

GigaDevice Semiconductor Inc.

GD32 MCU 器件装配指南

应用笔记

AN283

1.0 版本

(2025 年 11 月)

目录

目录.....	2
图索引	3
表索引	4
1. 前言.....	5
2. GD32 MCU 封装简介	6
3. PCB 焊盘设计	7
3.1. 焊盘类型简介.....	7
3.2. 各封装类型焊盘设计建议	7
3.2.1. TSSOP/QFP 封装焊盘设计建议	7
3.2.2. QFN 封装焊盘设计建议.....	8
3.2.3. LGA 封装焊盘设计建议	9
3.2.4. BGA 封装焊盘设计建议.....	9
3.2.5. QFN/QFP EPAD 焊盘与导热过孔设计建议	10
4. 湿度敏感性等级（MSL）简介.....	12
5. 装配工艺及检查.....	13
5.1. 焊膏印刷	13
5.1.1. 焊膏简介与选择	13
5.1.2. 钢网简介与选择	14
5.2. 器件放置	16
5.3. 回流焊简介与注意事项.....	16
5.4. PCB 清洗.....	19
5.5. 检查	19
5.6. 焊接短路与断路的常见原因.....	19
6. 返工.....	20
7. 版本历史	21

图索引

图 3-1. SMD 与 NSMD 焊盘示意图	7
图 3-2. TSSOP/QFP 封装焊盘设计建议	7
图 3-3. 焊接良好的 TSSOP/QFP 引脚焊点示意图	8
图 3-4. QFN 封装焊盘设计建议	8
图 3-5. 焊接良好的 QFN 引脚焊点示意图	9
图 3-6. 焊接良好的 BGA 引脚焊点示意图	10
图 3-7. EPAD PCB 焊盘设计	10
图 3-8. EPAD PCB 焊盘中热过孔设计	11
图 4-1. 器件包装上湿度敏感性等级及回流焊峰值温度标识	12
图 5-1. 回流焊流程	13
图 5-2. 钢网开口示意图	15
图 5-3. EPAD 焊盘钢网开口示例	15
图 5-4. 典型的回流焊温度曲线	17
图 5-5. J-STD-020 中分类回流曲线	18
图 6-1. 返工流程示意图	20

表索引

表 2-1. GD32 MCU 封装类型.....	6
表 3-1. TSSOP/QFP 封装根据引脚间距建议的焊盘宽度	8
表 3-2. QFN 封装根据引脚间距建议的焊盘宽度	9
表 3-3. BGA 封装根据引脚间距建议的焊盘直径	9
表 4-1. 不同湿度敏感性等级（MSL）的车间寿命	12
表 5-1. 合金焊料粒度等级与颗粒直径的关系	14
表 5-2. 无铅工艺器件的峰值回流温度与封装厚度以及体积的关系	17
表 5-3. 分类回流曲线参数说明	18
表 7-1. 版本历史	21

1. 前言

本文是专门为开发 GD32 MCU 的工程设计人员提供，介绍了 GD32 MCU 的封装形式以及湿度敏感性等级（MSL）的概念，并提供器件的 PCB 焊盘设计以及器件焊接方面的指导。

本文参数为建议值，须结合器件数据手册与 PCB 组件制造商评估。

2. GD32 MCU 封装简介

目前 GD32 MCU 产品中已有的封装类型如[表 2-1. GD32 MCU 封装类型](#)所示：

表 2-1. GD32 MCU 封装类型

封装类型	引脚数
TSSOP	20, 24
LGA	20
QFP	32, 48, 64, 80, 100, 128, 144, 176
QFN	24, 28, 32, 36, 40, 48, 56, 64
BGA	64, 100, 176, 240, 257
CSP	25, 49, 81

由上表可以看出目前 GD32 MCU 产品均为 SMD（Surface Mounted Devices：表面贴装器件）封装，SMD 封装与 THD（Through-hole Devices：通孔贴装器件）封装相比有如下优势：

- 体积小、重量轻、引脚多，利于高密度集成和产品小型化
- 适合自动化生产，效率高，质量稳定
- 寄生参数小，高频特性好
- 无需在 PCB 上钻孔即可安装

当然，SMD 封装也有一些缺点，例如：

- 焊接机械强度与 THT 封装相比较低
- 焊接工艺要求高

3. PCB 焊盘设计

3.1. 焊盘类型简介

表贴器件有两种焊盘类型：

- SMD (Solder mask-defined)：阻焊层开口小于金属焊盘
- NSMD (Non-solder mask-defined)：阻焊层开口大于金属焊盘

由于铜蚀刻工艺的稳定性与精确性，因此 NSMD 焊盘尺寸制作更为精确，NSMD 焊盘的焊料附着面积更大，可以提高焊点的可靠性，且与 SMD 焊盘相比，NSMD 焊盘之间的间隙更大，更易于走线且允许更宽的走线线宽；但 NSMD 焊盘与 SMD 焊盘相比更容易由于机械应力而发生焊盘的脱离或者与焊盘连接的引线颈部断裂。建议使用 NSMD 类型的焊盘，但某些条件下可能需要使用 SMD 焊盘，来获得更好的抗机械应力特性，SMD 与 NSMD 焊盘示意图如 [图 3-1. SMD 与 NSMD 焊盘示意图](#) 所示。

图 3-1. SMD 与 NSMD 焊盘示意图



3.2. 各封装类型焊盘设计建议

3.2.1. TSSOP/QFP 封装焊盘设计建议

TSSOP 与 QFP 封装焊盘设计建议如 [图 3-2. TSSOP/QFP 封装焊盘设计建议](#) 所示，焊盘向器件中心延伸 0.25~0.45 mm，焊盘向外部延伸 0.15~0.55 mm，焊盘宽度建议如 [表 3-1. TSSOP/QFP 封装根据引脚间距建议的焊盘宽度](#) 所示。

图 3-2. TSSOP/QFP 封装焊盘设计建议

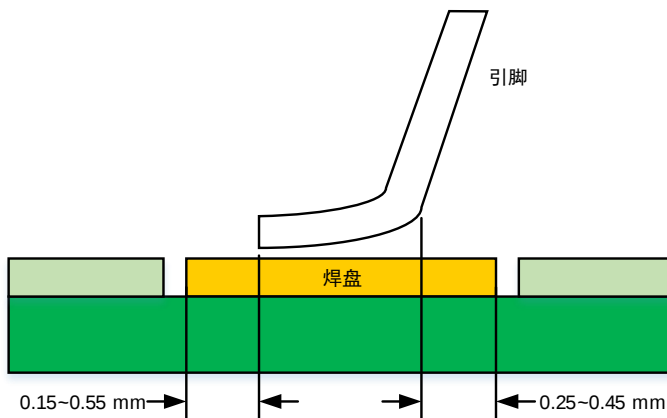


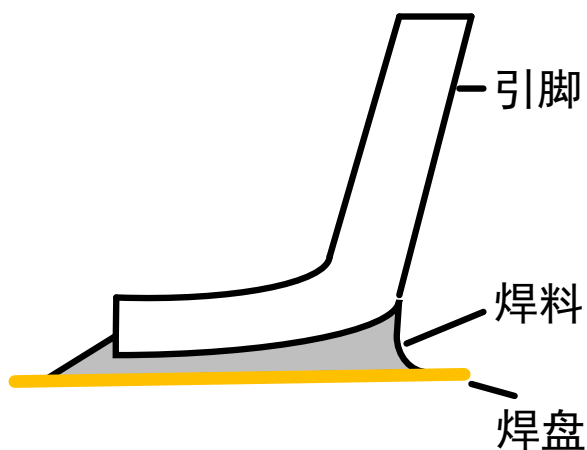
表 3-1. TSSOP/QFP 封装根据引脚间距建议的焊盘宽度

Pitch (mm)	建议焊盘宽度 (mm)
0.40	0.26
0.50	0.30
0.65	0.38
0.80	0.50

- 如果 PCB 空间足够, 建议焊盘在 TSSOP/QFP 引脚向内延伸 0.45mm, 向外延伸 0.55mm
- 注意 PCB 焊盘不要延伸到封装本体下方

焊接良好的 TSSOP/QFP 引脚焊点示意图如 [图 3-3. 焊接良好的 TSSOP/QFP 引脚焊点示意图](#) 所示。

图 3-3. 焊接良好的 TSSOP/QFP 引脚焊点示意图



3.2.2. QFN 封装焊盘设计建议

QFN 封装焊盘设计建议如 [图 3-4. QFN 封装焊盘设计建议](#) 所示, 焊盘向器件中心延伸 0.00~0.05 mm, 焊盘向外部延伸 0.20~0.40 mm, 焊盘宽度建议如 [表 3-2. QFN 封装根据引脚间距建议的焊盘宽度](#) 所示。

图 3-4. QFN 封装焊盘设计建议

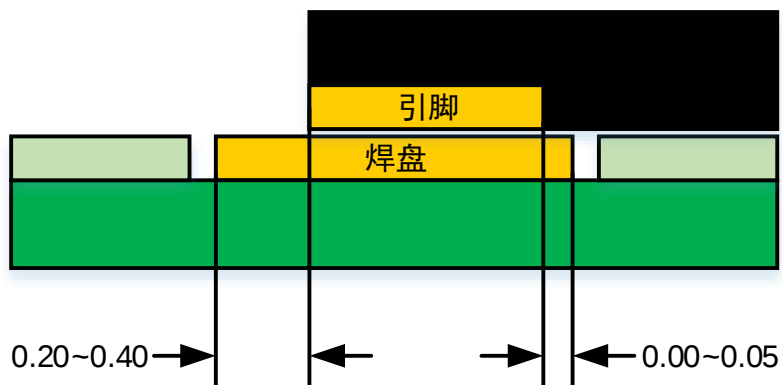


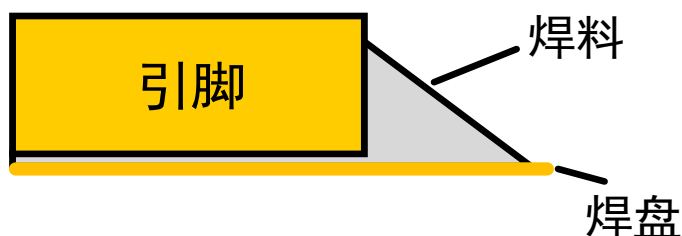
表 3-2. QFN 封装根据引脚间距建议的焊盘宽度

Pitch (mm)	建议焊盘宽度 (mm)
0.35	0.18
0.40	0.20
0.50	0.25
0.65	0.37
0.80	0.40

为防止短路风险，焊盘向内延伸注意该焊盘与芯片 EPAD 以及 EPAD 下方的焊盘需留有一定间隙，一般建议该间隙大于等于 0.25mm。

焊接良好的 QFN 引脚焊点示意图如 [图 3-5. 焊接良好的 QFN 引脚焊点示意图](#) 所示。

图 3-5. 焊接良好的 QFN 引脚焊点示意图



3.2.3. LGA 封装焊盘设计建议

目前 GD32 MCU 中 LGA 封装仅有 LGA20 一种，LGA20 封装类似于 QFN 封装，可以参照 [3.2.2 QFN 封装焊盘设计建议](#) 进行焊盘设计。

3.2.4. BGA 封装焊盘设计建议

BGA 封装焊盘设计建议如 [表 3-3. BGA 封装根据引脚间距建议的焊盘直径](#) 所示。

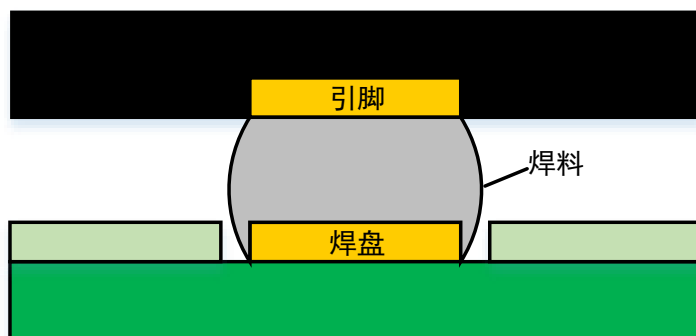
表 3-3. BGA 封装根据引脚间距建议的焊盘直径

Pitch (mm)	建议焊盘直径 (mm)
0.35	0.20
0.40	0.22
0.50	0.25
0.65	0.30
0.80	0.37

阻焊层直径与引脚间距有关，GD32 MCU 的 BGA 封装引脚间距较小，建议阻焊层开口直径比焊盘直径大 0.1 mm。

焊接良好的 BGA 引脚焊点示意图如 [图 3-6. 焊接良好的 BGA 引脚焊点示意图](#) 所示。

图 3-6. 焊接良好的 BGA 引脚焊点示意图



3.2.5. QFN/QFP EPAD 焊盘与导热过孔设计建议

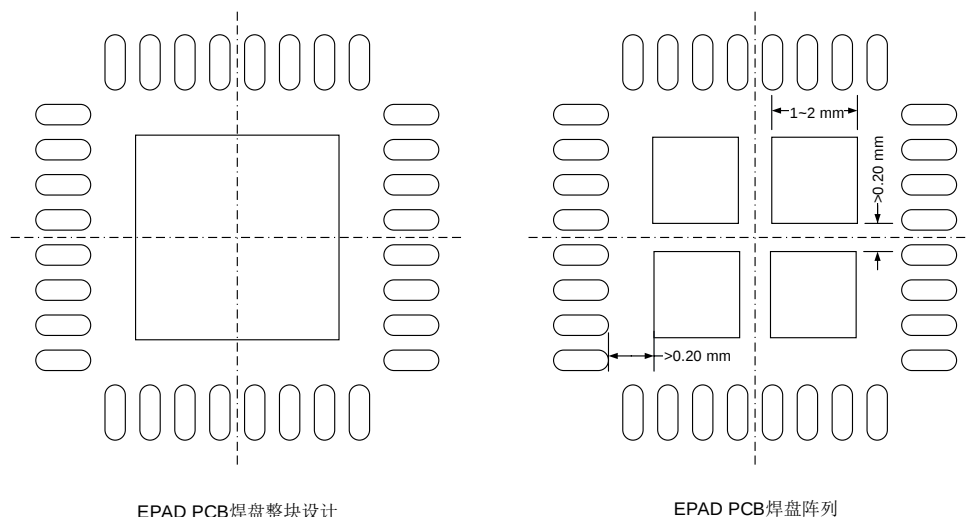
大部分 QFN 封装底部带有 EPAD，用于增强封装热性能与电气性能，在部分 QFP 封装上也会有 EPAD，主要用于增强封装热性能，为了进一步的优化封装的散热性能，建议在 EPAD 上添加热过孔，以及在 PCB 中添加完整的散热平面。

PCB 焊盘大小与 EPAD 相比可以更大也可以更小，但为了最大化提升产品的热性能与电气性能，建议 PCB 焊盘大小应与 EPAD 大小接近。为防止焊接时产生桥接短路，需要注意 EPAD 的 PCB 焊盘与其他焊盘以及引脚的距离应大于 0.2mm。

EPAD 的 PCB 焊盘可以设计为与 EPAD 大小形状类似的一整块，也可以一整块焊盘分割为对称方形或者矩形的焊盘阵列，如 [图 3-7. EPAD PCB 焊盘设计](#) 所示

焊盘阵列中矩形的长度/宽度建议为 1 至 2mm；矩形之间的距离建议大于 0.2mm，空间足够的话可以选择 0.4mm 间隙。

图 3-7. EPAD PCB 焊盘设计



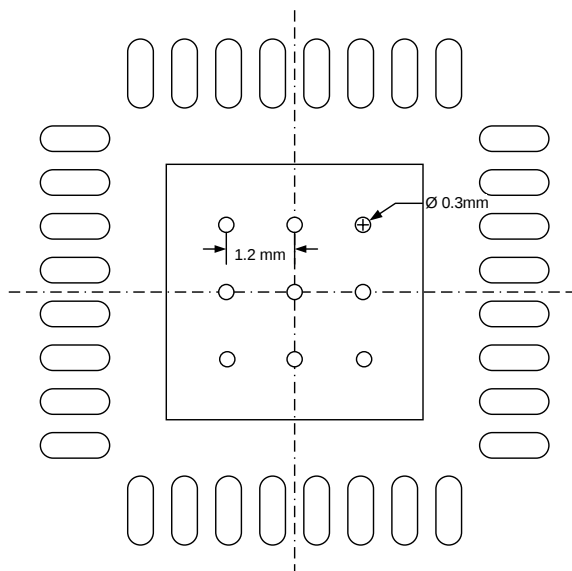
为了使芯片获得更好的热性能与电气性能，需要在 EPAD PCB 焊盘上均匀设置热过孔，建议设置如下：

- 建议设置热过孔间距为 1.2mm

- 建议热过孔直径选择 0.3mm，内部镀铜 1oz，为避免焊料流进过孔，建议对过孔进行塞孔处理

建议的热过孔设计如 [图 3-8. EPAD PCB 焊盘中热过孔设计](#) 所示。

图 3-8. EPAD PCB 焊盘中热过孔设计



4. 湿度敏感性等级（MSL）简介

湿度敏感性等级（MSL）指示了器件包装打开后的车间寿命（Floor life）、存储环境与存储注意事项等。湿度敏感性等级是用于评估元器件对湿气敏感程度的分类标准，等级数字越高代表元器件对湿气越敏感。不同湿度敏感性等级的车间寿命如[表 4-1. 不同湿度敏感性等级（MSL）的车间寿命](#)所示。

表 4-1. 不同湿度敏感性等级（MSL）的车间寿命

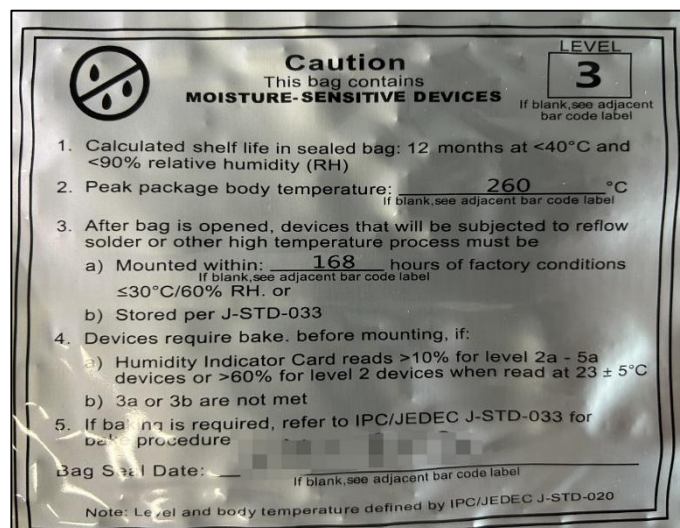
MSL等级	车间寿命	条件
1	无限	30 °C / 85% RH
2	1 年	30 °C / 60% RH
2a	4 周	
3	168 小时	
4	72	
5	48	
5a	24	
6	使用前必须烘烤，并在标签上标注的时间内进行回流焊接	

元器件包装中会包含一个干燥剂和一张湿度检测卡，打开包装袋后应立即检查此时元器件的保存状况。

元件封装在高温回流焊接下，其内部的湿气会因温度升高而膨胀，进而可能会导致封装塑料与芯片或基板之间的界面分离、键合线损坏、芯片损坏以及内部裂纹，在严重情况下，元件甚至可能会因为膨胀而爆裂，这种现象被称为“爆米花效应”，因此对于超过车间寿命的器件需要烘烤后使用，烘烤程序可参考 IPC/JEDECJ-STD-033C，烘烤时需要注意塑料外壳（托盘、卷带或管）可以承受的温度。注意塑料卷带不可承受高温烘烤。

GD32 MCU 器件包装表面附有湿度敏感性等级及回流焊峰值温度标识，如[图 4-1. 器件包装上湿度敏感性等级及回流焊峰值温度标识](#)所示。

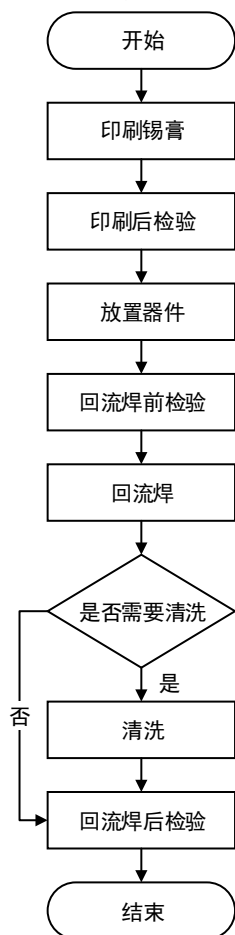
图 4-1. 器件包装上湿度敏感性等级及回流焊峰值温度标识



5. 装配工艺及检查

常见的装配工艺有波峰焊与回流焊，波峰焊主要用于焊接通孔元件或者引脚间距较大的封装，GD32 MCU 产品均建议使用回流焊进行焊接，不建议使用波峰焊焊接，下面主要对回流焊工艺进行介绍，回流焊流程如[图 5-1. 回流焊流程](#)所示。

图 5-1. 回流焊流程



5.1. 焊膏印刷

5.1.1. 焊膏简介与选择

焊膏是 SMT 过程中最重要的材料之一，焊膏主要由合金焊料与焊剂组成，合金焊料占焊膏总量的 80%至 95%，合金焊料的含量决定焊接后焊料的厚度以及焊膏的黏度与印刷性；焊剂的组成成分较复杂，其中包含粘结剂、触变剂、活性剂等，用于去除引脚与焊盘表面的氧化物、预防焊接过程中的氧化、提高润湿性等。

焊膏按照铅含量可以分为有铅和无铅焊膏。早期焊接主要使用的是有铅焊膏，其主要成分为锡和铅，近年来，出于环保的考虑，开始越来越多的使用无铅焊膏，其中的铅含量小于 1000ppm (<0.1%)。

合金焊料按照其中的颗粒直径大小可以分为如[表 5-1. 合金焊料粒度等级与颗粒直径的关系](#)所示的几个等级，对于引脚焊盘越小的封装，其钢网开口也越小，因此需要选择合金焊料粒度等级更高的焊膏，根据经验来看，对于方形钢网开口，最小钢网开口尺寸需要大于等于 5 个球体颗粒直径；对于圆形钢网开口，最小钢网开口尺寸需要大于等于 8 个球体颗粒直径。

表 5-1. 合金焊料粒度等级与颗粒直径的关系

合金焊料粒度等级	颗粒直径 (μm)
1	75~150
2	45~75
3	25~45
4	20~38
5	15~25
6	5~15
7	2~11

焊剂按照其主要组成材料可以分为四种类型：松香型（RO）、树脂型（RE）、有机酸型（OR）、和无机型（IN）。松香型焊剂按照活性度可以分为三种类型：R 型、RMA 型和 RA 型。R 型为非活性焊剂，无腐蚀性；RMA 型为中等活性焊剂，腐蚀性较低，比 R 型焊接型更佳；RA 型为强活性焊剂，焊接性优于 R 型和 RMA 型，但腐蚀性较强。

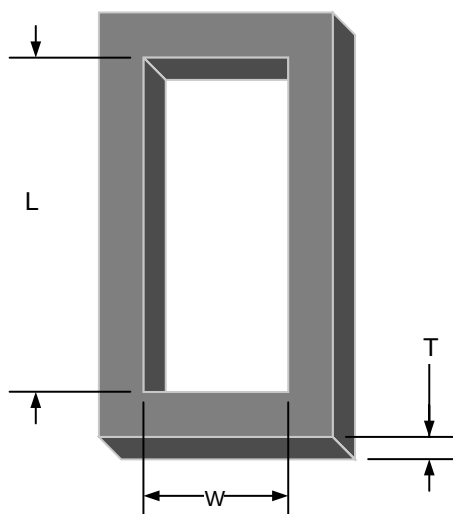
焊膏按照焊剂成分可以分为清洗型和免清洗型，清洗型焊膏焊接后需要使用溶剂或其他溶液进行清洗，否则可能会造成短路以及腐蚀电路板等现象，免清洗型焊膏焊接后不需要进行清洗，建议使用免清洗型焊膏。

5.1.2. 钢网简介与选择

SMT 流程中通常使用钢网将焊膏印刷到焊盘上，钢网的焊盘开口尺寸通常与焊盘接近或者稍小。钢网的厚度与开口尺寸决定了施加到焊盘上的焊膏量，焊膏量对于焊点的可靠性有着至关重要的作用，因此需要根据不同的封装类型选择合适的钢网厚度与开口尺寸。

钢网焊盘开口示意图如[图 5-2. 钢网开口示意图](#)所示。

图 5-2. 钢网开口示意图



为使焊膏更好的从焊盘上释放，需要关注钢网焊盘开口的宽厚比与面积比，宽厚比与面积比的计算公式如(5-1)、(5-2)所示。

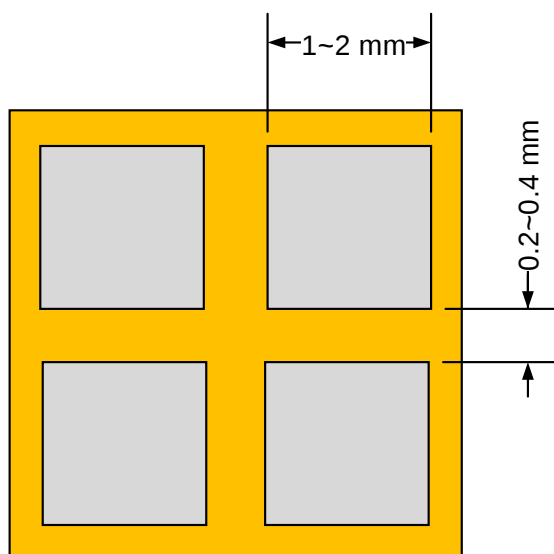
$$\text{宽厚比} = \frac{W}{T} \quad (5-1)$$

$$\text{面积比} = \frac{L \times W}{2 \times (L + W) \times T} \quad (5-2)$$

当连接盘长度远大于连接盘宽度时，宽厚比（ W/T ）是面积比（ $W/2T$ ）的一维简化形式，通用的设计原则是宽厚比大于 1.5，面积比大于 0.66。在钢网开口上倒圆角可以提升钢网的清洁性。

通常情况下钢网开口尺寸与引脚焊盘尺寸一致或略小，为减少芯片 EPAD 与焊盘之间的空隙以及焊接过程中气体的排出，对于 EPAD 焊盘的钢网开口通常为焊盘尺寸的 60%，对于 EPAD 焊盘尺寸大于 2*2 mm 的钢网开口，建议采用矩形阵列式的钢网开口，如[图 5-3. EPAD 焊盘钢网开口示例](#)所示。

图 5-3. EPAD 焊盘钢网开口示例



5.2. 器件放置

器件放置的精度决定了焊接的可靠性，引脚间距越小的器件对放置精度的要求越高，因此建议使用配备视觉识别系统的设备，元件贴装精度需达到 $\pm 0.1\text{mm}$ ，对于 0.4mm 引脚间距以下的器件，元件贴装精度需达到 $\pm 0.05\text{mm}$ 。器件轻微的偏移是可以接受的，轻微未对准的器件在回流焊期间会自行对准。

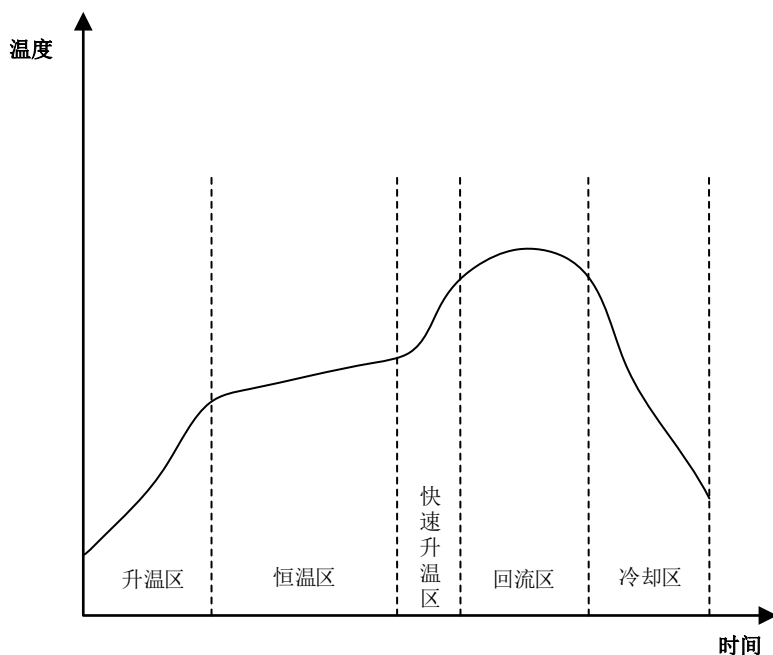
5.3. 回流焊简介与注意事项

回流焊接生产过程中，焊接温度曲线是一个重要的变量，它对产品成品率的影响十分显著。温度曲线的选择应遵循焊膏制造商的建议。建议在回流焊过程中使用氮气，在回流焊过程中使用氮气可以减少 PCB 焊盘以及引脚的氧化，同时提高焊料的润湿性。

一个典型的回流焊温度曲线如 [图 5-4. 典型的回流焊温度曲线](#) 所示，主要分为五个区间。

- 升温区：此时 PCB 与元器件应被均匀加热，焊膏中的挥发性溶剂在升温过程开始蒸发，最大升温速率一般不超过 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，以免对封装造成过大应力
- 恒温区：通常情况下，此区域温度为 150 至 200°C ，PCB 组件在此区域保持时间为 60 至 120 秒。在此区间内，焊膏内的挥发性物质进一步去除，助焊剂开始帮助去除焊盘与引脚上的氧化物，同时在充足的时间内使 PCB 组件达到一致的温度
- 快速升温区：在此区间内，PCB 组件温度逐渐升高至焊膏合金焊料熔点，升温速率不宜超过 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，以免对封装造成过大应力
- 回流区：此区间内，PCB 组件温度达到焊膏合金焊料熔点以上，应在此区间保持足够长的时间使液体焊料均匀的浸润焊盘与引脚，但也不能过长，否则可能导致焊点变脆以及损坏 PCB 组件
- 冷却区：PCB 组件的冷却速度越快，焊膏的结晶粒度越小，结构可靠性越强，但一般不超过 $6^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，以免对封装造成过大应力

图 5-4. 典型的回流焊温度曲线



根据 IPC/JEDEC J-STD-020 标准，表面贴装器件的峰值回流温度取决于封装厚度以及体积，无铅工艺器件的峰值回流温度与封装厚度以及体积的关系如[表 5-2. 无铅工艺器件的峰值回流温度与封装厚度以及体积的关系](#)所示，GD32 MCU 产品的峰值回流温度可以查看包装表面附有的回流焊峰值温度标识。

表 5-2. 无铅工艺器件的峰值回流温度与封装厚度以及体积的关系

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

在进行回流焊接时建议使用焊膏制造商提供的回流焊温度曲线，同时可以在 IPC/JEDEC J-STD-020 中分类回流焊曲线的范围内进行调整，IPC/JEDEC J-STD-020 中在最大回流温度下进行设备 MSL 分类/认证的分类回流曲线如[图 5-5. J-STD-020 中分类回流曲线](#)所示，其中对回流曲线中参数的说明如[表 5-3. 分类回流曲线参数说明](#)所示。

图 5-5. J-STD-020 中分类回流曲线

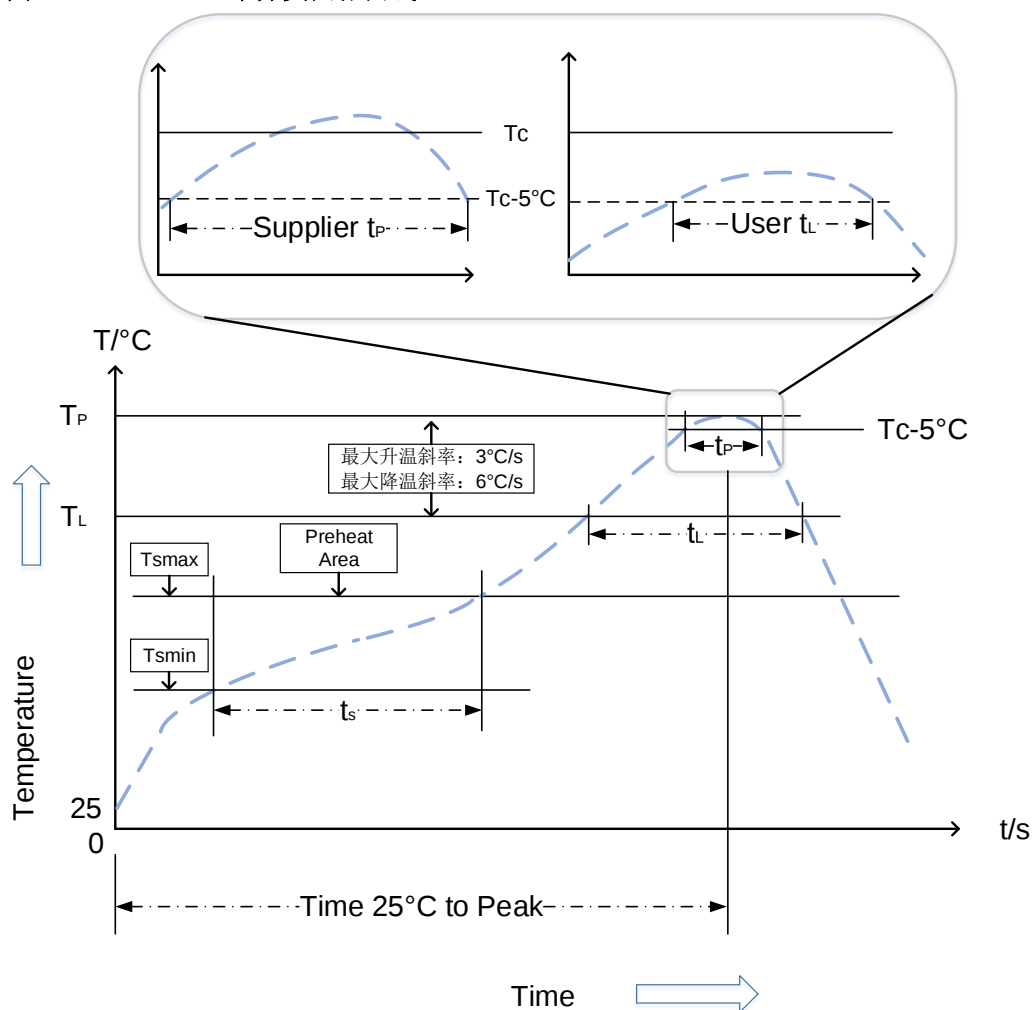


表 5-3. 分类回流曲线参数说明

特征参数	无铅装配
预热阶段	
温度最小值 (T_{smin})	150 °C
温度最高值 (T_{smax})	200 °C
时间 (t_s) 从 (T_{smin} 到 T_{smax})	60 ~ 120 s
升温斜率 (T_L 至 T_P)	最大 3 °C / s
液化温度 (T_L)	217 °C
保持在 T_L 以上的时间 (t_L)	60 ~ 150 s
峰值温度	不得超过芯片包装所示的峰值温度
峰值温度 5 °C 以内持续时间	最大 30 s
降温斜率(T_P to T_L)	最大 6 °C / s
从 25 °C 到温度峰值时间	最大 8 min

在实际焊接过程中，由于 PCB 组件各部位热容不同导致升温与降温速度不同，因此在回流焊接时建议使用热电偶监测 PCB 组件各个位置的温度，同时建议在芯片封装底部中间安装热电偶监测峰值温度不得超过芯片包装所示的峰值温度。

5.4. PCB 清洗

在回流焊接完成后，通常需要根据使用的焊剂类型以及 PCB 组件的要求来决定是否需要清洗，对于 BGA、QFN 等元器件与 PCB 间隙较小的封装来说，清洗通常是较为困难的，因此推荐使用免清洗焊剂进行焊接，但是免清洗焊剂活性通常会比其他类型的焊剂低，因此可能需要配合充氮气或其他方法来达到最佳的焊接效果。

5.5. 检查

焊接后的检查流程也是非常重要的一环，可以提前发现风险，避免后期调试出现问题。焊接检查方法主要有目视、光学检查、X 射线检查三种，随着电路板上元器件日渐微小化与高密度化，目视检查逐渐困难。

引脚在芯片封装外部的芯片通常的焊接不良包括焊球、虚焊与短路等，这些芯片的焊接不良通常可以通过目视与光学检查发现，但对于引脚在芯片下方的封装如 QFN、BGA 等，这些封装所出现的焊接不良通常为虚焊或短路等，且无法通过目视与光学检查发现，对于这些封装推荐使用 X 射线进行检查。

5.6. 焊接短路与断路的常见原因

焊接短路的常见原因有：

- 焊锡膏的印刷错位过多或者焊锡膏印刷量过多
- 器件引脚有形变
- 封装贴装错位
- PCB 焊盘设计不匹配
- 回流焊焊接温度曲线不适配

焊接断路的常见原因有：

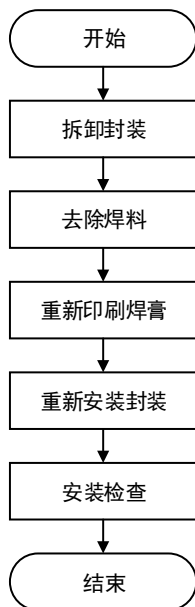
- 焊盘上印刷的焊锡膏不足或缺失
- 焊锡膏的浸润性与活性不足
- 回流焊焊接温度曲线不适配
- 焊接过程中 PCB 发生翘曲
- 器件引脚或者 PCB 焊盘氧化

6. 返工

对于有焊接问题或者其他缺陷的组件可以参考本节内容进行返工处理，对于返工拆下的芯片，不建议重新利用，我司不保证其质量，因此除需要定位复现问题外，请避免重复利用芯片。

常见的返工流程如[图 6-1. 返工流程示意图](#)所示。

图 6-1. 返工流程示意图



在返工过程中需要注意：

- 在返工之前建议对 PCB 组件进行烘烤处理以降低器件与 PCB 损坏的风险
- 在拆卸与焊接过程中尽量降低对附近其他电子元件的热影响
- 在返工过程中需要注意不可超过 PCB 与组件的最大温度限制

7. 版本历史

表 7-1. 版本历史

版本号.	说明	日期
1.0	首次发布	2025 年 11 月 7 日

Important Notice

This document is the property of GigaDevice Semiconductor Inc. and its subsidiaries (the "Company"). This document, including any product of the Company described in this document (the "Product"), is owned by the Company according to the laws of the People's Republic of China and other applicable laws. The Company reserves all rights under such laws and no Intellectual Property Rights are transferred (either wholly or partially) or licensed by the Company (either expressly or impliedly) herein. The names and brands of third party referred thereto (if any) are the property of their respective owner and referred to for identification purposes only.

To the maximum extent permitted by applicable law, the Company makes no representations or warranties of any kind, express or implied, with regard to the merchantability and the fitness for a particular purpose of the Product, nor does the Company assume any liability arising out of the application or use of any Product. Any information provided in this document is provided only for reference purposes. It is the sole responsibility of the user of this document to determine whether the Product is suitable and fit for its applications and products planned, and properly design, program, and test the functionality and safety of its applications and products planned using the Product. The Product is designed, developed, and/or manufactured for ordinary business, industrial, personal, and/or household applications only, and the Product is not designed or intended for use in (i) safety critical applications such as weapons systems, nuclear facilities, atomic energy controller, combustion controller, aeronautic or aerospace applications, traffic signal instruments, pollution control or hazardous substance management; (ii) life-support systems, other medical equipment or systems (including life support equipment and surgical implants); (iii) automotive applications or environments, including but not limited to applications for active and passive safety of automobiles (regardless of front market or aftermarket), for example, EPS, braking, ADAS (camera/fusion), EMS, TCU, BMS, BSG, TPMS, Airbag, Suspension, DMS, ICMS, Domain, ESC, DCDC, e-clutch, advanced-lighting, etc.. Automobile herein means a vehicle propelled by a self-contained motor, engine or the like, such as, without limitation, cars, trucks, motorcycles, electric cars, and other transportation devices; and/or (iv) other uses where the failure of the device or the Product can reasonably be expected to result in personal injury, death, or severe property or environmental damage (collectively "Unintended Uses"). Customers shall take any and all actions to ensure the Product meets the applicable laws and regulations. The Company is not liable for, in whole or in part, and customers shall hereby release the Company as well as its suppliers and/or distributors from, any claim, damage, or other liability arising from or related to all Unintended Uses of the Product. Customers shall indemnify and hold the Company, and its officers, employees, subsidiaries, affiliates as well as its suppliers and/or distributors harmless from and against all claims, costs, damages, and other liabilities, including claims for personal injury or death, arising from or related to any Unintended Uses of the Product.

Information in this document is provided solely in connection with the Product. The Company reserves the right to make changes, corrections, modifications or improvements to this document and the Product described herein at any time without notice. The Company shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. Information in this document supersedes and replaces information previously supplied in any prior versions of this document.