

荣誉客户 ( 排名不分先后 )

SANYO

QiSheng®  
奇声电子

FUJITSU

POTANS

SHARP

PHILIPS

Canon

National

美的 Midea®

步步高

OMRON

DELTA



SAMSUNG

CHANGHONG 长虹

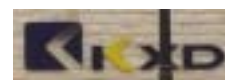
Haier

SONY



vtech

Logeco 厦华



MSI

GBM

翠寧電子

TCL 乐华

GreatWall

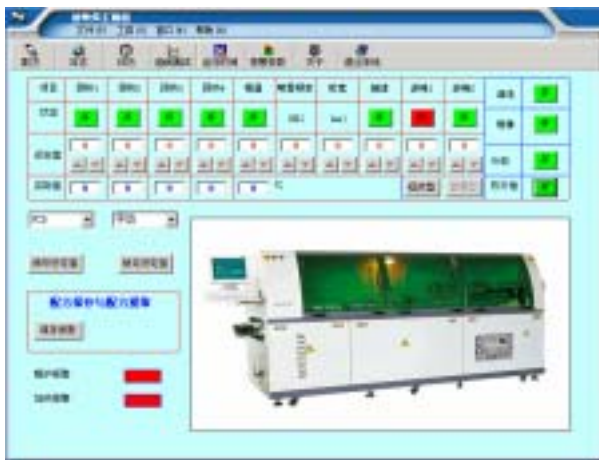
## 第一篇 最先进的无铅波峰焊设备

### 一、特点

诺斯达自动化设备有限公司引进美国最新先进技术，从结构上进一步创新推出了诺斯达自动化设备有限公司 2002 年新款氮气保护热风无铅波峰焊炉。

- 新流线形外观设计突破传统的直角外观，设计基于机械设备的美学及实用性并方便于维修保养；
- 适用于当前最先进的无铅焊接工艺，符合产业界环保降低污染的要求，是焊接工业发展的必然趋势；
- 对波峰进行氮气惰性处理，增强润湿性；氮气保护结构炉内气体含氧量达 100~500PPM，焊接质量可靠
- 较有铅焊接，氧化量大为减少，焊接效果可满足高质量焊接要求；  
炉体特殊结构设计，保证氮气的最低消耗量；
- 导轨采用专利设计，最大限度的减少热力变形；
- 助焊剂采用往复式超低压雾状喷涂以达到理想之助焊效果；
- 特别加长预热区，预热曲线平稳；
- 采用无级变频技术，精确控制波峰高度；
- 加热元件采特殊发热体，热效率高，使用寿命长；
- 具超温报警及紧急制动系统，设过载保护系统；
- 配备 2 块喷雾废气过滤板，方便清洗，降低排放污染；
- 强制冷却装置，满足无铅制程。
- 日本太空爪，永不变形，不粘锡 (option)；
- 强制冷却装置，满足无铅制程；
- 电气主控全套采用德国西门子 PLC；主单元为 CPU226 温控单元为 EM231，模拟量单元为 EM232；
- 热电偶采用日本进口 K 型精密热电偶，响应速度可达 1mS 左右，冷端自动温度补偿，精度可达  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；
- 温度模块 EM231 自整定，冷端自动补偿，每个温区温度自整定 PID 控制，温度控制在  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- 电压稳定、抗干扰性好、强电与弱电分布合理、主电路与控制电路全新采用隔离装置，对温度控制及模拟量无丝毫干扰；
- 喷雾系统采用日本原装进口 SANYO 步进电机及日本山武光眼，自动识别及板宽跟踪系统，喷雾平稳、均匀、可靠，准确度达 0.1mm
- 锡炉显示温度与实际温度可手动补偿精度可达  $\pm 0.1$  ；
- 锡炉小车自动进出上下，锡面高度灯光报警；
- 导轨倾角采用 SANYO 步进电机自动调角，自动识别当前角度；

- 助焊剂为自动加液，分浮球和恒压自动加液控制，可适用于任何助焊剂，流量控制均匀稳定；
- 运风电机采用美国进口专用电机，保证永不损坏；
- 冷却采用格力原装空调，智能控制冷气口温度，并可电脑调整，不结霜；
- 发热丝采用镍铬丝材料，呈星形分布，断裂后能自动焊接，无不良记录；
- 氧化量  $\leq 2\text{kg}$ ，能大量节约成本；
- 采用小循环热风控制预热，使 PCB 板面受热均匀；
- 电气分布合理规范统一，严格按照 IEC 标准，标识清晰布线整齐、维修方便；
- 采用全电脑控制；
- 界面简洁，易操作，打消了传统的界面样式，符合工业控制要求；
- 采用上位机与西门子编程器（PLC）通信，通信稳定可靠，采用西门子通信软件 Prosave，通信速率最高可调 187.5KBPS，指令传达时间  $\leq 0.2$  毫秒。自动识别上位机通信端口，无需在界面做相应的选择通信端口的对话框。通信线采用西门子专用线(PC/PPI CABLE)，抗干扰强；
- 上位机与 PLC 下位机分别独立运行，电脑死机或重新启动对生产无影响。
- 上位机系统采用正版微软 Microsoft Windows 2000 Professional，稳定可靠。配置高档，工业专业品牌机。主频：CIII-1.4G，内存：128M，硬盘：40G；
- 有远程调试操作，数据备份，共享，监控功能，可支持局域网，Internet 网，达到信息化生产；
- 配方数据库功能强大，可方便选择数据库数据；
- 当再次开机时，可自动把上次生产的工艺温度提交。数据保存在 PLC 中，可永久记忆；
- 智能曲线测试功能，与侧温仪相当；
- 控制系统符合焊接，表面贴装工艺要求，严格遵守 SMT 产业认证要求；
- 温度补偿，界面操作精度高；
- 方便的 WIN2000 操作画面



## 二、优点及比较

序号	项 目	特 点
1	蜗轮增压式风道运风技术	中国专利 ZL03245235.7
2	进口长轴高温马达	五年质量保证
3	分离式炉胆设计	内外炉胆完全分离
4	特制星式发热丝	加热快、效率高
5	强制运风冷却温区设计	冷却曲线平滑，速率-1°C ~ -4°C/S
6	强制导向式废气过滤系统	有效去除废气中助焊剂
7	全对称铝合金导轨	有效防止导轨弯振变形
8	三点式同步导轨调宽结构设计	同步精度 0.5mm
9	工控电脑+PID 温度控制	控温精度为±0.1°C
10	完善的保护功能	
11	氮气、空气两用	耗氮量 < 25Nm <sup>3</sup> /h
12	适用无铅焊接工艺	适用 Sn/Ag、Sn/Zn、Sn/Cu 各种无铅焊料
序号	诺 斯 达 公 司	其 它 公 司
1	<p>无热风刀，因其可造成以下不良后果： 桥焊、连焊</p> <p>本公司采取以下方法去除桥接连焊：</p> <p>a. 波峰平整保证</p> <p>b. 助焊剂粘度更低，喷涂均匀</p> <p>c. 预热温度适宜</p> <p>热风刀做法，此公司在三年前已尝试，根本无法解决问题，而且元件等于三次焊接，易损坏元件已，被现有工艺淘汰</p>	<p>有热风刀：</p> <p>如焊接时有桥焊、连焊，其原因为助焊剂太少太浓，经双波峰后，波峰将助焊剂吞掉，故造成连焊，若此时再用热风刀，只是局部加热，而且风刀没有视别功能，会吹到焊好的元件。元件等于三次焊接，还将会造成虚焊、假焊等现象。</p>
2	锡炉氧化：特殊结构，氧化少	多
3	导轨、特模变形小	易变形
4	调节方面：波峰平	不平
5	焊接不良率：低	较高

6	弹性压爪：有	无
7	链爪：钛合金	钛合金或不锈钢
8	设备维护方便	困难
9	喷雾雾化状态：良好	一般
10	助焊剂容器能与清洗剂分开（双槽）	不能分开

### 三、特点分类介绍

#### 1. 隔离式炉胆设计

组成：炉胆由内胆、外壳、保温棉和连接件组成

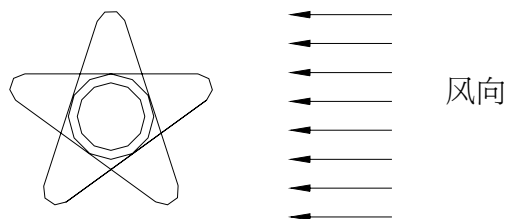
原理：由于炉胆内的温差和炉体外壳的温度有较大差别，内外平均温差至少大于 150℃，而金属材料受热后会产生膨胀，因此内外炉在不同的温度场内会产生不同的伸长，该炉胆采用隔离式设计，因而有效解决整体式炉胆难以克服的翘曲变形的缺点

有关炉体受热伸长计算

	平均温度	材料	线膨胀系数	计算长度	环差温度	伸长值
内腔	200℃	不锈钢	$17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	2700mm	25℃	8.03mm
外壳	60℃	碳钢	$12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	2800mm	25℃	1.2mm
误差	$\geq 140^{\circ}\text{C}$					6.8mm

#### 2. 特制星式发热丝

结构简图



效率高，寿命长

图 4.3

组成：该发热体由发热丝、绝缘体、磁帽等组成

原理：该发热体采用特殊之缠绕工艺，将发热丝缠绕成星式结构，发热丝完全裸在空气中和风道内的气流充分接触，产生最佳的热交换

优点： a. 发热快

- b. 散热效果好
- c. 寿命长
- d. 热惯性小
- e. 克服螺旋缠绕式散热不好的缺点
- f. 克服了翅片式热容量大和发热丝易断的缺点

几种发热体对比

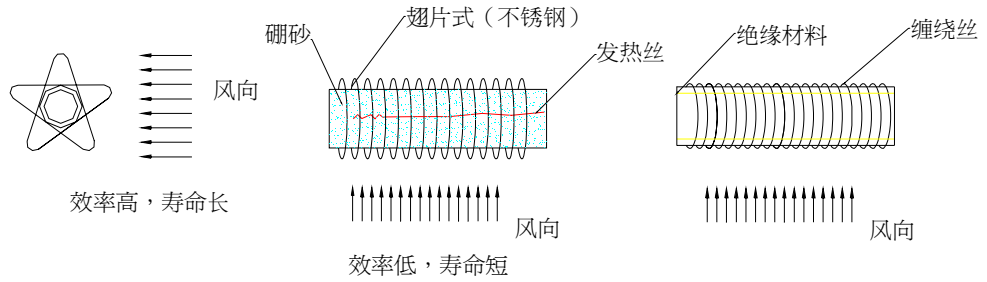


图 4.4

效率低, 寿命短

### 3. 强制式运风预热

#### ① 结构简图

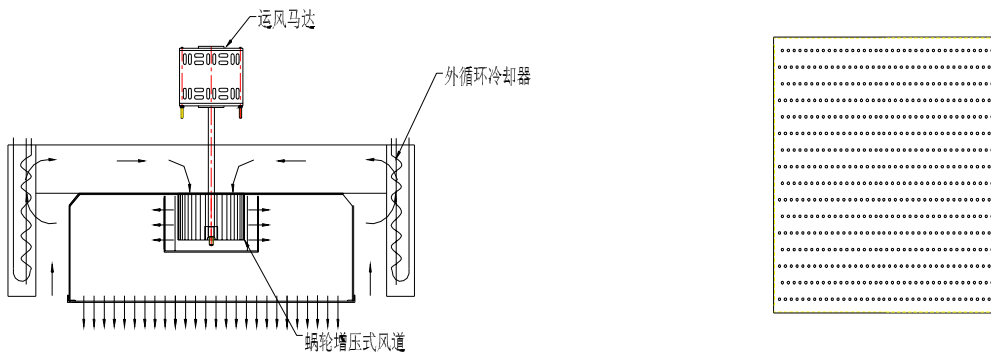
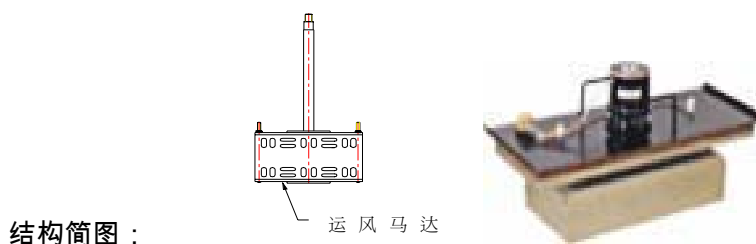


图 4.5

组成：该预热区由蜗轮增压式风道，运风马达和星式发热等组成

原理：采用蜗轮增压成风道，强制风道循环运风，经过星式发热循环将气体加热，产生充分的热交换

运风马达的特异设计



结构简图：

优点：

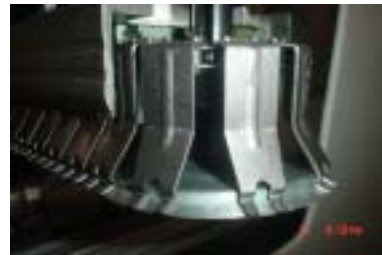
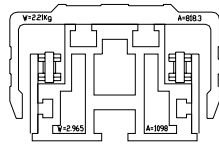


- 1) 线圈漆包线采用特殊材料制成，能耐 150 高温；
- 2) 经测试，在连续开机 120 小时后，线圈最高温度为 120 ，设计能满足使用要求；
- 3) 内部接有热敏电阻，当线圈温度在意外情况下超过额定值时，热敏电阻能自动切断电源，保护电机；
- 4) 电机噪音小，当回流焊整机开动时，其振动音量为 20dB;

## 4. 运输调宽及调角

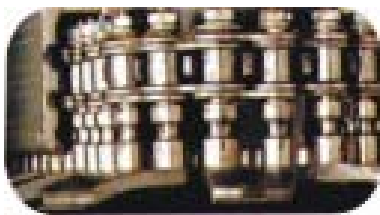
### 4.1 全对称铝合金导轨

#### a) 结构简图



- b) 特点：
- a. 采用全对称结构设计，并采用加硬铝合金材质，导轨的受热变形一致性好
  - b. 采用整体导轨安装，一端固定，一端自由伸缩的方式，无须截断导轨
- c) 其它导轨的缺陷
- a. 非对称结构，受热后容易发生扭转变形
  - b. 须将导轨中部截断来补偿伸缩量

### 4.2 钛合金钩爪和特殊材质爪(option) 不粘锡, 永不变形



4.3 调宽采用松下马达及 1:100 的减速箱传动, 自动调宽调狭, 采用进口铜合金蜗轮蜗杆及日本进口连轴器传动, 保证高精度运行可靠;

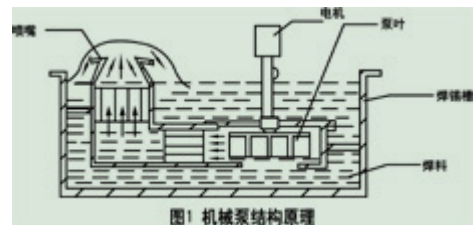
4.4 调角采用三洋步进马达及减速箱传动, 电脑控制自动调角及识别当前导轨的倾角, 机械部分采用气缸式活塞传动, 四角前后可调整, 采用进口蜗轮蜗杆及传动, 保证高精度运行稳定可靠;



## 5. 无铅锡炉

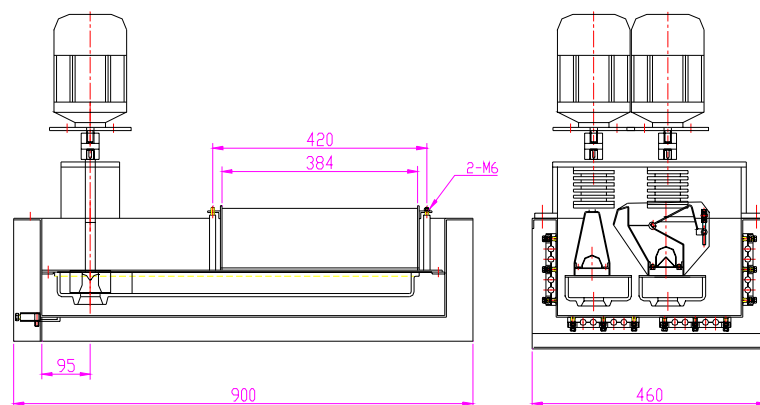
5.0 无铅焊锡的熔点相对比有铅焊锡的熔点高，一般锡炉的温度在 260 左右，因此相对应要求锡炉材料的耐热性能要更好。

工作原理如图



5.1 我公司锡炉具有独特的外形和结构设计，安装方便，结构牢固，内胆用 3.5mm 的纯钛板，经过专业折弯扩无缝氩保护双面焊接而成，经过抗力和撞击试验，焊缝绝不裂开，再经过化锡高温的疲劳试验，保证每台锡炉不出裂缝。

5.2 发热板采用铝合金铸造成形，并经表面铣床精加工而成，比传统铁发热板传热快且好，不易变形，对锡炉整体有很好的保护，锡炉本身重量也随之减轻。



5.3 发热管采用不锈钢镍铬丝 U 型发热管，比传统 L 型发热管安装方便，且发热均匀，如图示：

5.4 发热采用外加热方式，比传统外热管内加热方式更具先进性，无铅焊锡加热从外向内加热，此种加热方式不会在加热时在锡中产生气泡，从而防止加热时产生炸锡现象，也更有利于锡炉清洁和更换焊锡。

5.5 叶轮采用专业设计的铸铁铸造的叶轮，比传统的铁加工的叶轮更具耐热性和统一性，在高温下与液态锡的耐磨性更好，从而延长叶轮寿命和焊锡的纯度。



5.6 专业的隔热设计，发热管与炉体外壁有一层隔热棉的一层真空隔热层设计，隔离炉壁的温度，更好的做到了操作的安全性，并且起到了更好的保温能力，节省能源。

5.7 锡炉小车采用双电机蜗轮蜗杆传动，回轮着地，四轮定位，并采用标准四轴导向定位，锡炉小车进出上下平稳准确，安全可靠。





- 5.8 一喷口采用纯钛板进过线切割而形成规则阶梯层数排喷口，每个喷口都经过研磨，光滑标准。二喷口同样采用钛板专业设计加工而成，网板冲压成型，经过精心打磨，制作精细、设计先进，可简易的调整波峰焊的倾角和流量，双喷口采用变频调速马达传动，波峰稳定平整，锡炉流量口设计先进，做到锡最小的流动完成最佳的波峰，保证锡最少的氧化。
- 5.9 锡面设计灯光报警，采用进口光眼检面高度，及时准确闪烁红灯提示锡面高度。



## 6 感应式电磁泵波峰发生器

由于无铅钎料粘度大，流动性差。若仍用原来形式的机械泵式钎料波峰发生器，要形成与 Sn-Pb 相同的稳定的波峰高度将很困难。而感应式电磁泵所产生的推力是随钎料的导电率的增大而增大。由于无铅钎料中都是在 Sn 中添加 Ag 和 Cu，改善了液态钎料的导电性，因此推力反而比 Sn-Pb 合金情况将增加不少，更能获得稳定的高波峰；由于感应式液态金属电磁泵在其磁场作用区内，流体是工作在层流状态，不存在紊流。

因此在钎料槽内部及表面均不存在漩涡运动和吸氧现象。表面暴露面小，钎料氧化现象也大为改善；问题即可解决。由于感应式电磁泵在工作中，泵沟交变磁场在泵沟钎料中所形成的涡流电流，是直接作用在泵沟钎料内部，成为钎料槽在保温状态下的主要热源。被直接加热了的钎料从泵沟中一流出便马上送到波峰上，从而确保了波峰钎料中不足够的热量，避免钎料在喷流过程中温度的明显跌落。

### 6.1 三相异步感应式电磁泵原理

三相异步感应式电泵的原理是利用三相电源相互差  $120^\circ$  相位差，在空间分布，构成各自磁场，其合成磁场，是一个前进的磁场，因而，液态金属钎料在前进磁场中切割磁力线，感应电流，形成前进的电磁力。由于直接利用的是三相电流固有的相位差，因而合成磁场，基本无脉动磁场分量，均是产生前进力的合成磁场，与电磁炮原理完全相同，因而效率高，由三相异步



感应电磁泵构成的波峰焊机除具有其他波峰发生器具有的所有优点外，还具有声频微扰振动波叠加，增强焊接能力和爬孔能力，无任何转动部件，无磨损，免维护，结构简单，波峰高而有力，可获得超高波峰 100mm 和宽波峰 400mm~500mm 宽度。由于异步感应泵产生的是直线推力，液态金属锡料无旋转，锡槽平静，因而产生的氧化渣大量减少，单班氧化渣减少 5Kg 左右，仅一年节约的焊料价值便可收回投资 10 万元。

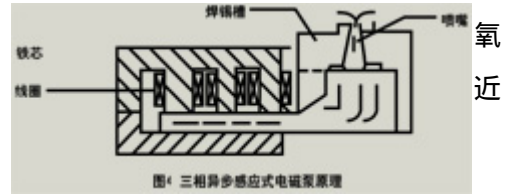


图4 三相异步感应式电磁泵原理

## 6.2 减少钎料槽容积、降低使用成本

机械泵式波峰发生器通常都有一个大钎料槽，这是机械泵动力学特性所决定。例如某机型波峰宽度为 450mm 时，钎料槽采用 Sn63/Pb37/Ag3/Cu0.7 无铅钎料时，装满该钎料槽约 元。当杂质积累到额定容限需整槽更换钎料，损失就令人难以接受了。若采用感应式电磁泵技术后，针对上述情况，钎料槽的容积则可做到 350kg 以下，使用成本就可以大幅度降下来。如果再选用惰性气体加于保护，氧化量就能做到更低。这里推荐使用 N2 保护系统，因为使用 N2 比较经济。

## 7. 氮气供气

- 炉胆结构：由出入口气阻腔、预热炉体、锡炉炉体、冷却炉体组成
- 炉体上下炉腔间采用管式密封胶条密封
- 出入口气阻腔，采用“T”型槽进行气阻，减少空气和氮气的交流
- 出入口气阻腔内分别设有二道氮气气刀
- 辅助密封有拉幕，以减少出入口的气流口径
- 四段供气，分别调整，以满足不同的工艺需要
- 推荐的氮气流量表

总气量 (mm <sup>3</sup> /h)	19	21.0	24.5
预 热 1 (mm <sup>3</sup> /h)	1.0	1.0	2.3
预 热 2 (mm <sup>3</sup> /h)	4.5	5.0	6
焊 接 (mm <sup>3</sup> /h)	9.8	11	12
冷 却 (mm <sup>3</sup> /h)	3.7	4.0	4.2
含氧量 ppm	550 ± 10	450 ± 10	115 ± 10



## 第二篇 无铅发展史及替代过程

### 1 有铅焊料的危害

焊料从发明到使用，已有几千年的历史。Sn/Pb 焊料以其优异的性能和低廉的成本，一直得到人们的重用，现已成为电子组装焊接中的主要焊接材料。但是，铅及其化合物属于有毒物质，长期使用会给人类生活环境和安全带来较大的危害。

从保护地球村环境和人类的安全出发，限制使用甚至禁止使用有铅焊料的呼声越来越强烈，这种具有悠久应用历史的 Sn/Pb 焊料，将逐渐被新的绿色焊料所替代，在进入二十一世纪时，这将成为可能。

人体通过呼吸，进食，皮肤吸收等都有可能吸收铅或其化合物，铅被人体器官摄取后，将抑制蛋白质的正常合成功能，损害人体中枢神经，造成精神混乱、呆滞、生殖功能障碍、贫血、高血压等慢性疾病。铅对儿童的危害更大，会影响智商和正常发育。

电子工业中大量使用的 Sn/Pb 合金焊料是造成污染的重要来源之一，在制造和使用 Sn/Pb 焊料过程中，由于溶化温度较高，有大量的铅蒸气逸出，将直接严重影响操作人员的身体健康。波峰焊设备在工作中产生的大量的富铅焊料废渣，对人类生态环境污染极大。近年来有关地下水中铅的污染更引起人们的关注，除了废弃的蓄电池大量含铅外，丢弃的各种电子产品 PCB 上所含的铅也不容忽视。以美国为例，每年随电子产品丢弃的 PCB 约 1 亿块，按每块含铅 Sn/Pb 焊料 10 克，其中铅含量为 40% 计算，每年随 PCB 丢弃的铅量即为 400 吨。当下雨时这些铅变成溶于水的盐类，逐渐溶解污染水，特别是在遇酸雨时，雨中所含的硝酸和盐酸，更促使铅的溶解。对于饮用地下水的人们，随着时间的延长，铅在人体内的积累，就会引起铅中毒。

### 2 无铅的发展

二十世纪九十年代初，由美国国会提出关于铅的限制法案，并由工作小组着手进行无铅焊料的研究开发活动，目前，美国已在汽车、汽油、罐头、自来水管等生产和应用中禁止使用铅和含铅焊料。但该法案对日子工业产生的效能并不大，在电子产品中禁止使用含焊料进展缓慢。欧洲和日本等发达国家对焊料中限制铅的使用也很关注。在日本，“家用电子回收法案”强调了对铅的限制和循环，包括 NEC、Panasonic、Sony、Toshiba 在内的绝大多数公司决定在 2001 年以前开始转向无铅技术，其中 Panasonic 从 1996 年开始，研究评估了 50 多种无铅合金，并在 1998 年大量生产了使用 SnAgBi 焊接的 Mini Disk player 商品。在北美，Nortel Networks 已经生产出无铅电话。一些协会和机构也出台了无铅计划、绿色工程。如北美电子制造协会（NEMI）的无铅工程（www.nemi.org）。英国国家物理实验室（NPL）的无铅研究报告（www.npl.co.uk/npl/ei）、国际电子互连协会（IPC）的无铅计划（www.pb-free.org）。欧盟于 1998 年通过法案，已明确从 2004 年 1 月 1 日起任何制品中不使用含铅焊料，但因技术等方面的原因，在电子产品中完全禁止

使用铅有可能推迟至 2006 年或 2008 年执行。在无模铅焊料研究和应用方面，日本走得最快。为了适应市场的需要，扩大市场份额，日本提出了生产绿色产品的概念。松下电器、日立、NEC、富士通等各大公司纷纷降低了铅的使用，并制订了无铅化的进程计划，2000 年开始已大部分产品生产中无铅焊料。我们国家正在进行研究和开发无铅产品，顺应时代潮流。

日本电子、电机业界无铅进化过程

公司	目标	时间期限	无铅钎料制品
索尼 (SONY)	全废	2002	Sn-2.5Ag-1Bi-0.5Cu
松下电器产业	全废	2002	Sn-Ag-Bi-In(MD、FA) ; Sn-Cu-Ni(VTR)
松下通信工业	全废	2002	移动电话 Sn-Ag-Cu)
松下电子工业	全废	2000	半导体中 : 铁系引线镀 Sn-Bi; 铜系引线镀 Sn-Pd-Au
NEC	全废	2002	Sn-Ag-Cu( ); Sn-Zn-Bi(笔记本 PC)
HITACHI	在新产品中实施	2001	Sn-Ag-Cu(汽车、产业机器) ; Sn-Ag-Cu-Bi(一般产品) ; Sn-Zn-Bi(部分家用产品)
FUJITSU	全废	2002	半导体 : 铜系引线镀 Sn-Pd-Au ; 铁系引线镀 Sn- Bi ; 大型 Sn- Bi- Ag

### 第三篇 无铅设备的选购

无铅合金本身的结构，使它跟有铅焊料相比，比较脆，弹性不好。Sn-Zn 合金的液相线和固相线的熔点会增高，但随着 Bi 的质量数的增大，焊料的熔化间隔即固液间隔增大，所以 Bi 就会使合金熔点降低、脆性也比(有铅)增大。浸润性差，只会扩张，不会收缩。Sn-Ag 系合金添加 Cu 时，共晶点会改变。当 Ag 的质量分数增加 4.8%、Cu 增加约 1.8%时产生共晶，如果在合金添加 In 时，将会造成提高合金微细化强度和扩张特性的同时，表面会形成氧化膜，所以浸润性稍差。色彩暗淡，光泽度稍

因为在无铅焊料的搭配中，磷的元素限制了使用，所以光泽度稍差，但并不影响其它质量问题。锡桥、空焊、针孔等不良率有待降低。此类缺陷多于有铅焊料，但是并不是无法解决的问题。助焊剂的种类质量选购比有铅要严格；预热器恒温要稳定。波峰的焊接时间、接触面、PCB 板的温度如第一波峰焊接时间 1-1.5S，接触面积 10-13mm；第二波峰焊接 2-2.5S，接触面积为 23-28mm 左右，板面温度不能超过 140 以上。所以无铅焊料对于设备性能要求高，特别上双波峰的距离，如果设计很近，会造成板面的温度增高损坏元件和增加了助焊剂挥发，锡桥等缺陷产生过多现象

所以，无铅焊料的实用化进程是否顺利，与焊接设备制造商、焊料制造商、助焊剂制造高和元器件制造商四者间的协调作用有很大的关系，其中只要有一个配合不好，就会对推广应用无铅焊料产生障碍。而我公司经过长期的实践研究，已开发出几种不同系列的无铅波峰焊设备。

## 有 铅 及 无 铅 制 程 比 较 表

序号	组 成 部 分	有铅制程 Sn/Pb	无铅制程 lead-free	目 的
01	助焊剂喷涂系统	类型：助焊剂一般为松香型、免清洗型 方式：发泡、喷雾 传送方式：无杆气缸	免清洗型、水溶性助焊剂 方式：发泡、喷雾 无杆气缸、伺服马达（可选）	基本无变化
02	预热系统	红外系统预热 IR（红外发热管） 板面大，受热不均匀一段控制 一段控制	全热风方式（hot wind）热风循环 板面 $\Delta T$ 小，受热均匀 三段控制+补热	防 PCB 板变形，受热均匀
03	补热系统	基本不采用(锡炉与予热器间距造成) PCB 及元件受热下降	采用强制补热系统，减少 $\Delta T$	避免减少 PCB 及元件二次热冲击



04	锡炉部分	<p>材质：δ2mm 不锈钢内置式加热</p> <p>炉胆采用δ314 不锈钢</p> <p>双喷口间距 &gt; 100mm，二次浸锡时间为 14S</p> <p>锡炉进出、升降，手动调整</p>	<p>材质：δ3mm 不锈钢外置式加热</p> <p>采用 316 不锈钢，含钛不粘锡</p> <p>双喷口为 45mm，二次浸锡时间距为 3 ~ 5S</p> <p>锡炉自动升降、自动进出，全智能控制，效率高、准确度高</p>	<p>高温不变形，受热均匀，不破裂，易于清理</p> <p>ΔT 小</p> <p>提高精确度，增强密封性</p>
----	------	---	--	---

05	工 艺 要 求	板底部温度为 240°C  板面 chip 温度为 140°C	板底温度为 255°C以上  板面 chip 低于 165°C ( 由于 Sn/pb 熔点为 183°C , 否则会出现二次熔解 次熔解	二次熔解易产生 气孔或虚焊
06	冷 却 方 式	风扇自然冷却 ( PCB 板 )	固液共存时间长 , 金属组分凝固时间不同  造成表面无光泽 , 亲合度不好  采用强制冷却 , 减少固液共存时间	避免焊点表面无 光泽 避免焊盘与焊锡 排斥
07	传 送 方 式	片状双勾爪 ( 钛合金 )  调宽方式 : 自动或手动	日本特制太空材料爪  自动调宽	不变形、耐磨损、 不粘锡 效率高
08	助焊剂喷头清洗系统	人工清洗	专用清洗槽及助焊剂槽分开 , 自动进行喷头清洗	

09	锡槽	有铅锡槽	无铅锡槽 ( 赠送有铅锡槽壹套 ) 可快速更换 , 不超过十分钟	满足目前客户需要
10	氧化量	1.5kg/8h ( 63/37 锡 )	日本 Sn/Ag/Cu 不超过 3kg/8h Sn/Cu 约 3.5kg/8h 左右	
11	保护焊接 ( Option)	空气中焊接  氧化量为 1.5kg/8 小时	在 N <sub>2</sub> 惰性气体中焊接 , N <sub>2</sub> 热传导率高  光泽佳、润湿性好  焊点结晶效果更好	解决氧化及焊点缺陷 , 增加焊锡流动性

诺 斯 达 波 峰 焊 机 功 能 比 较 表

型 号	旗 舰 型 NS-TW-350N <sub>2</sub> TOP	豪 华 型 NS-TW-350TOP	标 准 型 NS-DW-350LF	经 济 型 NS-DW-350LF (H)
基板尺寸	Max : 350mm	350mm	350mm	350mm
链爪	双圆头爪	双圆头爪	双勾爪 Option : 双圆头爪	双勾爪 Option : 双圆头爪
喷雾方式	步进马达+伺服控制	步进马达+伺服控制	无杆气缸	无杆气缸
助焊剂	恒压式	恒压式	落压式	落差式
预热区	热风 四段	热风 四段	热风 四段	红外线 二段
热补偿	有	有	有	有
温度控制	PLC+温度模块	PLC+温度模块	PLC+温度模块	欧姆龙温控制器
电脑控制	工控机	工控机	工控机	手动
锡炉小车	自动进出 自动升降	自动进出 自动升降	自动进出 手动升降	手动进出 手动升降
导轨调宽	自动调宽 有 learn 功能	电动调宽	电动调宽	手动调宽
导轨调角	电动调角	手动调角	手动调角	手动调角
锡 炉	钛合金材料	钛合金材料	钛合金材料	钛合金材料
加热方式	外加热	外加热	外加热	外加热
波峰调整	无级变频	无级变频	无级变频	无级变频
第一波峰	专利设计球状波峰	球状波峰	球状波峰	球状波峰
第二波峰	镜面平波	镜面平波	镜面平波	镜面平波
冷却方式	强制冷却	强制冷却	强制冷却	强制冷风
制冷器	有	有	有	无

制冷机功率	1KW	1KW	1KW	—
氮气	氮气保护	无	无	无
氧气检测	有	—	—	—
氧气分析仪	有	—	—	—
废气过滤系统	有	Option	—	—

## 精密喷雾式双波峰焊锡机

( 机型 : NS-DW-350S )

序号	名称	标准配置	备注
01	予热器	1 L=1.1M, 加长予热器, 预热功率: 9KW	
		2 红外线陶瓷发热管 (一段控制)	
		3 日本 OMRON 温控器控制, 精确、可靠	
		4 进口热电偶检测系统	
02	喷雾系统	1 德国 Festo 无杆气缸传动, 运行稳定、耐用	
		2 日本双口喷头, 可调节雾化状态及喷涂面积	
		3 PCB 板喷涂智能检测 PCB 长度及宽度, 大量节约助焊剂	
		4 气压要求: > 4kg/cm <sup>2</sup>	
		5 面板式喷雾调节系统, 简单、快捷	
03	传输系统	1 日本松下调速马达传动 (传输方向: 从左至右)	
		2 片状双勾爪片 (钛合金, 不粘锡)	

		3 专用导轨，受热永不变形	
		4 导轨调节角度：3°~7°	
04	锡炉部分	1 锡槽容量：400kg；功率：9KW	
		2 双波系统：一绕流波，一镜面波	
		3 外置发热管加热，效率高	
		4 特殊结构喷咀，可调节焊点大小，降低氧化量	
		5 炉胆不锈钢焊接	
		7 波源发生器、叶轮采用铸铁铸造，永不变形	

序号	名称	标准配置	备注
05	入板机构	自动入板，与自动导轨连接，进出平滑	
06	表面处理	喷塑处理	
07	冷却系统	风扇冷却	
08	主要参数	1 总尺寸：3200×1180×1550mm ( L×W×H )	
		2 净重：800kg	
		3 基板宽度：max350mm	
09	控制系统	采用进口元器件控制	

特点：

- a. 特制锡炉喷口
- b. 氧化量低



- c. 宽面“镜面”波峰
- d. 助焊剂喷涂智能系统
- e. 节能调节，无板入机内波峰自动下降，大大降低氧化量



### 电脑控制无铅喷雾式双波峰焊锡机

( 机型：NS-TW-350LF )

序号	名称	标准配置	备注
01	予热器	1 L=1.6M，加长予热器，予热功率：9KW	
		2 四段全热风予热+补热系统，可拆卸式，减小 PCB 板 2 次冲击，PCB 板受热均匀	
		3 研华控温度采集模块，控温精确、可靠	
		4 进口热电偶检测系统	
02	喷雾系统	1 德国 Festo 无杆气缸传动，运行稳定、耐用 ( 可选用伺服马达驱动 )	

		2 日本进口喷头，可调节雾化状态及喷涂面积	
		3 PCB 板喷涂智能系统，自动检测 PCB 长度及宽度，大量节约助焊剂	
		4 气压要求： $> 4\text{kg}/\text{cm}^2$	
		5 面板式喷雾调节系统，简单、快捷	
		6 自动液面报警系统	
03	传输系统	1 日本松下调速马达传动	
		2 特制双钩爪（不粘锡）	
		3 专用导轨，受热永不变形	
		4 导轨调节角度： $3^\circ \sim 7^\circ$	
		5 自动调宽系统	
04	锡炉部分	1 锡槽容量：500kg；功率：12KW	
		2 外置加热系统，便于炉内清理	
		3 氧化量（锡渣） $< 3\text{kg}/8$ 小时	
		4 特殊结构喷咀，可调节焊点大小，降低氧化量	
		5 专用材料铸造波源发生器	
		6 专用材料铸造叶轮，均匀稳定	
		7 锡槽采用钛合金制造，不漏锡	
		9 特殊结构喷咀，创同行之首	
		10 自动低锡面报警系统	
		11 锡炉自动升降、自动进出装置，另配有铅锡炉壹套	
<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>标 准 配 置</b>	<b>备 注</b>
05	入板机构	自动入板，与自动导轨连接，进出平滑	

06	表面处理	喷塑处理	
07	冷却系统	基板急剧冷却，运送-10°C ~ 20°C/S 冷却，确保焊点结晶效果	
08	主要参数	1 总尺寸：4300×1180×1550mm ( L×W×H )	
		2 净重：800kg	
		3 基板宽度：max350mm	
09	控制系统	1 Windows 2000 操作界面	液晶显示器
		2 随机配测温曲线	
		3 储存及打印客户所有曲线，便于数据分析	
		4 采用工业控制专用电脑，	
		5 所有参数均可能在电脑上设置、储存	

**特点：**

- a. 特制锡炉喷口
- b. 氧化量 < 3kg，锡波稳定可靠
- c. 宽面“镜面”波峰
- d. 助焊剂喷涂智能系统
- e. 节能调节，无板入机内波峰自动下降，大大降低氧化量
- f. 钛合金锡槽，不变形，永不漏锡
- g. 专用工业控制电脑控温，稳定、可靠
- h. 日本专用太空爪，永不变形、不粘锡
- i. 波源发生器铸造，锡波稳定
- j. 锡炉自动升降、自动进出装置，动行平稳、精确



## 电脑控制无铅氮气喷雾式双波峰焊锡机

( 机型 : NS-DW-350N<sub>2</sub> )

序号	名称	标准配置	备注
01	予热器	1 L=1.6M，加长予热器，予热功率：14KW	
		2 四段红外线予热+补热系统，减小 PCB 板 2 次冲击	
		3 研华控温度采集模块，控温精确、可靠	
		4 进口热电偶检测系统	
02	喷雾系统	1 德国 Festo 无杆气缸传动，运行稳定、耐用（可选用伺服马达驱动）	
		2 日本进口喷头，可调节雾化状态及喷涂面积	
		3 PCB 板喷涂智能系统，自动检测 PCB 长度及宽度，大量节约助焊剂	
		4 气压要求：> 4kg/cm <sup>2</sup>	
		5 面板式喷雾调节系统，简单、快捷	
		6 自动液面报警系统	
03	传输系统	1 日本松下调速马达传动 0~2M/min	
		2 特制日本进口太空材料爪（永不变形、不粘锡）	
		4 专用导轨，受热永不变形	
		5 导轨调节角度：3°~7°	

		6 自动调宽系统	
04	锡炉部分	1 锡槽容量：350kg；功率：15KW	
		2 外置加热系统，便于炉内清理	
		3 氧化量（锡渣） N <sub>2</sub> 无氧化量	
		4 特殊结构喷咀，可调节焊点大小，降低氧化量	
		5 专用材料铸造波源发生器	
		6 专用材料铸造叶轮，均匀稳定，表面化学处理	
		7 锡槽采用钛合金制造，不漏锡	
		8 扰动波+子母波，节约能量	
		9 特殊结构喷咀，创同行之首	
		10 自动低锡面报警系统	
		11 锡炉自动升降、自动进出装置	
05	入板机构	自动入板，与自动导轨连接，进出平滑	
06	表面处理	喷塑处理	
<b>序号</b>	<b>名称</b>	<b>标 准 配 置</b>	<b>备 注</b>
07	冷却系统	基板急剧冷却，运送-10℃~20℃/S 冷却，确保焊点结晶效果	
08	主要参数	1 总尺寸：4300×1180×1550mm ( L×W×H )	
		2 净重：800kg	
		3 基板宽度：max350mm	
09	控制系统	1 Windows 2000 操作界面	
		2 随机配测温曲线	
		3 储存及打印客户所有曲线，便于数据分析	

		4 采用工业控制专用电脑，	
		5 所有参数均可能在电脑上设置、储存	
10	N <sub>2</sub> 保护系统	1 在 N <sub>2</sub> 惰性气体中焊接，N <sub>2</sub> 热传导率高	
		2 锡氧化量基本没有	
		3 焊点结晶效果更好	
		4 光泽佳、润湿性好	

- 特点：
- a. 特制锡炉喷口
  - b. 宽面“镜面”波峰
  - c. 助焊剂喷涂智能系统
  - d. 节能调节，无板入机内波峰自动下降，大大降低氧化量
  - e. 锡槽采用钛合金制造，不漏锡，外置式加热
  - f. 专用工业控制电脑控温，稳定、可靠
  - g. 日本专用太空爪，永不变形、不粘锡
  - h. 专用材料铸造波源发生器，锡波稳定
  - I. 锡炉自动升降、自动进出装置，动行平稳、精确
  - j. N<sub>2</sub> 保护系统，焊点结晶好、润湿性好、光泽佳





## 1. 经济型

- 1.1 喷雾采用 FESTO 气缸识别性喷雾,运行平稳,基本准确;
- 1.2 预热采用红外发热管加热,分二段加热,长度为 1.2M.采用 OMRON 温控器控制;
- 1.3 无电脑控制
- 1.4 导轨调宽为手动方式
- 1.5 锡炉小车手动进出上下
- 1.6 制冷采用轴流风扇强风冷却

## 2. 标准型

- 2.1 喷雾采用 FESTO 气缸识别性喷雾,运行平稳,基本准确;
- 2.2 预热采用特制星式发热丝热风加热方式,另加三条射灯热补偿,长度为 1.6M;
- 2.3 品牌工业控制电脑加西门子 PLC,先进的 PID 控制模式;
- 2.4 导轨调宽为自动调整方式;
- 2.5 锡炉小车自动进出上下;
- 2.6 制冷采用工业空调强制冷方式,风口温度电脑可控;

## 3. 豪华型

- 3.1 喷雾采用 SANYO 步进电机伺服喷雾,运行平稳,准确可靠;
- 3.2 预热采用特制星式发热丝热风加热方式,另加三条射灯热补偿,长度为 1.6M;
- 3.3 品牌工业控制电脑加西门子 PLC,先进的 PID 控制模式;
- 3.4 导轨调宽为自动调整方式;
- 3.5 锡炉小车自动进出上下,配置两个无铅锡炉;
- 3.6 制冷采用工业空调强制冷方式,冷却口温度电脑可控;
- 3.7 全密封通道设计,预留充氮系统.

## 4. 旗舰型

- 4.1 喷雾采用 SANYO 步进电机伺服喷雾,运行平稳,并具有自动 LEARN 系统,当更换 PCB 后,只要一次学习,电机便可自动追踪 PCB 板宽,准确可靠地完成喷雾工作;
- 4.2 预热采用特制星式发热丝热风加热方式,另加三条射灯热补偿,长度为 1.6M;
- 4.3 品牌工业控制电脑加西门子 PLC,先进的 PID 控制模式;
- 4.4 导轨调宽为自动调整方式;
- 4.5 调角采用三洋步进马达及减速箱传动,电脑控制自动调角及识别当前导轨的倾角,机械部分采用气缸式活塞传动,四角前后可调整,采用进口蜗轮蜗杆及传动,保证高精度运行稳定可靠;
- 4.6 锡炉小车自动进出上下,配置两个无铅锡炉;
- 4.7 制冷采用工业空调强制冷方式,冷却口温度电脑可控;
- 4.8 全密封通道设计,氮气保护系统,具有氧分仪和废气回收系统
- 4.9 氮气保护波峰焊接技术
  - 4.9.1 概述

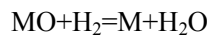
众所周知，电子产品装联中的软钎接，几乎都是在两个铜基材之间来进行的，裸露的铜在任何温度下都会氧化，因而在自然界中，铜的表面都是一层致密的铜的氧化物所包裹。因此，可以毫不夸张地说：装联中软钎技术的发展史，就是与这层氧化物作斗争的历史。为了破除它，人们不仅在 PCB 的表面保护工艺上大作文章。而且在钎接过程中，还采取了诸多措施，例如：采用助焊剂喷涂，采取预热以充分发挥助焊剂的活性作用、采用还原性气体对钎接过程予以保护……等等。其最终目的，都是为了获得基材的纯净表面，达到高可靠的连接目的。

从化学上看，除去基材表面的氧化膜，不外乎是基于下述两种化学反应：

a) 分解反应：



b) 还原反应：



在钎接温度下，促进了这种反应的活泼性，使其更容易朝向反应式的右侧过程转移，然而在空气环境中，中软钎接温度（200~300℃）的条件下，对上述反应的催化作用是极其微弱的。于是人们又在探索着能否在还原能力强的气体环境下，在同样的温度条件下达到目的的可能性。

氮气（N<sub>2</sub>）属于一种惰性气体，化学性能非常稳定，在大气中的含量约占 80%，可以说是取之不尽用之不竭的，经济性好的一种惰性气体。氮气保护气氛下的波峰焊接系统，最早商品化的是德国 SEHO 公司推出的商品名为“Nitrogenius”的装置。

#### 4.9.2 氮气保护气氛在波峰焊接过程中的作用

##### 4.8.2.1 弥补低固助焊剂活性的不足

低固或超低固免清洗助焊剂的应用，为实现免清洗焊接技术奠定了基础，然而固体成分的减少是以牺牲一部分助焊剂的活性为代价的。在氮气保护下，低固助焊剂的润湿角、润湿力、润湿时间、润湿速率都有明显的改善。B.M.Adams、C.C.Dong 等的报告数据提供了有力的证明。

1).不含 VOC 与含 VOC 两种助焊剂，在空气和氮气两种不同的气氛下的润湿角，在氮气中润湿角平均提高了 40%，而且不含 VOC 的具有更小的润湿角。

2).不含 VOC 与含 VOC 两种助焊剂，在空气和氮气两种不同的气氛下的润湿角，它们在氮气下，润湿力都增长了约（3~5）%，不含 VOC 的与含 VOC 的绝对润湿力提高近 50%。

3).在氮气下，不含 VOC 的助焊剂润湿时间可降低 15%，含 VOC 的可降低

4).含 VOC 与不含 VOC 两种助焊剂在氮气中的润湿率，比在大气中几乎提高 100%。

上述数据表明，在氮气下获得高质量焊点时，对助焊剂的成份及活性的要求均会有所降低。

##### 4.9.2.2 防止液态钎料氧化

波峰焊接中，由于高温液态钎料在空气中喷流以及钎料泵在钎料槽中的搅拌作用，都会加速钎料的氧化过程，从而形成大量的钎料氧化渣。这种含有毒金属的工业废渣，将会严重污染环境。如果将钎料波峰发生器置于氮气中，就可以有效地防止钎料氧化，这不仅消除了对环境有害的工业废渣，而且还可以降低对钎料波峰发生器的维护费用，减少钎料合金替换的要求，避免操作者过多地暴露在含铅材料的环境中。

##### 4.9.2.3 改善液态钎料的润湿性能

在同一液态钎料材质的情况下，在氮气中的润湿时间（t<sub>1</sub>）比在空气中要短。显然液态钎料在氮气中

的润湿性能要明显优于空气。美国 AT & T 也发表了在空气和氮气等不同环境中的液态钎料的表面张力数据为：

氮气中为：376 达因/厘米

空气中为：353 达因/厘米

表面张力的改善，润湿性能的提高，这些都是有利于提高钎接性能的因素。

#### 4.9.2.4 避免了在预热和冷却中继续氧化

前面已提到，裸露的铜在任何温度下都会氧化，在氮气中进行预热，就能防止在达到均热处理温度之前，防止基体金属继续产生氧化。有资料声称：在惰性气体环境中冷却，也还能进一步减轻氧化。

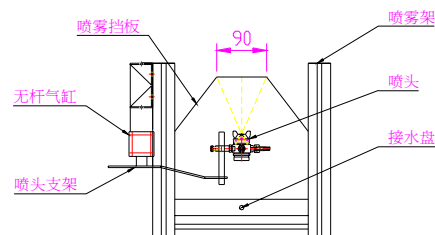
#### 4.9.2.5 实现了较完全的免清洗焊接工艺过程

低固或超低固免清洗助焊剂、喷雾式助焊剂涂敷技术、氮气下的波峰焊接技术的结合，对 PCB 来说就可以实现超净、无公害、彻底的免清洗波峰焊接工艺过程。从而根除了 ODS、VOC 等的消耗，它既保护了大气臭氧层，又净化了地表空气，维护了人类的生态环境，而且有利于操作者身心健康。



## 5.0 喷雾式助焊剂喷涂

喷雾式：通过喷雾装置将雾状上，其雾化程度，喷雾宽度、喷雾量、预热温度等均可调节，这种涂敷工艺，涂敷很均匀，而且可以节约助焊剂（比发泡式可以节省 50%-60%），板面相当干净，也不需要像发泡式那样定期更换助焊剂送到 PCB 板焊面焊剂或添加稀释剂。助焊剂是完全封闭在加压的容器中，不必考虑溶剂的挥发和吸大气中的水分，这样助焊剂成分不变，一次加入后可以直到用完为止。使用喷雾涂敷工艺，需要具有良好的通风装置，将挥发的易燃的溶剂蒸气排除出去。喷雾式涂敷助焊剂的优点显著的，是实现免清洗工艺最佳涂敷方式，是今后涂敷助焊剂工艺的主流。对于老式的发泡式波峰焊接机，可以拆除发泡装置改装置改装喷雾装置来实现喷雾涂敷助焊剂工艺，但是如果设备已经陈旧，到了需要更新的阶段，这种办法是不可取的，也不经济，不如直接更新改造，购置一台带喷雾装置的新式波峰焊接机更好。

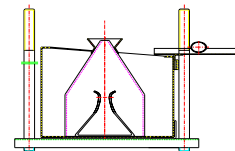
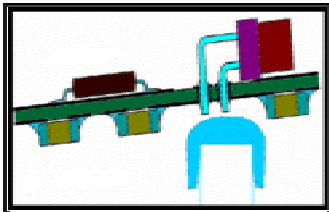


在波峰焊工艺中，焊剂的铺展是使用气压喷嘴自动完成的。不同所有喷雾的焊剂全部沉积在 PCB 上。喷嘴喷雾的图形是圆形或椭圆形，以确保在组件的前后都能涂布焊剂。由于使用气压自动喷雾，有些焊剂将会回溅。

## 5.1 发泡式助焊剂喷涂

发泡式：使用的波峰焊机装有发泡式涂敷助焊剂装置。这些设备只要清洗干净，对发泡装置不加改造或稍加改造即可用于免清洗工艺，投资少。采用发泡工艺的缺点是助焊剂的用量不易控制，涂敷不均匀，在 PCB 板上有残留助焊剂，给免清洗工艺带来明显的影响。更换孔径细密的发泡管(20um)，使发泡细密，调节发泡高度为不超过 PCB 板厚度的 1/3，使泡沫正好沾着 PCB 板底部，不翻上 PCB 板顶部，涂敷均匀，则能使焊剂残留减至最少，又能获得较好的焊接效果。另外，发泡装置是开启式的，助焊剂中溶剂极易挥发，需定时测量助焊剂的密度，添加稀释剂来调正其密度，以保证达到最佳焊接效果。同时因吸收空气中水分和落入灰尘等杂质极易使助焊剂变质，使用一段时间后需要更换助焊剂，造成一定的浪费。

发泡式助焊剂喷涂相对喷雾式助焊剂喷涂可以解决助焊剂回溅及助焊剂浸泡不充分的缺点。相对焊点更加饱满，如下图示：

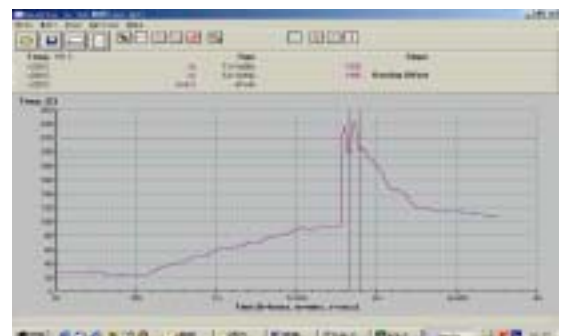
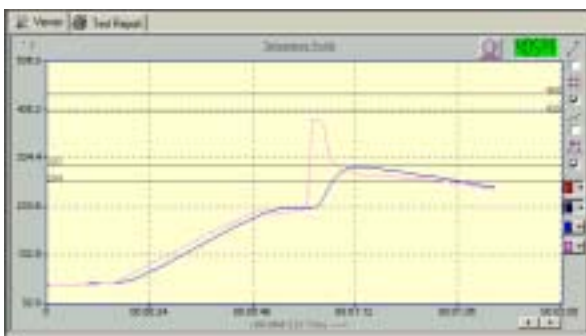


## 6. 预热及曲线

选用低固体含量，免清洗助焊剂。在焊接前，PCB 涂布的焊剂需要在 70 -100 进行预热。焊剂密度 0.8g/ml，固体含量 1.5%。锡/银/铜基无铅焊料，使用水溶性，无有机按发物焊剂，在焊接前，PCB 涂布的焊剂需要在 100 —130 进行预热。焊剂密度 0.995g/ml，固体含量 1.8%。铅锡焊料的 PCB 焊接面焊剂的最小用量为 1600μg/in<sup>2</sup>。免清洗酒精基焊剂固体含量 1.5%。

焊剂涂布后下道工序是干燥焊剂，蒸发中的溶剂，待焊部位获得足够的热量保证实现可靠的焊缝连接。我公司无铅波峰焊设备，设计装有四个预热区，全长 1.60m，四个预热区的配置如下；一 二 三 四区为强对流加热器，另加一红外灯补热区。

焊锡炉装有双波发生器，焊锡温度设定为 250 -260 ，无铅焊料属高熔点合金，因此在焊接温度范围，无铅焊料与铅锡焊料相比湿润性差，为达到可靠的焊接，接触时间或焊接温度需要提高。使用 SnAg3.8Cu0.5 焊料，焊接温度 250 -260 。较高的焊接温度足以保证焊接高质量，采用通过降低传送速度方法来增加接触时间。势必减少产量。如果预热太长，运输速度势必加大，这样过锡炉的时间就会相对减少，从而影响焊接质量。经过我们长期试验研究预热长度为 1.60M 最为合适。



## 7 我公司无铅波峰焊结构特点

锡炉		
锡炉结构	纯钛板折弯及无缝焊接 叶轮及发热板全部铝合金铸造并经精机加工而成，耐热传热性能好 全新的真空及保温棉隔热结构 全新的外加热结构	不锈钢及铸铁易发生变形、裂缝及传热不好
锡炉小车	双电机蜗轮蜗杆传动，平稳准确 自动进出及上下设计，方便快捷 四轮着地及四轮定位系统	
预热系统		
风道结构	采用蜗轮增压式风道 〈专利技术 ZL03245235.7〉 温区风压均匀一致	导向式、滤网式均有出风不均匀的缺点
运风系统	进口长轴耐高温 马达具有自冷却功能，寿命长噪音小	
温 区	各温区独立式结构 大容量循环运风 热风流量 0~600m <sup>2</sup> /h	模块化结构
发热体	采用特殊方式缠绕的星式发热体，发热快、寿命长、热惯性小	
运输及调宽		
钛爪输送	1.5mm 钛爪,不沾锡,不变形	
铝合金导轨	采用对称式结构，加硬铝合金材质 保证导轨受热变形一致，不发生扭转变形 宽高比为 1:1，有效防止弯曲变形	非对称式导轨，受热后会发生扭转变形，时有掉板和卡板发生
导轨调宽	三点同步导轨调宽装置，调宽精度为 0.5mm 6 点支撑，保持导轨水平一致 <u>整条导轨安装，勿须截断</u> 马达驱动，伺服控制，方便快捷，准确可靠	
冷却清洗系统	自动钛爪水冷却清洗	



<b>助焊剂喷涂系统</b>		
FESTO 气缸加双光眼自动识喷雾		经济可靠
SANYO 步进电机伺服控制带 LEARN 功能系统		先进方便稳定可靠
<b>增压式助焊剂喷涂系统</b>		代表国际先进水平
发泡系统		焊点更加泡满
<b>氮气保护系统</b>		
炉 腔	全密封式结构设计，密封性能好，有效防止氮气泄漏	
	迷宫式气阻密封 氮气风刀+拉幕式设计	减少进出口部位气体交换
	六段氮气流量控制 氧化锆氧气分析仪 手动流量控制	数字显示面板，炉内氧浓度一目了然 可选配自动控制装置
	2~8 点取样设计，可随时检测炉腔内不同区域的氧气浓度 氮气供气图（附图）	
<b>控制系统</b>		
各温区运风马达转速可调		运风是 0 ~ 600M <sup>3</sup> /h
采用 PID 温度控制，		控制精度为±1℃
Win2000 操作系统		图形化操作界面
各预热及锡炉独立温控		
上下层可独立开闭		最大温差可达 40℃
自带测温系统 具有分析、打印、保存参数等功能		可进行定板温度曲线测试
实时日志记录，所有操作记录在案，便查阅		出现故障问题，易于分清责任
具有 PCB 计数功能，并可生成生产统计报表		
实时在线帮助，可进行远程控制		
<b>保护功能</b>		
完善的自保功能，防止各种误操作		



## 第四篇 无铅焊料的种类及选购

Zn 可降低 Sn 的熔点，若 Zn 增加高于 9%后，熔点会上升，Bi 跟着降低 Sn-Zn，但随着 Bi 的增加，其脆性也会增大。

此类是目前最常用的一种无铅焊料，它的性能比较稳定，各种焊接参数特性接近有铅焊料。

虽然 In 可使 Sn 合金的液相线和固相线降低，但是它的耐热疲劳性、延展性、合金变脆性、加工性差等缺陷，所以目前很少使用此配方。

### 一 无铅焊料的特性

Sn-Ag-Cu 熔点 (217 ) 较高，高温 (260±3 ) 即可。

无铅产品是绿色环保的先锋，有益人类身心健康，没有腐蚀性。

比重略小，仅次于锡的比重，但流动性差。

### 二 无铅焊料的研制与动态

焊料从发明到使用，已有几千年的历史。Sn/Pb 焊料以其优异的性能和低廉的成本，一直得到人们的重用，现已成为电子组装焊接中的主要焊接材料。但是，铅及其化合物属于有毒物质，长期使用会给人类生活环境和安全带来较大的危害。

从保护地球村环境和人类的安全出发，限制使用甚至禁止使用有铅焊料的呼声越来越强烈，这种具有悠久应用历史的 Sn/Pb 焊料，将逐渐被新的绿色焊料所替代，在进入二十一世纪时，这将成为可能。

人体通过呼吸，进食，皮肤吸收等都有可能吸收铅或其化合物，铅被人体器官摄取后，将抑制蛋白质的正常合成功能，损害人体中枢神经，造成精神混乱、呆滞、生殖功能障碍、贫血、高血压等慢性疾病。铅对儿童的危害更大，会影响智商和正常发育。

电子工业中大量使用的 Sn/Pb 合金焊料是造成污染的重要来源之一，在制造和使用 Sn/Pb 焊料过程中，由于溶化温度较高，有大量的铅蒸气逸出，将直接严重影响操作人员的身体健康。波峰焊设备在工作中产生的大量的富铅焊料废渣，对人类生态环境污染极大。近年来有关地下水中铅的污染更引起人们的关注，除了废弃的蓄电池大量含铅外，丢弃的各种电子产品 PCB 上所含的铅也不容忽视。以美国为例，每年随电子产品丢弃的 PCB 约 1 亿块，按每块含铅 Sn/Pb 焊料 10 克，其中铅含量为 40%计算，每年随 PCB 丢弃的铅量即为 400 吨。当下雨时这些铅变成溶于水的盐类，逐渐溶解污染水，特别是在遇酸雨时，雨中所含的硝酸和盐酸，更促使铅的溶解。对于饮用地下水的人们，随着时间的延长，铅在人体内的积累，就会引起铅中毒。

二十世纪九十年代初，由美国国会提出关于铅的限制法案，并由工作小组着手进行无铅焊料的研究开发活动，目前，美国已在汽车、汽油、罐头、自来水管等生产和应用中禁止使用铅和含铅焊料。但该法案对日子工业产生的效能并不大，在电子产品中禁止使用含焊料进展缓慢。欧洲和日本等发达国家对焊料中限制铅的使用也很关注。对于居住环境意识较强的欧洲，欧盟于 1998 年通过法案，已明确从 2004 年 1 月 1 日起任何制品中不使用含铅焊料，但因技术等方面的原因，在电子产品中完全禁止使用铅有可能推迟至 2008 年执行。在无模铅焊料研究和应用方面，日本走得最快。为了适应市场的需要，扩大市场份额，日本

提出了生产绿色产品的概念。松下电器、日立、NEC、富士通等各大公司纷纷降低了铅的使用，并制订了无铅化的进程计划，2000 年开始已大部分产品生产中使用了无铅焊料。

此外，随着微细间距器件的发展，组装密度愈来愈高，焊点愈来愈小，而其所承载的力学、电学和热学负荷愈来愈重，对可靠性要求日益提高，但传统的 Sn/Pb 合金的抗蠕变性差，不能满足近代电子工业对可靠性的要求。因此，无铅焊料的开发和应用，不仅对环境保护有利，而且还担负着提高电子产品质量的重要任务。

近几年来有关无铅焊料的研究工作发展很快，世界上各大著名公司、国家实验室和研究院所都投入了相当的力量开展无铅焊料的研究。国内外的已有的研究成果表明，最有可能替代 Sn/Pb 焊料的无毒合金是 Sn 基合金。无铅焊料主要以 Sn 为主，添加 Ag、Zn、Cu、Sb、Bi、In 等金属元素。通过焊料合金化来改善合金性能，提高可焊性。由于 Sn-In 系合金蠕变性差，In 极易氧化，且成本太高；Sn-Sb 系合金润湿性差，Sb 还稍具毒性，这两种合金体系的开发和应用较少。实际上二元系合金要做成为能满足各种特性的基本材料是不完善的，目前最常见的无铅焊料主要是以 Sn-Ag、Sn-Zn、Sn-Bi 为基体，在其中添加适量的其他金属元素所组成的三元合金和多元合金。如果单纯考虑可焊性，能替代 Sn/Pb 共晶焊料的无铅焊料很多，如下表所示。

无铅焊料合金的融点和成本比较

合金	熔点(°C)	成本
Sn-37Pb	183	1.0
Sn-58Bi	138	1.4
Sn-20In-2.8Ag	179-189	7.6
Sn-10Bi-5Zn	168-190	1.2
Sn-9Zn	198	1.2
Sn-3.5Ag-4.8Bi	205-210	2.4
Sn-7.5Bi-2Ag-0.5Cu	213-218	1.8
Sn-3.2Ag-0.5Cu	217-218	2.0
Sn-3.5Ag-0.5Sb	218	2.4
Sn-2.5Ag-0.8Cu-0.5Sb	213-218	1.8

Sn-3.5Ag	221	2.0
Sn-2Ag	221-226	1.8
Sn-0.7Cu	227	1.2
Sn-5Sb	232-240	1.2

综观 Sn-Ag、Sn-Zn、Sn-Bi 三个体系无铅焊，与 Sn-Pb 共晶焊料相比，各有优缺点。Sn-Ag 系焊料，具有优良的机械性能，拉伸强度，蠕变特性及耐热老化性都比 Sn-Pb 共晶焊料优越，延展性比 Sn/Pb 共晶焊料稍差，但不存延展性随时间加长而劣化的问题。Sn-Ag 系焊料，熔点偏高，通常比 Sn-Pb 共晶焊料要高 30-400C，润湿性差，而且成本高。熔点和成本是 Sn-Ag 系焊料存在的主要问题。Sn-Zn 系焊料，机械性能好，拉伸强度比 Sn-Pb 共晶焊料好，与 Sn-Pb 焊料一样，可以拉制成线材使用；具有良好的蠕变特性，变形速度慢，至断裂时间长。该体系最大的缺点是 Zn 极易氧化，润湿性和稳定性差，且具有腐蚀性。Sn-Bi 系焊料，实际上以 Sn-Ag (Cu) 系合金为基体，添加适量的 Bi 组成的焊料合金，合金的最大的优点是降低了熔点，使其与 Sn-Pb 共晶焊料相近；蠕变特性好，并增大了合金的拉伸强度，但延展性变坏，变得硬而脆，加工性差，不能加工成线材使用。总之，目前虽然已开发也许多可以替代 Sn-Pb 合金的焊料，但尚未开发出一种完全能替代 Sn/Pb 合金的高性能低成本的无铅焊料。

### 三. 无铅焊料应具有的基本性能

为了实现保护环境和提高产品质量为目的，并考虑电子组装工艺条件的要求，无铅焊料的基本性能应满足以下条件：

- (1) 熔点低，合金共晶温度近似于 Sn63/Pb37 的共晶温度 1830C，大致在 1800C-2200C 之间。
- (2) 无毒或毒性很低，所选用的材料现在和将业都不会污染环境。
- (3) 热传导率和导电率要与 Sn63/Pb37 的共晶焊料相当。
- (4) 具有良好的润湿性。
- (5) 机械性能良好，焊点要有足够的机械强度和抗热老化性能。
- (6) 要与现有的焊接设备和工艺兼容，可在不更新设备不改变现行工艺的条件下进行焊接。
- (7) 与目前使用的助焊剂兼容。
- (8) 焊接后对各焊点检修容易。
- (9) 成本要低，所选用的材料能保证充分供应。

这是研究开发无铅焊料的方向，要做到满足以上 9 点要求，有一定的难度。因此，对性能、成本均理想的绿色焊料的研制已成为研究的热点。

## 四. 影响无铅焊接技术就用的有关因素

电子组装焊接是一个系统工程，对无铅焊接技术的应用，其影响因素很多，要使无铅焊接技术获得广泛应用，还必须从系统的角度来解析和研究以下几个方面的问题：

(1) 元件：目前开发已用于电子组装的无铅焊料，熔点一般要比 Sn63/Pb37 的共晶焊料高，所以要求元件耐高温，而且要求元件也无铅化，即元件内部连接和引出端（线）也要采用无铅焊料和无铅镀层。

(2) PCB：要求 PCB 板的基础材料耐更高温度，焊接后不变形，表面镀覆的无铅共晶合金材料与组装焊接用无铅焊料兼容，而且要考虑低成本。

(3) 助焊剂：要开发新型的氧化还原能力更强和润湿性更好的助焊剂，以满足无铅焊料焊接的要求。助焊剂要与焊接预热温度和焊接温度相匹配，而且要满足环保的要求。迄今为止，实际测试证明免清洗助焊剂用于无铅焊料焊接更好。

(4) 焊接设备：要适应新的焊接温度的要求，预热区的加长或更换新的加热元件，波峰焊焊槽，机械结构和传动装置都要适应新的要求，锡锅的结构材料与焊料的一致性（兼容性）要匹配。为了提高焊接质量和减少焊料的氧化，采用新的行之有效的抑制焊料氧化技术和采用惰性气体（例如 N<sub>2</sub>）保护焊技术是必要的。

(5) 废料回收：从含 Ag 的 Sn 基无铅无毒的绿色焊料中分离 Bi 和 Cu 将是非常困难的，如何回收 Sn-Ag 合金又是一新课题。

所以，无铅焊料的实用化进程是否顺利，与焊接设备制造商、焊料制造商、助焊剂制造商和元器件制造商四者间的协调作用有很大的关系，其中只要有一个配合不好，就会对推广应用无铅焊料产生障碍。目前，焊接设备制造商已经开始行动，正在推出或即推出适应无铅焊料焊接的回流炉。

此外，采用无铅焊料替代 SN/PB 焊料在解决污染的同时，可能会出现一系列新的问题。例如 SN/PB 系列焊料中，Sn 与 Pb 对 H、Cl 等元素的超电势都比较高，而无铅焊料中 Ag、Zn、Cu 等元素对 H、Cl 的超电势都很低，由于超电势的降低而易引起焊接区残留的 H、Cl 离子迁移产生的电极反应，从而会引起集成电路元件短路。

**表 2 各种无铅合金系**

合金系	优化的成分	熔化温度℃	疲劳寿命 $N_f$ ( $r=0.2$ )
SnAgBiCuIn	85.2Sn4.1Ag2.2Bi0.5Cu8In	193—199	10000—12000
	82.3Sn3Ag2.2Bi0.5Cu12In	183—193	
SnAgBi	92Sn3.3Ag4.7Bi	210—215	3850
SnAgCuBi	93.3Sn3.1Ag3.1Bi0.5Cu	209—212	6000—9000
SnAgCuIn	88.5Sn3Ag0.5Cu8In	195—201	>19000
SnCuInGa	93Sn0.5Cu6In0.5Ga	210—215	10000—12000
SnAgBiIn	90Sn3.3Ag3Bi3.7In	206—211	10810
	91.5Sn3.5Ag1Bi4In	208—213	10000—12000
	87.5Sn3.5Ag1Bi8In	203—206	
SnAgCu	93.6Sn4.7Ag1.7Cu	217	
	95.4Sn3.1Ag1.5Cu	216—217	6000—9000
SnAgCuSb	96.2Sn2.5Ag0.8Cu0.5Sb	216—219	6000—9000
SnAg	96.5Sn3.5Ag	221	4186
SnCu	99.9Sn0.7Cu	227	1125
SnPb	63Sn37Pb	183	3656

**表 3 铅的替代金属世界年产量<sup>[10]</sup>**

金属元素	Ag	Bi	Cu	In	Sb	Sn	Zn
产量 (吨)	13,500	4,000	8,000,000	80-100	78,200	160,000	6,900,000
容量 (吨)	15,000	8,000	10,200,000	200	122,300	281,000	7,600,000
差量 (吨)	1,500	4,000	2,200,000	100	44,100	81,000	700,000
相对 Pb 成本	212	7.1	2.5	194	2.2	6.4	1.3

**表 4 铅的替代金属常温下相关性能参考值**

性能	铅	铋	锡	铜	锡	铋	铜	银	金
熔点 (℃)	327.4	420	630	1083	232	271.3	156.4	960	1063
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	11.3	7.1	6.69	8.95	7.3	9.8	7.28	10.5	19.3
热导率 (w/m.k)	35	113	25.9	398	61	8.5	86.6	428	297
电阻率 (mΩ.m)	206	79	430	16.7	128	1200	81.9	15	23
线膨胀系数 (μm/m.k)	29.3	39.7	8-11	16.5	20-26	13.2	32.1	19.0	14.2
抗拉强度 (Mpa)	15	110-150	11	220	20-40	5-20	5	180	140

## 日本减摩系列

### 无铅锡条

产品名称	金属成份	融点	引张强度	延伸度	浸锡时间	专利号码	焊锡棒	焊锡线	松香芯焊锡线	焊锡膏
NP303	Sn-3.0Ag-0.5Cu	217-219	37	33	1.58	* 1				

## 第五篇 助焊剂的种类及选购

### 一 助焊剂：

助焊剂有多种，但无论选用哪种类型，其密度 D 必须控制在 0.82~0.86g/cm<sup>3</sup> 之间。我们选用的是免清洗树脂型助焊剂。该助焊剂除免清洗功能外，具有较好的可溶性，稀释剂容易挥发。还能迅速清除印制板表面的氧化物并防止二次氧化，降低焊料表面张力，提高焊接性能。

助焊剂在焊接质量的控制上举足轻重，其作用是：

- (1)除去焊接表面的氧化物；
- (2)防止焊接时焊料和焊接表面再氧化；
- (3)降低焊料的表面张力；
- (4)有助于热量传递到焊接区。

目前，波峰焊接所采用的多为免清洗助焊剂。选择助焊剂时有以下要求：

- (1)熔点比焊料低；
- (2)浸润扩散速度比熔化焊料快；
- (3)粘度和比重比焊料小；
- (4)在常温下贮存稳定。

### 二.助焊剂的要求

具有一定的化学活性

具有良好的热稳定性

具有良好的润湿性

对焊料的扩展具有促进作用

留存于基板的焊剂残渣,对基板无腐蚀性

具有良好的清洗性



氯的含有量在 0.2%(W/W)以下.

### 三.助焊剂的作用

焊接工序:预热/焊料开始熔化/焊料合金形成/焊点形成/焊料固化

作用:辅助热传导/去除氧化物/降低表面张力/防止再氧化

说明:溶剂蒸发/受热,焊剂覆盖在基材和焊料表面,使传热均匀/放出活化剂

与基材表面的离子状态的氧化物反应,去除氧化膜/使熔融焊料表面张力小,润湿良好/覆盖在高温焊料表面,控制氧化改善焊点质量.

### 四.助焊剂残渣会造成的问题

对基板有一定的腐蚀性

降低电导性,产生迁移或短路

非导电性的固形物如侵入元件接触部会引起接合不良

树脂残留过多,粘连灰尘及杂物

影响产品的使用可靠性

### 五.免清洗助焊剂的主要特性

可焊性好,焊点饱满,无焊珠,桥连等不良产生

无毒,不污染环境,操作安全

焊后板面干燥,无腐蚀性,不粘板

焊后具有在线测试能力

与 SMD 和 PCB 板有相应材料匹配性

焊后有符合规定的表面绝缘电阻值(SIR)

## 第六篇 焊接方面的问题和解决方法

锡焊后的状态	原因	处理方法
焊接不好	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铜箔表面氧化藏污</li> <li>2. 焊剂预热不够</li> <li>3. 焊剂用量过少</li> <li>4. 焊锡温度低</li> <li>5. 传送带速度快</li> <li>6. 线路板在锡液中浸过度</li> <li>7. 铜箔面积过宽</li> <li>8. 无锡保护膜</li> <li>9. 焊剂与熔融焊锡不熔</li> </ol>	清洗铜箔及元件端线；避免线路板，元件长期存放；研究焊剂有无问题，换新焊剂。
出锡柱	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铜箔表面、元件端线氧化及藏污</li> <li>2. 焊剂的锡焊性不好</li> <li>3. 涂敷焊剂与铜箔发生了化学变化</li> <li>4. 焊剂变质</li> </ol>	清洗铜箔表面，充分预热，预热温度标准：醛线路板 80 至 100 ，环氧线路板 100 至 120 (锡焊面温度)调整焊剂，共晶焊锡时，温度为 240-250 线路板与锡液的接触不要超过路板厚度的 1/2. 降低锡液高度调整传动速度，研究线路板的设计，在线路板涂保护膜。
搭运的发生	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铜箔表面，元件端线氧化藏污</li> <li>2. 线路板的焊锡方向不好</li> <li>3. 线路板的设计不好</li> <li>4. 无焊锡保护膜</li> </ol>	清洗铜箔和端线氧化藏污的地方，改变线路板锡焊方向，涂锡保护膜，研究线路板的设计。
端线不沾锡	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 端线氧化藏污</li> <li>2. 有不沾锡的东西(如涂料，有机树脂)</li> <li>3. 焊剂的锡焊性好</li> </ol>	清洗铜箔和端线表面，不挂锡时，用泵清除附著的氧化物，浸焊不要超过线路板厚度的 1/2



	4. 焊剂时间过长质量劣化	
虚焊气眼气泡	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 焊锡温度过低</li> <li>2. 焊剂的锡焊性不好（助焊剂比重低）</li> <li>3. 端线氧化藏污</li> <li>4. 铜箔表面氧化藏污</li> <li>5. 焊剂变质</li> <li>6. 传送带速度过快</li> <li>7. 无锡焊保护膜</li> <li>8. 线路板受潮产生气泡</li> </ol>	<p>锡焊温度定为 240-250 检查焊剂，除去端线氧化物调整件端线线径 (d) 和孔径 D(例如 D=1. d=0.8 传送带速度每分钟一米，线路板预干燥。</p>
部分地方不沾锡	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 铜箔表面一部分藏污</li> <li>2. 锡波与线路板接触但不挂锡</li> <li>3. 线路板弯曲</li> </ol>	<p>清洗端线(剥线或再次预焊)避免长期存放，检查焊剂或再换新焊剂。</p>
线路板弯曲	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 焊锡温过高，预热温度高</li> <li>2. 传送带速度过慢</li> <li>3. 线路板未压好</li> </ol>	<p>锡焊温度定为 240-250 ，传送带速度定为标准每分钟一米，线路板的四角压紧。</p>

## 一、 常见焊接缺陷及排除

缺陷 产生原因

### 焊点不全

- 1、助焊剂喷涂量不足
- 2、预热不好
- 3、传送速度过快
- 4、波峰不平
- 5、元件氧化
- 6、焊盘氧化
- 7、焊锡有较多浮渣

#### 解决方法

- 1、加大助焊剂喷涂量
- 2、提高预热温度、延长预热时间
- 3、降低传送速度
- 4、稳定波峰
- 5、除去元件氧化层或更换元件
- 6、更换 PCB
- 7、除去浮渣

#### 桥 接

- 1、焊接温度过高
- 2、焊接时间过长
- 3、轨道倾角太小

#### 解决方法

- 1、降低焊接温度
- 2、减少焊接时间
- 3、提高轨道倾角

#### 焊锡冲上印制板

- 1、印制板压锡深度太深
- 2、波峰高度太高
- 3、印制板弯翘曲

#### 解决方法

- 1、降低压锡深度
- 2、降低波峰高度
- 3、整平或采用框架固定

#### 焊后 PCB 板面残留多板子脏:

1. 焊接前未预热或预热温度过低(浸焊时,时间太短)。
2. 走板速度太快(FLUX 未能充分挥发)。
3. 锡炉温度不够。

4. 锡液中加了抗氧化剂或抗氧化油造成的。
5. 助焊剂涂布太多。
6. 元件脚和板孔不成比例（孔太大）使助焊剂上升。
9. FLUX 使用过程中，较长时间未添加稀释剂。

#### **腐 蚀（元器件发绿，焊点发黑）**

- 1\预热不充分（预热温度低，走板速度快）造成 FLUX 残留多，有害物残留太多。
- 2\使用需要清洗的助焊剂，焊完后未清洗或未及时清洗。

#### **连电，漏电（绝缘性不好）**

- PCB 设计不合理，布线太近等。
- PCB 阻焊膜质量不好，容易导电。

#### **漏焊，虚焊，连焊**

- FLUX 涂布的量太少或不均匀。
- 部分焊盘或焊脚氧化严重。
- PCB 布线不合理（元器件分布不合理）。
- 发泡管堵塞，发泡不均匀，造成 FLUX 在 PCB 上涂布不均匀。
- 手浸锡时操作方法不当。
- 链条倾角不合理。
- 波峰不平。

#### **短 路**

- 1) 锡液造成短路：
  - A、发生了连焊但未检出。
  - B、锡液未达到正常工作温度，焊点间有“锡丝”搭桥。
  - C、焊点间有细微锡珠搭桥。
  - D、发生了连焊即架桥。
- 2) PCB 的问题：如：PCB 本身阻焊膜脱落造成短路

#### **飞溅、锡珠：**

- 1) 工 艺
  - A、预热温度低（FLUX 溶剂未完全挥发）

- B、走板速度快未达到预热效果
- C、链条倾角不好，锡液与 PCB 间有气泡，气泡爆裂后产生锡珠
- D、手浸锡时操作方法不当
- E、工作环境潮湿

## 2) PCB 板的问题

- A、板面潮湿，未经完全预热，或有水分产生
- B、PCB 跑气的孔设计不合理，造成 PCB 与锡液间窝气
- C、PCB 设计不合理，零件脚太密集造成窝气

### **上锡不好,焊点不饱满**

使用的是双波峰工艺，一次过锡时 FLUX 中的有效分已完全挥发

走板速度过慢，使预热温度过高

FLUX 涂布的不均匀。

焊盘, 元器件脚氧化严重，造成吃锡不良

FLUX 涂布太少；未能使 PCB 焊盘及元件脚完全浸润

PCB 设计不合理；造成元器件在 PCB 上的排布不合理，影响了部分元器件的上锡

### **FLUX 发泡不好**

FLUX 的选型不对

发泡管孔过大或发泡槽的发泡区域过大

气泵气压太低

发泡管有管孔漏气或堵塞气孔的状况, 造成发泡不均匀

稀释剂添加过多

### **发泡不好**

气压太高

发泡区域太小

助焊槽中 FLUX 添加过多

未及时添加稀释剂, 造成 FLUX 浓度过高

### **PCB 阻焊膜脱落、剥离或起泡**

1、80%以上的原因是 PCB 制造过程中出的问题

- A、清洗不干净
  - B、劣质阻焊膜
  - C、PCB 板材与阻焊膜不匹配
  - D、钻孔中有脏东西进入阻焊膜
  - E、热风整平时过锡次数太多
- 2、锡液温度或预热温度过高
- 3、焊接时次数过多