



# 焊接技术

廖中熙



# 焊接技术

## 1. 焊接本质

## 2. 通常焊接技术分为

- 熔焊
- 压焊
- 钎焊

采用铅锡焊料进行焊接称为铅锡焊，简称**锡焊**。施焊的零件通称**焊件**。

## 3. 锡焊的机理

一、扩散

二、润湿



- 润湿是发生在固体表面和液体之间的一种物理现象。



图 2.4 干净玻璃表面的水和水银



## 锡焊的机理

- 润湿角：一般质量合格的铅锡焊料和铜之间润湿角可达20度。实际应用中一般以45度为焊接质量的检验标准。

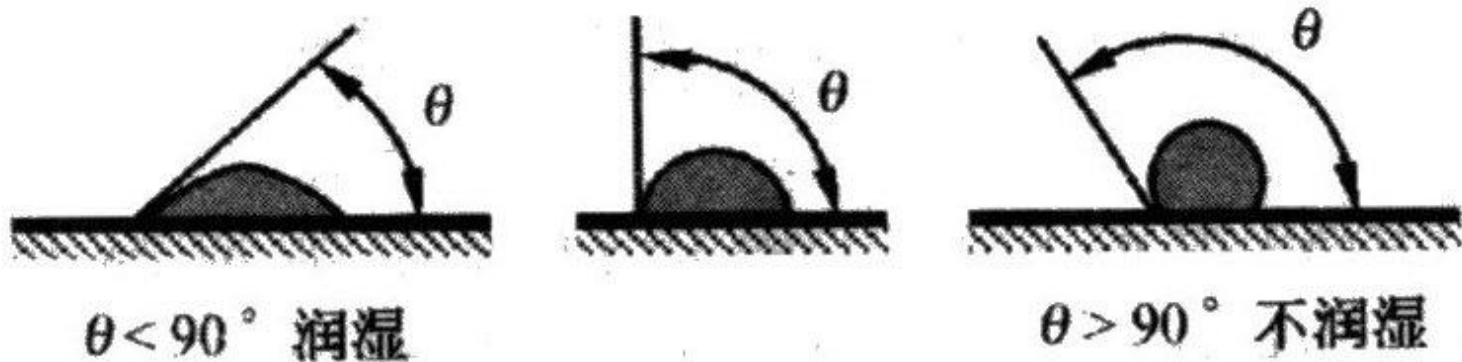
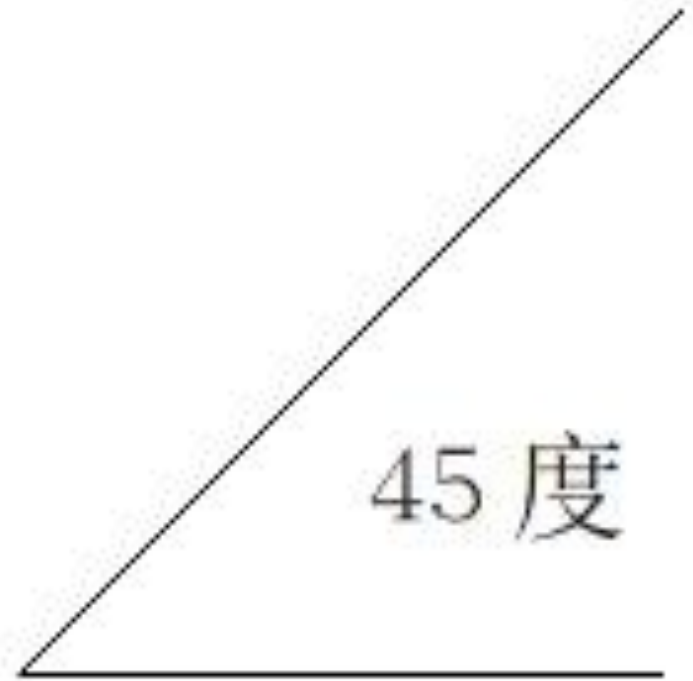
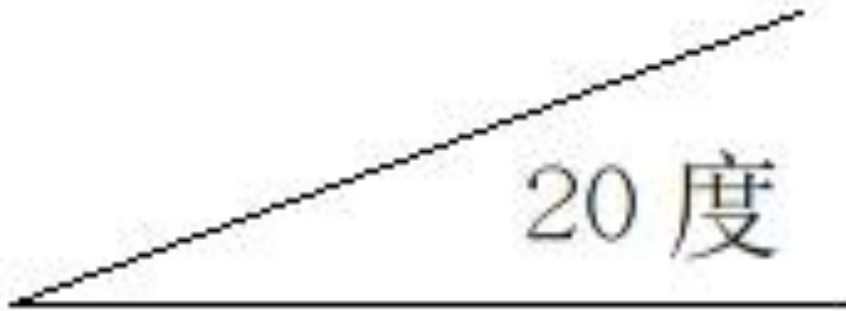


图 2.5 润湿角



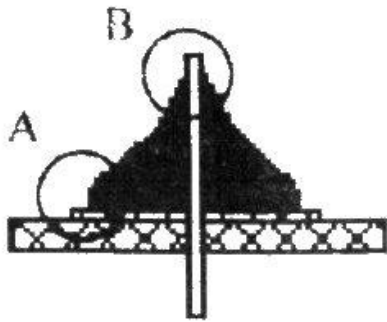
## 锡焊的机理

- 润湿角：一般质量合格的铅锡焊料和铜之间润湿角可达20度。实际应用中一般以45度为焊接质量的检验标准。

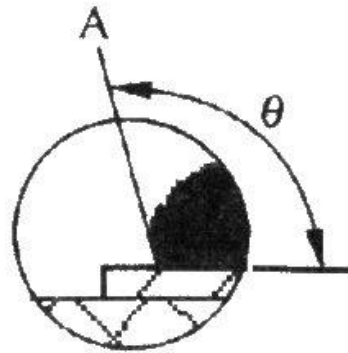




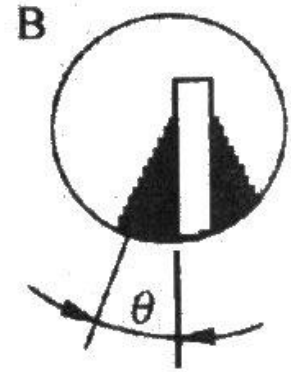
# 锡焊的机理



焊锡与焊件的润湿



$\Theta > 90^\circ$  润湿不良



$\Theta < 45^\circ$  润湿良好

图 2.6 焊料润湿角



# 焊接技术

## 4. 锡焊工具与材料

### 4. 1 电烙铁

#### 4. 1. 1 电烙铁的分类与结构 (P213)

- 直热式电烙铁
- 吸锡烙铁
- 调温及恒温烙铁
- 电焊台
- 数控焊接台（智能电烙铁）
- 其它电烙铁（感应式烙铁（焊枪）、储能式烙铁）……



# 焊接技术

## 4. 锡焊工具与材料

### 4. 1 电烙铁

#### 4. 1. 2 电烙铁的选用 (P216表6. 3. 1)

- 烙铁头温度的高低，可以用热电偶或表面温度计测量，一般可根据助焊剂发烟状态来粗略估计。(P216表6. 3. 2)
- 需要指出的是，不要以为烙铁功率越小，越不会烫坏元器件。小烙铁焊大元件，由于加热时间过长也会损坏元件。





# 烙铁选择

焊件及工作性质	烙铁头温度	选用烙铁
一般印制电路板,安装导线		20W内热式,30W外热式,恒温式
集成路	250℃~400℃	20W内热式,恒温式,储能式
焊片,电位器,2-8W电阻,大电解电容	350℃~450℃	35~50W内热式,调温式 50~75W外热式
8W以上大电阻,φ2以上导线等较大元器件	400℃~550℃	100W内热式 150~200W外热式
汇流排,金属板等	500℃~630℃	300W以上外热式或火焰锡焊
维修,调试一般电子产品		20W内热式,恒温式,感应式,储能式,两用式



# 焊接技术

## 4. 锡焊工具与材料

### 4.1 电烙铁

#### 4.1.3 烙铁头及修整镀锡

- 常用烙铁头形状有很多（P218图6.3.10）

### 4.2 焊料

#### 4.2.1 铅锡合金、铅锡合金状态图及共晶焊锡



# 常用的烙铁头


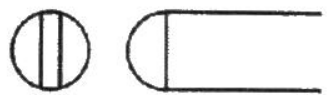

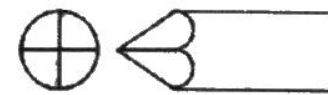



型式	应用
 圆斜面	通用
 凿式	长形焊点
 半凿式	较长焊点
 尖锥式	密集焊点
 圆锥	密集焊点
 斜面复合式	通用
 弯形	大焊件

图 2.15 常用烙铁头



# 焊接技术

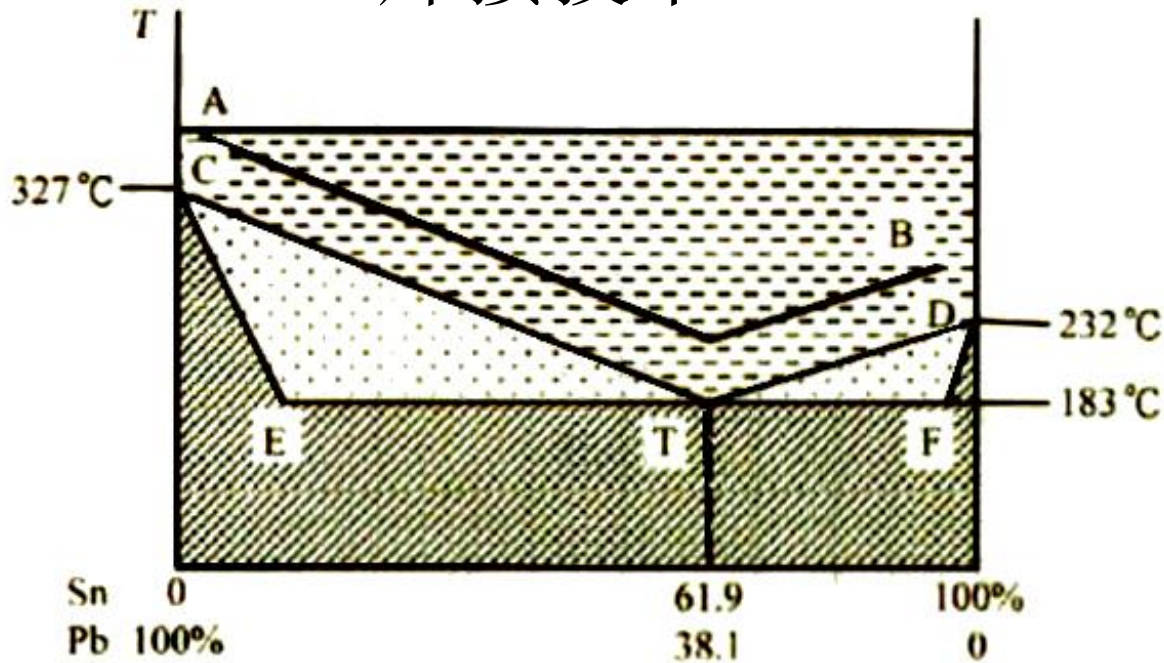


图 2.17 简化的锡铅合金状态图

由图可以看出：除纯Pb、纯Sn和共晶合金是在单一温度下熔化外，其它合金都在一个区域内熔化。  
图中

CTD叫液相线；AB线表示最适于焊接的温度，它高于液相线50摄氏度。

CETFD叫固相线；

T点叫共晶点，对应的合金成分是Pb38.1%，Sn 61.9%。是Pb-Sn中性能最好的一种。



# 焊接技术

## 4. 3焊剂

### 4. 3. 1助焊剂有三大作用

- 除去氧化膜
- 防止氧化
- 减少表面张力，增加焊锡流动性，有助于焊锡焊润湿焊件。

### 4. 3. 2助焊剂分类及应用 (P221)

4. 3. 3松香系列虽然活性弱，但无腐蚀性，适合电子装配锡焊。松香在常温下是浅黄色固态，化学活性呈中性。70 °C以上开始熔化，液态时有一定的化学活性，呈现酸的作用，与金属表面氧化物发生反应（氧化铜→松香酸铜）。如果松香焊剂反复使用变黑后，就失去助焊剂作用。

4. 3. 4松香酒精焊剂配方（重量百分比）松香23%，无水乙醇77%。

- 焊接—焊剂与焊料润湿



# 不正确的焊接方法

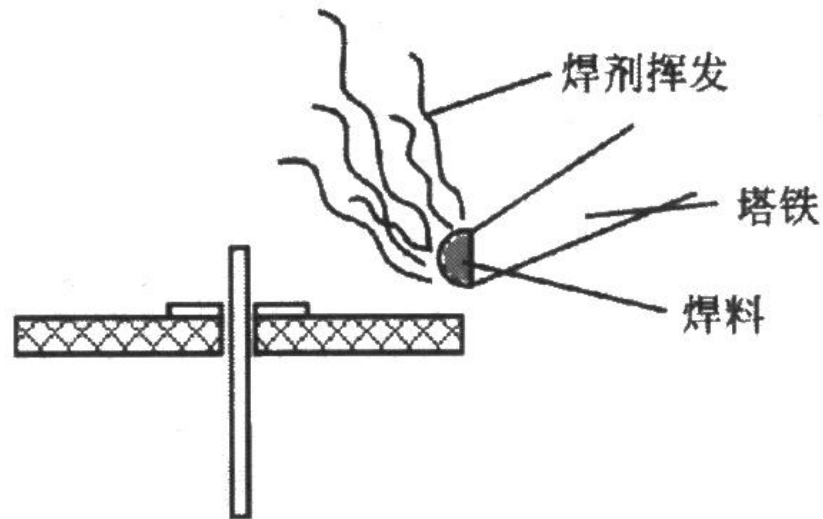


图 2.21 焊剂在烙铁上挥发





# 手工焊接的基本操作

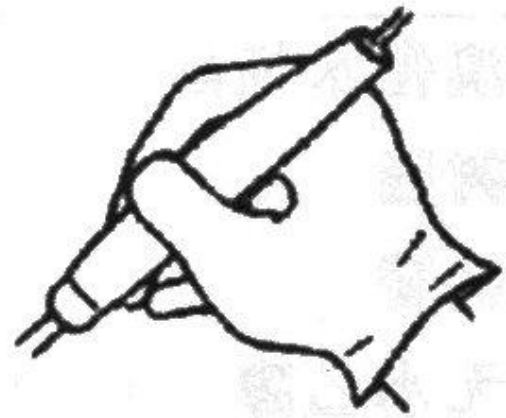
## 5.1 电烙铁拿法



(a) 反握法



(b) 正握法



(c) 握笔法

图 2.19 电烙铁拿法



# 手工焊接的基本操作

## 5.2 焊锡丝的拿法



(a) 连续锡焊时焊锡丝的拿法



(b) 断续锡焊时焊锡丝的拿法

图 2.20 焊锡丝拿法

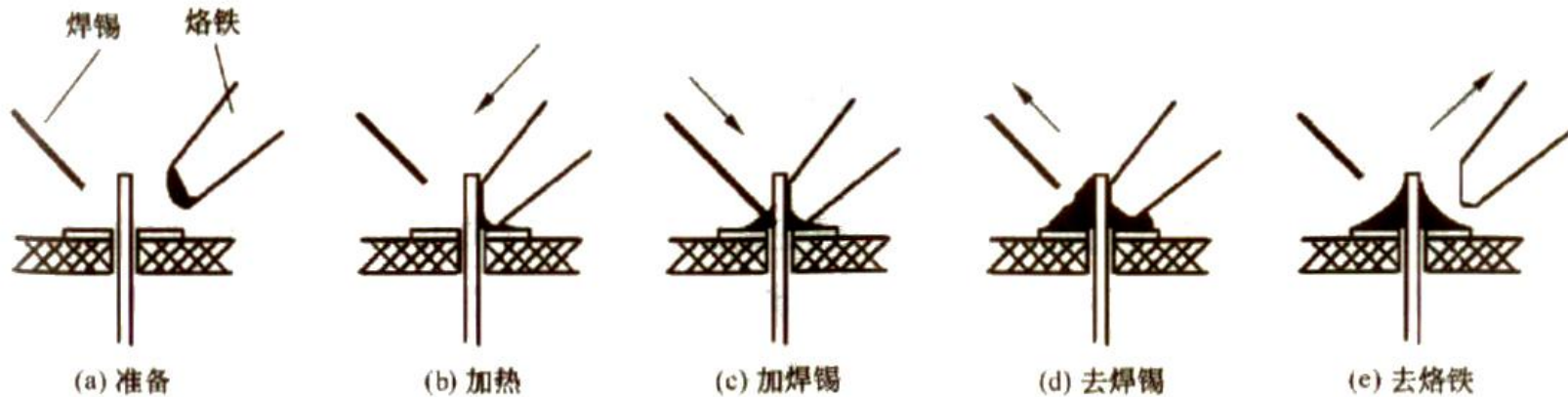
焊锡丝是铅锡合金，铅对人体有害的重金属，因此操作时应戴手套或操作后洗手，避免食入





# 手工焊接的基本操作

## 5.3 五步法（补充）



加热焊接点（焊点）：

焊接点包括：焊盘和管脚，且要同时加热它们

上述过程，对于一般焊点而言大约二、三秒钟。对于热容量较小的焊点，例如印制电路板上的小焊盘，有时用三步法概括操作方法，即将上述步骤 2，3 合为一步，4，5 合为一步。



# 焊点加热方法

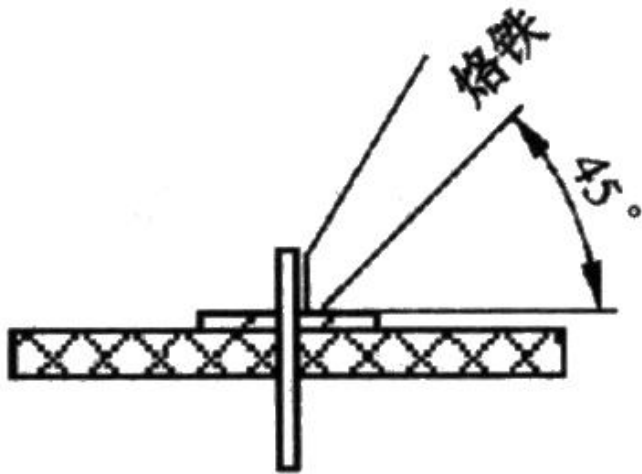


图 2.35 烙铁对焊点加热

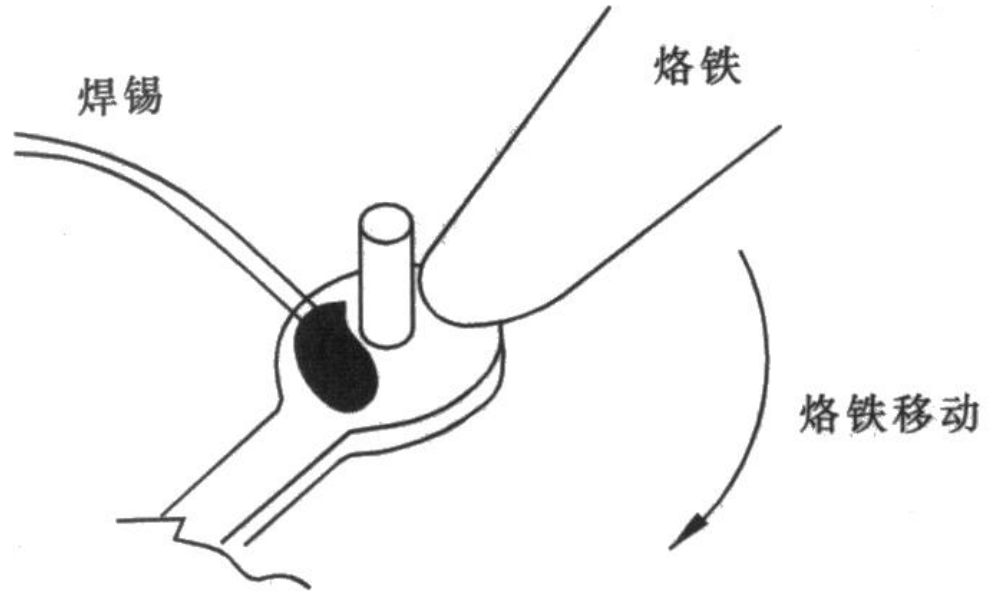


图 2.36 大焊盘烙铁焊接



# 手工焊接的基本操作

- 锡焊过程
- 手工焊接



# 手工焊接的基本操作

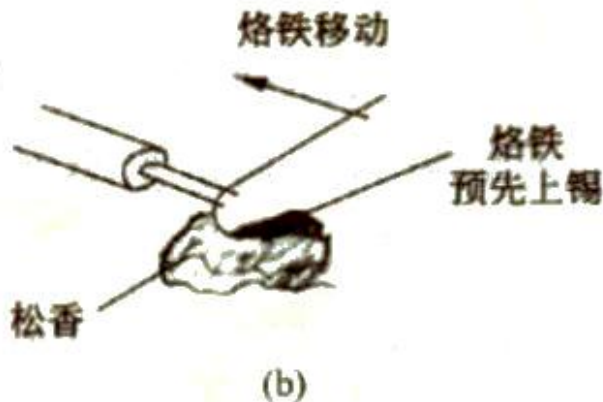
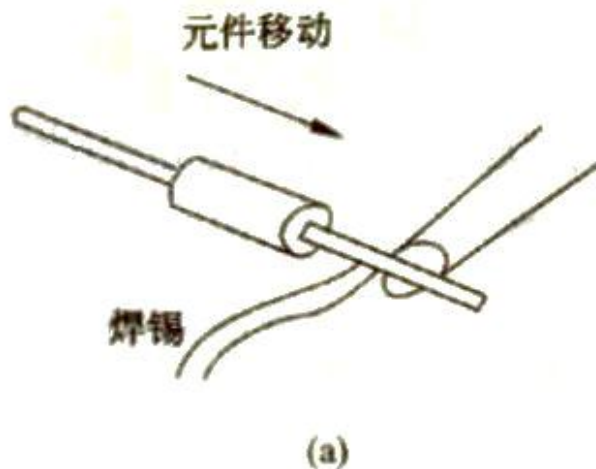
## 5.3 锡焊操作的要领

### 5.3.1、焊件的表面处理

一般情况下遇到的焊件往往都需要进行表面清理工作。去除焊接面上的锈迹、油污、灰尘等影响焊接的杂质。手工操作中常用机械刮磨酒精擦洗等简单易行的方法。

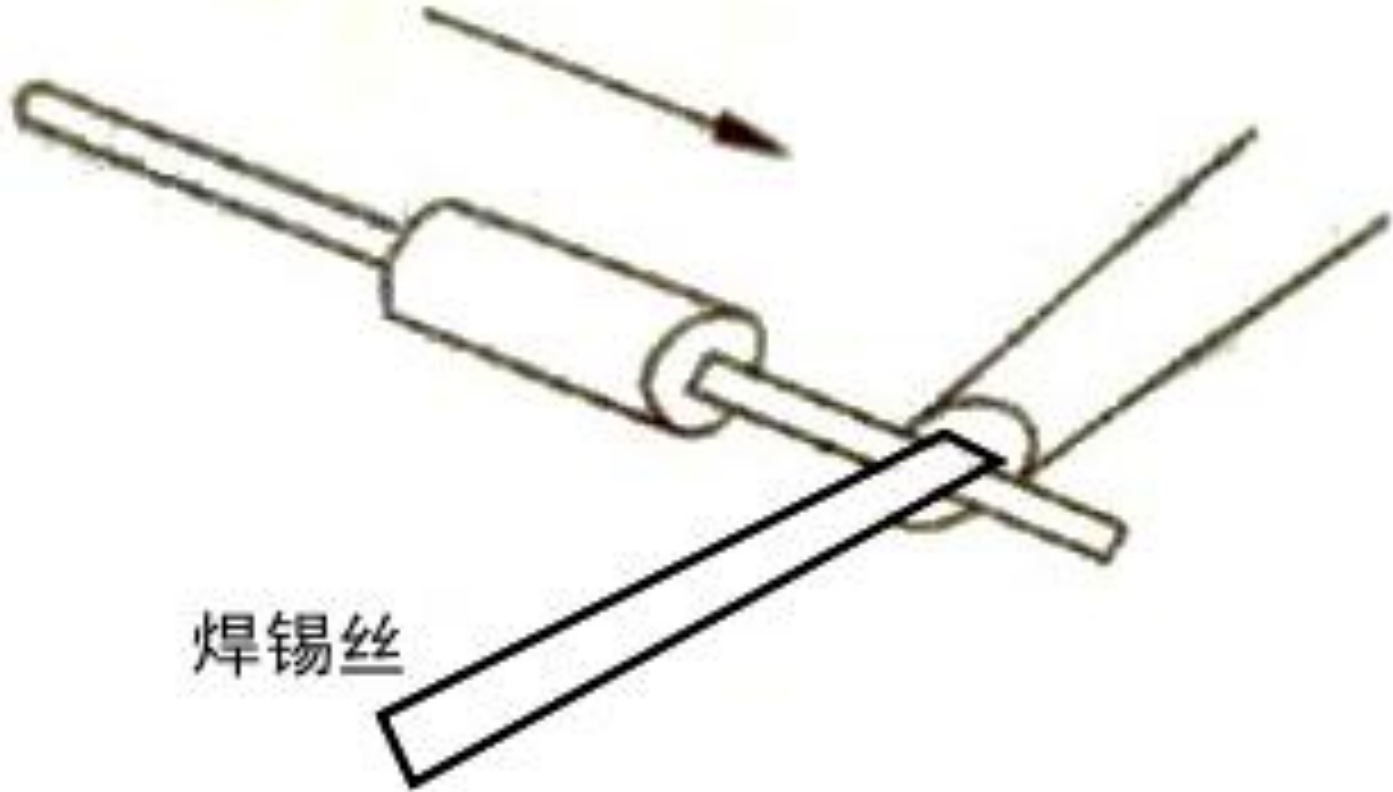
### 5.3.2、预焊

预焊就是将要锡焊的元件引线或导线的焊接部位预先焊锡润湿，一般称为镀锡、上锡、搪锡。





元件固定，烙铁及焊锡丝移动





# 手工焊接的基本操作

## 5.3 锡焊操作的要领

5.3.3、不要用过量的焊剂

5.3.4、保持烙铁头清洁





# 烙铁

焊接工具，分烙铁架和烙铁两部分

使用前

海绵要润湿

主要用于擦掉

烙铁头上杂质

平均每用2-3次

擦净烙铁头

使用前应保证

烙铁头清洁明亮



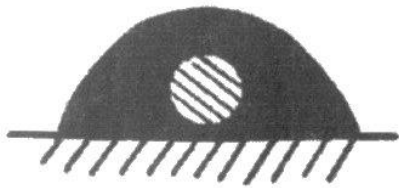


# 手工焊接的基本操作

## 5.3 锡焊操作的要领

5.3.5、加热要靠锡桥

5.3.6、焊锡量要合适。



(a) 焊锡过多, 浪费



(b) 焊锡过少, 焊点强度差



(c) 合适的焊锡量, 合格的焊点

图 2.27 焊锡量的掌握





# 手工焊接的基本操作

- 5.3.7、焊件要固定
- 5.3.8、烙铁撤离有讲究

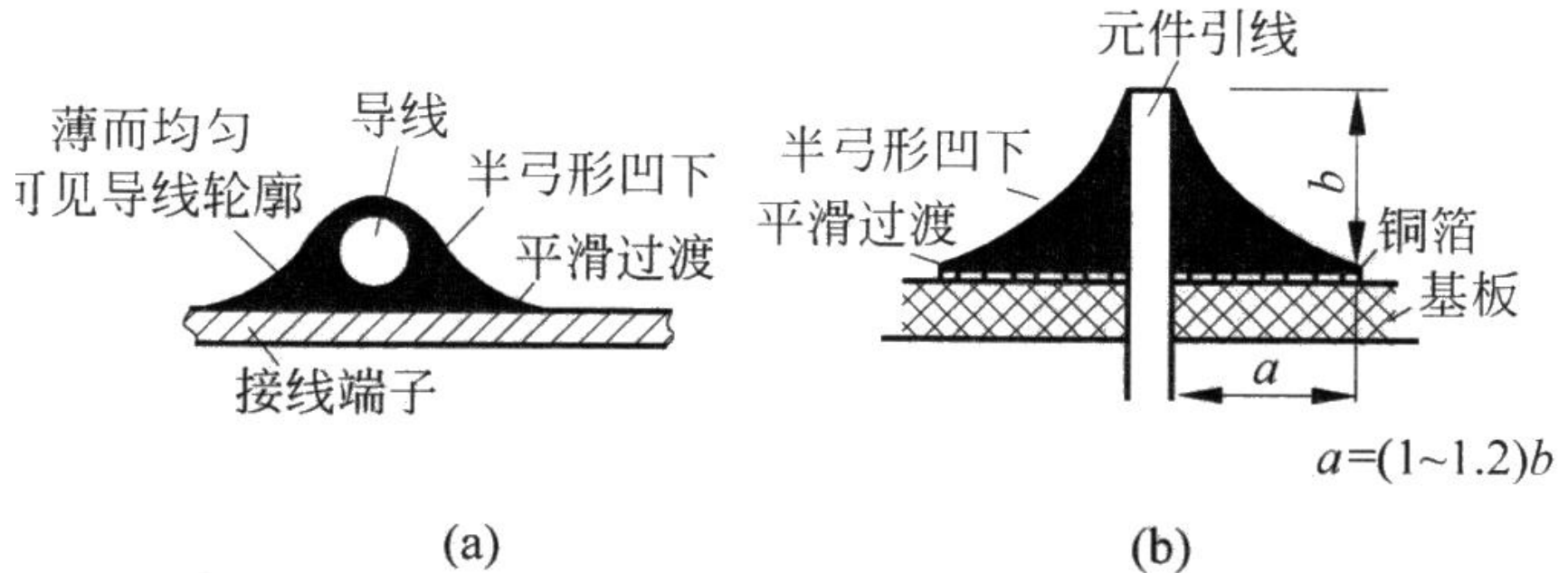


图 2.28 烙铁撤离方向和焊锡量的关系



# 手工焊接的基本操作

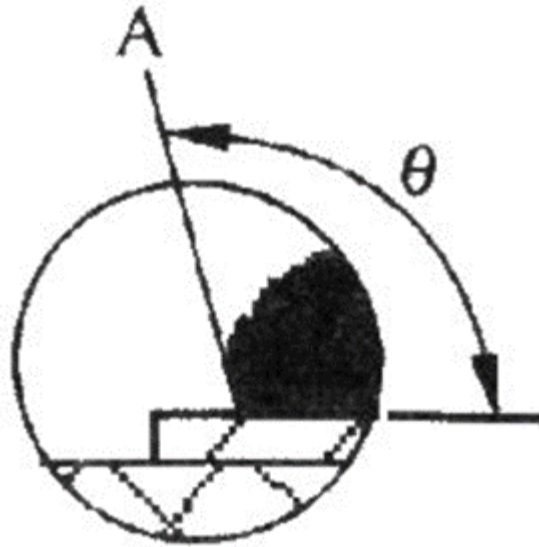
## 5.4 典型焊点的外观及检查



- 1、外形以焊接导线为中心，匀称，成裙形展开。
- 2、焊料的连接面呈半弓形凹面，焊料与焊件交界处平滑，接触角尽可能小。
- 3、表面有光泽且平滑。
- 4、无裂纹、针孔、夹渣。



# 这个焊点合格吗？



- A.合格
- B.不合格



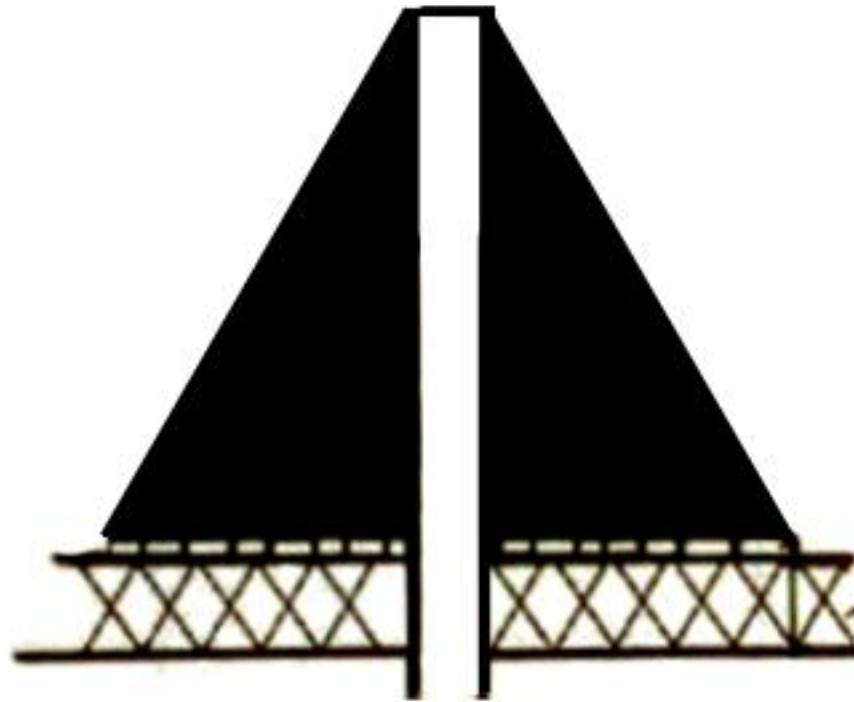
# 这个焊点合格吗？



- A.合格
- B.不合格



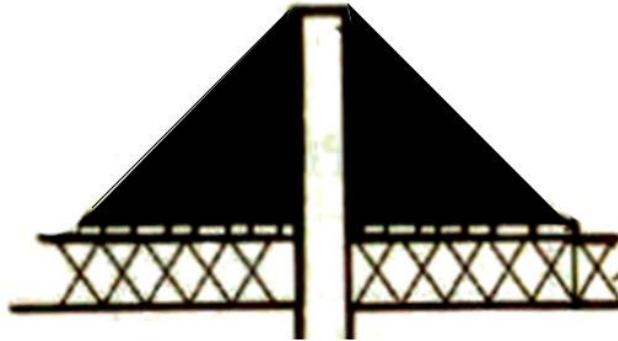
# 这个焊点合格吗？



- A.合格
- B.不合格



# 这个焊点合格吗？



- A.合格
- B.不合格





# 手工焊接的基本操作

## 5.4 典型焊点的外观及检查

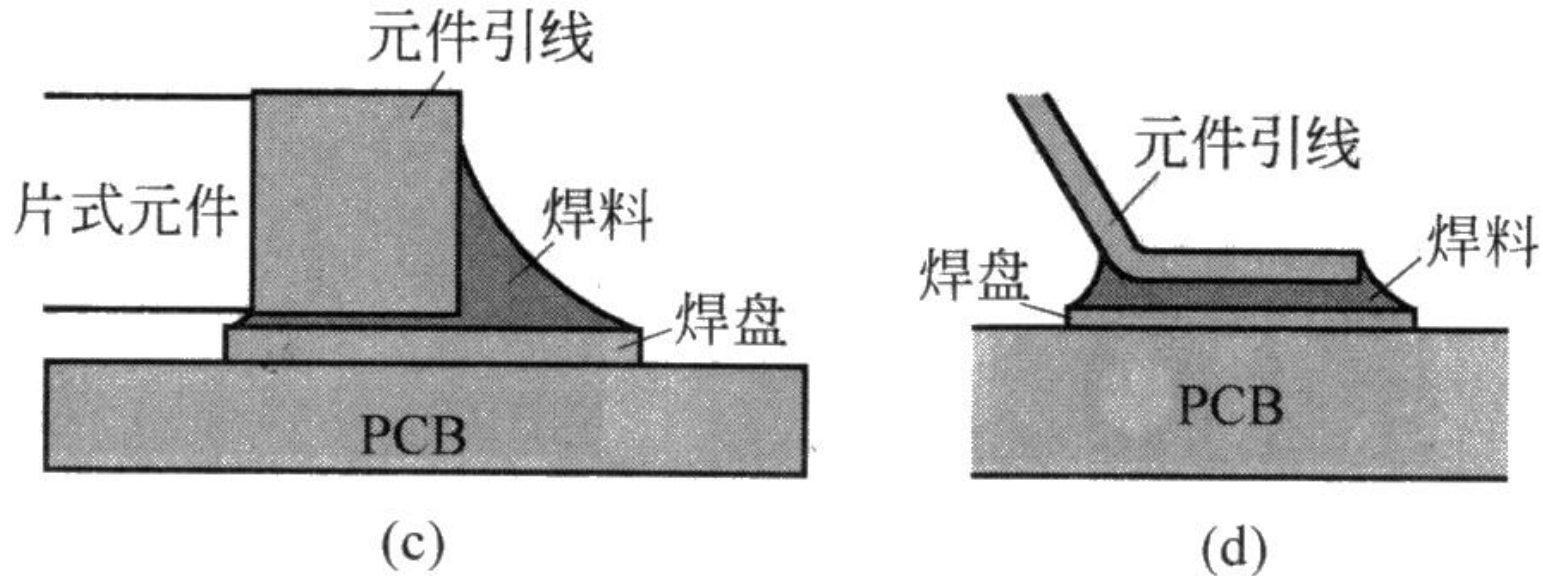


图 6.5.2 典型焊点外观

- 1、焊料的连接面呈半弓形凹面，焊料与焊件交界处平滑，接触角尽可能小。
- 2、表面有光泽且平滑。
- 3、无裂纹、针孔、夹渣。



# 手工焊接

- 手工焊接1
- 手工焊接2





# 手工焊接的基本操作

## 5.5 常见焊点缺陷及质量分析



# 手工焊接的基本操作

## 5. 5常见焊点缺陷及质量分析 (P229)

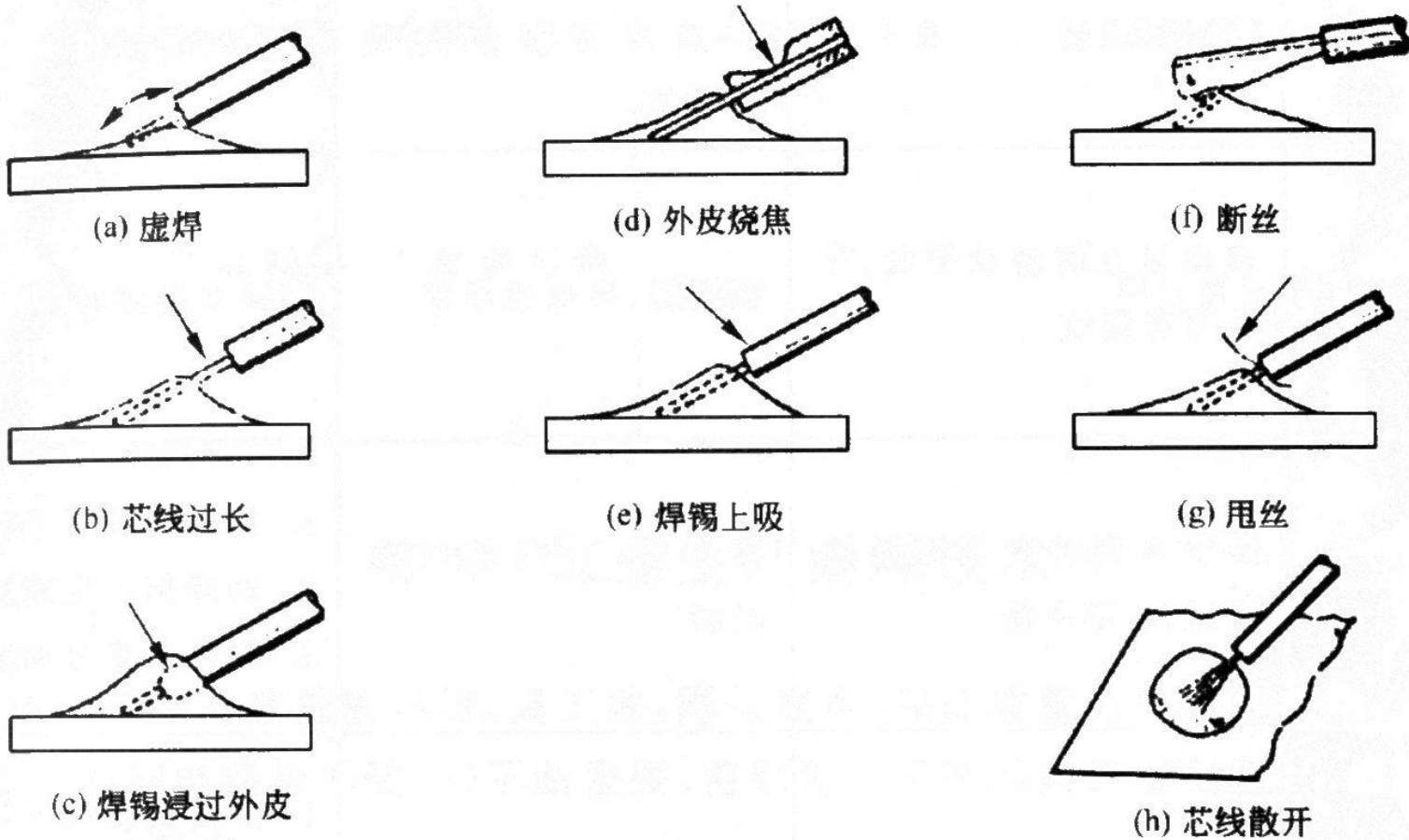
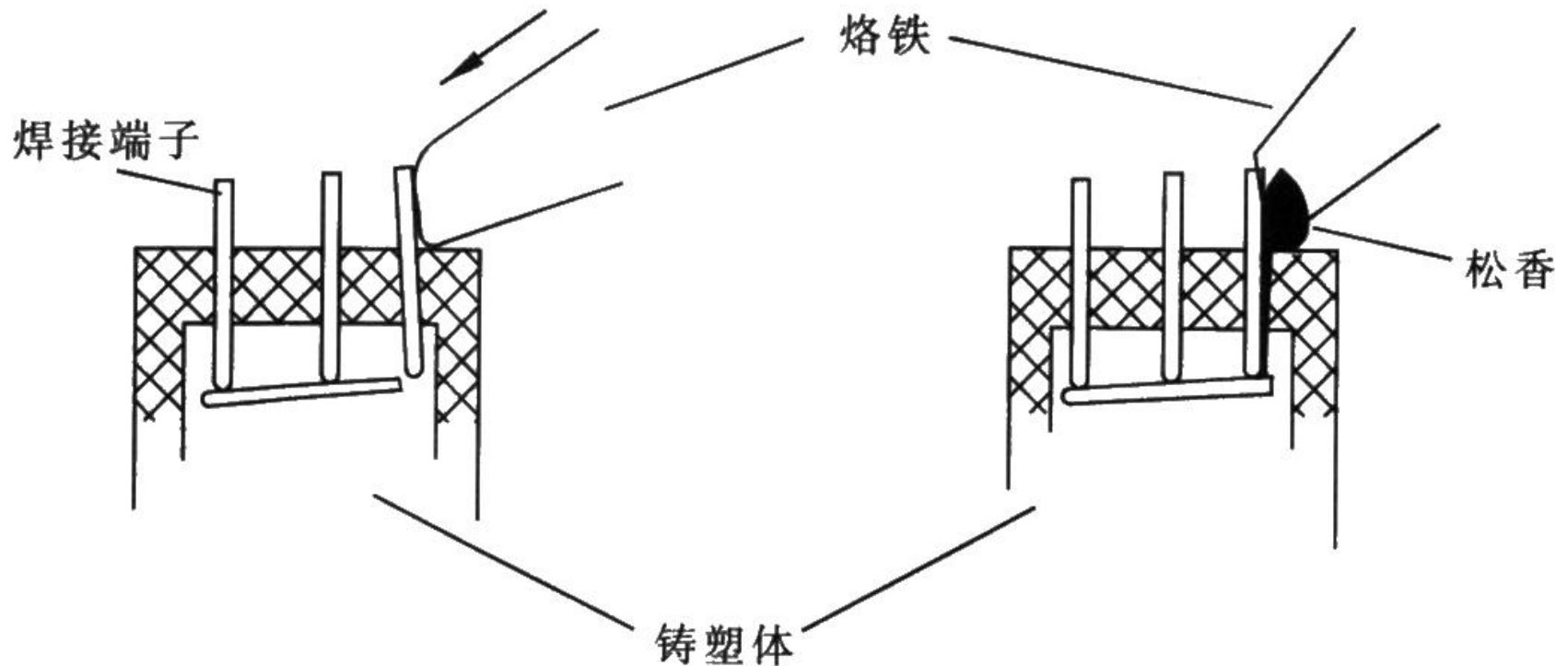


图 2.57 导线端子焊接缺陷示例



# 用烙铁头对焊点施力是有害的



(a) 焊接时烙铁对端子加力，  
导致变形开关失效

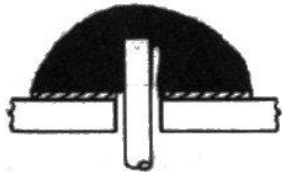
(b) 焊剂过多流入开关  
触点，造成接触不良

图 2.45 焊接不当造成开关失效



# 手工焊接的基本操作

## 5.5 常见焊点缺陷及质量分析

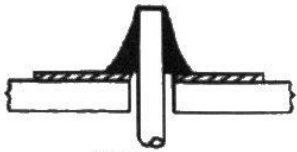


焊料过多

外观特点：焊料面呈凸形

危害：浪费焊料，且可能包藏缺陷

原因分析：焊锡丝撤离太迟

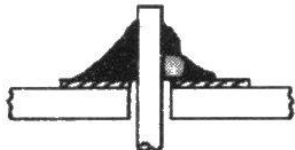


焊料过少

外观特点：焊料未形成平滑面

危害：机械强度不足

原因分析：焊锡丝撤离太早



松香焊

外观特点：焊点中夹有松香渣

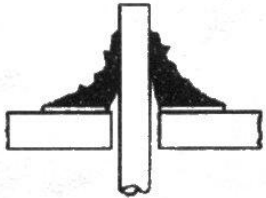
危害：强度不足，导通不良，有可能时通时断

原因分析：1、加焊剂过多，或已失效；2、焊接时间不足，加热不足；3、表面氧化膜未去除。



# 手工焊接的基本操作

## 5.5 常见焊点缺陷及质量分析

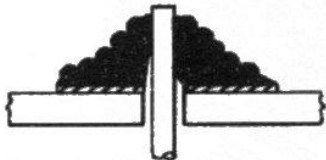


过热

外观特点：焊点发白，无金属光泽，表面较粗糙

危害：1、焊盘容易剥落强度降低；2、造成元器件失效损坏。

原因分析：烙铁功率过大 或 加热时间过长

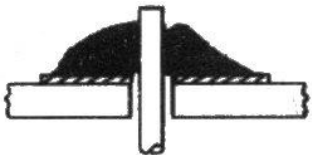


扰焊

外观特点：表面呈豆腐渣状的颗粒，有时可有裂纹

危害：强度低，导电性不好

原因分析：焊料未凝固有时焊件抖动



冷焊

外观特点：润湿角过大，表面粗糙，界面不光滑

危害：强度低，不通或时通时断

原因分析：1、焊件清理不干净；2、助焊剂不足或质量差；3、焊件加热温度不够。



# 手工焊接的基本操作

## 5.5 常见焊点缺陷及质量分析



外观特点：焊锡未流满焊盘

危害：强度不足

原因分析：1、焊料流动性不好；2、助焊剂不足或质量差；3、加热不足



外观特点：导线或元器件引线可移动

危害：导通不良或不导通

原因分析：焊锡未凝固前引线移动造成空隙；2、引线未处理好（润湿不良或不润湿）



外观特点：出现尖端

危害：外观不佳，容易造成桥接现象

原因分析：1、加热不足；2、焊料不合格





# 手工焊接的基本操作

## 5.5 常见焊点缺陷及质量分析



外观特点：相邻导线搭接

危害：电气短路

原因分析：1、焊锡过多；2、烙铁施焊撤离方向不当



外观特点：目测或放大可见有孔

危害：焊点容易腐蚀

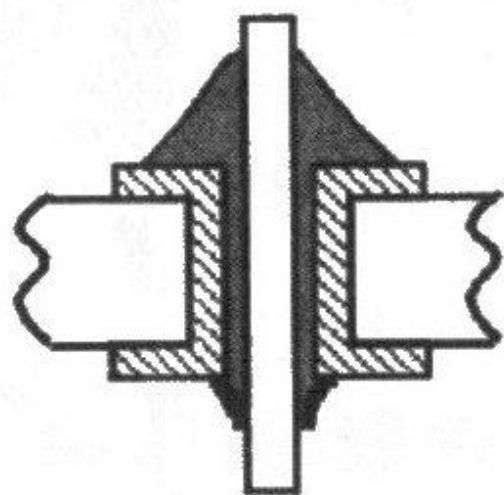
原因分析：焊盘孔与引线间隙过大



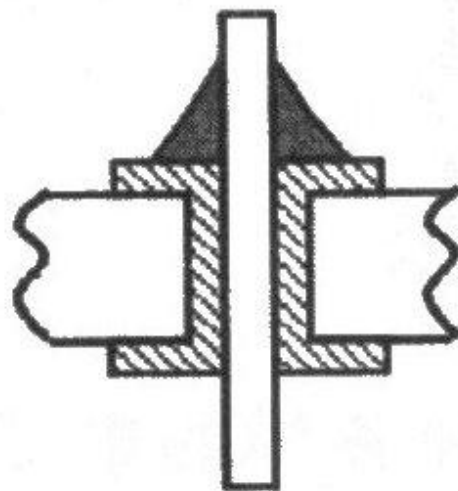
外观特点：引线根部有时有焊料隆起，内部藏有空洞

危害：暂时导通但长时间容易引起导通不良

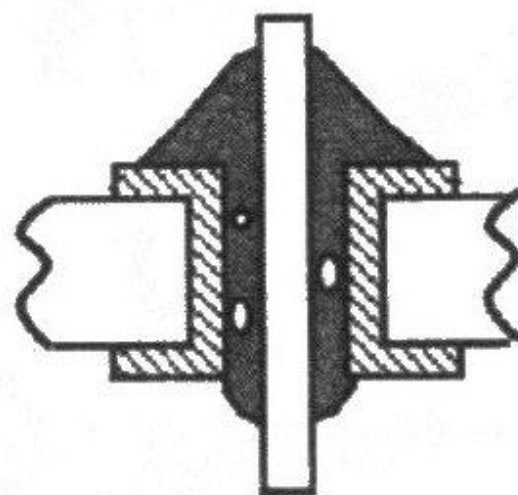
原因分析：引线与孔间隙过大或引线润湿不良



(a) 间隙合适，  
强度较高



(b) 间隙过小，焊锡  
不能润湿



(c) 间隙过大，  
形成气孔

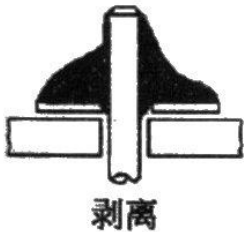
图 2.24 焊盘孔与引线间隙影响焊接质量





# 手工焊接的基本操作

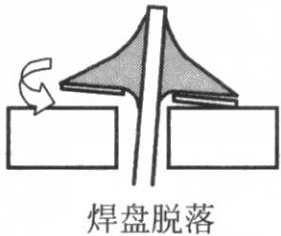
## 5.5 常见焊点缺陷及质量分析



外观特点：焊点剥落(不是铜箔剥落)

危害：断路

原因分析：焊盘镀层不良



外观特点：焊盘与基板脱离

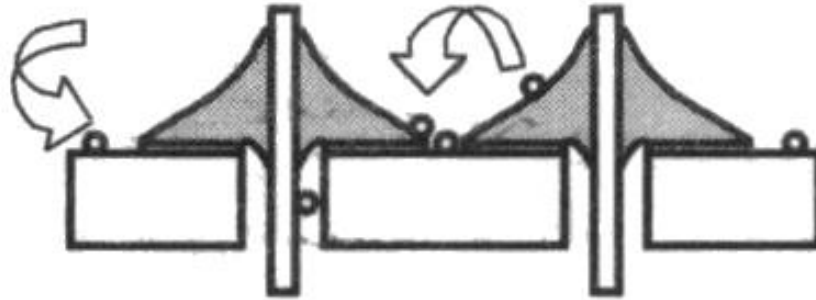
危害：焊盘活动，进而可能断路

原因分析：1、烙铁温度过高；2、烙铁接触时间过长



## 其它焊接缺陷

- 焊料球 (P230)



焊料球

- 贴装常见焊点缺陷及分析 (P231)



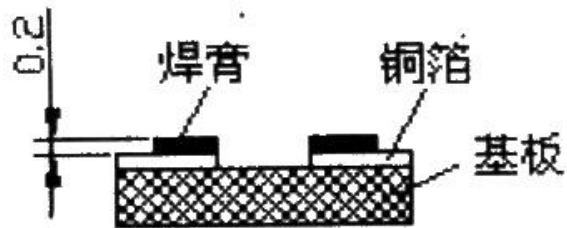
# 手工焊接的基本操作

## 6.简介导线焊接(P41~43)

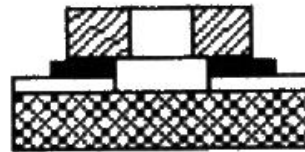


# 贴片元件手工焊接方法

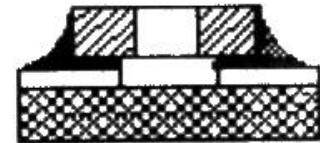
- 贴片元件



(a) 印刷焊膏



(b) 贴片



(c) 再流焊



# 贴片元件手工焊接方法

1. 辨别属于同一个元件的两个焊盘, 在任意一焊盘镀锡;
2. 使用尖镊子夹住要焊接的元件在镀锡的焊盘进行点焊元件;
3. 取锡焊接元件另一端管脚。



# SMT焊接演示

- [视频](#)



# 简介几种典型焊点的焊法

## 一、片装焊件的焊接法

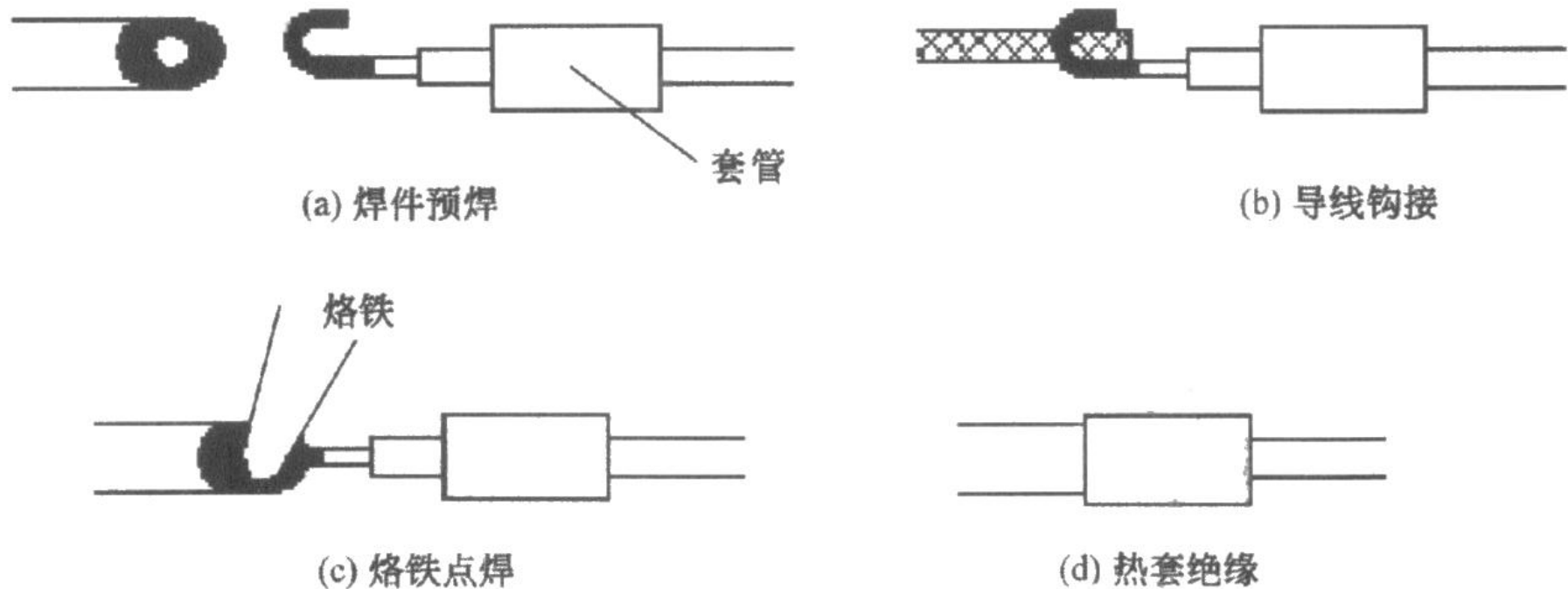


图 2.47 片状焊点焊接方法





# 简介几种典型焊点的焊法

## 二、槽形、板形、柱形焊点焊接方法

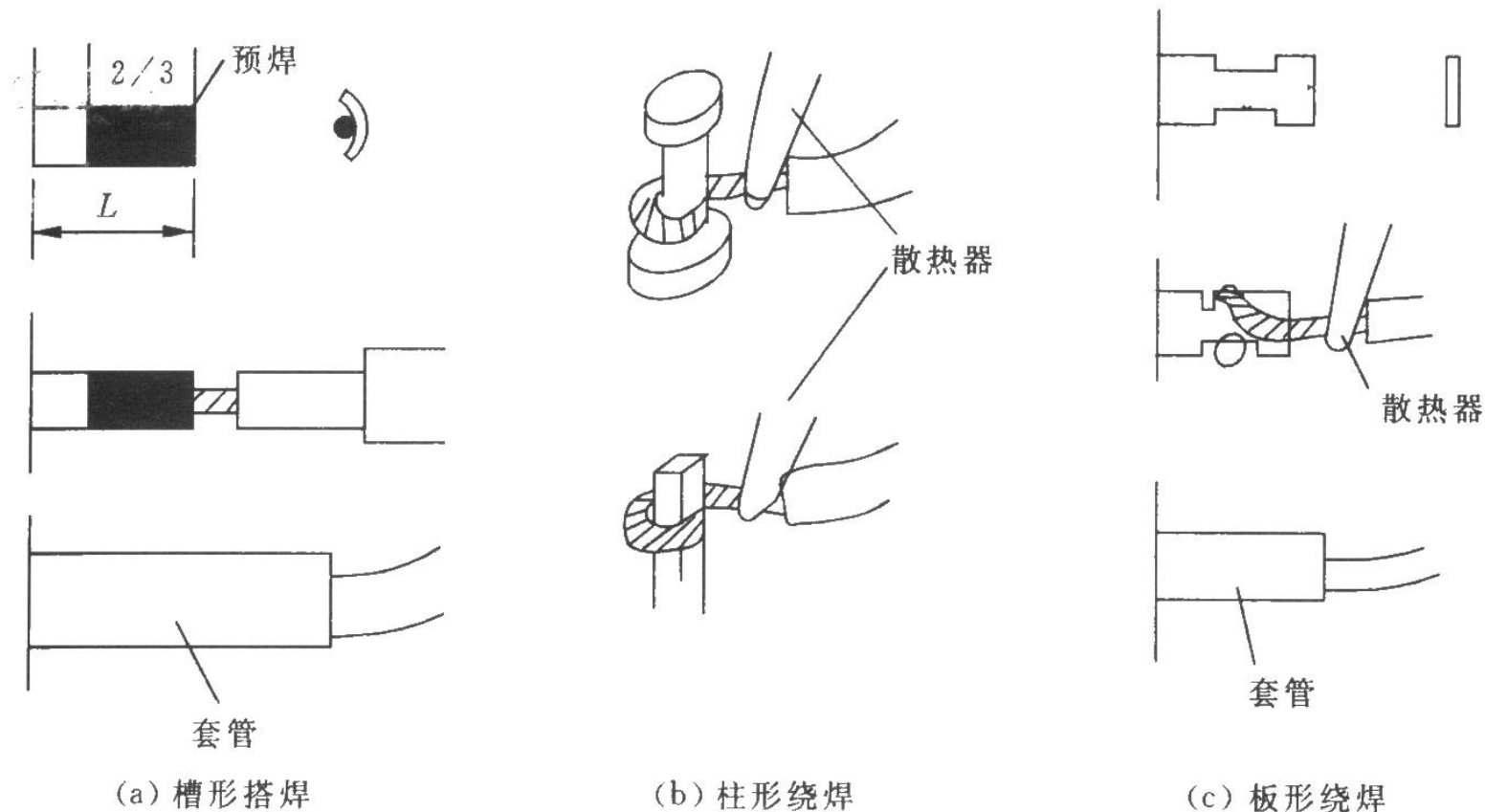


图 2.48 槽形、板形、柱形焊点焊接



# 简介几种典型焊点的焊法

## 三、杯形焊件焊接法

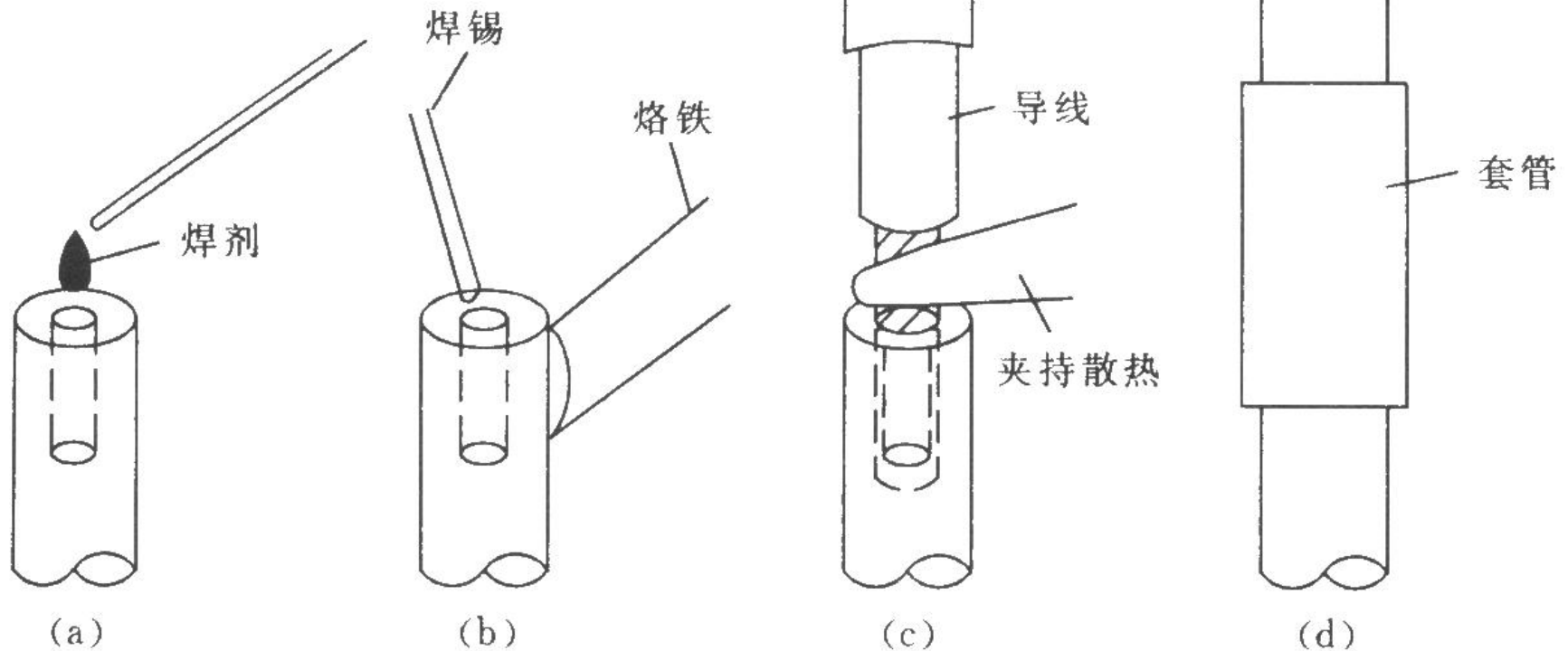


图 2.49 杯形焊点焊接

a)往杯形孔内滴一滴焊剂，若孔较大用脱脂棉蘸焊剂在杯内均匀擦一层。



# 简介几种典型焊点的焊法

## 三、杯形焊件焊接法

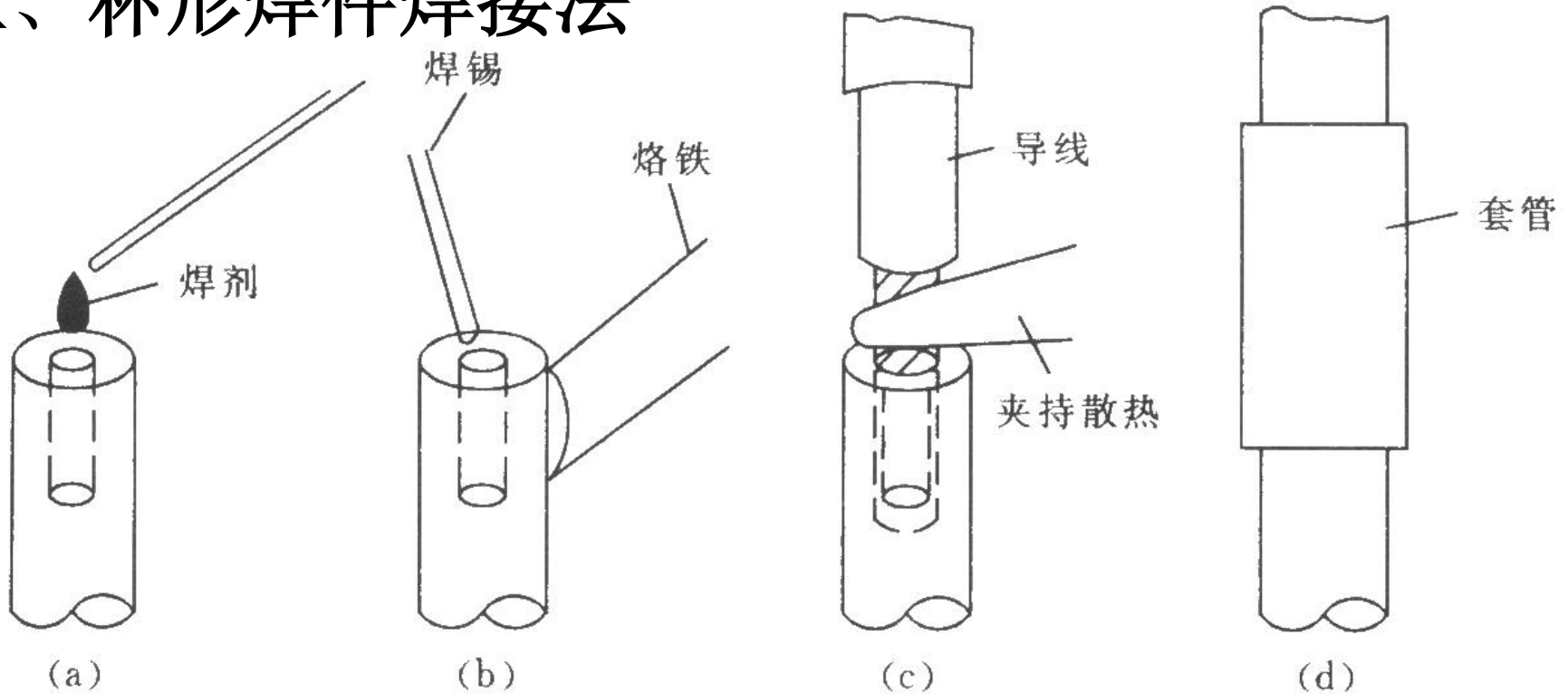


图 2.49 杯形焊点焊接

b)用烙铁加热并将锡溶化，靠浸润作用流满内孔。



# 简介几种典型焊点的焊法

## 三、杯形焊件焊接法

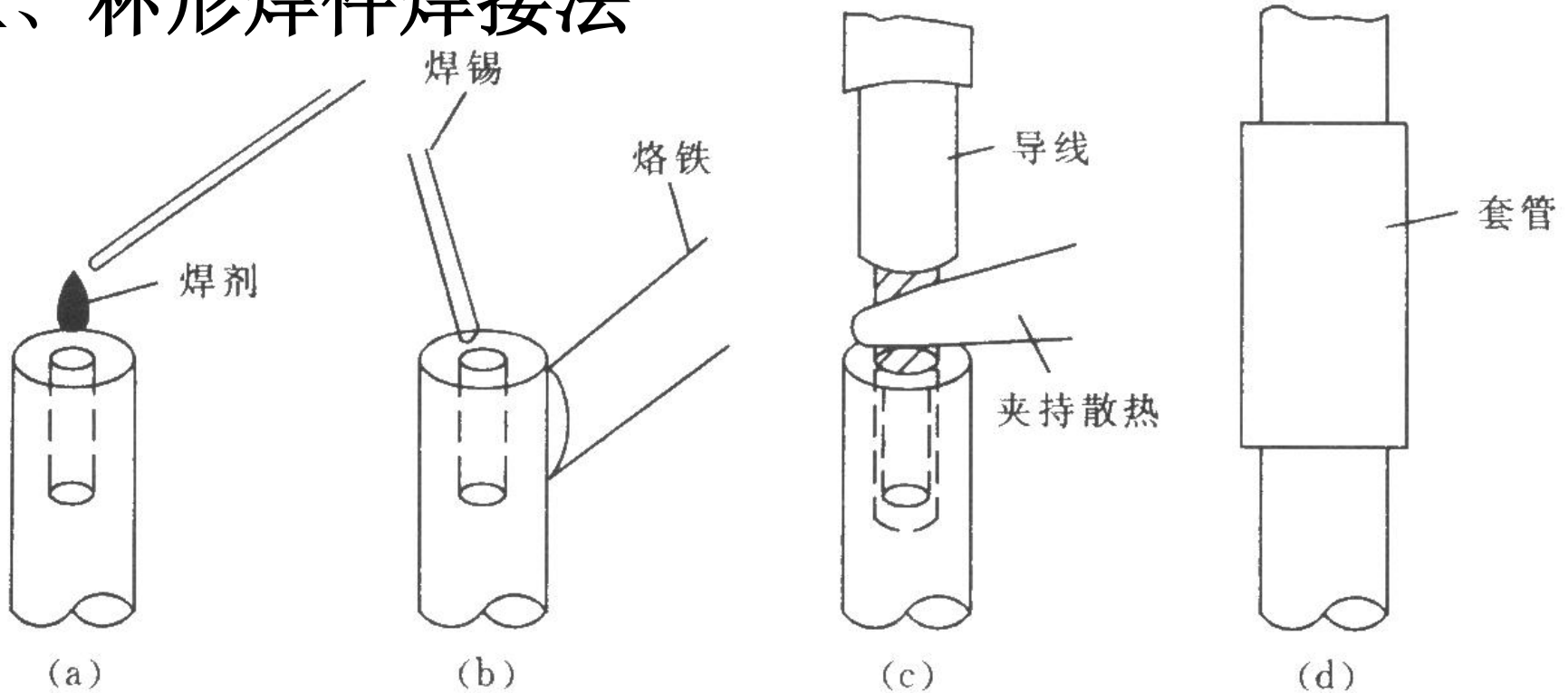


图 2.49 杯形焊点焊接

c) 将导线重直插入到底部，移开烙铁并保持到凝固，注意导线不可动。(导线要镀锡)



# 简介几种典型焊点的焊法

## 三、杯形焊件焊接法

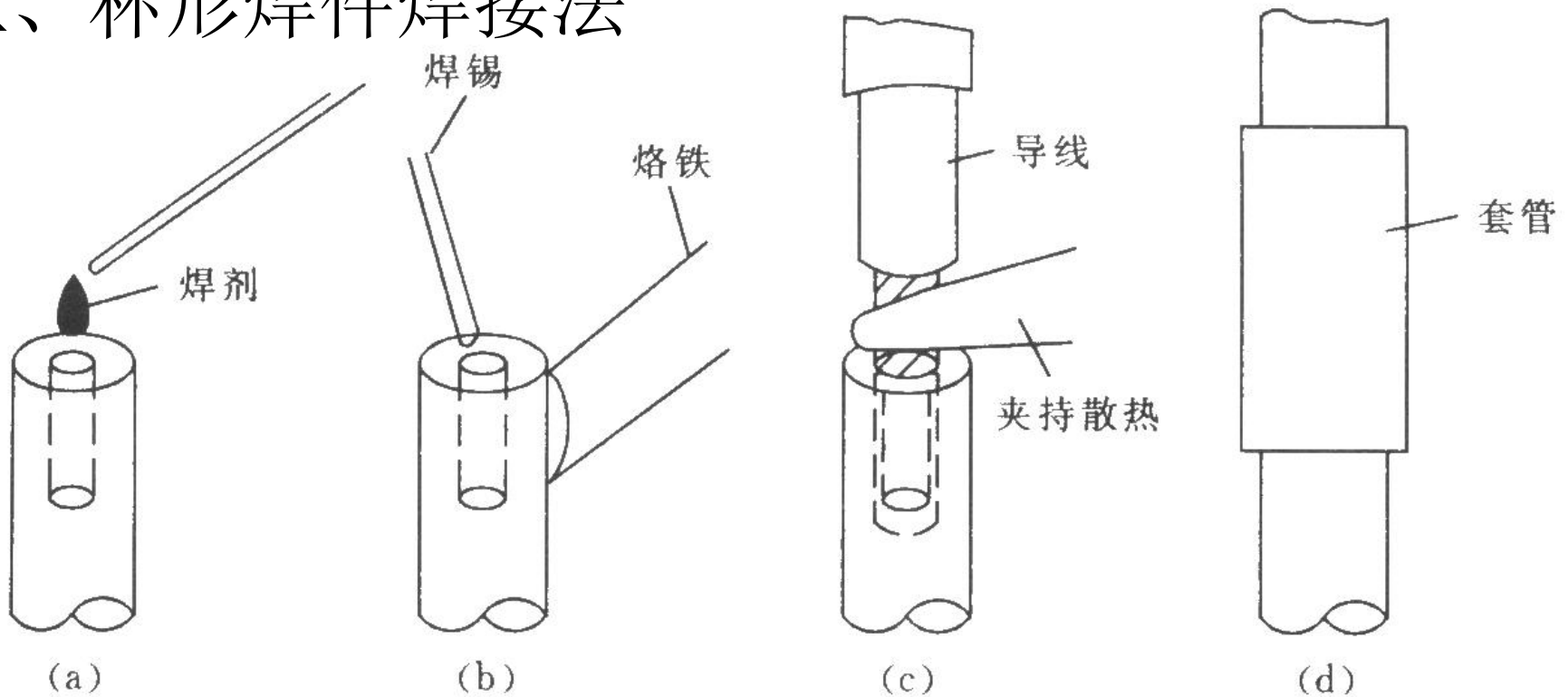


图 2.49 杯形焊点焊接

d) 完全凝固后立即套上套管。



# 简介几种典型焊点的焊法

## 四、在金属板上焊导线

**关键是往板上镀锡**

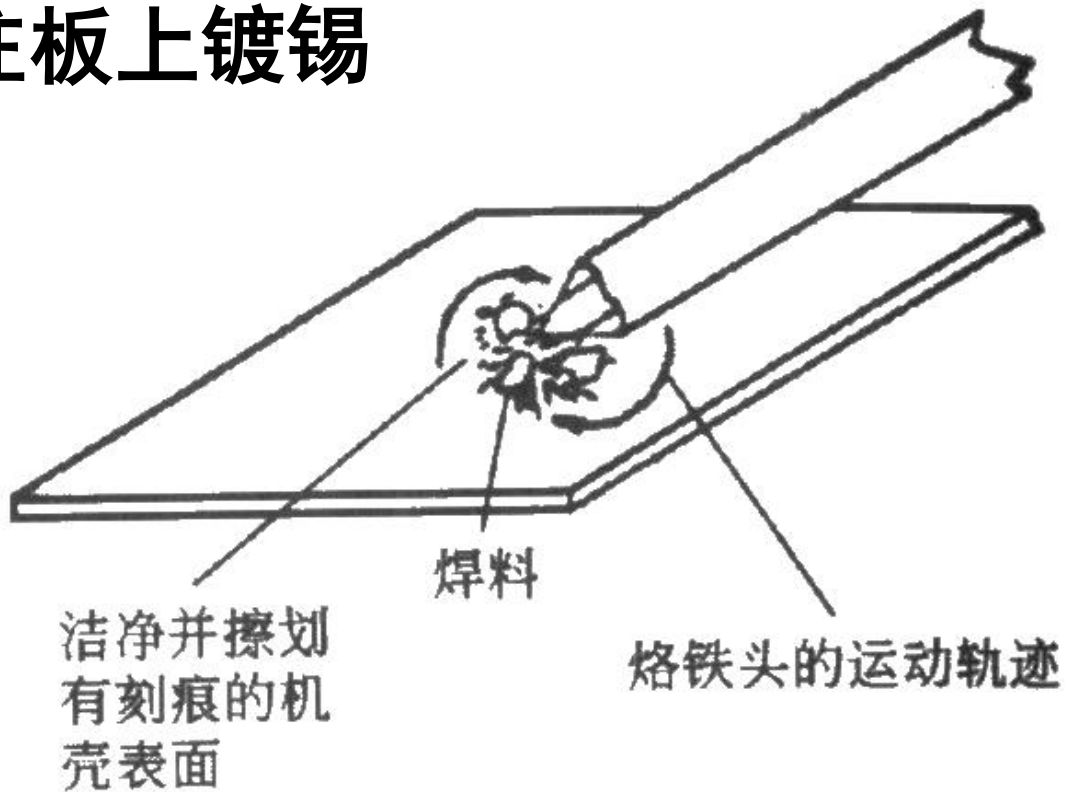


图 2.50 铝板焊接





# 实用锡焊技艺

- 一、印制板和元器件检查
- 二、元器件引线成型
- 三、元器件插装(通孔安装)
- 四、印制电路板的焊接
- 五、焊后处理





# 实用锡焊技艺

## 一、印制板和元件的检查

印制板：图形，孔位及孔径是否符合图纸，有无断线、缺孔等，表面处理是否合格，有无污染或变质。

元器件：品种、规格及外封装是否与图纸吻合，元器件引线有无氧化、锈蚀。



# 实用锡焊技艺

## 二、元器件引线成型

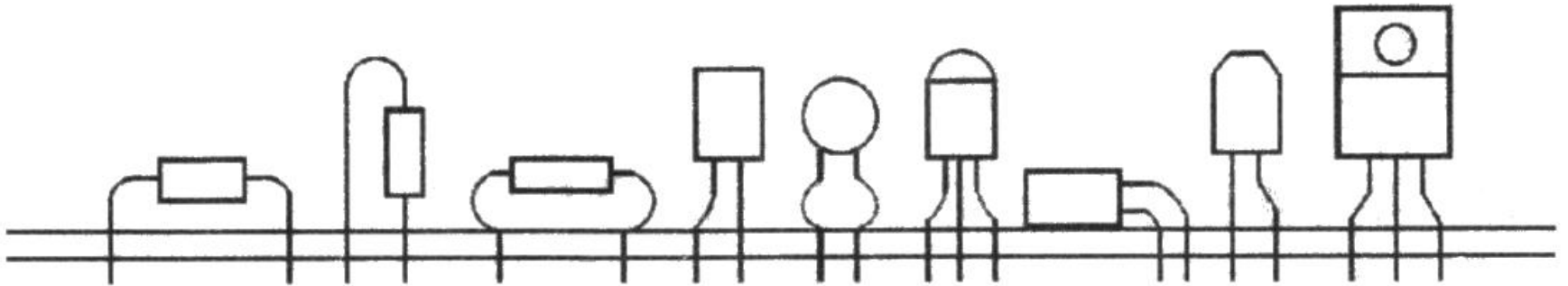


图 2.29 印制板上元器件引线成型



## 元件引线成型注意以下几点

- (1) 所有元件引线（管脚）不得从根部弯曲。因为制造工艺的原因，根部容易折断。一般应留1.5mm以上
- (2) 弯曲一般不要成死角，圆弧半径应大于直径的1~2倍

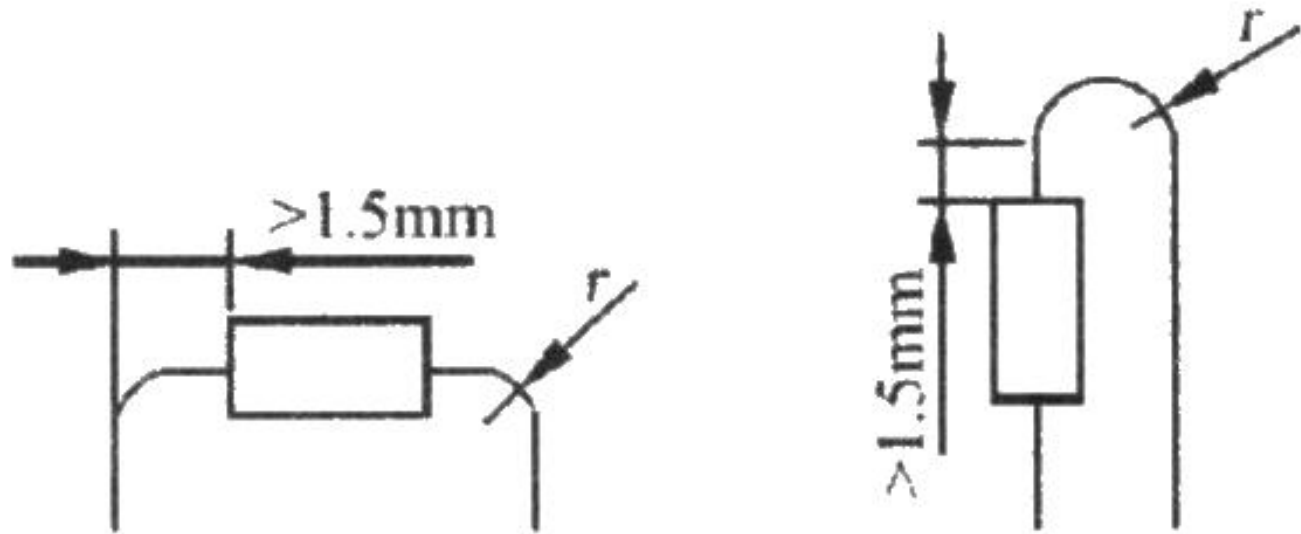


图 2.30 元器件引线弯曲



# 元件引线成型注意以下几点

(3) 要尽量将有字符的元件面置于容易观察的位置。

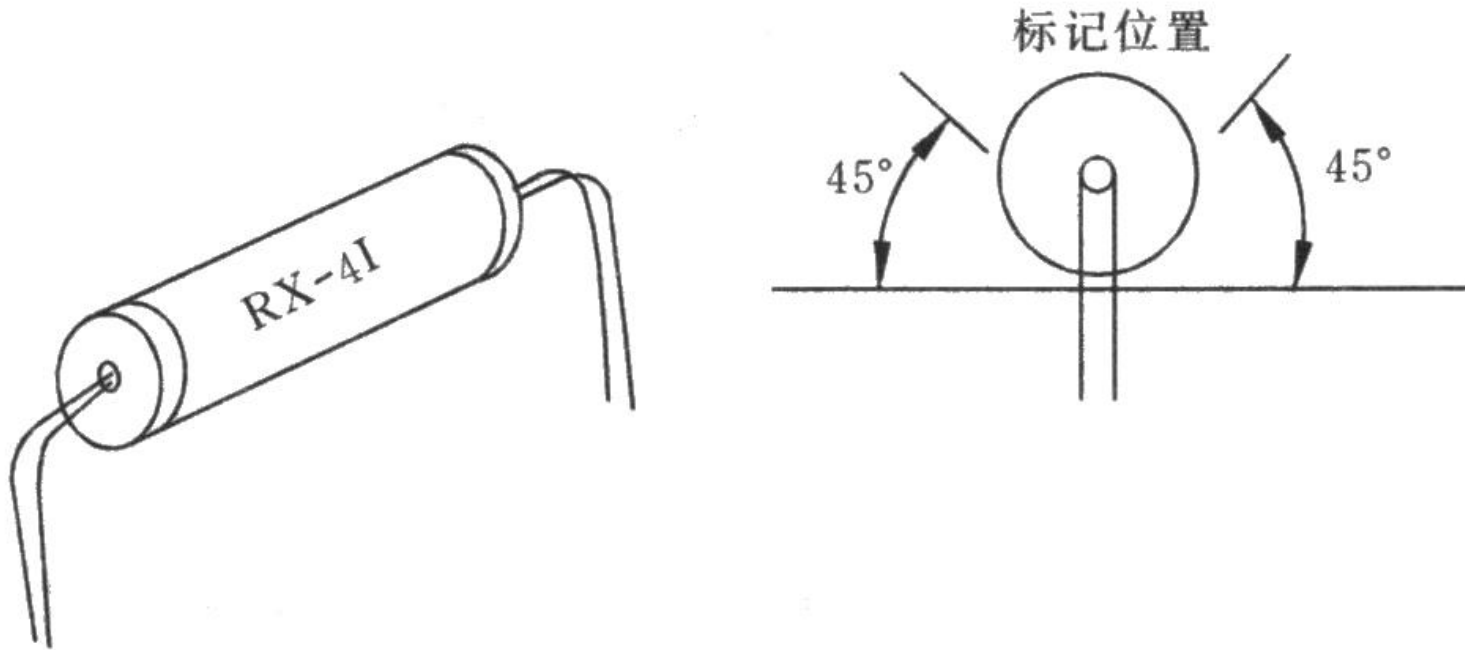


图 2.31 元器件成型及插装时注意标记位置



# 实用锡焊技艺

## 三、元器件插装(通孔安装)

### (1) 贴板与悬空安装

贴板插装稳定性好, 插装简单, 但不利于散热 (条件允许的情况下, 贴板安装较为常用)。

悬空安装, 适应范围广, 有利于散热, 但插装复杂

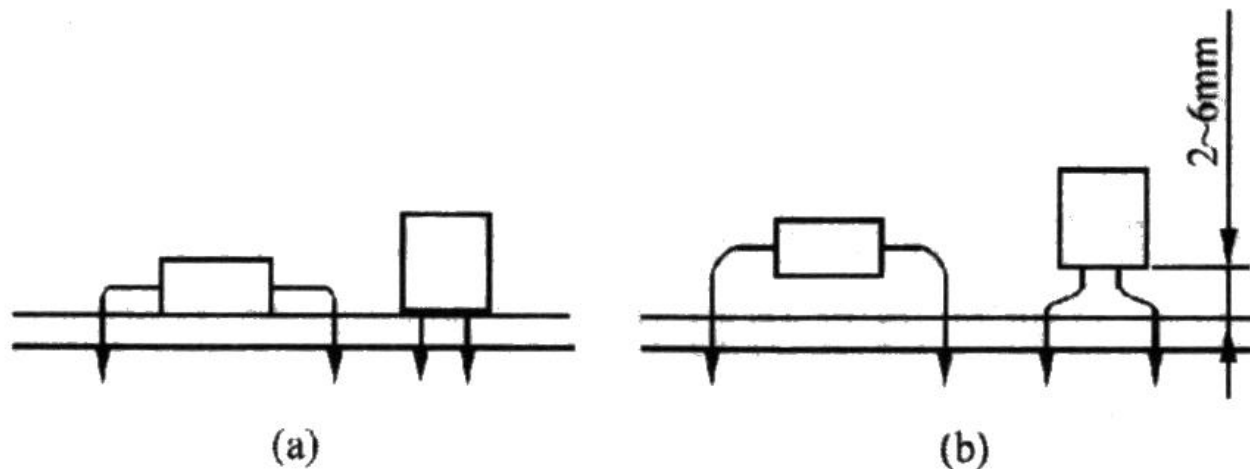


图 2.32 元器件插装形式



# 实用锡焊技艺

## 三、元器件插装(通孔安装)

(2) 安装时应注意元器件字符标记方向一致，容易读出

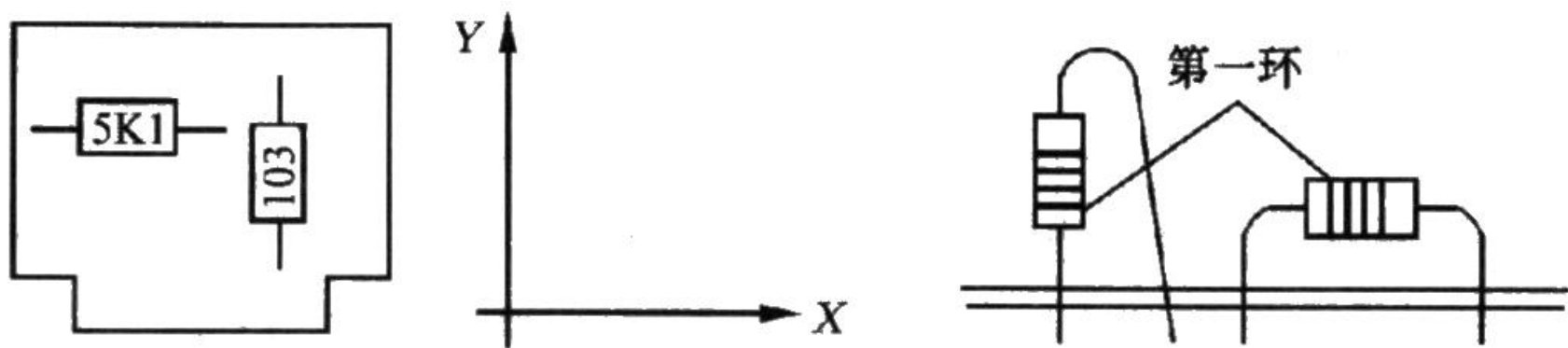


图 2.33 安装方向符合阅读习惯



# 实用锡焊技艺

## 三、元器件插装(通孔安装)

(3) 安装时不要用手直接碰元器件引线和印制板上的铜箔

(4) 插装后为了固定可对引线进行折弯处理

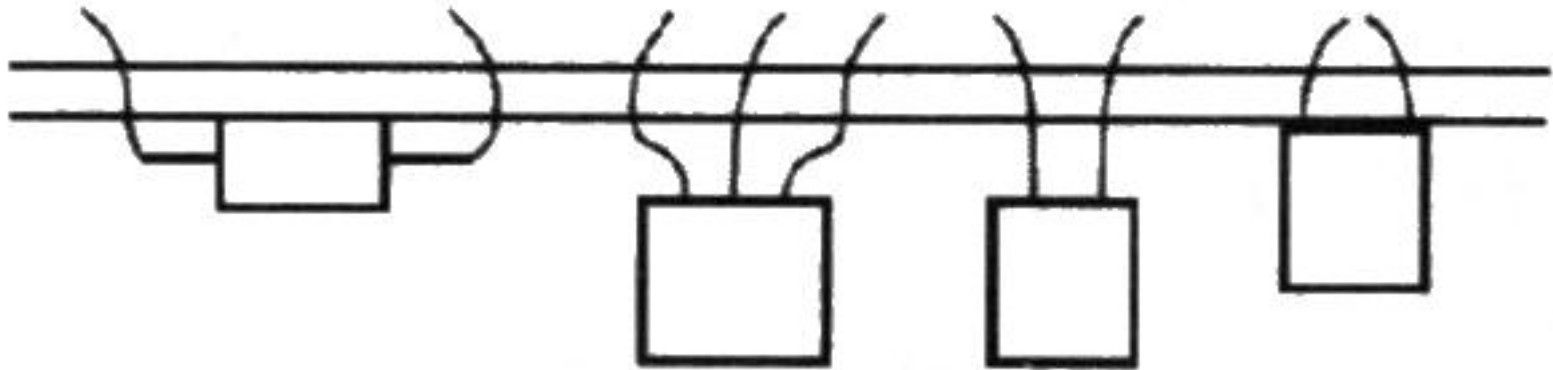


图 2.34 元器件引线折弯固定





# 实用锡焊技艺

## 四、印制电路板的焊接

## 五、焊后处理

- (1) 剪去多余引线，注意不要对焊点施加剪切力以外的其他力。
- (2) 检查印制板上所有元器件引线焊点，修补缺陷。
- (3) 根据工艺要求选择清洗液清洗印制板。一般情况下使用松香焊剂后印制板不用清洗。



# 工业生产锡焊技术(P240~243)

- 浸焊与拖焊
- 波峰焊 (P241~242, 表面贴装波峰焊 P315~316)
- 选择性波峰焊与焊接机械手
- 再流焊 (P316)