

印制板可制造性设计

主讲:成都明天高新工艺技术部

内容大纲

- DFX规范简介
- 印制板可制造性设计 (DFM)
- 印制板可制造性装配 (DFA)



一. DFX规范简介

- 制造企业制定DFX规范的目的
在于使公司内外部的设计、制造、焊接及其它外包商之间能有效的沟通，以开发可制造性强、成本低廉的产品，同时能满足电器及机械性能要求
- 包括：DFM、DFE、DFT、DFR、DFS、DFA等，分别面向可制造性、环境、可测试性、可靠性、简洁性、组装等的设计
- 据统计产品总成本的60%以上是由设计过程决定的，70%-80%的缺陷可归之于设计方面的问题



二. 印制板DFM (Design for manufacture)

- PCB板文件的命名

印制板pcb文件的命名应按一定的规则进行，文件名不要过长，否则不利于生产的管理。

- 加工要素的确定

1. 基材的选择：

- 涉及基材的厂家、型号、板厚及基材的铜厚度等要求。
- 生产厂家主要有：生益、国际、等
- 型号：FR-4（环氧玻璃布板）和CEM-3（酚醛树脂板）两种
- 板厚：双面板根据印制板的功能、元器件重量、插座规格、外形尺寸及所承受的负荷选择板厚，多层板根据电气和性能结构需要及材料规格选择总板厚及每层的厚度。
- 板材的基体铜厚有18um、35um、50um和70um四种，标准工艺情况下，最终线条的铜箔厚度在基体铜箔的基础上加25um.

2. 加工工艺的确定（表面涂覆层的选择）

- 常见的工艺有：热风整平（喷锡板分有铅和无铅）、电镀镍金（水金、闪金）、化学镍金、等。
- 热风整平：是指PCB从熔融Sn/Pb焊料中出来后经热风（230℃）吹平的方法，（无铅是280℃）。
- 化学镍金：是指PCB连接盘上化学镀Ni（厚度 $\geq 3\mu\text{m}$ ）后再镀上一层0.05-0.1 μm 薄金或镀上一层厚金（0.3-0.5 μm ）。由于化学镀层均匀，共面性好，并可提供多次焊接性能，因此具有推广应用的趋势。其中镀薄金（0.05-0.1 μm ）是为了保护Ni的可焊性，而镀厚金（0.3-0.5 μm ）是为了线焊(wire bonding)工艺的需要。
- 电镀镍金：是指镀层结构基本同化学Ni/Au，因采用电镀的方式，镀层的均匀性要差一些。

3. 孔径要求

设计时需明确板内安装孔、器件孔、导通孔的孔径的大小及公差、是否金属化等要求。对于异型孔还要明确开孔的方向。

4. 外形尺寸

确定成型的边框、边缘的切口、开槽的位置及尺寸公差要求。
常规的外形尺寸公差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

5. 标志（ Legend ）

字符的印刷层面、多层板层序标识、UL标记、周期号、公司商标等的要求。

6. 特殊加工要求

如沉孔、插头部位加工要求、局部阻焊开窗、特性阻抗要求等。

7. PCB的检验标准

对于产品验收采用的标准需确定，如GB、GJB、IPC系列标准等。

- **设计基准**

印制板的机械加工必须要有基准点，通常是印制板上机械安装孔的中心，CAD制作的基准点与机械加工图的基准点应当保证一致。

- **导线宽度**

导线宽度的确定依据是导线的载流量,即在规定的环境温度下,允许导线温升不超过某一温度时所能通过电流量大小。具体设计可参看国家标准GB4588.3-88《印制电路板的设计和使用》。在设计布线空间允许和导线最小间距不违背设计的电气间距的前提下,应设计较宽的导线。

- **导线间距**

1. 在布线空间允许的情况下尽量大,并且保证均匀
2. 线到线、盘到盘、盘到线的距离
3. 图形距板边距离(如图形距 V_{cut} 、图形距邮票孔、金手指端部距板边)

- 焊盘及孔径的确定

1. 器件孔焊盘大小的确定

器件孔外层焊盘至少比钻孔大20mil, 以保证有效的焊接环宽, 多层板的电地层的隔离盘至少比孔径大40mil (1mm), 不仅是为了降低生产加工难度, 同时也为了保证电地层与金属化孔之间有足够的安全间距。

X-Size	62mil
Y-Size	62mil
Shape	Round
Attributes	
Designator	Z
Hole Size	28mil

2. 为了便于CAM数据的工艺处理和PCB生产制造，设计PCB时尽量保证一种焊盘尺寸对应一种孔径，避免一种焊盘尺寸对应几种孔径或几种焊盘外径对应一种孔径。
3. 导通孔的焊盘外径尽量大，一般情况焊盘直径大于30mil，最小的导通孔焊盘可为25mil，加工时钻孔孔径为0.3mm（12mil）但此类小孔加工会给生产带来一定的难度，成品率、工作效率明显降低。
4. 安装孔的设计应以焊盘的形式给出孔位和孔径，避免在字符层（可在机械层）以圆弧的形式表示安装孔，同时要根据是否需要焊环确定焊盘的大小。
5. 设计者在设计阻焊图形时，阻焊层对应的线路焊盘应以PAD的形式表示避免使用Trace进行填充，否则转化光绘数据时不能自动生成阻焊图形，容易出现差错。
6. 字符及其它标记设计的宽度和高度应以印出后美观、容易辨认为原则。

- CAD/CAM接口问题

1. 图形数据要求

- 推荐顾客提供Gerber数据制作PCB，因PCB厂主要处理Gerber数据而不是PCB文件，如提供PCB文件必须转换成Gerber文件才能生产。
- CAM光绘数据要求每一张胶片都需要一个图形文件，例如：一个标准四层板至少需要四张线路胶片、两张阻焊胶片、一张或两张字符胶片。
- 对于客户提供的GERBER数据如有必要，每个文件必须要有相对应的描述文档对其功能进行说明。如果一层图形是由两个图形文件叠加而成，必要要有详细的叠加说明。
- GERBER数据尽量提供给制板厂家RS274X（D码嵌入在文件中）格式的光绘数据，如果提供RS274-D（文件内容中不包括D码）格式，必须提供相应D码表文件。
- 如有必要需要对特殊D码文件进行说明（如Custmor Code）。
- 数据采用ASCII 格式
- GERBER数据的几层图形要对齐，并且是从上到下的透视图形，所有层不能镜像。

2. 钻孔数据要求

- 钻孔数据当中每一个孔都要有其相应的坐标点。
- 说明最终成品孔的孔径大小（用mm表示）。
- 成品孔的孔径公差。
- 每种孔径的孔数。
- 孔化状态（金属化或非金属化）。
- 客户可以直接提供钻孔机可接收的钻孔数据，也可以符号图的形式表示对孔径进行说明（如下图）

TOOL	DRILL SYMBOL	DRILL SIZE	COUNT	PLATED	Min/Max
T1	⊙	.012	2143	YES	+/- .002
T2	⊞	.024	636	YES	+/- .002

三. 印制板DFA (Design for assembly)

BGA焊盘

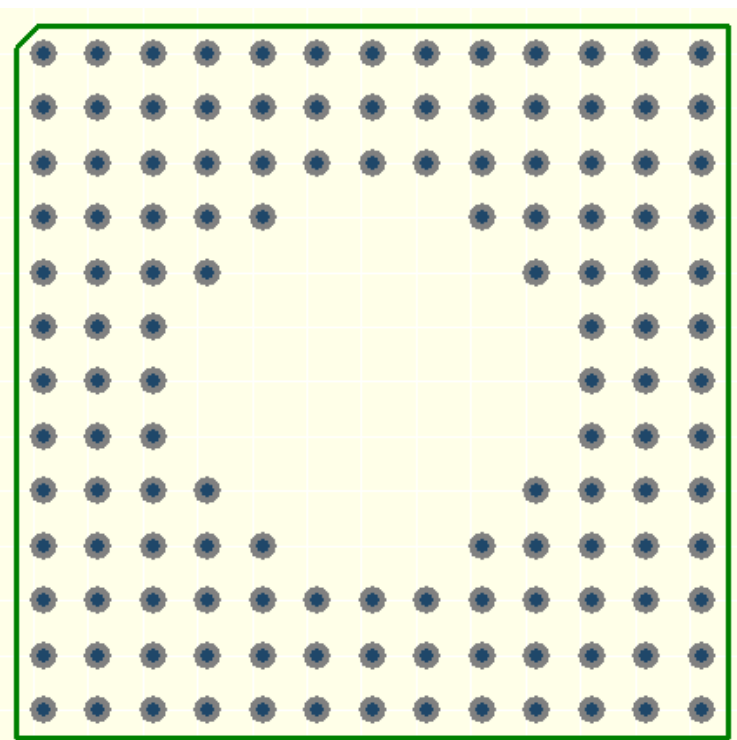
BGA是目前日益流行的一种器件封装，其良好的可焊性和电气性能，使更多的人选择这种封装，但其极差的检测和维修性能又使人望而却步。同时其焊盘设计又直接或间接的影响其焊接效果，所以应引起我们的重视。

BGA的焊盘设计原则：

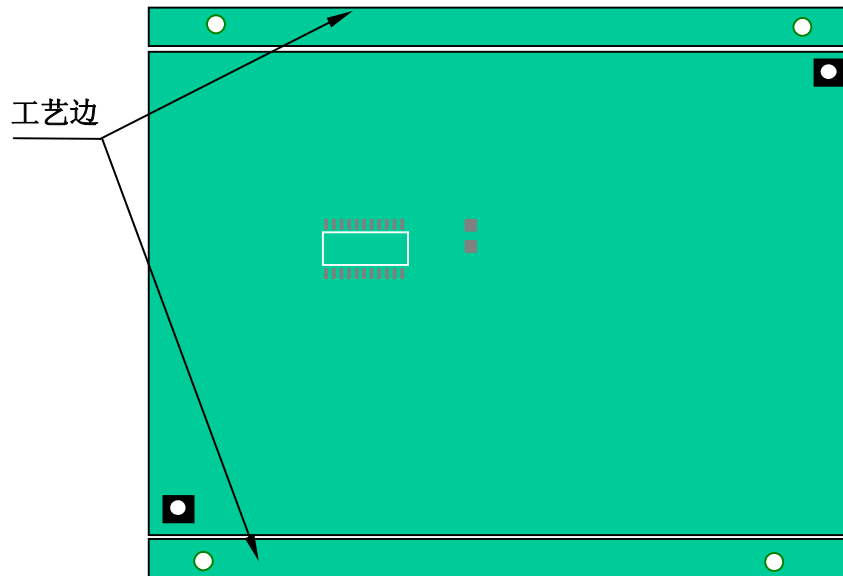
- 1) PCB焊盘的直径不能小于BGA焊球的最小直径，但不能过大。
- 2) 阻焊尺寸比焊盘尺寸大 $0.1\text{mm} \sim 0.15\text{mm}$
- 3) BGA周围导通孔在金属化孔后，必须采用介质材料或导电胶进行堵塞，高度不能超过焊盘高度。

目的：

- 1) 防止波峰焊时焊锡从过孔贯穿到元件面引起短路。
- 2) 避免元件焊接后焊剂残留在孔内。
- 3) 表面贴装后的印制板，在测试面上要求吸真空时形
- 4) 成负压才可进行高度检测。



辅助工艺边



辅助工艺边（简称工艺边）主要是用于设备的夹持与定位以及异形边框补偿，焊接工作完成后去掉。虽然工艺边不能算PCB的有效面积，但对于设备的装配来说必不可少。

- 一般工艺边的宽度 $\geq 5\text{mm}$ ，在此范围内不允许布放元器件。
- 工艺边与PCB板的连接处可采用V-CUT或铣邮票两种分离技术。
- 工艺边上必要时设计定位孔，以便设备定位。

基准点设计

基准点标记（Fiducial Marks）是所有全自动设备识别定位的标识点，MARK点的设计制作有以下要求：

（一）MARK点可设计成多种形状如圆形、方形、三角形、十字架形等等。



推荐采用的基准点标记是圆形，直径为1mm的Mark点

（二）MARK点周围应做一块背景区，背景区内不能有其他焊盘，丝印和阻焊。背景区的直径大小一般为3mm，MARK点焊盘的表面镀层尽量要求平整，反光性好。

（三）MARK点的表面可以为：裸铜、镀金、镀锡等。

（四）如果是孤立的MARK点，应在MARK点周围设计保护环，以保证镀层平整。

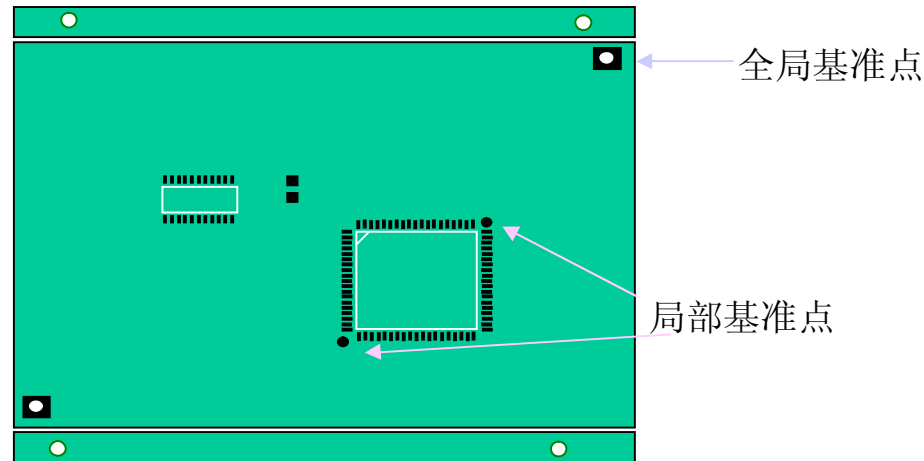


保护环直径一般为4mm，线宽度为15mil

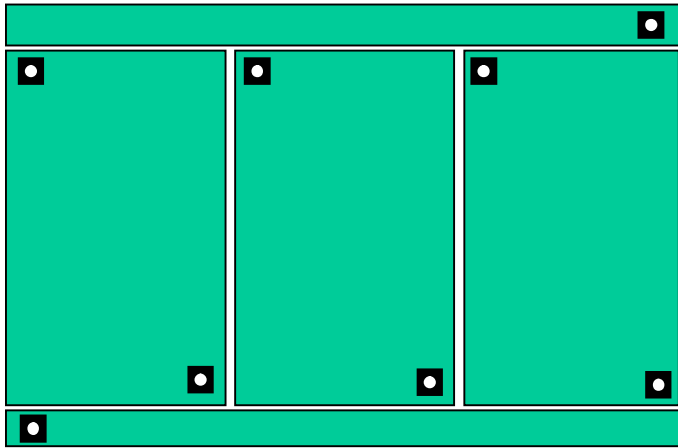
为了精密地贴装元器件，可根据需要设计用于整块PCB板光学定位的一组图形（全局基准点）和用于引脚数较多，引脚间距小（如Pitch \leq 0.5mm）的单个器件的光学定位图形（局部基准点）。设计局部基准点是由于设备在运行过程中会产生热误差，以及PCB板的累积误差会使一些细间距脚器件的贴装发生偏移，为了保证这一类器件的贴装精度，必须加装局部基准点（Local Fiducial）。

设计要求：

- （一）MARK点分布在器件的对角线两侧，尽量靠近器件。
- （二）如果MARK点周围的空间小可以设计较小的背景区。
- （三）MARK点的设计尺寸可以小一点，从而不影响器件的走线。



拼板

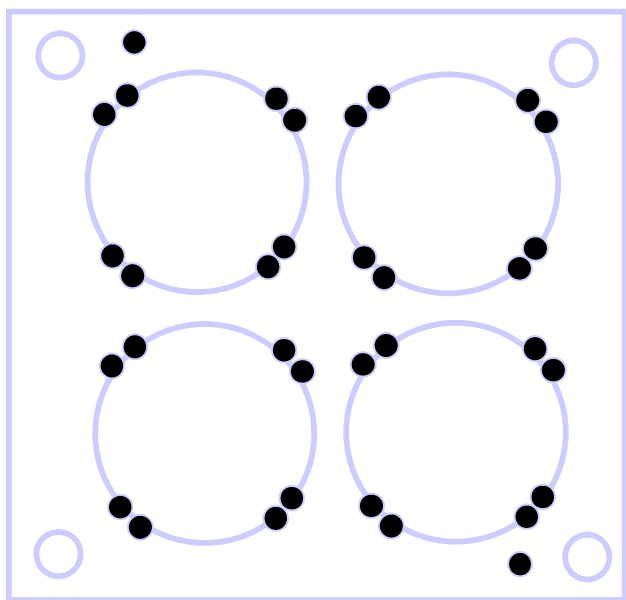


PCB装配设备的轨道系统有一个夹持PCB板的尺寸范围，一般生产线的夹持范围为：50mm×50mm到460mm×460mm。为了提高装配效率及便于小于50mm×50mm的PCB板的装配需设计成拼板形式。

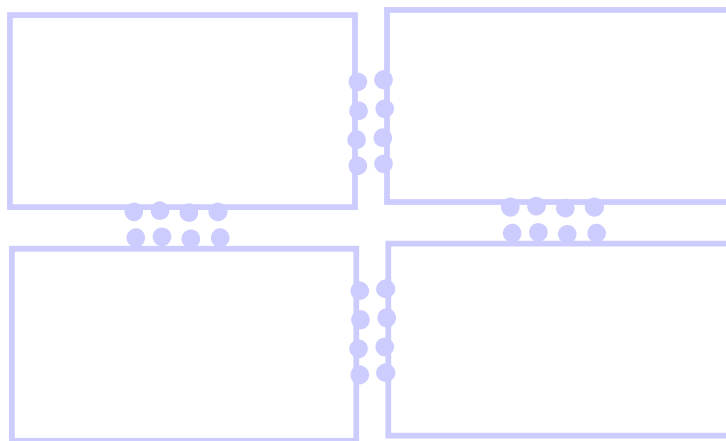
设计要求：

- a. PCB拼版必须有自己的全局基准点。
- b. 每块单板须有自己的基准点，让机器把每块拼板当作单板看待，称为块基准（BLOCK FIDUCIAL）。
- c. 对于外形复杂的PCB，拼好后的PCB尽量保证外形的规则，以便轨道夹持。
- d. 相同的PCB可以拼在一块，不同的PCB也可以拼在一块。
- e. 拼版可采用平排、对拼（旋转180度）、鸳鸯板（AB拼板）的方式。
- f. 拼版的形式可采用邮票板、或划V-CUT

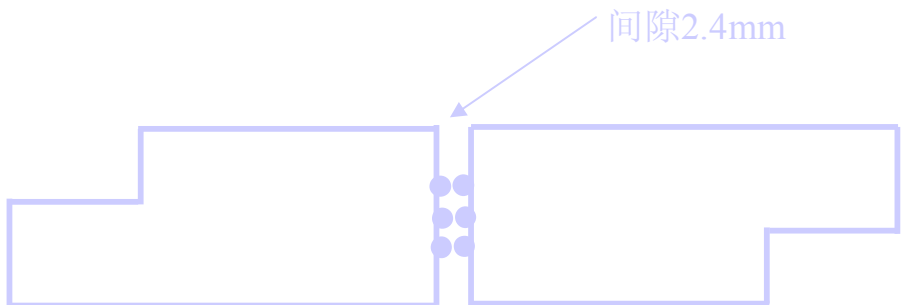
几种常见的邮票板拼版



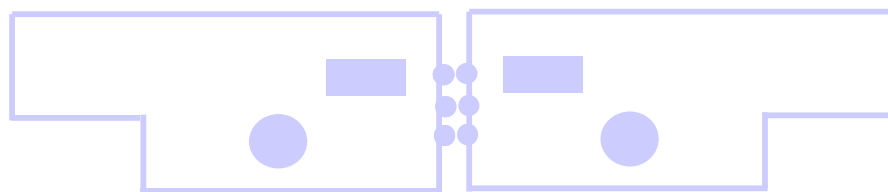
邮票板



邮票板

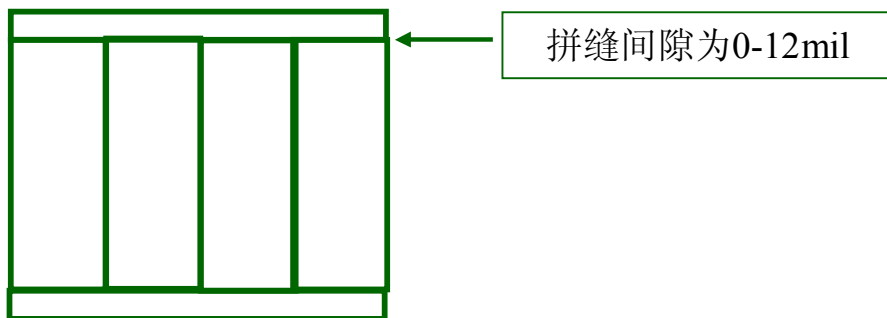
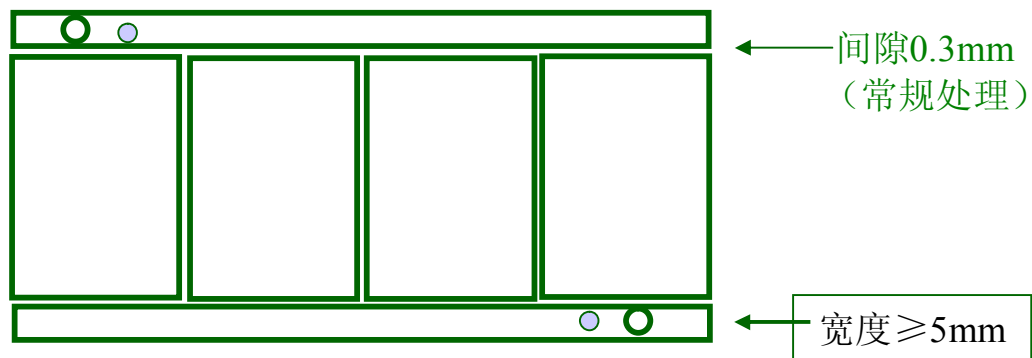


旋转180度拼版



A.B拼版

几种常见的V-CUT拼版



V-CUT加工控制:

- 要求板厚 $\geq 0.8\text{mm}$
- 深度偏差 $\pm 0.05\text{mm}$
上下刀偏差 (FR-4板)
板厚 $\leq 1.6\text{mm}$ 偏差 0.1mm
板厚 $\geq 1.6\text{mm}$ 偏差 0.15mm
- V-CUT加工只能走直线, 不能跳刀划。

► 焊接方式

再流焊适用于所有贴片元件的焊接，波峰焊则只适用于焊接矩形片状元件圆柱形元器件、SOT和较小的SOT（管脚数少于28，脚间距1mm以上）。鉴于生产的可操作性，PCB的整体设计尽可能按以下顺序优化：

- （1）单面混装：即在PCB单面布放贴片元件或插装元件。
- （2）两面贴装：PCB单面或两面均布放贴片元件。
- （3）双面混装：PCB A面布放贴片元件和插装元件，B面布放适合于波峰焊的贴片元件。

双面混装流程：

电路板A面涂贴片胶-----SMD贴装---贴片胶固化---电路板翻转---电路板B面印焊膏---贴装QFP等器件---再流焊接---引线元件插装---波峰焊接---电路板清洗