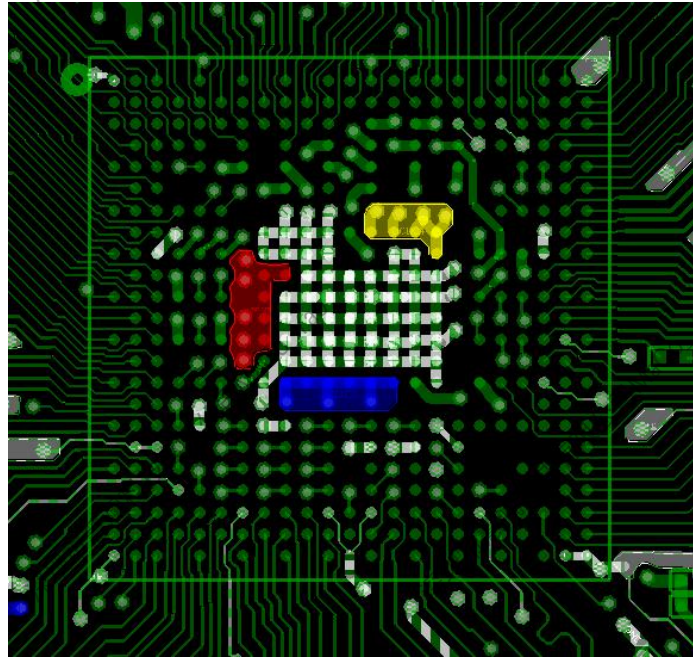


图 3-5 芯片下方保证足够地孔

3.2.2. 过孔散热

1) 对于 QFP/QFN 封装的 IC, 结到 EPAD 的热阻远小于结到塑封表面的热阻, EPAD 是 IC 主要的散热途径 (热传导热量总是优先沿着热阻最小的通路传导)。散热焊盘封装设计面积不能小于 IC 实物的 EPAD, 若设计为通孔散热, 则散热焊盘与各层的地 GND 平面采用全连接方式, 禁止采用花焊盘连接。

对于 R818 平台的 PMIC 散热焊盘连接方式如下:

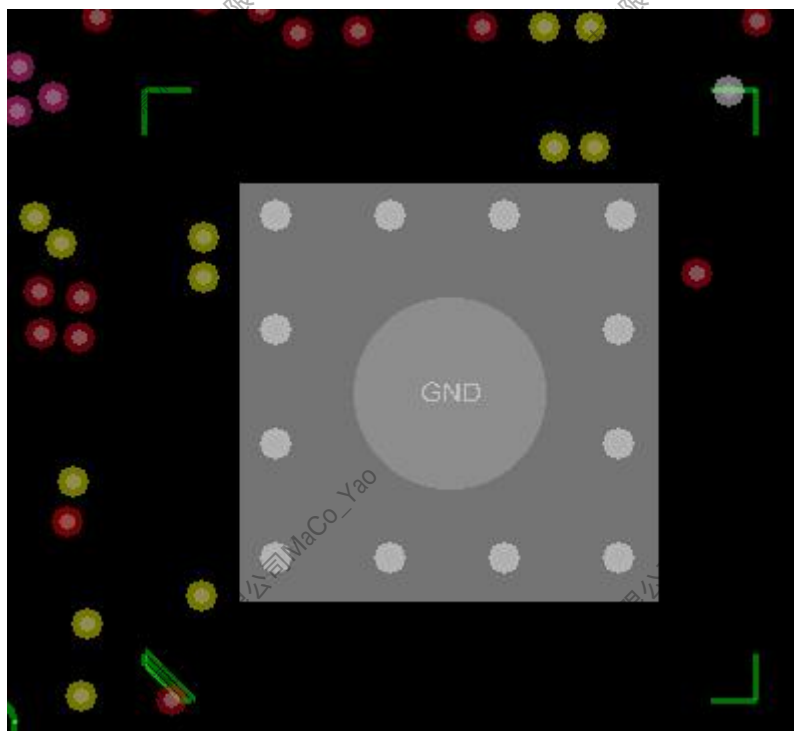


图 3-6 PMIC 地焊盘全连接处理

2) 对于表贴单层 EPAD, 为了保证散热焊盘与 EPAD 通过焊锡充分连接, 减少接触热阻, 散热焊盘钢网开口面积占焊盘面积 50%~80%。为了防止锡珠产生, 钢网开口形状采用 3X3, 2X4 等矩阵状。

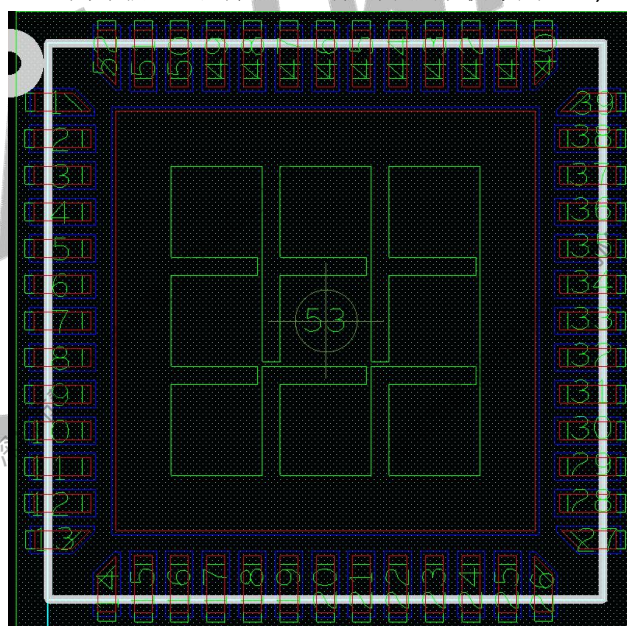


图 3-7 EPAD 钢网处理

3) 由于 PCB 法线方向导热系数很低, 散热焊盘中的散热过孔设计可以显著的增加法线方向导热系数。但是过孔数量增加到一定程度后对散热改进程度减少, 且减少其它网络布线空间, 因此需合理增加过孔, 经验表明, 推荐过孔设计方案: 孔径 10~12mil, 孔中心间距 30~40mil。

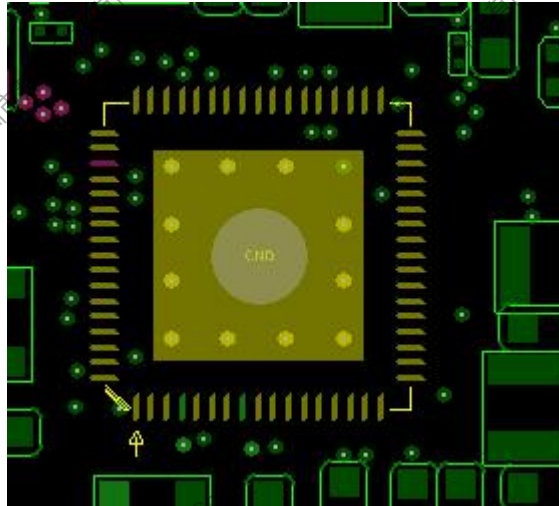


图 3-8 散热焊盘均匀添加地孔

4) 不使用的 pin, 在不影响功能的情况下, 建议接地。

5) 针对带有 thermal pad 的器件, 打孔位置尽量靠近器件中心位置, 因为器件产生热量的 die, 一般都位于器件的中央。

3.2.3. trace 与 shape

1) 各层 trace 与 shape 参考 R818 原理图设计中载流能力来评估宽度, 必须满足过流, 否则可能引起温升超标。尤其是 R818 的 0.9V, 1.2V, 3.3V DC-DC 电源和 4.2V VBAT 电源。

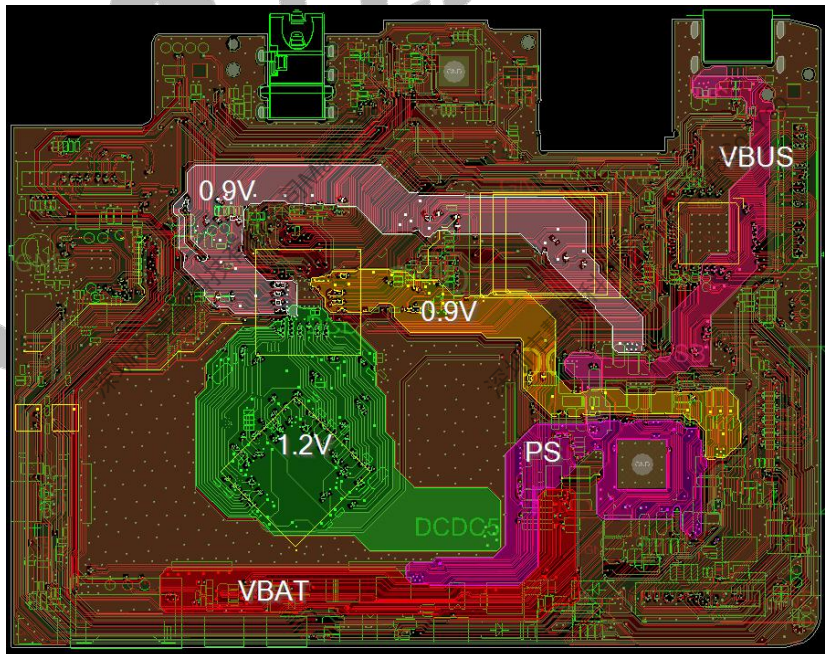


图 3-9 重要电源满足过流能力

2) 较大的 shape 对管脚散热和过流十分有利, 但在过波峰焊或回流焊时由于铜皮散热太快, 容易造成焊接不良, 必须采用隔热设计, 如花焊盘连接, 0402 以下片式器件焊盘必须采用花焊盘连接, 禁止全连接 (ESD 期间除外)。



图 3-10 元器件地焊盘处理示意图

- 3) 尽量保证 GND 平面和电源层各电源部分平面的连续性和完整性。
- 4) 在 PCB Layout 空间允许的情况下, 在 PCB 底层的地也尽可能有大的铜皮利于散热。
- 5) PCB 板上较大功率器件均匀摆放, 避免多个热源靠在一起, SOC 尽量靠 PCB 中间放置, PMU 距离 SOC 2cm 以上。
- 6) 热敏感器件距离高发热器件 1cm 以上, 如 wifi/BT、SENSOR 芯片距离 SOC 与 PMU 1cm 的距离。

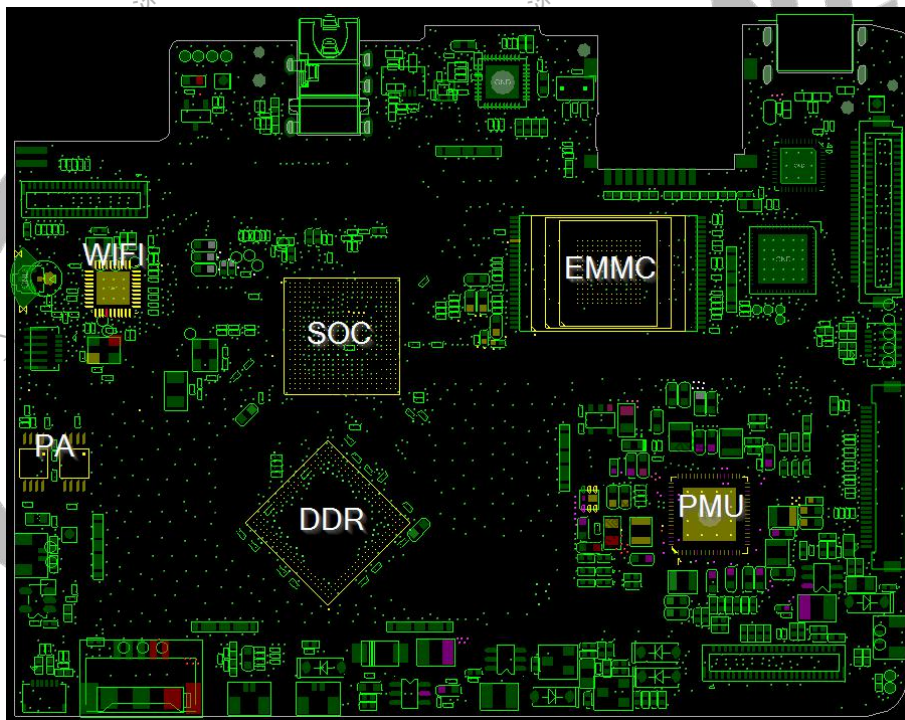


图 3-11 热敏器件布局示意

- 7) 若带有 EPAD 器件, 且散热焊盘为通孔焊盘, 则 EPAD 采取双面开窗的方式更有利于散热。

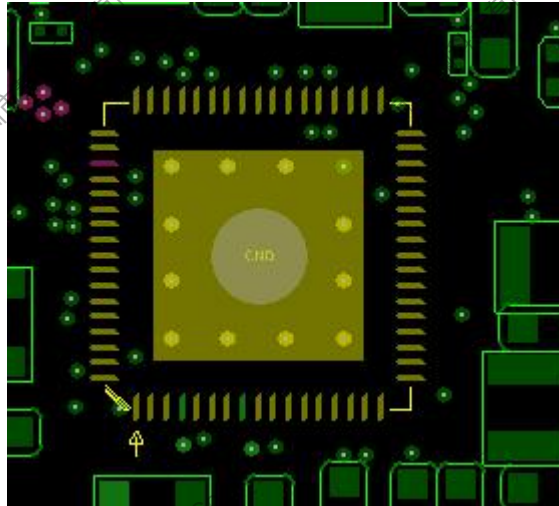


图 3-12 PMIC 正反面阻焊开窗

8) 基板和基材的合理选用，封装基板尽量采用多层金属基板；基材要平衡电性能和热性能。

3.3. 系统级散热

3.3.1. 环境温度

R818 系列产品推荐 存储温度：-20℃~70℃

设备使用环境温度：室内：-5℃~55℃，室外：-10℃~60℃

3.3.2. 器件温度

控制 $T_j \leq 0.9 \cdot T_{jmax}$ ，结温无法测量，测量壳温，根据热阻计算结温：

$$T_j = T_c + R_{jc} \cdot P_{jc}$$

T_j ，芯片 Die 结温；

T_c ，芯片封装外壳温度；

R_{jc} ，结到壳的热阻；

P ，芯片的热功耗；

3.3.3. 系统温升

1) 设备的系统温升指设备内部空气的平均温度与环境温度之差，按 10℃~15℃ 要求。

2) 电子设备内部散热器的最大温升不超过 45℃。