

PCB 工艺设计规范

1. 目的

规范产品的 PCB 工艺设计,规定 PCB 工艺设计的相关参数,使得 PCB 的设计满足可生产性、可测试性、安规、EMC、EMI 等的技术规范要求,在产品的设计过程中构建产品的工艺、技术、质量、成本优势。

2. 适用范围

本规范适用于所有电子产品的 PCB 工艺设计,运用于但不限于 PCB 的设计、PCB 投板工艺审查、单板工艺审查等活动。

本规范之前的相关标准、规范的内容如与本规范的规定相抵触的,以本规范为准。

3. 定义

导通孔 (via): 一种用于内层连接的金属化孔,但其中并不用于插入元件引线或其它增强材料。

盲孔 (Blind via): 从印制板内仅延展到一个表层的导通孔。

埋孔 (Buried via): 未延伸到印制板表面的一种导通孔。

过孔 (Through via): 从印制板的一个表层延展到另一个表层的导通孔。

元件孔 (Component hole): 用于元件端子固定于印制板及导电图形电气联接的孔。

Stand off : 表面贴器件的本体底部到引脚底部的垂直距离。

4. 引用/参考标准或资料

TS—S0902010001 <<信息技术设备 PCB 安规设计规范>>

TS—SOE0199001 <<电子设备的强迫风冷热设计规范>>

TS—SOE0199002 <<电子设备的自然冷却热设计规范>>

IEC60194 <<印制板设计、制造与组装术语与定义>> (Printed Circuit Board design manufacture and assembly-terms and definitions)

IPC—A—600F <<印制板的验收条件>> (Acceptably of printed board)

IEC60950

5. 规范内容

5.1 PCB 板材要求

5.1.1 确定 PCB 使用板材以及 TG 值

确定 PCB 所选用的板材,例如 FR—4、铝基板、陶瓷基板、纸芯板等,若选用高 TG 值的板材,应在文件中注明厚度公差。

5.1.2 确定 PCB 的表面处理镀层

确定 PCB 铜箔的表面处理镀层,例如镀锡、镀镍金或 OSP 等,并在文件中注明。

5.2 热设计要求

5.2.1 高热器件应考虑放于出风口或利于对流的位置

PCB 在布局中考虑将高热器件放于出风口或利于对流的位置。

5.2.2 较高的元件应考虑放于出风口，且不阻挡风路

5.2.3 散热器的放置应考虑利于对流

5.2.4 温度敏感器件应考虑远离热源

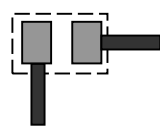
对于自身温升高于 30 的热源，一般要求：

- a. 在风冷条件下，电解电容等温度敏感器件离热源距离要求大于或等于 2.5mm；
- b. 自然冷条件下，电解电容等温度敏感器件离热源距离要求大于或等于 4.0mm。

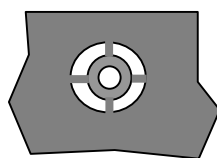
若因为空间的原因不能达到要求距离，则应通过温度测试保证温度敏感器件的温升在降额范围内。

5.2.5 大面积铜箔要求用隔热带与焊盘相连

为了保证透锡良好，在大面积铜箔上的元件的焊盘要求用隔热带与焊盘相连，对于需过 5A 以上大电流的焊盘不能采用隔热焊盘，如图所示：



焊盘两端走线均匀
或热容量相当



焊盘与铜箔间以“米”字或“十”字形连接

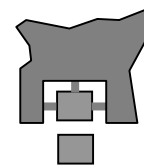


图 1

5.2.6 过回流焊的 0805 以及 0805 以下片式元件两端焊盘的散热对称性

为了避免器件过回流焊后出现偏位、立碑现象，地回流焊的 0805 以及 0805 以下片式元件两端焊盘应保证散热对称性，焊盘与印制导线的连接部宽度不应大于 0.3mm(对于不对称焊盘)，如图 1 所示。

5.2.7 高热器件的安装方式及是否考虑带散热器

确定高热器件的安装方式易于操作和焊接，原则上当元器件的发热密度超过 $0.4\text{W}/\text{cm}^3$ ，单靠元器件的引线腿及元器件本身不足充分散热，应采用散热网、汇流条等措施来提高过电流能力，汇流条的支脚应采用多点连接，尽可能采用铆接后过波峰焊或直接过波峰焊接，以利于装配、焊接；对于较长的汇流条的使用，应考虑过波峰时受热汇流条与 PCB 热膨胀系数不匹配造成的 PCB 变形。

为了保证搪锡易于操作，锡道宽度应不大于等于 2.0mm，锡道边缘间距大于 1.5mm。

5.3 器件库选型要求

5.3.1 已有 PCB 元件封装库的选用应确认无误

PCB 上已有元件库器件的选用应保证封装与元器件实物外形轮廓、引脚间距、通孔直径等相符合。

插装器件管脚应与通孔公差配合良好（通孔直径大于管脚直径 8—20mil），考虑公差可适当增加，确保透锡良好。

元件的孔径形成序列化，40mil 以上按 5 mil 递加，即 40 mil、45 mil、50 mil、55 mil……；40 mil 以下按 4 mil 递减，即 36 mil、32 mil、28 mil、24 mil、20 mil、16 mil、12 mil、8 mil。

器件引脚直径与 PCB 焊盘孔径的对应关系，以及二次电源插针焊脚与通孔回流焊的焊盘孔径对应关系如表 1：

器件引脚直径 (D)	PCB 焊盘孔径/插针通孔回流焊焊盘孔径
D 1.0mm	D+0.3mm/+0.15mm
1.0mm<D 2.0mm	D+0.4mm/0.2mm
D>2.0mm	D+0.5mm/0.2mm

表 1

建立元件封装库存时应将孔径的单位换算为英制 (mil)，并使孔径满足序列化要求。

5.3.2 新器件的 PCB 元件封装库存应确定无误

PCB 上尚无元件封装库的器件，应根据器件资料建立打捞的元件封装库，并保证丝印库存与实物相符合，特别是新建立的电磁元件、自制结构件等的元件库存是否与元件的资料（承认书、图纸）相符合。新器件应建立能够满足不同工艺（回流焊、波峰焊、通孔回流焊）要求的元件库。

5.3.3 需过波峰焊的 SMT 器件要求使用表面贴波峰焊盘库

5.3.4 轴向器件和跳线的引脚间距的种类应尽量少，以减少器件的成型和安装工具。

5.3.5 不同 PIN 间距的兼容器件要有单独的焊盘孔，特别是封装兼容的继电器的各兼容焊盘之间要连线。

5.3.6 锰铜丝等作为测量用的跳线的焊盘要做成非金属化，若是金属化焊盘，那么焊接后，焊盘内的那段电阻将被短路，电阻的有效长度将变小而且不一致，从而导致测试结果不准确。

5.3.7 不能用表贴器件作为手工焊的调测器件，表贴器件在手工焊接时容易受热冲击损坏。

5.3.8 除非实验验证没有问题，否则不能选用和 PCB 热膨胀系数差别太大的无引脚表贴器件，这容易引起焊盘拉脱现象。

5.3.9 除非实验验证没有问题，否则不能选非表贴器件作为表贴器件使用。因为这样可能需要手焊接，效率和可靠性都会很低。

5.3.10 多层 PCB 侧面局部镀铜作为用于焊接的引脚时，必须保证每层均有铜箔相连，以增加镀铜的附着强度，同时要有实验验证没有问题，否则双面板不能采用侧面镀铜作为焊接引脚。

5.4 基本布局要求

5.4.1 PCBA 加工工序合理

制成板的元件布局应保证制成板的加工工序合理，以便于提高制成板加工效率和直通率。PCB 布局选用的加工流程应使加工效率最高。

常用 PCBA 的 6 种主流加工流程如表 2：

5.4.2 波峰焊加工的制成板进板方向要求有丝印标明

波峰焊加工的制成板进板方向应在 PCB 上标明,并使进板方向合理,若 PCB 可以从两个方向进板,应采用双箭头的进板标识。(对于回流焊,可考虑采用工装夹具来确定其过回流焊的方向)。

序号	名称	工艺流程	特点	适用范围
1	单面插装	成型—插件—波峰焊接	效率高,PCB 组装加热次数为一次	器件为 THD
2	单面贴装	焊膏印刷—贴片—回流焊接	效率高,PCB 组装加热次数为一次	器件为 SMD
3	单面混装	焊膏印刷—贴片—回流焊接—THD—波峰焊接	效率较高,PCB 组装加热次数为二次	器件为 SMD、THD
4	双面混装	贴片胶印刷—贴片—固化—翻板—THD—波峰焊接—翻板—手工焊	效率高,PCB 组装加热次数为二次	器件为 SMD、THD
5	双面贴装、插装	焊膏印刷—贴片—回流焊接—翻板—焊膏印刷—贴片—回流焊接—手工焊	效率高,PCB 组装加热次数为二次	器件为 SMD、THD
6	常规波峰焊 双面混装	焊膏印刷—贴片—回流焊接—翻板—贴片胶印刷—贴片—固化—翻板—THD—波峰焊接—翻板—手工焊	效率较低,PCB 组装加热次数为三次	器件为 SMD、THD

表 2

5.4.3 两面过回流焊的 PCB 的 BOTTOM 面要求无大体积、太重的表贴器件需两面都过回流焊的 PCB,第一次回流焊接器件重量限制如下:

A=器件重量/引脚与焊盘接触面积

片式器件: A 0.075g/mm²

翼形引脚器件: A 0.300g/mm²

J形引脚器件: A 0.200g/mm²

面阵列器件: A 0.100g/mm²

若有超重的器件必须布在 BOTTOM 面,则应通过试验验证可行性。

5.4.4 需波峰焊加工的单板背面器件不形成阴影效应的安全距离已考虑波峰焊工艺的 SMT 器件距离要求如下:

1) 相同类型器件距离(见图 2)

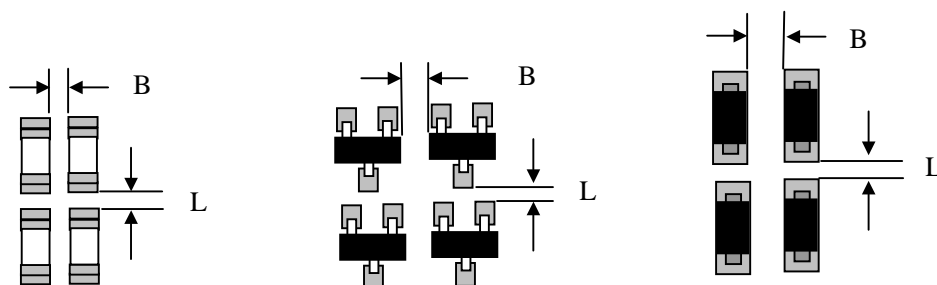




图 2

相同类型器件的封装尺寸与距离关系 (表 3):

	焊盘间距 L (mm/mil)		器件本体间距 B (mm/mil)	
	最小间距	推荐间距	最小间距	推荐间距
0603	0.76/30	1.27/50	0.76/30	1.27/50
0805	0.89/35	1.27/50	0.89/35	1.27/50
1206	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
1206	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
SOT 封装	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
钽电容 3216、3528	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
钽电容 6032、7343	1.27/50	1.52/60	2.03/80	2.54/100
SOP	1.27/50	1.52/60	---	---

表 3

2) 不同类型器件距离 (见图 3)

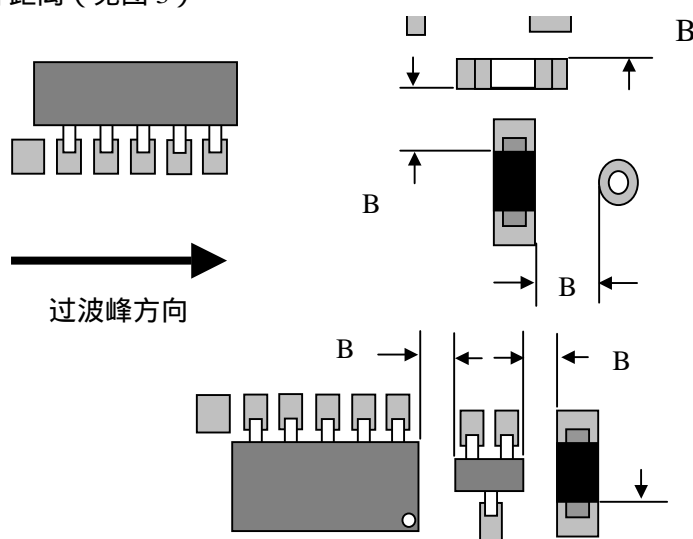


图 3

不同类型器件的封装尺寸与距离关系表 (表 4):

封装尺寸	0603	0805	1206	1206	SOT 封装	钽电容	钽电容	SOIC	通孔
06.3		1.27	1.27	1.27	1.52	1.52	2.54	2.54	1.27
0805	1.27		1.27	1.27	1.52	1.52	2.54	2.54	1.27
1206	1.27	1.27		1.27	1.52	1.52	2.54	2.54	1.27
1206	1.27	1.27	1.27		1.52	1.52	2.54	2.54	1.27
SOT 封装	1.52	1.52	1.52	1.52		1.52	2.54	2.54	1.27
钽电容 3216、3528	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52		2.54	2.54	1.27

钽电容 6032、7343	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54		2.54	1.27
SOIC	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54		1.27
通孔	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	

表 4

5.4.5 大于 0805 封装的陶瓷电容，布局时尽量靠近传送边或受应力较小区域，其轴向尽量与进板方向平行（图 4），尽量不使用 1825 以上尺寸的陶瓷电容。（保留意见）

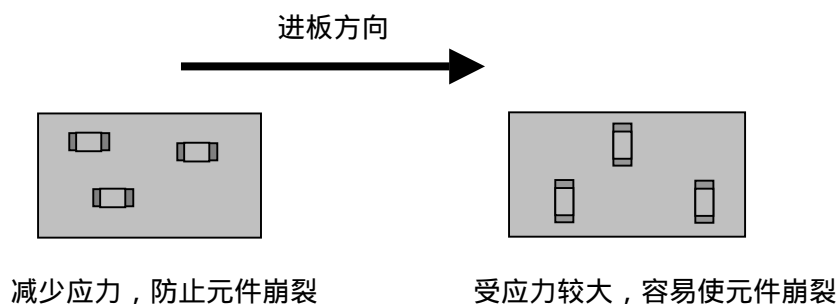
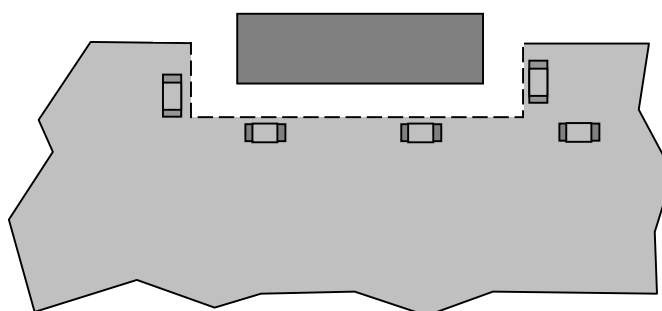


图 4

5.4.6 经常插拔器件或板边连接器周围 3mm 范围内尽量不布置 SMD，以防止连接器插拔时产生的应力损坏器件。如图 5：



连接器周围 3mm 范围内尽量不布置 SMD

图 5

5.4.7 过波峰焊的表面贴器件的 stand off 符合规范要求

过波峰焊的表面贴器件的 stand off 应小于 0.15mm，否则不能布在 B 面过波峰焊，若器件的 stand off 在 0.15mm 与 0.2mm 之间，可在器件本体底下布铜箔以减少器件本体底部与 PCB 表面的距离。

5.4.8 波峰焊时背面测试点不连锡的最小安全距离已确定

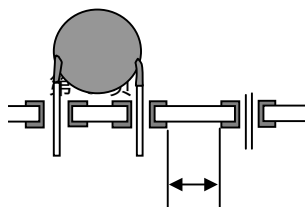
为保证过波峰焊时不连锡，背面测试点边缘之间距离应大于 1.0mm。

5.4.9 过波峰焊的插件元件焊盘间距大于 1.0mm

为保证过波峰焊时不连锡，过波峰焊的插件元件焊盘边缘间距应大于 1.0mm（包括元件本身引脚的焊盘边缘间距）。

优选插件元件引脚间距（pitch） 2.0mm，焊盘边缘间距 1.0mm。

在器件本体不相互干涉的前提下，相邻器件焊盘边缘间距满足图 6 要求：



Min 1.0mm

图 6

插件元件每排引脚为较多，以焊盘排列方向平行于进板方向布置器件时，当相邻焊盘边缘间距为 0.6mm--1.0mm 时，推荐采用椭圆形焊盘或加偷锡焊盘（图 7）。

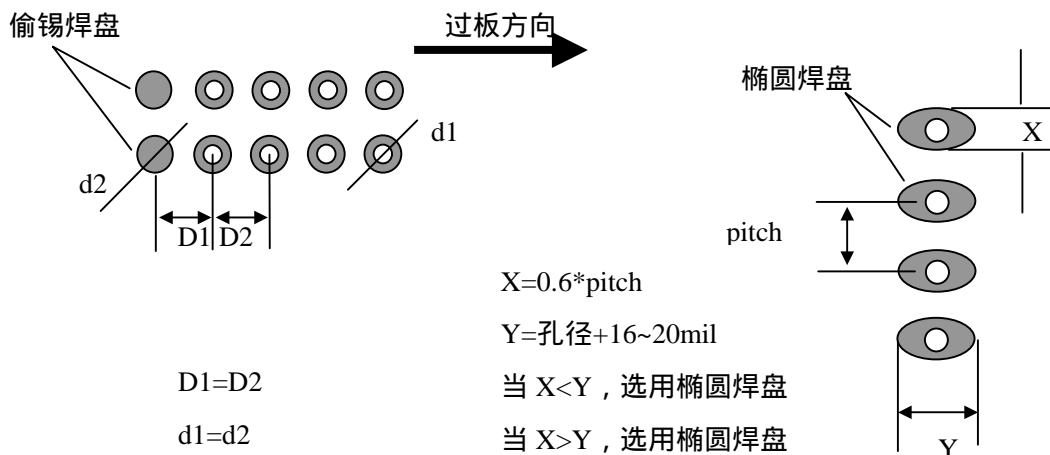


图 7

5.4.10 BGA 周围 3mm 内无器件

为了保证可维修性，BGA 器件周围需留有 3mm 禁布区，最佳为 5mm 禁布区。一般情况下 BGA 不允许放置背面（两次过回流焊的单板地第一次过回流焊面）；当背面有 BGA 器件时，不能在正面 BGA5mm 禁布区的投影范围内布器件。

5.4.11 贴片元件之间的最小间距满足要求

机器贴片之间器件距离要求（图 8）：

同种器件： 0.3mm

异种器件： $0.13 * h + 0.3mm$ (h 为周围近邻元件最大高度差)

只能手工贴片的元件之间距离要求： 1.5mm。

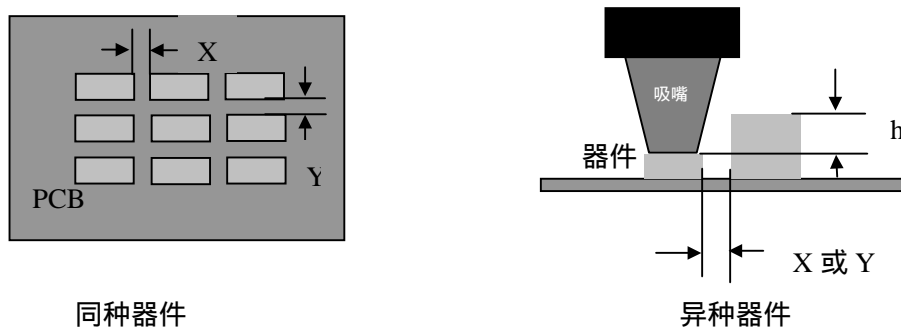
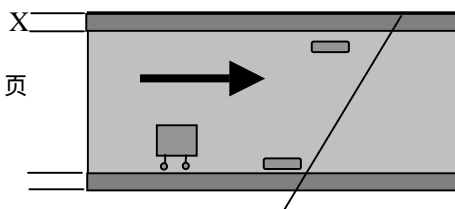


图 8

5.4.12 元器件的外侧距过板轨道接触的两个板边大于、等于 5mm（图 9）



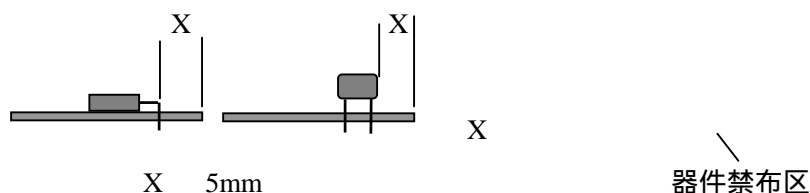


图 9

为了保证制成板过波峰焊或回流焊时，传送轨道的卡抓不碰到元件，元器件的外侧距板边距离应大于或等于 5mm，若达不到要求，则 PCB 应加工工艺边，器件与 V—CUT 的距离 1mm。

5.4.13 可调器件、可插拔器件周围留有足够的空间供调试和维修

应根据系统或模块的 PCBA 安装布局以及可调器件的调测方式来综合考虑可调器件的排布方向、调测空间；可插拔器件周围空间预留应根据邻近器件的高度决定。

5.4.14 所有的插装磁性元件一定要有坚固的底座，禁止使用无底座插装电感

5.4.15 有极性的变压器的引脚尽量不要设计成对称形式

5.4.16 安装孔的禁布区内无元器件和走线（不包括安装孔自身的走线和铜箔）

5.4.17 金属壳体器件和金属件与其它器件的距离满足安规要求

金属壳体器件和金属件的排布应在空间上保证与其它器件的距离满足安规要求。

5.4.18 对于采用通孔回流焊器件布局的要求

- 对于非传送边尺寸大于 300mm 的 PCB，较重的器件尽量不要布置在 PCB 的中间，以减轻由于插装器件的重量在焊接过程对 PCB 变形的影响，以及插装过程对板上已经贴放的器件的影响。
- 为方便插装，器件推荐布置在靠近插装操作侧的位置。
- 尺寸较长的器件（如内存条插座等）长度方向推荐与传送方向一致。

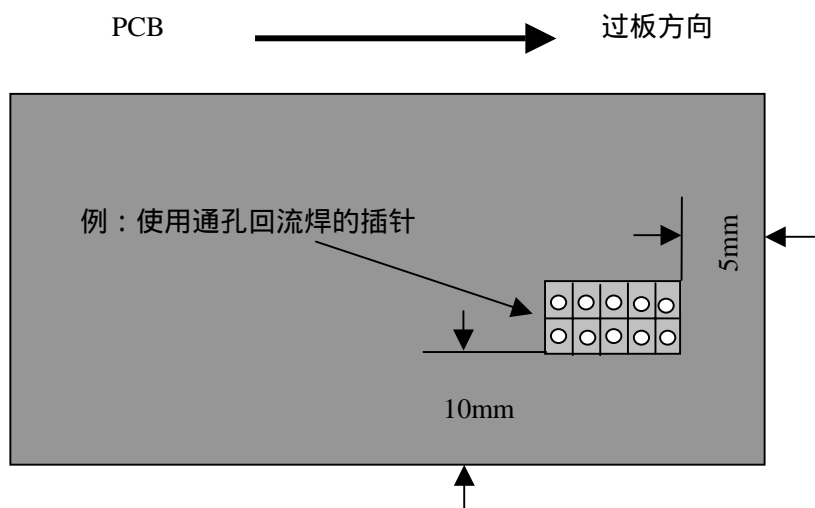


图 10

- 通孔回流焊器件焊盘边缘与 pitch 0.65mm 的 QFP、SOP、连接器及所有的 BGA 的丝印之间的距离大于 10mm。与其它 SMT 器件间距离 > 2mm。
- 通孔回流焊器件本体间距离 > 10mm。有夹具扶持的插针焊接不做要求。

f. 通孔回流焊器件焊盘边缘与传送边的距离 $>10\text{mm}$ ；与非传送边距离 $>5\text{mm}$ 。

5.4.19 通孔回流焊器件禁布区要求

- 通孔回流焊器件焊盘周围要留出足够的空间进行焊膏涂布，具体禁布区要求为：对于欧式连接器靠板内的方向 10.5mm 不能有器件，在禁布区之内不能有器件和过孔。
- 须放置在禁布区内的过孔要做阻焊塞孔处理。

5.4.20 器件布局要整体考虑单板装配干涉

器件在布局设计时，要考虑单板与单板、单板与结构件的装配干涉问题，尤其是高器件、立体装配的单板等。

5.4.21 器件和机箱的距离要求

器件布局时要考虑尽量不要太靠近机箱壁，以避免将 PCB 安装到机箱时损坏器件。特别注意安装在 PCB 边缘的，在冲击和振动时会产生轻微移动或没有坚固的外形的器件：如立装电阻、无底座电感变压器等，若无法满足上述要求，就要采取另外的固定措施来满足安规和振动要求。

5.4.22 有过波峰焊接的器件尽量布置在 PCB 边缘以方便堵孔，若器件布置在 PCB 边缘，并且式装夹具做的好，在过波峰焊接时甚至不需要堵孔。

5.4.23 设计和布局 PCB 时，应尽量允许器件过波峰焊接。选择器件时尽量少选不能过波峰焊接的器件，另外放在焊接面的器件应尽量少，以减少手工焊接。

5.4.24 裸跳线不能贴板跨越板上的导线或铜皮，以避免和板上的铜皮短路，绿油不能作为有效的绝缘。

5.4.25 布局时应考虑所有器件在焊接后易于检查和维护。

5.4.26 电缆的焊接端尽量靠近 PCB 的边缘布置以便插装和焊接，否则 PCB 上别的器件会阻碍电缆的插装焊接或被电缆碰歪。

5.4.27 多个引脚在同一直线上的器件，象连接器、DIP 封装器件、T220 封装器件，布局时应使其轴线和波峰焊方向平行。（图 11）

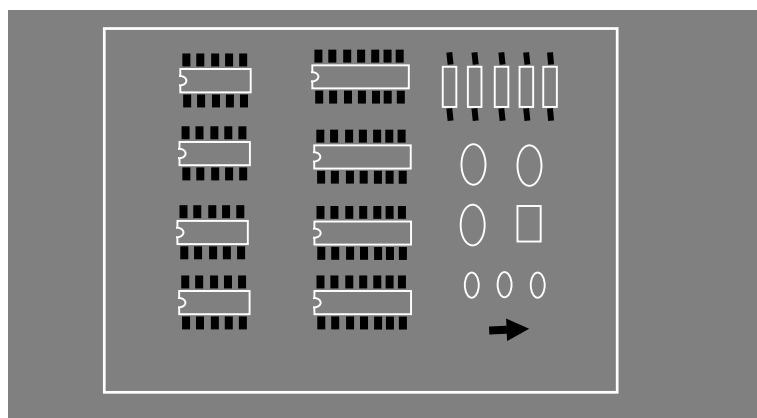


图 11

5.4.28 较轻的器件如二极管和 $1/4\text{W}$ 电阻等，布局时应使其轴线和波峰焊方向垂直。这样能防止过波峰焊时因一端先焊接凝固而使器件产生浮高现象。（图 12）

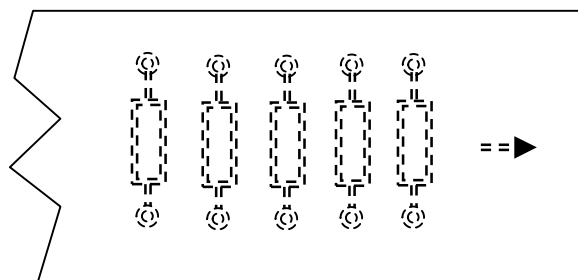


图 12

5.4.29 电缆和周围器件之间要留有一定的空间，否则电缆的折弯部分会压迫并损坏周围器件及其焊点。

5.5 走线要求

5.5.1 印制板距板边距离：V-CUT 边大于 0.75mm，铣槽边大于 0.3mm。

为了保证 PCB 加工时不出现露铜的缺陷，要求所有的走线及铜箔距离板边：V—CUT 边大于 0.75mm，铣槽边大于 0.3mm（铜箔离板边的距离还应满足安装要求）。

5.5.2 散热器正面下方无走线（或已作绝缘处理）

为了保证电气绝缘性，散热器下方周围应无走线（考虑到散热器安装的偏位及安规距离），若需要在散热器下布线，则应采取绝缘措施使散热器与走线绝缘，或确认走线与散热器是同等电位。

5.5.3 金属拉手条底下无走线

为了保证电气绝缘性，金属拉手条底下应无走线。

5.5.4 各类螺钉孔的禁布区范围要求

各种规格螺钉的禁布区范围如以下表 5 所示(此禁布区的范围只适用于保证电气绝缘的安装空间，未考虑安规距离，而且只适用于圆孔)：

连接种类	型号	规格	安装孔 (mm)	禁布区 (mm)
螺钉连接	GB9074.4—8 组合螺钉	M2	2.4 ± 0.1	$\phi 7.1$
		M2.5	2.9 ± 0.1	$\phi 7.6$
		M3	3.4 ± 0.1	$\phi 8.6$
		M4	4.5 ± 0.1	$\phi 10.6$
		M5	5.5 ± 0.1	$\phi 12$
铆钉连接	苏拔型快速铆钉 Chobert	4	$4.1^{0}_{-0.2}$	$\phi 7.6$
	连接器快速铆钉 Avtronuic	1189-2812	$2.8^{0}_{-0.2}$	$\phi 6$
		1189-2512	$2.5^{0}_{-0.2}$	$\phi 6$
自攻螺钉连接	GB9074.18—88 十字盘头 自攻螺钉	ST2.2*	2.4 ± 0.1	$\phi 7.6$
		ST2.9	3.1 ± 0.1	$\phi 7.6$
		ST3.5	3.7 ± 0.1	$\phi 9.6$

		ST4.2	4.5 ± 0.1	φ10.6
		ST4.8	5.1 ± 0.1	φ12
		ST2.6*	2.8 ± 0.1	φ7.6

表 5

本体范围内有安装孔的器件，例如插座的铆钉孔、螺钉安装孔等，为了保证电气绝缘性，也应在元件库中将也的禁布区标识清楚。

5.5.5 要增加孤立焊盘和走线连接部分的宽度（泪滴焊般），特别是对于单面板的焊盘，以避免过波峰焊接时将焊盘拉脱。

腰形长孔禁布区如下表 6：

连接种类	型号	规格	安装孔直径(宽)Dmm	安装孔长 Lmm	禁布区 (mm)L*D
螺钉连接	GB9074.4—8 组合螺钉	M2	2.4 ± 0.1	由实际情况确定 L<D	φ7.6 × (L+4.7)
		M2.5	2.9 ± 0.1		φ7.6 × (L+4.7)
		M3	3.4 ± 0.1		φ8.6 × (L+5.2)
		M4	4.5 ± 0.1		φ10.6 × (L+6.1)
		M5	5.5 ± 0.1		φ12 × (L+6.5)

表 6

5.6 固定孔、安装孔、过孔要求

5.6.1 过波峰的制成板上下需接地的安装孔和定位孔应定为右非金属化孔。

5.6.2 BGA 下方导通孔孔径为 12mil

5.6.3 SMT 焊盘边缘距导通也边缘的最小距离为 10mil，若过孔塞绿油，则最小距离为 6mil。

5.6.4 SMT 器件的焊盘上无导通孔（注：作为散热用的 DPAK 封装的焊盘除外）

5.6.5 通常情况下，应采用标准导通孔尺寸

标准导通孔尺寸（孔径与板厚比 1：6）如表 7：

内径 (mil)	外径 (mil)
12	25
16	30
20	35
24	40
32	50

表 7

5.6.6 过波峰焊接的板，若元件面有贴板安装的器件，其底下不能有过孔或者过孔要盖绿油。

5.7 基准点要求

5.7.1 有表面贴器件的 PCB 板对角至少有两个不对称基准点（图 13）

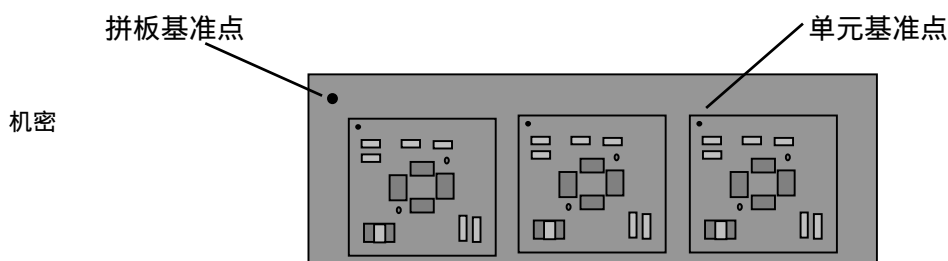


图 13

基准点用于锡膏印刷和元件贴片时的光学定位。根据基准点在 PCB 上的分别可分为拼板基准点、单元基准点、局部基准点。PCB 上应至少有两个不对称的基准点。

5.7.2 基准点中心距板边大于 5mm，并有金属圈保护

- 形状：基准点的优选形状为实心圆。
- 大小：基准点的优选尺寸为直径 $40\text{mil} \pm 1\text{mil}$ 。
- 材料：基准点的材料为裸铜或覆铜，为了增加基准点和基板之间的对比度，可在基准点下面敷设大的铜箔。

5.7.3 基准点焊盘、阻焊设置正确（图 14）

阻焊开窗：阻焊形状为和基准点同心的圆形，大小为基准点直径的两倍。在 80mil 直径

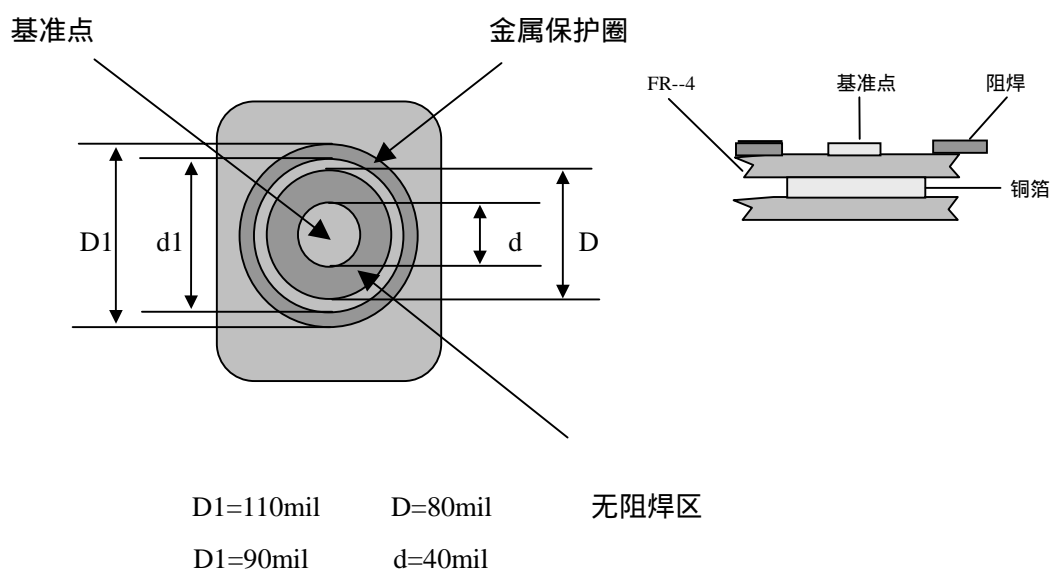


图 14

的边缘处要求有一圆形的铜线作保护圈，金属保护圈的直径为：外径 110mil，内径为 90mil，线宽为 10mil。由于空间太小的单元基准点可以不加金属保护圈。对于多层板建议基准点内层铺铜以增加识别对比度。

铝基板、厚铜箔（铜箔厚度 30Z）基准点有所不同，如图 15 所示。基准点的设置为：直径为 80mil 的铜箔上，开直径为 40mil 的阻焊窗。

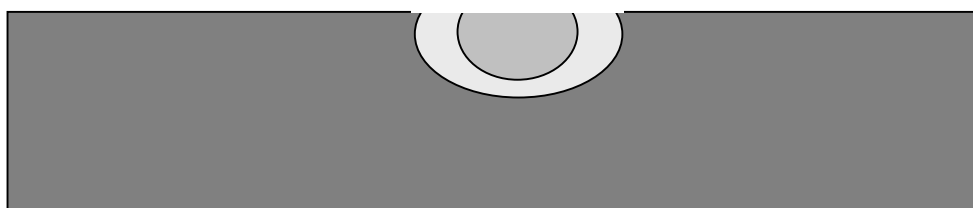


图 15

5.7.4 基准点范围内无其它走线及丝印

为了保证印刷和贴片的识别效果，基准点范围内应无其它走线及丝印。

5.7.5 需要拼板的单板，单元板上尽量确保有基准点

需要拼板的单板，每块单元板上尽量保证有基准点，若由于空间原因单元板上无法布下基准点时，则单元板上可以不布基准点，但应保证拼板工艺上有基准点。

5.8 丝印要求

5.8.1 所有元器件、安装孔、定位孔都有对应的丝印标号

为了方便制成板的安装，所有元器件、安装孔、定位孔都有对应的丝印标号，PCB 上的安装孔丝印用 H1、H2.....Hn 进行标识。

5.8.2 丝印字符遵循从左至右、从下往上的原则

丝印字符尽量遵循从左至右、从下往上的原则，对于电解电容、二极管等极性的器件 在每个功能单元内尽量保持方向一致。

5.8.3 器件焊盘、需要搪锡的锡道上无丝印，器件位号不应被安装后器件所遮挡。（密度较高，PCB 上不需作丝印的除个）

为了保证器件的焊接可靠性，要求器件焊盘上无丝印；为了保证搪锡的锡道连续性，要求需搪锡的锡道上无丝印；为了便于器件插装和维修，器件位号不应被安装后器件所遮挡；丝印不能压在导通孔、焊盘上，以免开阻焊窗时造成部分丝印丢失，影响识别。丝印间距大于 5mil。

5.8.4 有极性元器件其极性在丝印图上表示清楚，极性方向标记就易于辨认。

5.8.5 有方向的接插件其方向在丝印上表示清楚。

5.8.6 PCB 上应有条形码位置标识

在 PCB 板面空间允许的情况下，PCB 上应有 42*6 的条形码丝印框，条形码的位置应考虑方便扫描。

5.8.7 PCB 板名、日期、版本号等制成板信息丝印位置应明确。

PCB 文件上应有板名、日期、版本号等制成板信息丝印，位置明确、醒目。

5.8.8 PCB 上应有厂家完整的相关信息及防静电标识。

5.8.9 PCB 光绘文件的张数正确，每层应有正确的输出，并有完整的层数输出。

5.8.10 PCB 上器件的标识符必须和 BOM 清单中的标识符号一致。

5.9 安规要求

5.9.1 保险管的安规标识齐全

保险丝附近是否有 6 项完整的标识，包括保险丝序号、熔断特性、额定电流值、防爆特性、额定电压值、英文警告标识。

如 F101 F3.15AH,250Vac, “CAUTION : For Continued Protection Against Risk of Fire , Replace Only With Same Type and Rating of Fuse” 。

若 PCB 上没有空间排布英文警告标识，可将工，英文警告标识放到产品的使用说明书中说明。

5.9.2 PCB 上危险电压区域标注高压警示符

PCB 的危险电压区域部分应用 40mil 宽的虚线与安全电压区域隔离，并印上高压危险标识和 “DANGER!HIGH VOTAGE”。高压警示符如图 16 所示：



图 16

5.9.3 原、付边隔离带标识清楚

PCB 的原、付边隔离带清晰，中间有虚线标识。

5.9.4 PCB 板安规标识应明确

PCB 板五项安规标识（UL 认证标志、生产厂家、厂家型号、UL 认证文件号、阻燃等级）齐全。

5.9.5 加强绝缘隔离带电气间隙和爬电距离满足要求

PCB 上加强绝缘隔离带电气间隙和爬电距离满足要求，具体参数要求参见相关的《《信息技术设备 PCB 安规设计规范》》。

靠隔离带的器件需要在 10N 推力情况下仍然满足上述要求。

除安规电容的外壳到引脚可以认为是有效的的基本绝缘外，其它器件的外壳均不认为是有效绝缘，有认证的绝缘套管、胶带认为是有效绝缘。

5.9.6 基本绝缘隔离带电气间隙和爬电距离满足要求

原边器件外壳对接地外壳的安规距离满足要求。

原边器件外壳对接地螺钉的安规距离满足要求。

原边器件外壳对接地散热器的安规距离满足要求。（具体距离尺寸通过查表确定）

- 5.9.7 制成板上跨接危险和安全区域（原付边）的电缆应满足加强绝缘的安规要求
- 5.9.8 考虑 10N 推力，靠近变压器磁芯的两侧器件应满足加强绝缘的要求
- 5.9.9 考虑 10N 推力，靠近悬浮金属导体的器件应满足加强绝缘的要求
- 5.9.10 对于多层 PCB，其内层原付边的铜箔之间应满足电气间隙爬电距离的要求（污染等级按照 计算）
- 5.9.11 对于多层 PCB，其导通孔附近的距离（包括内层）应满足电气间隙和爬电距离的要求
- 5.9.12 对于多层 PCB 层间一次侧与二次侧的介质厚度要求 0.4mm
层间厚度指的是介质厚度（不包括铜箔厚度），其中 2—3、4—5、6—7、8—9、10—11 间用的是芯板，其它层间用的是半固化片。
- 5.9.13 裸露的不同电压的焊接端子之间要保证最小 2mm 的安规距离，焊接端子在插入焊接后可能发生倾斜和翘起而导致距离变小。

表 8 列出的是缺省的对称结构及层间厚度的设置：

类型	层间介质厚度 (mm)										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
1.6mm 四层板	0.36	0.71	0.36								
2.0mm 四层板	0.36	1.13	0.36								
2.5mm 四层板	0.40	1.53	0.40								
3.0mm 四层板	0.40	1.93	0.40								
1.6mm 六层板	0.24	0.33	0.21	0.33	0.24						
2.0mm 六层板	0.24	0.46	0.36	0.46	0.24						
2.5mm 六层板	0.24	0.71	0.36	0.71	0.24						
3.0mm 六层板	0.24	0.93	0.40	0.93	0.24						
1.6mm 八层板	0.14	0.24	0.14	0.24	0.14	0.24	0.14				
2.0mm 八层板	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24				
2.5mm 八层板	0.40	0.24	0.36	0.24	0.36	0.24	0.40				
3.0mm 八层板	0.40	0.41	0.36	0.41	0.36	0.41	0.40				
1.6mm 十层板	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14		
2.0mm 十层板	0.24	0.14	0.24	0.14	0.14	0.14	0.24	0.14	0.24		
2.5mm 十层板	0.24	0.24	0.24	0.24	0.21	0.24	0.24	0.24	0.24		
3.0mm 十层板	0.24	0.33	0.24	0.33	0.36	0.33	0.24	0.33	0.24		
2.0mm 12 层板	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
2.5mm 12 层板	0.24	0.14	0.24	0.14	0.24	0.14	0.24	0.14	0.24	0.14	0.24
3.0mm 12 层板	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24

表 8

5.10 PCB 尺寸、外形要求

机密

5.10.1 PCB 尺寸、板厚已在 PCB 文件中标明、确定，尺寸标注应考虑厂家的加工公差。

板厚（ $\pm 10\%$ 公差）规格：0.8mm、1.0mm、1.2mm、1.6mm、2.0mm、2.5mm、3.0mm、3.5mm

5.10.2 PCB 的板角应为 R 型倒角

为方便单板加工，不拼板的单板板角应为 R 型倒角，对于有工艺边和拼板的单板，工艺边应为 R 型倒角，一般圆角直径为 5，小板可适当调整。有特殊要求按结构图表示方法明确标出 R 大小，以便厂家加工。

5.10.3 尺寸小于 50mm X 50mm 的 PCB 应进行拼板（铝基板和陶瓷基板除外）

一般原则：当 PCB 单元板的尺寸 $<50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 时，必须做拼板；

当拼板需要做 V-CUT 时，拼板的 PCB 板厚应小于 3.5mm；

最佳：平行传送边方向的 V-CUT 线数量 3（对于细长的单板可以例外）；

如图 17：

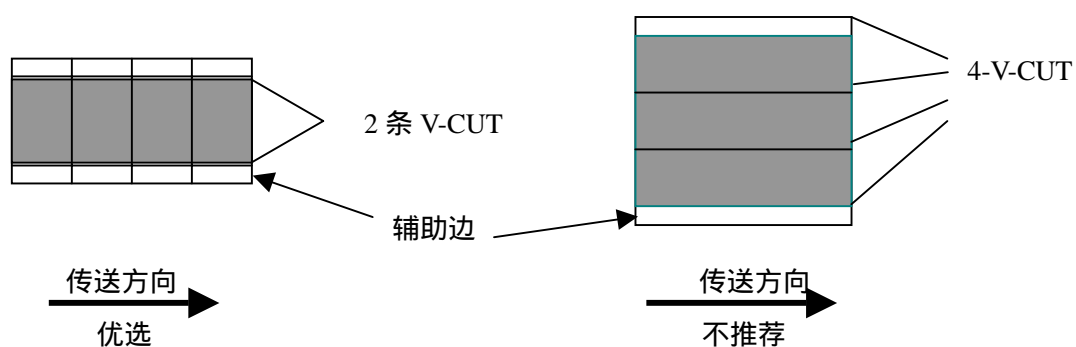


图 17

为了便于分板须增加定位孔。

5.10.4 不规则的拼板铣槽间距大于 80mil。

不规则拼板需要采用铣槽加 V-cut 方式时，铣槽间距应大于 80mil。

5.10.5 不规则形状的 PCB 而没拼板的 PCB 应加工工艺边

不规则形状的 PCB 而使制成板加工有难度的 PCB，应在过板方向两侧加工工艺边。

5.10.6 PCB 的孔径的公差该为 $+0.1\text{mm}$ 。

5.10.7 若 PCB 上有大面积开孔的地方，在设计时要先将孔补全，以避免焊接时造成漫锡和板变形，补全部分和原有的 PCB 部分要以单边几点连接，在波峰焊后将之去掉（图 18）

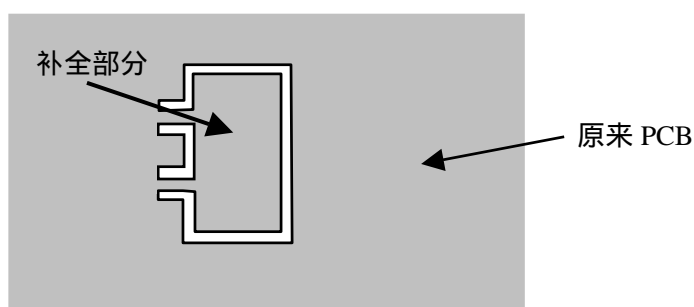


图 18

5.11 工艺流程要求

5.11.1 BOTTOM 面表贴器件需过波峰时，应确定贴装阻容件与 SOP 的布局方向正确，SOP 器件轴向需与波峰方向一致。

a. SOP 器件在过波峰尾端需接增加一对偷锡盘。尺寸满足图 19 要求。

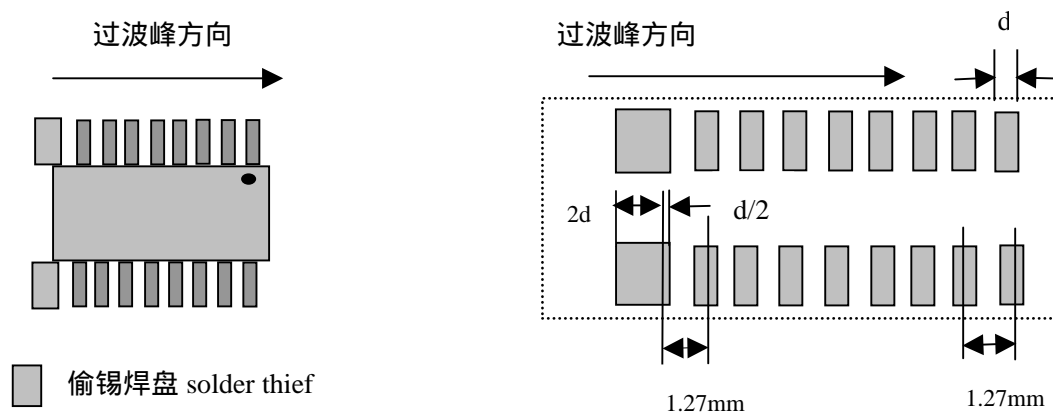


图 19A

b. SOT 器件过波峰尽量满足最佳方向。

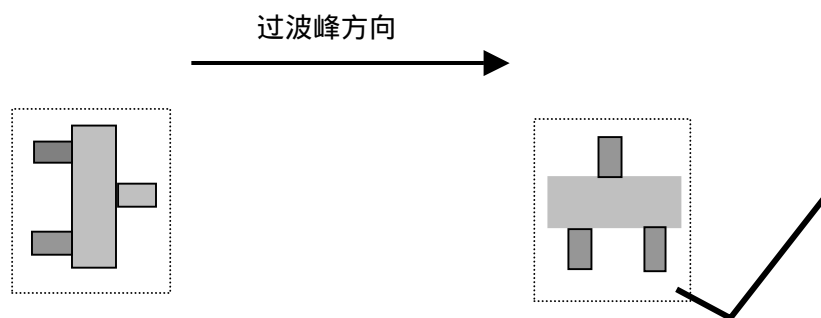


图 19B

c. 片式全端子器件（电阻、电容）对过波峰方向不作特别要求。

d. 片式非全端子器件（钽电容、二极管）过波峰最佳时方向需满足轴向与进板方向平行。（图 20）



图 20

5.11.2 SOJ、PLCC、QFP 等表贴器件不能过波峰焊。

5.11.3 过波峰焊的 SOP 之 PIN 间距大于 1.0mm,片式元件在 0603 以上。

5.12 可测试性要求

5.12.1 是否采用测试点测试。

如果制成板不采用测试点进行测试,对下列 5.12.2~5.12.15 项不作要求。

5.12.2 PCB 上应有两个以上的定位孔(定位孔不能为腰形)。

- 5.12.3 定位的尺寸应符合直径为(3~5cm)要求。
- 5.12.4 定位孔位置在 PCB 上应不对称
- 5.12.5 应有有符合规范的工艺边
- 5.12.6 对长或宽>200mm 的制成板应留有符合规范的压低杆点
- 5.12.7 需测试器件管脚间距应是 2.54mm 的倍数
- 5.12.8 不能将 SMT 元件的焊盘作为测试点
- 5.12.9 测试点的位置都应在焊接面上(二次电源该项不作要求)
- 5.12.10 测试点的形状、大小应符合规范

测试点建议选择方形焊盘(选圆形亦可接受),焊盘尺寸不能小于 1mm*mm。

- 5.12.11 测试点应都有标注(以 TP1、TP2.....进行标注)。
- 5.12.12 所有测试点都应已固化(PCB 上改测试点时必须修改属性才能移动位置)。
- 5.12.13 测试的间距应大于 2.54mm。
- 5.12.14 测试点与焊接面上的元件的间距应大于 2.54mm。
- 5.12.15 低压测试点和高压测试点的间距离应符合安规要求。
- 5.12.16 测试点到 PCB 板边缘的距离应大于 125mil/3.175mm。
- 5.12.17 测试点到定位孔的距离应该大于 0.5mm,为定位柱提供一定净空间。
- 5.12.18 测试点的密度不能大于每平方米 4-5 个;测试点需均匀分布。
- 5.12.19 电源和地的测试点要求。
 - 每根测试针最大可承受 2A 电流,每增加 2A,对电源和地都要求多提供一个测试点。
- 5.12.20 对于数字逻辑单板,一般每 5 个 IC 应提供一个地线测试点。
- 5.12.21 焊接面元器件高度不能超过 150mil/3.81mm,若超过此值,应把超高器件列表通知装备工程师,以便特殊处理。
- 5.12.22 是否采用接插件或者连接电缆形式测试。
 - 如果结果为否,对 5.12.23、5.12.24 项不作要求。
- 5.12.23 接插件管脚的间距应是 2.54mm 的倍数。
- 5.12.24 所有的测试点应都已引至接插件上。
- 5.12.25 应使用可调器件。
- 5.12.26 对于 ICT 测试,每个节点都要有测试;对于功能测试,调整点、接地点、交流输入、放电电容、需要测试的表贴器件等要有测试点。
- 5.12.27 测试点不能被条形码等挡住,不能被胶等覆盖。

如果单板需要喷涂“三防漆”,测试焊盘必须进行特殊处理,以避免影响探针可靠接触。

6. 附录

距离及其相关安全要求

1、电气间隙：两相邻导体或一个导体与相邻电机壳表面的沿空气测量的最短距离。

2、爬电距离：两相邻导体或一个导体与相邻电机壳表面的沿绝缘表面测量的最短距离。

电气间隙的决定：

根据测量的工作电压及绝缘等级，即可决定距离

一次侧线路之电气间隙尺寸要求，见表 3 及表 4

二次侧线路之电气间隙尺寸要求见表 5

但通常：一次侧交流部分：保险丝前 L—N 2.5mm，L.N \longleftrightarrow PE（大地） 2.5mm，保险丝装置

之后可不做要求，但尽可能保持一定距离以避免发生短路损坏电源。

一次侧交流对直流部分 2.0mm

一次侧直流地对大地 2.5mm （一次侧浮接地对大地）

一次侧部分对二次侧部分 4.0mm，跨接于一二次侧之间之元器件

二次侧部分之电隙间隙 0.5mm 即可

二次侧地对大地 1.0mm 即可

附注：决定是否符合要求前，内部零件应先施于 10N 力，外壳施以 30N 力，以减少其距离，使

确认为最糟情况下，空间距离仍符合规定。

爬电距离的决定：

根据工作电压及绝缘等级，查表 6 可决定其爬电距离

但通常：(1) 一次侧交流部分：保险丝前 L—N 2.5mm，L.N \longleftrightarrow 大地 2.5mm，保险丝之后可

不做要求，但尽量保持一定距离以避免短路损坏电源。

(2) 一次侧交流对直流部分 2.0mm

(3) 一次侧直流地对地 4.0mm 如一次侧地对大地

(4) 一次侧对二次侧 6.4mm，如光耦、Y 电容等元器件脚间距 6.4mm 要开槽。

(5) 二次侧部分之间 0.5mm 即可

(6) 二次侧地对大地 2.0mm 以上

(7) 变压器两级间 8.0mm 以上

3、绝缘穿透距离：

应根据工作电压和绝缘应用场合符合下列规定：

——对工作电压不超过 50V (71V 交流峰值或直流值), 无厚度要求；

——附加绝缘最小厚度应为 0.4mm；

——当加强绝缘不承受在正常温度下可能会导致该绝缘材料变形或性能降低的任何机械应力时
的, 则该加强绝缘的最小厚度应为 0.4mm。

如果所提供的绝缘是用于设备保护外壳内, 而且在操作人员维护时不会受到磕碰或擦伤,
并且属于如下任一种情况, 则上述要求不适用于不论其厚度如何的薄层绝缘材料；

——对附加绝缘, 至少使用两层材料, 其中的每一层材料能通过对附加绝缘的抗电强度试验；

或者：

——由三层材料构成的附加绝缘, 其中任意两层材料的组合都能通过附加绝缘的抗电强度试验；

或者：

——对加强绝缘, 至少使用两层材料, 其中的每一层材料能通过对加强绝缘的抗电强度试验；

或者：

——由三层绝缘材料构成的加强绝缘, 其中任意两层材料的组合都能通过加强绝缘的抗电强度
试验。

4、有关于布线工艺注意点：

如电容等平贴元件, 必须平贴, 不用点胶

如两导体在施以 10N 力可使距离缩短, 小于安规距离要求时, 可点胶固定此零件, 保证其电
气间隙。

有的外壳设备内铺 PVC 胶片时, 应注意保证安规距离 (注意加工工艺)

零件点胶固定注意不可使 PCB 板上有胶丝等异物。

在加工零件时, 应不引起绝缘破坏。

5、有关于防燃材料要求：

热缩套管 V—1 或 VTM—2 以上；PVC 套管 V—1 或 VTM—2 以上

铁氟龙套管 V—1 或 VTM—2 以上；塑胶材质如硅胶片，绝缘胶带 V—1 或 VTM—2 以上

PCB 板 94V—1 以上

6、有关于绝缘等级

(1) 工作绝缘：设备正常工作所需的绝缘

(2) 基本绝缘：对防电击提供基本保护的绝缘

(3) 附加绝缘：除基本绝缘以外另施加的独立绝缘，用以保护在基本绝缘一旦失效时仍能防止电击

(4) 双重绝缘：由基本绝缘加上附加绝缘构成的绝缘

(5) 加强绝缘：一种单一的绝缘结构，在本标准规定的条件下，其所提供的防电击的保护等级相当于双重绝缘

各种绝缘的适用情形如下：

A、操作绝缘 oprational insulation

a、介于两不同电压之零件间

b、介于 ELV 电路（或 SELV 电路）及接地的导电零件间。

B、基本绝缘 basic insulation

a、介于具危险电压零件及接地的导电零件之间；

b、介于具危险电压及依赖接地的 SELV 电路之间；

c、介于一次侧的电源导体及接地屏蔽物或主电源变压器的铁心之间；

d、做为双重绝缘的一部分。

C、补充绝缘 supplementary insulation

a、一般而言，介于可触及的导体零件及在基本绝缘损坏后有可能带有危险电压的零件之间，如：

、介于把手、旋钮，提柄或类似物的外表及其未接地的轴心之间。

、介于第二类设备的金属外壳与穿过此外壳的电源线外皮之间。

、介于 ELV 电路及未接地的金属外壳之间。

b、做为双重绝缘的一部分

D、双重绝缘

Double insulation Reinforced insulation

一般而言，介于一次侧电路及

a、可触及的未接地导电零件之间，或

b、浮接（floating）的 SELV 的电路之间或

c、TNV 电路之间

双重绝缘=基本绝缘+补充绝缘

注：ELV 线路：特低电压电路

在正常工作条件下，在导体之间或任一导体之间的交流峰值不超过 42.4V 或直流值不超过 60V 的二次电路。

SELV 电路：安全特低电压电路。

作了适当的设计和保护的二次电路，使得在正常条件下或单一故障条件下，任意两个可触及的零部件之间，以及任意的可触及零部件和设备的保护接地端子（仅对 I 类设备）之间的电压，均不会超过安全值。

TNV：通讯网络电压电路

在正常工作条件下，携带通信信号的电路。

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>