

Application Note

气密性封装回流焊曲线、端接镀层以及引线裁切与成型



Katherine Stadnyk

摘要

气密性微电路仍广泛用于任务关键型航空航天、国防和工业应用。客户有时会对这些封装的板级组装有所疑问。本应用手册介绍了一组通用指南。

内容

1 回流焊曲线.....2

2 镀金端接镀层的关键注意事项.....3

3 无引线陶瓷芯片载体封装的注意事项.....3

4 引线成型.....4

5 陶瓷封装.....4

6 参考资料.....5

7 修订历史记录.....6

插图清单

图 1-1. 典型 Pb/Sn 焊锡膏的起始曲线.....2

表格清单

表 2-1. MIL-PRF-38535 表 A-III 成分和涂层厚度要求.....3

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 回流焊曲线

板级回流焊曲线取决于多种因素，包括但不限于焊接类型、助焊剂、封装类型、元件数量、电路板层数、电路板尺寸、回流炉类型、精度，以及清洗前和清洗后过程。由于存在诸多变量，无法提供单一的回流焊曲线，来代表使用特定封装类型的所有电路板。通常，制造工厂已备有现成的回流焊曲线，并会根据特定硬件对其进行调整。

TI 建议将助焊剂制造商推荐的回流焊曲线作为初始基准。当然，需要根据焊料达到液相线温度之前，助焊剂挥发所需的时间来掌握这些参数偏差。通常，陶瓷器件与  $< 3^{\circ}\text{C/s}$  的斜升速率和  $< 6^{\circ}\text{C/s}$  的斜降速率兼容，最高峰值温度为  $260^{\circ}\text{C}$ 。

如果不超过峰值温度和斜升速率，气密性封装将承受三次回流焊。

大多数金属盖封装采用 80% 金 - 20% 锡预成型焊片来实现封盖连接。金-锡焊料将在  $270^{\circ}\text{C}$  处开始软化，并具有  $280^{\circ}\text{C}$  的共熔点。封装体温度任何时候都不得超过  $260^{\circ}\text{C}$ ，否则封装的气密性会损坏。请注意，通孔型气密性器件规定了焊接最高温度：引脚温度为  $300^{\circ}\text{C}$ ，持续时间不超过 10 秒。这不是回流焊温度。

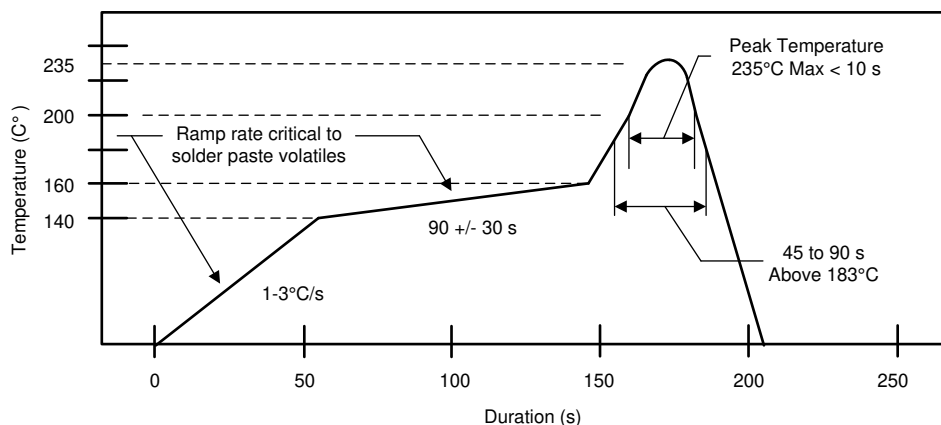


图 1-1. 典型 Pb/Sn 焊锡膏的起始曲线

## 2 镀金端接镀层的关键注意事项

TI 为兼容的气密性封装提供各种端接镀层，例如：

- 经锡 63-铅 37 热浸焊处理的 42 号合金引线。
- 42 号合金或可伐合金引线，底层镀镍厚度为 50μin 至 350μin，表层镀金厚度为 60μin 至 225μin。
- 42 号合金或可伐合金引线，底层镀镍厚度为 50μin 至 350μin，表面经锡 63-铅 37 热浸焊处理。

**表 2-1. MIL-PRF-38535 表 A-III 成分和涂层厚度要求**

涂层	最小值	最大值
热浸焊 (适用于所有圆形引线)	60μin	未指定
热浸焊 (适用于间距为 ≤25mil 的圆形引线以外的所有形状)	150μin	未指定
热浸焊 (适用于间距为 >25mil 的圆形引线以外的所有形状)	200μin	未指定
锡铅板 (电镀)	300μin	未指定
锡铅板 (熔丝)	200μin	未指定
镀金板	50μin	225μin
镍板 (电镀)	50μin	350μin
镍板 (无电镀)	50μin	250μin
镍镀层	50μin	350μin

电子行业目前公认一个阈值标准：在共晶锡铅焊料中，可溶解的金重量占比上限为 3%，若超过此比例，焊点可能会出现金脆现象。

根据规定的镀金厚度，建议在将镀金引线安装到电路板上前进行预镀锡（浸焊处理），以去除引脚上的金层。如果不这样做，板级焊点可能会出现金脆现象。建议采用流动锡炉，或在静态锡炉中进行两次浸焊处理。应定期监测焊点焊料成分是否含金。

## 3 无引线陶瓷芯片载体封装的注意事项

无引线陶瓷芯片载体 (LCCC) 封装的板级焊接工艺的关键要素是焊锡膏厚度，以及在贴装过程中将封装插入焊锡膏的深度。

- 如果封装下方的焊锡膏太薄，会导致焊点不良。
- 焊锡膏过多可能会导致封装侧面的焊料过多。
- 如果将封装放入焊锡膏中的位置过深（离电路板太近），则可能会导致封装侧面的焊料过多。
- 焊料必须粘附在封装背面的焊盘上并沿着外壳向上流动。
- 封装必须与电路板平行（无倾斜）。
- 封装必须与焊盘对齐。
- 电路板焊盘的尺寸必须适合封装底部的焊盘，并允许侧面有圆角。
- 放置深度必须一致。
- 对于电路板上的混合封装类型，必须测量 LCCC 元件的实际回流温度（封装上的热电偶通过导热环氧树脂）。

## 4 引线成型

气密性表面贴装封装通常以非成型方式出售，因为大多数客户都具有首选的最终外形尺寸，该尺寸可能因客户而异。德州仪器 (TI) 通过 [TI.com](http://ti.com) 上的器件产品文件夹为陶瓷封装提供了示例 PCB 封装。这些 PCB 封装已用于基于陶瓷的 EVM，但请注意，TI 提供的这些 PCB 封装仅供参考。Spirit Electronics 等第三方服务提供商可以提供引线成型服务。一般信息可在 [引线裁切与成型](#) 中找到。TI 并不认可或推荐这类公司，只是将它们作为服务提供商的示例提及。

如需更多信息，请通过 [www.ti.com/support](http://www.ti.com/support) 联系 TI 支持人员。

## 5 陶瓷封装

下表为一份数据快照，仅供参考，内容可能并非最新。有关特定于封装的信息和应用手册，请参见 <http://www.ti.com/support-packaging/packaging-information.html>。

封装类别	说明	位号
CBGA	陶瓷球栅阵列	GJN、GLE、GLG、GLK、GNM
CCGA	陶瓷柱栅阵列	NAA、NWE
CDBGA	陶瓷斜纹球栅阵列	GFP、GGP、GGR、GGZ、GHF、GHM、GJM、GKG、ZGR、ZHM
CDIP	陶瓷双列直插封装	J、JG、JL、JNA、JNC、JND、JT、JTA、JTB、JTC、NAB、NAY、NAZ、NFE
CDIP-BB	陶瓷双列直插封装 - 底部钎焊	JDE、JDG
CDIP-SB	陶瓷双列直插封装 - 侧面钎焊	JC、JD、JDC、JDD、JDJ、JDK、JDM、JDN、JN、JVA、JVB、JVD、JVE、JVF、NAK
CFCBGA	陶瓷倒装芯片球栅阵列	AAD、CDZ、CMA、CME、CMQ、CTF、CTJ、CTK、CUB、CUD、CUM、CYC、GDZ、GLL、GLP、GMA、GME、GTF、GTH、GTJ、GTK、GTQ、GUD、GUE、GUF、GUM、ZDZ、ZUF
CFP	陶瓷扁平封装	FAA、HAJ、HAY、HBC、HBD、HBE、HBU、HBY、HD、HE、HF、HFD、HFG、HFF、HFL、HFN、HFP、HFQ、HFR、HFS、HG、HGA、HGF、HH、HKB、HKC、HKD、HKE、HKH、HKJ、HKK、HKN、HKP、HKQ、HKR、HKS、HKT、HKU、HKV、HKW、HKX、HKY、HR、HT、HV、HY、HZ、NAD、PHF、PHG、U、W、WA、WD、WH、WJ、WN
CFP	陶瓷扁平封装 - 鸥翼形引线	NAC
CLGA	陶瓷基板栅格阵列	FVA、NAF、ZMA、ZMX
CPGA	陶瓷引脚栅格阵列	GA、GB、GC、GE、GF、GFA、NAQ、NAR、NAT
CQFP	陶瓷四方扁平封装	NAU、NBA、NBB、NBC
CTO-92	陶瓷晶体管外壳封装 - 92 型	HTA
CZIP	陶瓷 Z 形直列式封装	SV
JLCC	J 型引线陶瓷芯片载体	FJ、FZ、HJ、HJA
LCCC	无引线陶瓷芯片载体	FD、FE、FFA、FFC、FFD、FFE、FFF、FFH、FFJ、FFK、FKH、FNC、FPH、FPM、FQ、HL、HM、NAJ

封装类别	说明	位号
TO-CAN	晶体管外壳式 [金属壳] 封装	K、LMC、LMD、LME、LMF、LMG、NDS、NDT、NDU、NDV、NEP、NEQ、NER

## 6 参考资料

- [MIL-PRF-38535 集成电路 \( 微电路 \) 制造通用规范](#)
- [MIL-STD-883 微电路的测试方法和程序](#)

# 7 修订历史记录

Changes from Revision * (May 2020) to Revision A (November 2025)	Page
• 删除了对 Fancort 和 Corfin 的提及.....	4
• 将 Spirit Electronics 添加为引线成型服务的示例.....	4

## 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月