

PCB 板 DFX 工艺性要求（摘选）

1 PCB 设计基本工艺要求

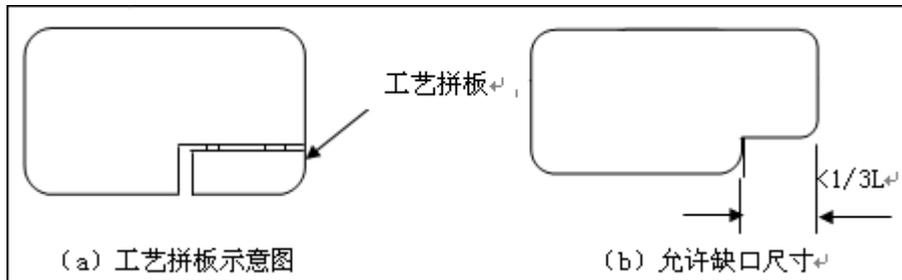
1.1 尺寸范围

- 外形尺寸不得超过设备加工能力
- 目前常用尺寸范围是“宽（200 mm~250 mm）×长（250 mm~350 mm）”
- 对长边尺寸小于125mm、或短边小于100mm的PCB，或异形周边凹凸不规则需设计成拼板

1.2 外形

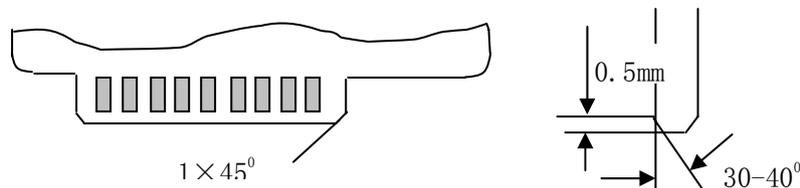
1.2.1 板子的外形为矩形，如果不需要拼板，要求板子4个角为圆角；如果需要拼板，要求拼板后的板子4个角为圆角，圆角的最小尺寸半径为 $r=1\text{mm}$ ，推荐为 $r=2.0\text{mm}$

- 为保证传送过程的稳定，设计时应考虑采用工艺拼板的方式将不规则形状的PCB转换为矩形形状，特别是角部缺口最好要补齐，如图所示；
- 对纯 SMT 板，允许有缺口，但缺口尺寸须小于所在边长度的 1/3，确保 PCB 在链条上传送平稳，如图所示



1.2.2 对于内圆角，推荐最小半径为 0.8mm，如果需要，半径可以小至 0.4mm。

1.2.3 对于金手指的设计要求见图所示，除了插入边按要求设计倒角外，插板两侧边也应该设计 $(1\sim1.5) \times 45^\circ$ 的倒角或 $R1\sim R1.5$ 的圆角。



1.2.4 金手指引线之间不可以添加绿油桥。

1.3 传送方向的选择

从减少焊接时PCB的变形，对不作拼版的PCB，一般将其长边方向作为传送方向；对于拼版也应将长边方向作为传送方向。对于短边与长边之比大于80%的PCB，可以用短边传送。

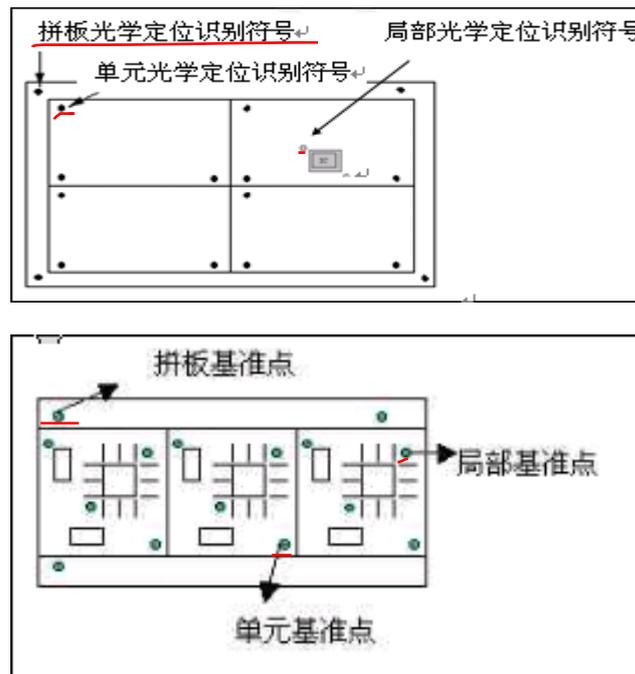
1.4 传送边

由于终端单板一般采用拼板设计，一般都采用工艺边作为传输边，工艺边的宽度最窄处一般不能小于 4.5mm；

1.5 光学定位基准符号

1.5.1 光学定位基准符号（又称 MARK 点）分类

光学定位基准符号主要包括拼板、单元和局部三种，具体如图所示：



1.5.2 要布设光学定位基准符号的场合

- 有贴片元件的 PCB 面上
- 对于拼板，除了要有 3 个拼板光学定位识别符号外，子板上对角处至少有两个单元光学定位识别符号
- 如果是双面都有贴装元件，则每一面都应该有光学定位基准符号。

1.5.3 光学定位基准符号的位置

1.5.3.1 对于元器件密度较大的子板，单元光学定位基准符号可选在无元器件的区域，两点间的距离越远越好

1.5.3.2 拼板工艺边上，要有 3 个拼板光学定位识别符号，一般选在 3 个角上。

1.5.3.3 为了更大程度缩小工艺边宽度，同时也为了保证 MARK 外圈的无阻焊区完整，建议将 MARK 点布放在连接桥区域，如图所示；

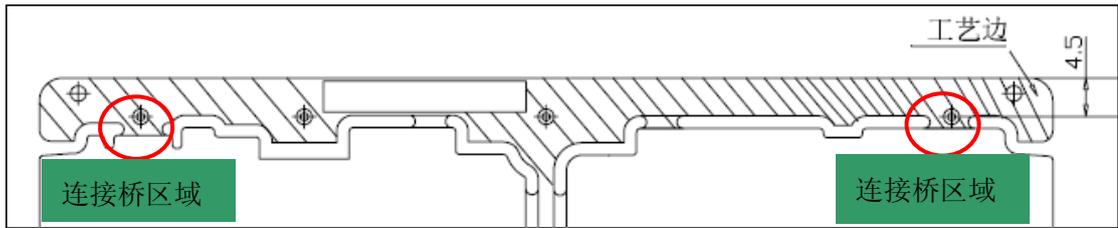


图 4 MARK 布放在连接桥位置

1.5.3.4 拼板工艺边上单元板光学定位符号，与相应子板的相对位置必须要一致。见下图所示。

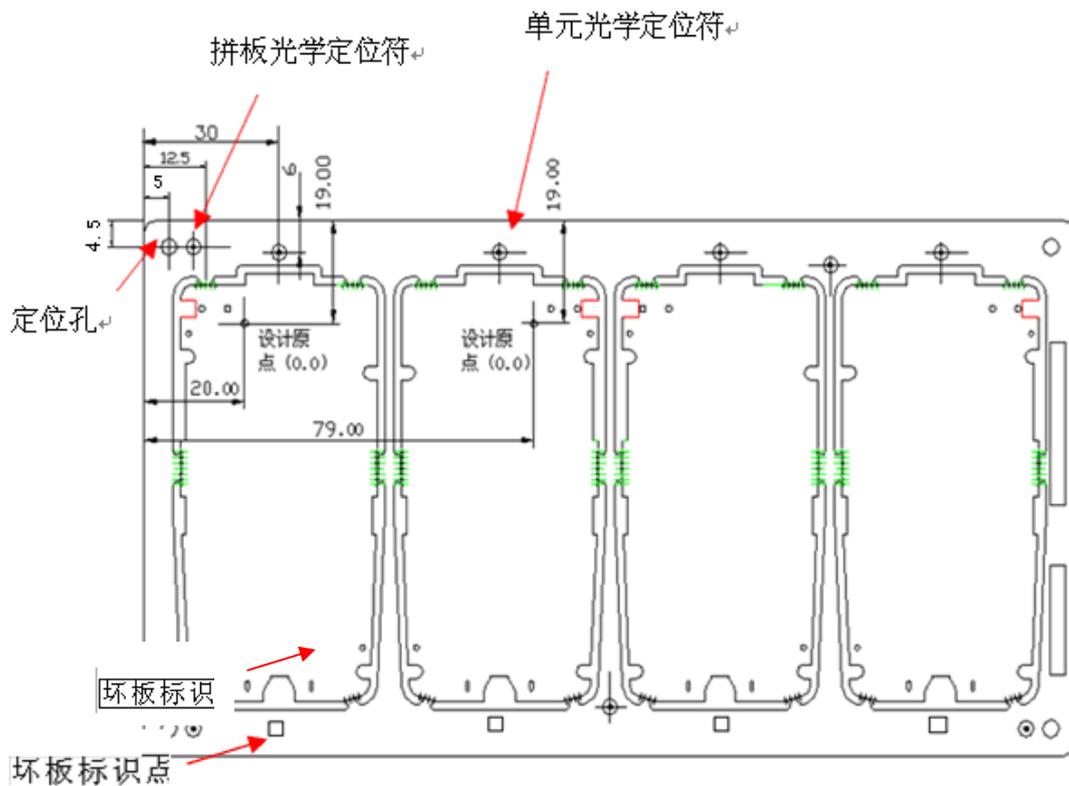


图 5 拼板光学定位基准符号的设计

1.5.3.5 如果采用一正一反的布局。则两面处于对角线上的两个拼板光学定位基准符号必须分别在两条对角线上。且 MARK 点的位置必须翻转后一致，以确保贴片的准确高效。

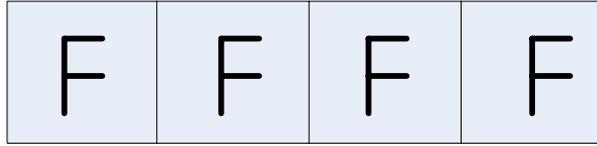
1.6 定位孔

- 每一块 PCB 应在其角部位置设计至少两个定位孔
- 拼板定位孔应有四个，分布四角，定位孔标准孔径为 $2.0_0^{+0.08}$ mm。定位孔中心距离相近的板边为 5mm
- 定位孔旁边的器件或焊盘距离定位孔边的最小距离应至少为 1.5mm

1.7 孔金属化问题

定位孔、非接地安装孔，一般均应设计成非金属化孔

- 只要出现 0.4 mm Pitch BGA/QFN、破板器件时（如 USB 接口），统一设计为正拼。



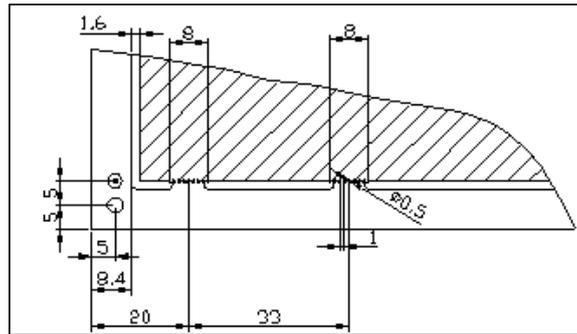
- 同一类拼板（4 拼或 6 拼等）的整体尺寸建议系列化。

2.2 拼板的连接方式

拼板连接方式主要有：长槽孔+圆孔（俗称邮票孔）、长槽孔+连接桥和双面对刻 V 形槽。

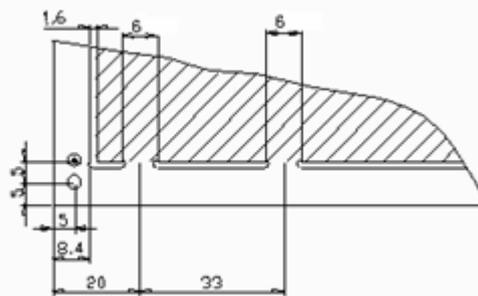
2.2.1 长槽孔加圆孔的拼板方式

- 长槽孔加圆孔的拼板方式，也称邮票孔方式，这种拼板方式在机器分板时受力不均匀，适合手工分板；
- 长槽孔加圆孔的设计要求：长槽宽一般为 1.6mm，槽长一般为 25 mm，槽与槽之间的连接桥一般为 8 mm，并布设几个圆孔，孔径 $\Phi 0.5\text{mm}$ ，孔中心距为孔径加 1mm。



2.2.2 长槽孔加连接桥的拼板方式

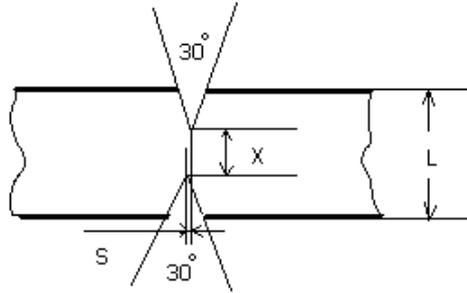
- 长槽孔加连接桥主要用在精密要求中。此种拼板方式在机器分板时受力均匀，效果好。无缝连接桥的拼板方式只适合于机器分板，不能手工分板。
- 长槽孔加连接桥的设计要求：长槽宽一般为 1.6mm，槽与槽之间的连接桥一般为 6 mm，



2.2.3 双面对刻 V 形槽的拼板方式

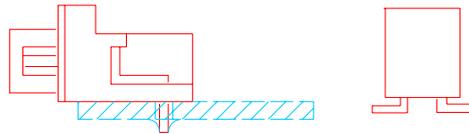
- V 形槽适合于分离边为一直线的 PCB，如外形为矩形的 PCB。
- V 形槽的设计要求如图所示。开 V 型槽后，剩余的厚度 X 应为 $(1/4 \sim 1/3)$ 板厚 L，但最小厚度 X 须 $\geq 0.4\text{mm}$ 。V 形槽上下两侧切口的错位 S 应小于 0.1mm (4mil)。

- 对厚度<1.2mm(48mil)的 PCB 板，不推荐采用 V 槽拼板方式，因为加工的原因，V 槽深度往往不够，分板时会引起较大应力。



3 元件的选用原则

- 为了优化工艺流程，尽可能选用表面贴装元器件
- 表面贴装连接器引脚形式的选用，尽可能选引脚外伸型，以便返修，如图所示。
- 对位置有要求的尽量要选带定位销类型，如图所示，但要注意定位销的高度不能超过印制板的厚度，否则对于一正一反的拼板，SMT 加工完一面后在加工另一面会由于定位销露出印制板面而无法印刷焊膏。



4 组装方式

4.1 推荐的组装方式

组装形式，即 SMD 与 THC 在 PCB 正反两面上的布局。不同的组装形式对应不同的工艺流程，它受现有生产线限制。

PCB 组装形式

组装形式	示意图	PCB 设计特征
I、单面全 SMD		仅一面装有 SMD
II、双面全 SMD		A/B 面装有 SMD，A 面有少量的贴片带定位销元件插贴混装
III、A 面或 B 面混装		如固定台产品，因涉及波峰焊接工艺，单板的布局布线需参考《印制电路板设计规范—工艺性要求》中相关工艺设计要求

4.2 组装方式说明

采用双面全 SMD 组装形式，为提高焊接的可靠性，0.65mm 间距以下 csp、flip chip 建议作 underfill (注胶) 处理。

5 元件布局

5.1 A, B 面上元件的布局

布局时元器件尽可能有规则地、均匀地分布排列。如果布线困难，可以有例外。有规则地排列方便检查、利于提高贴片/插件速度；均匀分布利于散热和焊接工艺的优化。

5.1.1 0.4mm Pitch BGA/QFN 器件布局要求

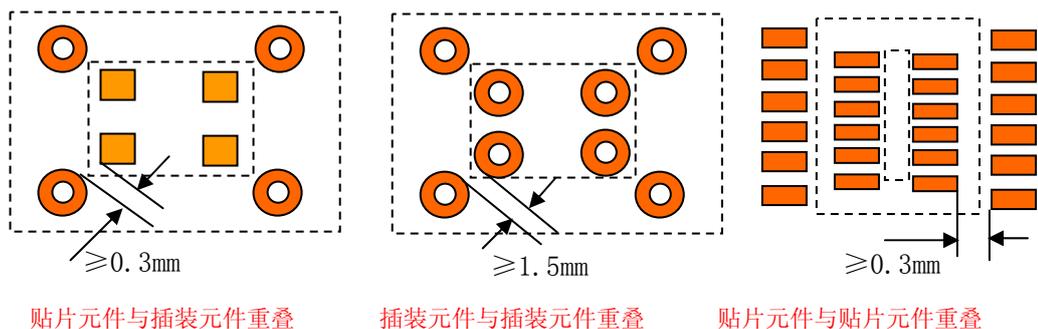
- 不允许 0.4mm Pitch BGA/QFN 与破板器件布放在同一面；
- 布局时尽量保证 0.4mm Pitch BGA/QFN 器件在第一面贴装生产；

5.1.2 EMI 器件布局要求

- 为减少 EMI 器件的焊接虚焊，一般情况钢网开口外扩 0.2mm，因此要求 EMI 器件间距至少 0.5mm；
- EMI 器件因焊接难度大，为便于检焊及返修，建议不布放在高大器件周围，尤其在两个高大器件中间，如在震动马达与摄像头底座中间

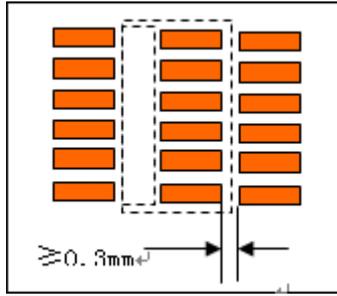
5.1.3 器件重叠设计要求

- 允许将一个元件的焊盘放在另一个兼容元件的焊盘图形中，见下图所示，一个基本要求就是 贴片与插装元件焊盘间距不小于 0.3mm；插装元件与插装元件焊盘间距不小于 1.5mm；贴片与贴片元件焊盘间距不小于 0.3mm。



- 部分焊盘共用设计

如果焊盘（或孔盘）尺寸、间距一样，可以采用部分焊盘共用的设计，如下图所示。



6 布线要求

6.1 布线线宽及范围

6.1.1 布线的线宽和线距

在组装密度许可的情况下，尽量选用较低密度布线设计，以提高无缺陷和可靠性的制造能力。目前厂家加工能力为：最小线宽 0.075mm (3mil)，最小线距 0.075mm (3mil)。常用布线密度设计参考表。

功能	布线密度说明					
	mm (mil)					
	12/10	8/8	6/6	5/5	4/4	3/3
线宽	0.3	0.2	0.15	0.125	0.1	0.075
	(12)	(8)	(6)	(5)	(4)	(3)
线距	0.25	0.2	0.15	0.125	0.1	0.075
	(10)	(8)	(6)	(5)	(4)	(3)
线—焊盘间距	0.25	0.2	0.15	0.125	0.1	0.1
	(10)	(8)	(6)	(5)	(4)	(4)
焊盘间距	0.25	0.2	0.15	0.125	0.1	0.1
	(10)	(8)	(6)	(5)	(4)	(4)

6.1.2 布线范围

布线范围如下表所示。

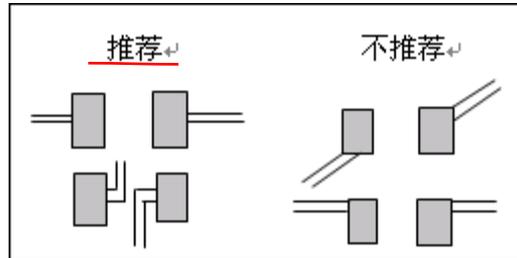
表1 内外层线路及铜箔(金边除外)到板边、非金属化孔壁的尺寸要求 单位: mm(mil)

板外形要素		内层线路及铜箔	外层线路及铜箔
距边最小尺寸	一般边	≥0.2(8)	≥0.2(8)
	拼板分离边	V槽中心	≥1(40)
		邮票孔孔边	≥0.5(20)
距非金属化孔壁最小尺寸	一般孔	0.25(10)	0.2(8)

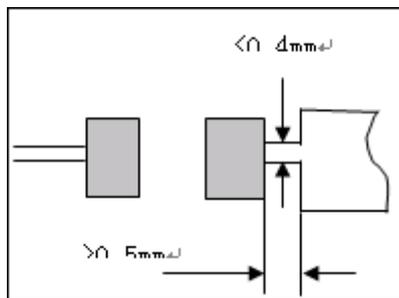
6.2 焊盘与线路的连接

6.2.1 线路与 Chip 元器件的连接

- 对于两个焊盘安装的元件，如电阻、电容，与其焊盘连接的印制线最好从焊盘中心位置对称引出，且与焊盘连接的印制线必须具有同样宽度

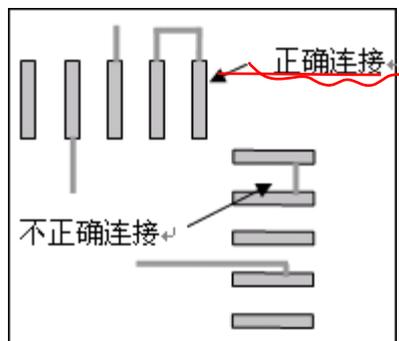


- 与较宽印制线连接的焊盘，中间印制线最好采用隔热路径设计



6.2.2 线路与 SOIC、PLCC、QFP、SOT 等器件的焊盘连接

线路与 SOIC、PLCC、QFP、SOT 等器件的焊盘连接时，一般建议从焊盘两端引出

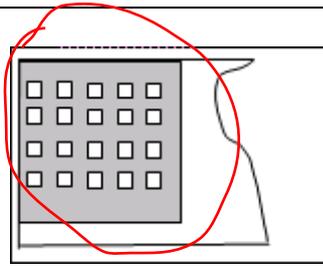


6.2.3 线路与 BGA 元器件焊盘的连接

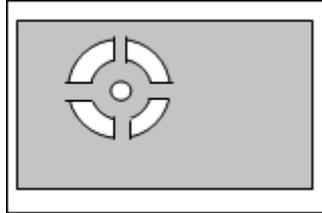
- BGA 焊盘区域内应避免大面积铺铜
- BGA 焊盘不能直接和大面积铜相连，和 BGA 焊盘相连的接地粗线宽度应 $\le 0.3\text{mm}$ ，在大铜面和 BGA 焊盘之间的长度应 $\ge 0.5\text{mm}$

6.3 大面积电源区和接地区的设计

- 面积超过 $\phi 25\text{mm}$ (1000 mil) 大面积电源区和接地区，若无特殊需要，一般都应该开设窗口，以免其在焊接时间过长时，产生铜箔膨胀、脱落现象



- 大面积电源区和接地区的元件连接焊盘，应采用花焊盘设计



- 为了增加工艺边的强度，要求所有拼板工艺边均要大面积铺铜

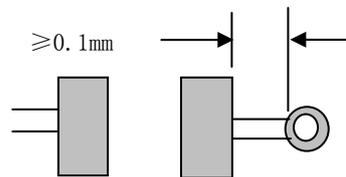
6.4 铺铜分布

铺铜分布不均匀的印刷电路会导致板子的曲翘

在没有走线和器件布局的区域也应该进行铺铜设计，推荐这些区域是要全部铺铜的

7 导通孔设计

导通孔不能设计在焊盘上（更不允许直接将导通孔作为 BGA 器件的焊盘来用），应该通过一小段印制线连接，否则容易产生“立片”、“焊料不足”缺陷



7.1 导通孔孔径和焊盘

对导通孔来讲，一般外层焊盘最小环宽不应小于 0.127mm(5mil)，一般内层焊盘最小环宽不应小于 0.2mm(16mil)。推荐导通孔孔径及焊盘尺寸见下表。

导通孔焊盘的设计

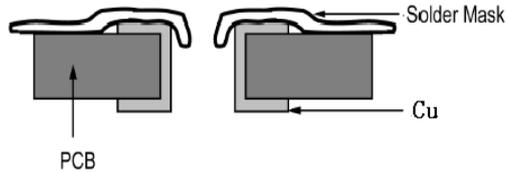
单位：mm(mil)

导通孔尺寸	层次	钻孔方法	最小焊盘尺寸		应用场合
			外层线路	内层线路	
0.10(4)	仅在外层	激光			BUM 板
0.15(6)	全部	激光/钻孔			
0.25(10)	全部	钻孔	0.5(20)	0.7(28)	≤2.0mm 板
0.30(12)	全部	钻孔	0.6(24)	0.7(28)	≤3.0mm 板
0.40(16)	全部	钻孔	0.7(28)	0.85(34)	≤4.0mm 板
0.50(20)	全部	钻孔	0.9(35)	1(40)	≤4.8mm 板

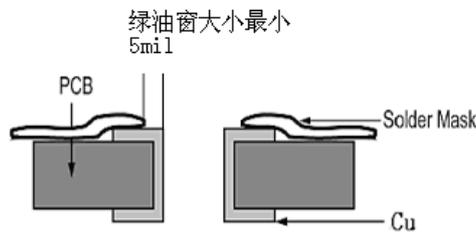
7.2 导通孔的阻焊设计

7.2.1 导通孔阻焊的几种方式

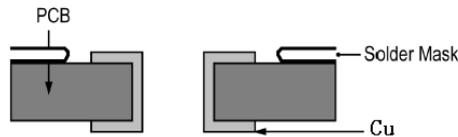
a) 覆盖 (单面绿油入孔), 如下图所示。由于 PCB 制造和焊接时会有气泡产生, 影响可靠性, 除非不得已情况下, 尽量不要采用这种方式



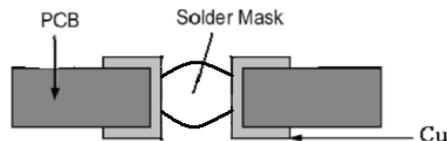
b) 开小窗



c) 开满窗



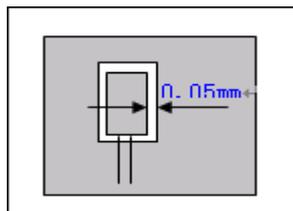
d) 塞孔



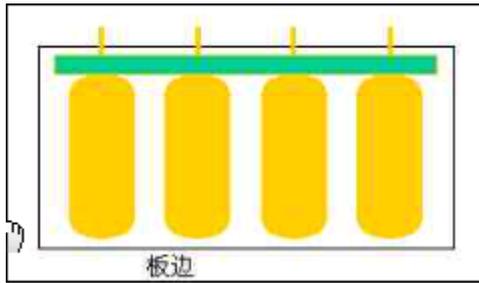
8 阻焊层设计

8.1 开窗方式

- 表面组装元件焊盘间隙应采用单焊盘式窗口设计, 如图所示



- 对金手指, 应该开大窗口 (类似群焊盘式), 且金手指顶部与附近焊盘间距离须 $\geq 0.5\text{mm}$ (20mil)



9 表面处理

主要有以下几种表面处理方式：

- **热风整平(HASL): Hot Air Solder Leveling**

在 PCB 最终裸露金属表面覆盖含量为 Sn63/Pb37 的合金，其厚度要求一般为 $1\mu\text{m}$ 至 $25\mu\text{m}$ 。HASL 工艺对控制镀层厚度和焊盘图形较困难(平整性不好)，不推荐细间距器件设计的 PCB。另外其加工过程中的热冲击可能导致 PCB 翘曲。故不推荐厚度 $\leq 0.8\text{mm}$ 的 PCB 采用该工艺。

- **化学镍金(ENIG): Electroless Nickel and Immersion Gold**

该工艺在 PCB 的金属面采用非电解镍层厚度为 $3.0\mu\text{m}$ - $8.0\mu\text{m}$ ，沉金(99.9%)的厚度为 $0.05\mu\text{m}$ - $0.152\mu\text{m}$ 。其能提供较平整的表面，适合细间距器件的 PCB(如 0.5mm 间距的 BGA)与按键。但可焊性较差，且 PCB 加工工艺中易导致“黑焊盘”，影响可靠性。

- **有机可焊性保护层(OSP): Organic Solderability Preservatives**

此工艺指在裸露的 PCB 铜表面特定的有机物进行表层覆盖，推荐两种药水：Entek Plus HT，厚度要求为 $0.2\mu\text{m}$ - $0.5\mu\text{m}$ ；FII，厚度要求为 $0.15\mu\text{m}$ - $0.5\mu\text{m}$ 。其 PCB 表面平整，适合细间距器件的 PCB(如 0.5mm 间距的 BGA)。OSP 膜对 PTH 孔的可焊性不好，且其在常温下完成所有焊接工序一般不能超过 48 小时。

- **电镀金: Electroplated Gold**

电镀金是指在 PCB 铜表面先镀镍，后电镀金层。镍层厚度最小为 $2.5\mu\text{m}$ ，金层厚度最小为 $0.8\mu\text{m}$ 。如“金手指”等印制插头。镀层厚度根据插拔次数确定，一般 $0.5\mu\text{m}$ 厚度可经受 500 次插拔， $1\mu\text{m}$ 厚度可经受 1000 次插拔。

- **选择性 OSP (OSP+ENIG)**

先局部 ENIG，其余再做 OSP。

- **碳油 (carbon ink) +OSP**

碳油是一种功能油墨，是在 UV 油墨、柔版水性油墨或特殊胶印油墨中加入可导电的载体，使油墨具有导电性，印刷成膜固化后具有保护铜箔和传导电流的作用，具有良好的导电性和较低的阻抗。一般在低端手机盘板采用，将按键区的 ENIG 工艺用 carbon ink 代替，同时用 carbon ink 实现跳线功能，以降低手机板层阶，共同达到降低成本的作用。

9.1 表面处理方式选择

终端产品的表面处理方式，见下表

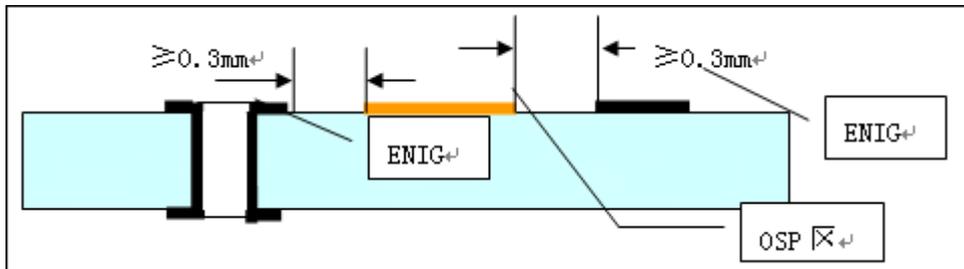
无 BGA、CSP 终端产品板	全板 ENIG
有 BGA、CSP 终端产品板	OSP+ENIG 工艺 可选方式 1: BGA、CSP 焊盘 OSP, 其余 ENIG 可选方式 2: SMD 焊盘 OSP, 其余 ENIG 可选方式 3: 焊接区域 OSP, 其余 ENIG
金手指部位	电镀金工艺

9.2 OSP+ENIG 工艺设计要求

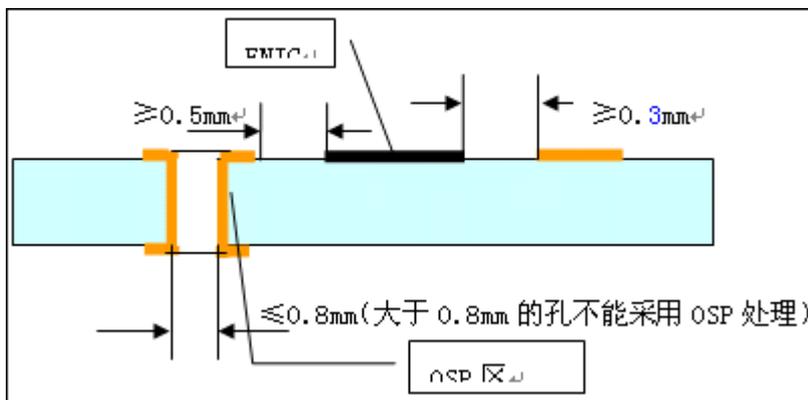
- OSP+ENIG 工艺不同切割方式下的设计要求，见表

OSP+ENIG 工艺设计要求

“OSP+ENIG” 切割方式	设计要求
BGA、CSP 焊盘 OSP, 余 ENIG	OSP 处理区边缘与 ENIG 处理区边缘距离大于 0.3mm(12mil), 见图所示
SMD 焊盘 OSP, 余 ENIG	
焊接处 OSP, 余 ENIG	1) OSP 孔盘边缘与 ENIG 区边缘距离必须大于 0.5mm(20mil), 且 OSP 孔径必须 $\leq 0.8\text{mm}$, 见图所示 2) 其它 OSP 区边缘与 ENIG 区边缘距离大于 0.3mm(12mil)。



SMD 焊盘 OSP, 其余 ENIG 时的工艺设计要求

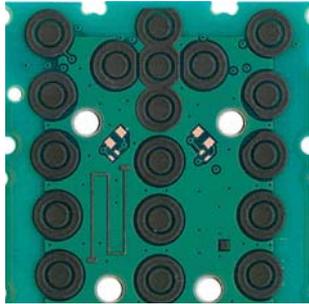


焊接孔 OSP 时的工艺设计要求

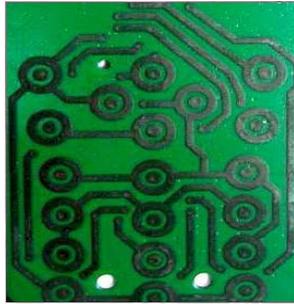
- 金属化孔的两侧焊盘，只能采用单一表面处理方式，推荐 ENIG
- 金手指与 OSP 或 ENIG 区之间的最小间距要求：0.8mm (32mil)

9.3 碳油 (carbon ink) +OSP

碳油层多应用于按键区和跳线，部分测试点也可以使用碳油，如图所示。



按键区



跳线



测试点