

# PCB设计



# 表面组装元器件之 —PCB的设计

## 教学目标



- 掌握PCB的设计项目，基于此在后期工艺方面在分析PCB要素时有全面的思路拓宽

## 教学重点



- 掌握PCB的设计项目
- 掌握PCB电路设计内容
- 掌握可靠性设计内容

## 教学难点

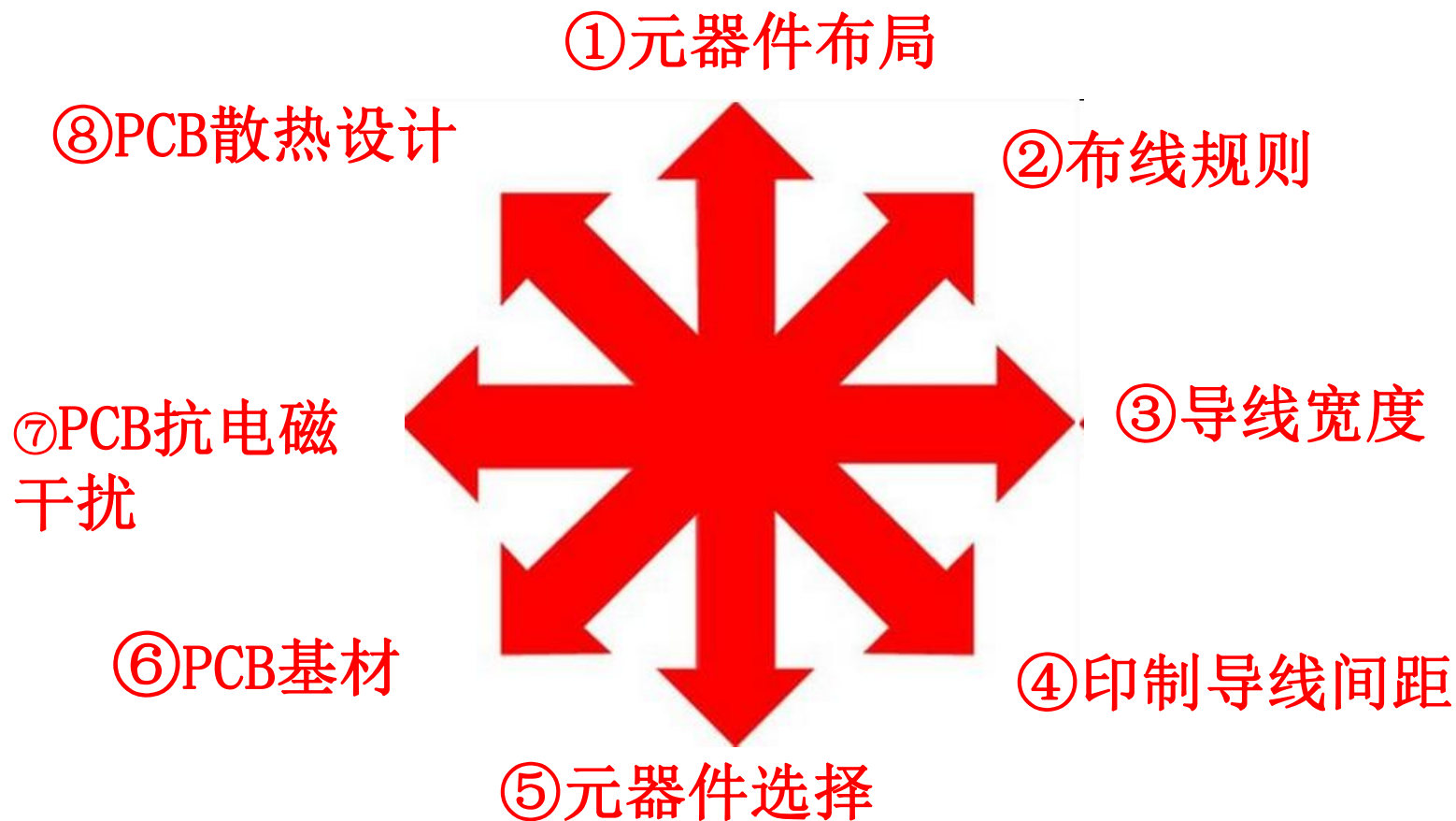


- 由于对PCB接触较少，对设计项目感性不明显



图 3-4 表面组装印制电路板设计步骤

# 基本原则



## ①元器件布局

(1) 元器件分布均匀，排在同一电路单元的元器件应相对集中排列，以便于调试和维修。

(2) 有相互连线的元器件应相对靠近排列，以利于提高布线密度和保证走线距离最短。

(3) 对热敏感的元器件，布置时应远离发热量大的元器件。

(4) 相互可能有电磁干扰的元器件，应采取屏蔽或隔离措施。

## 2. 布线规则

(1) 在满足使用要求的前提下，选择布线方式的 / 顺序为单层一双层一多层，即布线可简时不繁。

(2) 两个连接盘之间的导线布设尽量短，敏感的信号、小信号先走，以减少小信号的延迟与干扰。

(3) 信号线改变方向应走斜线或圆滑过渡，而且曲率半径大一些好，避免电场集中、信号反射和产生额外的阻抗。

(4) 数字电路与模拟电路在布线上应分隔开，以免互相干扰，如在同一层则应将两种电路的地线系统和电源系统的导线分开布设，不同频率的信号线中间应布设接地线隔开，避免发生串扰。

(5) 电路元件接地、接电源时走线要尽量短、尽量近，以减少内阻。

(6) 上下层走线应互相垂直，以减少耦合，切忌上下层走线对齐或平行。

(7) 高速电路的多根I / O线以及差分放大器、平衡放大器等电路的I / O线长度应相等，以避免产生不必要的延迟或相移。

(8) 焊盘与较大面积导电区相连接时，应采用长度不小于0.5mm的细导线进行热隔离，细导线宽度不小于0.13mm。

(9) 最靠近板的边缘的导线，距离印制板边缘的距离应大于5mm，需要时接地线可以靠近板的边缘。

(10) 双面板上的公共电源线和接地线，尽量布设在靠近板的边缘，并且分布在板的两面，其图形配置要使电源线和地线之间为低阻抗。

### 3. 导线宽度

(1) 信号线应粗细一致，这样有利于阻抗匹配，一般推荐线宽为0.2—0.3mm(8—12mil)，而对于电源地线则走线面积越大越好，可以减少干扰。

(2) 在高速电路与微波电路中，规定了传输线的特性阻抗，此时导线的宽度和厚度应满足特性阻抗要求。

(3) 在大功率电路设计中，还应考虑到电源密度，此时应考虑到线宽与厚度以及线间的绝缘性能。



## 4. 印制导线间距

印制板表层导线间的绝缘电阻是由导线间距、相邻导线平行段的长度、绝缘介质(包括基材和空气)所决定的，在布线空间允许的条件下，应适当加大导线间距。

## 5. 元器件的选择

元器件的选择应充分考虑到PCB实际面积的需要，尽可能选用常规元器件。不可盲目追求小尺寸的元器件，以免增加成本，IC器件应注意引脚形状与脚间距，对小于0.5mm脚间距的QFP应慎重考虑，不如直接选BGA。

## 6. PCB基材的选用

(1) 电气性能的要求：

(2)  $T_g$ ，CTE，平整度等因素以及孔金属化的能力；

(3) 价格因素。

## 7. 印制板的抗电磁干扰设计

- (1) 可能相互产生影响或干扰的元器件，在布局时应尽量远离或采取屏蔽措施。
- (2) 不同频率的信号线，要相互靠近平行布线；对高频信号线，应在其一侧或两侧布设接地线进行屏蔽。
- (3) 对于高频、高速电路，应尽量设计成双面和多层印制板。
- (4) 晶体管的基极印制线和高频信号线应尽量设计得短，减少信号传输时的电磁干扰或辐射。
- (5) 不同频率的元器件不共用同一条接地线，不同频率的地线和电源线应分开布设。
- (6) 数字电路与模拟电路不共用同一条地线，在与印制板对外地线连接处可以有一个公共接点。
- (7) 工作时电位差比较大的元器件或印制线，应加大相互之间的距离。

## 8. PCB的散热设计

- (1) 加大印制板上与大功率元件接地面的铜箔面积。
- (2) 发热量大的元器件不贴板安装，或外加散热器。
- (3) 对多层板的内层地线应设计成网状并靠近板的边缘。
- (4) 选择阻燃或耐热型的板材。

## 9. PCB板做成圆弧角

常见的PCB设计错误

# SMB的具体设计要求

## 整体设计

1. PCB幅面

2. 电路块的划分

3. PCB的尺寸与拼板

工艺

4. 过孔(via)的设计

5. 定位孔、工艺边  
及图像识别标志

6. 测试点与测试孔  
的设计

7. 插装元器件与表  
面安装元器件之间的间距

## 1. PCB幅面

PCB的外形一般为长宽比不太大的长方形。长宽比例较大或面积较大的板，容易产生翘曲变形，当幅面过小时还应考虑到拼板，PCB的厚度应根据对板的机械强度要求以及PCB上单位面积承受的元器件质量，选取合适厚度的基材。



## 2. 电路块的划分

(1) 按照电路各部分的功能划分。把电路的I / O端子尽量集中靠近电路板的边缘，以便相连接，并设置相应的测试点供功能调校用。

(2) 模拟和数字两部分电路分开。

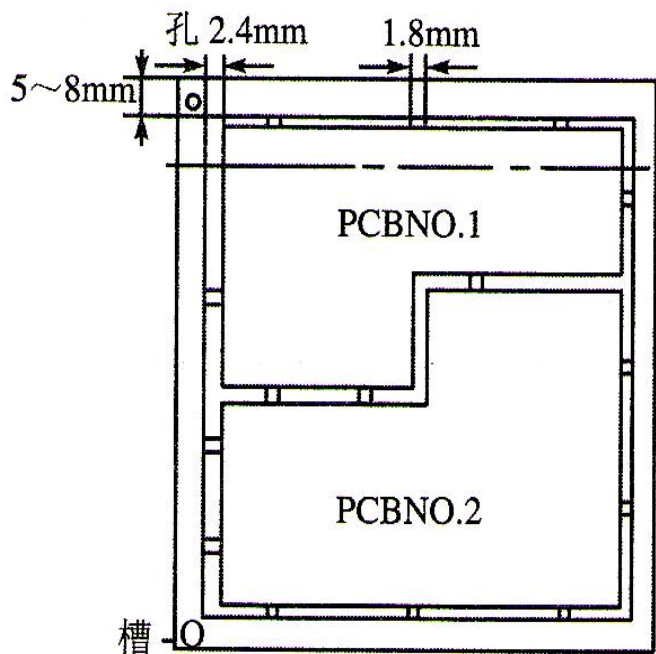
(3) 高频和中、低频电路分开，高频部分单独屏蔽起来，防止外界电磁场的干扰。

(4) 大功率电路和其他电路隔开，以便采用散热措施。

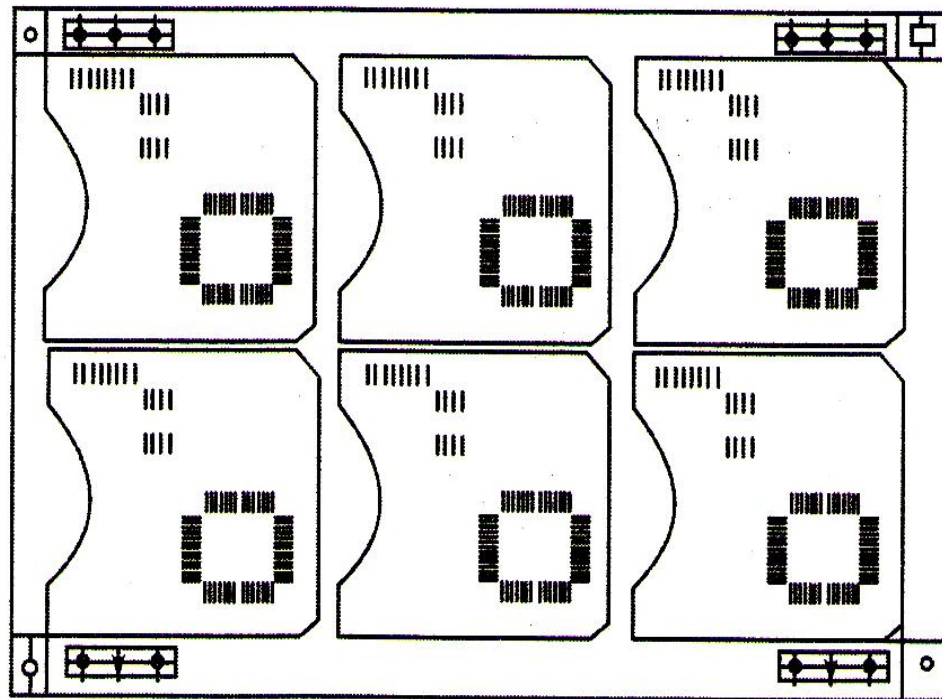
(5) 减小电路中噪声干扰和串扰现象。易产生噪声的电路需和某些电路隔开。

### 3. PCB的尺寸与拼板工艺

要根据整机的总体结构来确定单块PCB的尺寸。PCB的大小、形状应适合表面组装生产线生产，符合印刷机、贴片机适用的基板尺寸范围和再流焊炉的工作宽度。



(a) 连接筋的参考尺寸



(b) 由多块同样 PCB 组成的邮票板

图 3-5 邮票板结构示意图

## 4. 过孔(via)的设计

过孔是多层PCB的重要组成部分之一，  
钻孔的费用通常占PCB制板费用的30%—40%。  
PCB上的每一个孔都可以称之为过孔。

一是用作各层间的电气连接；

二是用作器件的固定或定位。

## 5. 定位孔、工艺边及图像识别标志

定位孔、工艺边及图像识别标志是保证印制板适应SMT大生产不可缺少的标志。

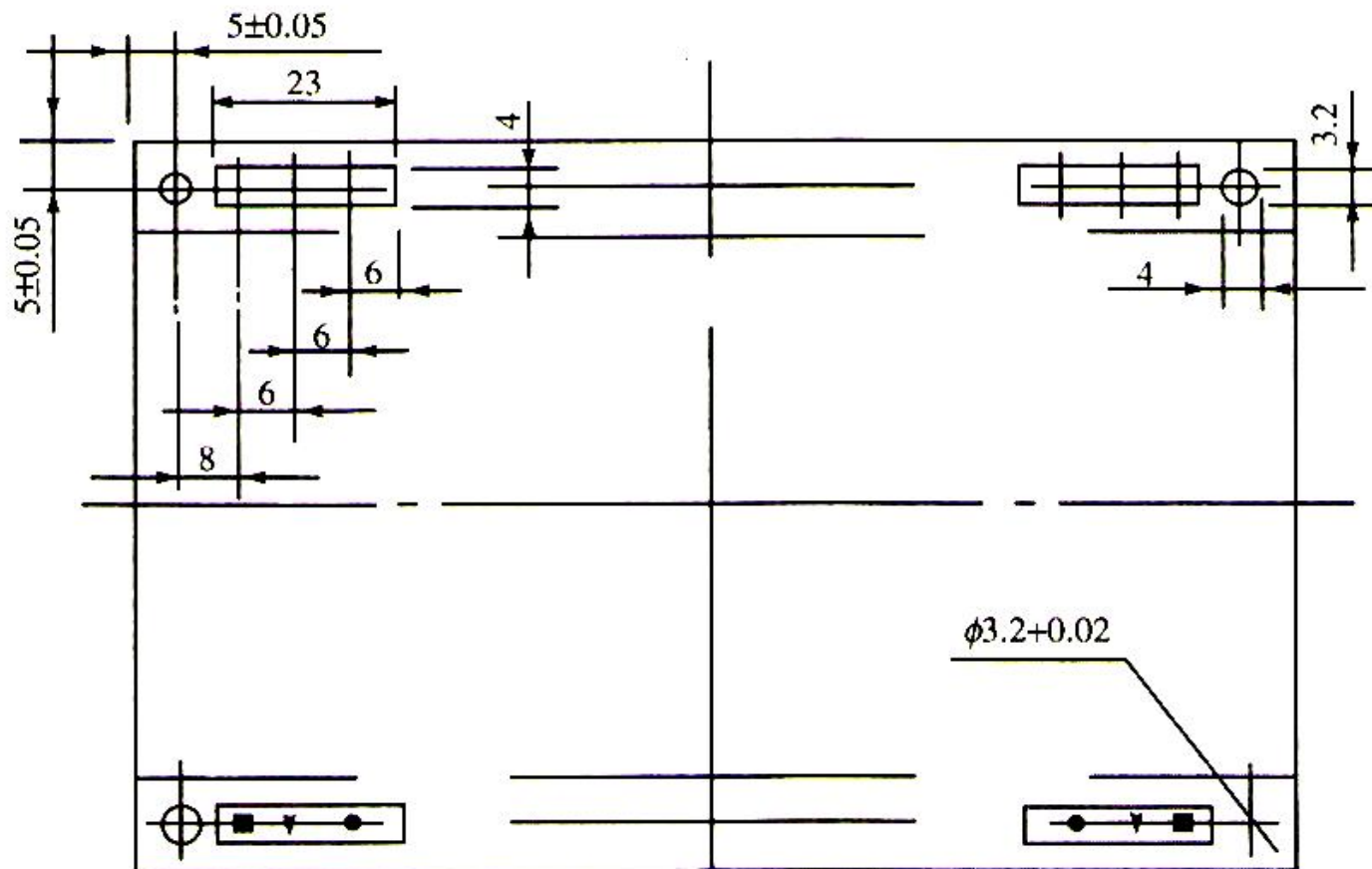
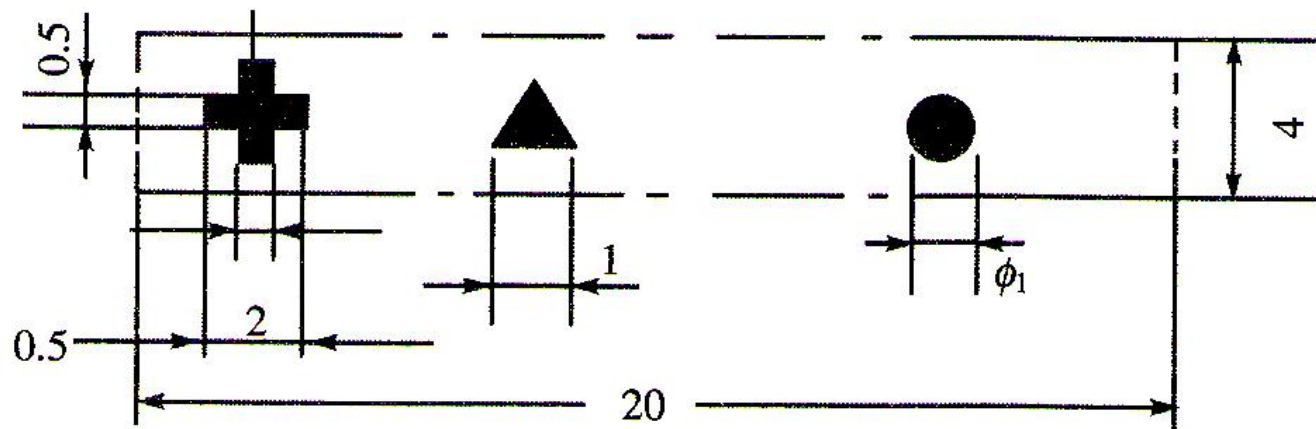


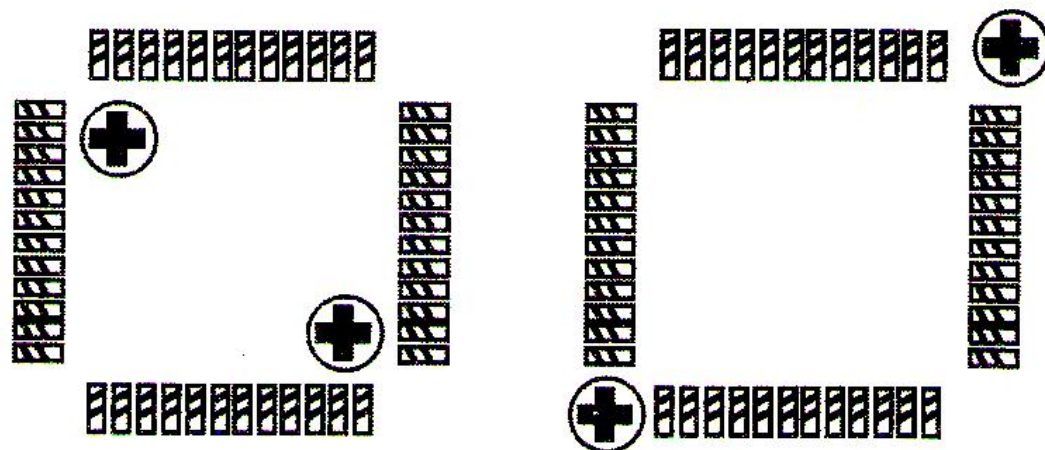
图 3-6 定位孔尺寸和定位孔位置

(2) 工艺边。PCB板上至少要有一对边留有足够的传送带位置空间，即工艺夹持边，简称工艺边。

(3) 光学识别标志。在细间距、高密度、高精度贴装情况下，定位孔不能当作印制板和元器件的精确定位依据，PCB内的精确定位定向应由光学基准校正标志点(标识点)确定。



(a) 光学标志符号



(b) 器件校正标志

图 3-7 印制板光学识别标志与 FQFP 的器件校正标志

## 6. 测试点与测试孔的设计

在SMT的大生产中为保证品质和降低成本，离不开在线测试。为了保证测试工作的顺利进行，PCB设计时应考虑到测试点与测试孔（用于PCB及PCB组件电气性能测试的电气连接孔）的设计。

(1) 接触可靠性测试设计。

(2) 电器可靠性测试设计。



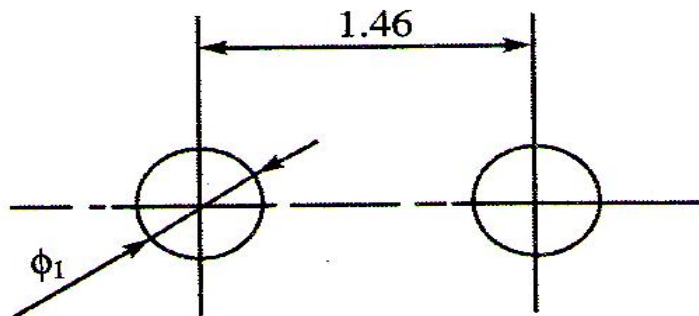


图 3-8 相邻测试点之间的中心距

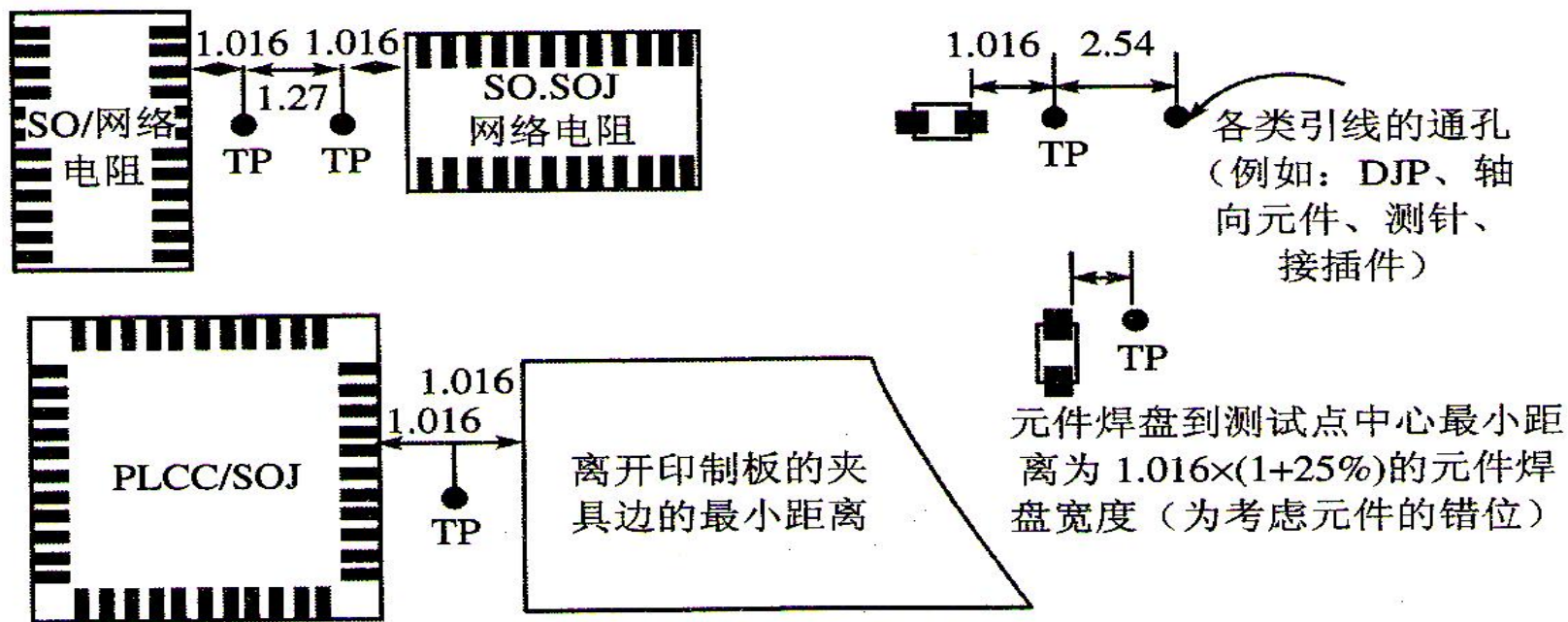


图 3-9 测试点与元件焊盘之间的距离

## 7. 插装元器件与表面安装元器件之间的间距

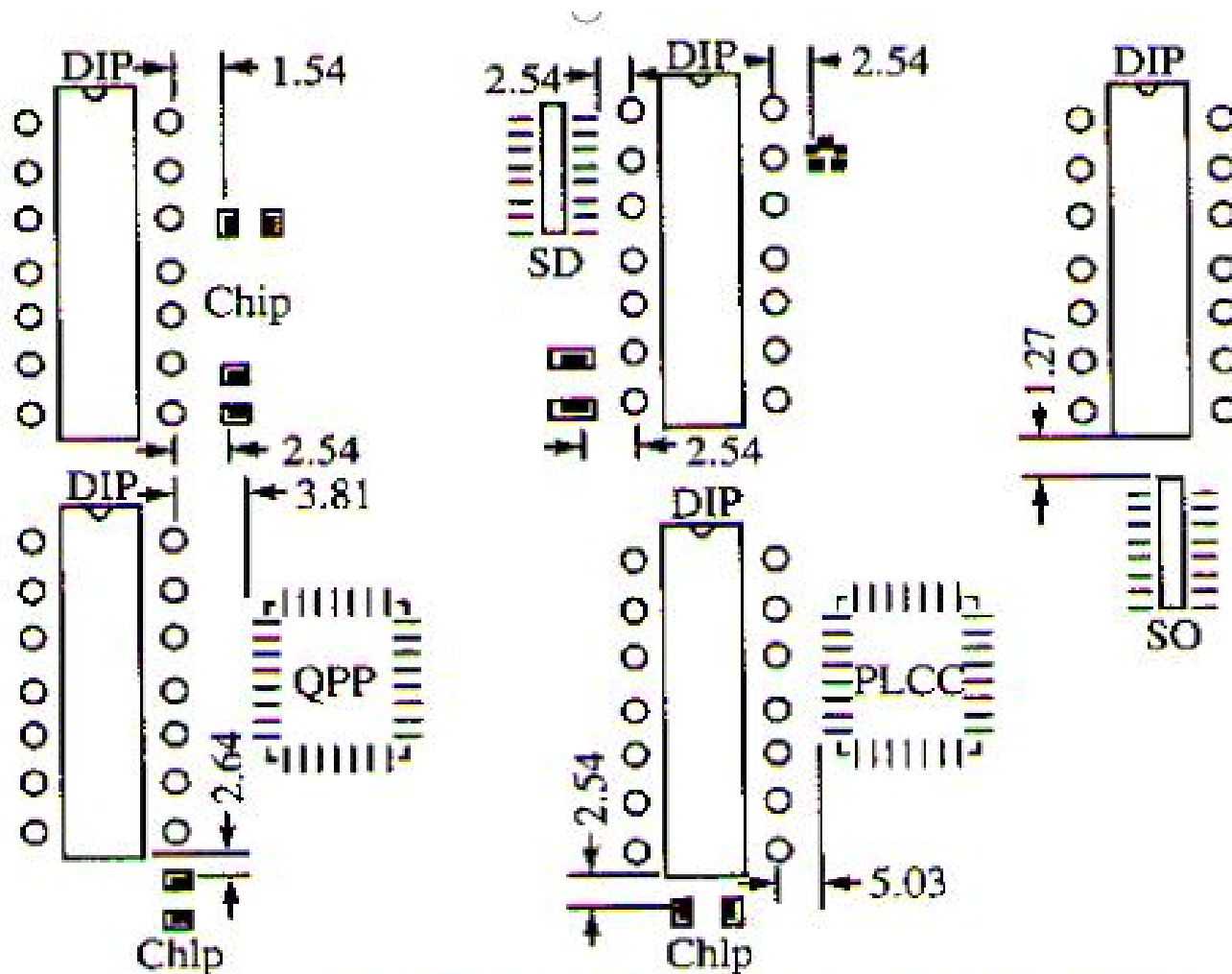


图 3-10 插装元器件与表面元器件之间的间距

# SMC / SMD焊盘设计

## 1. SMC片式元件的焊盘设计

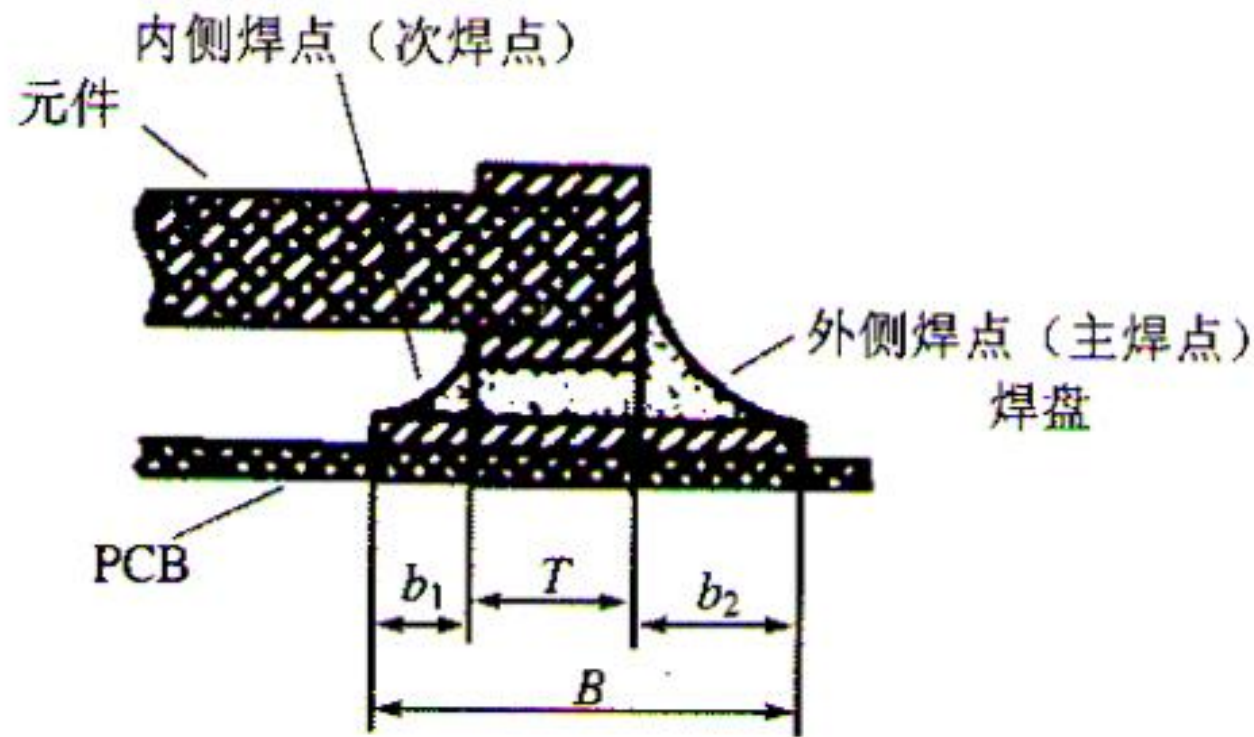


图 3-11 理想的焊接形态

## 2. 小外形封装晶体管焊盘的设计

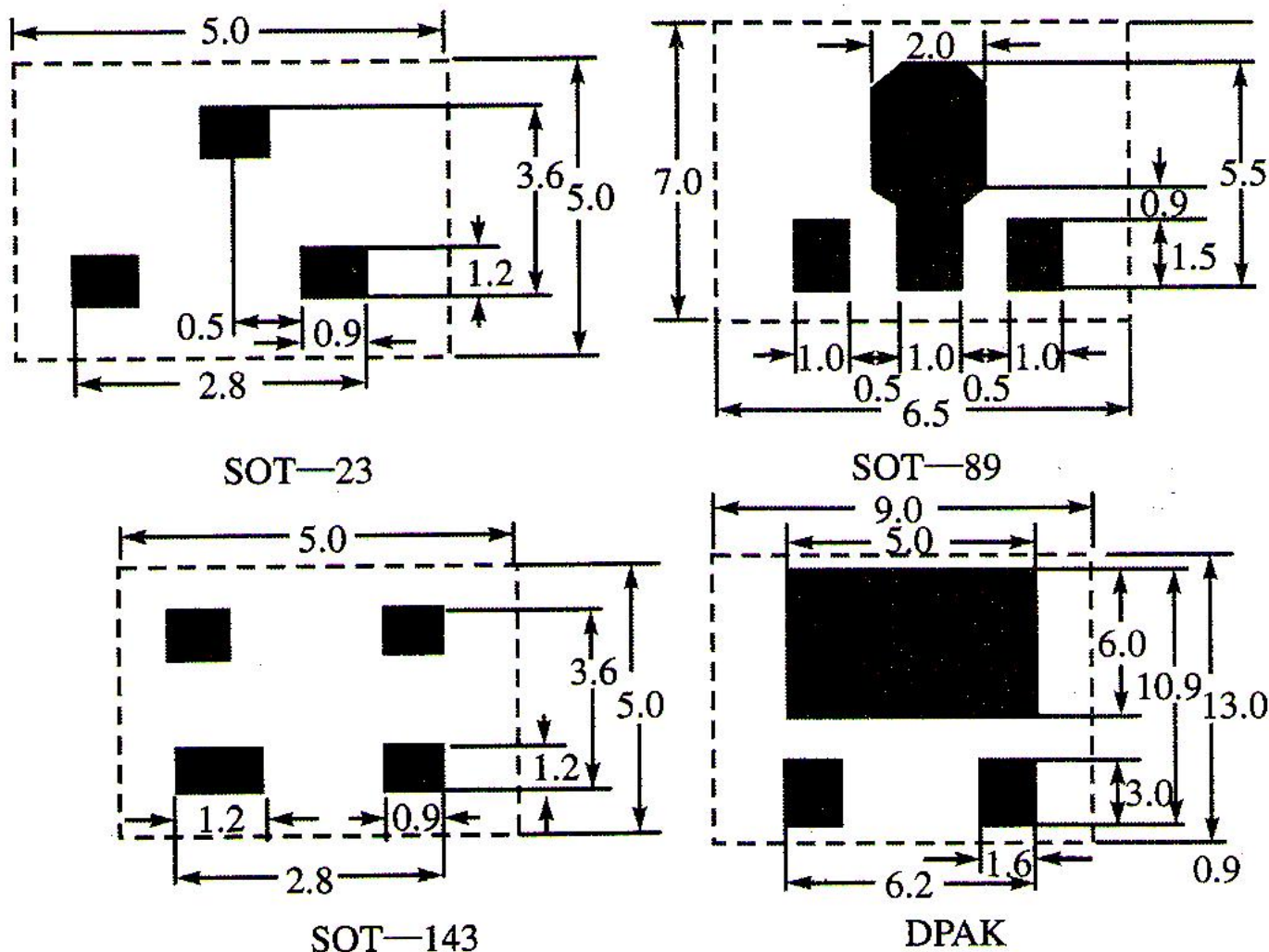


图 3-16 SOT 焊盘图形

### 3. PLCC焊盘设计

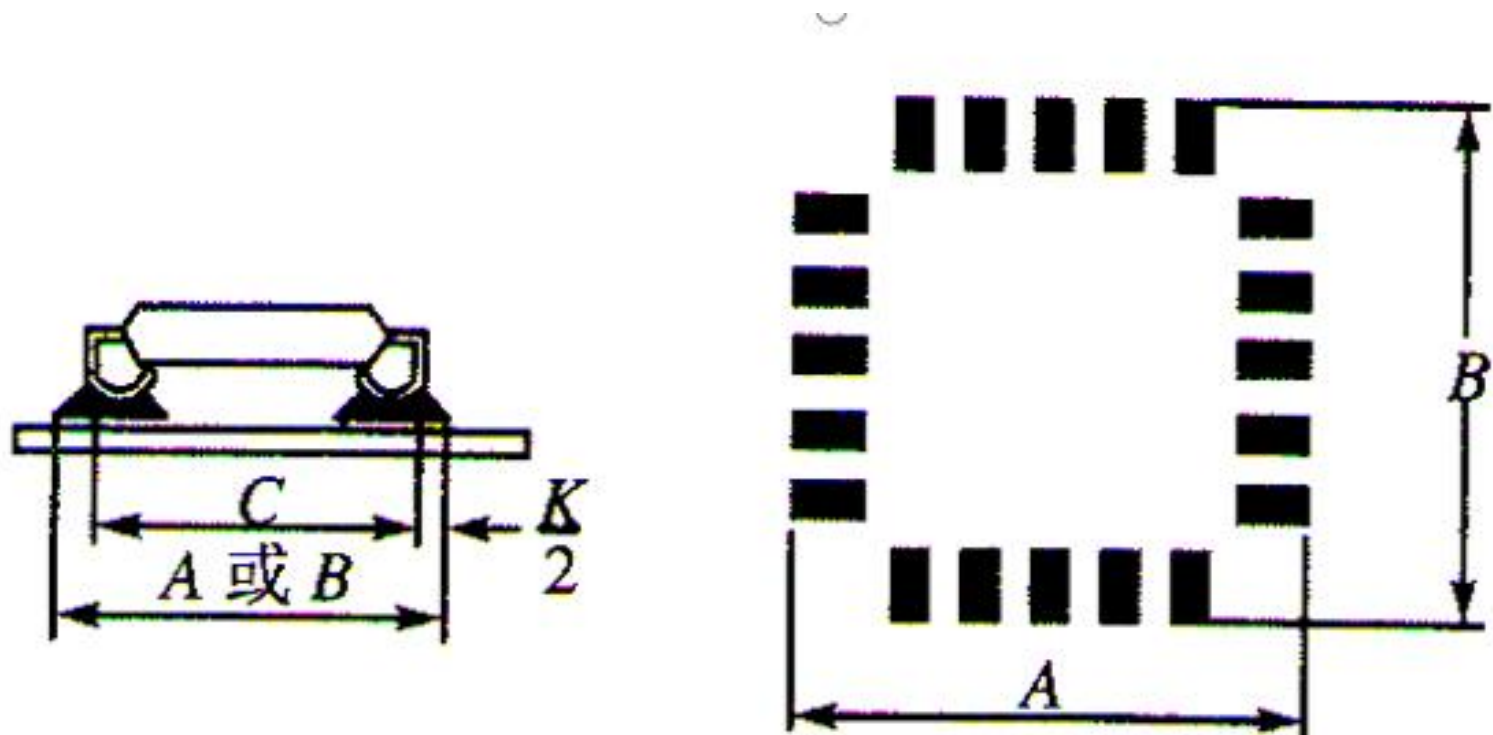


图 3-17 PLCC 焊盘图形

## 4. QFP焊盘设计

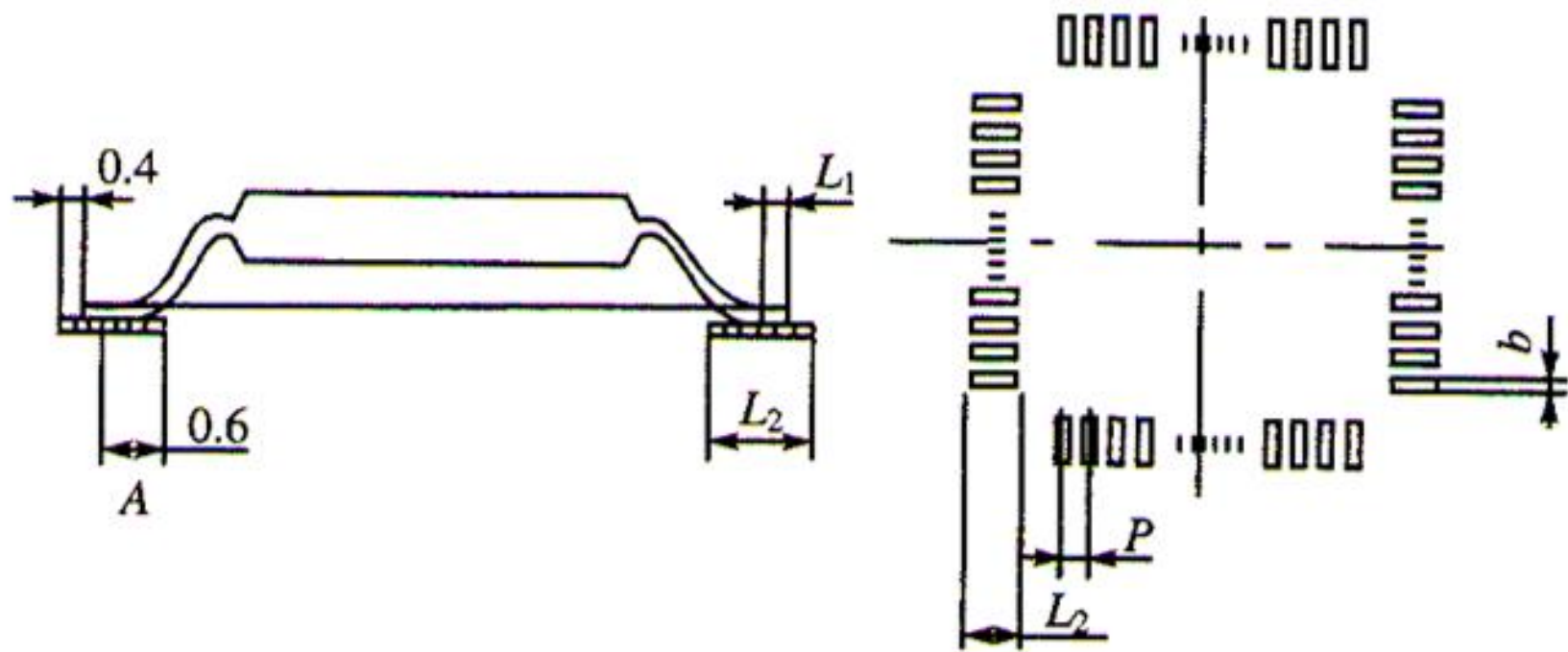


图 3-19 QFP 焊盘的设计

## 5. BGA焊盘设计

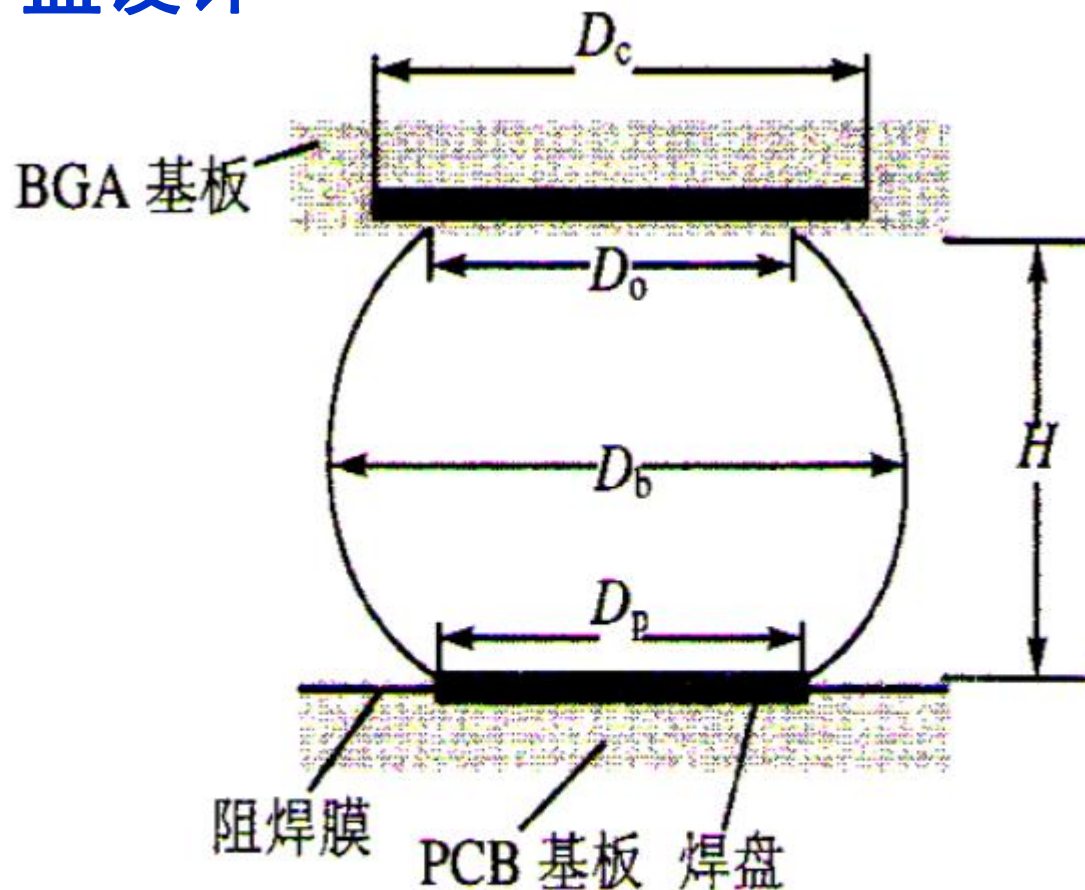
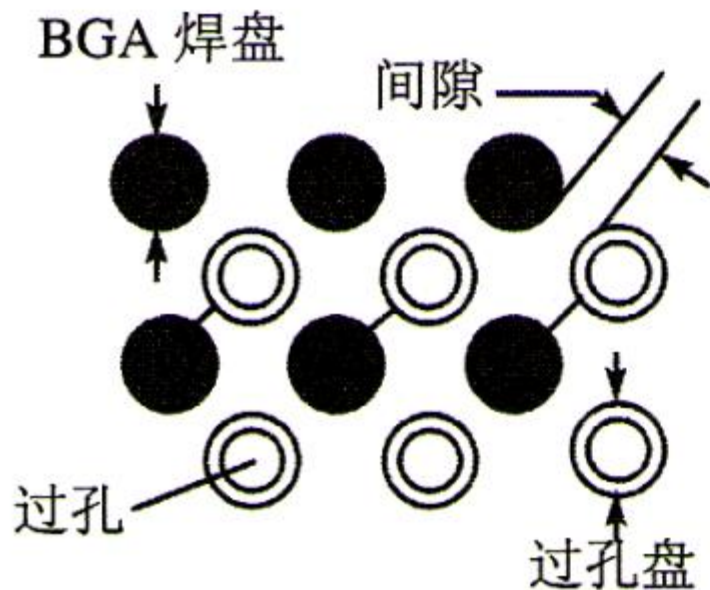


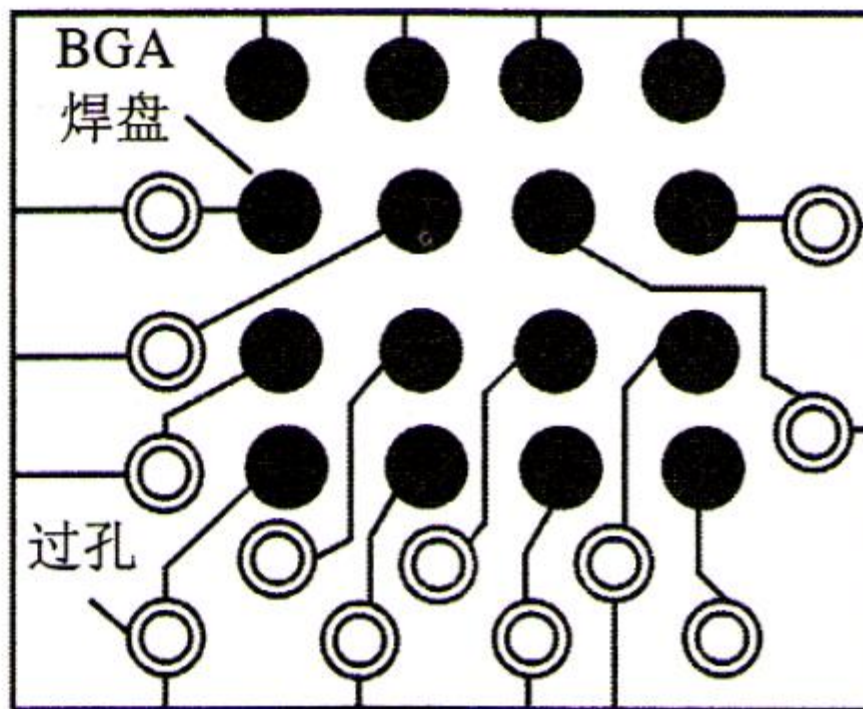
图 3-22 BGA 焊点的形态

## (1) 哑铃式焊盘



(a) 哑铃式焊盘

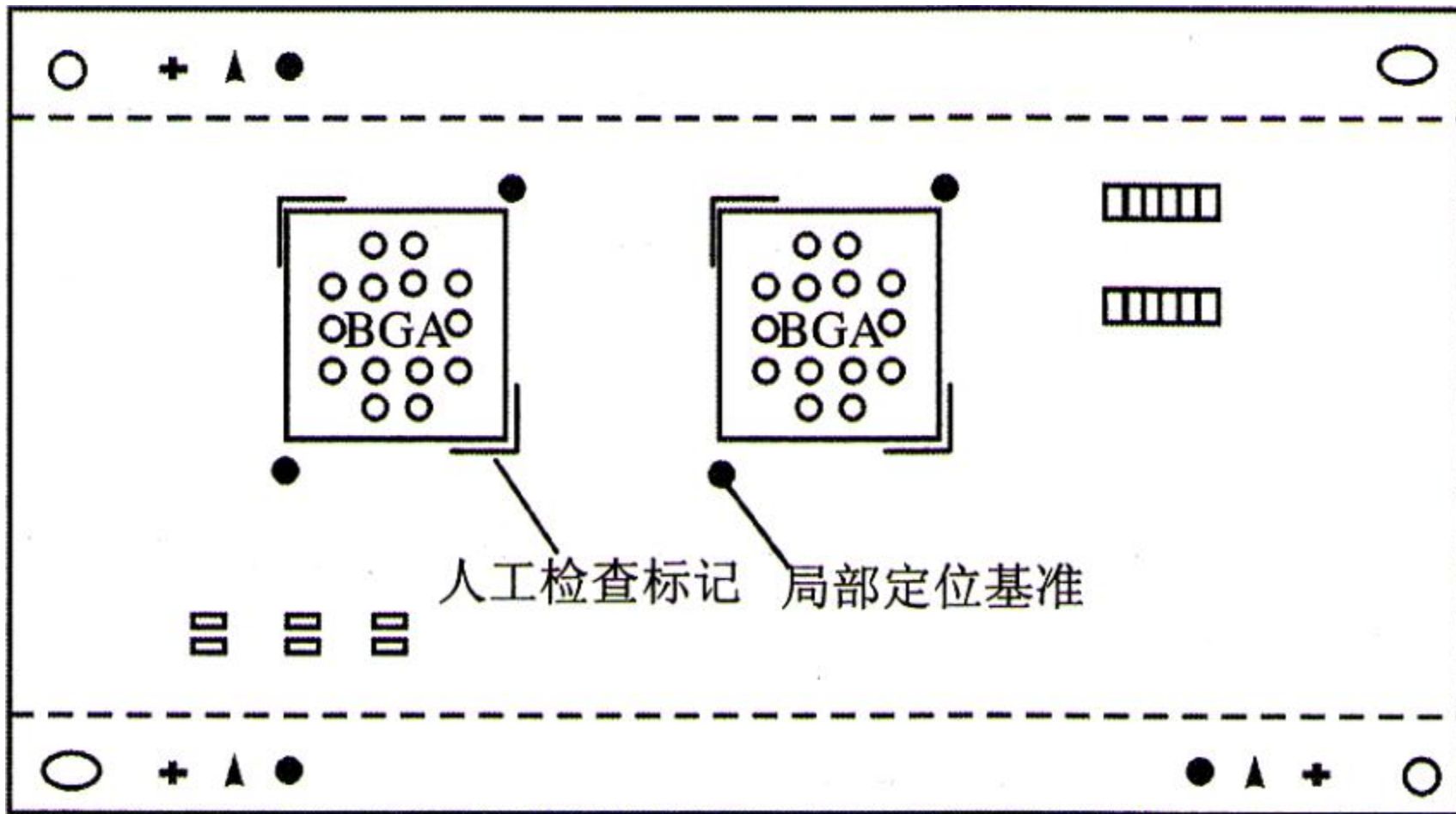
## (2) 过孔分布在BGA外部式焊盘



(b) 过孔分布在 BGA 外部式焊盘

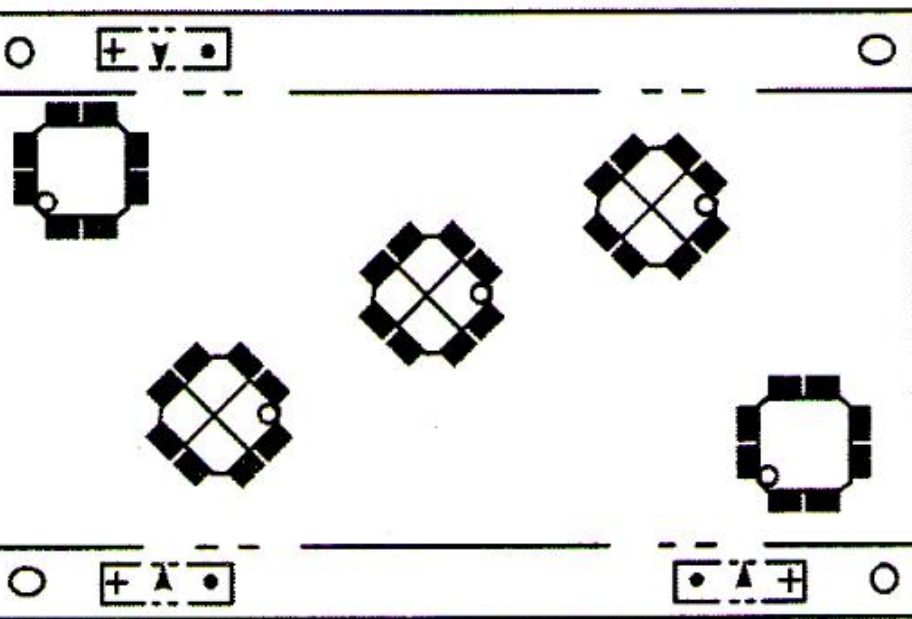


### (3) 混合式焊盘



# 元器件方向的设计

## 1. 供热均匀原则



(a) 良好

## 2. 元件方向及其辅助焊盘的设计

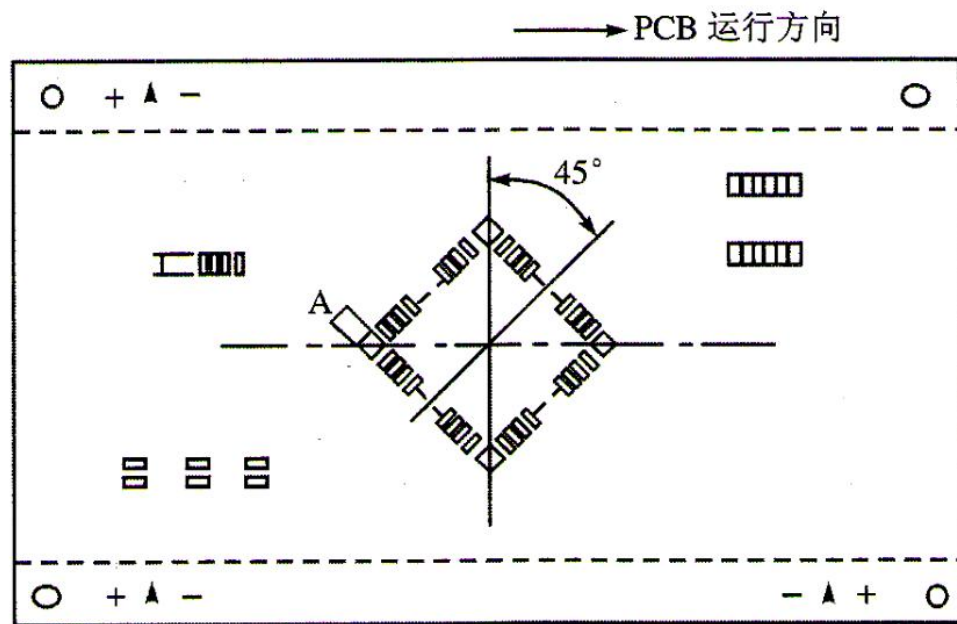


图 3-26 波峰焊工艺中元器件的排列方向

# 焊盘与导线连接的设计

## 1. SMC的焊盘与线路连接

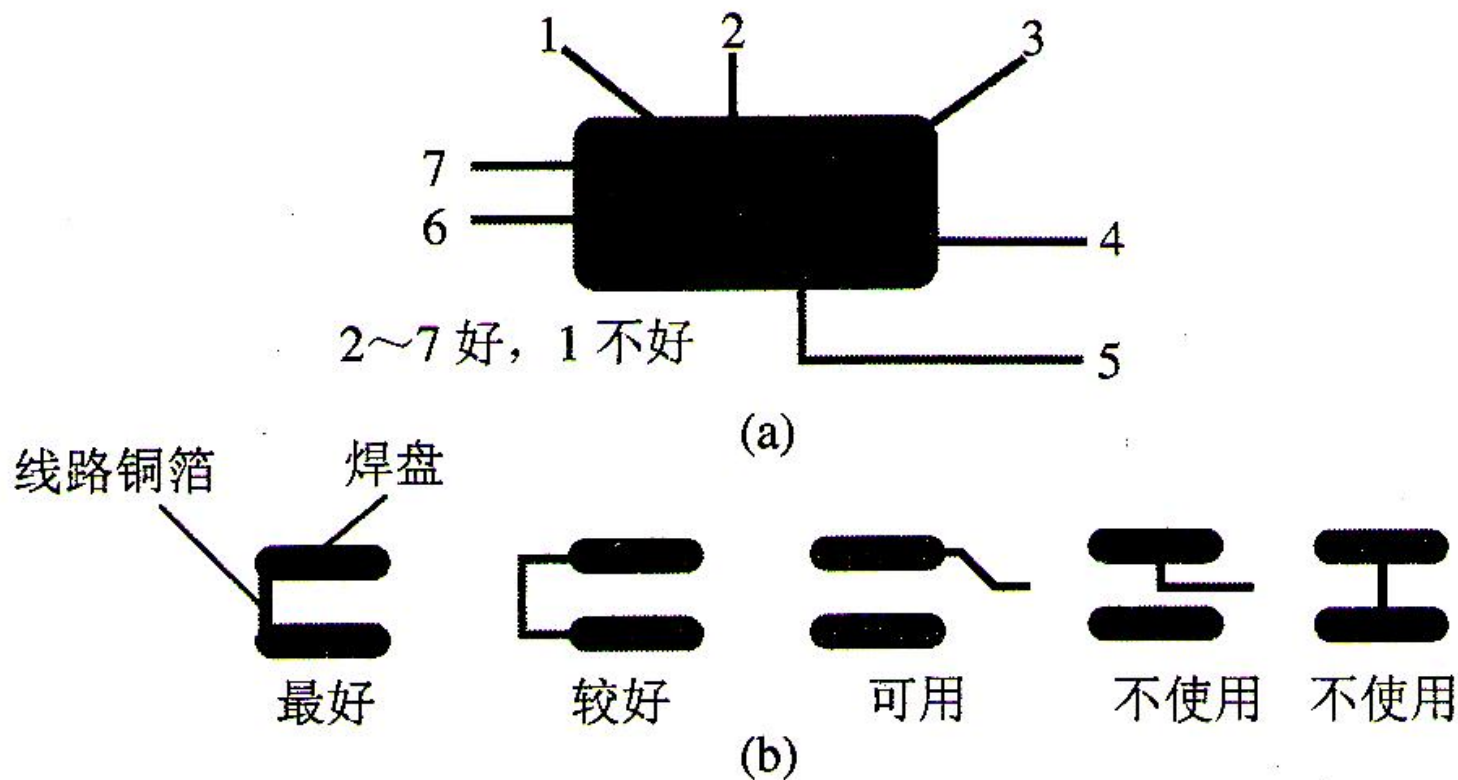


图 3-27 线路与焊盘的连接

## 2. SMD的焊盘与线路连接

(1) 再流焊接时若元器件出现泳动现象，则元器件泳动的方向与元器件两端焊盘和连线的浸润面积有关。

(2) 由于SMD的排列方位不合理，焊盘上焊膏量不等以及焊盘的导热路径不同等问题，在再流焊时很可能使焊盘再流焊开始时间不同，因而产生“立碑”现象或元件在焊盘上偏转的现象。

为了使每个焊盘再流焊的时间一致，必须控制焊盘和连线间的热耦合，以确保与线路连接的焊盘保持足够的热量。

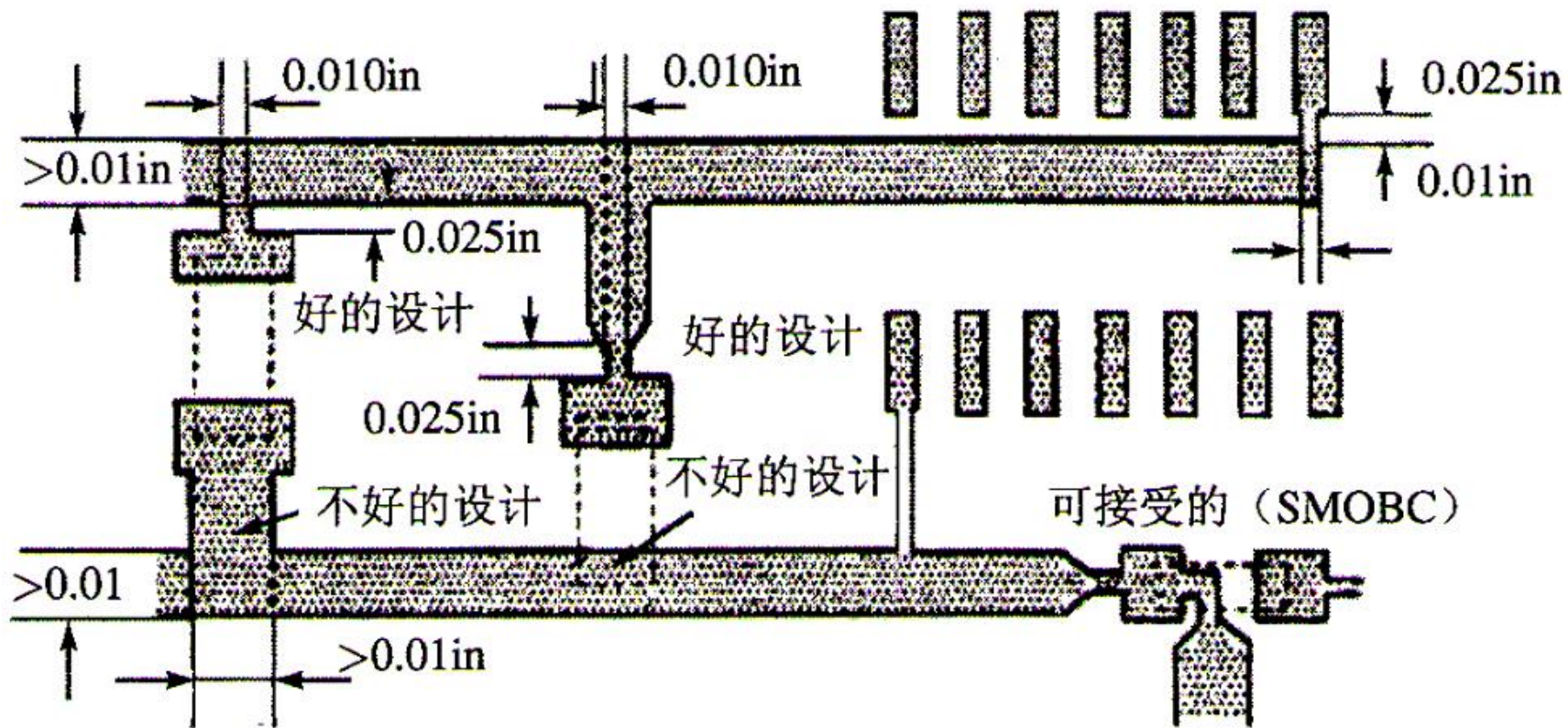


图 3-28 宽布线变窄后再和焊盘相连

### 3. 导通孔与焊盘的连接

采用两种形式：

一是裸露的镀铜孔，两端覆盖阻焊膜；

二是有锡铝镀层的镀铜孔。

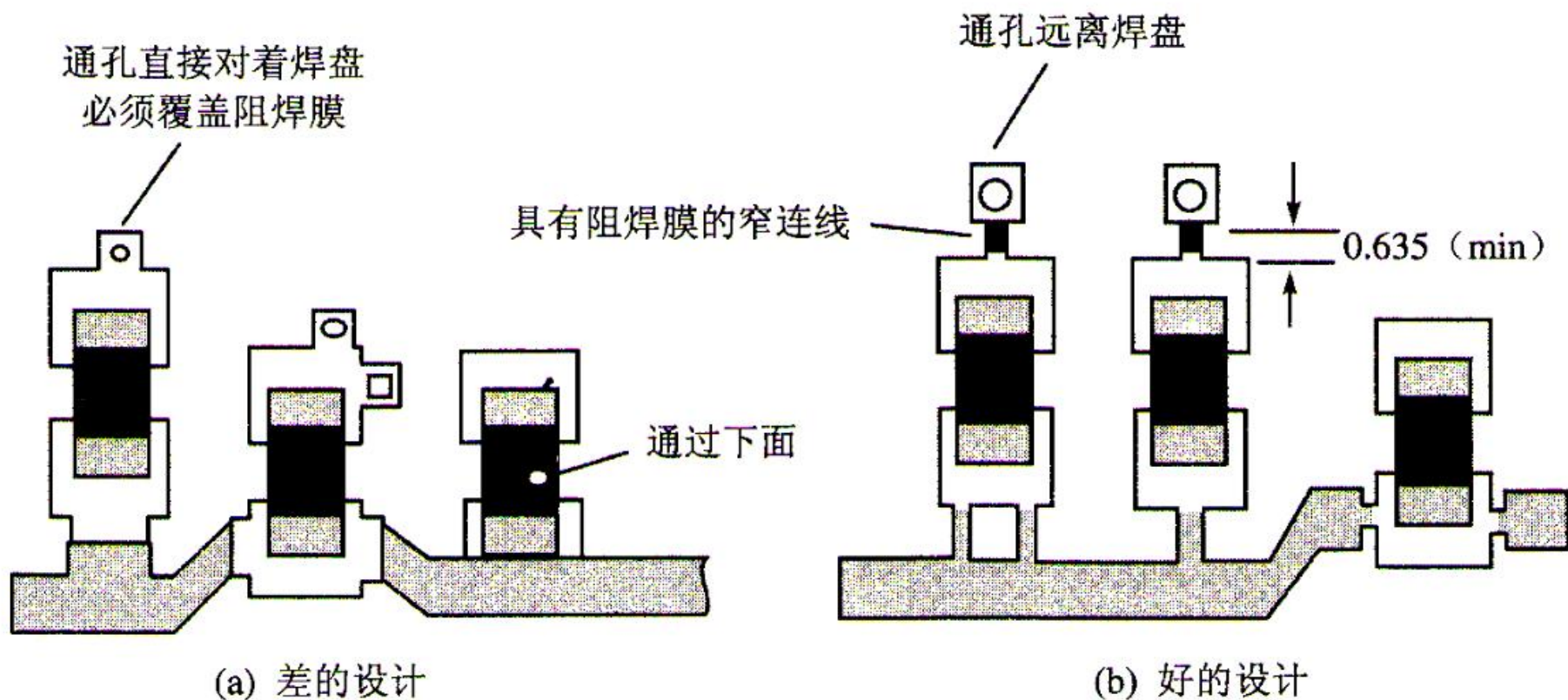
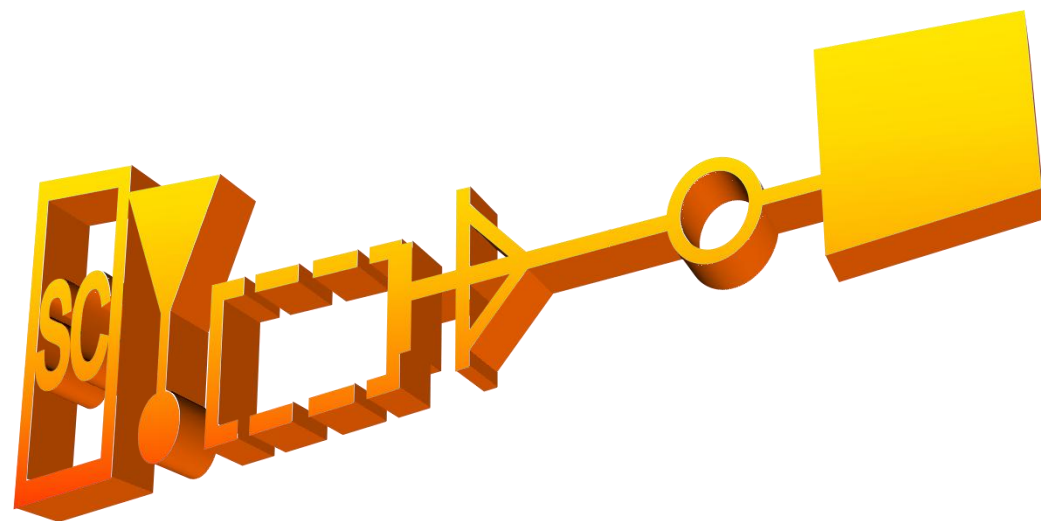


图 3-29 焊盘与通孔连接之间的设计

# THE END



下一节印制电路板的设计