

简介

意法半导体的微控制器可提供各种无铅 ECOPACK[®] 封装以满足不同的客户需求。

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。本应用笔记将介绍微控制器使用的各种封装类型及不同的安装技术，并提出相应的焊接建议。

目录

1	意法半导体无铅封装	3
2	微控制器封装	4
3	SMD 简介	5
	3.1 处理 SMD	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	7
5	SMD 胶合性能	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 2002/95/EC 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”。欧洲议会和欧洲理事会于 2003 年 1 月 27 日颁布的 2002/95/EC 指令自 2003 年 2 月 13 日起生效，该指令对电气和电子设备中的 RoHS 要求做出了说明。该指令的目的是禁止使用重金属（铅、汞、镉、六价铬）和两种溴化物（PBB 和 PBDE）。该指令自 2006 年 7 月 1 日起在整个欧洲都适用。*

2 微控制器封装

表 1 中列出了意法半导体为微控制器提供的不同封装方式。

表 1. 微控制器封装类型⁽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		
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。

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中，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 (> 240 °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共面性并造成引线污染或刮痕，进而导致可焊性问题。另外还禁止增大两个连续引脚间的间隔。

4 焊接

4.1 焊接方法

焊接方法主要分 3 种（详见图 1）：

- 单侧回流焊
- 双侧回流焊
- 波峰焊（适用于 THT 器件）

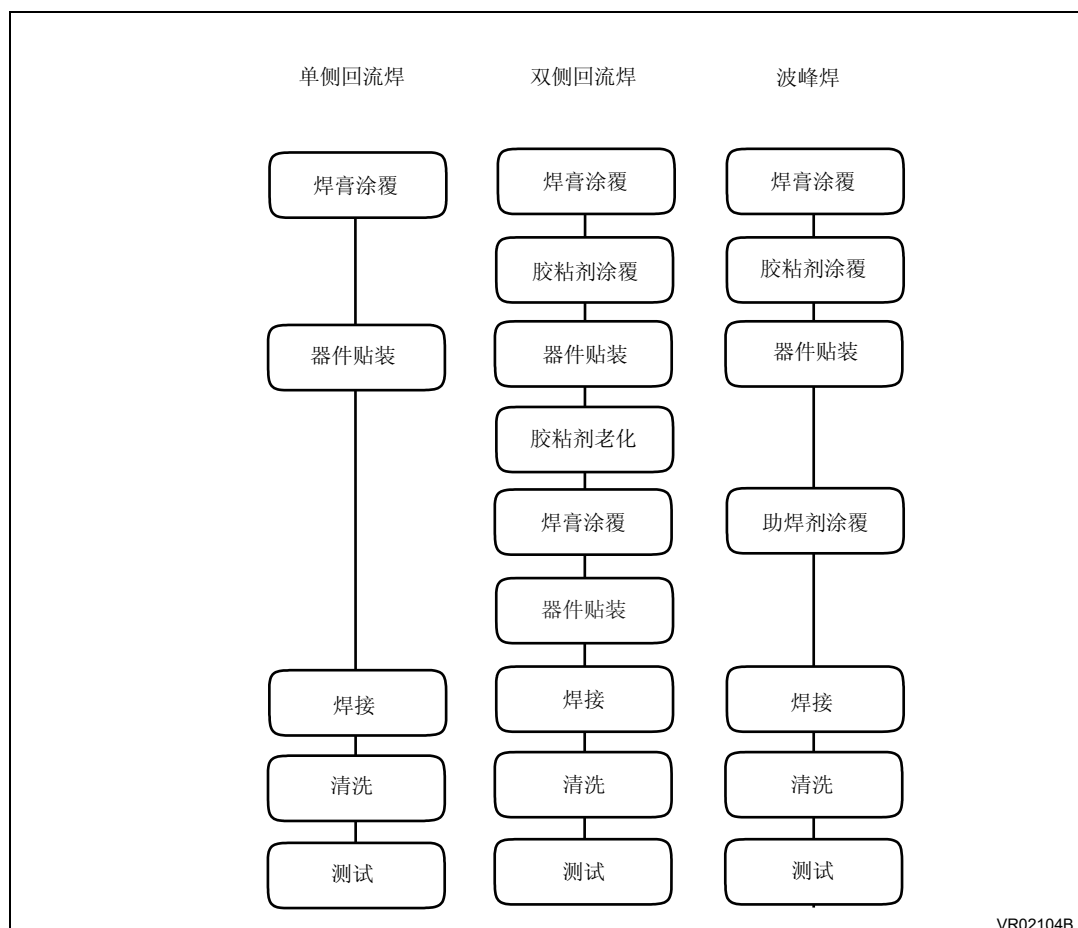
弯曲引线

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。尤其要遵守器件引脚间隔要求：不要试图通过弯曲引线来适应不标准的孔距。

图 1. 焊接方法介绍



4.2 焊接建议

焊接各种封装类型时必须遵循以下建议（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	
	工艺	可靠性	工艺	可靠性
PLCC	正常	正常	不可能	N/A
SOP	正常	正常	可行	(2)
QFP	正常	正常	慎用 ⁽³⁾	(2)
BGA	正常	正常	不可能	N/A
VFQFPN, UFQFPN	正常	正常	不可能	N/A
WLCSP	正常	正常	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. 不建议对 SMT 封装使用波峰焊，因为封装体浸焊时产生的热冲击可能损坏封装内部结构（接触面分层），进而影响器件的长期可靠性。
意法半导体的标准 SMT 封装特性中只包括回流焊抗性评估。
JEDEC JESD22A111 建议 SMT 封装的波峰焊应由用户进行评估，因为封装内部产生的压力主要取决于焊接工艺参数。
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。有关焊接工艺兼容性和条件的详细信息，请参见应用笔记 AN2034。

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。应谨慎选择用来清除过量助焊剂的溶剂，尤其是三氯乙烯 (CHCl: CCl₂)。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。

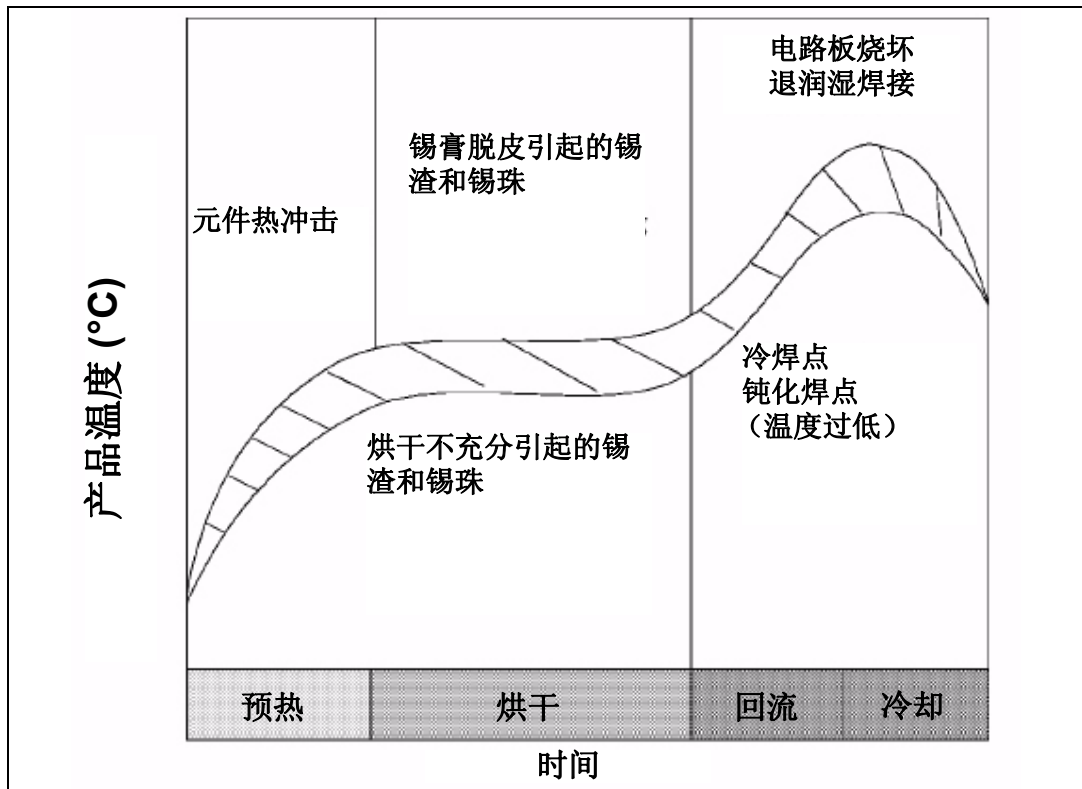
典型的曲线包括预热、烘干及回流各部分。

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，熔解温度必须超过 20 °C 左右。

图 2. 典型的回流焊曲线



有关推荐的回流焊曲线，请参见图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

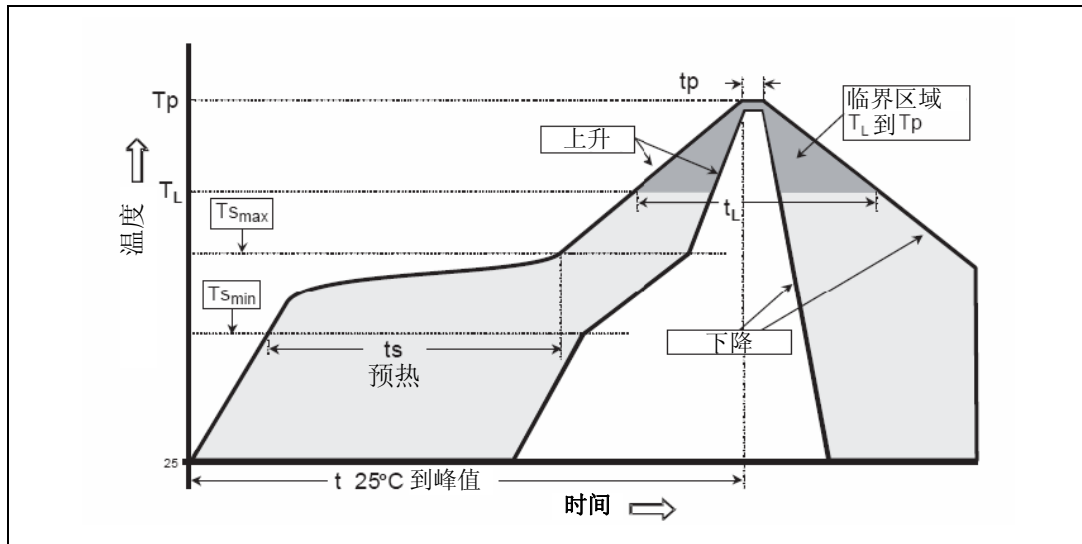


表 3. JEDEC 标准无铅回流曲线（遵循 J-STD-020D）⁽¹⁾

曲线特性	无铅装配
平均升温率 (T_{smax} 到 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_L)	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_P)	取决于封装, 请参见包装盒标签上指示的温度。
处于实际峰值温度 (T_P) 5 °C 范围内的时间	30 秒
降温率	最大值 6 °C/秒
从 25 °C 到峰值温度经过的时间	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 胶合性能

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. 使用普通烤箱和线性对流烤箱时推荐的胶聚合曲线

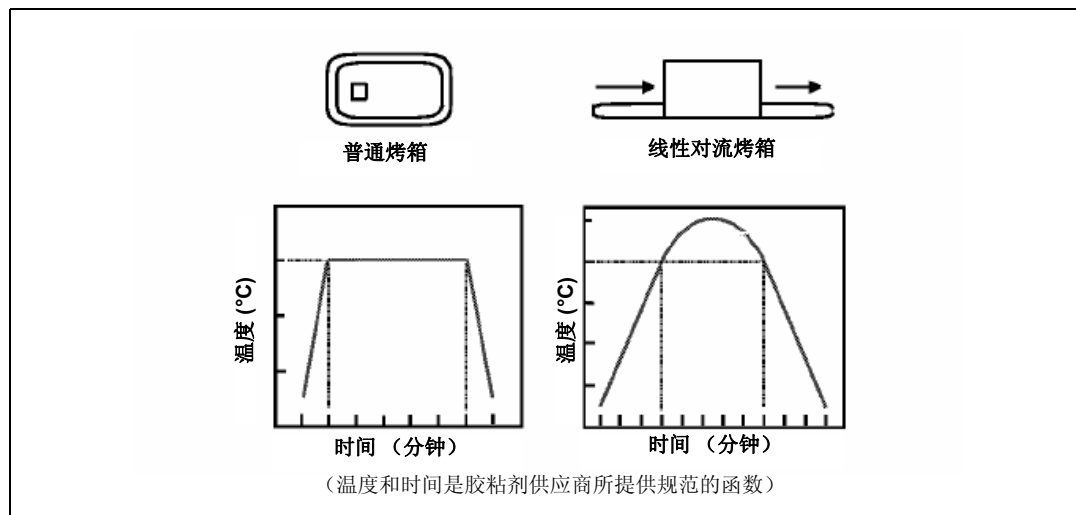
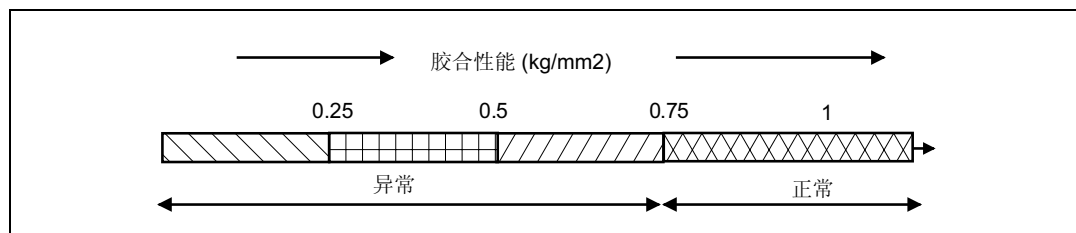


图 5. 通过剪切测试评估胶合性能



多项测试结果表明胶粘剂剪切测试规范限制符合 IPC SM817 标准 (最小 0.75 kg/mm²)。客户一般要求该值不小于 0.5 kg/mm²。经验证，当该值小于 0.25 kg/mm² 时，处理期间元件会从 PCB 上脱落。一般在塑料 SMD 中该值大于 1 kg/mm²。

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的推移和环境变化。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。

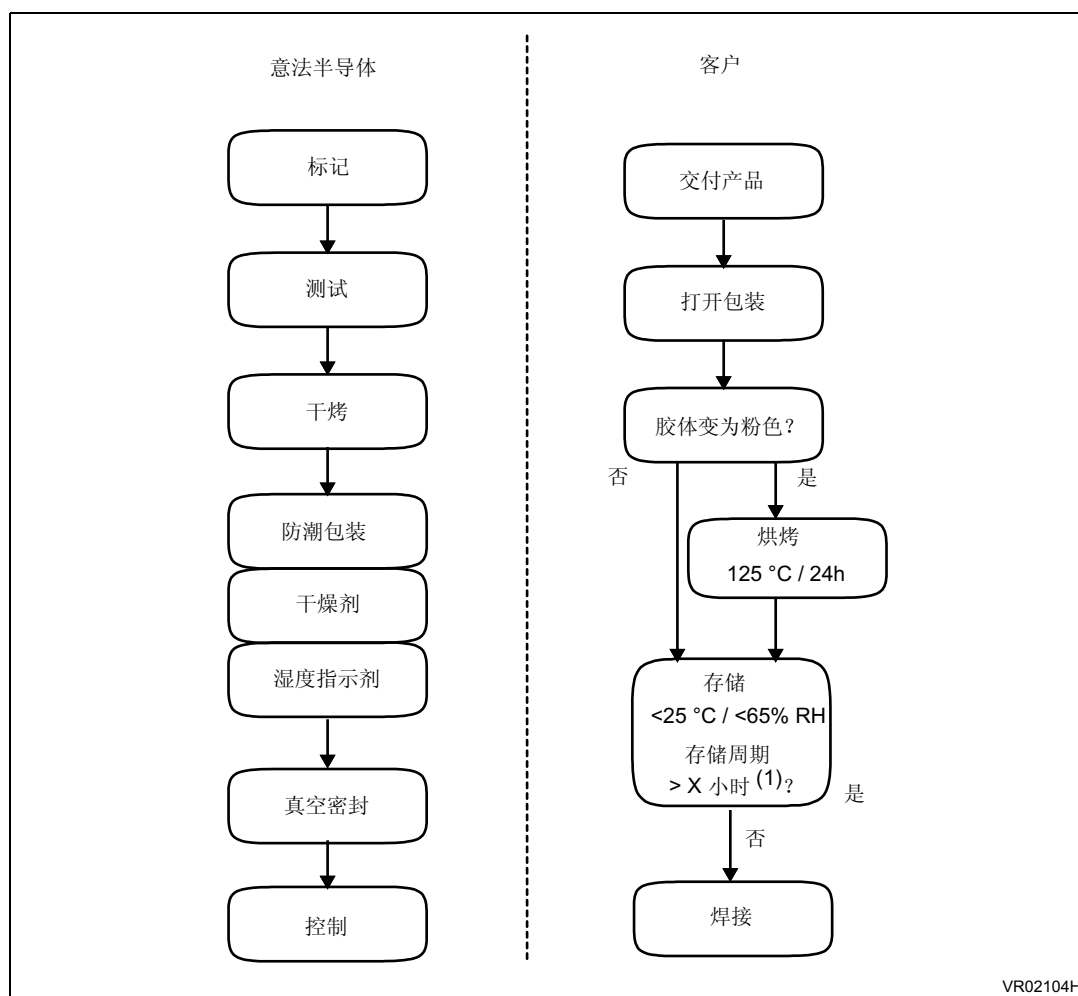
6.1 爆米花效应

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](#) 介绍了推荐的处理流程。

图 6. 控制封装受潮推荐的流程



1. X 取决于 MSL 级别（参见 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）。如果没有防潮箱，则请参见[表 4](#)了解推荐的存储环境条件。

表 4. 环境条件

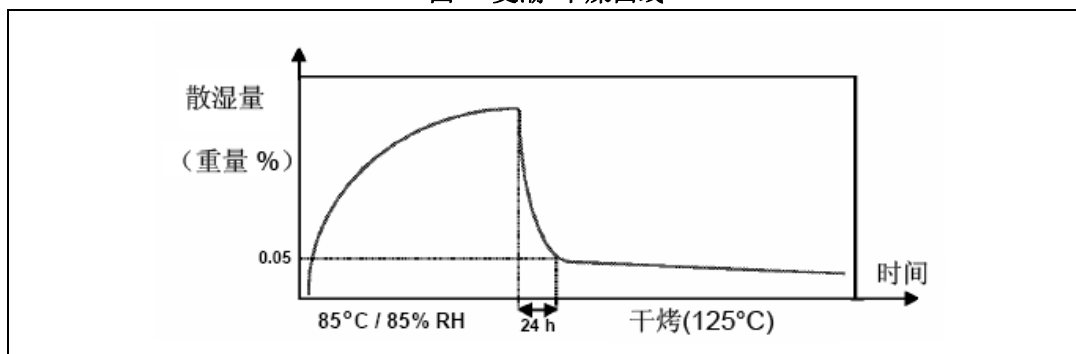
条件	推荐值
温度	5 -> 30 °C
湿度	最高 60 °C

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. 受潮/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 05 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: 控制封装受潮推荐的流程。
2013 年 05 月 22 日	3	更新了表 1: 微控制器封装类型和表 2: 封装/焊接工艺兼容性。 在第 6 节: 防潮包装中添加了 UFQFPN 和 WLCSP 封装。 将文档转为新模板并更新免责声明。

请仔细阅读：

中文翻译仅为方便阅读之目的。该翻译也许不是对本文档最新版本的翻译，如有任何不同，以最新版本的英文原版文档为准。

本文中信息的提供仅与ST产品有关。意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对本文档及本文所述产品与服务进行变更、更正、修改或改进的权利，恕不另行通知。

所有ST产品均根据ST的销售条款出售。

买方自行负责对本文所述ST产品和服务的选择和使用，ST概不承担与选择或使用本文所述ST产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为ST授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在ST的销售条款中另有说明，否则，ST对ST产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途（及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况），或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

意法半导体的产品不得应用于武器。此外，意法半导体产品也不是为下列用途而设计并不得应用于下列用途：（A）对安全性有特别要求的应用，例如，生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；（B）航空应用；（C）汽车应用或汽车环境，且/或（D）航天应用或航天环境。如果意法半导体产品不是为前述应用设计的，而采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向意法半导体发出了书面通知，采购商仍将独自承担因此而导致的任何风险，意法半导体的产品设计规格明确指定的汽车、汽车安全或医疗工业领域专用产品除外。根据相关政府主管部门的规定，ESCC、QML或JAN正式认证产品适用于航天应用。

经销的ST产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致ST针对本文所述ST产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大ST的任何责任。

ST和ST徽标是ST在各个国家或地区的商标或注册商标。

本文档中的信息取代之前提供的所有信息。

ST徽标是意法半导体公司的注册商标。其他所有名称是其各自所有者的财产。

© 2014 STMicroelectronics 保留所有权利

意法半导体集团公司

澳大利亚 - 比利时 - 巴西 - 加拿大 - 中国 - 捷克共和国 - 芬兰 - 法国 - 德国 - 中国香港 - 印度 - 以色列 - 意大利 - 日本 - 马来西亚 - 马耳他 - 摩洛哥 - 菲律宾 - 新加坡 - 西班牙 - 瑞典 - 瑞士 - 英国 - 美国

www.st.com

