

电子技术与工艺训练

- 第一部分 电子工艺概述
- 第二部分 常用电子元器件
- 第三部分 电子产品组装工艺
- 第四部分 焊接技术

CONTENTS

目录



我是谁?
什么是电子工艺



我从哪里来?
电子工艺技术变迁



我到哪里去?
电子工艺技术的发展趋势



我是谁
什么是电子工艺

1. 什么是电子工艺?

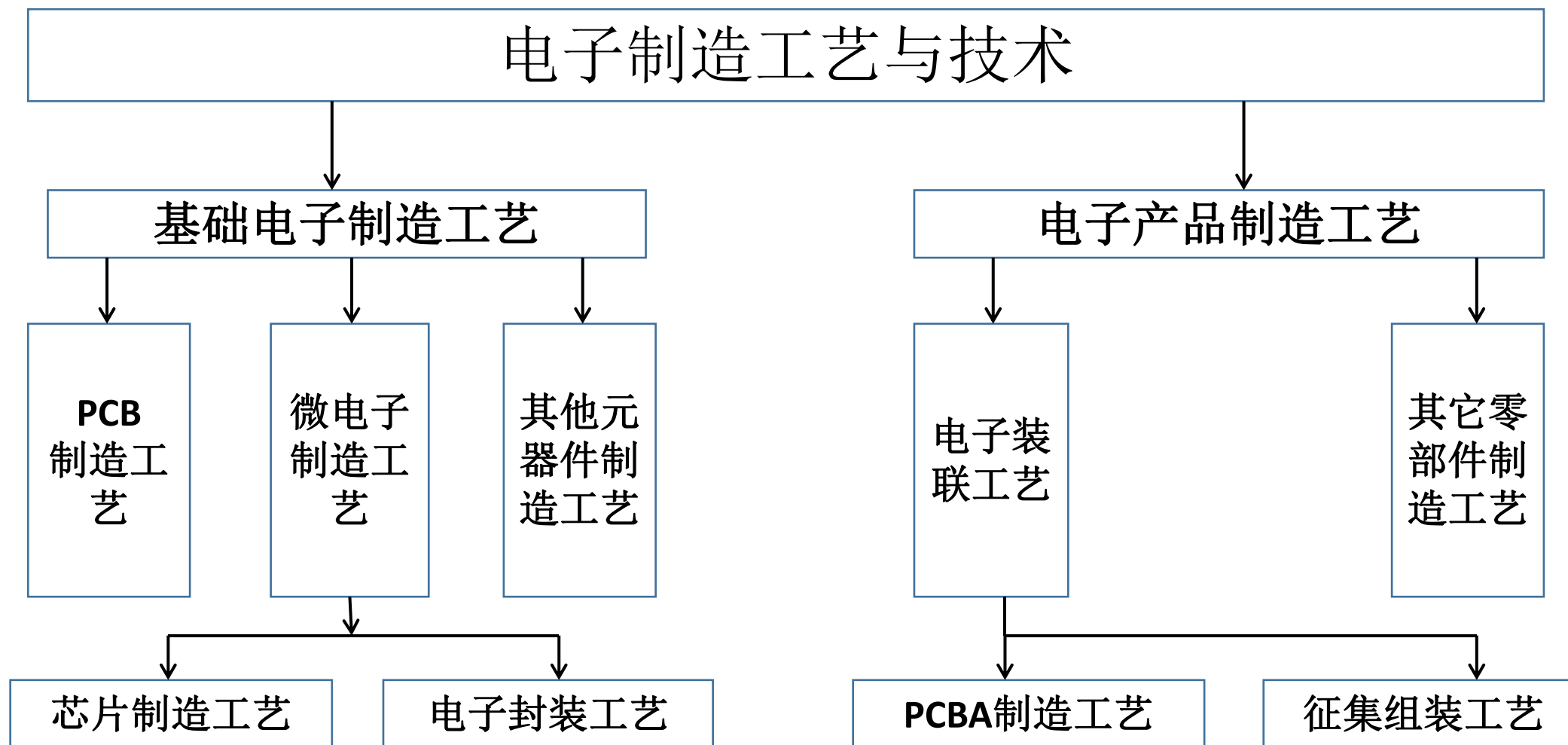
发源于：个人的操作经验和手工技能



是人类在生产中不断积累起来的并经过总结的**操作经验**和**技术能力**。

工艺：是生产者利用生产设备和生产工具,对各种原材料、半成品进行加工或处理,使之最后成为符合技术要求的产品的艺术 (程序、方法、技术)。

电子工艺

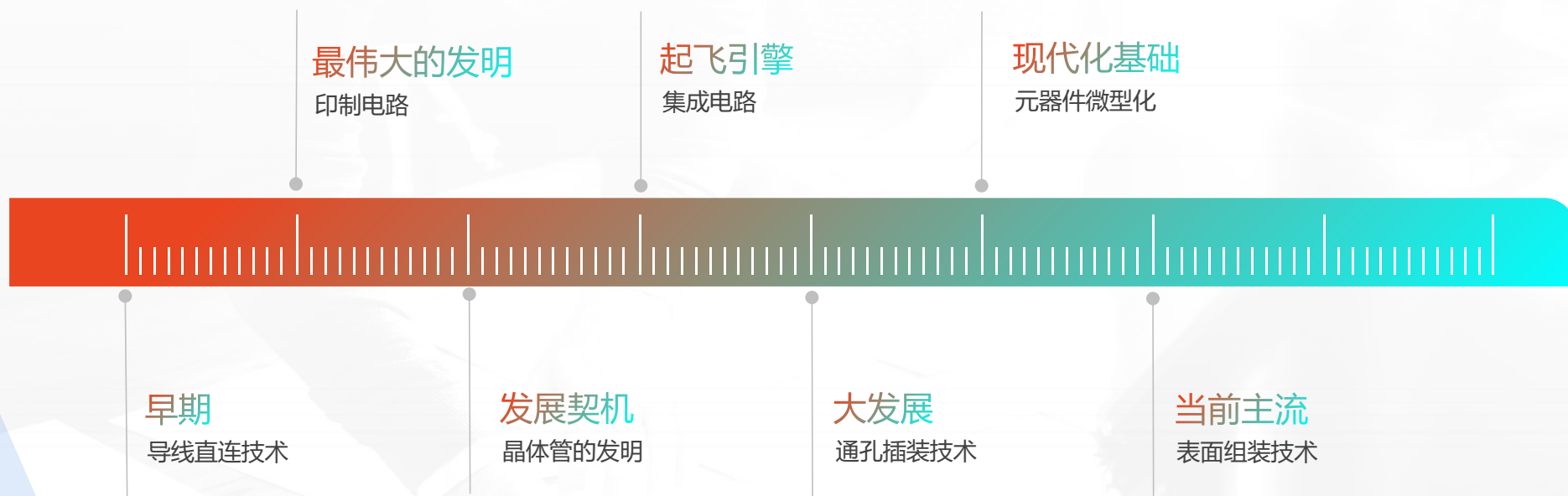




我从哪里来?

电子工艺技术变迁

2.电子工艺技术的发展历程



(1) 早期电子管——导线直连技术



划时代意义：

应用导线直连技术的电子管时代虽然很原始，但却开启电子工艺之先河。

电子管

特点：体积大、功耗大、寿命短、效率低，结构脆弱，需要高压电源



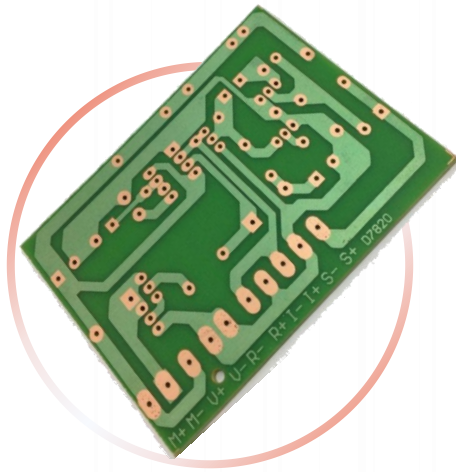
17468个电子管，7200个二极管，7万多只电阻器，1万多只电容器和6千只继电器组成，焊点50万个，占地170平米，总重量30吨

(2) 最伟大的发明——印制电路

20世纪50年代到80年代的30多年的主流技术

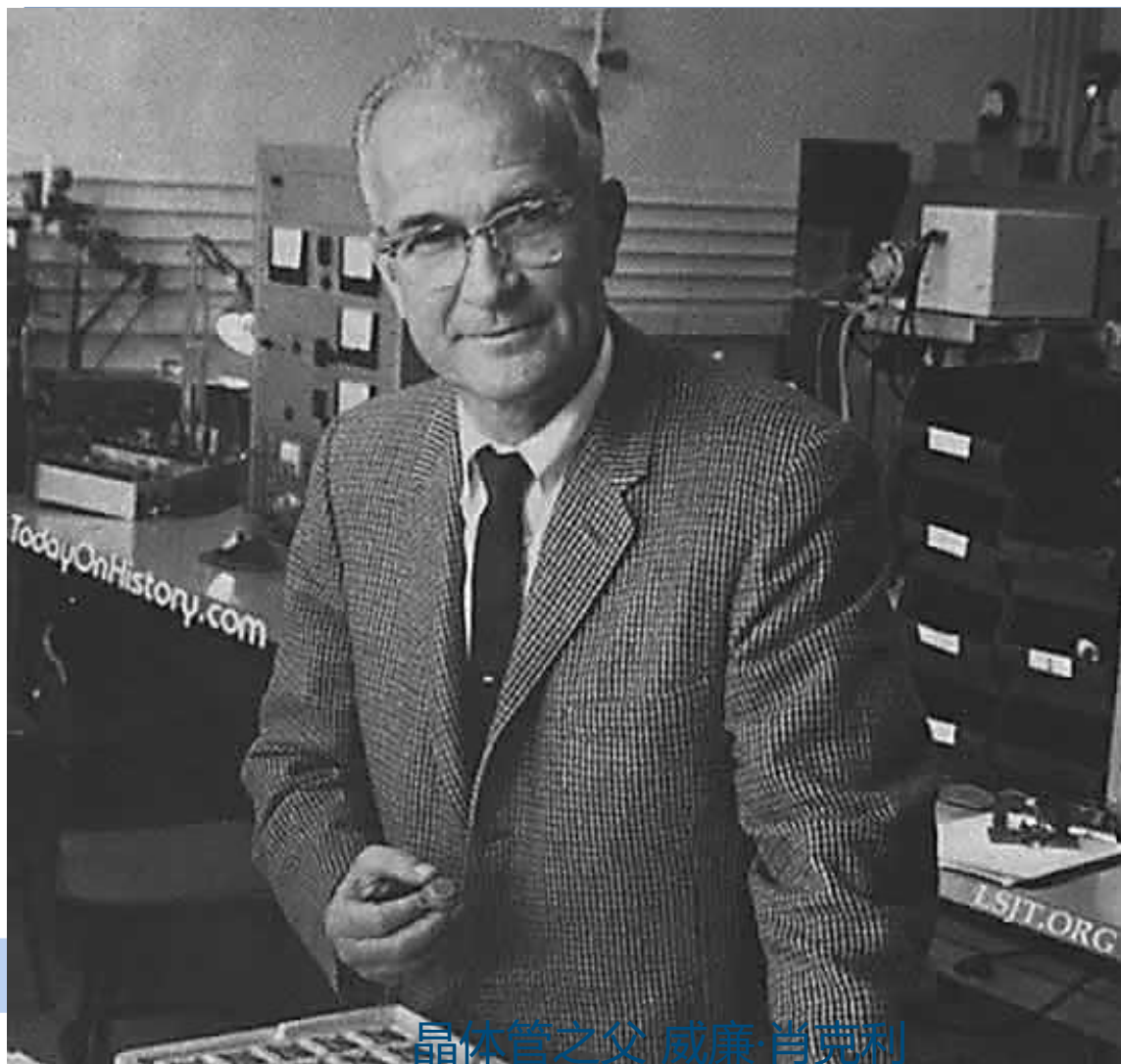
作用

元器件载体及其相互之间的连接；犹如住宅和道路对人类社会一样重要。



意义

使得电子产品的设计、装配走向标准化、规模化、机械化和自动化，体积减小，可靠性、稳定性高，装配和维修简单。



晶体管之父 威廉·肖克利

威廉·肖克利

约翰·巴顿

沃特·布拉顿

1947年，成功地在贝尔实验室制造出第一个晶体管。开创了人类硅文明的时代。

(3) 发展契机-晶体管的发明

晶体管

没有玻璃管壳

不需要真空

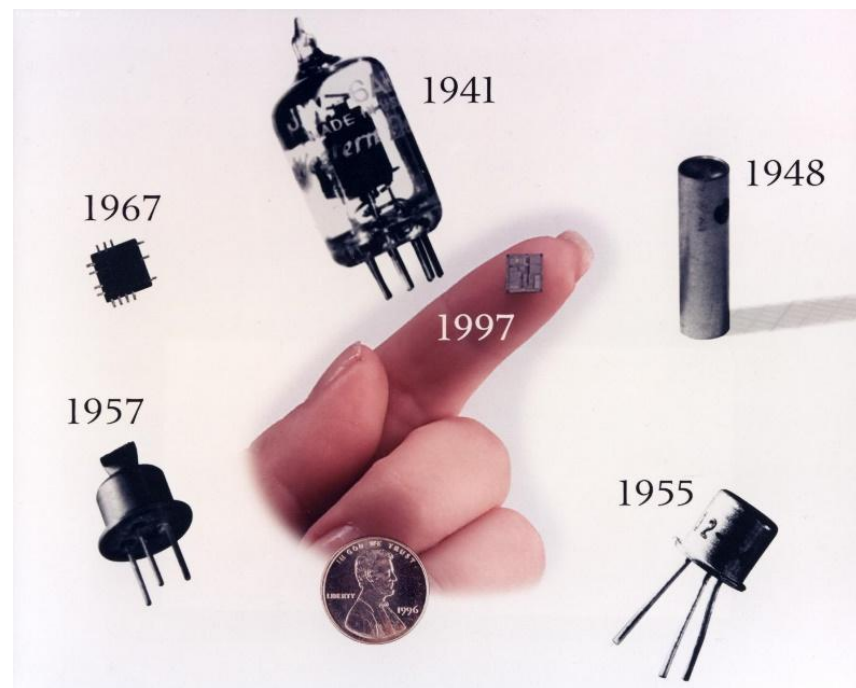
体积很小

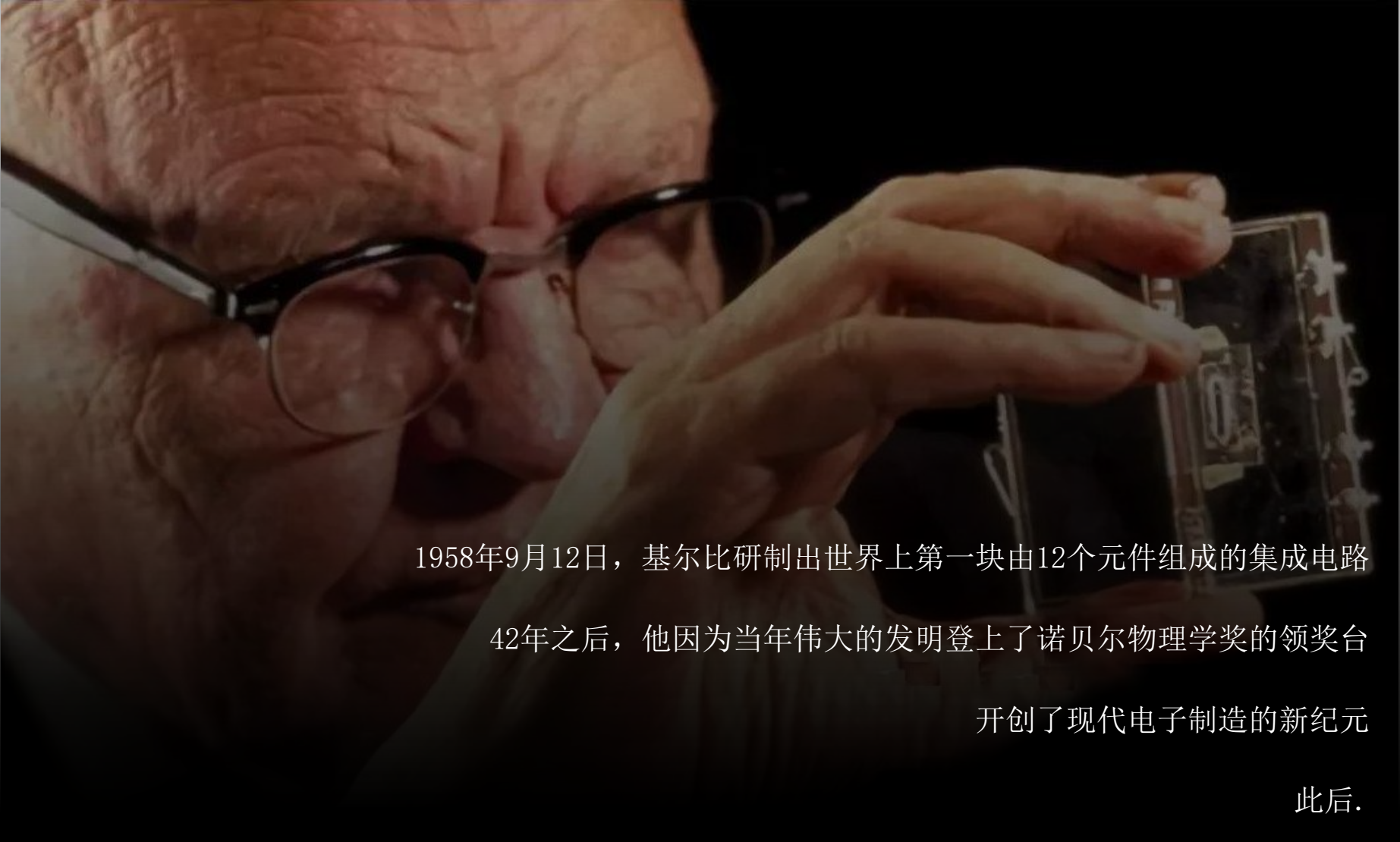
生产成本很低

寿命比电子管长得多

1947年

贝尔实验室研制出第一个
半导体三极管，开创了人
类硅文明的时代。





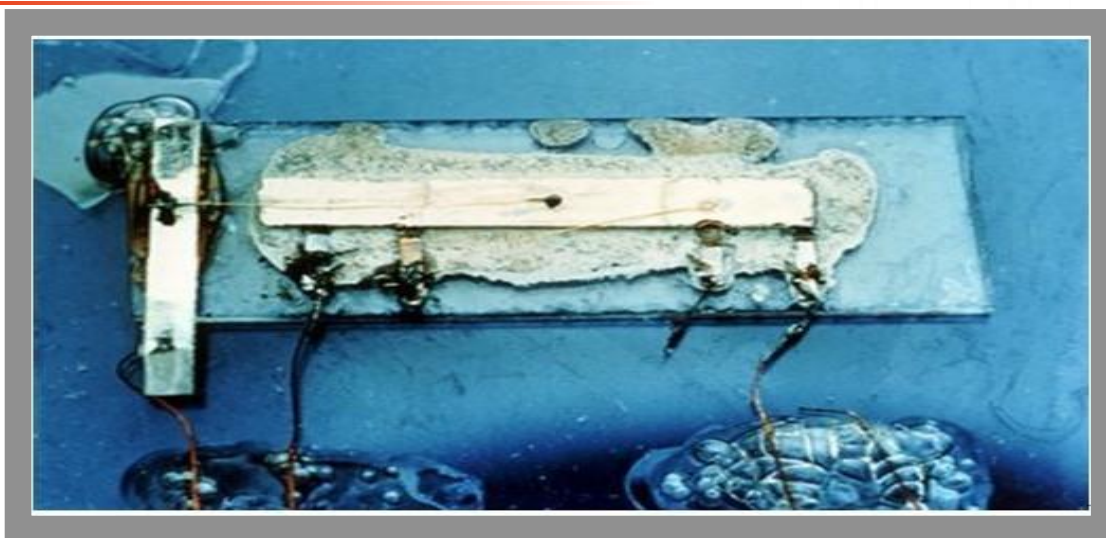
1958年9月12日，基尔比研制出世界上第一块由12个元件组成的集成电路

42年之后，他因为当年伟大的发明登上了诺贝尔物理学奖的领奖台

开创了现代电子制造的新纪元

此后.

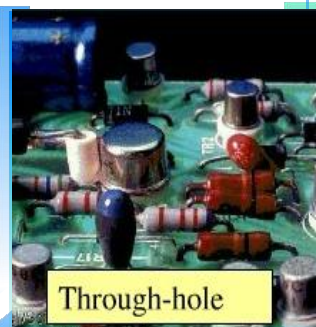
(4) 起飞引擎——集成电路 (integrated circuit)



集成电路是一种**微型电子器件或部件**，采用一定的工艺，把一个电路中所需的**晶体管、二极管、电阻、电容和电感等元件及布线**互连在一起，制作在一小块或几小块半导体晶片或介质基片上，然后**封装**在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构。

集成电路是实现电子制造跨越式发展的引擎，开始了信息时代伟大的技术革命，成为自原油以来最重要的工业品。集成电路和电灯、电话、汽车一样彻底改变了世界。

(5) 发展——通孔插装技术



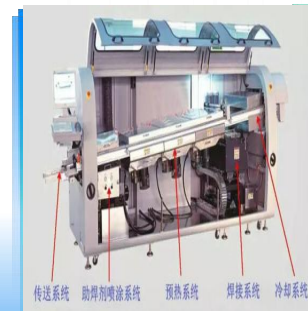
通孔插装技术



插装原件



浸焊机



波峰焊机

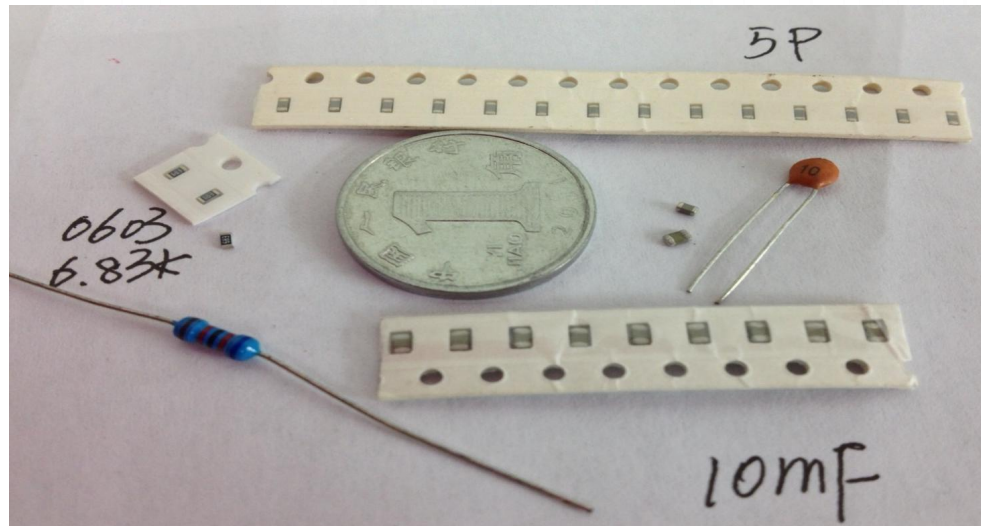
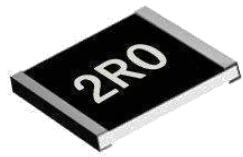
是一次划时代的技术革命，产生重要工艺和技术成果

工艺现状：工艺简单、连接可靠、热性能好，可测试、可制造性好，一部

分产品的较大部件或部分功率元件中仍然难以替代

(6) 现代化基础——元器件微型化

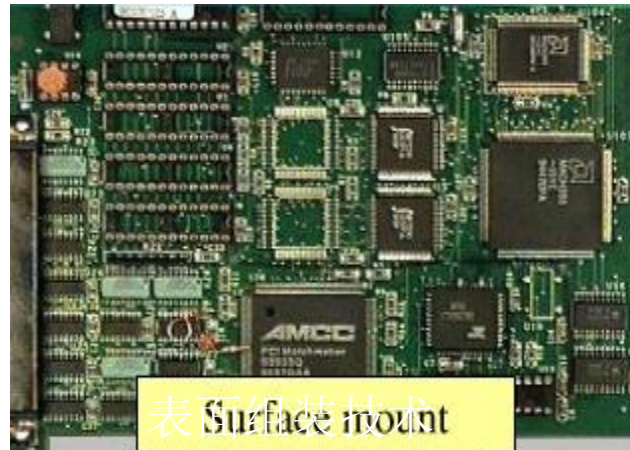
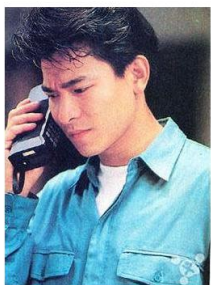
20世纪80年代



(7) 当前主流—表面组装技术 SMT

20世纪70年代

PCB上无需通孔, 直接将表面贴装元器件贴、焊到印制电路板表面规定位置上的电路装联技术, 引发了组装技术全过程的变革。

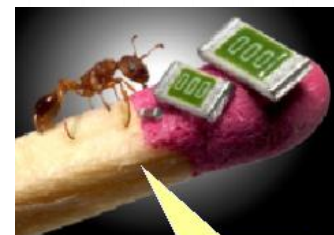


(7) 当前主流—表面组装技术 SMT



哈尔滨工程大学
HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

表面组
装技术



火柴/蚂蚁
/SMT



我到哪里去？

电子工艺技术的发展趋势



3. 电子工艺的发展趋势

潮流一：技术的融合与交汇

电子封装

微组装

电子组装



潮流二 绿色化

无铅

铅锡合金焊料 → 无铅焊料如锡银铜等

欧洲、日本、美国的法案已经提出限制电子产品中铅的使用。
中国自2006年7月1日禁止电子产品中含有铅、汞、镉、六价铬、聚溴化联苯（PBB）、聚溴化苯基（PBDE）及其它有毒有害物质的含量。

无卤

CFC氟氯烃、三氯乙烷为清洗剂 → 免清洗技术等

大部分有机卤素化合物本身是有毒的，在人体中潜伏可导致癌症，且其生物降解率很低，致使其积累在生态系统中，而且部分挥发性有机卤素化合物对臭氧层有极大的破坏作用，对环境和人类健康造成严重影响。因此，被列为对人类和环境有害的化学品，禁止或限量使用，是世界各国重点控制的污染物。

其他

如绿色设计、能源效率、产品回收并大部分循环利用等方面。

环境化设计



潮流三：标准化与国际化

国内标准

国家标准

行业标准

地方标准

企业标准

强制性标准(GB)

推荐性标准(GB/T)

国际标准

ISO(国际标准化组织)

IEC(国际电工委员会)

ITU(国际电信联盟)

ISO/IEC联合标准与JTC1

*IPC (电子互联行业协会)



国际化

国家标准、国际标准、企业标准，哪个标准最严格？

电子技术与工艺训练

——常用电子元器件

电子元器件综述

一、电子元器件的作用

二、电子元器件的分类

1.工作时是否需要电源分

➤ 有源元件：

- 电子管、三极管，场效应管、集成电路等

➤ 无源元件：

- 电阻、电容、电感、继电器、二极管等

2.按照组装方式分

➤ 插装

➤ 贴装

3.按照元件可靠性分

➤ 民用品：

- 对可靠性要求一般，性价比要求很高
- 一般应用于家用，娱乐，办公等领域

➤ 工业品：

- 对可靠性要求较高，性价比要求一般
- 一般应用于工业控制，交通，仪器仪表等

➤ 军用品：

- 对可靠性要求很高，价格不敏感
- 一般应用于军工，航天航空，医疗等领域

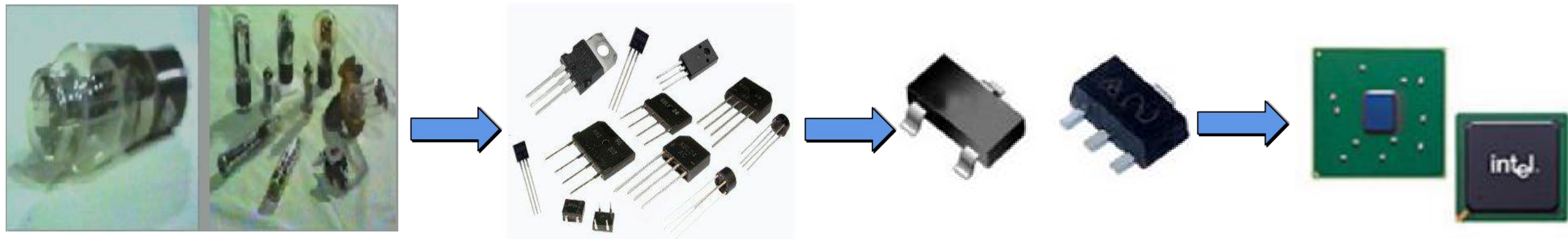
电子元器件综述

三、电子元器件的发展方向

通过集成电路与可编程技术，在一个芯片或封装内实现一个电子系统的功能

微型化与片式化、集成化、柔性化、系统化

器件本身只是一个载体，
载入不同程序就可以实现不同电路功能



常用电子元器件

本章主要内容：

- 电阻
- 电容
- 电感
- 二极管
- 三极管
- **重点难点：**

元器件的辨识，测量

一 . 电阻器

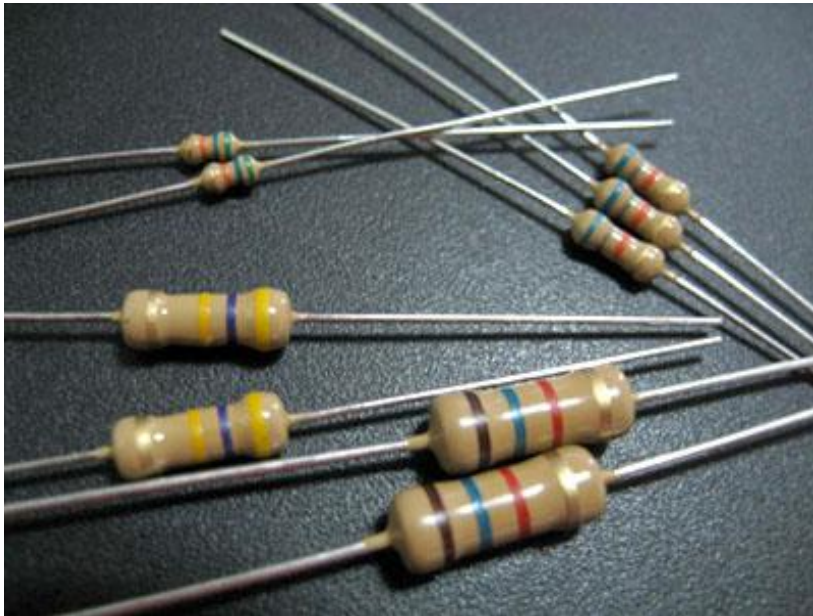
电阻器简称电阻。是一种耗能元件。在电路里主要起分压、分流、限流、负载等作用。是最基本的电子元器件。

1.1 电阻的分类

固定电阻、可调电阻、特种电阻(敏感电阻)

1.1.1 常见的固定电阻器外形及特点

1. 碳膜电阻 (RT)



的基本材料。利用真空喷涂技术在瓷管上面
膜外层加工车成螺旋纹，改变碳膜厚度和
得到不同的阻值，最后在外层加一层保护膜

炭膜(車成螺旋紋狀)
引線
保護外層
螺旋紋
炭膜

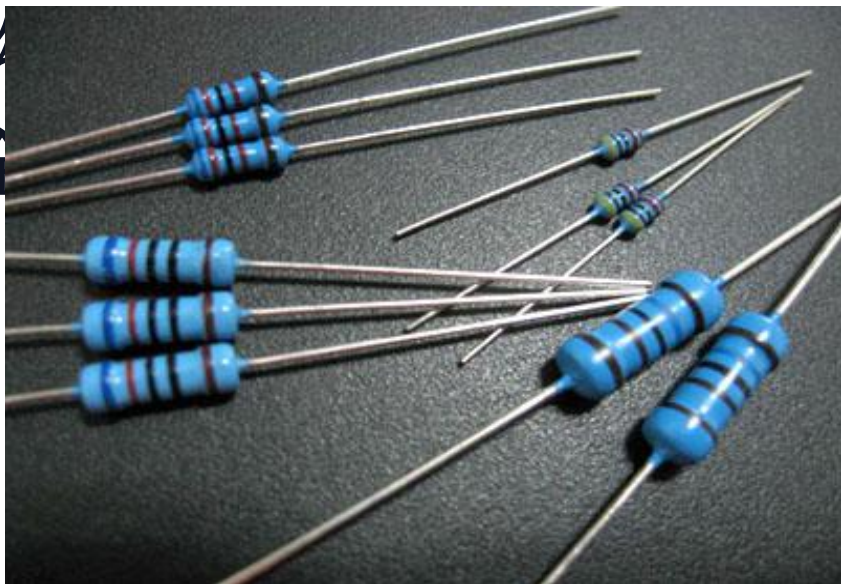
構造

- 特点：成本较低，负温度系数，误差大；
- 阻值受电压和频率影响小，极限电压高，高频特性好；
- 用途：应用于一般的电子电路中

-

2. 金属膜电阻(RJ)

内部结构
上贵金属

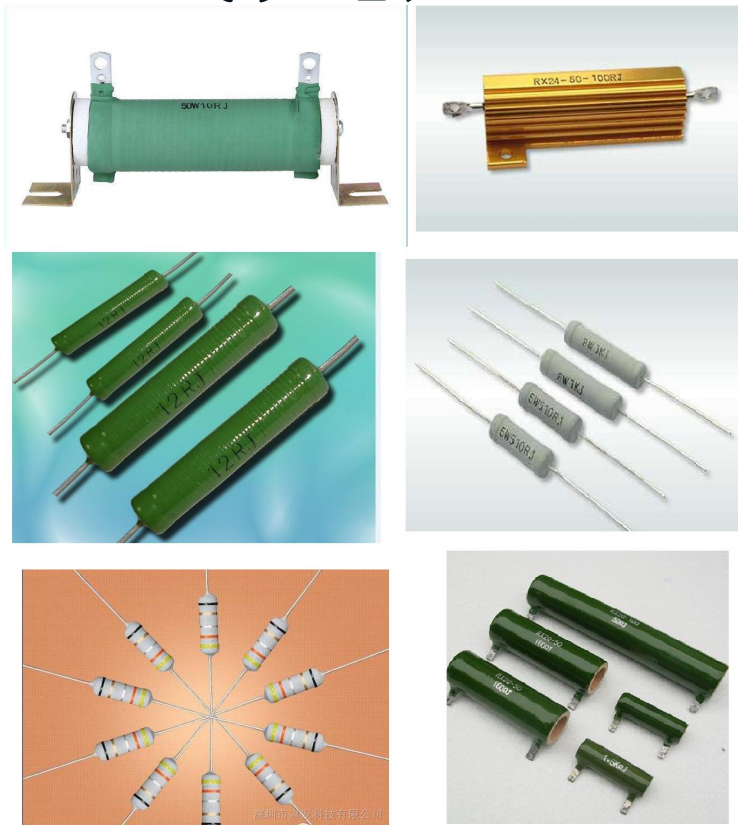


碳膜换成金属膜，并在瓷棒两端镀

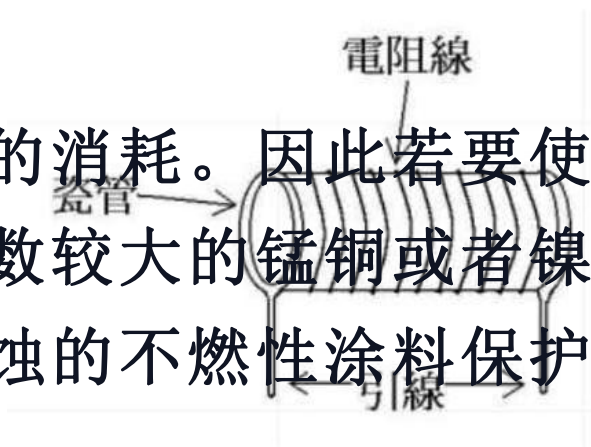
特点：稳定、低杂音、误差小、体积小、受温度影响小（正温度系数）。

用途：应用于质量要求较高的电路中。

3. 线绕电阻



功率的消耗。因此若要使用大功率时，就必须用线绕电阻（系数较大的锰铜或者镍铬合金）绕在耐热瓷体上，并涂有防腐的不燃性涂料保护而成。水泥电阻是线绕电阻



结构

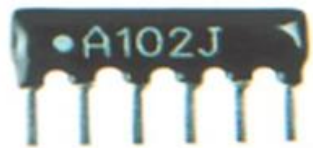
特点：阻值精度极高，噪声小，稳定可靠，耐热性好，体积大，阻值较低。

用途：不能用于高频电路，通常在大功率电路中做负载。

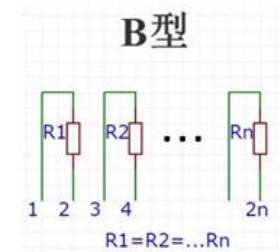


4.网络电阻

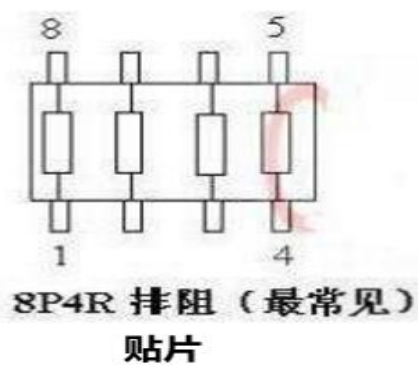
- 网络电阻又称排阻。网络电阻是一种将若干个电阻封装在一起，组合而制成的单列式（SIP）和表面贴装（SMD）



SIP



.....



SMD

电阻按阻。常

5.贴片式电阻

贴片式电阻又称表面安装电阻，是小型电子线路的理想元件

金涂层的连接直接通过有短



1.1.2 常见可变电阻的外形及结构

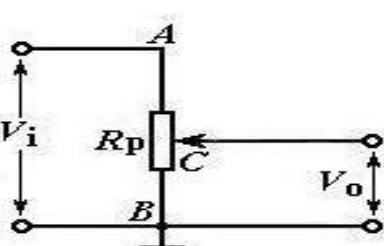
可变电阻按其用途可分为电位器、可调电阻器、合成碳膜电位器、有机实心电位器等。在电子整机中做不同的分类方式可分为线性、对数型和

电位器。在电子整机中做不同的分类方式可分为线性、对数型和

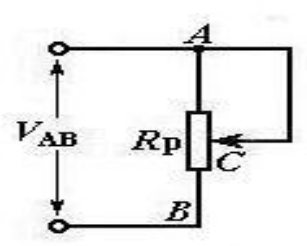


电位器的结构

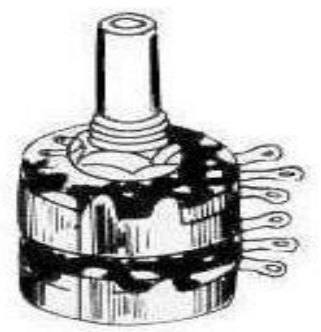
电位器结构：
由外壳、滑动轴、电阻体和3个引出端组成



(a) 电位器



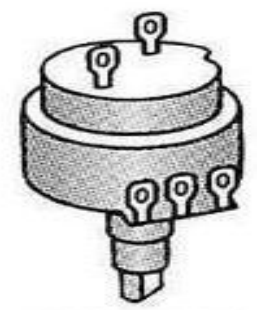
(b) 可调电阻器



(c) 合成碳膜电位器



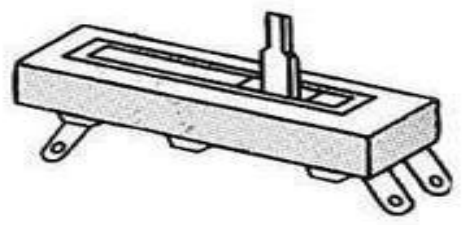
(d) 有机实心电位器



(e) 带开关电位器

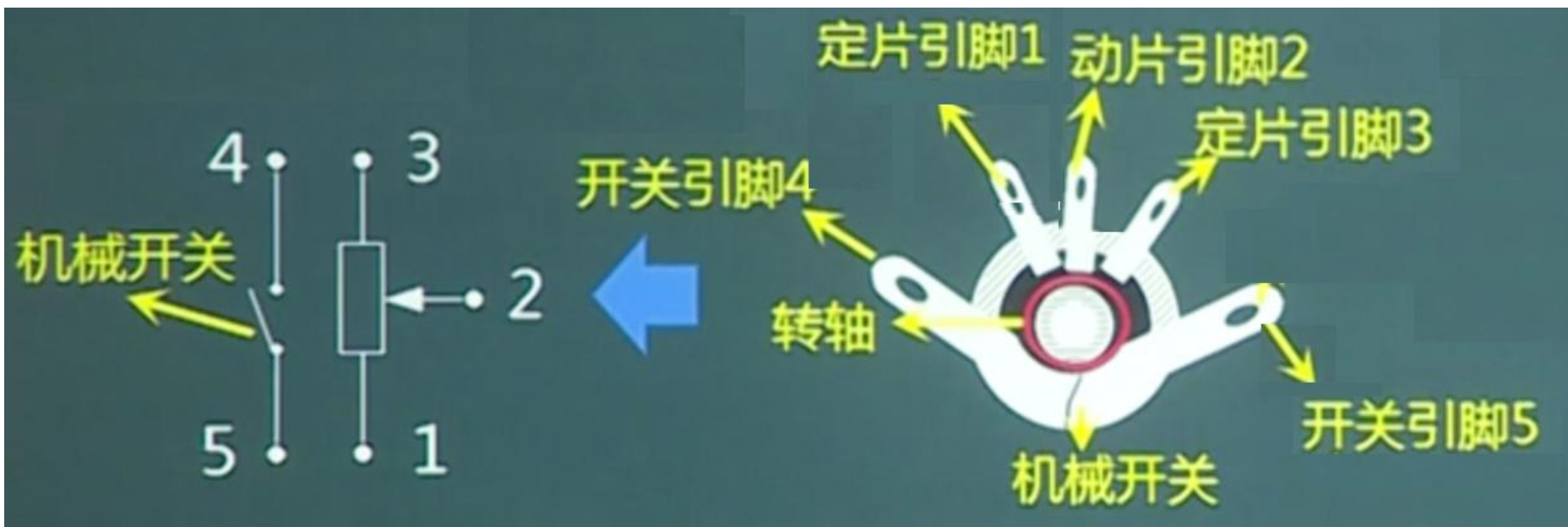


(f) 微调电位器



(g) 直滑式电位器

- ◆带开关电位器是将开关与电位器合为一体
- ◆结构上增加了一个机械开关，旋转转轴可以改变机械开关的开断。
 - 带开关电位器



应用于检测和自动化控制等技术领域。

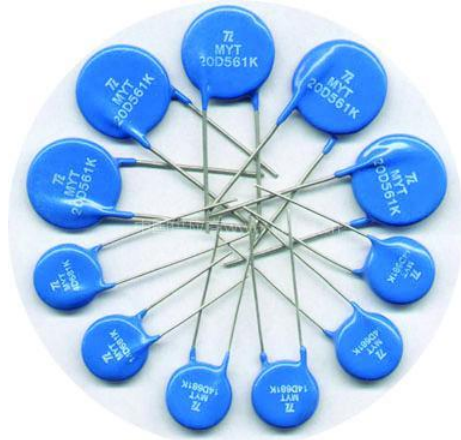
1.1.3 常见敏感电阻的外形特点

热敏电阻(MF\MZ)

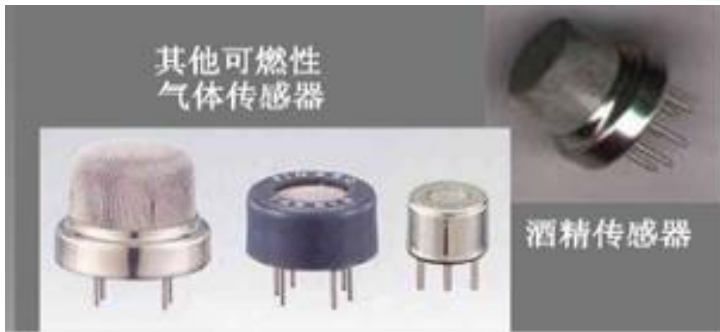


(a) 常见负温度系数 (NTC) 热敏电阻

压敏电阻 (MY)



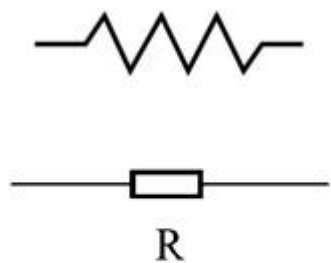
光敏电阻(MG)



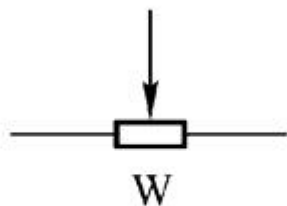
气敏电阻(MQ)

1.2 电阻的识别

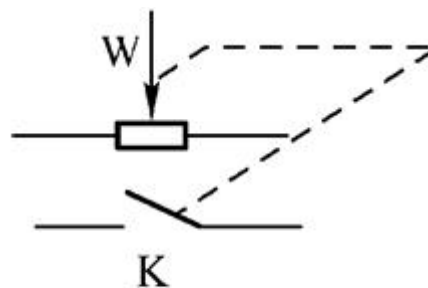
- 在电路原理图中，固定电阻通常用大写英文字母“R”表示，可变电阻通常用大写英文字母“W”表示，排阻通常用大写英文字母“RN”表示。



(a) 固定电阻



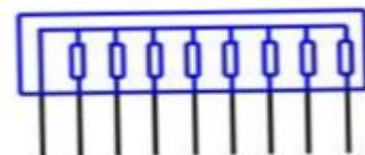
(b) 可变电阻



(c) 带开关电位器



敏感电阻



排阻

1.2.1 电阻的型号命名

根据国标**GB/T2470-1995**，国产电阻（电容器）的型号由五部分组成：

第一部分：用字母表示主称。

如：**R**——表示电阻器；**W**——表示电位器。

第二部分：用字母表示材料。

如：**T**——碳膜；**H**——合成膜；**S**——有机实 芯；**N**——无机实芯；
J——金属膜；**X**——线绕；**Y**——氧化膜；等。

第三部分：用字母或数字表示分类。

如：**X**——小型；**J**——精密；**W**——微型。等等。

第四部分：用数字表示序号。

表1 电阻器的材料、分类代号及其意义

材 料		分 类					
字母 代号	意义	数字 代号	意义		字母 代号	意义	
			电阻器	电位器		电阻器	电位 器
T	碳膜	1	普通	普通	G	高功率	-
H	合成膜	2	普通	普通	T	可调	-
S	有机实芯	3	超高频	-	W	-	微调
N	无机实芯	4	高阻	-	D	-	多圈
J	金属膜	5	高温	-	说明：新型产品的分类根据发展情况予以补充		
Y	金属氧化膜	6	-	-			
C	化学沉积膜	7	精密	精密			
I	玻璃釉膜	8	高压	函数			
X	线绕	9	特殊	特殊			

表2 敏感电阻的材料、分类代号及其意义

材 料		分 类			
字母 代号	意 义	数字 代号	意 义		
			温度	光敏	压敏
F	负温度系数热敏	1	普通	-	碳化硅
Z	正温度系数热敏	2	稳压	-	氧化锌
G	光敏	3	微波	-	氧化锌
Y	压敏	4	旁热	可见光	-
S	湿敏	5	测温	可见光	-
C	磁敏	6	微波	可见光	-
L	力敏	7	测量	-	-
Q	气敏	8	-	-	-

1.2.2 电阻的主要技术指标

1.标称阻值:标称在电阻器上的电阻值称为标称值,单位: Ω , $k\Omega$, $M\Omega$, $G\Omega$, $T\Omega$ 。

◆ 标称电阻值系列有E6、E12、E24、E48、E96、E192系列。

标称值系列	允许偏差	电阻器、电位器、电容器标称							
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0
E24	I级 ($\pm 5\%$)	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3
		4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9
E12	II级 ($\pm 10\%$)	4.7	5.6	6.8	8.2	—	—	—	—
		1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	—	—
E6	III级 ($\pm 20\%$)	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	—	—

注: 上表中数值乘以 10^n (其中n为整数) 即为系列阻值。

1.2.2 电阻的主要技术指标

2. 允许误差:电阻器的实际阻值对于标称值的最大允许偏差范围称为允许误差。

◆ 常见的误差范围: 精密电阻 (0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5%, 0.25%, 1%, 2%等), 普通电阻 (5%, 10%, 20% 等)

◆ 误差代码: **F、G、J、K...**




允许误差 (%)	±0.001	±0.002	±0.005	±0.01	±0.02	±0.05	±0.1
等级符号	E	X	Y	H	U	W	B
允许误差 (%)	±0.2	±0.5	±1	±2	±5	±10	±20
等级符号	C	D	F	G	J (I)	K (II)	M (III)

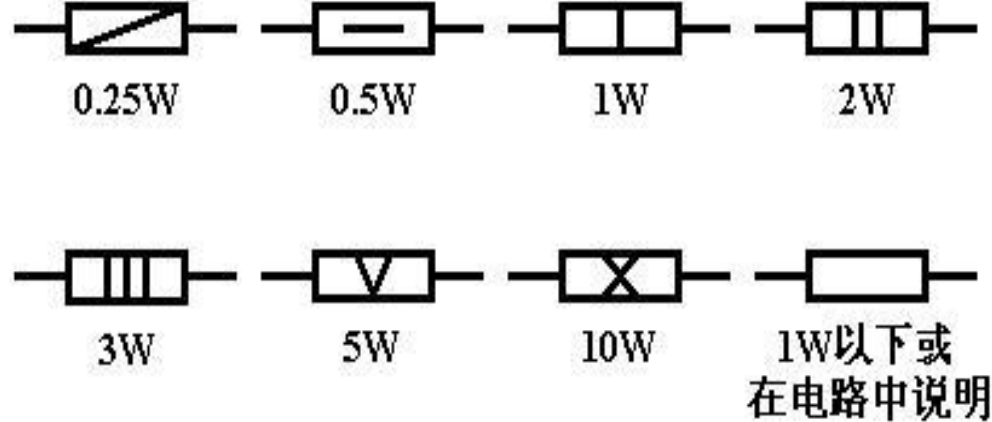
1.2.2 电阻的主要技术指标

3. 额定功率:

指在规定的环境温度下,假设周围空气不流通,在长期连续工作而不损坏或基本不改变电阻器性能的情况下,电阻器上允许的消耗功率。

◆ 电阻的额定功率与体积大小有关,电阻器的体积越大,额定功率越大。

◆ 常见的有1/16W、、、、、2W、5W、10W



其他主要参数:

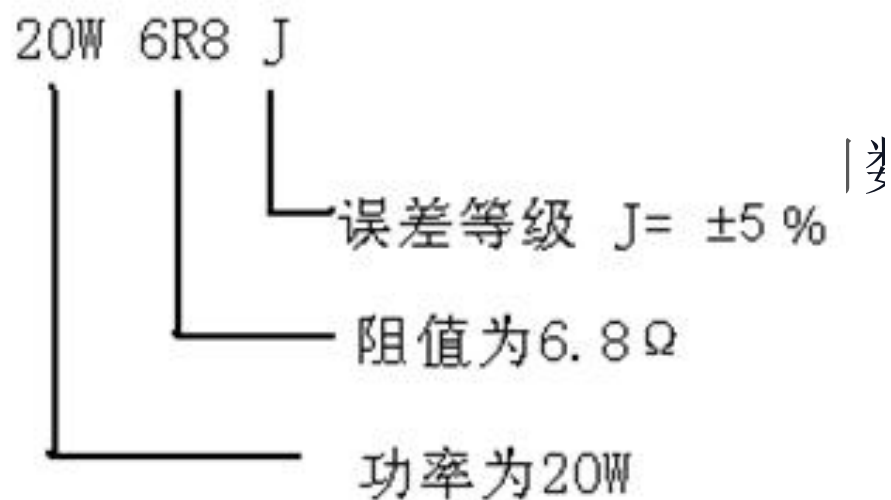
4. 温度系数

5. 噪声

6. 最高工作电压等

1.2.3 电阻的标识方法

例如：电阻体上标注 20W6R8J



●2.文字符号法

文字符号法就是将电阻的标称值和误差用数字和文字符号按一定的规律组合标识在电阻体上。

◆ 误差未标注为+20%

RJ71-0.125-5k1-II

允许误差±10%

标称阻值(5.1kΩ)

额定功率 1/8W

型号

千欧 ($10^3\Omega$) 用k表示, 兆欧

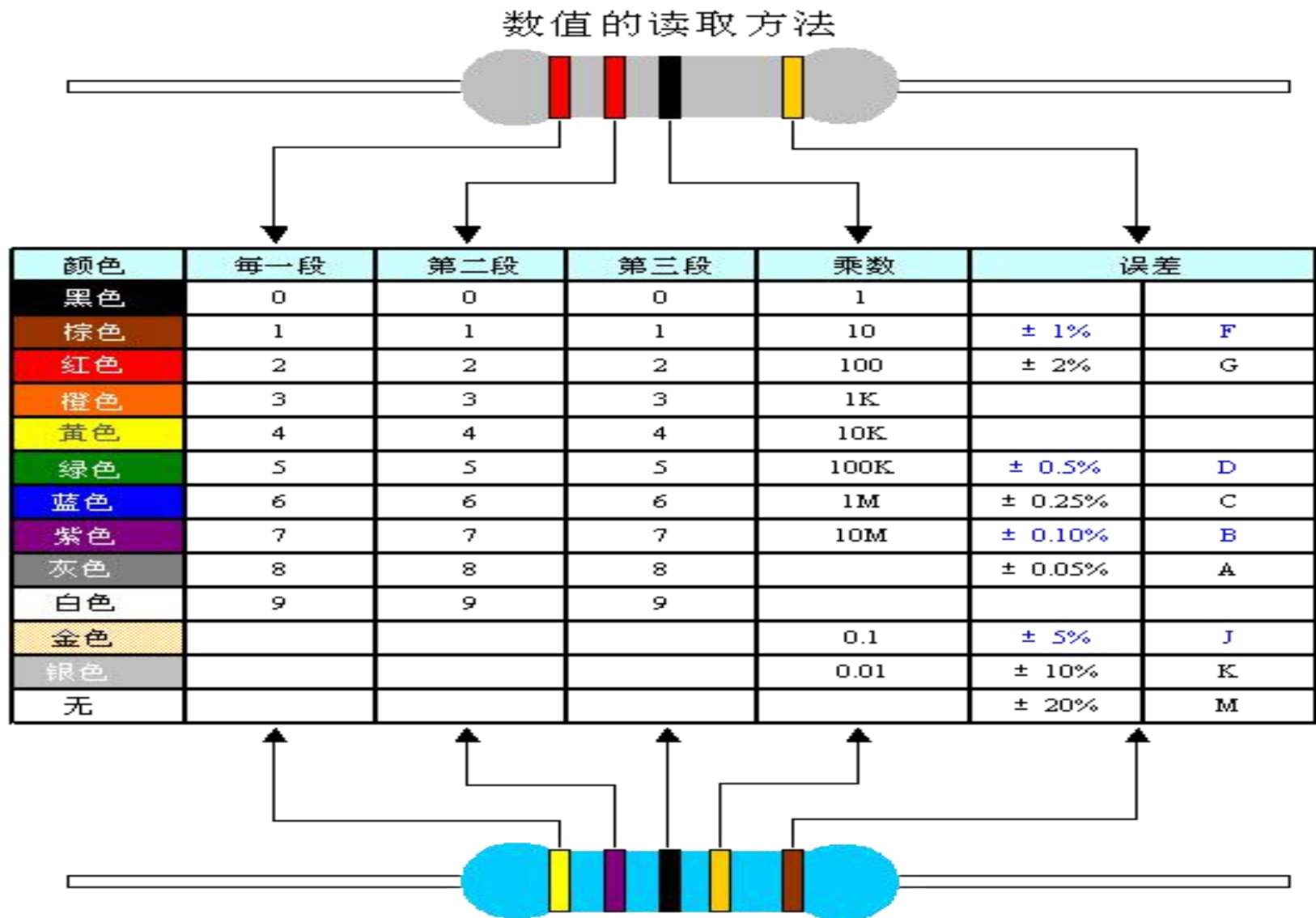
用G表示, 太欧 ($10^{12}\Omega$) 用T表

在单位标志后



3. 色环法

- ◆ 四环法、五环法、六环法（同五环，最后一环为温度系数）
- ◆ 首环距离本体一端较近
- ◆ 末环即误差环距离前几环距离较大
- ◆ 金色、银色一般不会用作首环



- ◆ 从左至右，前两位表示有效数字，第三位表示 10^n ，(n=0-4)

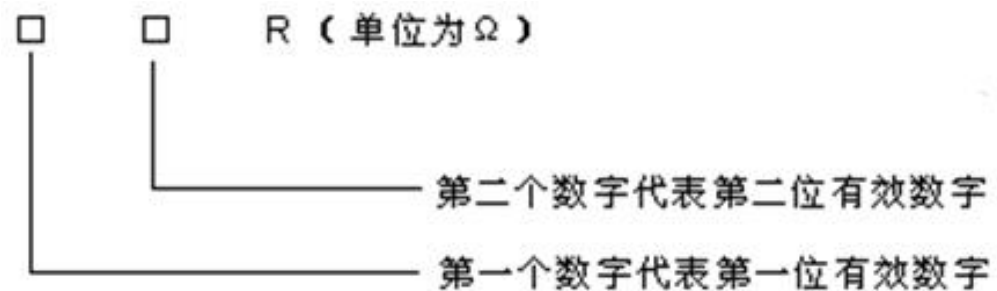
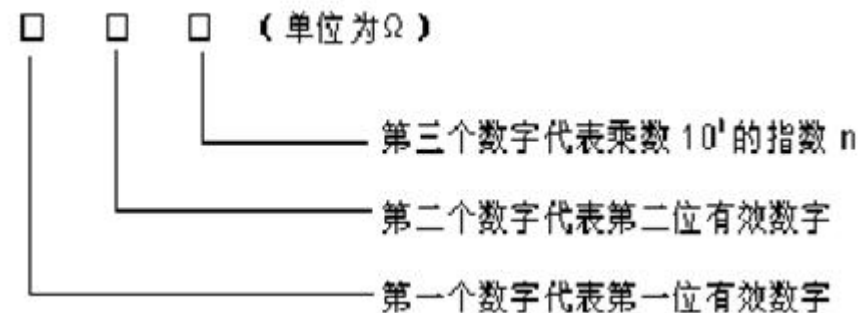
数码表示法

(1) 三位数字标注法

- ◆ 标志是0或000的电阻，表示是跳线阻值为0欧。
- ◆ 数码法的默认单位为欧姆。
- ◆ 数码法用字母表示元件的误差等级，标注方法与文字符号法相同。
- ◆ 片状元件多用数码法表示。

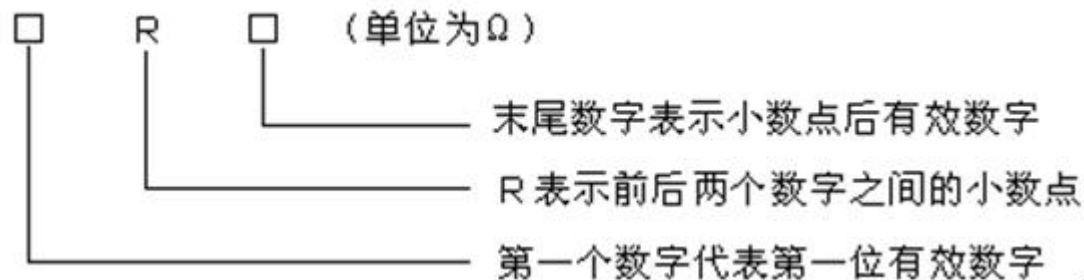
(2) 二位数字后加R标注法

标注为“51R”的电阻其电阻值为51 Ω



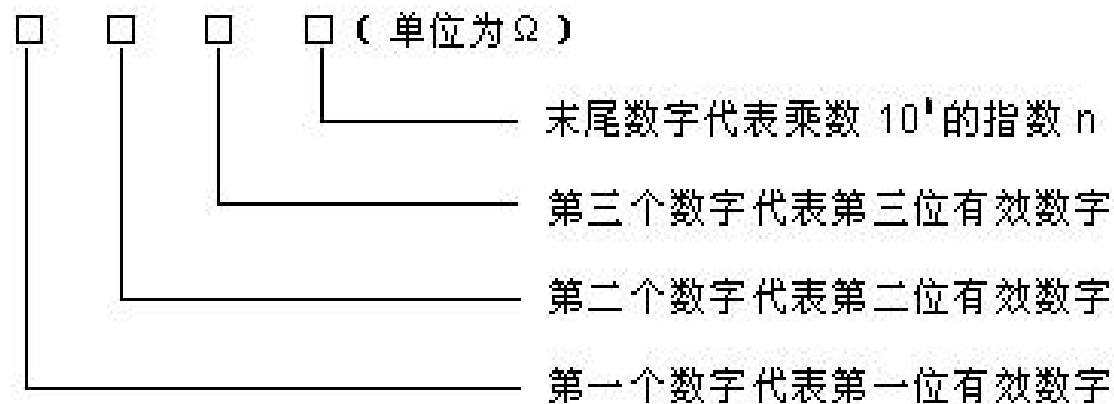
(3) 二位数字中间加R标注法

标注为9R1的电阻其阻值为9.1



(4) 四位数字标注法

标注为5232 的电阻其阻值为 $523 \times 10^2 = 52.3 \text{ K}\Omega$



1.3 电阻的检测

1. 指针式万用表测电阻

(1) 万用表选择合适的档位

为了提高测量精度，应根据**电阻**标称值（**电流、电压**）的大小来选择档位。应使指针的指示值尽可能落到刻度起始的**20% ~ 80%**弧度范围内）。**量程太大和太小**



(2) 万用表欧姆校零

采用指针式万用表检测，还需要执行将表针**校（调）零**这一关键步骤，方法是将万用表置于某一欧姆挡后，红、黑表笔短接，调整微调旋钮，使万用表指针指向零。注意！**每选择一次量程，都要**



(a) 调零前状态



(b) 调零后状态

(3) 用万用表测量与读数

将两表笔分别与电阻的两端引脚相接即可(不分正负)，测出实际电阻值。
测量时，待表

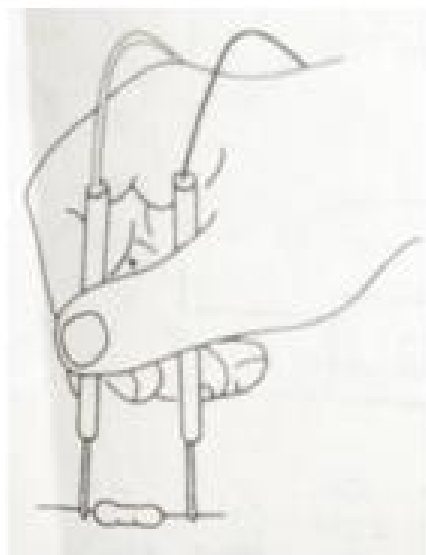


(a) 小阻值电阻测量



(b) 大阻值电阻测量

◆手不要同时触及电阻两端引脚



(a) 正确



(b) 错误



- 2. 数字式万用表测
- 用数字式万用表测E
红表笔插入“vΩ”插
- 万用表的挡位开关转
调至“ON”位置），
显示屏即可显示出被



佳确。

打开
波测电

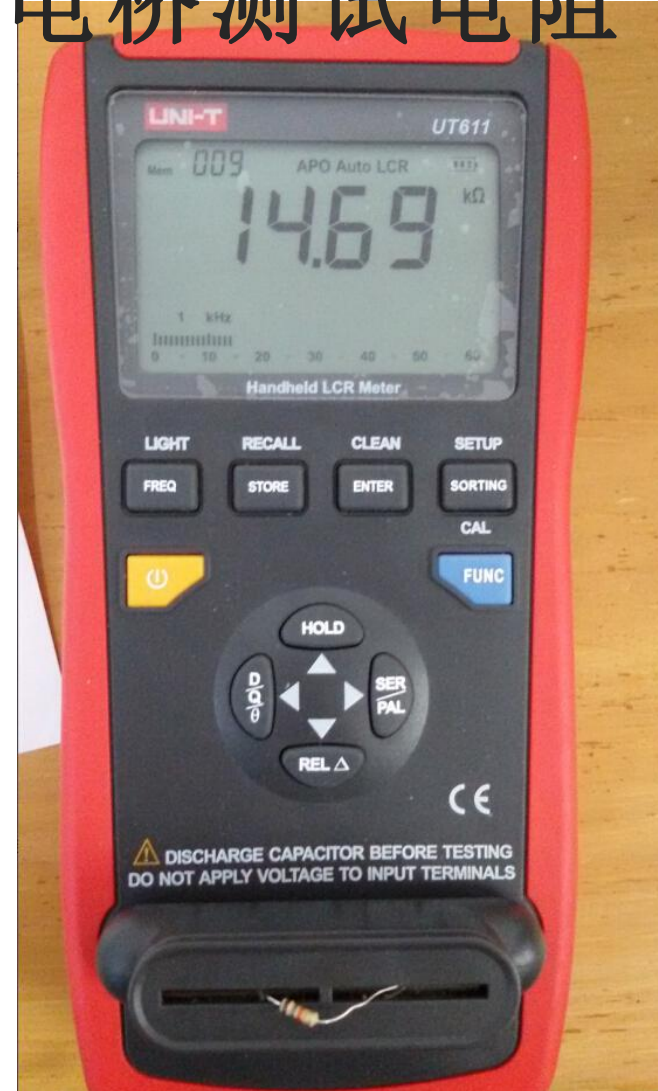


番座，

开关
表的

- 数字式万用表测电阻一般**无须调零**，可直接测量。
- 如果电阻值**超过所选挡位值**，则万用表显示屏的左端会显示“**1**”，这时应将开关转至较高档位上。
- 当测量电阻值超过**1 MΩ**以上时，显示的读数需几秒钟才会稳定，这是用数字式万用表测量时出现的正常现象，这种现象在**测高电阻值**时经常出现。
- 当输入端开路时，万用表则显示过载情形。另外，测量在线电阻时，要确认被测电路所有电源已关断及所有电容都已完全放电时才可进行。

3. LCR电桥测试电阻

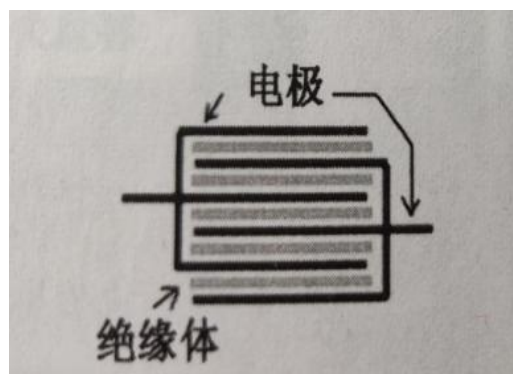


二、电容器

- 1. 电容器分类**
- 2. 电容器识别**
- 3. 电容器的检测**

二、电容器

◆ 电容器是由**两个平行极板**（导体）及它们之间的**绝缘材料**组成。



◆ 电容具有**存储电能**的元件，具有**充放电特性**和**通交流、隔直流**的能力。

◆ 主要用于电源滤波、信号滤波、信号耦合、旁路、调谐等电路中。

2.1 电容的分类

- ◆固定电容器
- ◆可变电容器
- ◆微调电容器

2.1.1 不同绝缘介质电容器特点

1、有机介质电容器

纸介电容器（型号：CZ）



金属化纸介电容器（型号：CJ1）



有机薄膜电容器



包括，涤纶电容、聚乙烯电容，聚苯乙烯，聚丙烯电容，聚碳酸酯电容等。

? 干和介质由容哭

陶瓷电容器



陶瓷电容



片陶瓷电容...

云母电容器 (型号: CY)



云母电容

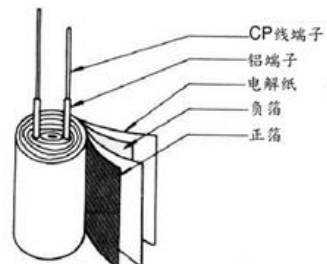
玻璃釉电容器



3、电解电容器 (型号: CD)



铝电解电容



铝电解电容



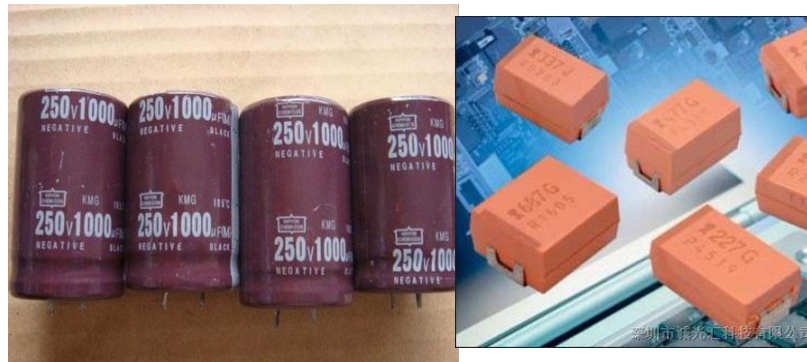
贴片电解电容

钽电解电容器 (型号: CA)



钽电容

铌电解电容

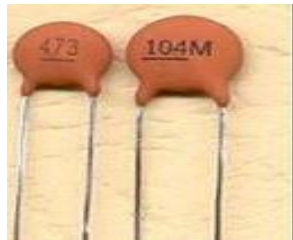


收音机中的固定电容



C4 (220uf) :
C2 (10uf) :
C5、C8 (4.7uf) :
C9 (1uf) :

电解电容



C6、C7、C10、C11 (0.022uf) :
C12 (2200pf) :

瓷片电容



C3 (0.01uf) :

涤纶电容

2.1.2 可调电容的

1. 单联可变电容

单联可变电容由两组平行的铜或铝金属片，另一组固定在转轴上，是可以转动的（动片）。



（定片），

2. 双联可变电容

双联可变电容是由两个单联可变电容的动片连接在同一转轴上。



两组定片和两组动片，容量同步调节。

2.1.3 微调电容的外形及特点

微调电容又叫半可调电容，用于频率的准确调节的很准。



(a) 通孔式

并可固定下来。可用微调电容将频率



(b) 贴片式

2.2 电容的识别

◆ 在电路原理图中电容用字母 “C”表示。

◆ 常用电容在电路原理图中的符号如图所示。

◆ 电容量大小的基本单位是法拉（F），简称法。常用单位还有毫法（mF）、

微
 ● 1₁     

● 1₁ (a) 普通电容 = (b) 电解电容 9m (c) 可变电容 (d) 微调电容 (e) 双联可变电容

换算 = 1C

2.2.1 电容的型号命名法

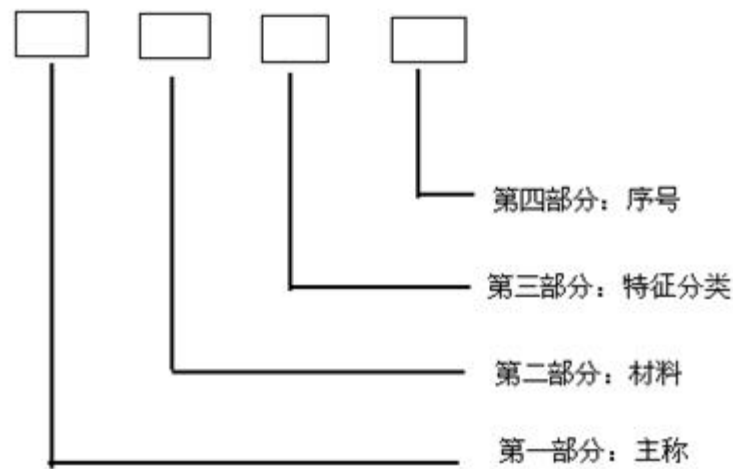
- 各国电容器的型号命名很不统一，国内电容器(方法同电阻)的型号命名一般由四部分组成

● 示例：

● (1) CD-11：铝电解电

● (2) CC1-1：圆片形

● (3) CZJX：纸介金属



2.2.2 电容的主要技术指标

1. 额定电压（耐压）：电容的耐压指在允许环境温度范围内，电容长期连续可靠工作而不被击穿时的**最大直流电压**。一般取实际工作电压的**1.5-2倍**。交流电路中应计算交流电路中电容两端电压的**峰值**，并考虑一定的余量。

◆常用固定式电容的直流工作电压系列为：**6.3V，10V，16V，25V，40V，63V，100V，160V，250V，400V，500V，630V，1000V**等。

◆	字母	A	B	C	D	E	
➤	耐压值 (V)	1.0	1.25	1.6	2.0	2.5	
➤	字母	F	G	H	J	K	Z
➤	耐压值 (V)	3.15	4.0	5.8	6.3	8.0	9.0

表示数值，单位是V。例如**2A**表示 $10^2 \times 1.0 = 100V$ **2B**表示耐压值为

2.2.2 电容的主要技术指标

2. 允许误差等级：电容的允许误差等级是电容的标称容量与实际电容量的最大允许偏差范围。常用的有±2%，±5%，±10%，±20%等几种。

➤ 通常电容器容量偏差都比较大，多在±5%以上，电解电容介质易损耗，容量误差大，有的误差允许达（-20%，100%）。容量越小，允许偏差越小。

➤ 误差表示：D=±0.5%，F=±1%，G=±2%，J=±5%，K=±10%，M=±20%，N=±30%

3. 标称电容量：电容的标称容量指标示在电容表面的电容量。E6、E12、E24，多个支路电容可串联、并联和混联使用。

➤ 电容串联时耐压值增加，容量减小。 $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$

2.2.3 电容的表示方法

- 1.直标法

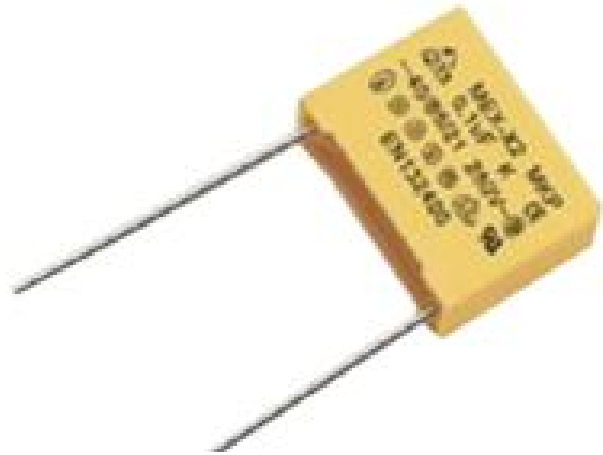
- 直标法是将电容的标称容量、耐压及偏差直接标在电容体上。例如：

4700 μ F 25V。若是零点零几，常把整数位的“0”省去，如.01 μ F 表示

0.01 μ F

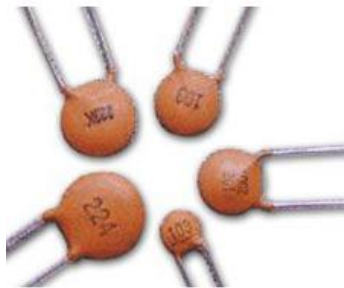
- 没有标注

- 电容器符号



2. 数字表示法

数字表示法是只标数字不标单位的直接表示法。采用此种方法的仅限于单位为pF和uF两种，一般无极性电容默认单位为pF，电解电容默认单位为uF。



3. 数码表示法

4. 色码表示法

- 色码表示法与电阻器的色环表示法类似，颜色涂于电容器的一端或从顶端向引线排列。色码一般只有三种数字，第三环为倍率，容量单位为pF。



5. 字母数字混合



- 字母数字混合表示法用2~4位数字和一个字母表示标称容量，其中数字表示有效数值，字母表示数值的单位。字母有时既表示单位也表示小数点。

● 2.2.4d 电容的极性识别

有极性电容一般为铝电解电容和钽电解电容。

1. 通孔式（插针式）极性电容的识别



若引线
，钽电



2.3 电容器的检测

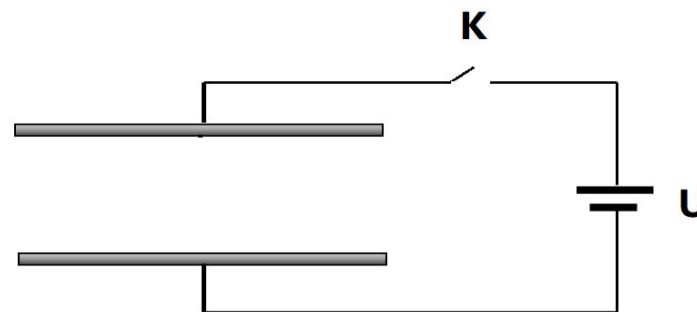
2.3.1 LCR电桥测试电容



2.3 电容器的检测

2.3.2 指针式万用表测试电容的可充放电特性

将指针万用表的红、黑表笔接电容两极，万用表指针应向右摆动一定角度，然后逐渐向左返回零刻度位置。说明电容具有可充放电特性



$$\tau = RC$$

选择R*1K档

2.3 电容器的检测

普通固定电容器检测时，针对不同容量选用合适的量程。

(1) 容量在 $0.01\mu\text{F}$ 以上固定电容的检测

将指针式万用表调至 $R \times 1\text{K}$ 欧姆挡，并进行欧姆调零，然后，观察万用表指示电阻值的变化。

- ◆ 若表笔接通瞬间，万用表的指针应向右微小摆动，然后又回到无穷大处，调换表笔后，再次测量，指针也应该向右摆动后返回无穷大处，可以判断该电容正常；

(2) 容量小于 $0.01\mu\text{F}$ 的固定电容的检测

检测 10pF 以下的小电容
能检查其是否有漏电、内部短

测量时选用万用表 $R\times 1$
阻值应为无穷大。如果阻值很
坏或内部击穿。



小，用万用表进行测量，只

分别任意接电容的两个引脚，
，可以判定该电容漏电损

- ◆ 测量前应让电容充分放电，即将电解电容的两根引脚短路，把电容内的残余电荷放掉。电容大的多。
- ◆ 将指针万用表的红表笔接电容负极，黑表笔接电容正极。在刚接通的瞬间，万用表指针应向右偏转较大角度，然后逐渐向左返回，直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向绝缘电阻，一般应在几百千欧姆以上；
- ◆ 调换红黑表笔，指针重复前边现象，最后指示的阻值是电调换表笔测量电容的反向绝缘电阻，应略小于正向绝缘电阻。



2.3.3 数字式万用表检测电容

数字万用表测量电容的电容量，并不是所有电容都可测量，要依据数字万用表的测量档位来确定。

用数字万用表测量档，根据电容量的大小选直接插到测试孔内或两表上将直接显示待测电容



数字万用表置于电容档后，将待测电容插入数字万用表的显示屏

三. 电感器

电感器，简称电感，是将电能转换为磁能并储存起来的元件。用绝缘导线（例如漆包线、纱包线、塑皮线等）在绝缘骨架或磁心、铁芯上单层或多层绕制而成的一组串联同轴线匝。

➤特性：通直流，阻交流

➤作用：用于扼流、滤波、耦合、变压、调谐选频、传送信号等

➤电感的结构：电感器一般由骨架、绕组、屏蔽罩、封装材料、磁心或铁心等组成

3.1 电感的分类

1: 按工作频率分类

高频电感器、中频电感器和低频电感器。

2: 按用途分类

振荡电感器、校正电感器、显像管偏转电感器、阻流电感器、滤波电感器、隔离电感器、被偿电感器等

3: 按结构分类

线绕式电感器和非线绕式电感器，还可分为固定式电感器和可调式电感器

常见电感器



空心单层线圈



空心多层线圈



磁环线圈



铁芯线圈



色环电感



工字电感



可调电感



贴片电感



工字贴片电感



可调贴片电感

3.2 电感的识别

在电路原理图中，电感常用符号“L”或“T”表示，不同类型的电感在电路原理

中通常采用不同的符号来表示

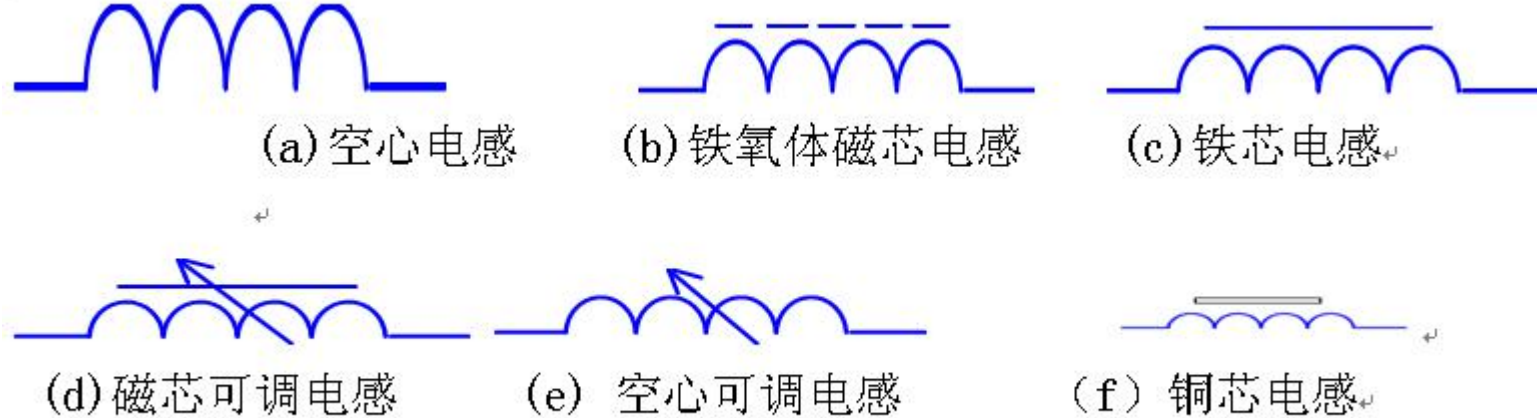


图 3.20 不同类型的电感符号

电感量的基本单位是亨利(H)，简称亨，常用单位有毫亨 (mH)、微亨 (μH)

和纳亨 (nH)。他们之间的换算关系为 $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}=10^9\text{nH}$ 。

3.2.1 电感器的主要技术指标

1. 电感量

也称自感系数，表示电感的自感应能力。

- 是线圈本身的固有特性。主要取决于线圈的匝数,几何尺寸、绕制方法有无磁心（铁芯）、磁心的导磁率等,与通过线圈电流大小无关。
- 电感量越大，产生感应电动势越大，储存磁场能力越强。

2.品质因数Q

电感的品质因数Q是线圈质量的一个重要参数，它表示在某一工作频率下，

3.2.1 电感器的主要技术指标

3. 允许误差

实际电感量相对于标称值的最大允许偏差范围称为允许误差

4. 分布电容

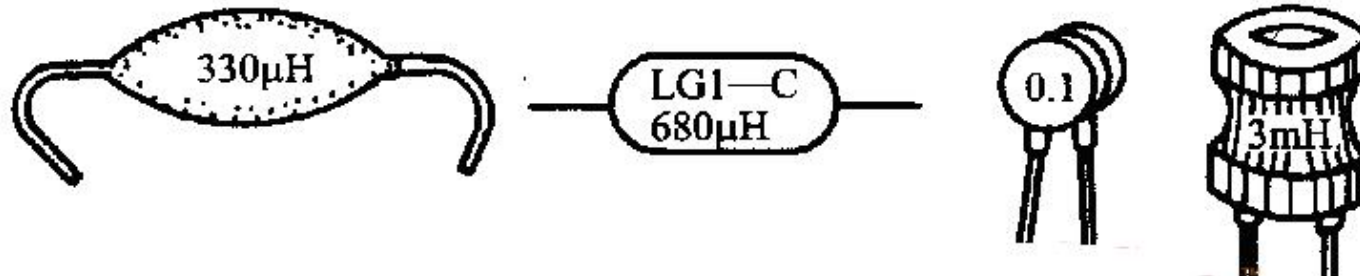
线圈匝与匝之间、线圈与屏蔽罩之间，线圈与地之间，存在寄生电容，使Q值变小，稳定性变差。

5. 额定电流：线圈中允许通过的最大直流电流值。

3.2.2 电感的表示方法

1. 直标法

允许误差 (%)	±0.001	±0.002	±0.005	±0.01	±0.02	±0.05	±0.1	±0.25
等级符号	Y	X	E	L	P	W	B	C
允许误差 (%)	±0.5	±1	±2	±5	±10	±20	±30	
等级符号	D	F	G	J	K	M	N	



2. 文字符号法

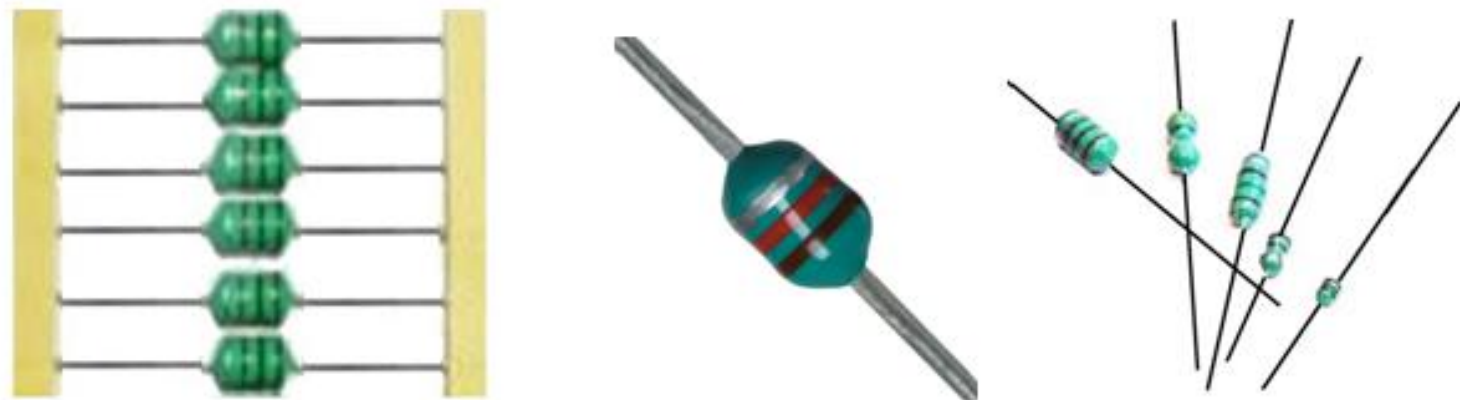
- 文字符号法是将电感的标称值和偏差值用数字和文字符号法按一定的规律组合标示在电感体上。采用文字符号法表示的电感通常是一些小功率电感，单位通常为nH或 μH 。用 μH 做单位时，“R”表示小数点；用“nH”做单位时，“N”表示小

- 允许误差与直标



3. 色标法

- 色标法是在电感表面涂上不同的色环来代表电感量（与电阻类似），通常用**三个或四个色环表示**。识别色环时，紧靠电感体一端的色环为第一环，露出电感体本色较多的另一端为末环，末环代表允许误差。注意：用这种方法读出的色环电感量，**默认单位为微亨（ μH ）**。



4. 数码表示法

- 数码表示法是用三位数字来表示电感量的方法，常用于贴片电感上。

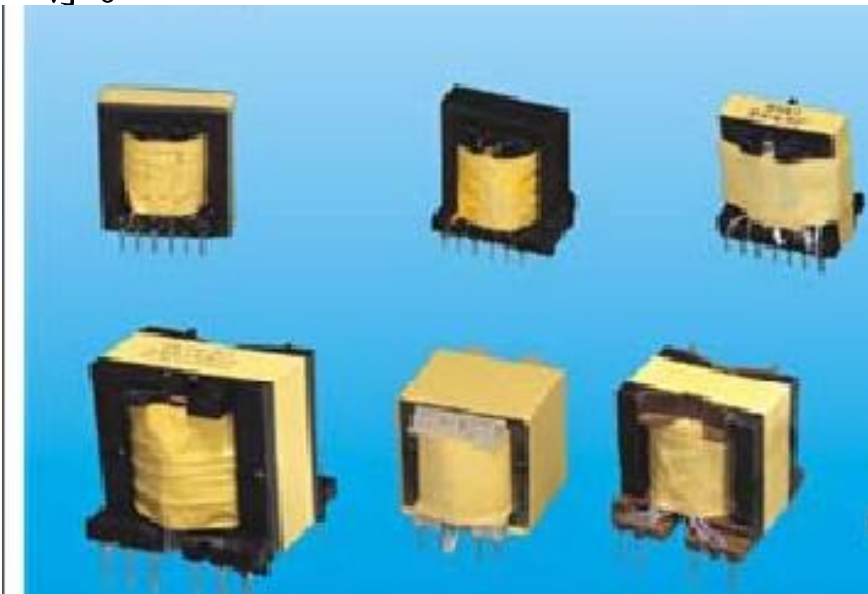


三位数字中，从左至右的第一、第二位为有效数字，第三位数字表示有效数字后面所加“0”的个数。注意：用这种方法读出的色环电感量，默认单位为微亨（ μH ）。如果电感量中有小数点，则用“R”表示，并占一位有效数字。

例如，标三位“330”的电感为 $33 \times 10^0 = 33 \mu\text{H}$

3.2.3 变压器 (T)

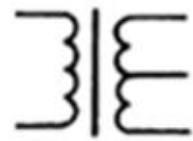
变压器是利用电磁感应原理来改变交流电压的装置，由初级线圈（一次绕组）、次级线圈（二次绕组）和铁芯（或磁心）构成。用来从一个电路向另一个电路传递电能或传输信号，作用是为电压变换、电流变换、信号传输、阻抗匹配等。



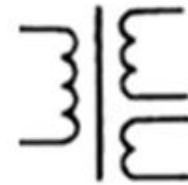
铁氧体磁心变压器



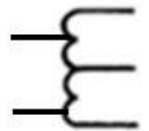
铁氧体磁心微调变压器



双绕组抽头变压器



三绕组变压器

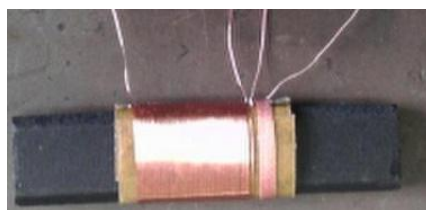


自耦变压器

收音机中的电感器

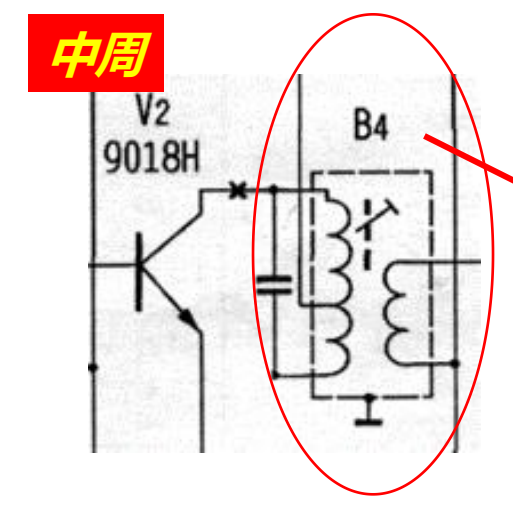
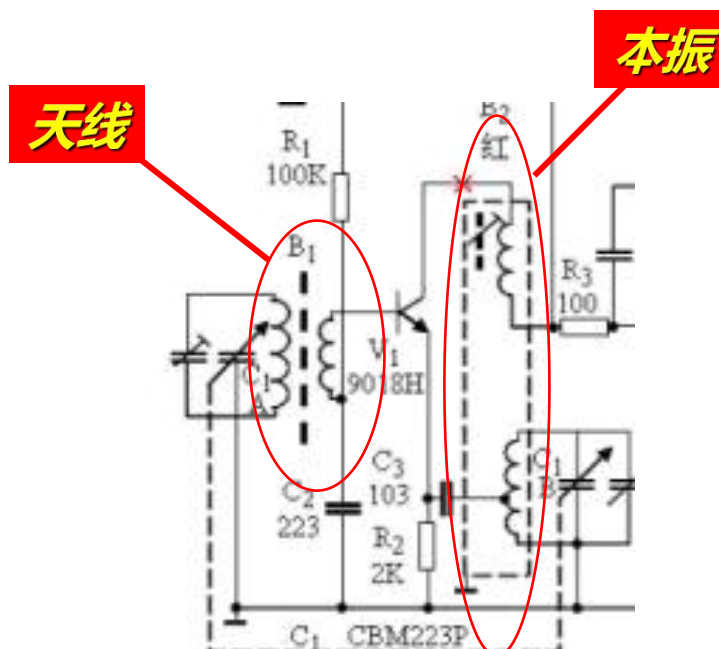
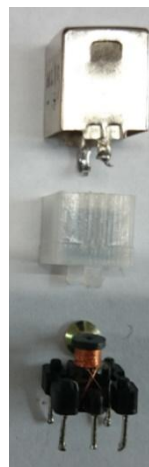
1、高频变压器——磁棒天线、磁芯。

用于收音机的调谐电路。



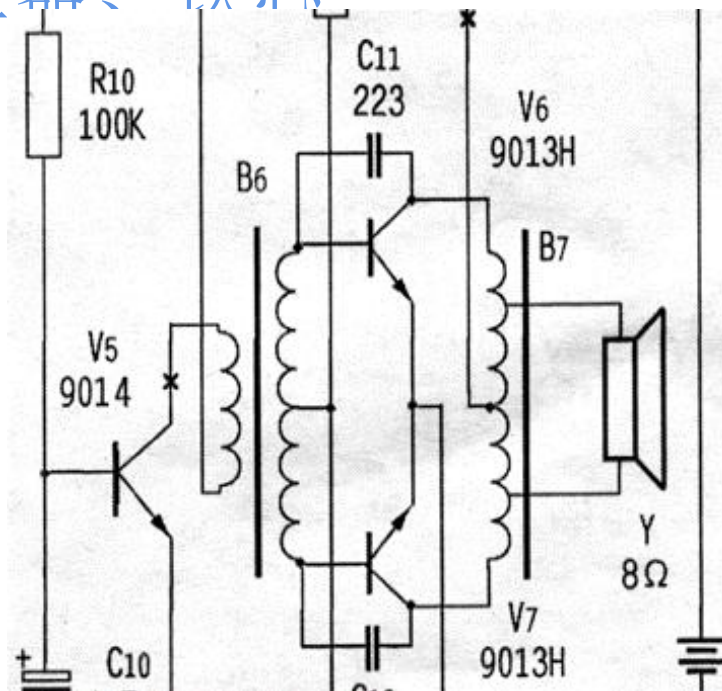
2、中频变压器——中周及本振、磁芯。

超外差收音机的中频负载，与电容匹配组成调谐回路。



3、低频变压器——音频变压器、铁芯

包括输入、输出变压器。
耦合及匹



放大器电路中做

3.2.3 变压器的主要技术指标

◆ 变压器的主要技术指标较多，常用的有以下几种：

➤ 1. 变压比是变压器初级电压与次级电压的比值。

➤ 2. 额定功率

额定功率是变压器在指定频率和电压下能长期连续工作，而不超过规定温升时次级输出的功率，用伏安表示，习惯称瓦或千瓦。

➤ 3. 效率

效率是输出功率与输入功率之比。一般变压器的效率与设计参数、材料、制造工艺及功率有关。

➤ 4. 空载电流

变压器在工作电压下次级空载或开路时，初级线圈流过的电流称为空载电流。一般不超过额定电流的10%。

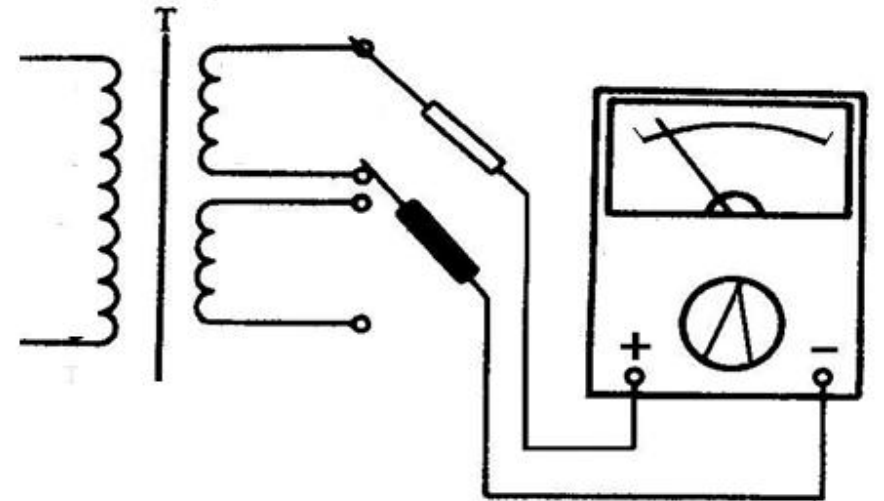
➤ 5. 绝缘电阻

3.4 检测电感器和变压器质量

1. 通过测量绕组的直流电阻初步判断电感器的故障

用万用表电阻档测量电感器，变压器绕组的通断及电阻的大小与电感线圈所用的漆包线线径、绕制圈数有关，越大。

- 将万用表调至 $R \times 1\Omega$ 或 $R \times 10\Omega$ 档，红黑表笔接任一绕组
- 若测得绕组的直流电阻是无穷大，则说该绕组内部导线的阻值可能会不固定，变化范围大且测量结果时大时小。
- 若已知绕组的正常直流电阻值，而测得电阻值比该绕组正常直流电阻值小得多，说明绕组有严重匝间短路。

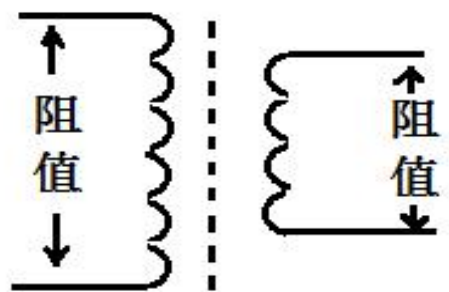


正常情况下各绕组间、绕组与铁心间、绕组与屏蔽层间的绝缘电阻都应是无限大。

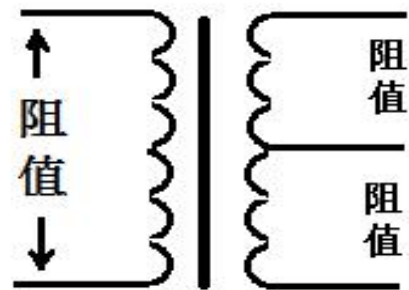
◆ 电感线圈的电感量 L 、 Q 值等参数可用电感测量仪、万用电桥和 Q 表进行测量。

电感器（中周、本振、变压器、天线线圈）

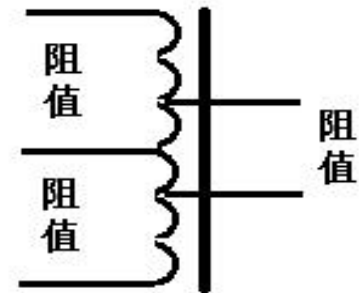
通过测量电感器每侧线圈引脚之间的电阻来判断线圈的通断，画出电感器线圈示意图（参见原理图），并将阻值标记在线圈之间，中周与本振各引脚与金属外壳之间的电阻应为 ∞ 。



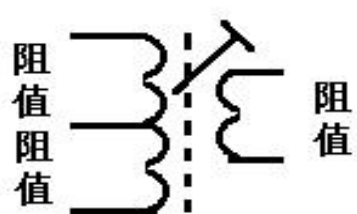
天线线圈



输入变压器



输出变压器



本振（红芯）



中周（黑芯）



中周（绿芯）

四、二极管

半导体器件概述

- ◆导电性介于良导体与绝缘体之间的物质称为半导体，典型的半导体材料有锗、硅、硒及大多数的金属氧化物。将半导体材料经过特殊加工后可制成导电性可控的P型半导体和N型半导体，利用这些半导体制成的具有特定功能的电子器件称为半导体器件，有时也称为半导体分立器件。
- ◆半导体器件种类繁多，产品层出不穷，查阅最新产品建议直接登录企业官网，学习阶段查询主要参数建议查询国内相关技术网站。国内主要网站如下：
 - 21ic器件搜索网：<http://www.21icsearch.com>
 - 大众电子网（中国家电维修联盟）：<http://www.chinadz.com/>
 - 中国ic网：<http://www.ic37.com>
 - 集成电路查询网：<http://www.datasheet5.com>

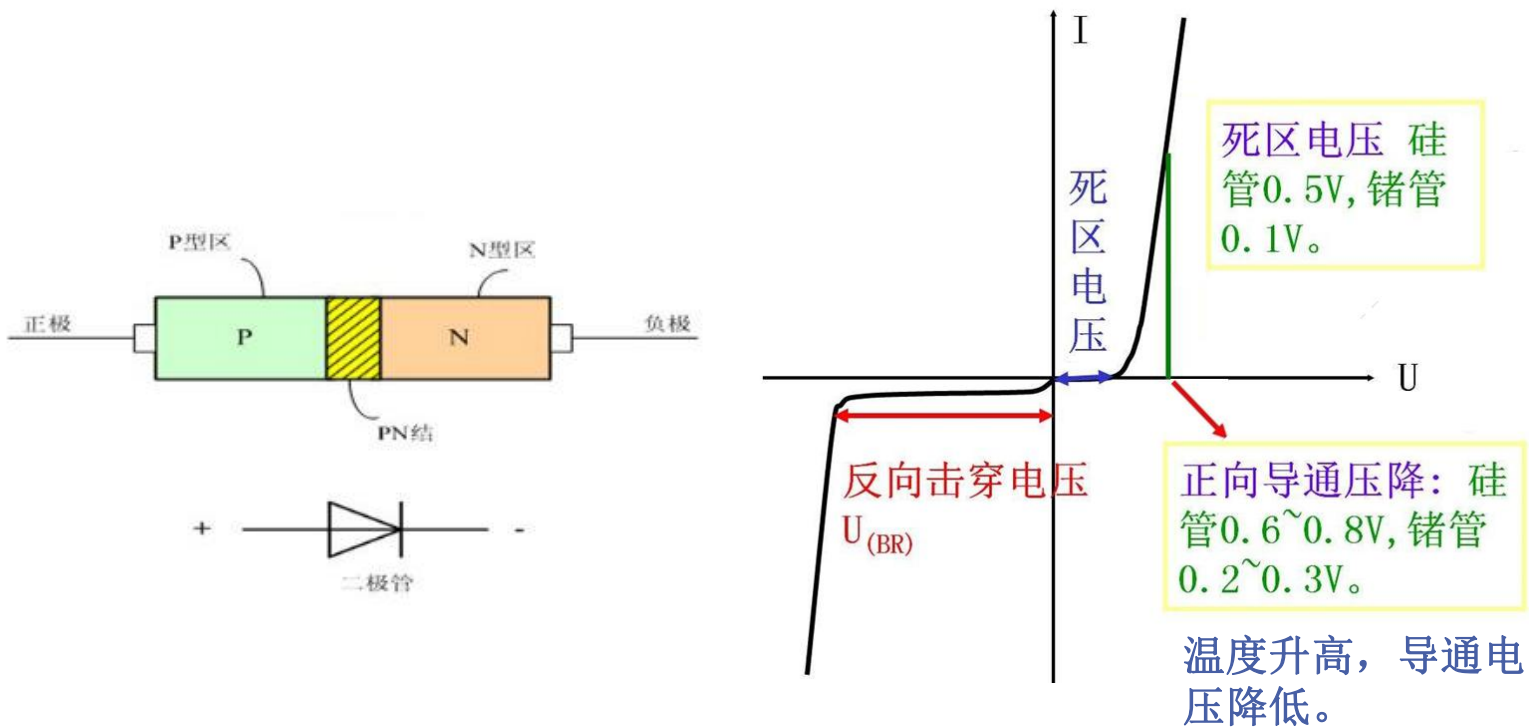
半导体器件命名（国家标准GB249-2017）

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
阿拉伯数字	汉语拼音字母	汉语拼音字母	阿拉伯数字	汉语拼音字母
电极数	材料和极性	器件类别	登记顺序号	规格号
2-二极管	A-N型锗材料 B-P型锗材料 C-N型硅材料 D-P型硅材料	P-小信号管、H-混频管、V-检波管 W-电压调整管和电压基准管、 C-变容管、Z-整流管、L-整流堆、 K-开关管、S-隧道管、N-噪声管、 F-限幅管、 X-低频小功率晶体管 ($f_a < 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)、 G-高频小功率晶体管 ($f_a \geq 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)、 D-低频大功率晶体管 ($f_a < 3\text{MHz}$, $P_c \geq 1\text{W}$)、 A-高频大功率晶体管 ($f_a \geq 3\text{MHz}$, $P_c \geq 1\text{W}$)、 T-闸流管)、Y-体效应器件、B-雪崩管、 CS-场效应管、BT-特殊晶体管、FH-复合管、GF-发光二极管、GD-光电二极管…….		
3-三极管	A-PNP型锗材料 B-NPN型锗材料 C-PNP型硅材料 D-NPN型硅材料			

2CP—N型硅材料二极管；2AP--N型锗材料二极管；2CZ---N型硅材料整流二极管；
3AD50C：PNP型锗材料低频大功率三极管；**3DG201B**：NPN型硅材料高频小功率三极管

二极管

二极管是具有**单向导电**性能的半导体器件，传统的制作材料是硅、锗以及镓砷磷化合物。一般由在电路中做整流、检波、稳压、钳位等用途。



二极管的特性



实物图片

● 4.1 二极管的分类

按半导体材料：锗二极管、硅二极管、砷化镓二极管；

按结构工艺：点接触型二极管、面接触型二极管、平面型

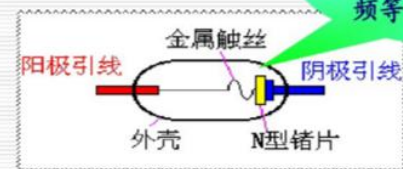
按用途：整流二极管、开关二极管、稳压二极管、检波二

极管、发光二极管、钳位二极管等；

按频率：普通二极管、快恢复二极管等；

按引脚结构：有二引线型、圆柱型（玻封或塑封）和小型
、塑封型。

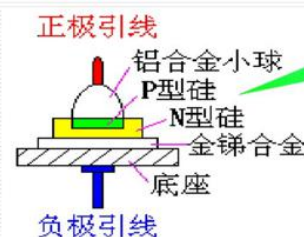
1.点接触型二极管



PN结面积小，结电容小，用于检波和变频等高频电路。

点接触型二极管的结构示意图

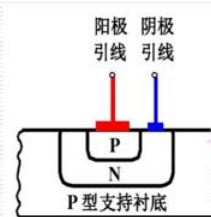
2.面接触型二极管



PN结面积大，用于工频大电流整流电路。

面接触型

3.平面型二极管



往往用于集成电路制造中。PN结面积可大可小，用于高频整流和开关电路中。

平面型

4.1.1 整流二极管

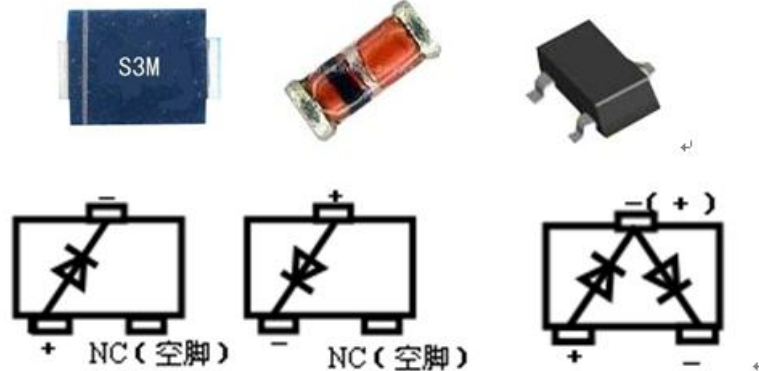
整流二极管是利用单向导电性，**将交流电转变（整流）成脉动直流电**的二极管。

整流二极管的为面接触二极管，结电容较大，因此能够通过较大的电流，但只适合在较低的频率下工作。

外壳封装常采用金属壳封装、塑料封装和玻璃封装三种形式。



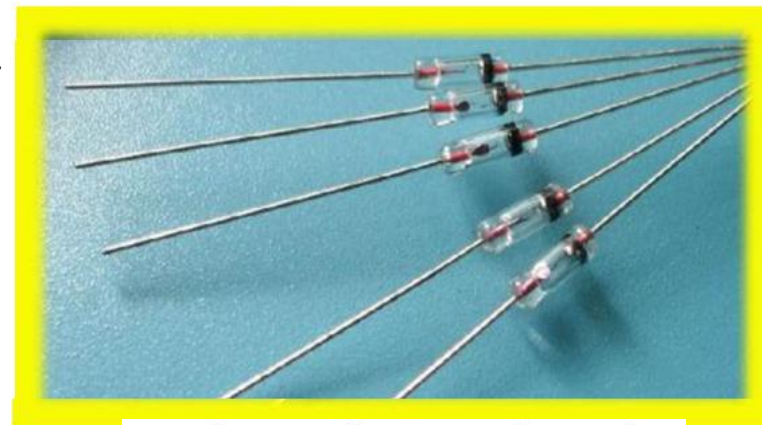
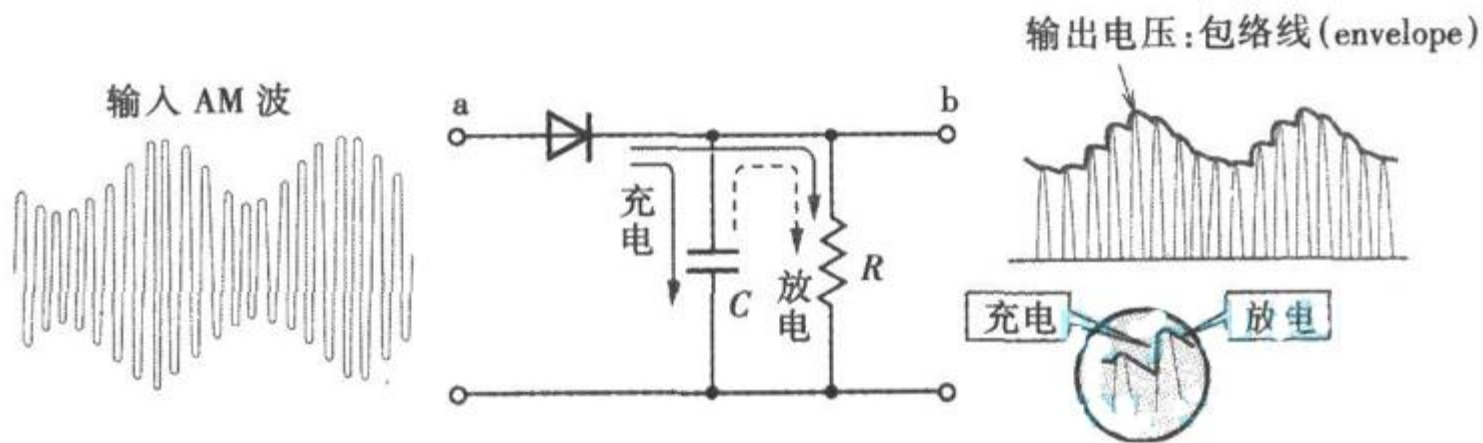
(a) 通孔式



(b) 贴片式

4.1.2 检波二极管

检波二极管利用其**单向导电性**与低通滤波器一起把高频载波上的低频信号或音频信号还原出来，检波管为点接触型，结电流下工作。

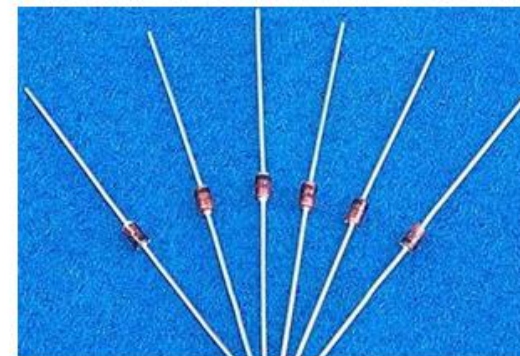
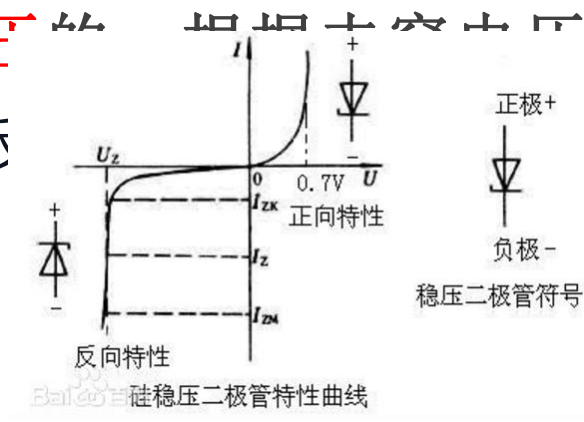


4.1.3 稳压二极管

稳压二极管国外又称齐纳二极管，它是利用硅二极管的**反向击穿特性**（雪崩现象）来**稳定直流电压**，因此，

需要注意的是，稳压二极管是加用于直流电源和需要稳压

的电路中来稳定电压，使用时需要串联限流电阻，防止过电流烧坏管子。



(a) 通孔式



(b) 贴片式

4.1.4 开关二极管

开关二极管是利用半导体二极管的单向导电性，导通时相当于开关闭合

(电路接通)，截止时相当于二极管。



(a) 通孔式



(b) 贴片式

4.1.5 发光二极管

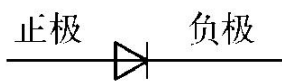
发光二极管（LED）常用砷化镓或者磷化镓等材料制成，材料不同，发光颜色不同，常见有红黄绿蓝白、变色和红外等。具有普通二极管的单向导电特性之外，还可以将电能转化为光能的器件。

- 工作条件：正向偏置
- 工作电流： $\mu\text{A} - \text{mA}$

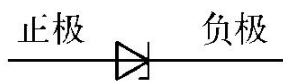


4.2 二极管的识别

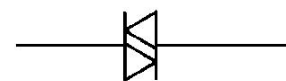
普通二极



(a) 普通二极管



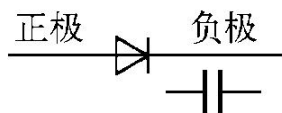
(b) 稳压二极管



(c) 双向触发二极管

“VD”表示，

稳压二极管在电



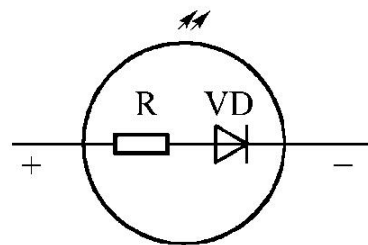
(d) 变容二极管



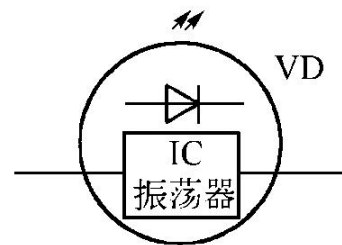
(e) 发光二极管



(f) 光电二极管



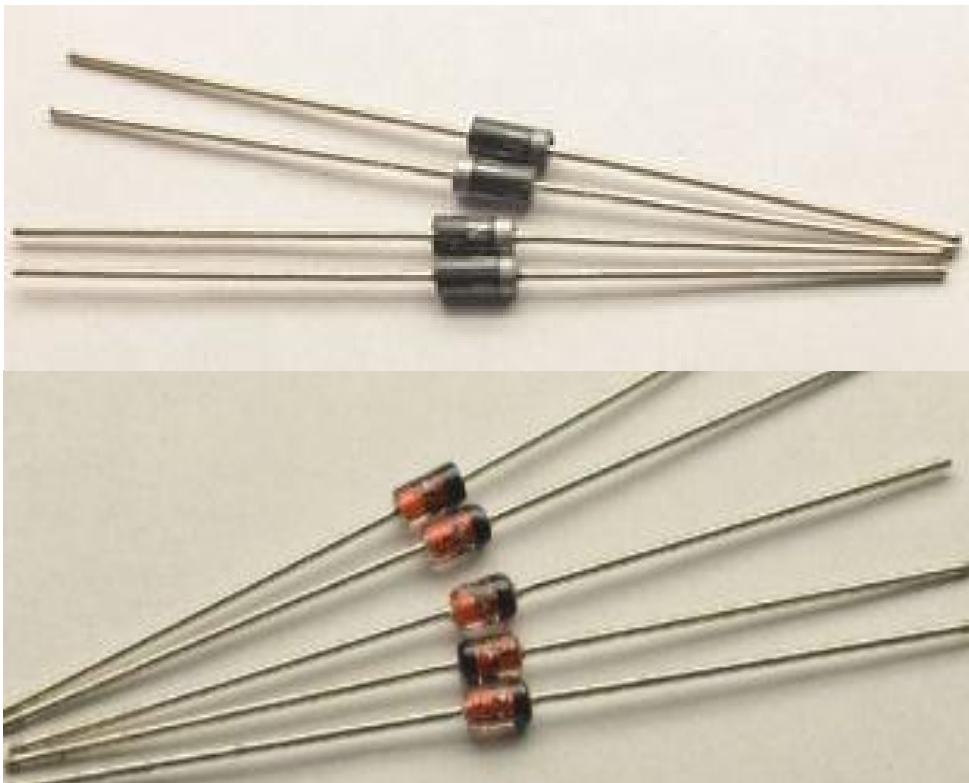
(g) BTV 系列电压型发光二极管



(h) BTS 系列闪烁型发光二极管

◆ 有黑色或白色条纹的一端为负极，
另一端为正极。

◆ 发光二极管内部金属片小的一短为正，或者长引脚为正。

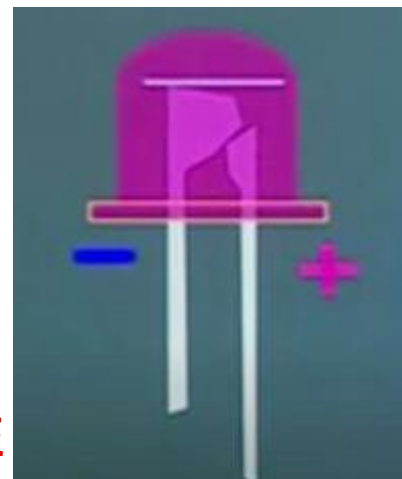
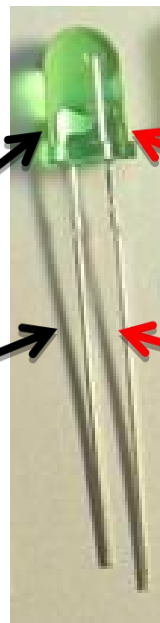


大头为负

短脚为负

小头为正

长脚为正



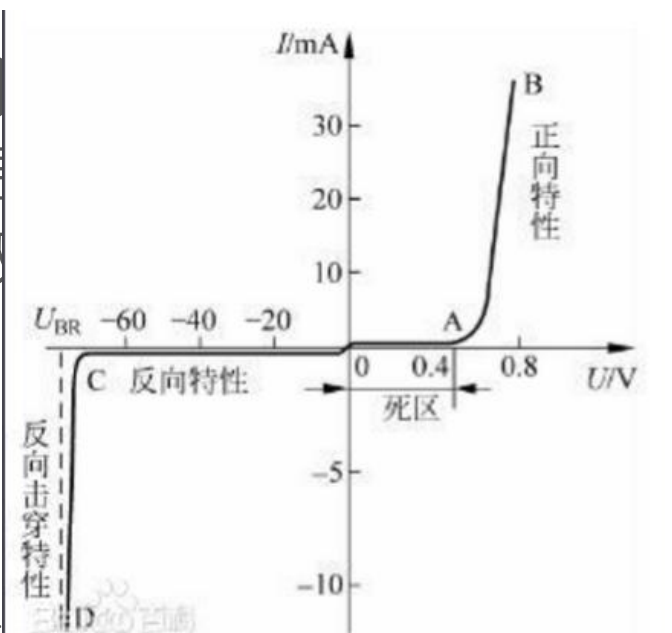
二极管的主要技术指标

1. 额定正向工作电流

额定正向工作电流是指二极管长期连续工作时正向电流值。因为电流通过二极管时会使管芯发热，温过最大允许限度时，**就会使管芯发热而损坏**。所以二极管过其额定正向工作电流值。

2. 反向击穿电压

在二极管上加反向电压时，反向电流会很小。到某一数值时，反向电流将突然增大，这种现象称为击穿。击穿时，反向电流会剧增，此时二极管就失去了单向导电性。二极管产生击穿时的电压叫反向击穿电压。



3. 最高反向工作电压 U_R

最高反向工作电压是保证二极管不被击穿而给出的反向峰值电压。加在二极管两端的反向电压高到一定值时，会将管子击穿，失去单向导电能力。

4. 最大浪涌电流 I_F

最大浪涌电流是二极管允许流过的最大正向电流。最大浪涌电流不是二极管正常工作时的电流，而是瞬间电流，通常大约为额定正向工作电流的**20**倍。

5. 最高工作频率 f_M

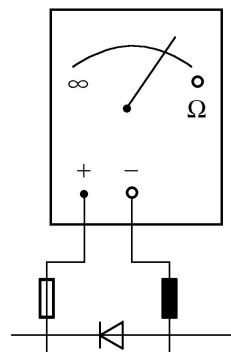
最高工作频率是指二极管在正常工作条件下的最高频率。

4.3 二极管的检测

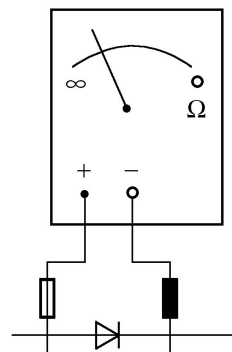
4.3.1 普通二极管的检测

1. 检测普通

依据:



(a) 正向电阻测量



(b) 反向电阻测量



(c) 实测正向电阻



(d) 实测反向电阻

- 指针万用表的红表笔接的是内电源负极，黑表笔接的是内电源的正极。正向电阻大，差越大越好。
- 使用R*100或R*1k档，将二极管的正反向电阻各测一次，测量时可单手但不可双手同时接触引脚
- 一般二极管正向电阻为几千欧以内，反向电阻为几百千欧以上
- 正向电阻无穷大说明二极管断路
- 正向电阻小于200欧则二极管内部短路

2. 数字万用表二极管检测普通二极管

- 数字万用表的红表笔接内部电池的正极，黑表笔接内部电池的负极，和指针万用表刚好相反。
- 将数字万用表置于二极管档，红表笔插入“V/ Ω ”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。
- 当PN结完好且正偏时，显示的是PN结两端的正向压降
- 反偏时，显示“1”（溢出标志）



(a) 正向



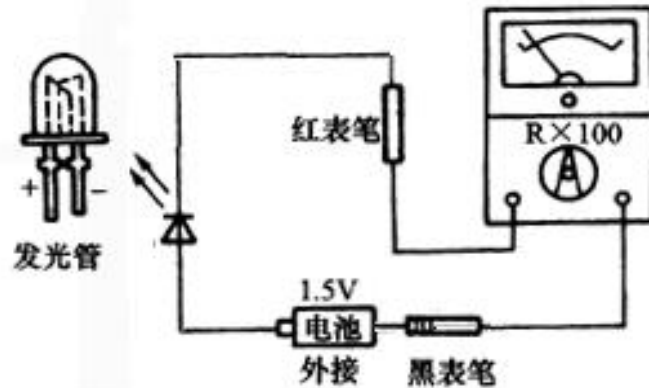
(b) 反向

4.3.2 发光二极管的检测

单色发光二极管正向导通电压为**1.5V—3V**,不同颜色发光二极管正向导通电压不同。

1.采用指针万用表

万用表打到**R×100**,黑表笔串一个**1.5V**电池,然后接发光二极管正极,红表笔接发光二极管负极,如果发光二极管发光,则此二极管为为好的,否则,发光二极管已损坏。



2. 采用数字万用表

利用数字型万用表量程是“200”的电阻档，红表笔接发光二极管正极，黑表笔接负极。

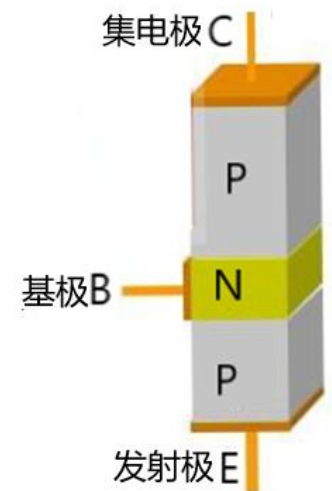
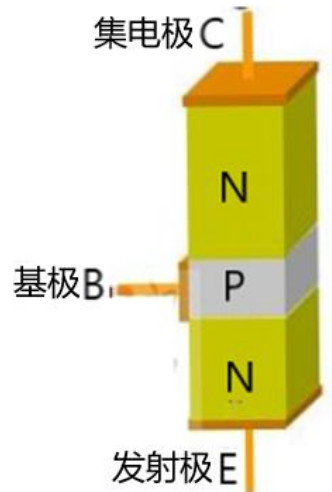
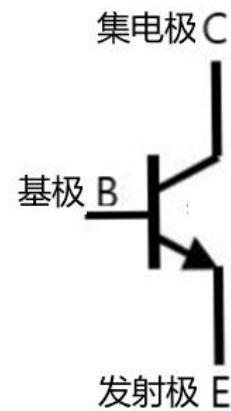
如果发光二极管发光，说明发光二极管是好的，否则发光二极管质量有问题；



五.三极管

➤ 晶体三极管也称双极型晶体管，简称**三极管**，
用，也可用作**电子开关**。

➤ 三极管是在**一块半导体基片**上制作**两个相距很近的PN结**把整块半导体分成三个部分，**中间部分**是发射区和集电区，排列方式有**NPN型**和**PNP型**



5.1 三极管的分类

- 1) 按材质分：硅管、锗管。
- 2) 按结构分：**NPN**、**PNP**。
- 3) 按功能分：开关管、功率管、达林顿管等。
- 4) 按功率分：小功率管、大功率管。
- 5) 按工作频率分：低频管、高频管。
- 6) 按安装方式：插件三极管、贴片三极管。

5.1.1 几种常见三极管的外形及特点

1. 小功率三极管

通常情况下，把集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 在1W以下的三极管称为小功率



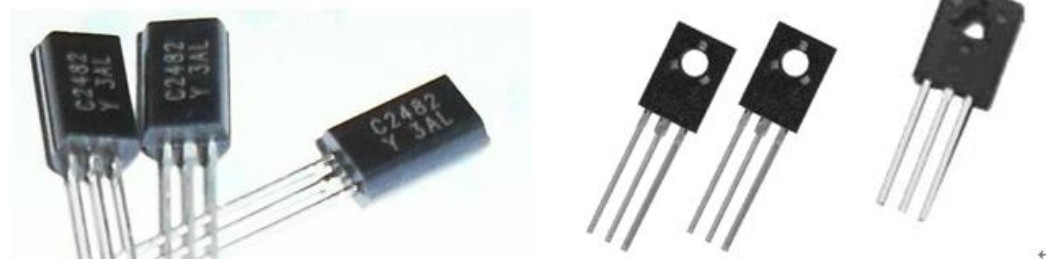
(a) 金属封装



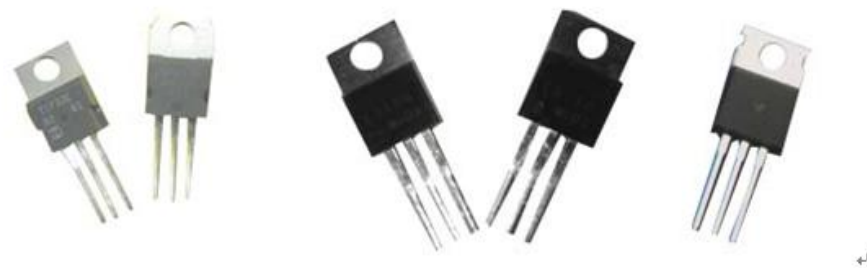
(b) 塑料封装

2. 中功率三极管

中功率三极管主要用在驱动和激励电路，为大功率放大器提供驱动信号。通常情况下，集电极电流 I_C 在100mA~1A、集电极-发射极电压 U_{CE} 在10V~100V的三极管称为中功率三极管。



(a) 塑料封装



(b) 金属封装

3.大功率三极管

集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 在10W以上的三极管称为大功率三极管。



(a) 金属封装



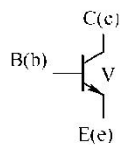
(b) 塑料封装

5.1.2 贴片三极管的外形及特点

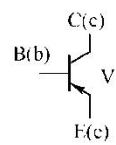
采用表面贴装技术SMT（Surface Mounted Technology）的三极管称为贴片三极管。贴片三极管有三个引脚的，也有四个引脚的。在四个引脚的三极管中，比较大的一个引脚是集电极，两个相通引脚是发射极，余下的一个引脚是基极。



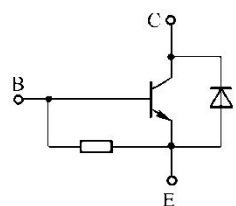
三极管在电路中常用



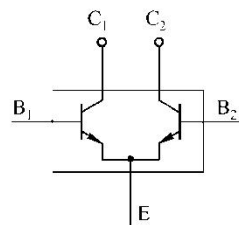
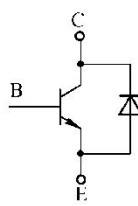
(a) NPN型三极管电路符号



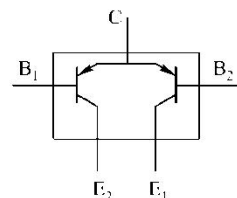
(b) PNP型三极管电路符号



(c) 带阻尼三极管电路符号

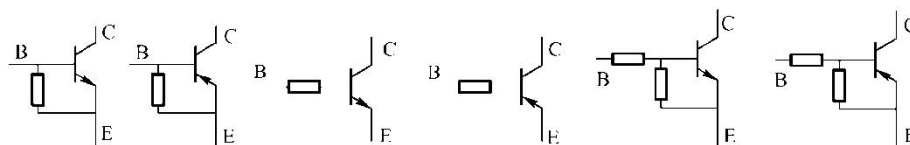


NPN型



PNP型

(d) 差分对管电路符号



(e) 带阻三极管电路符号

只别

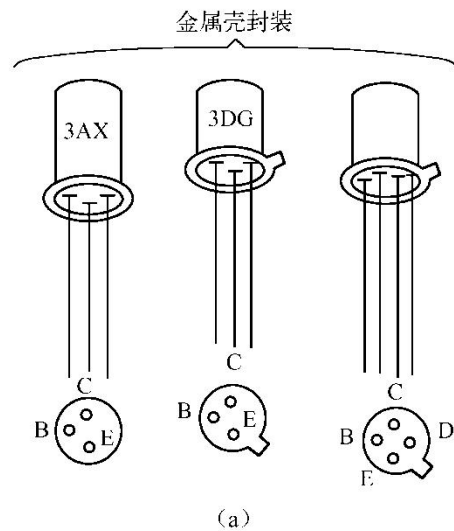
用数字表示。

引脚识别

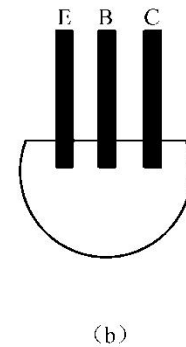
不同封装的三极管引脚的排列方式具有一定的规律，通常在网站上可以查出。

对于国产**小功率金属封装**三极管，底视图位置放置，使三个引脚构成等腰三角形的顶点，从左向右依次为**e、b、c**；有管键的管子，从管键处按顺时针方向依次为**e、b、c**，其管脚识别图如图（a）所示。

对于国产**中小**功率三极管，管脚朝上放置，则从左

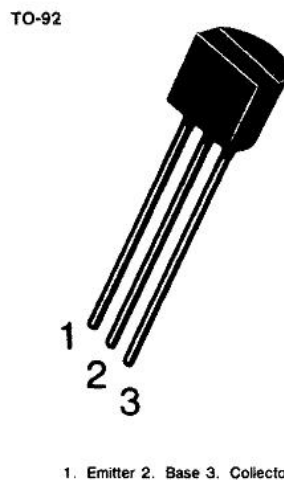


圆形朝内，三个引脚图（b）



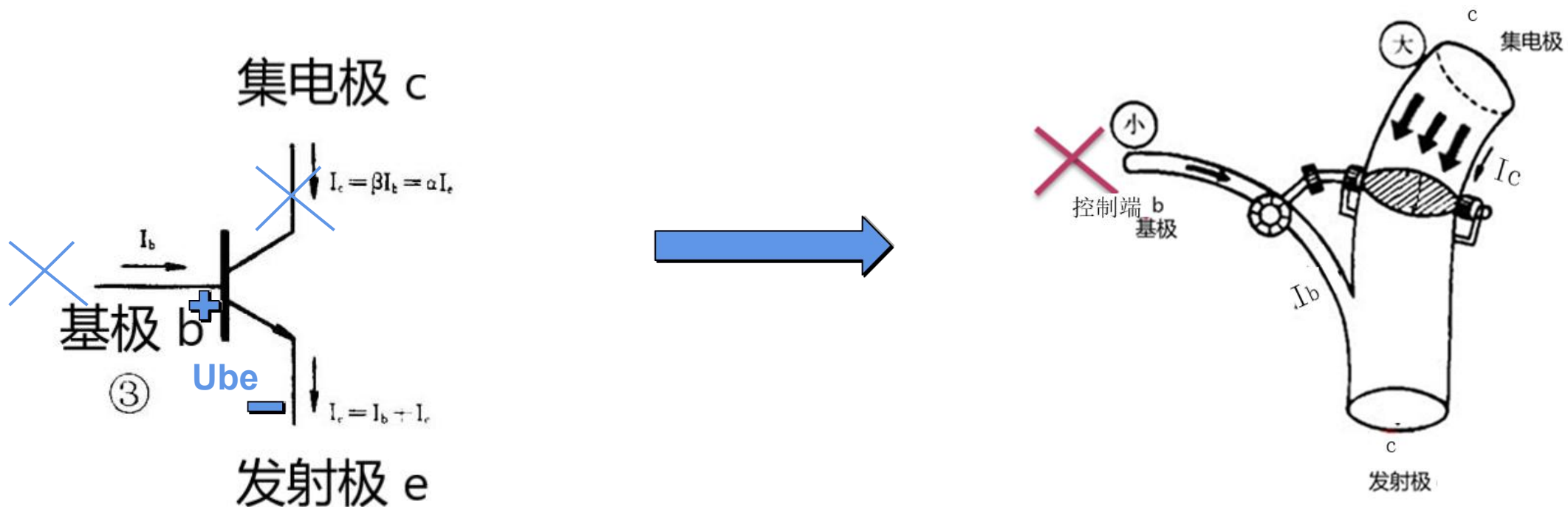
现今比较流行的三极管9011~9018系列为高频小功率管，除9012和9015为PNP型管外，其余均为NPN型管。

常用9011~9018系列三极管管脚排列如图所示。平面对着自己，引脚朝下，从左至右依次是E、B、C，即1是发射极E，2是基极B，3是集电极C。

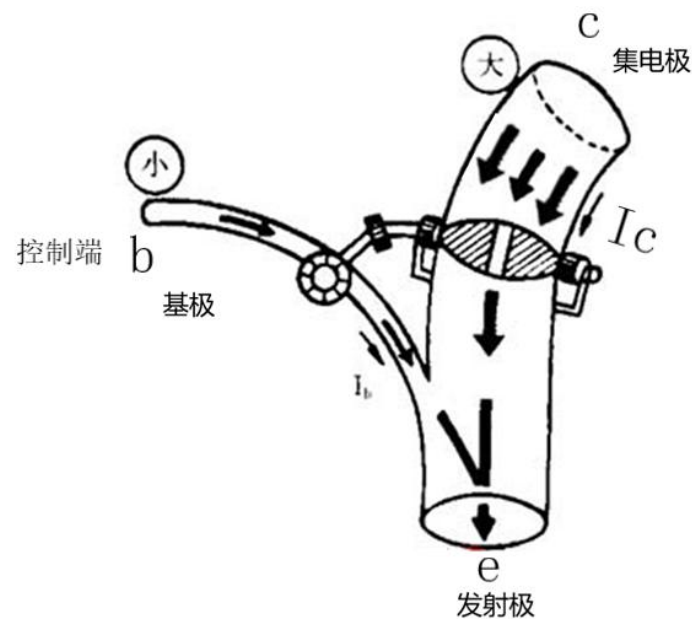
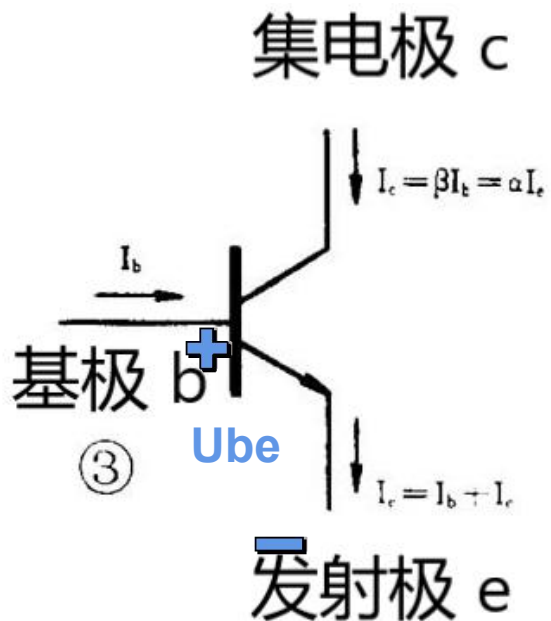


5.2.2 三极管工作原理

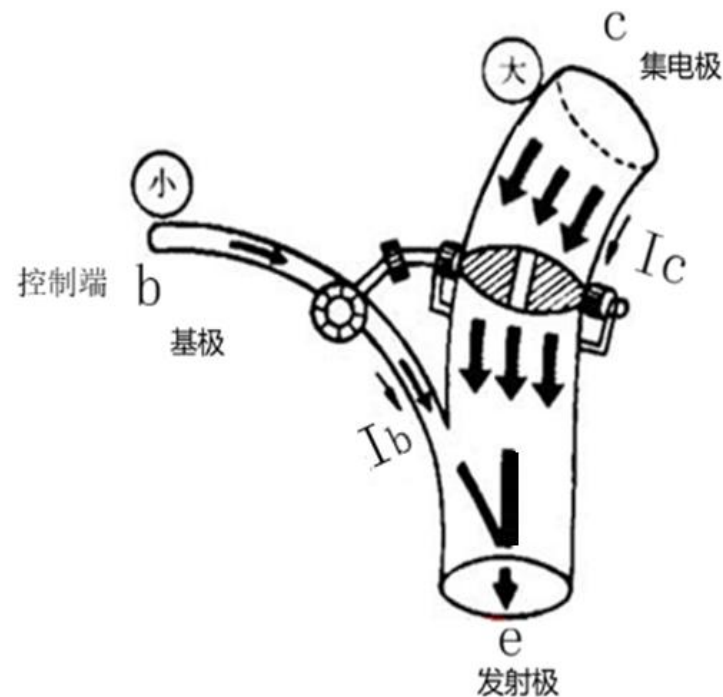
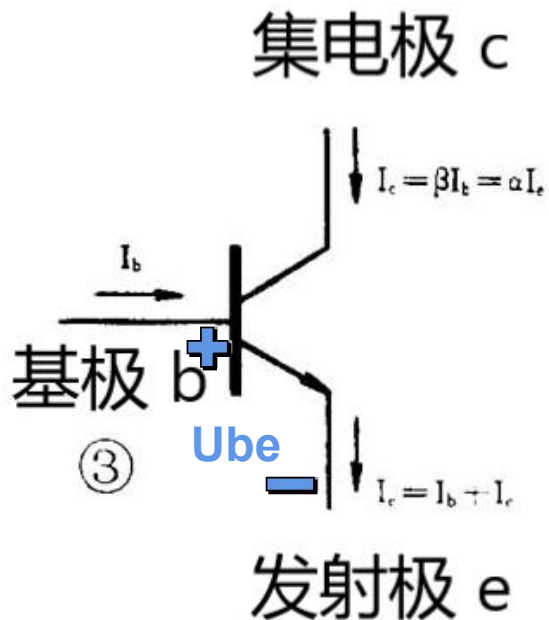
- 截至状态：电流 $I_b \approx 0$ ，相当于水龙头的控制端B没有水流流入，挡板无法开启，电压 U_{be} 较小（通常0.5V以下或负值）；**则C端的水流（电流 I_c ）受控制截至，该状态称为截至状态**，相当于开关处于断开状态；
- 电压 U_{ce} 为三极管CE端断开状态的外加电压 U_{cc} 。



- 放大状态：电流 I_b 较小，电压 U_{be} 为正，相当于水龙头的控制端b有较少量的水流流入，挡板被部分开启，**则C端的水流（电流 I_c ）受控制地流向e端，此时 $I_c = \beta I_b$ ；**
- 集射极电压 U_{ce} 为正，随着电流 I_b 的增大而减小。



- 饱和状态：电流 I_b 较大，电压 U_{be} 为正，相当于水龙头的控制端b有较多的水流流入，挡板被完全开启，则C端的水流（电流 I_c ）不受控制地流向e端（不再与 I_b 成正比），失去放大作用，集电极和发射极之间相当于开关的导通状态；
- 集射极电压（电压 U_{ce} ） $\approx 0.1-0.3V$ 。b点电位高于c点的电位。



5.2.3 三极管的主要技术指标

1. 电流放大系数 β

电流放大系数是电流放大倍数，用来表示三极管放大能力。根据三极管工作状态不同，电流放大系数又分为直流放大系数和交流放大系数。

直流放大系数是指在静态无输入变化信号时，三极管集电极电流 I_C 和基极电流 I_B 的比值，故又称为直流放大倍数或静态放大系数，一般用 h_{FE} 或 β 表示。

交流电流放大系数也叫动态电流放大系数或交流放大倍数，是指在交流状态下，三极管集电极电流变化量与基极电流变化量的比值，一般用 β 表示。 β 是反映三极管放大能力的重要指标。

3.频率特性

三极管的电流放大系数与工作频率有关，如果三极管超过了工作频率范围，会造成放大能力降低甚至失去放大作用。

4.集电极最大电流 I_{CM}

集电极最大电流是指三极管集电极所允许通过的最大电流。集电极电流 I_C 上升会导致三极管的 β 下降，当 β 下降到正常值的 $2/3$ 时，集电极电流即为 I_{CM} 。

5.最大反向电压

最大反向电压是指三极管在工作时所允许加的最高工作电压。最大反向电压包括集电极—发射极反向击穿电压 U_{CEO} 、集电极—基极反向击穿电压 U_{CBO} 以及发射极—基极反向击穿电压 U_{EBO} 。

6.反向电流

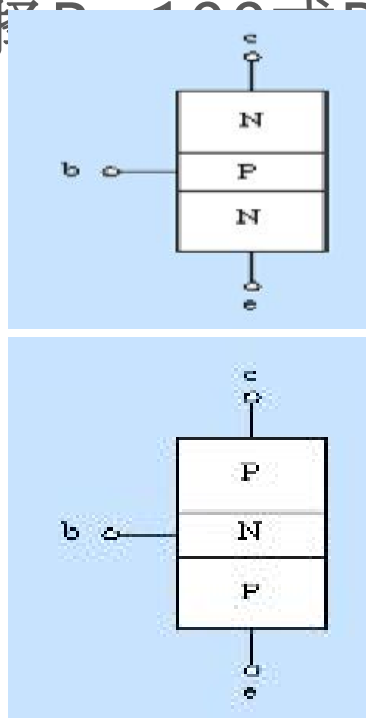
5.3 三极管的检测

5.3.1 指针式万用表检测三极管

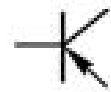
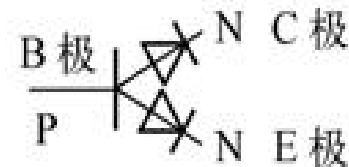
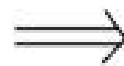
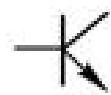
1. 已知各极，判定好坏，测量三极管极间电阻

通过指针式万用表测量普通三极管的三个电极的极间电阻的大小来初步判断三极管的好坏，选择 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 电阻档位，分别测量**be**、**bc**、**ce**之间的正反电阻。

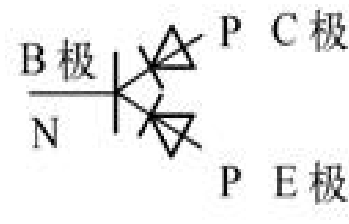
be、bc极间的正向电阻约为200欧到20千欧，反向电阻接近无穷大，且ce之间的正反向电阻都趋于无穷大，则此三极管为性能基本良好。



NPN 型



PNP 型



三极管的内部等效图

- ◆ 2. 指针型（数字）万用表测量三极管的直流放大倍数
- ◆ 将万用表拨至R×10（hFE）档，将红黑表笔短接进行欧姆调零，以确保读数的精准
- ◆ 将待测三极管的三个引脚插入指针型万用表的三极管插孔。
 - 有两组孔：一组为NPN型三极管插孔，一组是PNP型三极管插孔。
 - 表针偏转时所插孔所标注的类型就是该三极管的类型，三个孔所标识的字母就是三极管的三个电极。
- ◆ 读数。直到表针向右偏转停下的时候进行读数，表盘中（Hfe）所指的读数为该是三极管的直流放大倍数。



3. 采用数字万用表



电子技术与工艺训练

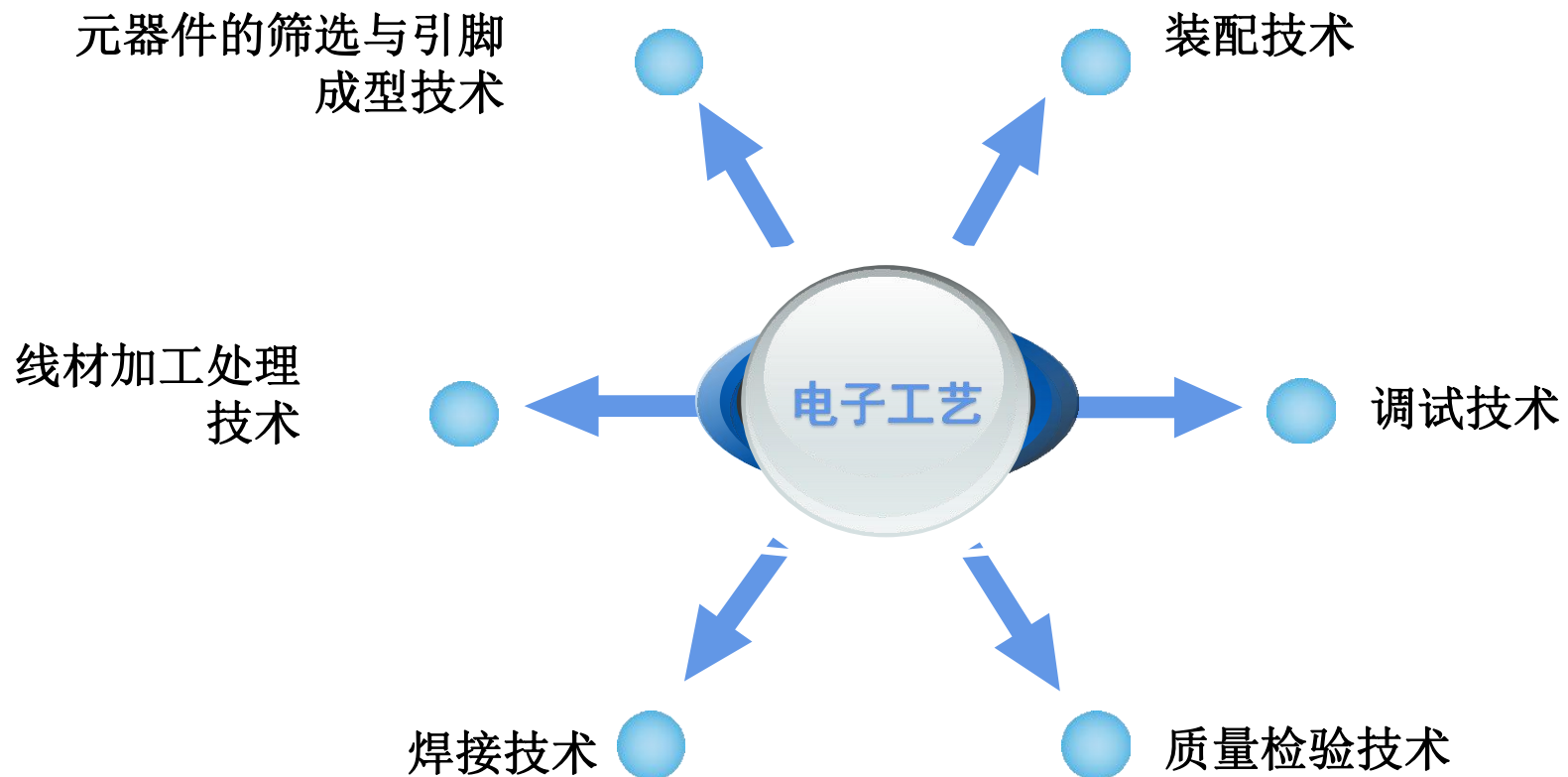
——电子产品组装工艺

电子整机装配工艺

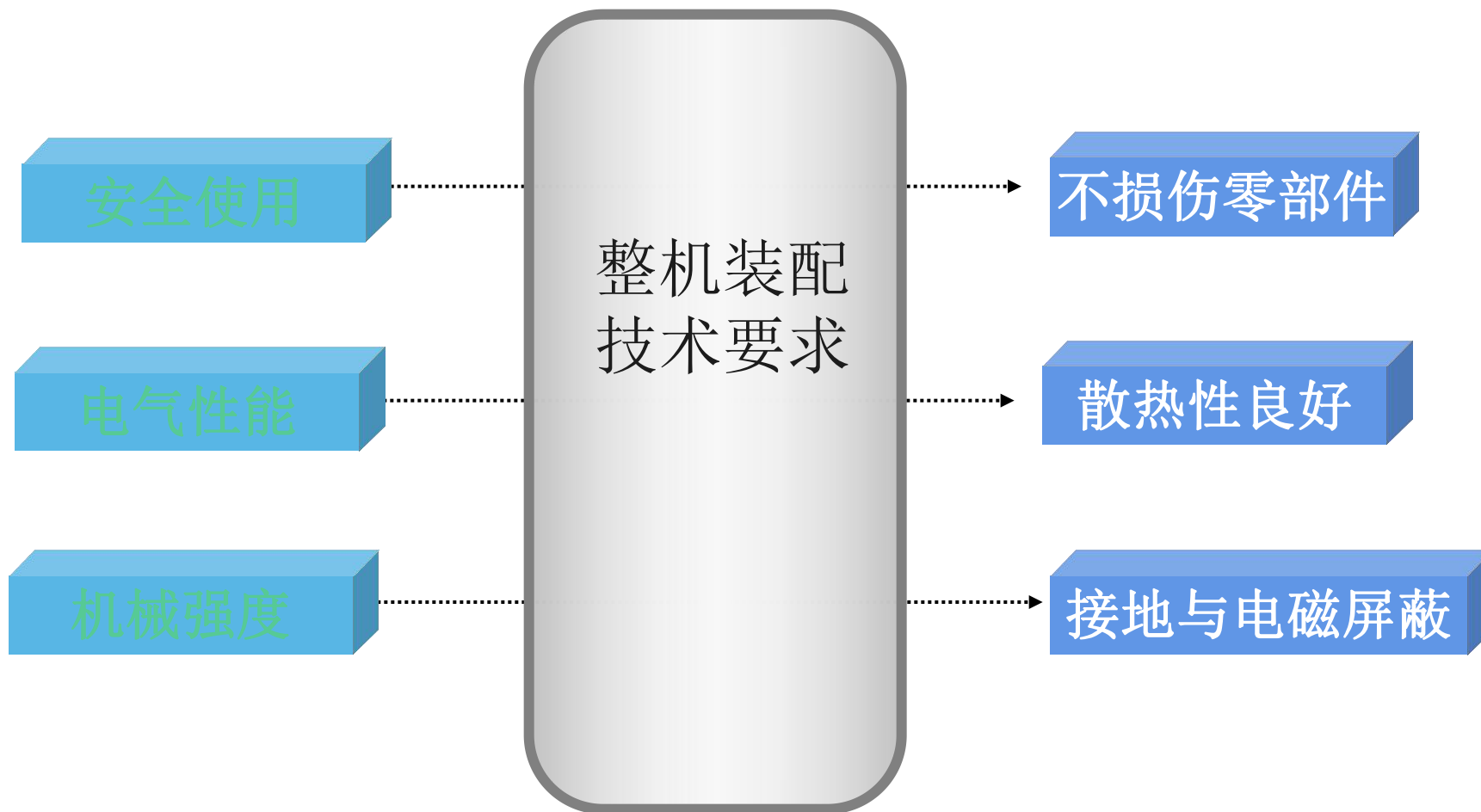
是以**设计文件**为依据，按照**工艺文件**的具体要求，把**元器件、机电元件和结构件**安装在印制电路板、机壳、面板等指定位置上，构成具有一定功能的完整的电子产品的过程。包括电气装配和机械装配。

目的：生产优质、高产、低耗的产品。

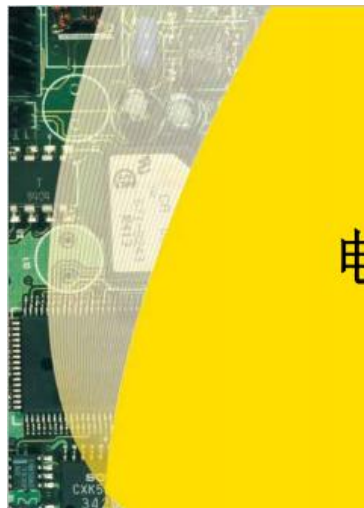
电子组装工艺技术的组成



电子产品组装工艺的概述



各类标准文件



电

ICS 31.240
I.94

免费下载网(www.cninfo.org.cn)

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T 19247.1—2003/IEC 61191-1:1998

印制板组装
第1部分:通用规范 采用表面安装和
相关组装技术的电子和电气焊接组装的要求

Printed board assemblies—
Part 1:Generic specification—Requirements for soldered
electrical and electronic assemblies using surface mount
and related assembly technologies

(IEC 61191-1:1998, IDT)

2003-07-02 发布

2003-10-01 实施

中华人民共和国 发布
国家质量监督检验检疫总局

ICS 31.240
I.94

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T 19247.2—2003/IEC 61191-2:1998

印制板组装
第2部分:分规范 表面安装焊接
组装的要求

Printed board assemblies—
Part 2:Sectional specification—Requirements
for surface mount soldered assemblies

(IEC 61191-2:1998, IDT)

2003-07-02 发布

2003-10-01 实施

中华人民共和国 发布
国家质量监督检验检疫总局

ICS 33.160.20
M.74

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T 2846—2011
代替 GB/T 2846—1998

调幅广播收音机测量方法

Methods of measurement on radio receivers
for AM broadcast transmissions

(IEC 60315-3:1999, Methods of measurement on radio receivers for various
classes of emission—Part 3:Receivers for amplitude-modulated
sound-broadcasting emissions, NEQ)

2011-12-30 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

ICS 33.160.20
M.74

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T 6163—2011
代替 GB/T 6163—1998

调频广播接收机测量方法

Methods of measurement on radio receivers for FM broadcast transmissions

(IEC 60315-4:1997, Methods of measurement on radio receivers for
various classes of emission—Part 4:Receivers for frequency-modulated
sound broadcasting emissions, NEQ)

2011-12-30 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

ICS 31.240
I.94

免费下载网(www.cninfo.org.cn)

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T 19247.4—2003/IEC 61191-4:1998

印制板组装 第4部分:分规范
引出端焊接组装的要求

Printed board assemblies—
Part 4:Sectional specification—Requirements
for terminal soldered assemblies

(IEC 61191-4:1998, IDT)

2003-11-24 发布

2004-08-01 实施

中华人民共和国 发布
国家质量监督检验检疫总局

THT通孔插装工艺技术

1. 元器件的筛选

2. 元器件引脚的表面预处理

3. 元器件的整形

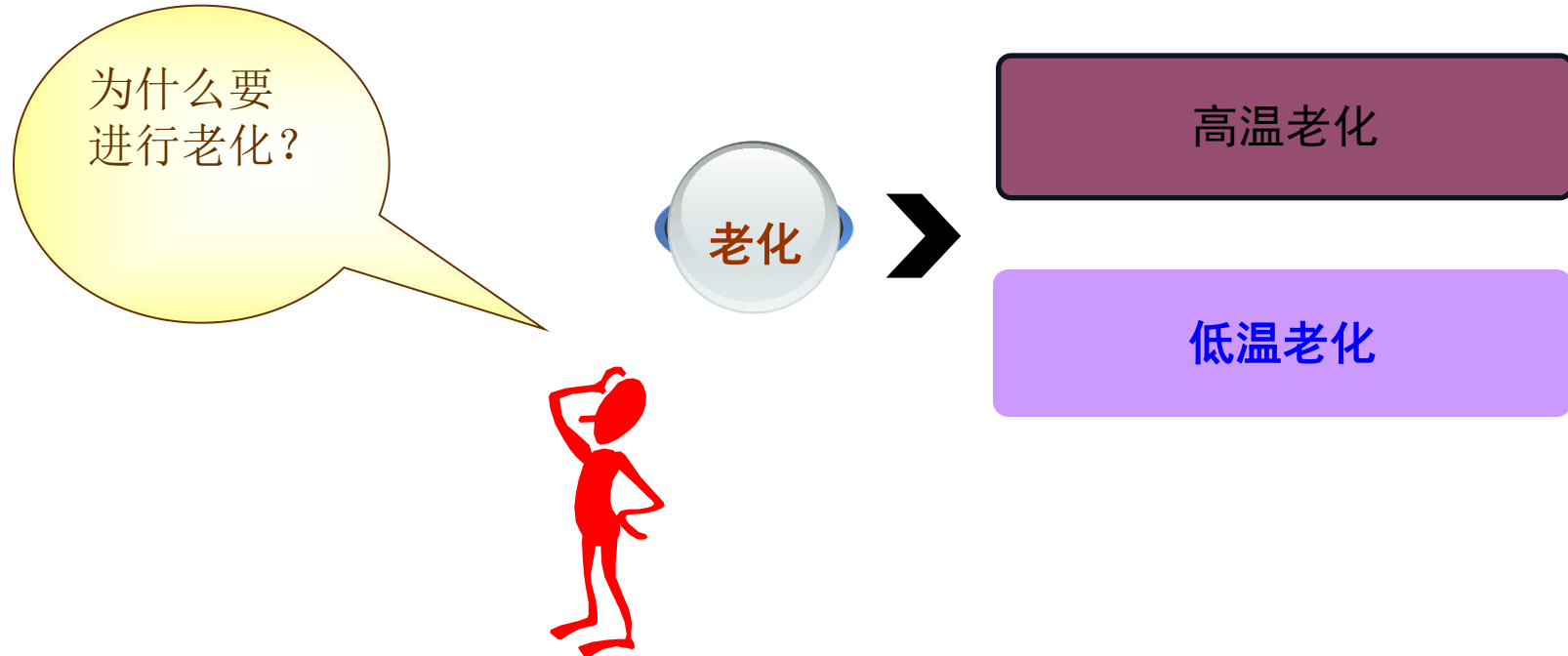
4. 元器件的插装

5. 元器件的焊接

6. 整机装配与测试

一.元器件的筛选

- 1) 老化
- 2) 测试



元器件失效的普遍规律

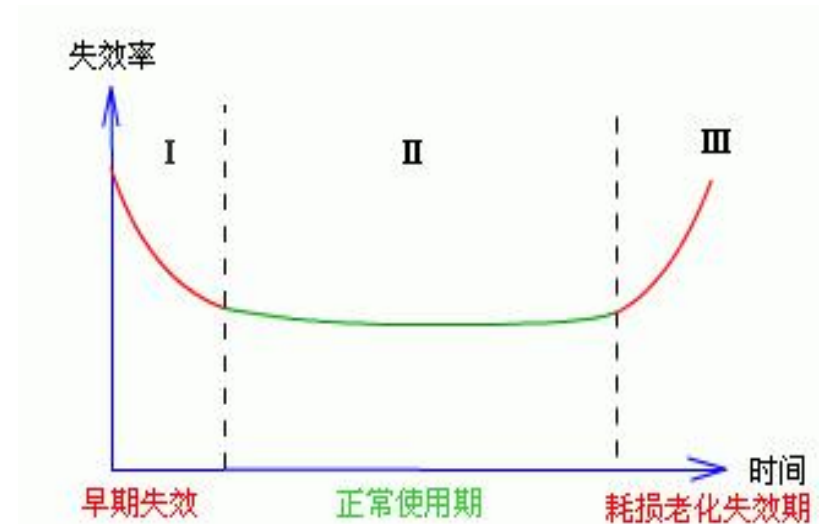
变化规律就象一个浴盆的剖面，常称为浴盆曲线。

。

* **早期失效**：失效率比较高；失效原因大多是由于设计、原材料和制造过程中的缺陷造成的。

* **正常使用期（偶然失效期）**：失效率较低，且较稳定；偶然失效主要原因是突然过载、碰撞和使用不当等因素引起。

* **老化失效期**：元器件失效率又迅速增加，直至寿命结束。失效原因主要由零件磨损、陈旧、老化引起整机故障率升高。





高温老化



民品：8小时，55-85

工业品：24-72小时，85-155

军品：几百-几千小时，大于225



低温老化



长江以南，零下35

长江以北，零下55

我们日常使用的电子产品中的元器件是否经过老化？

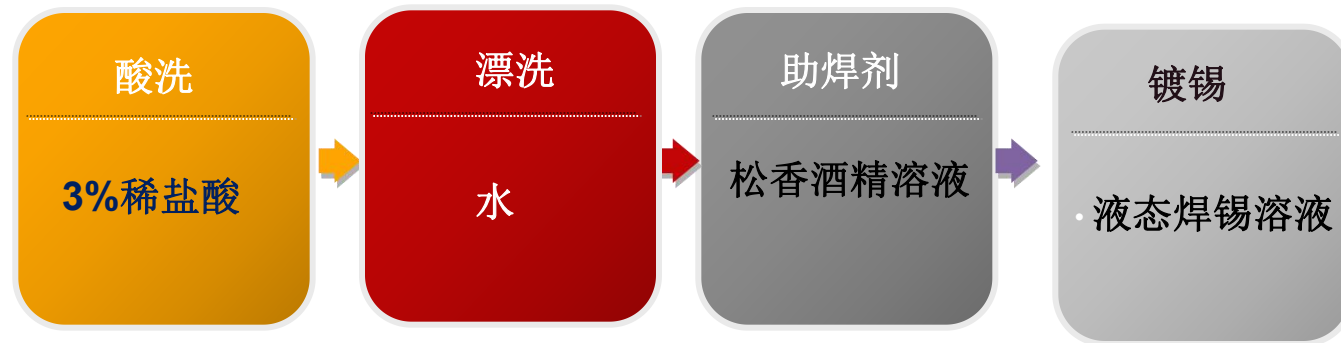


2) 测试

万用表、LCR电桥、晶体管图示仪

二、元器件引脚表面的预处理

工业:



实验室：

1) 刮腿

针对引脚有污物或氧化层的元器件，镀锡前应先用小刀或镊子清洁元器件引线表面。

若为绝缘导线，需先将绝缘层剥去，并用砂纸打磨除锈，多股的为防止芯线松散，还需按原来合股方向拧紧，绞合成螺旋状。

2) 引脚镀锡

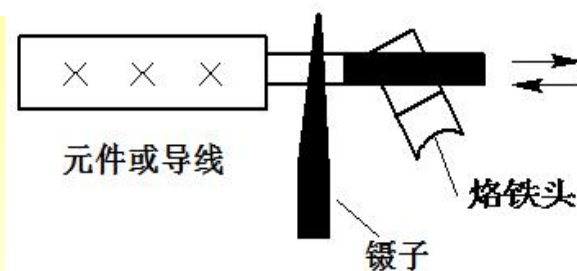
保证烙铁头的工作面清洁。

将烙铁头上熔化适量焊锡，用镊子夹住元器件并将引脚根部或导线剥皮端（或捻好的导线端头）沾满松香，用烙铁头带动熔化的焊锡来回移动，完成镀锡。



工艺要求：

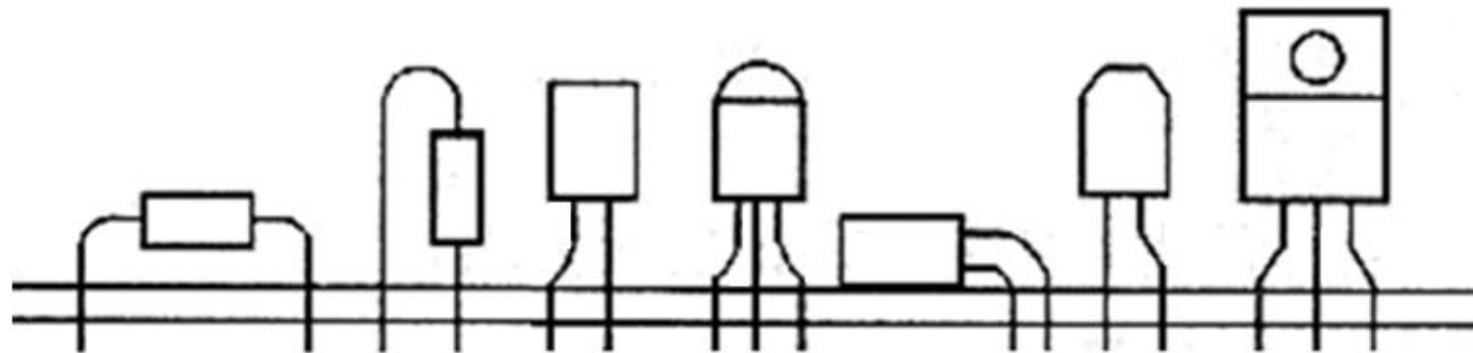
引线处理后不允许有伤痕，镀锡层均匀，表面光滑，无毛刺和焊剂残留物



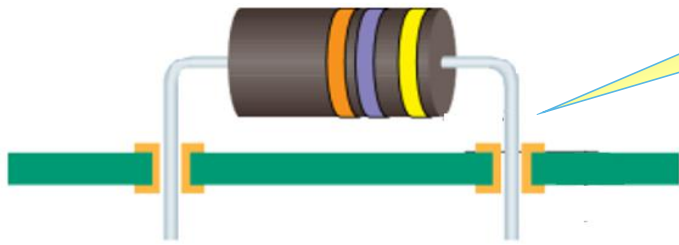
三、元器件引脚的成形

- 使用扁嘴钳子或者镊子进行引线加工成形，成形要**根据元器件的安装方式**及在印制板上的**安装空间**进行。

使元器件能够迅速而准确地插入孔内。
是产品在技术指标上达到设计要求的重要保证。

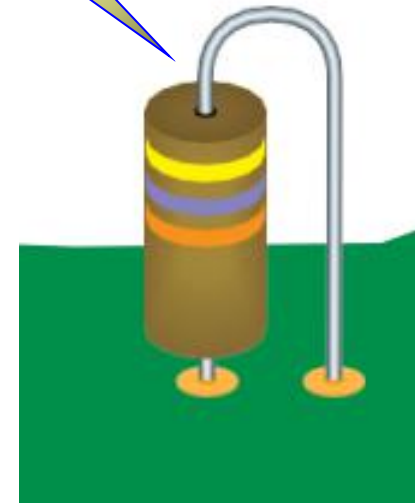


三、元器件引脚的成形---安装方式



卧式安装

立式安装



安装方式由焊盘距离与元器件本体大小决定

安装方式

- 1.工艺文件
- 2.PCB板上丝印的封装符号

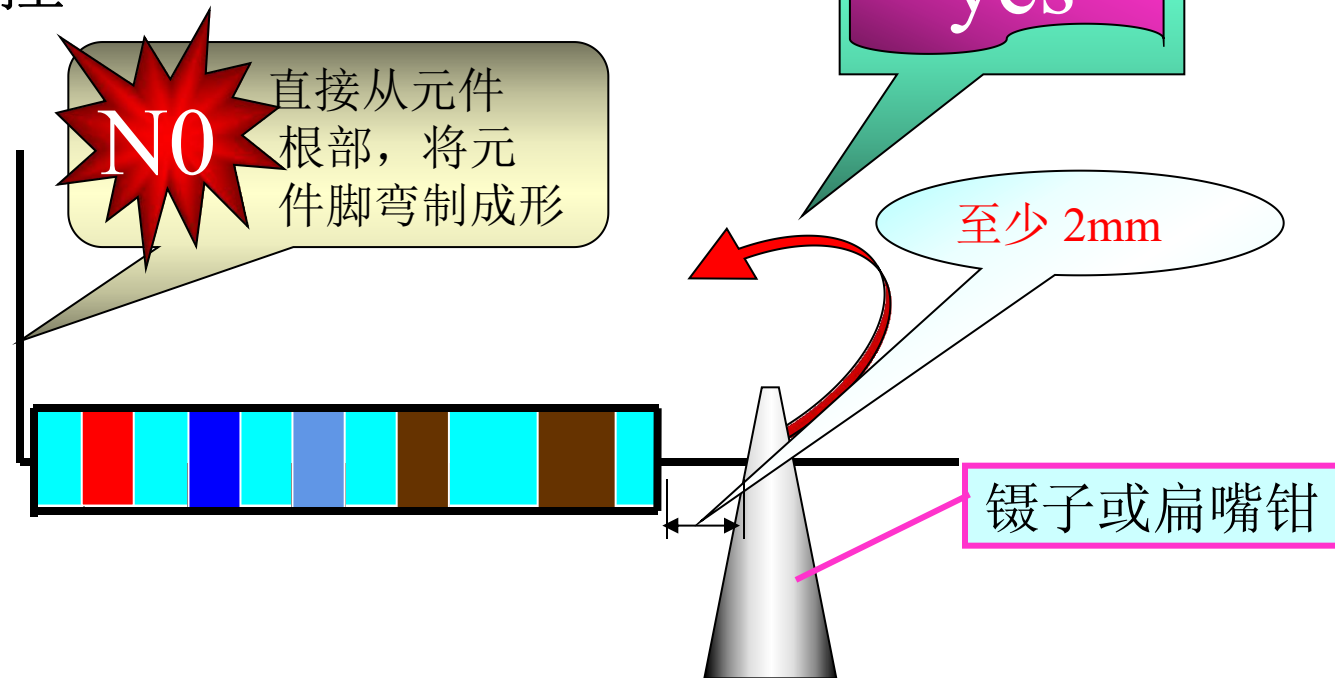


三、元器件引脚的成形---工艺要求

1.造型精致、美观:

- 用镊子夹住元件引脚，弯制成形, 不应损伤元器件本体和引线;
- 在同一点上只能弯曲一次
- 引线平直的部分应平直，弯曲部分应顺势平滑
- 成形时还应使标记面朝上

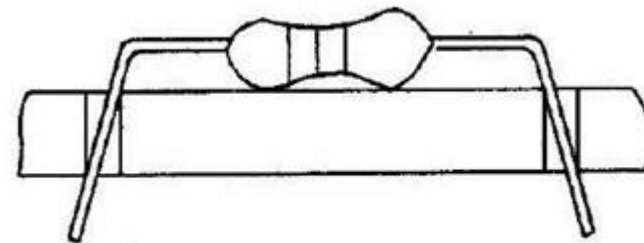
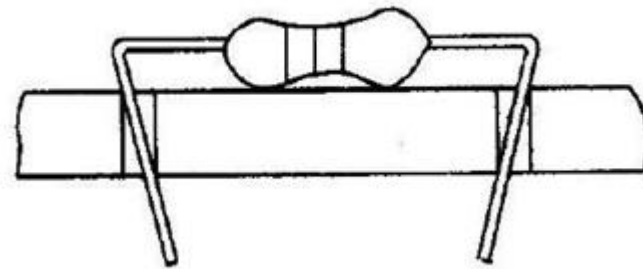
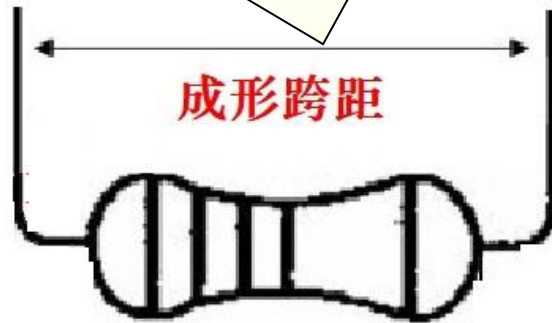
2.元器件引脚开始弯曲处距元件本体至少2mm。



三、元器件引脚的成形---工艺要求

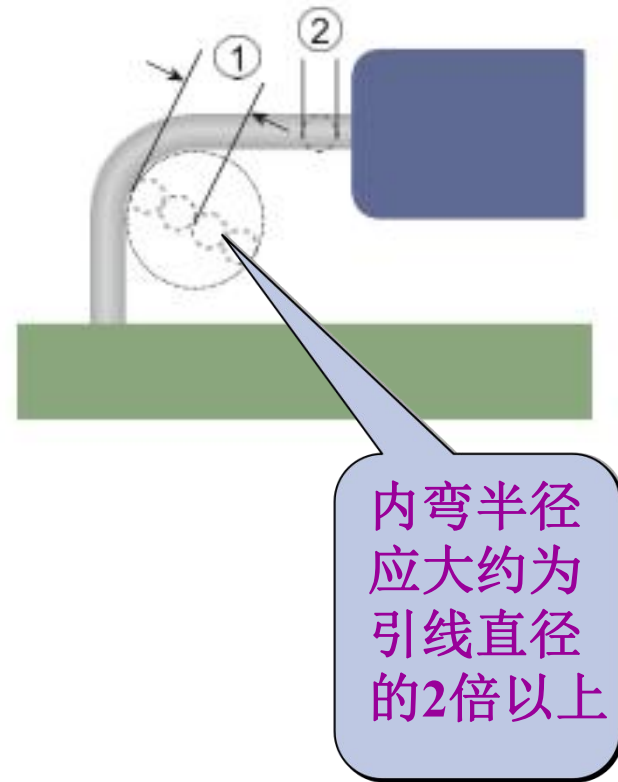
3.成形跨距：在进行元件引脚成形时，引脚之间的距离。

等于印刷电路安装孔中心距离
允许公差为0.5mm

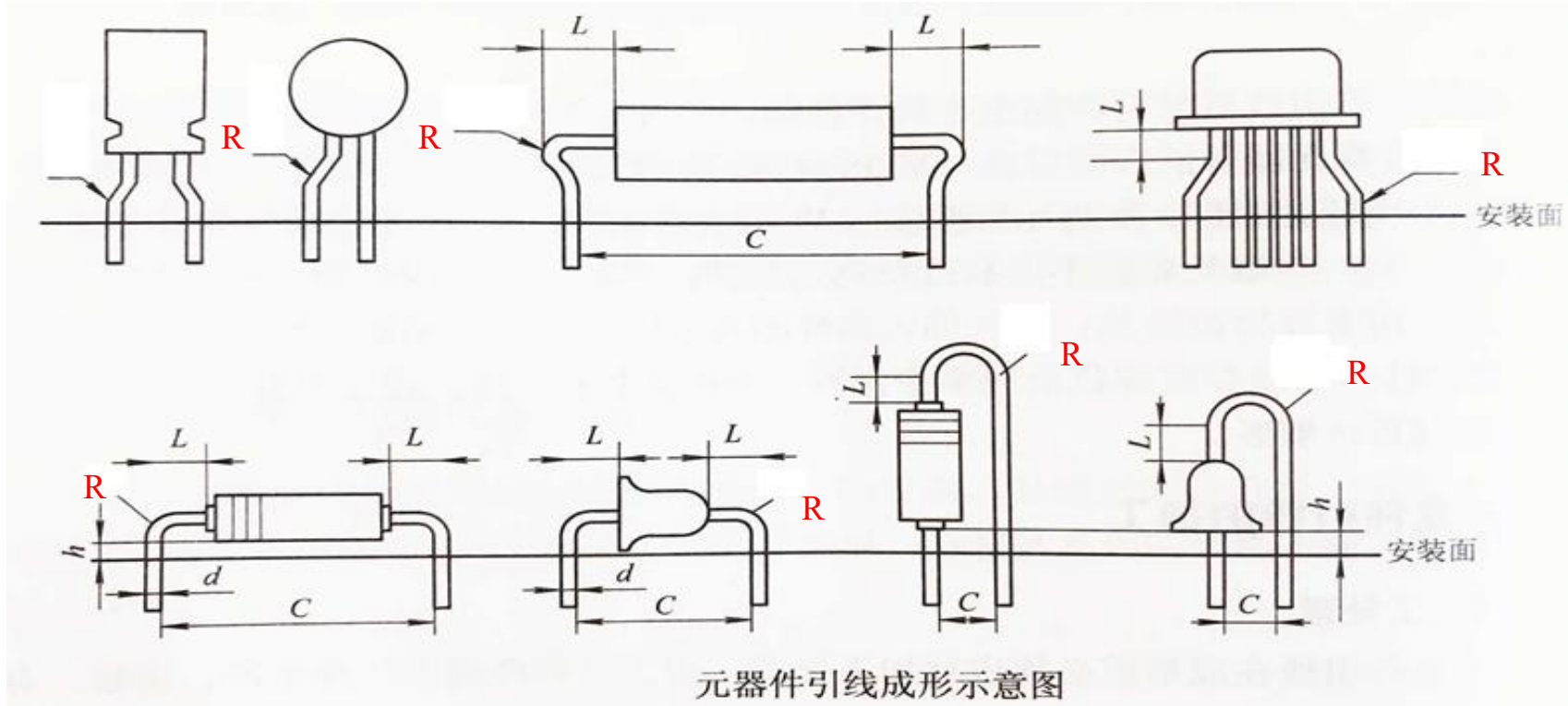


三、元器件引脚的成形---工艺要求

4.内弯半径R 在引线弯曲时，要弯成一定的弧度，避免弯成直角，否则易导致加工时引线受损，震动后引线弯曲处容易折断

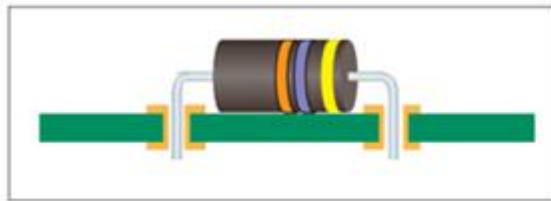


三、元器件引脚的成形---工艺要求



四、元器件的插装

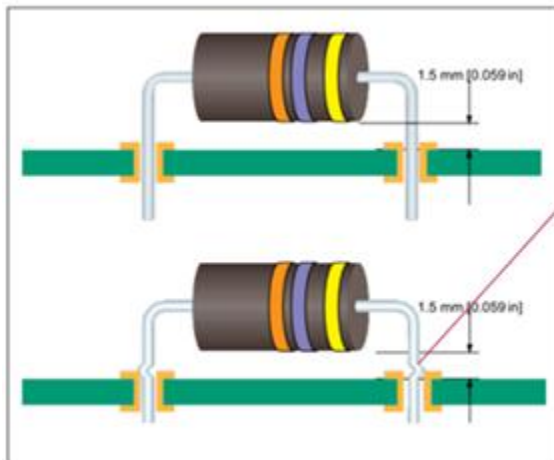
- 1) 安装顺序为先小后大，先低后高、先轻后重、先易后难，先一般后特殊。
- 2) 元件引脚垂直插入，距板面的高度视元件而定，同类元器件应尽量安装在同一高度上。



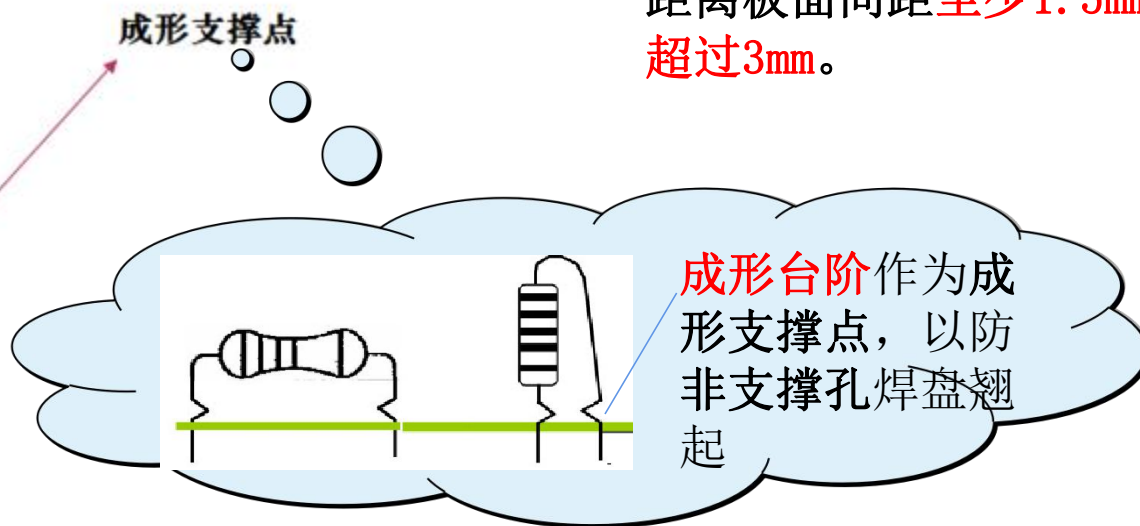
贴板安装

目标 - 1, 2, 3 级

- 整个元器件本体接触板面。
- 要求离开板面安装的元器件，与板面至少相距1.5 mm [0.059 in]。如：高发热元器件。



成形支撑点

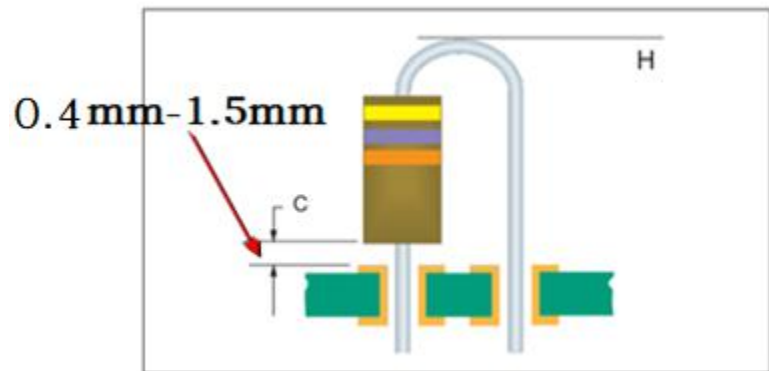


卧式安装:

贴板安装要求整个元器件本体接触板面，可接受最高不超过0.7mm。

高发热元器件不能贴板安装，距离板面间距至少1.5mm，不超过3mm。

成形台阶作为成形支撑点，以防非支撑孔焊盘翘起

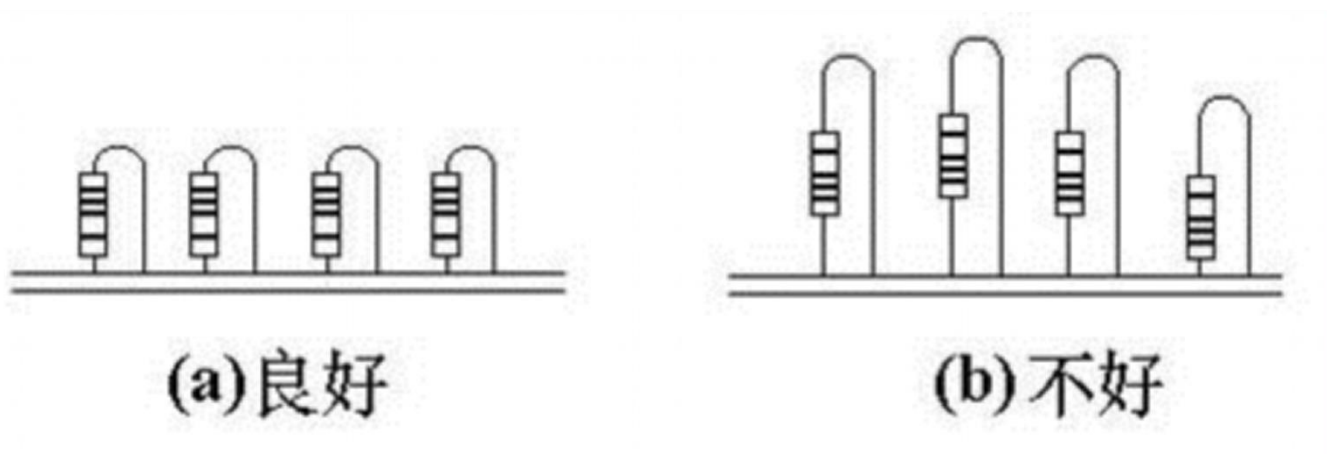


目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件本体或熔接珠与连接盘之间的间隙 (C) 为1 mm [0.04 in].
- 元器件本体垂直于板子。
- 总高度不超过设计规定的最大高度值 (H)。

立式安装:要求元器件本体距离板面**0.4-1.5mm**，上端的引线不要留得太长以免与其他元器件短路。

同类元器件应尽量安装在同一高度上。

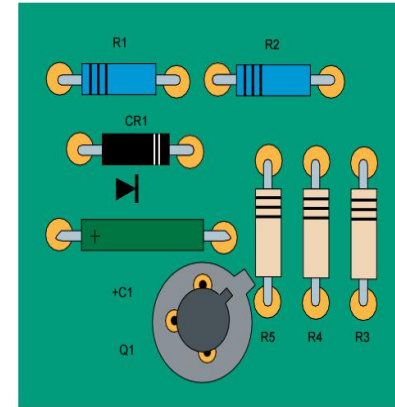


3) 卧式安装的元器件，尽量使两端引线的长度相等对称，把元器件放在两孔中央，排列要整齐；立式安装不允许有明显歪斜，上端的引线要求插正。

4) 为了利于检验人员直观检查，主视图方向看时，各种无极性元器件的安装，应该尽量使标记可辨识，即（色码或字符）朝上或朝着易于辨认的方向。

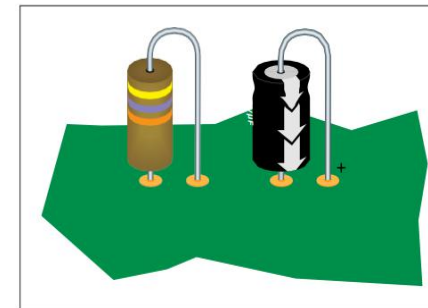
无极性元器件按照标记同向读取的原则定向，即读数按照从左到右或从上到下的方向读取，如起始色环位置，首环朝左或者朝上。

5) 有极性的元器件，插装时要保证按图样中规定的极性方向插装，立式插装时极性标识位于顶部



目标 - 1, 2, 3 级

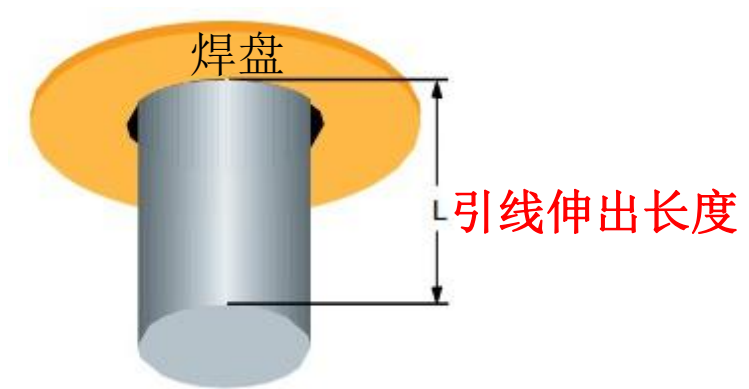
- 元器件位于其连接盘的中间。
- 元器件标识可辨识。
- 无极性元器件按照标记同向读取（从左到右或从上到下）的原则定向。



目标 - 1, 2, 3 级

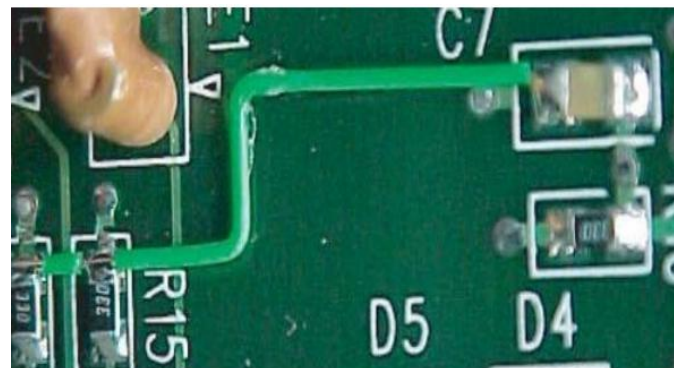
- 无极性元器件的标识从上至下读取。
- 极性标识位于顶部。

6) 不论元件采用哪种插装方式，其引线穿过印制板焊盘小孔后应留出足够的伸出长度。



7) 跳线安装工艺要求

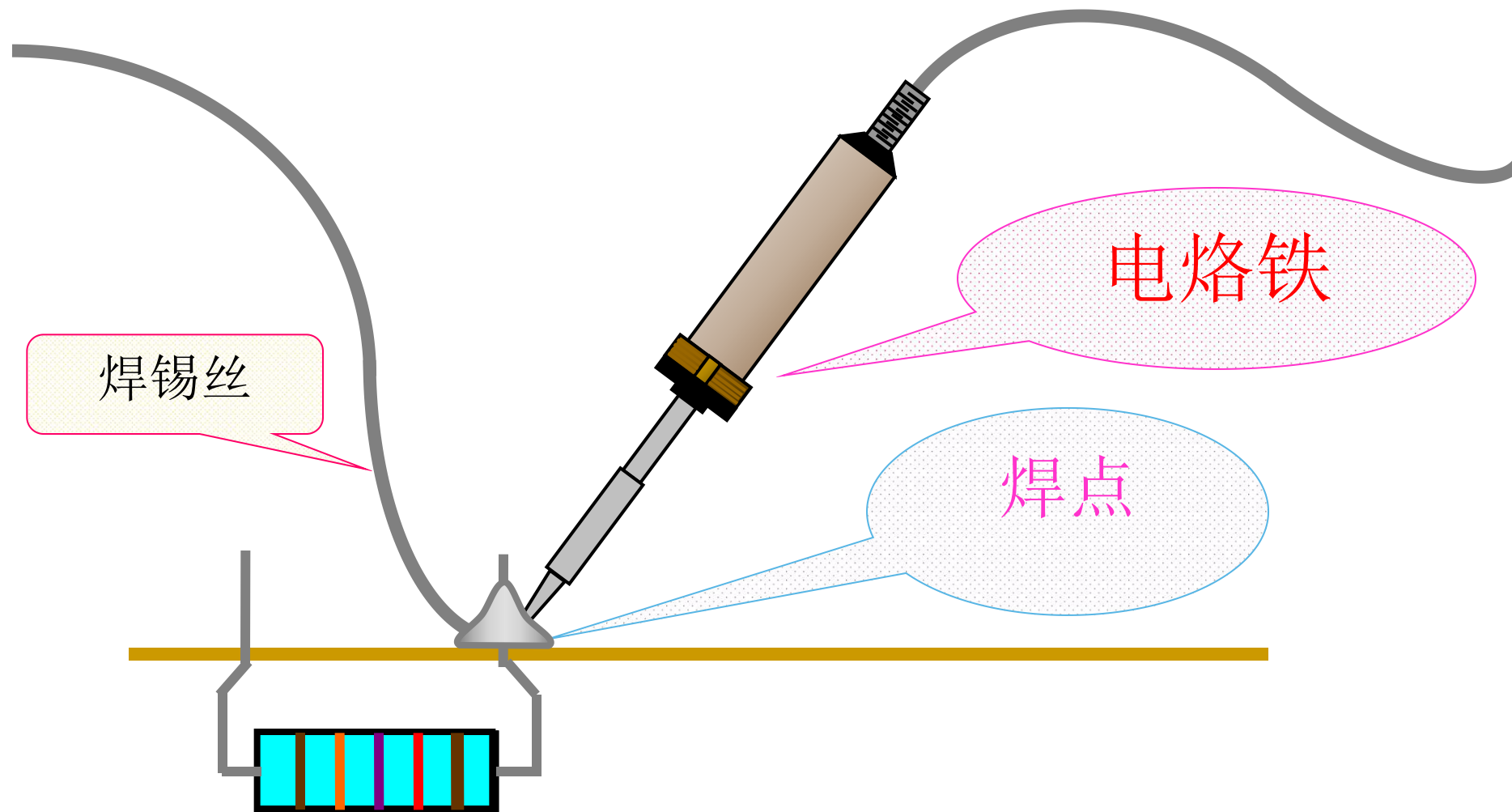
1. 跳线走最短的路径，避开测试点，到达终结端。
2. 在满足电流负载的情况下，选用最小线径的导线。
3. 除非另有明文规定，不能跨越于可更换元器件之上或穿越其下。（导线不能太松以致其延伸的高度超过毗邻元器件的高度）
4. 跳线长度不大于25mm[1in]，或可能在连接盘间或元器件引线间造成短路时，选用绝缘线。
5. 不跨越导电区域、不违反设计间隙要求的跳线可以不绝缘。



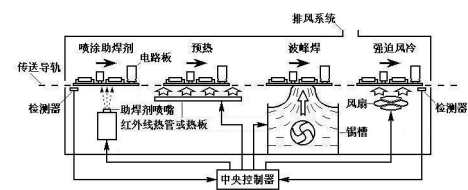
五.元器件的焊接



手工焊接



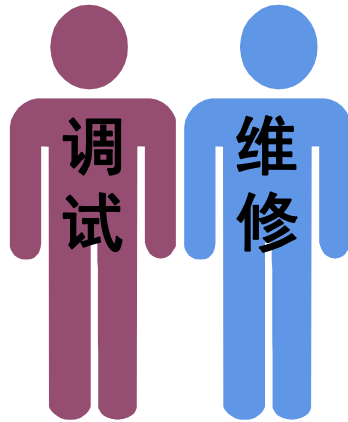
波峰焊接



六、整机装配与测试

外观检查>结构调试>通电前检查>通电后检查>电源调试>整机统
调>整机技术指标测试>老化测试>整机技术指标复测>例行试验等

六、整机装配与测试

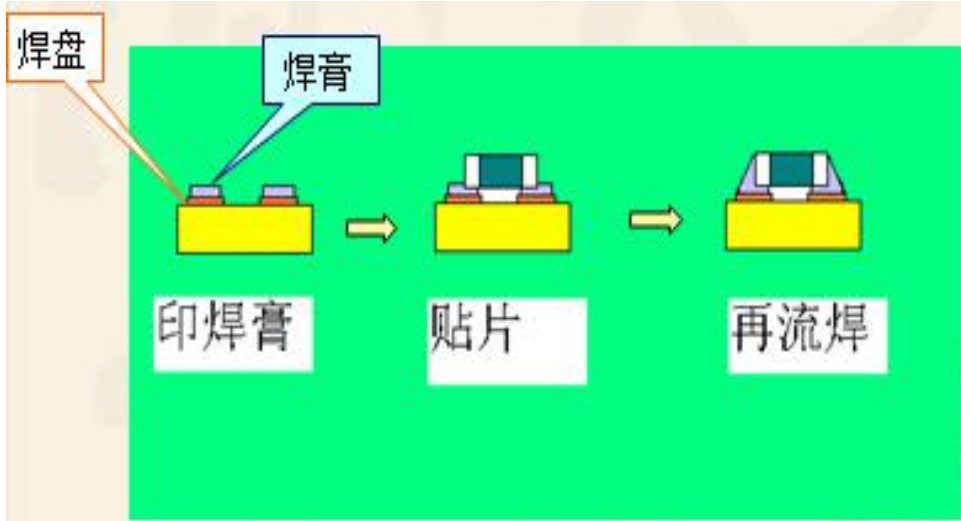


表面贴装技术 (SMT)

表面贴装技术SMT

- 定义：表面贴装技术**SMT**又称表面安装技术、表面组装技术，是英文“**Surface Mount Technology**”的缩写形式，是一门包括电子组件、装配设备、焊接方法和辅助材料等内容的系统性综合技术。
- 它是将表面贴装元器件直接贴、焊到印刷电路板或其他基板表面的规定位置上的一种电子装联技术

表面贴装技术的工艺流程



准备锡膏

锡膏印刷

贴片

回流焊接

检测

1.准备锡膏

锡膏搅拌可以有效地将锡粉和助焊膏搅拌均匀，实现更完美的印刷和回流焊效果。



有铅焊锡膏—科利泰



无铅焊锡膏—科利泰

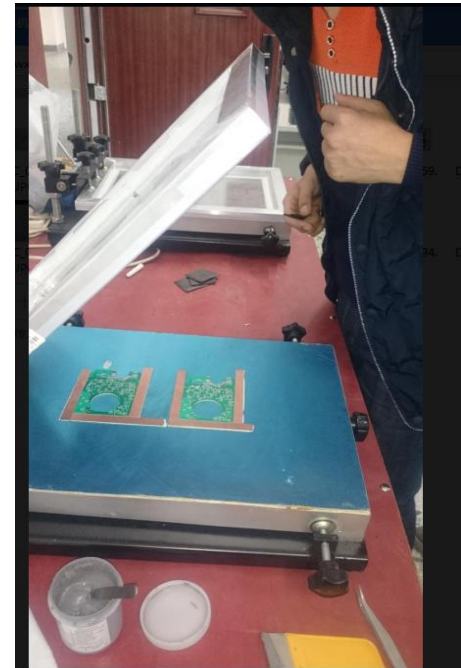
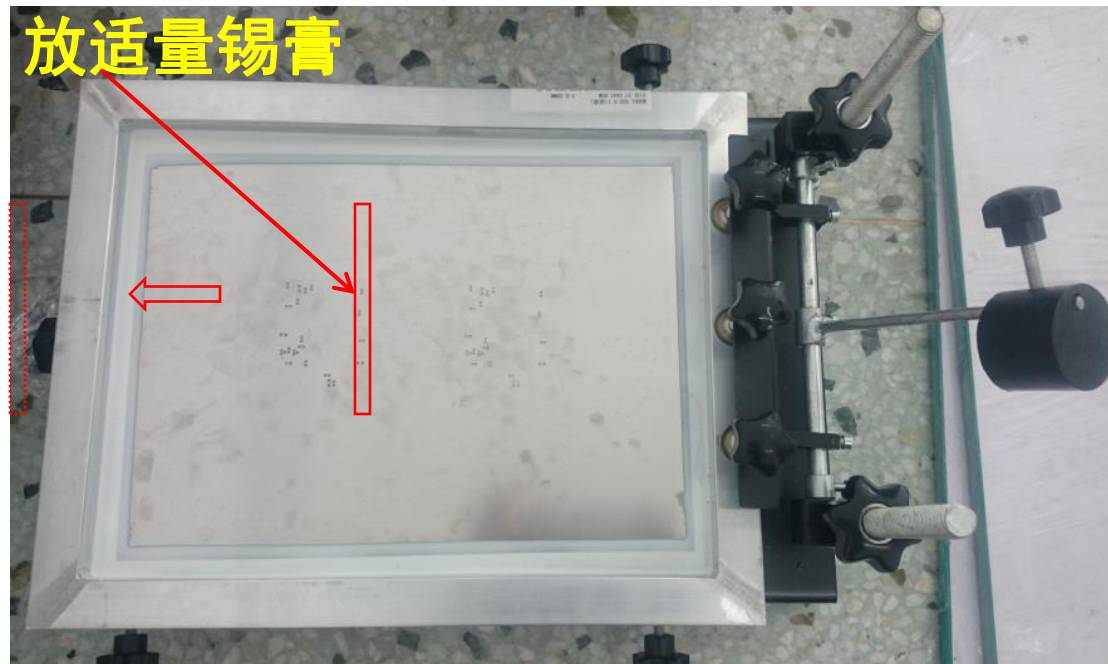


2. 锡膏印刷

抬起钢网，将印刷电路板放在手印台的卡槽内，放下钢网，确保钢网开孔与焊盘对准。

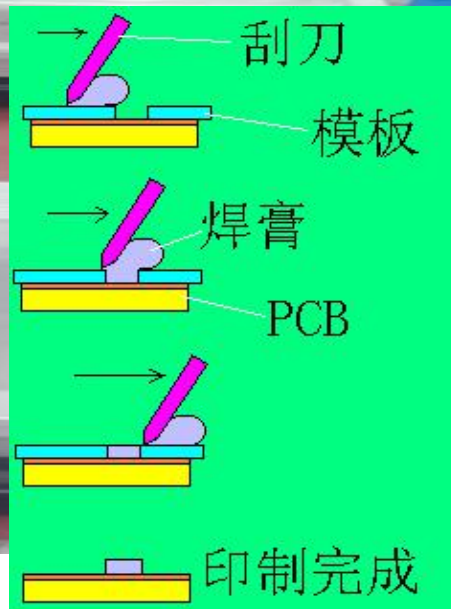
在钢板一侧放适量锡膏，刮刀与水平面呈 $45-60^\circ$ ，然后用刮板将锡膏从一侧刮到另一侧。

手动
锡膏
印刷
台



2. 锡膏印刷

印刷锡膏时用力要均匀、适当，速度在每分钟2-3cm左右。刷完锡膏要检查焊盘上的锡膏是否有黏连、少锡、错位的现象，如有以上现象，需用无水酒精将焊盘清理干净，重新刷锡膏。如只是个别焊盘的锡膏不合格，可以只清理个别焊盘，然后，手工用镊子在焊盘上黏上适量锡膏。



注意：焊膏均匀，覆盖焊盘面积大于75%，边缘整齐，错位不大于0.1mm，印制板不要被焊膏污染。

3. 手工贴片

可采用镊子或真空吸笔夹持元器件。

真空吸笔



4. 回流焊接



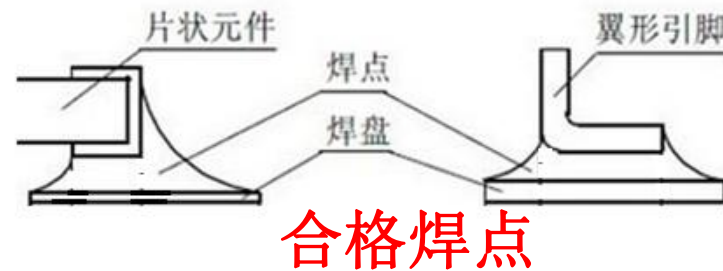
回流焊



5. 检测焊接质量

1) 目测焊点

回流焊接之后，观察焊点有无虚焊、连焊孔洞、缺焊。



2) 用万用表测量元器件焊点

将测量值与实际值比较，判断焊盘有无短路、断路的现象。如果有，需要将元器件拆下，重新焊接。

电子技术与工艺训练

——电子产品焊接工艺

执行标准：IPC-A-610G

重点：
掌握手工焊接步骤及注意事项
掌握合格焊点的要求

序号	年份	序号	标准编号	标准名称	价格	页数
1	1995	1	GB/T 6298-1995	钎料型号表示方法	3	3
2	1998	1	GB/T 12467.1-12467.4-1998	焊接质量要求 金属材料的熔焊	15	30
3	1999	1	GB 9448-1999	焊接与切割安全	13	20
4	1999	2	GB/T 17854-1999	埋弧焊用不锈钢焊丝及焊剂	10	14
5	1999	3	GB/T 17853-1999	不锈钢药芯焊丝	13	22
6	1999	4	GB/T 5293-1999	埋弧焊用碳钢焊丝及焊剂	10	14
7	2001	1	GB/T 3669-2001	铝及铝合金棒	10	10
8	2001	2	GB/T 10045-2001	碳钢药芯焊丝	14	22
9	2003	1	GB/T 12470-2003	埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂	13	16
10	2003	2	GB/T 19419-2003 /ISO 14731: 1997	焊接管理——任务与职责	10	7
11	2003	3	GB/T 19418-2003 /ISO 5817: 1992	钢的弧焊接头——缺陷质量分级指南	10	10

12	2003	4	GB/T 15169-2003	钢熔化焊焊工技能评定	16	30
13	2005	1	GB/T 3323-2005	金属熔化焊焊接接头射线照相	19	39
14	2005	2	GB/T 5185-2005 /ISO 4063: 1998	焊接及相关工艺方法代号	8	6
15	2005	3	GB/T 19868.4-2005 /ISO 15613: 2001	基于生产焊接试验的工艺评定	8	4
16	2005	4	GB/T 19868.1-2005 /ISO 15610: 2003	基于试验焊接材料的工艺评定	10	6
17	2005	5	GB/T 19868.2-2005 /ISO 15611: 2003	基于焊接试验的工艺评定	8	4
18	2005	6	GB/T 19868.3-2005 /ISO 15612: 2004	基于标准焊接规程的工艺评定	10	8
19	2005	7	GB/T 19867.1-2005 /ISO 15609-1: 2004	电弧焊焊接工艺规程	10	7
20	2005	8	GB/T 19869.1-2005 /ISO 15614-1: 2004	钢、铜及合金的焊接工艺评定试验	15	23
21	2005	9	GB/T 6417.1-2005 /ISO 6520-1: 1998	金属熔化焊接头缺陷分类及说明	12	14
22	2005	10	GB/T 19869-2005 /ISO 14732: 1998	焊接操作技能评定	10	9

23	2005	11	GB/T 19866-2005 /ISO 15607: 2003	焊接工艺规程及评定的一般原则	10	9
24	2005	12	GB/T 6417.2-2005 /ISO 6520-2: 2001	金属压力焊接接头缺陷分类及说明	12	14
25	2005	13	GB/T 19804-2005 /ISO 13928: 1996	焊接结构的一般尺寸公差和形位公差	10	7
26	2006	1	GB/T 20422-2006	无铅焊料	10	9
27	2006	2	GB/T 10044-2006	铜铁钎焊及焊丝	13	15

1	GB/T 15829-2008	软钎料 分类与性能要求	14	8
2	GB/T 10046-2008	银钎料	32	45
3	GB/T 19867.4-2008 /ISO 15609-4: 2004	激光焊接工艺规程	12	11
4	GB/T 11364-2008	钎料耐腐蚀性试验方法	14	9
5	GB/T 985.2-2008	埋弧焊的推荐坡口	16	12
6	GB/T 11363-2008	钎焊接头强度试验方法	18	17
7	GB/T 2054-2008 /ISO 9015-1: 2001	焊接接头硬度试验方法	16	12

8	GB/T 985.1-2008	气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口	18	17
9	GB/T 22898-2008	铝及铝合金的弧焊推荐工艺	16	14
10	GB/T 9448-2008	铜基钎料	16	14
11	GB/T 22895.1-2008 /ISO 13919-1: 1996	电子束及激光焊接接头 缺陷质量分级指南 第1部分：钢	14	8
12	GB/T 22895.2-2008 /ISO 13919-2: 2001	电子束及激光焊接接头 缺陷质量分级指南 第2部分：铝及铝合金	14	10
13	GB/T 16859-2008	镍基钎料	14	8
14	GB/T 13815-2008	铝基钎料	14	8
15	GB/T 2653-2008 /ISO 5171: 2005	焊接接头弯曲试验方法	18	18
16	GB/T 2093-2008	焊接及指数金属拉伸试验方法	10	7
17	GB/T 19867.2-2008 /ISO 15609-2: 2004	电阻焊焊接工艺规程	14	10
18	GB/T 19867.3-2008 /ISO 15609-3: 2004	电子束焊接工艺规程	14	11
19	GB/T 9460-2008	铜及铜合金焊丝	16	12

20	GB/T 19867.2-2008 /ISO 15609-2: 2004	气焊焊接工艺规程	14	8
21	GB/T 10958-2008	铝及铝合金焊丝	14	10
22	GB/T 13814-2008	铜及铜合金焊条	20	22
23	GB/T 985.3-2008	铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口	14	10
24	GB/T 2551-2008 /ISO 4136: 2001	焊接接头拉伸试验方法	14	9
25	GB/T 2650-2008 /ISO 9016: 2001	焊接接头冲击试验方法	10	7
26	GB/T 985.4-2008	复合钎的推荐坡口	14	8
27	GB/T 524-2008	焊接符号表示法	16	15
28	GB/T 8110-2008	气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝	22	26
29	GB/T 15620-2008	铜及铜合金焊丝	18	18
30	GB/T 22087-2008 /ISO 10642: 2005	铝及铝合金的弧焊接头 缺陷质量分级指南	18	17
31	GB/T 1994-2008	镍铜奥氏体不锈钢焊丝镍含量测量方法	16	15
32	GB/T 17493-2008	低合金药芯焊丝	24	32

GB/T 24598-2009	铝及铝合金熔焊焊工技能评定	30	25
GB/T 12467.1-2009	金属材料焊接质量要求 第1部分：金属熔化焊用焊丝的总称通则	16	5
GB/T 12467.2-2009	金属材料焊接质量要求 第2部分：定数质量要求	16	6
GB/T 12467.3-2009	金属材料焊接质量要求 第3部分：定数质量要求	16	6
GB/T 12467.4-2009	金属材料焊接质量要求 第4部分：定数质量要求	14	2
GB/T 12467.5-2009	金属材料焊接质量要求 第5部分：定数质量要求应遵循的规范性文件	16	6
JB/T 11942-2010	电子束焊接工艺指南	26	23
JB/T 11943-2010	激光焊接工艺指南	26	22
GB/T 25774.3-2010	焊接材料的质量条件 第3部分：钎焊材料的质量条件	16	5
GB/T 25779-2010	焊接材料供货技术规范 产品范围、尺寸、公差和标记	16	7
GB/T 25778-2010	焊接材料采购指南	16	9

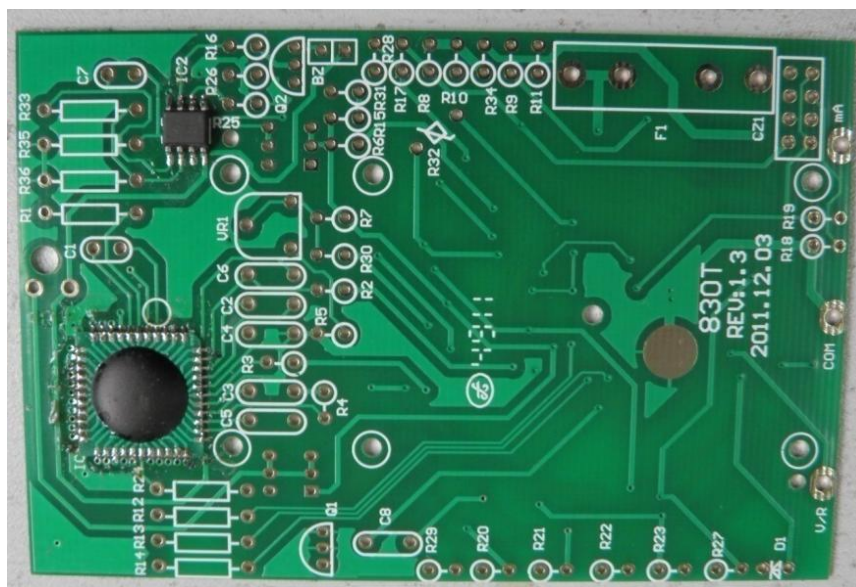
GB/T 25773-2010	燃气钎焊技术规范	16	11
GB/T 25774-2010	焊接材料供货技术规范 评定方法	16	5
GB/T 25777-2010	焊接材料供货技术规范 分析试验制备方法	14	3
GB/T 25774.1-2010	焊接材料供货技术规范 第1部分：钢、铜及铝合金的质量条件	16	5
GB/T 20952-2011	焊接无损检测 焊缝磁粉检测 验收等级	14	3
GB/T 20955-2011	金属材料焊接性能试验 焊缝宏观和微观检测	21	13
GB/T 20946-2011/ISO/IEC 16660:2003	金属材料焊接性能试验 宏观和微观检测用验收指南	27	24
GB/T 20951-2011	焊接无损检测 超声波检测	21	14
GB/T 20950-2011/ISO/IEC 16660:2003	金属材料焊接性能试验 十字接头和搭接接头拉伸试验方法	16	6
GB/T 20954-2011	焊接无损检测 射线检测	21	14

GB/T 20943-2011	焊接无损检测 焊缝渗透检测 验收等级	14	3
GB/T 27962-2011/ISO/IEC 17093:2003	金属材料焊接性能试验 焊接接头显微硬度试验	16	8
GB/T 27961-2011/ISO/IEC 17092:2003	金属材料焊接性能试验 弯曲试验	18	11
JB/T 11084-2011	不锈钢和低碳钢 A-TIG 焊丝焊剂	15	4
JB/T 5102-2011	焊丝知识指南	15	6
JB/T 11089-2011	铝和铝合金钎焊材料技术要求	15	6
GB/T 5117-2012	非合金钢及低合金钢焊条	30	28



1、印制电路板

印制电路板 (PCB-Printed Circuit Board)，缩写PCB，也称印制线路板，简称印制板，它主要由绝缘基板、导电图形、布孔、焊盘及元器件图符等组成。



1.1 印制电路板的构成

1.1.1 印制板基材

常用基材为覆铜板。

1) 覆铜板

主要由铜箔、增强材料、粘合剂组成。

▲铜箔：铜纯度大于99.8%，厚度在 $18\ \mu\text{m}\sim 105\ \mu\text{m}$ 。

▲增强材料：常用纸质、玻璃布。

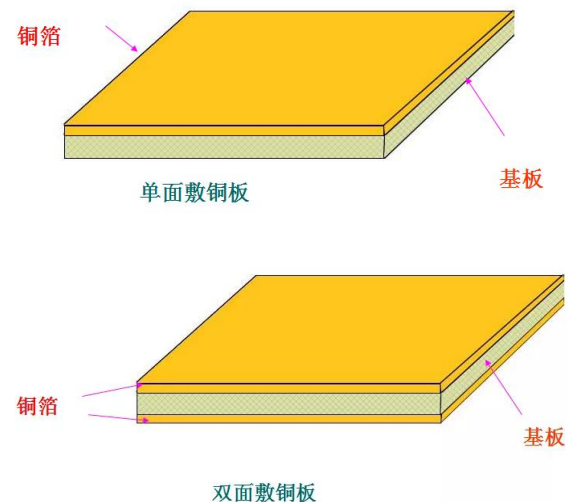
▲黏合剂：酚醛树脂、环氧树脂、聚四氟乙烯等。

2) 金属芯印制板

对于高密度、高功率的电子设备，金属芯印制板解决了散热问题，一般用于高级军用电子设备中。

3) 陶瓷基板

具有高散热、低热阻、寿命长、耐电压等优点，主要用于大功率电力电子电路。



1.1.2 焊盘及布孔

布孔包括引脚穿孔、多层板电气连接过孔、装配安装孔。

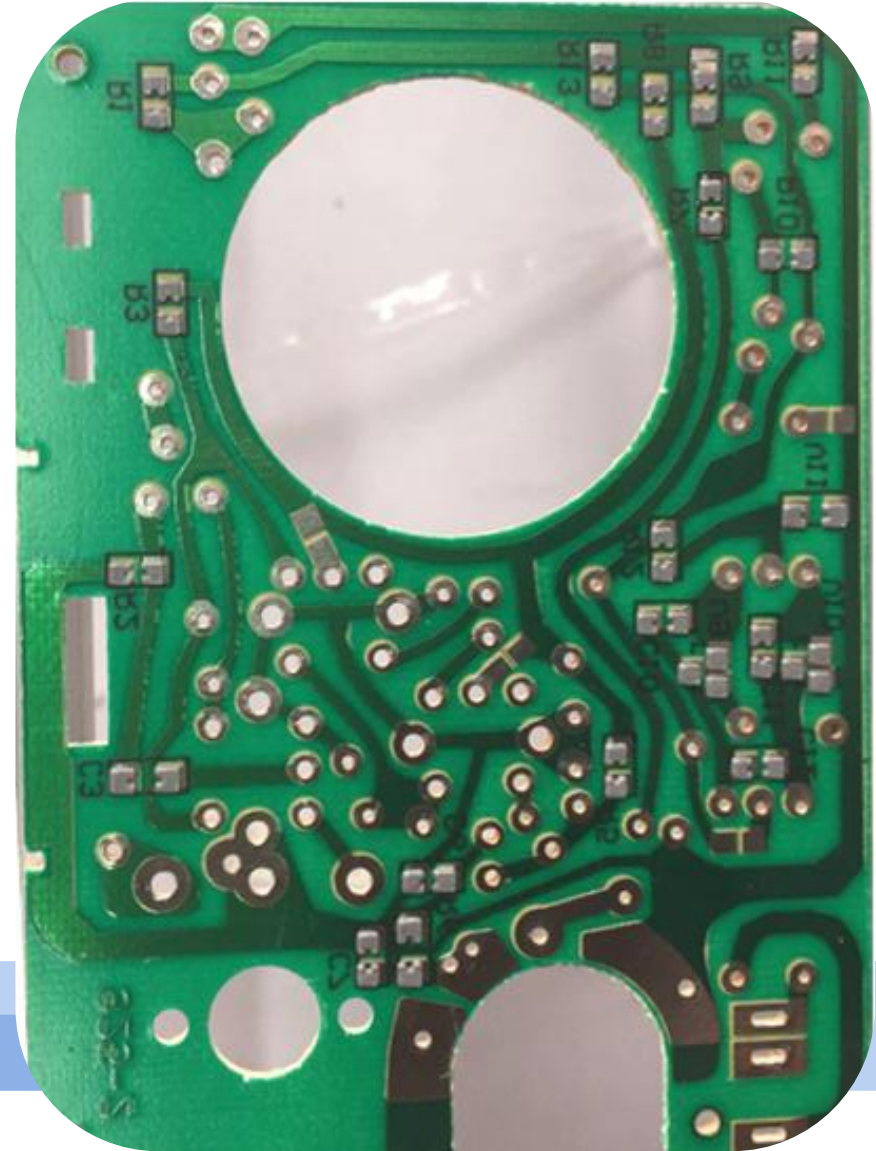
焊盘是指孔周围留出的圆形或其他形状的铜箔，是线路板上用于焊接的部分。

1.1.3 导电图形 以铜为代表。相当于导线，将各个通孔间在电气上连接起来。

1.1.4 表面镀层

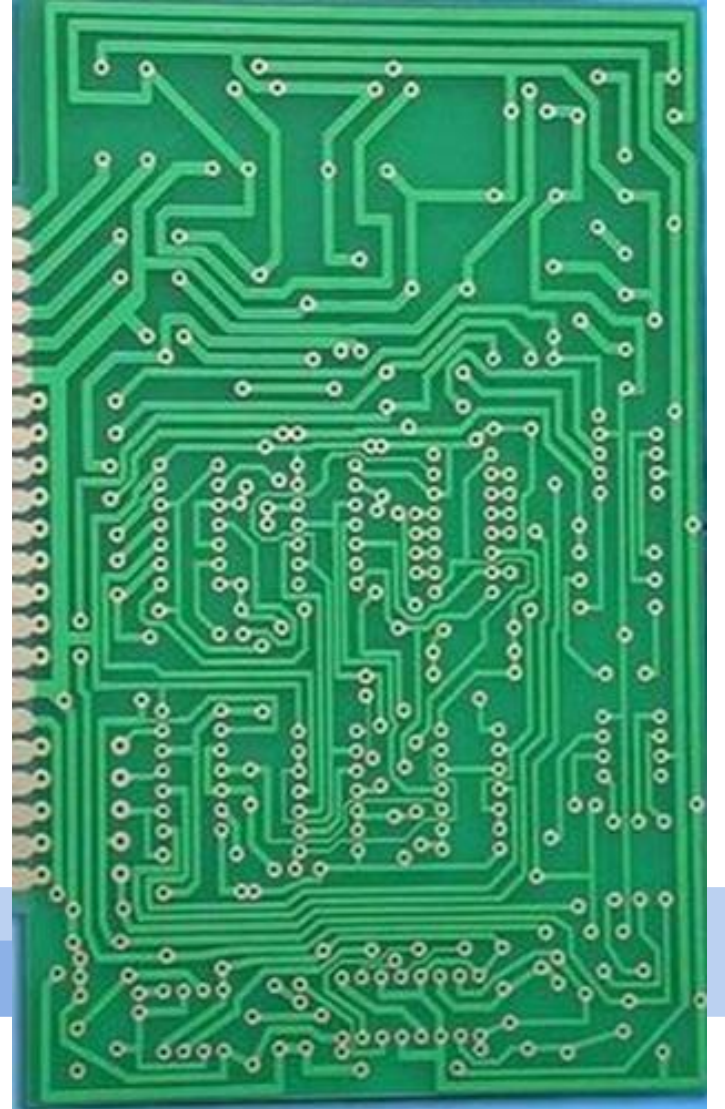
铜表面易氧化，为了**保护导电图形并增强焊盘的可焊性**，在导电图形上镀上银或锡铅合金。

在要求不高的电路板中，在裸铜表面涂松香助焊剂，可代替表面镀层。



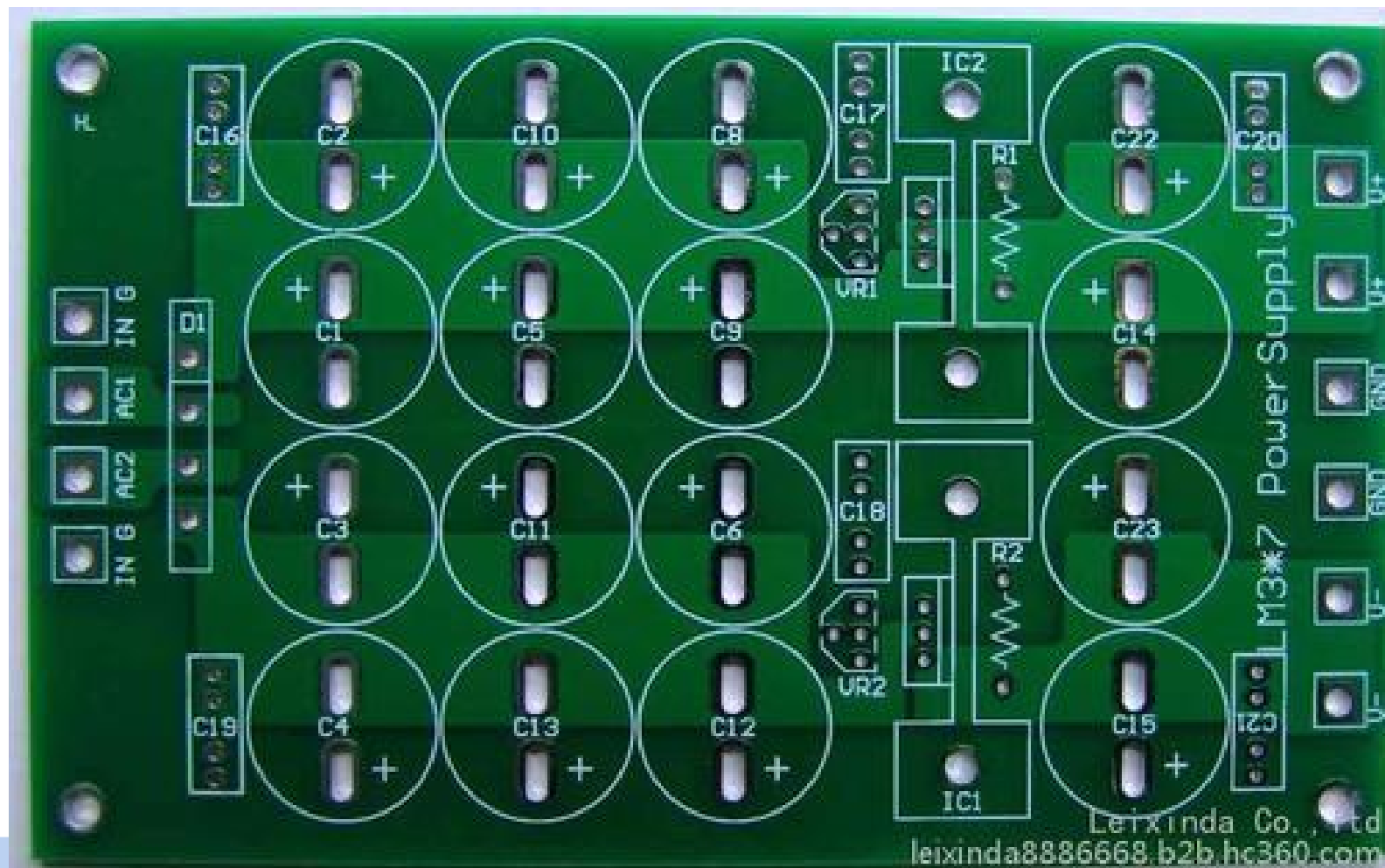
1.1.5 保护涂敷层 阻焊层

- 印制电路板除了焊盘之外的地方都涂覆有一层阻焊剂，起着绝缘、保护布线层、防止铜箔被氧化的作用。
- 一般工厂中使用的阻焊剂俗称“绿油”，因此印制电路板呈绿色。
- 在“绿油”的覆盖下，可以看到焊盘与焊盘之间以及焊盘与过孔之间的铜箔导线（即导电图形），用万用表测量铜箔导线连接的焊盘、过孔之间是导通的，电阻约等于0欧（等电位点），在焊接的时候，不要错误将铜箔导线划断。



1.1.6 元器件图符

线路板上元器件的外形图符号、字符、参数等，颜色通常为白色。



1.2 印制电路板分类

1.2.1 依层次分

1) 单面板:

只在覆铜的一面布线，另一面放置元器件。

2) 双面板:

两面都可以布线，一般需要由金属化孔连通。

3) 多层板:

由3层或3层以上导电图形和绝缘材料层压合而成。

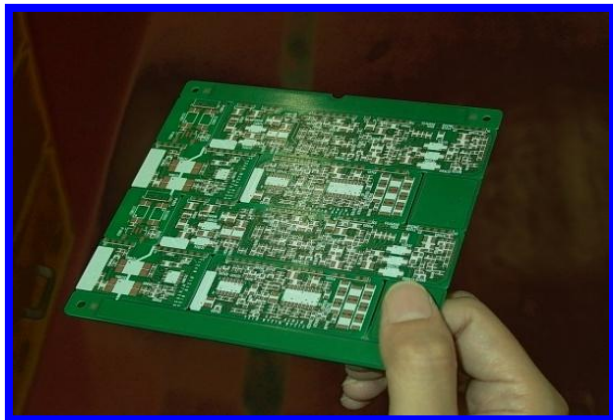
1.2.2 依材质分

1) 刚性板

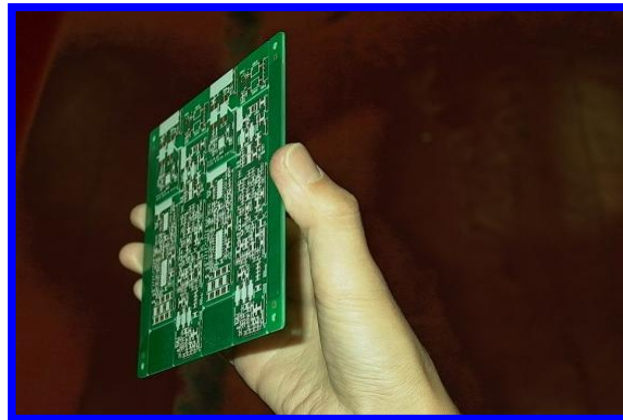
2) 柔性板



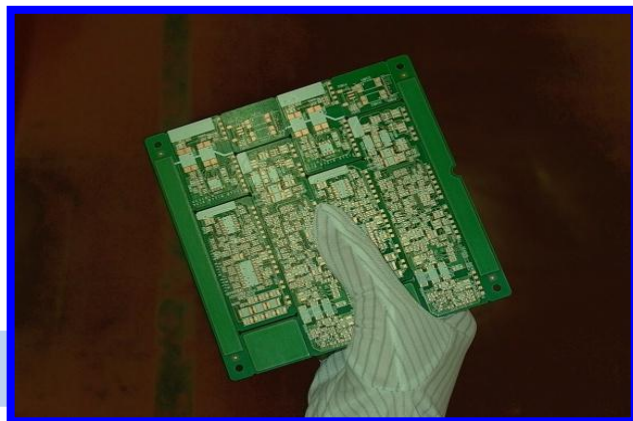
1.3 印制电路板拿取方法



手拿住沒有元件的部位



握住基板的边缘



最好戴防静电手套握基板



2、焊接工具及材料



温控式电烙铁



外热式烙铁



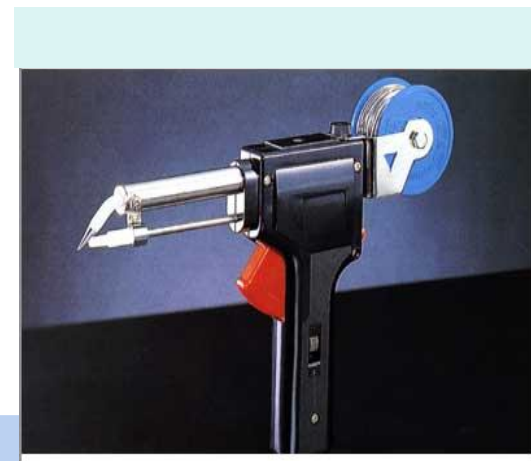
内热式烙铁



电焊台







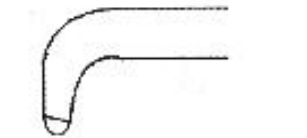


长寿命烙铁头电烙铁



手动送锡电烙铁

烙铁头的形状

	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

2.1 手工焊接工具电烙铁

内热式、外热式、恒温式。

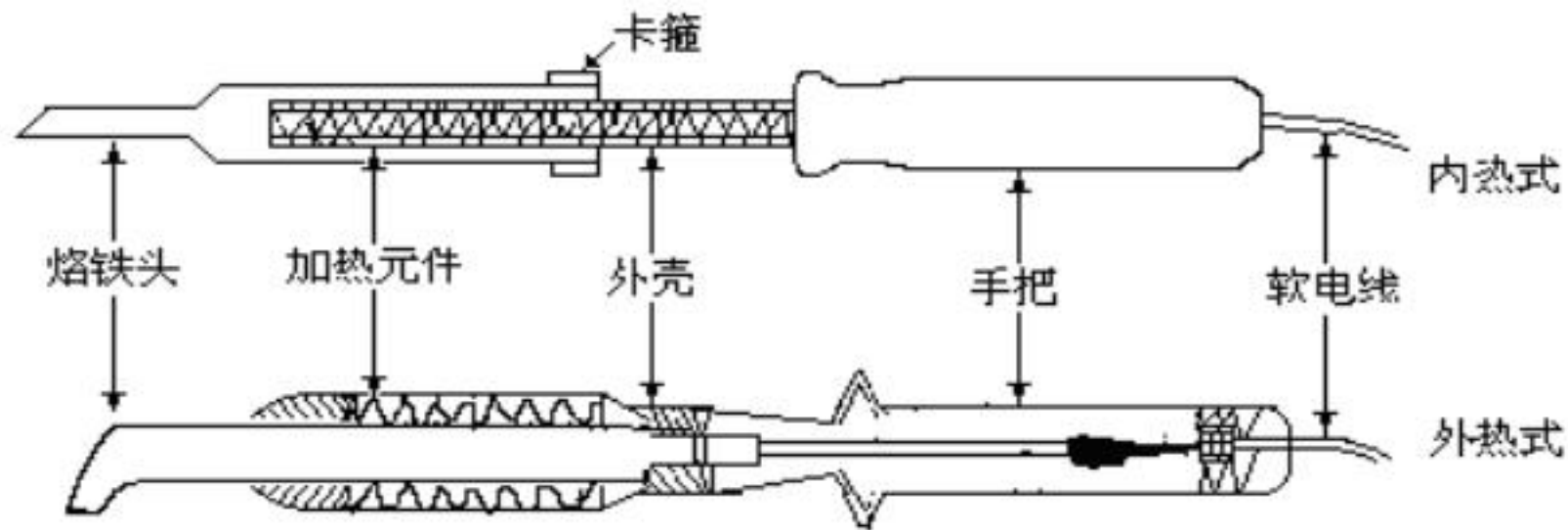


图 2-4 直热式电烙铁结构示意图

烙铁使用注意事项

※烙铁使用中，严禁敲击，否则会造成发热棒断或连接发热棒的导线脱落；

严谨抛或甩，以免熔化的焊锡甩出，烫到人或抛到产品中。



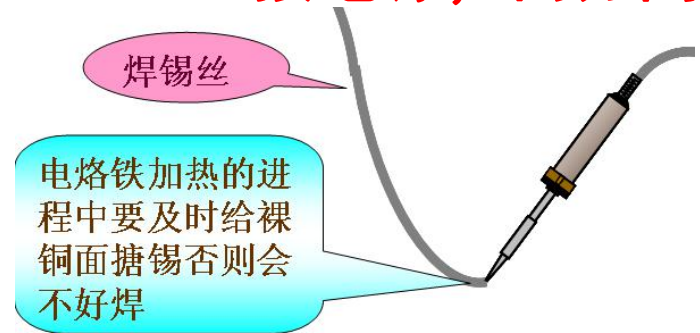
电烙铁头使用口诀

**握手柄，禁敲击；
烙铁头，要镀锡；
烙铁架，插回去；
要试热，助焊剂；
接电源，需分离**

※普通烙铁头的修整和镀锡

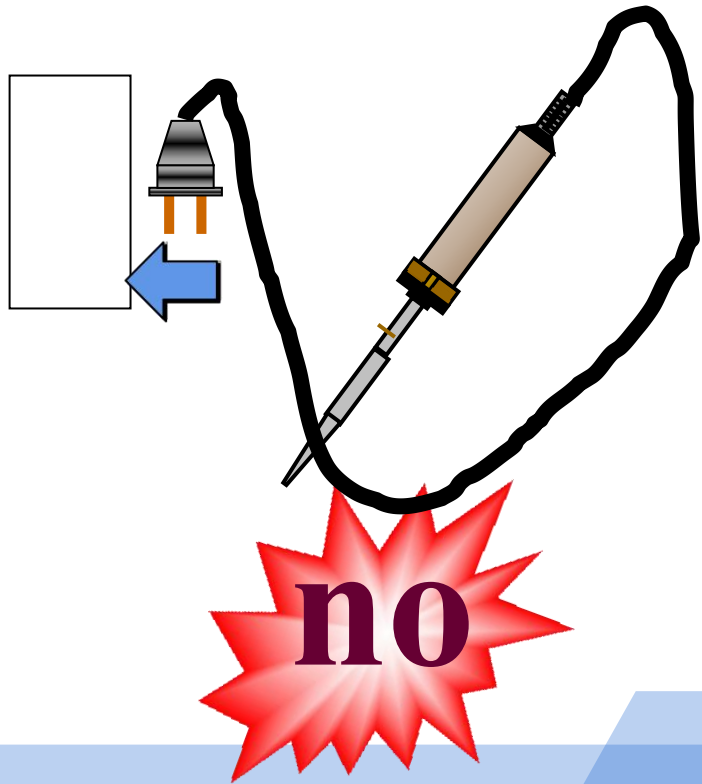
烙铁头经使用一段时间后，会发生表面凹凸不平，且氧化层严重，这种情况下需要修整。

※每次使用前必须要清洁烙铁头；焊接完毕后，使烙铁头上留有焊锡，这样可以防止烙铁头氧化。

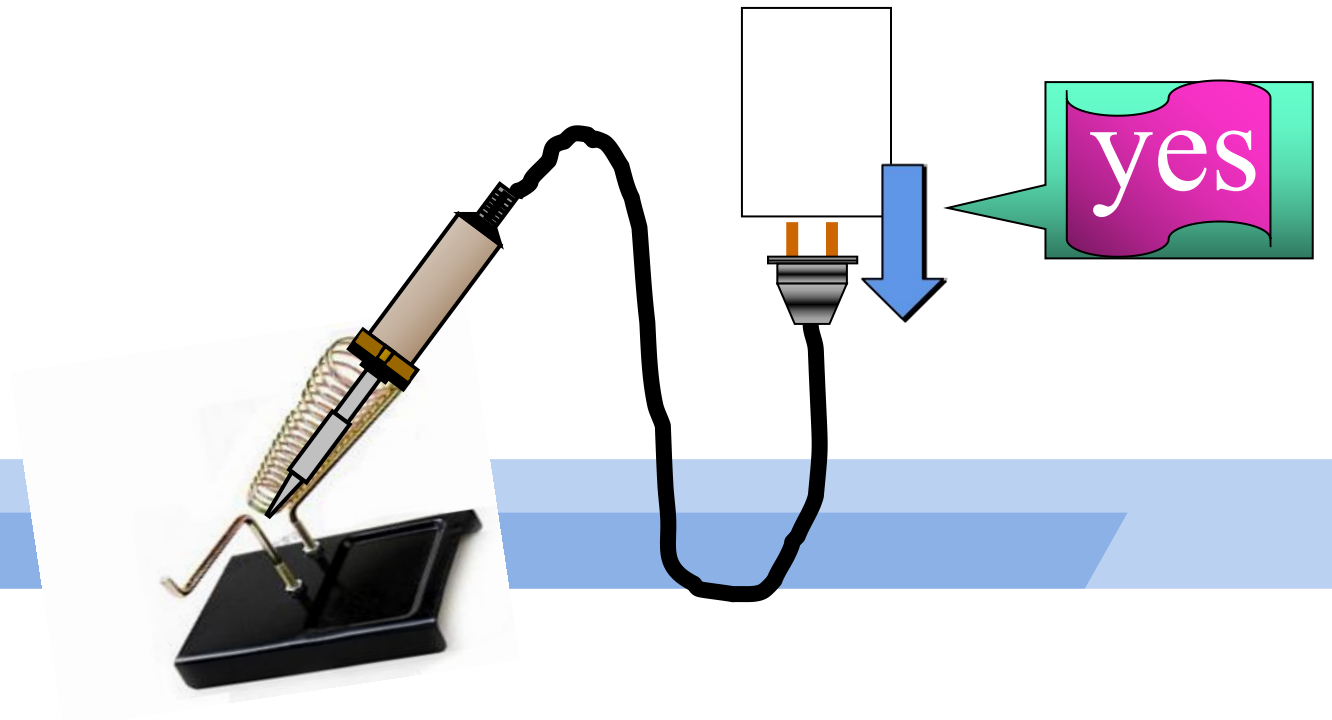


烙铁使用注意事项

❌ 使用过程中，热的烙铁头不能接触导线部分。



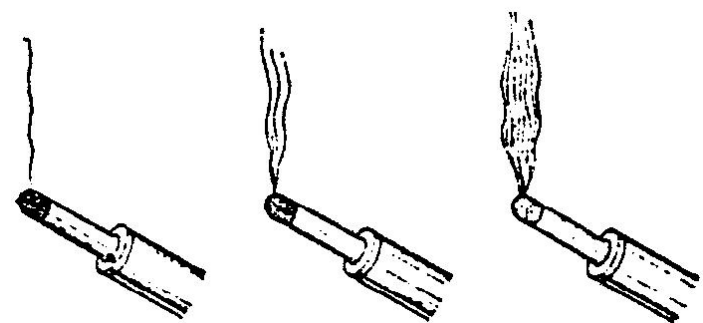
❌ 烙铁长时间不用或离岗时应放回烙铁架中，且远离可燃物并关闭电源，以免引起火灾等。



烙铁使用注意事项

✘烙铁头温度

根据助焊剂的发烟状态判别：



- 温度低时，发烟量**小**，持续时间**长**
- 温度高时，烟气量**大**，消散**快**
- 温度约为400℃左右，是焊接的合适温度。

2.2焊接的材料及辅料介绍

1) 焊锡丝

焊锡丝分类：松香芯锡丝、水溶性锡丝、免清洗锡丝、含银锡丝、无铅锡丝、低温锡丝、高温锡丝等，其中免清洗焊锡丝、水溶性焊锡丝属于高质量焊锡丝，可专门用于手工焊接、元器件安装和表面组装技术的返修焊接。

◆无铅焊锡

作为一种环保型焊接材料，现在常见的无铅焊锡是锡、铜、银等的合金；相比于有铅焊锡，无铅焊锡的熔点高、机械强度低、润湿能力差、成本高。

◆有铅焊锡

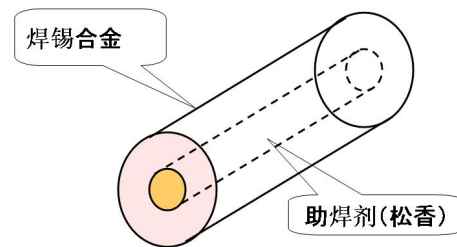
铅锡焊料具有一系列优点：

- (1) **熔点低**，各种不同成分的铅锡合金熔点均低于铅和锡的熔点，利于焊接。
- (2) **机械强度高，抗氧化**。
- (3) **表面张力小**，增大了液态流动性，有利于焊接时形成可靠接头。

共晶焊锡：通常是指锡的含量约为63%，铅的含量约为37%，熔点为183℃。

◆手工焊锡

推荐初学者使用**松香加芯焊锡丝**，大部分松香焊锡丝是铅锡合金丝，这种焊锡丝的内部填充了松香助焊。（**注意个人卫生**）



2) 焊接的辅料——助焊剂

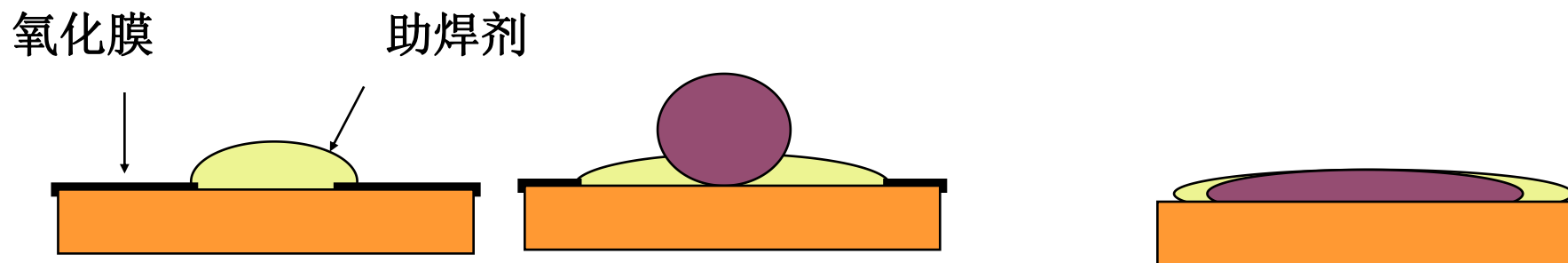
- 焊接前要在PCB板或其他焊接面上涂覆助焊剂。
- 常用的助焊剂有：
 - 无机焊剂
 - 有机助焊剂
 - 松香类焊剂：电子产品的焊接中常用。



性能

酒精松香溶液（松香水）：
松香（20%-30%），酒精80%-70%。

2) 焊接的辅料——助焊剂



去除氧化膜

助焊剂中的成分与焊接面上的氧化物发生还原反应，从而去除金属表面的氧化膜，生成的渣，漂浮在焊料表面。

防止再氧化

熔化助焊剂漂浮在熔融的焊料层表面，形成隔离层，防止焊接过程中表面的氧化

减小金属表面张力

减小焊锡表面的张力，增加熔融焊料的流动性，有助于焊锡的浸润和扩散

使焊点美观

能够整理焊点形状、保持焊点表面的光泽

3) 清洗剂

在完成焊接操作后，要对焊点进行清洗，清除焊接产生残留导电物质和其他污染物，避免腐蚀焊点，保证产品的长期可靠性。

常用的清洗剂有：

- 1) 无水乙醇（无水酒精）
- 2) 航空洗涤汽油
- 3) 三氯三氟乙烷

□ 电子工艺发展的无铅无卤趋势。

2.3 辅助焊接工具

镊子：取走细小的元件，锡珠和杂物等。



剪钳：平嘴钳用于管脚成型、斜嘴钳用于剪管脚或导线，剥导线。



平嘴钳



斜嘴钳

螺丝刀：有“一”字和“十”字，用于拧螺钉等机械装配。



无感螺丝刀：用于调节本振、中周变压器、双联可变电容。



注意：无感螺丝刀不能用于松紧螺丝

3、锡焊原理

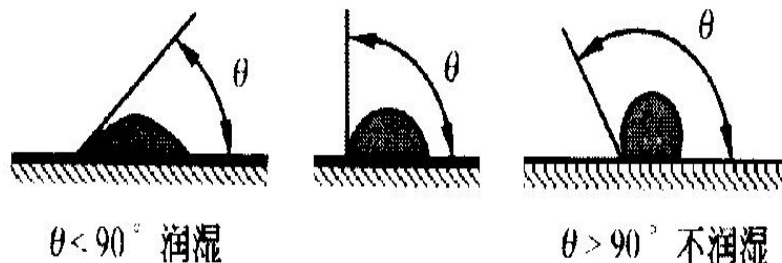
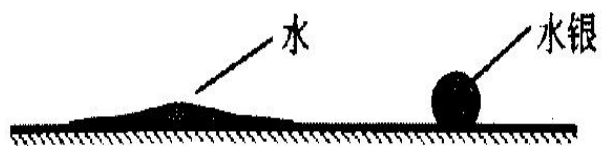
锡焊：锡焊是钎焊的一种。将焊件和熔点比焊件低的焊料共同加热到锡焊温度，在焊件不熔化的情况下，焊料熔化并浸润焊接面，依靠二者原子的扩散形成焊件的连接。

焊接过程分为下列三个阶段：

- A. 润湿阶段（第一阶段）
- B. 扩散阶段（第二阶段）
- C. 焊点的形成阶段（第三阶段）

第一阶段 浸润

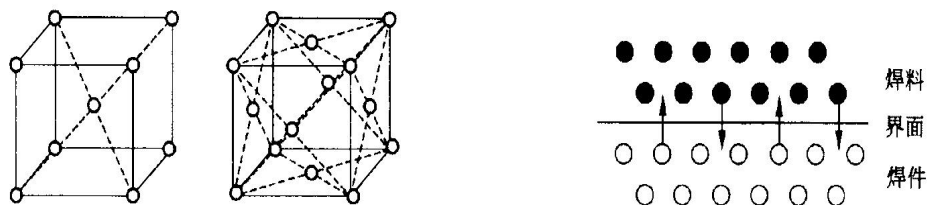
发生在**固体表面和液体**之间的一种物理现象。如果液体能在固体表面**漫流**开，我们就说这种液体能**润湿**该固体表面。



润湿角：固液交界点处沿固、液表面切线的夹角

第二阶段 扩散

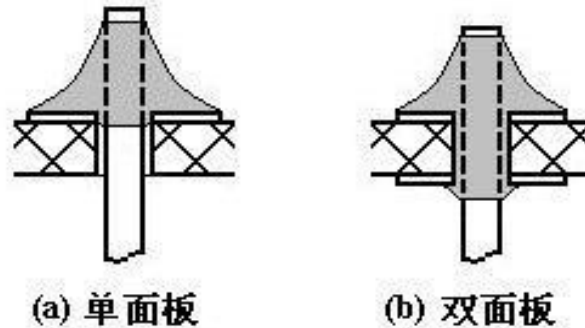
在**一定温度下**，通过**浸润**充分接触，熔融焊料的原子渗入被焊金属的原子结构中（**扩散**），扩散过程中发生冶金、化学反应结果在两者的**界面**上形成**结合层**，实现金属间的**连接**。



- 结合层小于 $1.2\mu\text{m}$ ，焊料与焊件间没有形成扩散，是一种半附着性结合，强度很低；
- 结合层为 $1.2-3.5\mu\text{m}$ 焊点强度最高，导电性能好；
- 而大于 $6\mu\text{m}$ 则意味生成金属间化合物过多，产生脆性，降低强度。

第三阶段：

焊点形成：焊料冷却时，界面首先开始凝固，形成金属结晶，而后结晶向未凝固的焊料方向生长，最后形成焊点。



由焊接机理可以看出，锡焊必须具备的条件

- 1) 焊件必须具有良好的**可焊性**；（金属表面被熔融焊料润湿的能力）
- 2) 焊件表面必须保持**清洁**；（利于润湿进行，达到扩散条件）
- 3) 要使用合适的**助焊剂**；（使熔锡流动，润湿焊件）
- 4) 焊件要加热到适当的**温度**；（达到融锡温度，有利扩散进行）
- 5) 合适的**焊接时间**；（控制结合层的厚度和成份）

The image features a central graphic consisting of three concentric circles. The innermost circle is dark blue and contains the text '手工焊接的工艺要求'. The middle circle is a lighter blue, and the outermost circle is the lightest blue. Surrounding these circles are four blue, rounded rectangular bars of varying lengths and orientations, positioned in the corners of the frame. The text is centered within the innermost circle.

手工焊接的工艺要求

手工焊接的工艺要求

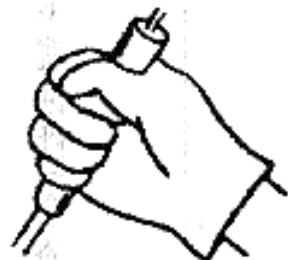


保证正确的焊接姿势

熟练掌握焊接的基本操作步骤

掌握手工焊接的基本要领

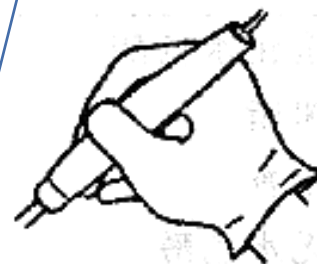
焊接操作姿势



(a) 反握法



(b) 正握法



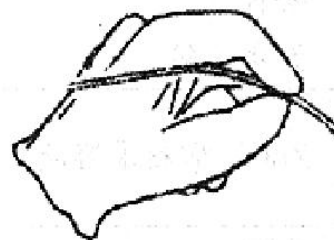
(c) 握笔法

一般采用坐姿焊接，工作台和坐椅的高度要合适。

焊接操作姿势



连续锡焊时焊锡丝的拿法



断续锡焊时焊锡丝的拿法

一般采用坐姿焊接，工作台和坐椅的高度要合适。

手工焊接操作的基本步骤

焊接操作过程分为五个步骤（也称五步法），一般要求在5秒内的时间内完成。

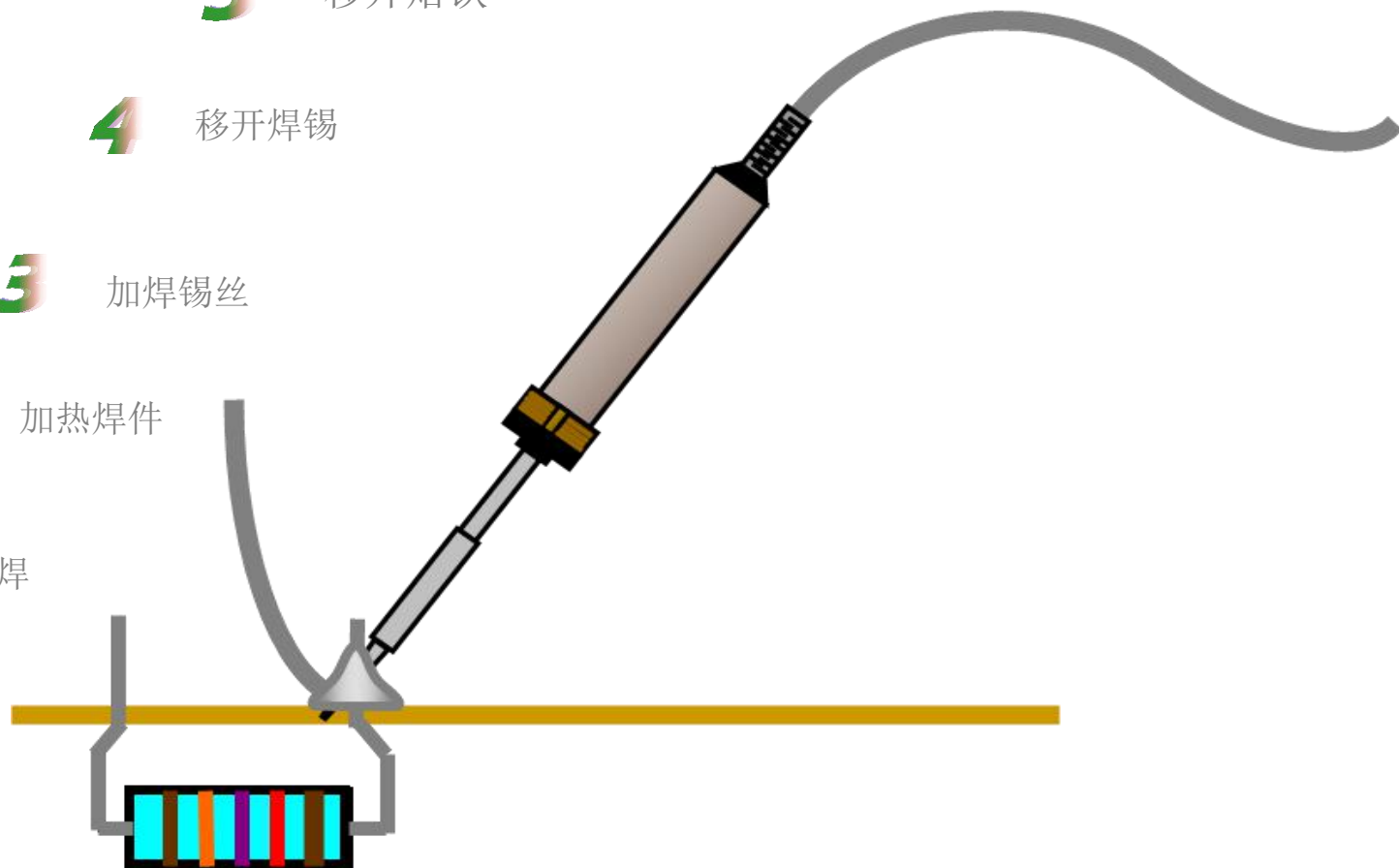
1 准备施焊

2 加热焊件

3 加焊锡丝

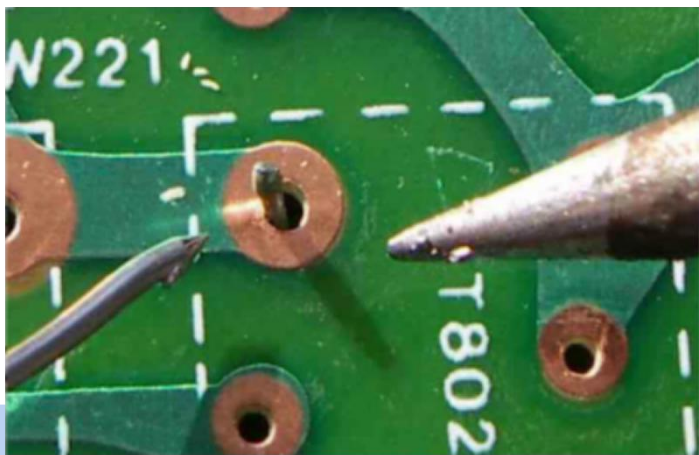
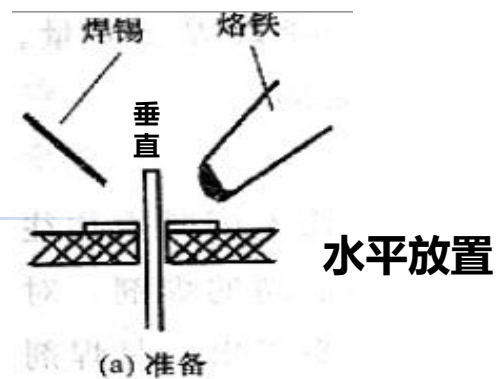
4 移开焊锡

5 移开烙铁



手工焊接五步法的操作的基本步骤

准备施焊

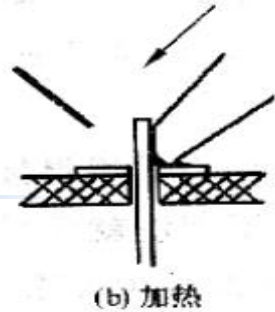


烙铁头和焊锡靠近被焊工件并认准位置，处于随时可以焊接的状态。

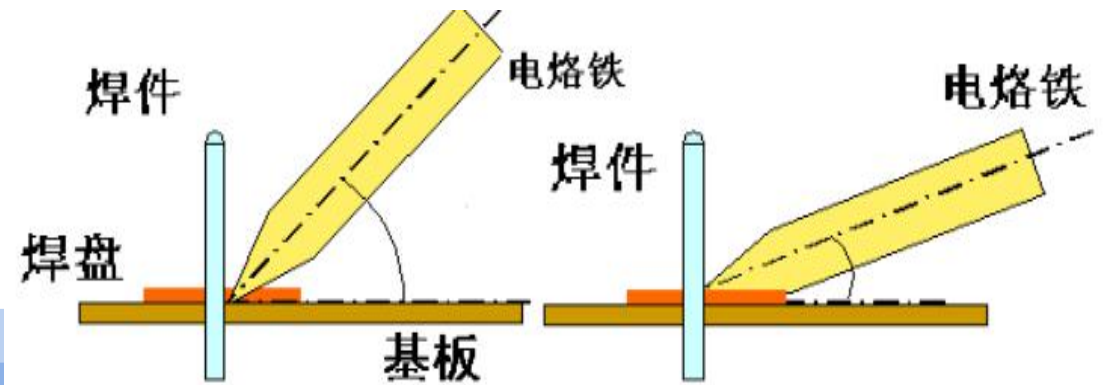
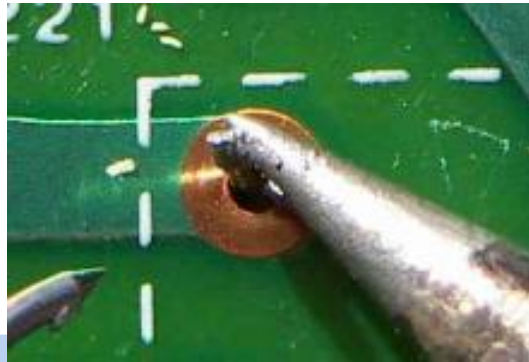
注意：助焊剂加热挥发出的化学物质对人体是有害的，所以焊接时头部不要离烙铁头太近；。

手工焊接五步法的操作的基本步骤

加 热 焊 件

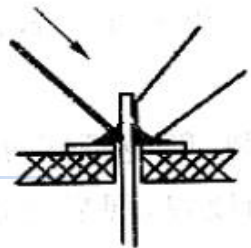


将烙铁头放在焊接部位上，同时对焊盘和元器件引脚进行加热（使受热面积最大），电烙铁送入的角度要合适，电烙铁与印制板之间夹角为30-45度，要让焊件与焊盘受热均匀



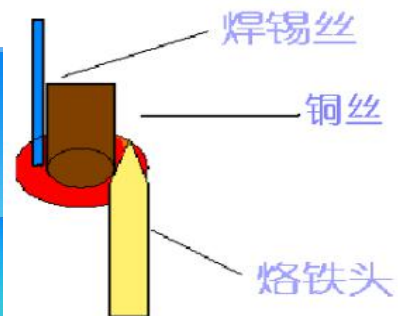
手工焊接五步法的操作的基本步骤

加 焊 锡 丝



(c) 加焊锡

在焊接部位的温度达到要求后，将焊锡丝置于焊点部位，熔化适量的焊锡



手工焊接五步法的操作的基本步骤

移开焊锡



(d) 去焊锡

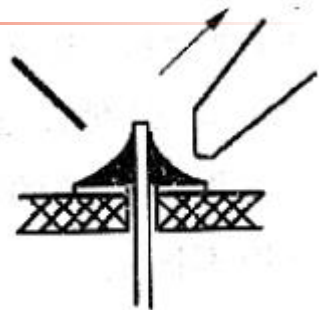


当熔化一定量的焊锡后
将焊锡丝移开

注意，锡量要合适，

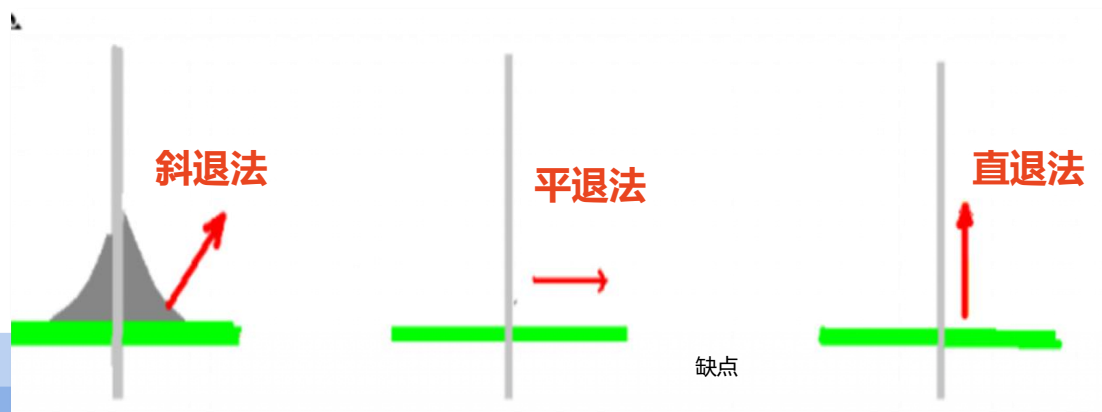
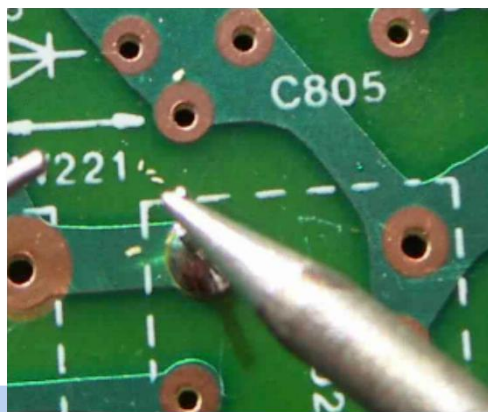
手工焊接五步法的操作的基本步骤

移开烙铁



(c) 去烙铁

移开烙铁有讲究，一般有斜退法、平退法和直退法三种



注意撤烙铁的速度要快，可轻轻旋转一下，以保证焊点有适当的焊锡。

手工焊接注意事项

1. 元器件引脚与印制板焊盘保持垂直角度

2. 掌握好加热时间

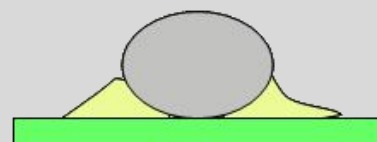
在保证焊料润湿焊件的前提下时间越短越好。一般一次焊接的时间不超过5秒。

3. 不要用烙铁对焊点加力加热。

4. 在焊锡凝固之前，不要移动焊件，否则造成焊点强度降低，形成冷焊。

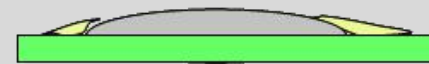
5. 焊锡供应量及助焊剂用量的把握。

6. 手工焊接后焊点温度自然降到室温。



不扩散

焊接不良

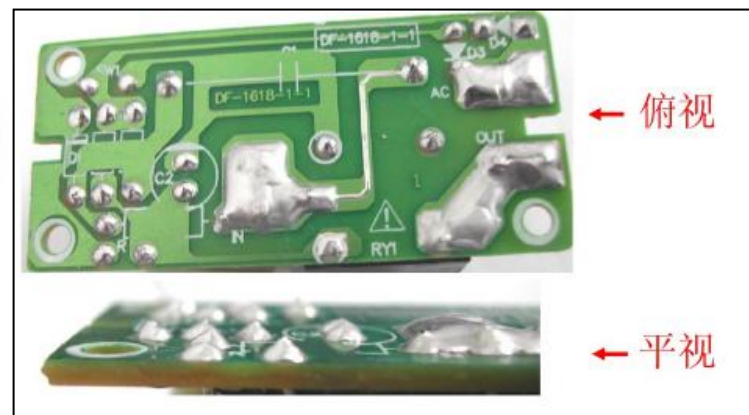


扩散

焊锡良好

加热时间不足, 焊料浸润不足, 如左图, 易形成夹渣、虚焊
加热过度, 松香高温碳化, 失去作用, 易造成焊盘脱离

焊点合格的标准



电气接触良好

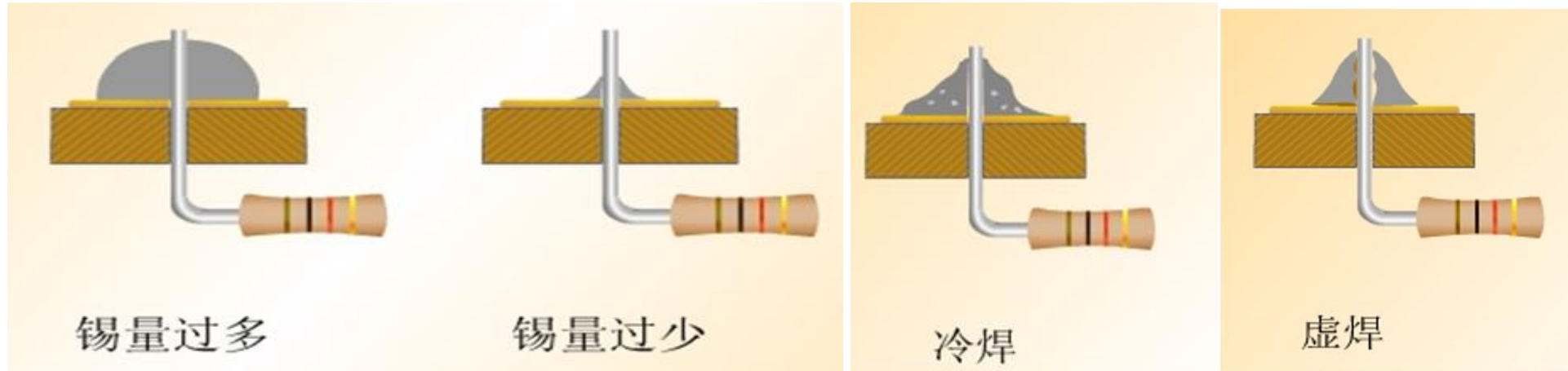
机械强度高

焊点的外形美观

一个好的焊点应具备光滑、清洁、均匀、对称、整齐、明亮、充满整个焊盘并与焊盘大小比例合适。

常见不合格焊点原因及处理

危害



1) **球焊成因**：焊锡用量过多；烙铁撤离过迟；引线或焊盘表面有氧化物或杂质，不能润湿；烙铁温度不够，助焊剂未完全活化。

危害：1. 浪费焊料，焊角必须小于75度；
2. 由于未被浸润，被焊部位只有少量连接，机械强度差，略微震动就会使连接点脱落，造成虚焊或断路故障；
3. 焊珠侵占其他空间，造成安全距离不足，易形成短路等。

2) **锡少**
焊锡未沾满整个焊盘，焊接面积小；引脚吃锡高度不足，焊角小于15度。
危害：连接不牢固，承受外力时，易锡裂，长时间影响焊点寿命。

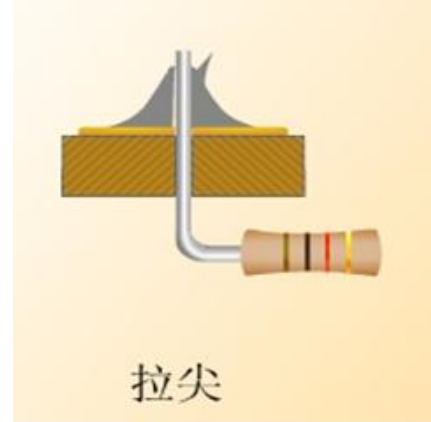
3) **冷焊**，表面呈豆腐渣状颗粒，有时可有裂纹。
成因：焊接时烙铁温度过低或加热时间不足；焊料未凝固时焊件抖动。
危害：机械强度低，导电性不好。

4) **虚焊**，要是由待焊金属表面的氧化物和污垢造成的。

常见不合格焊点原因及处理



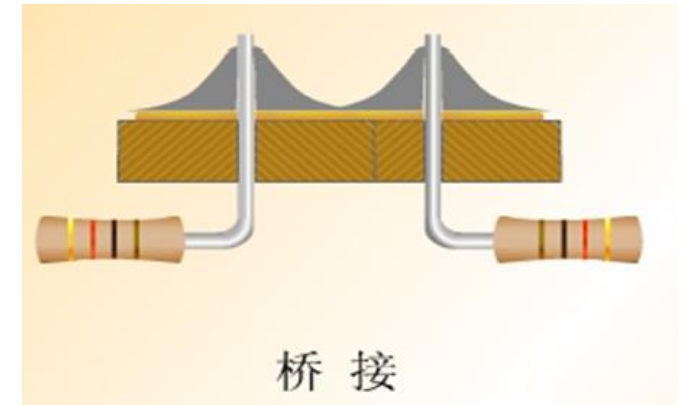
- 5) 焊盘脱落或翘起，焊盘与电路板基材产生剥离现象
1. 烙铁温度过高；
 2. 焊接时间过长；
 3. 焊接时用力下压
- 危害：零件无法完全达到安装固定的作用，电气上无法接通



- 6) 焊点表面的焊锡形成尖锐的突尖。
1. 烙铁温度不够
 2. 锡点撤离速度慢
 3. 加热时间太长
 4. 锡量太多，松香太少
- 危害：易造成桥接，对于高压电路，会出现尖端放电现象，需重新加热熔化



- 7) 焊孔
强度不足，焊点容易腐蚀



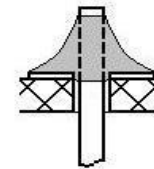
- 8) 焊锡连桥
1. 锡量过多
 2. 锡点加热时间太长导致松香太少或烙铁温度不够，助焊剂活化不足导致焊料流动不畅
 4. 焊锡氧化物多，无法浸润
 5. 烙铁撤离方向错误
- 危害：
电气短路

焊接质量的检查

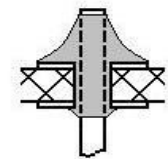
1) 目视检查:

从**外观上检查**焊接质量是否合格, 有条件的情况下, 建议用3~10倍放大镜进行目检, 目视检查的主要内容有:

- (1) 是否有**错焊、漏焊、虚焊**。
- (2) 有没有**连焊**、焊点是否有**拉尖**现象。
- (3) **焊盘**有没有**脱落**、**焊点**有没有**裂纹**。
- (4) 焊点**外形**润湿应良好, 焊点**表面**是不是光亮、圆润。
- (5) **焊点周围**是无有残留的焊剂。
- (6) 焊接部位有无热损伤和机械**损伤现象**。



(a) 单面板



(b) 双面板

焊接质量的检查

2) 手触检查:

在外观检查中发现有可疑现象时, 采用**手触检查**。主要是用手指**触摸元器件有无松动、焊接不牢**的现象, 用镊子轻轻拨动焊接部或夹住元器件引线, 轻轻拉动**观察有无松动现象**。

3) 万用表电阻挡检查

保证导电性能, 对于虚焊应测量端子与焊盘之间的**电阻**, 看是否开路; 测量不连接的两个焊点, 看是否短路。

小结

电子技术与工艺训练报告 (线上)

班级: _____

桌号: _____

姓名: _____

学号: _____

上课日期+周几: _____

得分: _____

评阅人: _____

(线下开课第一个周四交, 61#4189)