

赛普拉斯球栅阵列（BGA）封装器件设计指南

作者：**Cary Stubbles**

相关项目：无

相关器件系列：所有赛普拉斯 BGA 产品

软件版本：N/A

相关应用笔记：无

AN79938 提供了有关设计、制造和处理印刷电路板上的赛普拉斯球栅阵列（BGA）封装的指南。

目录

简介	1
BGA 封装的优点	1
赛普拉斯 BGA 结构	2
引线结合 BGA 封装	2
倒装芯片 BGA 封装	3
最后的 BGA 封装	3
BGA PCB/FPC 布局指南	4
焊盘模型	4
电路板材料和厚度	4
Pad Finish	4
焊盘的形状	4
过孔布局和尺寸	5
信号线的空间和走线宽度	5
FPC 加固板	6
BGA SMT 指南	6
模板设计	6
焊膏	6
封装放置	6
回流焊	7
Head-in-Pillow（枕头效应）	8
底部填充	10
SMT 返工	10
组件替换	10
赛普拉斯 BGA 的可靠性测试数据	11
组件级可靠性测试	11
板级可靠性测试	11
封装热阻	11
在包装、运输和 SMT 过程中处理 BGA	11
参考文档	12
全球销售和 design 支持	14

简介

本应用笔记为工程师提供了对球栅阵列（BGA）封装器件进行设计和开发表面贴装技术（SMT）、印刷电路板（PCB）或柔性印刷电路（FPC）等有关的内容。

这些指南记录了采用 BGA 封装器件中的 PCB/FPC 设计和包装的最佳实践。因为存在多种因素会影响生产、性能以及它们的可靠性，所以要通过使用您自己的产品开发和认证来验证这些指南。下面显示的是几项主要的影响因素：

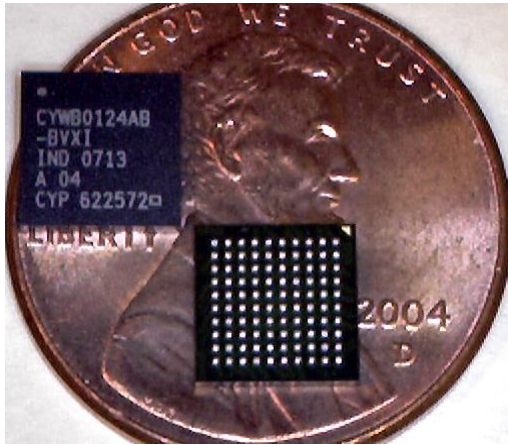
- PCB/FPC 和焊料/助焊剂
- 生产设备
- 应用的具体要求

BGA 封装的优点

与标准的引脚 IC 封装（如 SOP 或 QFP 器件）相比，赛普拉斯 BGA 封装器件在与芯片尺寸面积相接近的空间内提供了数量可观的 I/O。

例如，100 引脚 TQFP 的面积为 256 mm^2 （芯片尺寸为 $14.0 \text{ mm} \times 14.0 \text{ mm}$ ，封装尺寸为 $16.0 \text{ mm} \times 16.0 \text{ mm}$ ，包括封装引线），而具有 100 球形焊盘的较小间距 BGA（VFBGA）（图 1）的面积仅为 36 mm^2 （芯片尺寸为 $6.0 \text{ mm} \times 6.0 \text{ mm}$ ，无引线）。因此，您可使组件中 PCB 占用的面积减少 85%。

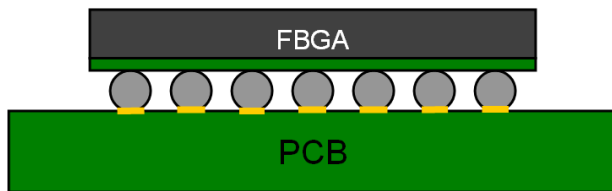
图 1. 赛普拉斯 BGA 产品示例



BGA 封装提供了芯片 (die) 和 PCB/FPC 间较短的导体路径, 因为它们使用一个基板来代替引线框架。这个较短的路径提供的电感较低, 这样可以保证良好的电气性能, 减少在高速应用中的信号失真。基板可使由器件产生的热量从芯片背面经过焊球和 PCB/FPC 排出, 这样提供了更好的散热性。

与具有相同引线数量的引脚 IC 封装相比, 在 PCB/FPC 上包装 BGA 更易于管理。用于回流焊的主要焊料来自 BGA 的焊球, 工厂在组装 BGA 时对焊球的形式和大小有严格的要求。在回流焊过程中, 焊球也自动调准其相应的焊盘。图 2 显示的是 PCB 上安装的 BGA 封装。

图 2. PCB 上安装的 BGA 封装



赛普拉斯提供了广泛的 BGA 封装:

- 小间距封装 (FBGA)
- 较小间距封装 (VFBGA)
- 超小间距封装 (UFBGA)
- 塑料 (PBGA)
- 散热片 (HSBGA)
- 倒装芯片 (FCBGA)
- 散热片倒装芯片 (HFC-BGA)
- 散热片下腔 (L2BGA)

表 1. 赛普拉斯 BGA 类型

类型	说明	球形焊盘间距 (mm)
FBGA	BGA 厚度 ≥ 1.0 mm	0.75—1.27
VFBGA	1.0 mm > BGA 厚度 > 0.6 mm	0.5—0.80
UFBGA	BGA 厚度 ≤ 0.6 mm	0.5
PBGA	BGA 厚度 ≥ 2.0 mm	1.0—1.27
HSBGA	带散热片的 BGA	1.27
FCBGA	倒装芯片 BGA	1.0
HFC-BGA	带散热器的倒装芯片 BGA	1.0—1.27
L2BGA	空腔向下的 BGA	1.27

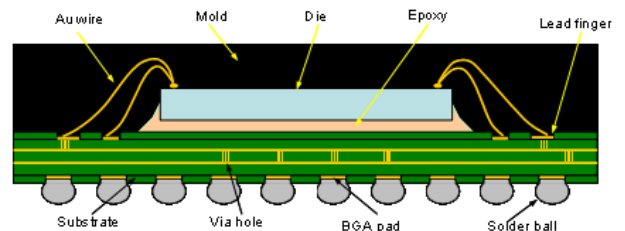
赛普拉斯的 BGA 器件是 100% 无害和无铅的, 符合 RoHS 标准。

赛普拉斯 BGA 结构

引线结合 BGA 封装

赛普拉斯的引线结合 BGA 封装使用了一个用 BT 树脂 (BT) 环氧玻璃层压制成的基板 (用于电介质) 和铜板 (用于从引线结合点通过电镀通孔到球形焊盘的电接触点)。根据基板的复杂性, 可以是二到八层基板。基板外层使用了阻焊层涂层来防止环境影响。图 3 显示的是引线结合 BGA 的内部结构。

图 3. 引线结合 BGA X 截面图



通过在基板上分配环氧树脂 (将芯片连接到环氧树脂的位置), 开始标准的 BGA 封装过程。在更先进的基板设计中, 将粘合剂薄膜叠加到晶片的背面, 而不是使用连接芯片的环氧树脂。然后从晶片 (该晶片已经被切割并将它安装在一个带状环上) 中选出预先测试的芯片, 然后将该芯片放置在基板上。将芯片引线结合到基板上前, UV 或烤箱要使环氧/薄膜材料硬化。

为了在芯片上的接合焊盘与基板接合焊盘间创建一个电气连接, 要在芯片焊盘和它所对应的基板接合焊盘间安装一根接合线 (由金或铜制成)。根据不同的电气或机械要求, 赛普

拉斯 BGA 器件的导线直径范围为 0.0008—0.001 英寸（0.02—0.025 mm）。

进行引线结合后，传输型模机会将一些塑料成型化合物（被加热到 175-185 °C）注入到模腔内（引线结合的芯片和基板位于该模腔内）。

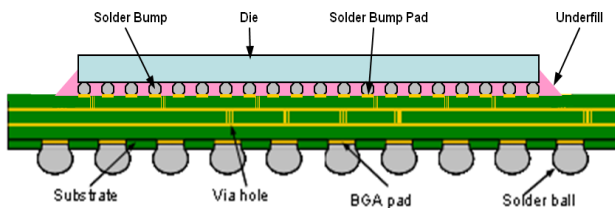
模具化合物固化后，从模具机上取下成型的基板，然后使用激光印刷上器件型号、批号、日期代码和赛普拉斯商标。

然后根据选定基板，通过使用 punch-singulation（机械修坯机）或 saw-singulation（带有圆形刀具的铣切机床），将单独的器件从部件长条中分离出来。

倒装芯片 BGA 封装

在倒装芯片 BGA 封装内，芯片正面向下被连接到基板上，这种情况是引线结合封装正面朝上经过翻转得到。图 4 显示的是倒装芯片 BGA 的内部结构。

图 4. 倒装裸芯片 BGA X 截面图



在倒装芯片封装中，晶片凸点是一个重要的过程。凸点过程是一个先进的包装技术，其中由焊料形成的管脚被切割成单独的芯片前，要在晶片上形成。

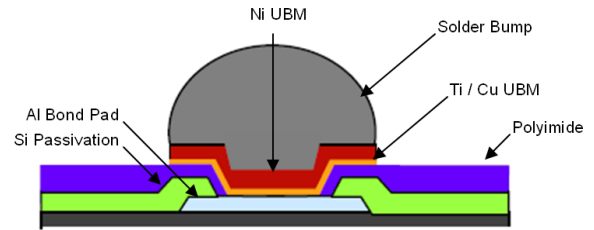
晶片凸点流程从通过采用晶片上的聚酰亚胺层开始。该层具有开口，以便访问芯片表面上的铝焊盘。

然后，将第一部分钛和铜的凸点下金属层（UBM）喷射到晶片上。该 UBM 作为粘合层，因为它黏贴着焊盘金属和周围的区域（即非金属区域）。UBM 提供了一个稳定的低应力的机械和电连接。

然后，通过曝光成型和电镀在芯片表面上直接使用镍和焊料的 UBM 最后一层。

镀锡后，未被镀锡的 UBM 将被蚀刻掉。最后，晶片被回流形成焊料凸点，如图 5 所示。

图 5. 倒装芯片凸点结构



通过在基板上分配助焊剂（将芯片连接到基板上分配助焊剂的位置），开始倒装芯片 BGA 封装过程。接下来，从晶片（该晶片已经被切割并将它安装在一个带状环上）中选出鼓起点和预先测试的芯片，然后将该芯片放置在基板上。通过回流（同将 BGA 球连接到电路板的过程非常相似）将焊料凸起的芯片连接到基板上。

芯片被焊接好后，在芯片和基板之间进行底部填充。底层填充使用的是环氧技术，这样可以减少芯片到基板焊点的应力。这个应力是由于芯片和基板的热膨胀差异引起的，可能会导致断裂或间歇性电连接。

最后的 BGA 封装

对于倒装芯片或引线结合的封装类型，封装过程的最后步骤（电测试前）就是放置焊球。通过丝网印刷或将助焊剂涂抹到 BGA 焊盘上开始该过程。最先进的锡球黏附机使用一个引脚矩阵将助焊剂涂抹到 BGA 焊盘上。助焊剂提供了粘附位置，进行安装焊球。将预制的焊球放在基板上，并将 BGA 封装连接到 PCB 上。最常见的放置球技术是进行重力转移和真空转移。大多数自动锡球黏附机在单一的平台实现上述所有步骤。表 2 提供了赛普拉斯 BGA 焊球的材料属性。

表 2. 赛普拉斯 BGA 焊球的材料属性

属性	SAC105	SAC305	SAC405	Eutectic	
Ag (%)	1.0	3.0	4.0	–	2.0
Cu (%)	0.5	0.5	0.5	–	–
Sn (%)	98.5	96.5	95.5	63.0	62.0
Pb (%)	–	–	–	37.0	36.0
Liquidus	228°C	~217°C	~217°C	183°C	179°C

BGA PCB/FPC 布局指南

焊盘模型

PCB/FPC 制造在表面贴装过程中使用了两类焊盘模型，如图 6 所示。

- 非阻焊层限定（NSMD）：PCB 上的金属焊盘（封装球形焊盘连接到金属焊盘）小于阻焊层开口。
- 阻焊层限定（SMD）：阻焊层开口小于金属焊盘。

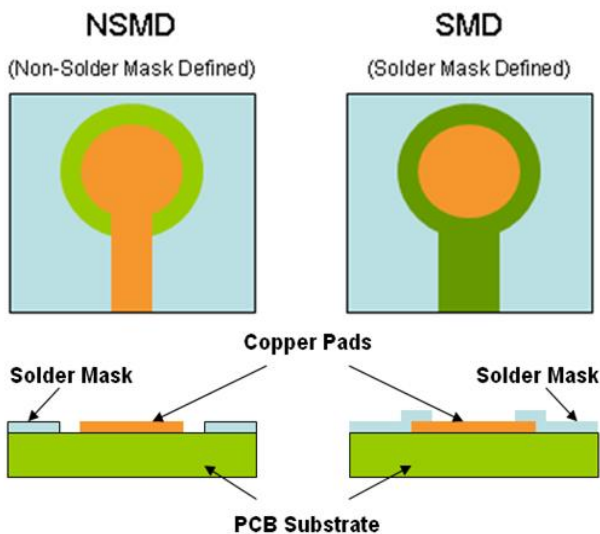
通常对于板级的机械性能，NSMD 焊盘更可靠；但 NSMD 焊盘在返工处理期间容易剥落。

而对于需要底部填充的电路板应用，赛普拉斯建议使用 SMD 焊盘来减少底部填充问题。消除在焊球焊盘周围露出的叠层可使流动均匀并能够防止空隙。

根据产品的可靠性和制造的要求，为设计选择 NSMD 或 SMD 焊盘。

每个产品数据手册中都详细介绍了赛普拉斯 BGA 器件的封装外形的信息。

图 6. NSMD 和 SMD 焊盘模型



电路板材料和厚度

标准的玻璃/环氧基板兼容赛普拉斯 BGA 器件。高温 FR4 层压优于标准的 FR4，因为它具有增强可靠性。这是因为高温 FR4 层压的热膨胀系数（CTE）（12—16 ppm/°C）小于标准 FR4 的热膨胀系数（14—18 ppm/°C），并与芯片（silicon）的热膨胀系数（~2.5 ppm/°C）差不多。

电路板的实际 CTE 取决于其设计情况。许多因素（如：PCB 金属层的数量、走线密度、层压材料、组件密度以及操作环境）都会影响热膨胀。为了使可靠性增强，PCB 层压的玻璃化转变温度应高于预期的应用工作温度范围（建议 $T_g > 170^\circ\text{C}$ ）。

通常，电路板的厚度范围为 0.016—0.093 英寸（0.4—2.3 mm）。与比较厚的电路板相比，电路板越薄其灵活也越好，从而在热循环期间提高了热疲劳。同样，对于各个电路板级别，封装越薄，也越有助于提高封装的热疲劳性能。

Pad Finish

赛普拉斯 BGA 器件与各种不同 Pad Finish 相兼容。由于基板保质期长、耐腐蚀性得到改善、焊点的热稳定性好，并且能够进行返工，所以基于镍的 Pad Finish 得到大家的认可。在基于镍的 Pad Finish 之间，化学镀镍浸金（ENIG）已成为无铅或 RoHS 应用程序中很流行的工艺。

其他 Pad Finish 包括浸金、浸银、有机保焊膜（OSP）和电解镍金。这些饰面中，最有前途的是电解镍金。

焊盘的形状

为了优化电路板级的可靠性，建议锡球焊盘和 PCB/FPC 焊盘大小的比率为 1:1。PCB/FPC 焊盘的直径与 BGA 封装锡球焊盘的直径相同。

图 7. BGA SMD 锡球焊盘设计

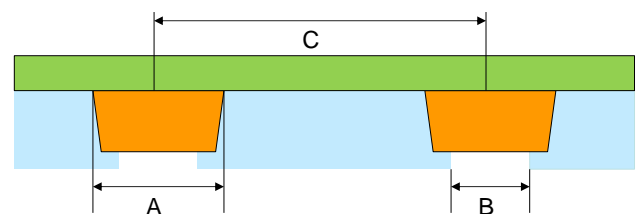


表 3: BGA SMD 锡球焊盘设计（mm）

锡球直径	0.25 0.30	0.40	0.45	0.50	0.60	0.63	0.80
球形焊盘 (A)	0.35	0.50	0.55	0.55	0.55	0.58	0.75
阻焊层开口 (B)	0.25	0.35	0.40	0.40	0.40	0.48	0.60
球形焊盘间距 (C)	请参考相关的器件数据手册						

图 8. BGA NSMD 锡球焊盘设计

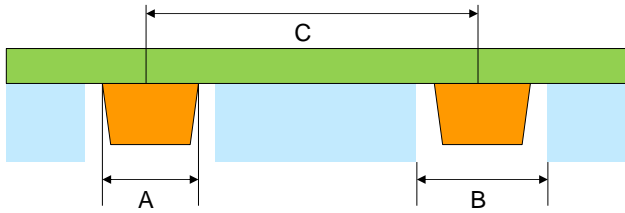


表 4: BGA NSMD 锡球焊盘设计 (mm)

165 FBGA 13 × 15 or 15 × 17 mm	
锡球直径	0.50
球型焊盘 (A)	0.40
阻焊层开口 (B)	0.55
球形焊盘间距 (C)	1.00

赛普拉斯建议客户联系[赛普拉斯客户支持](#)以确定 BGA 锡球焊盘的设计情况。

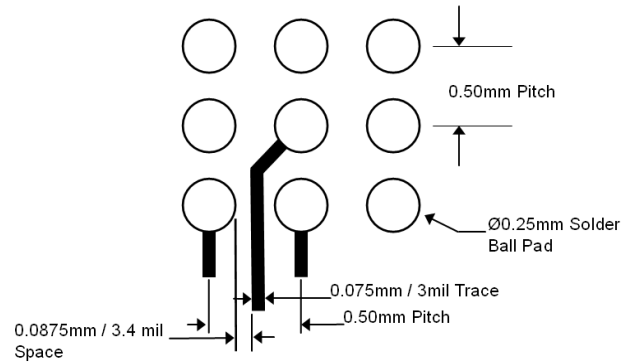
过孔布局和尺寸

过孔的大小与布局和捕获过孔的焊盘对于退出走线空间产生影响（退出走线是一种方法，用于在 PCB/FPC 上将信号从一个组件路由到其他组件）。对于间距为 0.5 mm 的器件，建议使用一个表面焊盘中心上的微型过孔（via-in-pad 技术）。微型过孔的钻孔直径不能大于 0.150 mm。需要填充并平整该钻孔，从而创建一个平滑的表面，防止焊接操作在电路板级回流焊期间发生灯芯（wicking）现象。

信号线的空间和走线宽度

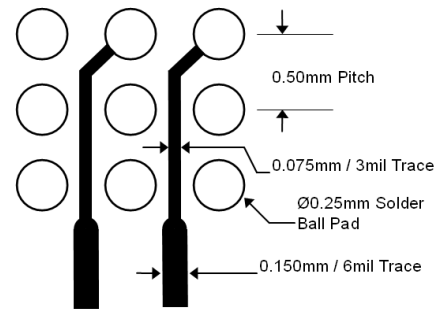
实现避开布线的的能力是由走线的宽度和各走线间所需的最小间隙决定的。对于 0.5 mm 间距的器件，走线宽度的最小值为 0.075 mm。在各 SMT 焊盘或各个捕获过孔的焊盘间只需要路由一根走线。建议的各线空间和走线的宽度如图 9 所示。

图 9. 信号线的空间和走线宽度



0.075 mm 的走线只应使用在 BGA 区域中，该区域具有布线空间限制。缩颈的走线能够增加可制造性，并确保产品优良率。走线离开 BGA 焊盘后，会返回走线的标准路由情况和空间形状，如图 10 所示。

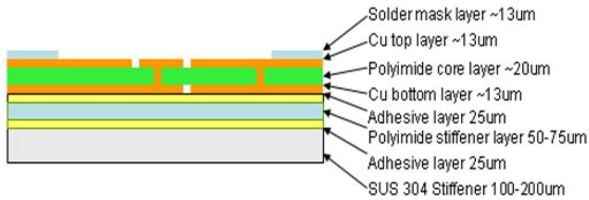
图 10. 缩颈走线



FPC 加固板

建议使用不锈钢 (SUS304) 作为加固板, 以提高 FPC 应用中 BGA 封装的热量和机械强度。但您需要通过评估回流焊过程来确定 SUS304 加固板是否由于翘曲而影响到焊点的质量。在电容式传感应用中使用金属加固板时, 您必须考虑加固板的附加寄生电容。

图 11. 典型的 FPC 结构



对于 FPC 布局设计规则和审查, 赛普拉斯建议客户联系 [赛普拉斯客户支持](#)。

BGA SMT 指南

赛普拉斯的 SMT 指南会帮助您在 BGA SMT 封装过程的每一步中都能获得尽可能高的优良率、性能和可靠性:

- 模板设计
- 焊膏
- 封装放置
- 回流焊
- Head-in-Pillow (枕头效应)
- 底部填充
- SMT 返工
- 组件替换

模板设计

遵循所有组件的 IPC-7525 模板设计指南标准。您必须使用高质量的模板, 来实现优质的焊膏印刷。模板的厚度确定了涂抹在 PCB 焊盘上的焊膏量。焊膏太厚会在回流焊期间形成锡桥, 而焊膏太少则会引起连接不良或虚焊。您可以使用激光切割或电铸模具 (替换化学蚀刻模板) 获得更好的焊膏性能。

为了防止焊锡高度不均匀, BGA 阵列中所有焊盘的焊膏开口应该是相同的。最好是采用涂抹焊膏好的设计。为了实现该要求, 孔的尺寸和间距与 PCB 焊盘之间的比例应为 1:1。典型的 BGA 模板使用了圆形孔设计; 但赛普拉斯建议使用方形孔, 以便使焊膏涂抹得更好。为了提高焊膏的涂抹, 可以使用一个顶部比底部开口大的圆锥 (5° 角度)。另外, 保持焊接直径和模板厚度的比例最小为 3:1, 开口越大提供的印刷质量越好。例如, 在厚度为 0.006 英寸的模板中, 孔口的最小直径为 0.018 英寸。将少量的焊膏印刷在焊盘周围的阻焊层上时, 不会降低产量和可靠性。

为了连续印刷焊膏, 需要定期清洗模板。请不要手动清洗, 不会凹痕和损坏模板, 并降低印刷焊膏的质量。

焊膏

通过在模板上挤压焊膏, 焊膏印刷过程会将它涂抹到 PCB/FPC 上。赛普拉斯推荐在屏幕印刷中定期自动清洗模板底部。这样可提高焊膏量的均匀性和释放。

BGA 器件应组装在 PCB/FPC 上, 通过使用最可能大的焊膏量使 BGA 与 PCB/FPC 的接触面积最大。焊膏量最能反映成品电路板的质量和可靠性。彻底进行检查, 可以在封装放置前确保焊接量均匀。

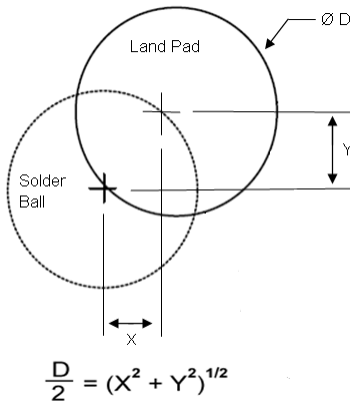
请勿一起使用焊膏和活性或酸性助焊剂。很难去除这些助焊剂的残余物, 并且可以随着时间的推移降低焊点质量, 因为在一个已经安装的 BGA 封装中的低清除率。

封装放置

拾取和放置机器 (pick-and-place machine) 与 BGA 器件一起使用时对设置和过程控制要求比较严格, 以避免损坏封装中很薄的结构。一个典型的表面贴装放置设备通常使用视觉系统 (光学识别和定位组件) 或机械系统 (物理对齐组件)。这两种方法中的每一个都可以使用, 因为在回流焊过程中会自调整 BGA 封装。

Half-on-pad 是一条规则, 用于在有不小于 50% 的焊球与 PCB/FPC 焊盘进行对齐时确定正确的放置位置, 如图 12 所示。

图 12: Half-On-Pad 规则



通过管理 pick-and-place 设备上放置的高度可以避免过载器件被喷入焊膏。最佳的高度是印刷焊膏厚度的二分之一。要控制 Z 轴的高度，重要的是要保持电路板的平整度（使其在一个平面上）。对于薄电路板的技术（如 FPC），则更需要多加注意。

回流焊

赛普拉斯 BGA 器件可使用于不同的焊球组成结构。例如，如果该封装被设计到手持应用中，那么焊球组成结构可能是 SAC105；如果该封装被设计到网络设备中，则焊球组成结构将为 SAC305 或 SAC405。赛普拉斯也提供了带有含铅焊球的传统器件，如表 2 所示。赛普拉斯建议客户参考相应的封装材料声明或联系赛普拉斯客户支持以确定实际的焊球组成结构。

回流焊炉应该有一个氧含量为 50 ppm 以下的氮气风洗装置。

实际的回流焊温度取决于该焊炉中热负载效应的测量情况。其他因素包括板上组件的复杂性和该板尺寸以及厚度。

对于无铅焊料，回流焊配置文件非常重要。SAC305 和 SAC405 焊料在 ~217 °C 温度下熔融。因此，在焊点上测量的回流焊峰值温度应该比熔融温度高 15 至 20 °C。更多有关焊球熔点的信息，请参考表 2。

如果回流焊温度比标准温度高，那么会导致封装分层。

BGA 封装对因潮湿引起的影响非常敏感。要想避免在板级回流焊期间造成损坏，请按照 IPC/JEDEC J-STD-020D.1 中列出的指南进行操作。

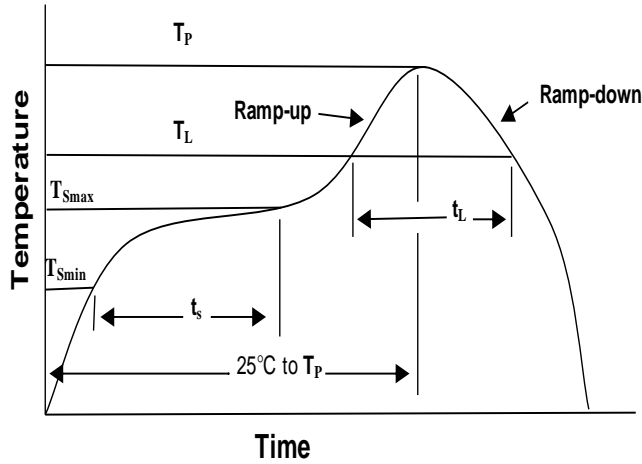
请联系您的焊料制造商以获取对回流焊配置文件参数的建议信息。

温度为 260°C 和潮湿级别为 3 时，可以对赛普拉斯的无铅 BGA 器件进行回流焊接。温度为 220 °C 和潮敏级别为 3 时，可以对赛普拉斯的含铅 BGA 器件进行回流焊接。用户的最大温度配置文件和关键的回流焊参数均显示在表 5 和图 13 内。

表 5: 回流焊配置文件（根据 JEDEC J-STD-020D.1）

处理步骤		无铅焊料	含铅焊料 (共晶 Sn-Pb)
预热	最小温度 (T_{Smin})	150 °C	100 °C
	最大温度 (T_{Smax})	200 °C	150 °C
	时间 (t_s) (从 T_{Smin} 到 T_{Smax})	60 至 120 秒	60 至 120 秒
回流焊	升温速率 (从 T_L 到 T_P)	最大值为 3 °C/秒	最大值为 3 °C/秒
	液相线温度 (T_L)	217 °C	183 °C
	时间 (t_L)	60 至 150 秒	60 至 150 秒
峰值温度 (T_P)		请参考表 8	请参考表 7
温度处于峰值温度上下 5°C 的范围内的时间 (T_P)		30 秒	20 秒
降温速率 (从 T_P 到 T_L)		最大值为 6 °C/秒	最大值为 6 °C/秒
从 25 °C 到峰值温度的 时间 (T_P)		最大值为 8 分钟	最大值为 6 分钟
回流焊周期的最大数量		3	3

图 13. 回流流焊温度配置文件

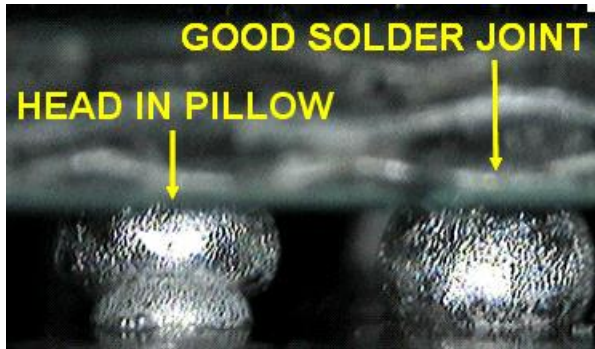


当 PCB 焊盘上的所有焊膏与 BGA 的焊球结合好了后，便形成了质量优良的焊点。该焊点表面平滑，并且它的形状是对称的。如果没有准确调试回流焊配置文件，那么回流焊接后会在焊点中出现空隙。

通过使用 X 射线检查焊点可以监控桥接、开路 and 空隙等缺陷。

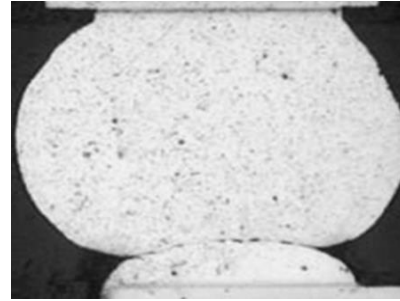
Head-in-Pillow (枕头效应)

图 14. 回流焊后的焊点



Head-in-pillow (枕头效应) 是一类焊点缺陷，焊膏使 PCB 焊盘潮湿，但不完全使 BGA 焊球潮湿。虽然在接地焊盘和 BGA 焊球间建立了机械连接，但仍不能形成冶金级焊点，如图 15 所示。

图 15. Head-in-Pillow (枕头效应) 缺陷横截面

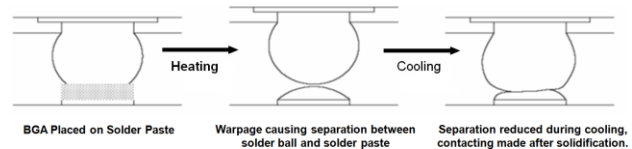


由于焊点强度不足，因此在受到微小的机械或热应力时，带有 head-in-pillow (枕头效应) 缺陷的组件会受到破坏。很可惜，通常不会在功能测试期间发现这种缺陷，在使用时（即在包装接触物理或热应力时）才会被发现。

Head-in-pillow 缺陷由以下事几种原因导致：

1. 在选取和放置过程中，BGA 焊球被压到焊膏内。
2. 开始加热时，BGA 和/或 PCB 将开始弯曲或翘起。
3. 翘起后，BGA 的焊球将从焊膏上脱离下来。
4. 然后，不受保护的焊球将形成新的氧化层。
5. 由于继续被加热，因此翘曲会逐渐变平并能够使焊球重新连接到焊膏上。
6. 当焊料到达液相线阶段时，没有足够的助熔剂活性以阻止形成新的氧化层。
7. head-in-pillow 缺陷引起的最终结果如图 16 所示。

图 16. Head-in-Pillow 失败机制



可以通过某些事件防止 head-in-pillow 缺陷：

1. BGA 组件和 PCB 存储条件
 - 当 BGA 和/或 PCB 接触到潮湿空气时，回流焊期间的翘曲会更加严重。如果潮气吸收是一个问题，那么请根据供应商建议烘烤 PCB，并按照本档中在包装、运输和 SMT 过程中处理 BGA 部分所提到的 BGA 要求进行操作。

2. 优化印刷参数以达到一致性和最大焊膏量。

- 将印刷速度降低到 25 mm/s
- 将压强增加到 10 公斤
- 将分离速度降低到 0.75 mm/s
- 对模板进行清洗
- 计算焊膏量的处理能力（CPK）以了解焊膏印刷质量

3. 焊膏的选择

- 焊膏是 head-in-pillow（枕头效应）的主要成因。选择的焊膏要具有较强的抗氧化性，并且粘性时间和润湿性能都要好。
- 电子工业正在向无卤素方向转移。在焊膏助焊剂中使用卤素，会增强活动但没有降低可靠性。如果使用无卤素焊膏，则回流焊配置文件必须遵循焊膏制造商的指南，并且在回流焊过程中必须实现氮气风洗。
- 对于 head-in-pillow（枕头效应），非清洁焊膏通常比可溶于水的焊膏更好使用。非清洁化学材料通常是使用松香制造的。水溶性膏含有其他化学物质，在防止再度氧化方面不比松香有效，而且它也不会被保留在延长的回流焊配置文件中。

4. 焊膏处理

- 最好的焊膏保存温度是 0 至 10°C。如果允许，应该将该材料放置在存贮器内。不应将该焊膏长时间保存在室温（19 到 25 °C）下。
- 使用前，应该使该焊膏达到室温。根据封装大小，该过程通常需要 3 到 4 个小时。
- 在焊膏印刷过程中，最好使喷锡设备的温度保持在 22°C 到 29 °C 之间，并将 RH 保持为 40%到 60%。

5. 模板设计

- 模板是由激光切割的。
- 模板厚度应该在 0.005—0.006 英寸之间。
- 典型的模板孔径与 PCB 焊盘模型的大小比例应为 1:1。根据焊膏助焊剂的活性，可能需要增大孔径以消除 SMT 回流焊期间在焊球上形成的氧化膜。只要没有桥接，便可以将其增加到 25%。

6. 验证选取和放置过程

- 请确保放置注册和力度足够，并且各种器件安装在 PCB 后不倾斜。

7. 优化回流焊程序。

- 回流焊配置文件参数对 head-in-pillow 产生重要影响。理想情况是板上所有组件都同时被焊接。但 PCB 在回流焊期间在温度变化级别上存在区别：在电路板上不同组件的温度变化或单个组件的温度变化。如果 BGA 的两侧有温度升高，一侧将比另一侧回流焊早，从而使 BGA 发生倾斜。在这种情况下，从焊膏分开的焊球上的氧化会增加。当焊膏将该封装拉平时，它会将焊球弄湿。该焊膏的拉回速度取决于它的润湿度。Head-in-pillow 进行开发主要针对：助焊剂的作用不够大，因此不能降低焊球表面上的氧化过程。
- 请确保回流焊焊炉具有一个氧含量低于 50 ppm 的氮气空间。在回流焊期间使用氮气风洗时可阻止焊球表面的氧化物所产生的较大影响。
- 确保回流焊配置文件满足焊膏制造商所提供的 BGA 封装建议设置。
- 温度提升率过高会增加焊膏塌陷。
- 温度线性升降速率的配置文件可防止在达到液相线之前耗尽助焊剂的活性。较长的预热时间会降低助焊剂的活性。在该配置文件的预热和浸泡阶段，也会发生氧化。
- 请确保峰值温度尽可能低，并且 TAL 尽可能短。峰值温度对翘曲数量产生影响，而 TAL 则对在熔融焊料表面形成的氧化物的数量产生影响。

底部填充

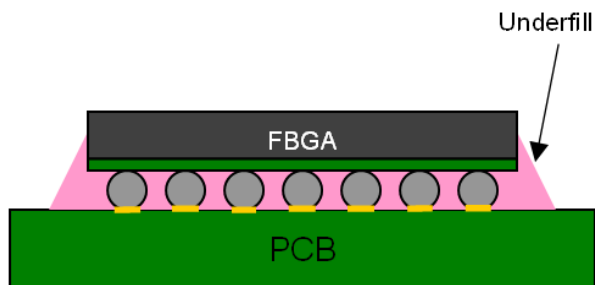
通常不会在板上使用底部填充。但在某些应用中，机械应力会使板级焊点较早失效。这些失败通常与 BGA 封装和板间的 CTE 不匹配相关。

通过使用底部填充可以包装各焊点并降低 BGA 封装和板之间的 CTE 不匹配。使用底部填充还可以避免焊点受到不必要的外围湿气、离子污染、辐射、焊料凸点挤出、热冲击和机械冲击以及振动等不利影响（这些因素会使 SMT 包装失败）。

底部填充通常不受欢迎是因为它增加了生产流程和成本。然而，产品可靠性的显著改善能够抵消这些负面因素。

各种底部填充类型以及供应商间的性能都存在着显著的差异。赛普拉斯强烈建议使用来自实际 DOE 的优化底部填充材料。赛普拉斯将检查您所选择的底部填充材料并提出建议。请联系赛普拉斯客户支持。

图 17. 通过底部填充将 BGA 安装到 PCB 上



硬性多层 FR4 PCB

建议将底部填充用在手持（手机和 PDA）、汽车和军事应用中的赛普拉斯 BGA 器件上。在这些应用中，需要关心焊点在测试落和弯曲期间的性能和热循环的可靠性。

柔性 PC

无论在哪个应用中，安装在 FPC 上的 BGA 都需要进行底部填充。

SMT 返工

当您将 BGA 器件返工时，请使用一个受控制且合格的流程，以防止机械和 ESD 损坏。

在尝试任何返工前，都要确保组合装置中没有湿气，否则会损坏电路板或其他组件。

是否能够返工经过底部填充的组件取决于该底部填充的特性。在市场上，存在着多种能够通过加热和合适进行清洁来返工的底部填充。

需要创建准确的热剖面，使之符合组件清除流程。该配置文件可确定组件和 PCB 的最大温度和持续时间。应该为将被清除的每一个电路板和组件创建一个配置文件。典型配置文件必须在最大 30 秒内能为无铅焊料提供 235 到 250°C 的峰值温度，或在最长 30 秒内为含铅焊料提供 210 到 220°C 的峰值温度。最好咨询您的设备和焊膏制造商，以获取他们所建议的配置文件。

另外，还要确保组件和电路板不能太热，并且在清除前，所有焊球都要在 BGA 上进行了回流焊。

建议将 PCB 预热到装配要求的最低 85 °C。它的优点如下：

- 在使用返工头时可以减少加热时间
- 降低温度扩散，使基线温度接近回流焊温度
- 在处理过程中减少 PCB 翘曲
- 焊料与相邻组件短路的风险较小

对于设备和工具，已经开发出了使用具有真空抽吸功能的手持返工系统和自动热气返工系统，用于移除 BGA。大部分返工系统使用热空气直接给 BGA 器件加热并且使用 IR 就地给 PCB 加热，同时对焊点进行回流焊处理以清除 BGA。

不应该重新使用从电路板上取下的 BGA。虽然可以重新构成一个 BGA，但由于它的可靠性不能得到保证，因此不建议再次使用赛普拉斯 BGA。

组件替换

在替换组件前需要使用一种溶剂清扫返工位置，以清除掉表面上的所有污渍。对于焊膏/助焊剂应用，请使用一个带有刮刀的小型模板（刮刀和模板的宽度一样）。使用 50x 到 100x 放大镜使孔径对准焊球。通过使用贴片机对 X、Y 和旋转轴进行微调。

请遵循焊膏制造商对回流焊配置文件所给出的建议，并确保最大温度不会超过封装质量等级。可以使用用于初始放置或返工的回流焊配置文件。如果使用了一个 3 阶段（上升、保留、下降）的配置文件，在整个位置上，温度分布会更细。

赛普拉斯 BGA 的可靠性测试数据

组件级可靠性测试

赛普拉斯根据内部规范 25-00112 执行所有组件级可靠性测试。赛普拉斯的质量试验程序以及要求都符合多个工业标准，包括 JEDEC/IPC 和 MIL-STD-883。

组件级可靠性的主要压力测试列在表 6 中。

表 6. BGA 质量压力测试

测试方法	测试条件	MSL	时长
C 条件下的温度周期	-65°C 到+150°C	MSL 3	500 个周期
B 条件下的温度周期	-55°C 到+125°C	MSL 3	1000 个周期
HAST	130°C/85% RH	MSL 3	128 个小时
高压蒸汽测试	121°C/100% RH	MSL 3	168 个小时
高温存储	150°C	NA	1000 个小时

欲了解更多有关赛普拉斯特殊 BGA 产品的质量报告的信息，请访问 www.cypress.com 或联系您当地赛普拉斯销售代表。

板级可靠性测试

BGA 器件的板级可靠性主要受基板材料、设计参数和基板厚度的影响。

一般情况下，当安装在硬 PCB 板上时，BGA 封装器件的可靠性最高。将 BGA 封装安装在 PCB 上时所分配的焊膏量对获取合适封装间隙高度和 BGA 封装的合适焊点起着重要作用。这样可以提高板级可靠性。

在工业级中，FPC 上的 BGA 产品的可靠性并非每个人都了解。但当您优化了 FPC 结构和 SMT 流程时，该性能仍能满足典型手持产品（如手机）应用的要求。请使用 SUS304 不锈钢加固材料来提高 FPC 上安装的 BGA 器件的机械强度。

更多详细信息，请联系当地的赛普拉斯销售代表。

封装热阻

赛普拉斯在相关器件数据手册中列出了每个 BGA 产品的热阻大小。

根据该产品的应用程序，热阻的典型仿真条件是将器件安装在两层或四层 PCB 上。

Theta Ja，即结温热阻 (Θ_{JA})，它是根据 JEDEC EIA/JESD51-2 标准指定在封装中的 Die（晶片）和封装器件安装到 PCB 或 FPC 时周围环境空气之间的热阻。

在包装、运输和 SMT 过程中处理 BGA

组件的潮敏级别 (MSL) 指出它的车间寿命和打开原始容器后的存储条件。所有赛普拉斯 BGA 产品都被分为 MSL3，并根据 JEDEC 标准 J-STD-020 支持表 7 和表 8 中所涉及到的回流焊峰值温度。

表 7. 含铅共晶流程 — 峰值温度分类

封装厚度 (mm)	体积 (mm ³)	
	< 350	≥ 350
< 2.5	235 °C	220 °C
≥ 2.5	220 °C	220 °C

表 8. 无铅流程 — 峰值温度的分类

封装厚度 (mm)	体积 (mm ³)		
	< 350	350—2000	> 2000
< 1.6	260 °C	260 °C	260 °C
1.6—2.5	260 °C	250 °C	245 °C
> 2.5	250 °C	245 °C	245 °C

注意：所有温度都是参照封装的顶层并在该封装的表面上测量得到的。

根据 IPC/JEDEC J-STD-033 标准，在干燥包装过程中需要使用 5%-10%-60% 的湿度指示卡。在该指示卡由于相对湿度为 10% 而出现红色印记后，需要烘烤这些器件。

在温度大于 40°C，并且相对湿度小于 90% 的情况下，密封容器中的保质期为 12 个月（从包装日期算起）。打开容器后，将要进行回流焊焊接，或者其他高温程序必须为：

- 如果温度/相对湿度条件不大于 30 °C / 60%，则安装在电路板上的时间小于一年。

- 存储在 RH 等于或小于 10% 的环境下。

如果满足以下任意条件，需要在安装器件之间对其进行烘烤：

- 在温度为 23 °C +/- 5 °C 的条件下读取时，湿度指示卡不小于 10%。
- 如果温度/相对湿度条件不大于 30 °C / 60%，则安装在电路板的时间小于一年。
- 没有保存在 RH 不大于 10% 的环境中。

如果需要烘烤，则必须在温度为 125 °C +/- 0 °C 的条件下烘烤器件 24 个小时。使用温度超过 125 °C 的烤盘。

在安装板级后，可能在封装中各焊球间存留湿气，这样会导致引脚-引脚之间的信号泄漏。要特别注意，避免发生这种情况。

参考文档

1. Amkor 技术 BGA 封装的表面贴装汇编应用应用笔记 — Amkor 技术，1999 年 9 月，
<http://www.amkor.com/index.cfm?objectid=A136555A-C286-2A98-A0CC7ACF6025BDAC>
2. 第 17 章：印刷电路手册（McGraw Hill 手册）— 第六版，Darwin Edwards, Clyde F. Coombs, Jr., 2008
3. Head-in-Pillow BGA 缺陷 — AIM 制造和全球分销，
<http://www.aimsolder.com/Portals/0/PDFs/technical/Head-in-pillow%20BGA%20defects.pdf>
4. 指出 Head-In-Pillow 缺陷在电子汇编应用中的挑战 — Scalzo Mario, APEX 2010，
http://www.ipcoutcome.org/pdf/challenge_head_in_pillow_defects_ipc.pdf
5. 赛普拉斯 MoBL[®] 双端口 100 球型焊盘 VFBGA 印刷电路板（PCB）布局指南 — An5093。
<http://www.cypress.com/?docID=28906>
6. EZ-USB[®] FX2LP™/FX2LP18 56 球型焊盘 BGA PCB 布局指南 — AN43841。
<http://www.cypress.com/?docID=25208>

文档修订记录

文档标题：赛普拉斯球栅阵列（BGA）封装器件设计指南 – AN79938

文档编号：001-96370

修订版本	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	4669758	LYAO	03/26/2015	本文档版本号为 Rev**，译自英文版 001-79938 Rev*C。

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。如果想要查找离您最近的办事处，请访问[赛普拉斯所在地](#)。

产品

汽车级产品	cypress.com/go/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/go/clocks
接口	cypress.com/go/interface
照明和电源控制	cypress.com/go/powerpsoc cypress.com/go/plc
存储器	cypress.com/go/memory
PSoC	cypress.com/go/psoc
触摸感应	cypress.com/go/touch
USB 控制器	cypress.com/go/usb
无线/射频	cypress.com/go/wireless

PSoC®解决方案

psoc.cypress.com/solutions
[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#)

赛普拉斯开发者社区

[社区](#) | [论坛](#) | [博客](#) | [视频](#) | [培训](#)

技术支持

cypress.com/go/support

PSoC 是赛普拉斯半导体公司的注册商标。此处引用的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。

	赛普拉斯半导体 198 Champion Court San Jose, CA 95134-1709	电话 : 408-943-2600 传真 : 408-943-4730 网站地址 : www.cypress.com
---	--	---

©赛普拉斯半导体公司，2012-2015。此处所包含的信息可能会随时更改，恕不另行通知。除赛普拉斯产品内嵌的电路外，赛普拉斯半导体公司不对任何其他电路的使用承担任何责任。也不根据专利或其他权利以明示或暗示的方式授予任何许可。除非与赛普拉斯签订明确的书面协议，否则赛普拉斯不保证产品能够用于或适用于医疗、生命支持、救生、关键控制或安全应用领域。此外，对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

该源代码（软件和/或固件）均归赛普拉斯半导体公司（赛普拉斯）所有，并受全球专利法规（美国和美国以外的专利法规）、美国版权法以及国际条约规定的保护和约束。赛普拉斯据此向获许可者授予适用于个人的、非独占性、不可转让的许可，用以复制、使用、修改、创建赛普拉斯源代码的派生作品、编译赛普拉斯源代码和派生作品，并且其目的只能是创建自定义软件和/或固件，以支持获许可者仅将其获得的产品依照适用协议规定的方式与赛普拉斯集成电路配合使用。除上述指定的用途外，未经赛普拉斯明确的书面许可，不得对此类源代码进行任何复制、修改、转换、编译或演示。

免责声明：赛普拉斯不针对此材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括（但不限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。赛普拉斯保留在不做出通知的情况下对此处所述材料进行更改的权利。赛普拉斯不对此处所述之任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。对于合理预计可能发生运转异常和故障，并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

产品使用可能受适用于赛普拉斯软件许可协议的限制。