

引言

意法半导体的MCU和MPU支持各种类型的无铅ECOPACK封装，可满足客户的各种需求。

采用的安装技术包括表面贴装技术（SMT）和插件技术（THT）。除了采用的安装技术外，封装方案通常还受到技术和经济因素的影响。本应用笔记介绍了使用的各种封装类型及不同的安装技术，并提出了相应的焊接建议。

目录

1	意法半导体无铅封装	3
2	封装概述	4
3	SMD介绍	5
	3.1 SMD的处理	5
4	焊接	6
	4.1 焊接方法	6
	弯曲引线.....	6
	插入	6
	4.2 焊接建议	7
	4.3 与有铅焊接工艺的兼容性	7
	4.4 回流焊条件	8
5	SMD胶合性	10
6	防潮包装	11
	6.1 爆米花效应	11
	6.2 打开防潮包装	13
7	版本历史	14

1 意法半导体无铅封装

意法半导体完全致力于环境保护和可持续发展，于 1997 年自愿启动了一项有关在所有器件中杜绝使用污染和有害物质的计划。2000 年，意法半导体正式启动了一项名为 ECOPACK 的战略计划，旨在开发和实施环保封装型解决方案，并在所有产品系列中逐步禁用铅和其它重金属。ECOPACK 是意法半导体的注册商标。

意法半导体的 ECOPACK 系列产品符合 EU 2011/65/EU RoHS 指令。

有关详细信息，请转到 <http://www.st.com>。

注： *RoHS 表示“限制使用某些有害物质”。其在欧盟议会和欧盟理事会于2011年6月8日发布的关于在电子电气设备中限制使用某些有害物质的第2011/65/EC号指令中进行了具体说明。该指令是欧盟议会和欧盟理事会于2003年1月27日发布的关于在电子电气设备中限制使用某些有害物质的第2002/95/EC号指令的改写版。*

2 封装概述

意法半导体可提供的不同封装在表 1 中进行了具体说明。

表1. 封装类型⁽¹⁾

表面贴装技术		插件技术	
封装	引脚数	封装	引脚数
SON	8, 16	PDIP .3	8, 16, 20
SOW	16, 20, 24, 28, 34 收缩型	PDIP .4	32S
PLCC	44, 520	PDIP .6	28, 42S, 56S
PQFP	44, 52, 80, 100, 144, 208	-	-
LQFP	多达 208	-	-
LFBGA, UFBGA, TFBGA	多达 216	-	-
TFBGA ⁽²⁾	多达 361	-	-
LFBGA ⁽²⁾	多达 448	-	-
PBGA	多达 480	-	-
TSSOP	20	-	-
VFQFPN, UFQFPN	8, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 48, 64	-	-
WLCSP	多达 143	-	-

1. 可根据需要建议更大型的封装组合。

2. 特定于MPU

插件技术（THT）和表面贴装技术（SMT）采用不同的焊接技术，因此约束也各不相同。

在 THT 中，引线端仅插入焊接合金，因此封装体暴露在较低的温度下（< 150 °C）；而在 SMT 中，整个封装体在回流焊工艺期间都暴露在非常高的温度下（245 °C-260 °C）。

另外，集成电路封装中使用的模塑料还会吸收周围介质中的湿气。在回流焊工艺的快速加热过程中（详细信息参见第 4 节：焊接），吸收的湿气会蒸发，进而在封装中的引线框焊盘/硅片与塑料接触面上形成压力，可能导致封装破裂并降低器件可靠性。

3 SMD 简介

与插件技术中将引线插入印刷电路板不同的是，SMD（表面贴装器件）封装直接安装在基板安装焊盘上。SMT 具有以下优势，因此在电子器件领域应用广泛：

- 封装体积小，支持的引脚数多
- 封装紧凑轻质，可缩小系统规模
- 可以在 PCB 的任意一面安装
- 无需在 PCB 上钻孔

表面贴装技术也有几项缺点：

- 由于厚度较薄，因此对焊接温度较为敏感
- 焊接条件难以确定（使用的结构较精细，引脚数较多）

3.1 处理 SMD

虽然SMD封装目前具有良好的固有可靠性，但如果在机械处理过程中使用了不当的技术或工具，则会影响器件的长期可靠性，甚至损坏器件。

处理SMD封装时，强烈建议使用真空管等改装工具尽量避免触碰到引脚。手动处理可能会影响引线的共面性，并导致引线污染或刮擦，从而产生可焊性的问题。此外，严禁加宽两个连续引脚之间的间隔。

4 焊接

4.1 焊接方法

有3种主要的焊接方法（在图 1中有详细说明）：

- 单侧回流焊
- 双侧回流焊
- 波峰焊（适用于 THT 器件）

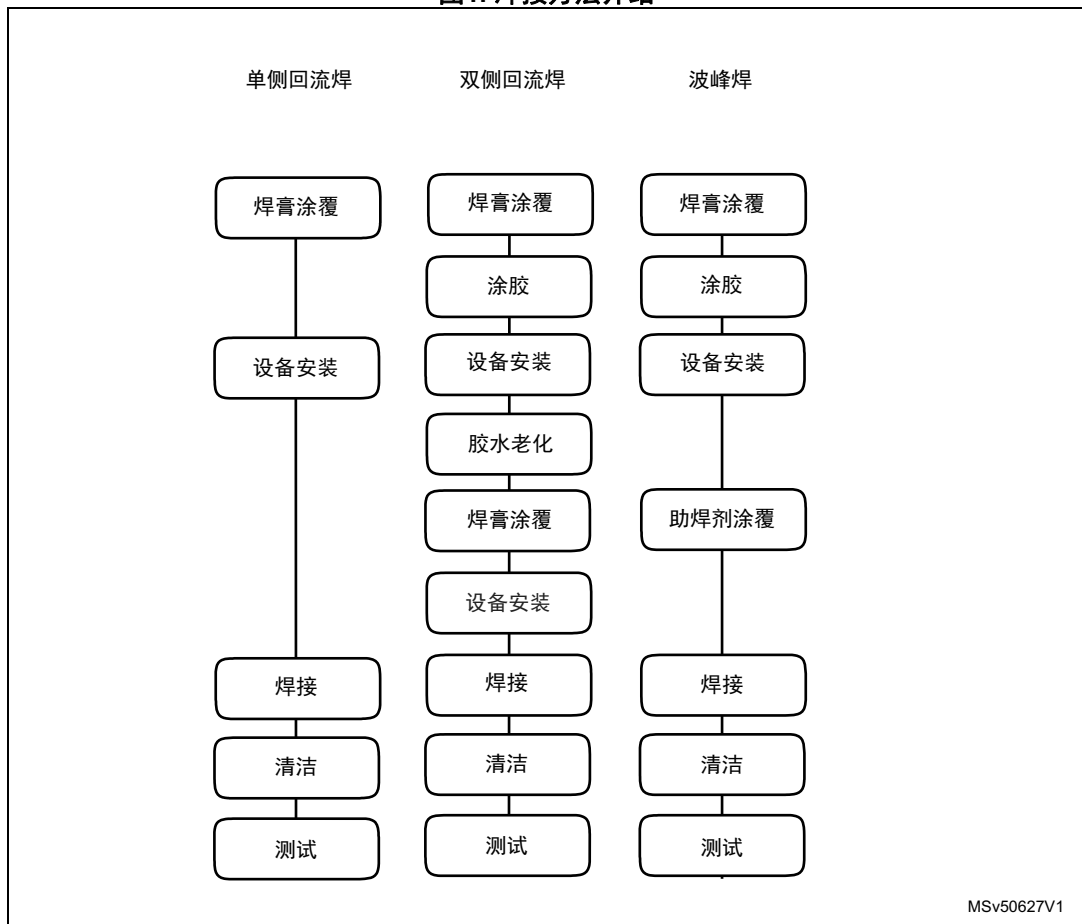
弯曲引线

所有工艺中都必须避免封装受压，尤其是在插入引线的封装松香区域。如果封装/引线接触面受压，则会降低防潮和防热特性，进而影响器件可靠性。

插入

在印刷电路板上安装器件时，指导原则仍是防止受压。尤其是要遵循设备的指定引脚间距：请勿尝试弯曲引线来适配非标准孔间距。

图1. 焊接方法介绍



4.2 焊接建议

焊接每种封装类型时必须遵守下列建议（参见表 2）。

表2. 封装/焊接工艺兼容性⁽¹⁾

封装	回流焊加工工艺		波峰焊工艺	
	制程	可靠性	制程	可靠性
PLCC	OK	OK	不可能	N/A
SOP	OK	OK	可行	(2)
QFP	OK	OK	由客户负责 ⁽³⁾	(2)
BGA	OK	OK	不可能	N/A
VFQFPN, UFQFPN	OK	OK	不可能	N/A
WLCSP	OK	OK	不可能	N/A

1. 由于引线/焊珠结构的原因，严格地说，回流焊不适用于 DIP，波峰焊不适用于 PLCC、BGA、VFQFPN、UFQFPN 和 WLCSP。
2. SMT封装采用波峰焊不符合意法半导体的规范。意法半导体作为标准执行的SMT封装认证仅包括红外回流焊。
JEDECESD22A111建议，由于封装内部产生的应力可能会损坏内部结构，用户应对SMT封装的波峰焊进行评估，并且波峰焊与焊接工艺参数紧密相关。
3. 不建议对 PQFP 使用波峰焊，因为在引线穿过两个波峰时难以避免焊接桥连。

4.3 与有铅焊接工艺的兼容性

可以使用有铅焊接工艺实现无铅封装。

4.4 回流焊条件

回流焊期间存在的较大风险是过热。如果集成电路暴露在高温环境中的时间过长，则可能受到损坏且可靠性降低。

此外，焊槽中也应加入适当的助焊剂来防止引线或封装松香退化。为了保证长期可靠性，必须清除引线间或与松香接触的残余助焊剂。应谨慎选择用于去除多余焊剂的溶剂。三氯乙烯 (CHCl: CCl₂) 尤其如此。应避免使用基础溶剂，因为其残留物会侵蚀封装松香。

高品质的低缺陷焊接需要确定回流焊膏的最佳温度曲线，进而优化工艺流程。加热和冷却上升率必须与焊膏及元件相匹配。

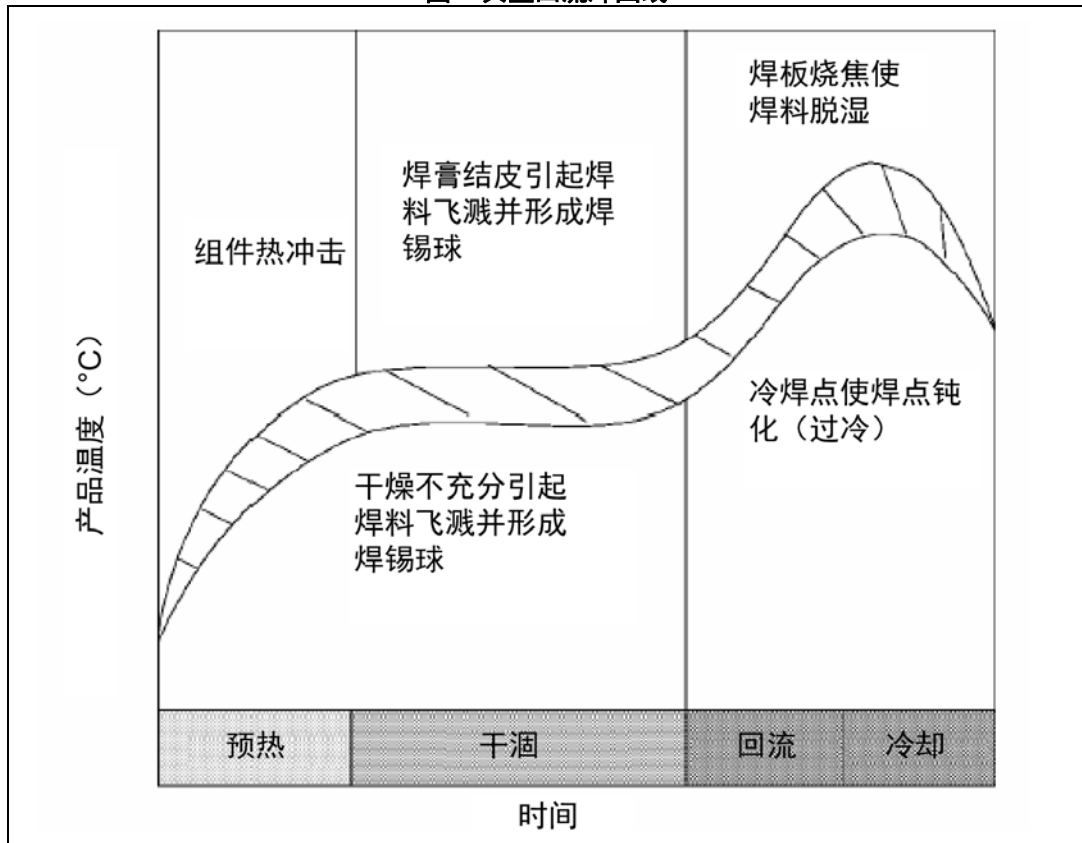
典型的曲线包括预热、烘干及回流各部分。

预热部分最重要的一点是使温度上升速率低于 2 °C/秒，以降低半导体元件受到的热冲击作用。

烘干部分主要用于保证焊膏在达到回流温度之前已完全干透。

回流焊在回流区域完成，此时焊膏的温度将高于焊接熔点。为了保证回流质量，溶解温度必须超过 20 °C 左右。

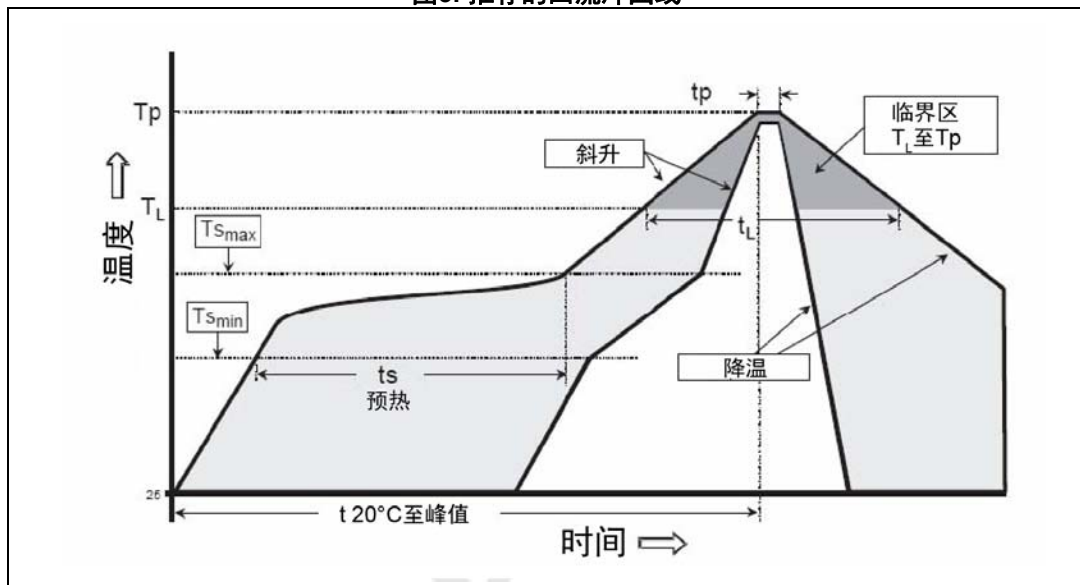
图2. 典型回流焊曲线



有关推荐的回流焊曲线，请参阅图 3。

意法半导体提供的无铅封装保证符合此类回流曲线条件。

图3. 推荐的回流焊曲线

表3. JEDEC 标准无铅回流曲线（遵循 J-STD-020D）⁽¹⁾

曲线特性	无铅装配
平均升温率（ T_{smax} 至 T_p ）	最大值 3 °C/秒
预热 - 最低温度（ T_{smin} ） - 最高温度（ T_{smax} ） - 时间（ t_s ）	150 °C 200 °C 60-120 秒
高于此温度时的保持时间： - 温度（ T_L ） - 时间（ t_L ）	217 °C 60-150 秒
峰值/分类温度（ T_{AMAX} ）	取决于封装，请参见包装盒标签上指示的温度。
实际峰值温度在5 °C以内的时间（ T_p ）	30 秒
降温率	最大值 6 °C/秒
25 °C到峰值温度之间的时间	最长 8 分钟

1. 所有温度都指在封装体表面测得的最表层温度。

5 SMD胶合性

强烈建议用户遵循胶粘剂供应商提供的涂胶规范，并使用 100% 的胶聚合来达到最佳胶粘效果。

图4. 使用常规烘箱和线性流烘箱进行胶聚合的推荐曲线

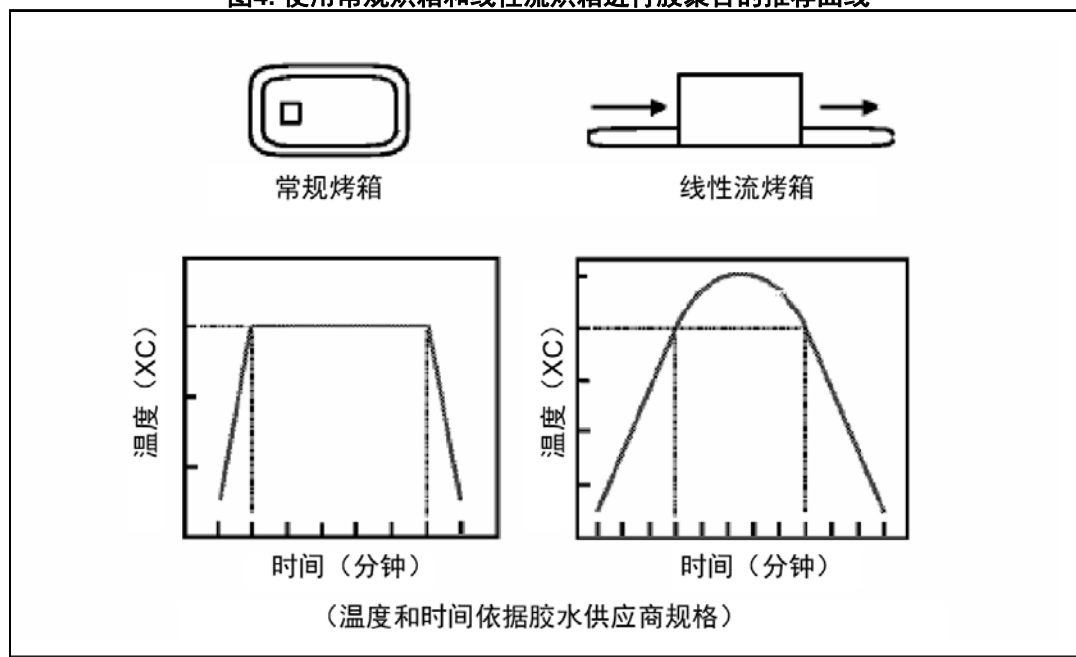
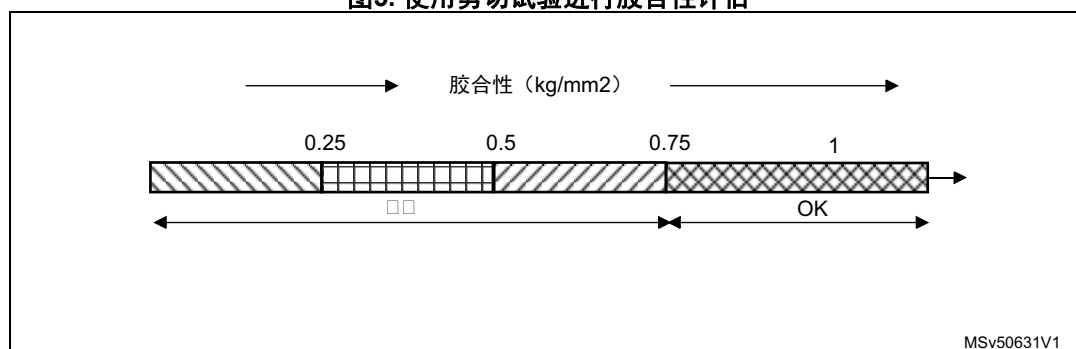


图5. 使用剪切试验进行胶合性评估



各种测试表明，胶水剪切试验的规格限制符合IPC SM817标准（最小为 0.75 kg/mm^2 ）。当值低于 0.5 kg/mm^2 时，通常会发生客户投诉。低于 0.25 kg/mm^2 时，组件会在处理过程中从PCB上掉落，这一点已得到证实。在塑料SMD中一般性能大于 1 kg/mm^2 。

6 防潮包装

焊接后SMD的质量和可靠性主要取决于存储期间的受潮程度。交付时已针对规定的条件采取防潮包装这种特定的包装方式。吸收的湿气量会随着时间和环境变化。容易受潮的 SMD（SOP、PLCC、PQFP、BGA、VFQFPN、UFQFPN 和 WLCSP）都采用防潮包装方式来防止运输/存储期间受潮，从而大大降低爆米花效应引发的故障风险。

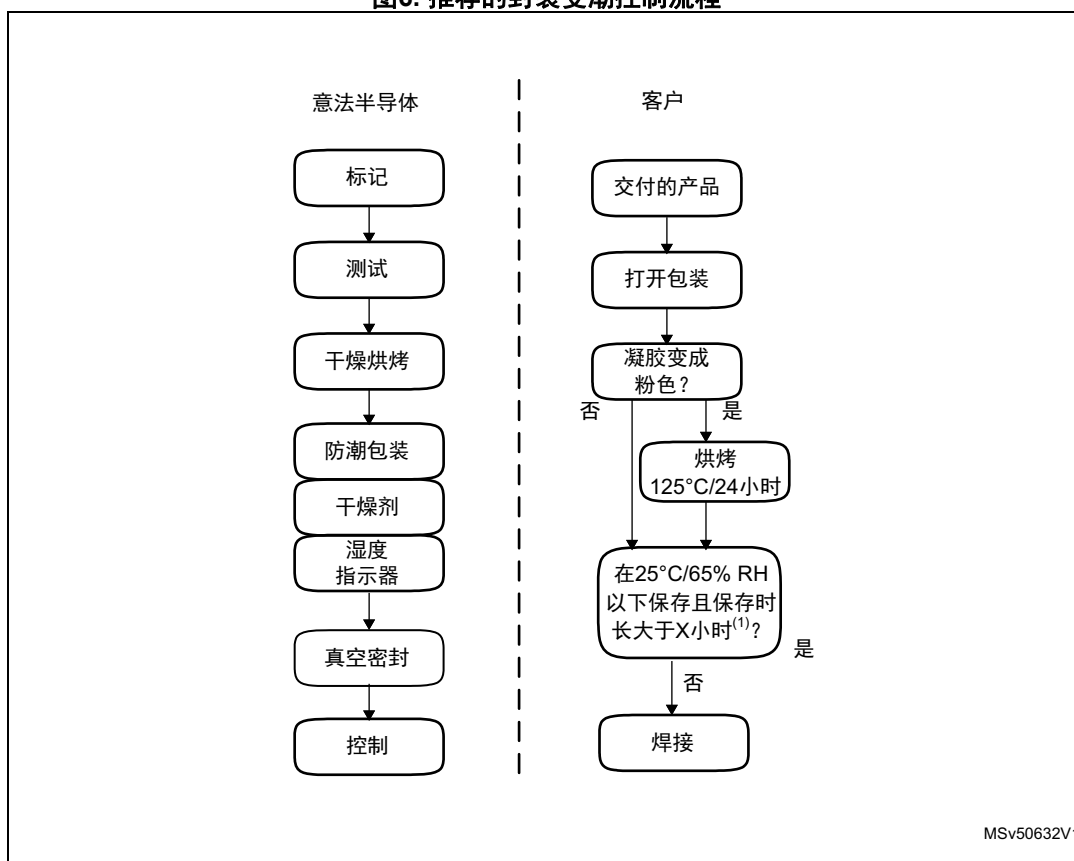
6.1 爆米花效应

爆米花效应指封装在焊接期间破裂。随着集成电路晶片不断朝大规模发展，这种效应的控制也越来越重要。这种现象主要由环氧树脂模塑料受潮导致。当封装暴露在高温下时（例如在大多数 SMT 焊接工艺中），塑料和晶片焊盘之间存留的水分将瞬间蒸发，在内部形成高压。模塑料可能发生破裂，具体取决于受潮程度、焊接温度和时间、晶片大小、封装结构以及模塑料特性。

SMD 产品先放置在管材、托盘或卷带内，然后再真空密封到密封袋中。

打开包装将破坏理想的存储条件，开始受到正常环境的影响。[图 6](#) 显示了建议的处理流程。

图6. 推荐的封装受潮控制流程



MSv50632V1

1. X取决于MSL级别（请参阅JEDEC标准J-STD-020D）。

建议将防潮包装中的部件存储在防潮箱中（即充有氮气的柜子中）。对于无可用防潮箱的情况，请参见表 4获取存储环境条件建议。

表4. 环境条件

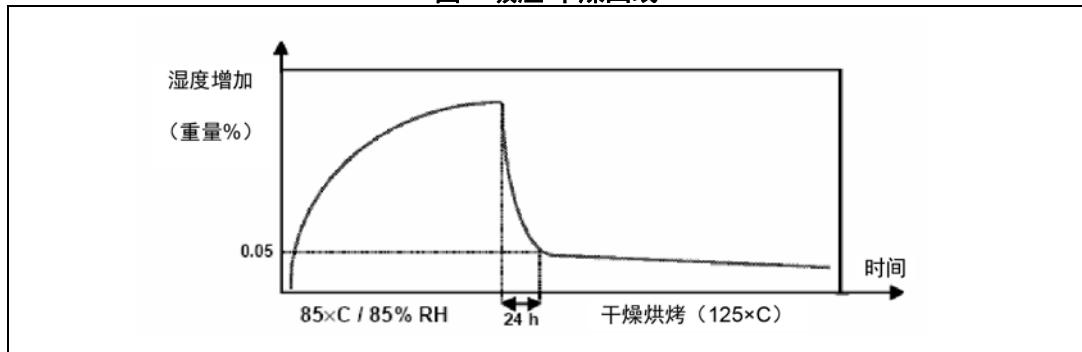
条件	推荐值
温度	5 -> 30°C
湿度	最大60% RH

此外还应尽量减少灰尘。避免发生振动或受到冲击，以防包装容器变形。为了避免包装承重过大，容器不应相互堆叠。

6.2 打开防潮包装

打开防潮包装后，应在 24 小时内完成焊接。存放时间超过指定存储周期的 SMD 产品应在 125°C 下烘烤 24 小时（在氮气环境中）。采用管材或卷带包装的器件必须在烘烤前改放入金属管中，而采用托盘包装的器件则可以直接烘烤。

图7. 吸湿/干燥曲线



7 版本历史

表5. 文档版本历史

日期	版本	变更
2007年10月16日	1	初始版本
2009年5月26日	2	修改了表 3: JEDEC 标准无铅回流曲线 (遵循 J-STD-020D) 中的 t_L 和 t_p 。 更新了图 6: 推荐的封装受潮控制流程。
2013年5月22日	3	更新了表 1: 封装类型和表 2: 封装/焊接工艺兼容性。 在第 6节: 防潮包装中增加了UFQFPN和WLCSP封装。 将文档转为新模板并更新免责声明。
2014年7月7日	4	在第 1节: 意法半导体无铅封装中更新了RoHS指令和相关注释。
2016年5月17日	5	在第 2节: 封装概述中更新了焊接期间的最高温度 在第 4.3节: 与有铅焊接工艺的兼容性中删除了对应用笔记 AN2034的引用 在表 4: 环境条件中更新了湿度建议值单位。
2018年3月27日	6	表 2: 封装/焊接工艺兼容性: - 更新了注释2. - 更改了QFP封装的流程
2019年10月10日	7	更新了引言、第 2节: 封装概述的标题、表 1: 封装类型、表 3: JEDEC 标准无铅回流曲线 (遵循 J-STD-020D)

表6. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2020年8月26日	1	中文初始版本

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司 (“ST”) 保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。若需 ST 商标的更多信息，请参考 www.st.com/trademarks。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2020 STMicroelectronics - 保留所有权利