



美国国家半导体公司 编

通用线性电子器件 数据手册

- 连续稳压器
- 开关稳压器
- 运算放大器
- 缓冲器
- 电压比较器
- 仪器放大器
- 表面安装器件

科学出版社



第七章 表面安装

鲍永民 译,卜寿彭 校



第七章目录

表面安装	7-3
AN-450 小型(SO)封装的表面安装方法、参数及其对产品可靠性的影响	7-13

表面安装

今天,价格压力迫使许多电子制造厂商对其生产线实施自动化。在这降低价格的趋势中,表面安装技术起关键作用,因为:

1. 在 PC 板的表面安装器件可以省去钻孔费用。
2. 采用贴片机组装 PC 板,极大地降低了劳动力费用。
3. 由于表面安装封装尺寸的减小,使组装成的产品更轻、更紧凑,这意味着材料费用的降低。

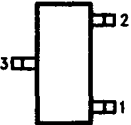
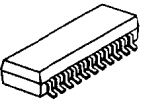
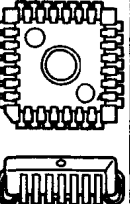
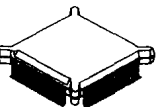
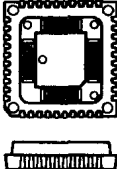
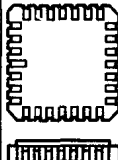
目前的生产过程容许将表面安装元件和插入式安装元件二者组装在同一块 PC 板上。

国家半导体公司的表面安装封装件

为帮助用户利用这一新技术,国家半导体公司研制成功一系列表面安装封装件。表 1 示出了引线在 3—360 根范围内可提供的封装件。

引线中心间距随每一新的表面安装封装工艺的出现而减小。传统封装(例如 DIP)引线的中心间距为 100mil。普遍生产的表面安装封装(例如 SOT, SOIC, PCC, LCC, LDCC)引线的中心间距为 50mil。引线中心间距为 25mil 的表面安装封装(例如 PQFP)也在投产中。正在发展中的表面安装封装(例如 TAPEPAK[®]),其引线中心间距将只有 12—20mil。

表 1 国家半导体公司的表面安装封装

封装型式	小型封装 晶体管	小型封装 IC(SOIC)	塑料封装 芯片载体	塑料方形 扁平封装	TAPEPAK [®] (TP)	无引线芯 片载体	有引线芯 片载体
							
封装材料	塑料	塑料	塑料	塑料	塑料	陶瓷	陶瓷
引线折弯	鸥翼形	鸥翼形	J 弯曲	鸥翼形	鸥翼形	—	鸥翼形
引线中心 间距	50 Mils	50 Mils	50 Mils	25 Mils	20, 15, 12 Mils	50 Mils	50 Mils
编带和编带 盘选择	可	可	可	待定	待定	不可	不可
引线数	SOT-23 高剖面 SOT-23 低剖面	SO-8(*) SO-14(*) SO-14 宽(*) SO-16 宽(*) SO-16 宽(*) SO-20(*) SO-24(*)	PCC-20(*) PCC-28(*) PCC-44(*) PCC-68 PCC-84 PCC-124	PQFP-84 PQFP-100 PQFP-132 PQFP-196(*) PQFP-244	TP-40(*) TP-68 TP-84 TP-132 TP-172 TP-220 TP-284 TP-360	LCC-18 LCC-20(*) LCC-28 LCC-32 LCC-44(*) LCC-48 LCC-52 LCC-68 LCC-84 LCC-124	LDCC-44 LDCC-68 LDCC-84 LDCC-124

* 对线性产品在生产(或计划)中。

采用表面安装的线性产品

可提供的采用表面安装的线性电路部件包括：

- 运算放大器
- 比较器
- 电压调整器
- 基准线性电路
- 数据转换线性电路
- 工业用线性电路
- 消费类线性电路
- 汽车用线性电路

采用表面安装的线性电路部件型号列于表Ⅱ。关于器件完整的描述参阅本数据手册相应章节中的数据表。此外，国家半导体公司正不断扩充表面安装中可提供的这些器件表。如果你需要的功能元件在表Ⅱ中没有，请与离你最近的销售部门或经销分部联系，索取有关资料。

自动化生产厂商通过采用表面安装器件的编带和编带盘，可以进一步降低成本。因为成百上千个半导体器件置于一包编带和盘上，简化了操作过程（关于那些用作线性产品的表面安装封装型式，其盘装器件与杆装器件的比较，参见刊印于本节后面的订货与发货说明）。使用这种每个装有较大数量器件的编带盘（与每杆少于100个器件相比），可使贴片机的换料次数减少，同时降低了劳动力费用。

制造厂商利用编带和盘将两次节约费用——一次是使用表面安装技术对PC板实现自动组装，再一次是在装运和机器调试过程中只需较少的器件处理。

印制板的改变

除了进行新的设计之外，许多制造厂商还通过改变现有印制电路板的设计，以适合表面安装。所得PCB将更小、更轻，并且生产费用更少；然而，有一点要当心，即必须十分注意表面安装封装的热耗散能力问题。

因为表面安装封装比传统的双列直插式封装小，所以表面安装封装不能传导DIP那样多的热量（即表面安装封装具有较高的热阻——见表Ⅱ）。

对国家半导体公司大多数器件来说，硅器件可以工作到150°C结温（对少数例外请核查数据表）。如DIP一样，表面安装封装实际上可承受125°C的环境温度（虽然商用温度领域的器件最高环境温度只标70°C，而工业温度领域的器件最高环境温度只标85°C）。更多的资料参见AN-336“集成电路封装功率性能解释”（重印于线性数据手册每卷的附录之中）。

表Ⅱ 表面安装封装热阻范围*

封装	热阻** (θ_{JA} , °C/W)
SO-8	120-175
SO-14	100-140
SO-14 宽	70-110
SO-16	90-130
SO-16 宽	70-100
SO-20	60-90
SO-24	55-85
PCC-20	70-100
PCC-28	60-90
PCC-44	40-60

*具体器件的实际热阻取决于模板尺寸。查阅数据表中关于 θ_{JA} 的实际值。

**测试条件：PCB安装(FR4材料)，静止空气(室温)，铜迹线(150×20×10mil)。

若给定150°C的最大结温及最大允许的环境温度，表面安装器件能够耗散的功率比DIP器件小。这一因素在新设计时必须加以考虑。

对改造印制板来说，DIP和表面安装器件应耗散相同的功率。这意味着表面安装电路的最大允许环境温度应比DIP电路的低。对于DIP电路，若所要求的最大环境温度实际上低于容许的最大环境温度，则最大容许环境温度较低的表面安装电路的安全工作将有足够的余量。然而，若DIP电路所要求的最大环境温度接近最大允许环境温度，则其较低的最大容许环境温度可能低于所要求的最大环境温度。电路设计者必须了解这一潜在的缺陷，这样可寻找出相应的工作依据，从而避免表面安装封装在使用中发生热过载。

表面安装文献

国家半导体公司出版了大量有关表面安装封装的文献。从事封装、质量、可靠性和表面安装应用工作的工程师们汇集了他们的经验，为你提供关于表面安装封装结构和使用方面的实际的知识。

应用指南AN-450“表面安装方法及其对产品可靠性的影响”以每个SMD数据表作为基准。此外，为便于读者查阅，本节后附“表面安装元件的波峰焊”。

表 1 表面安装线性电流器件表

放大器和比较器

部件号	部件号
LF347WM	LM392M
LF351M	LM393M
LF451CM	LM741CM
LF353M	LM1458M
	LM2901M
LF355M	LM2902M
LF356M	LM2903M
LF357M	LM2904M
LF444CWM	LM2924M
	LM3403M
LM10CWM	LM4250M
LM10CLWM	LM324M
LM308M	LM339M
LM308AM	LM365WM
LM310M	LM607CM
LM311M	LMC669BCWM
LM318M	LMC669CCWM
LM319M	
LM324M	LF441CM
LM339M	
LM346M	
LM348M	
LM358M	
LM359M	

电压调整器和基准

部件号	部件号
LM317LM	LM2931M-5.0
LF3334M	LM3524M
	LM78L05ACM
LM336M-2.5	LM78L12ACM
LF336BM-2.5	LM78L15ACM
LM336M-5.0	
LM336BM-5.0	LM79L05ACM
LM337LM	LM79L12ACM
	LM79L15ACM
LM385M	LP2951ACM
LM385M-1.2	LP2951CM
LM385BM-1.2	
LM385M-2.5	
LM385BM-2.5	
LM723CM	
LM2931CM	

数据采集电路

部件号	部件号
ADC0802LCV	ADC1025BCV
ADC0802LCWM	ADC1025CCV
ADC0804LCV	DAC0800LCM
ADC0804LCWM	DAC0801LCM
ADC0808CCV	DAC0802LCM
ADC0809CCV	DAC0806LCM
	DAC0807LCM
ADC0811BCV	DAC0808LCM
ADC0811CCV	DAC0830LCWM
ADC0819BCV	DAC0830LCV
ADC0819CCV	DAC0832LCWM
ADC0820BCV	DAC0832LCV
ADC0820CCV	
ADC0838BCV	
ADC0838CCV	
ADC0841BCV	
ADC0841CCV	
ADC0848BCV	
ADC0848CCV	
ADC1005BCV	
ADC1005CCV	

工业用功能器件

部件号	部件号
AH5012CM	LM13600M
LF13331M	LM13700M
LF13509M	LMC555CM
LF13333M	LM567CM
LM555CM	MF4CWM-50
LM556CM	MF4CWM-100
LM567CM	MF6CWM-50
LM1496M	MF10CCWM
LM2917M	MF6CWM-100
	MF5CWM
LM3046M	
LM3086M	
LM3146M	

商用和汽车用功能器件

部件号	部件号
LM386M-1	LM1837M
LM592M	LM1851M
LM831M	LM1863M
LM832M	LM1865M
LM833M	LM1870M
LM837M	LM1894M
LM838M	LM1964V
LM1131CM	LM2893M
	LM3361AM
	LM1881M

混合电路

部件号	部件号
LH0002E	LH0032E
LH4002E	LH0033E

结语

国家半导体公司在表面安装元器件的设计与制造方面是世界领先者。

由于诸如穿孔铜引线框架等设计的改进,本公司的小型封装和本公司的 DIP 一样可靠(而从物理规律上看,可能会有这样的意思:DIP 的直接“低级拷贝”可能会导致“S.O.”封装可靠性的降低)。用户从这一可靠性等效中将获得好处。此外,本公司正在对生产过程中的每个工序进行监控,这将确保本公司设计中的可靠性并保证只将最高质量和最高可靠性的器件发送至用户工厂。

本公司位于 Santa Clara, California 总部的表面安装实验室不断研究(并发表)对用户使用表面安装技术更为方便的方法。你的问题就是我们的问题。

当你想到“表面安装”时——请想到“国家半导体公司”!

订货与发货说明

用户订购的表面安装半导体器件应是一些可提供的表面封装型号之一。若标明用编带和盘的方法发货,则意味着用户将按下表每包编带和盘的数量收到你的器件(SMD 也可按常规杆装供货):

简要订购规范

编带规格

	尾部段(载端)*		载体段*	引导段(始端)*	
	空腔(未封盖带)	空腔(封盖带)	满腔(封盖带)	空腔(封盖带)	空腔(未封盖带)
小型封装 IC					
SO-8 窄	2	2	2500	5	5
SO-14 窄	2	2	2500	5	5
SO-14 宽	2	2	1000	5	5
SO-16 窄	2	2	2500	5	5
SO-16 宽	2	2	1000	5	5
SO-20 宽	2	2	1000	5	5
SO-24 宽	2	2	1000	5	5
塑料封装芯片载体 IC					
PCC-20	2	2	1000	5	5
PCC-28	2	2	750	5	5
PCC-44	2	2	500	5	5

*下图标出编带的这些区段以及 1 号引脚器件的定位。

封装	封装标志	最大数/杆	每盘数*
SO-8	M	100	2500
SO-14	M	50	2500
SO-14 宽	WM	50	1000
SO-16	M	50	2500
SO-16 宽	WM	50	1000
SO-20	M	40	1000
SO-24	M	30	1000
PCL-20	V	50	1000
PCL-28	V	40	1000
PCL-44	V	25	500
PQFP-196	VF	TBD	—
TP-40	TP	100	待定
LCC-20	E	50	—
LCC-44	E	25	—

*订货量按此数增加(国家半导体公司保留提供每包编带和盘数量较小的器件之权利,以保持批号或日期码的完整,见下例)。

例:用户订购 5000 只 LM324MIC,以编带和盘发货。

●情况 1:全部 5000 只器件均系同一个日期码

●你将收到 2 个 SO-14(窄)带盘包,每包有 2500 只 LM324MIC

●情况 2:3000 只器件的日期码为 A,而 2000 只器件的日期码为 B

●你将收到如下 3 个 SO-14(窄)带盘包:

1 号包有 2500 只 LM324MIC,日期码 A

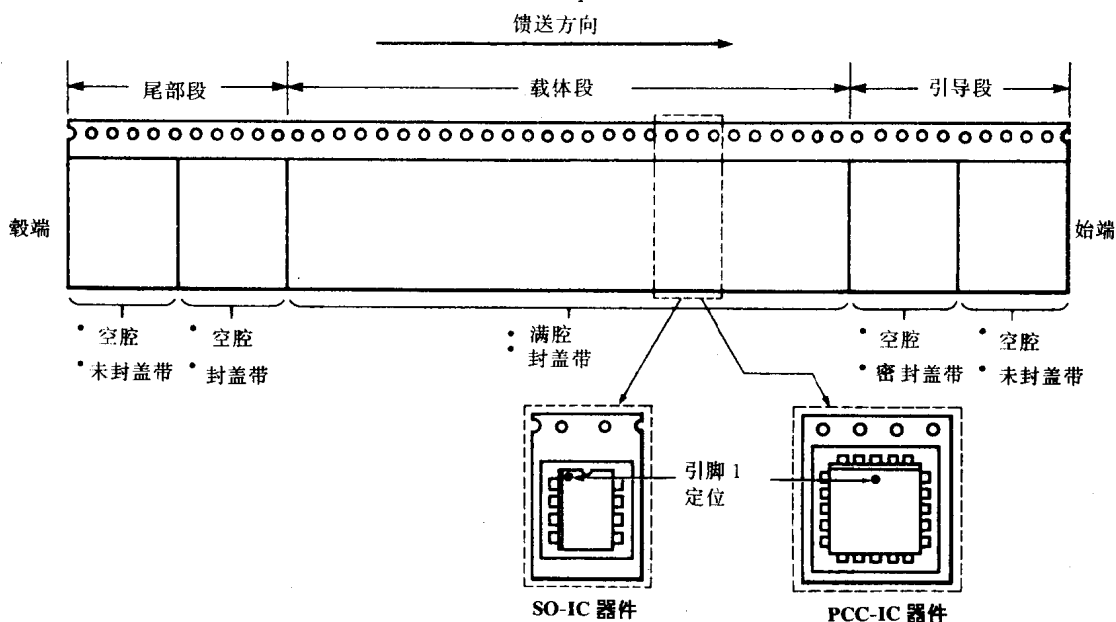
2 号包有 500 只 LM324MIC,日期码 A

3 号包有 2000 只 LM324MIC,日期码 B

→ 馈送方向

简要订购规范(续)

器件定位



TL/XX/0026-8

材料

●腔带: 导电 PVC (小于 10^5ohm/sq)

●盖带: 聚酯

(1) 导电盖, 可提供

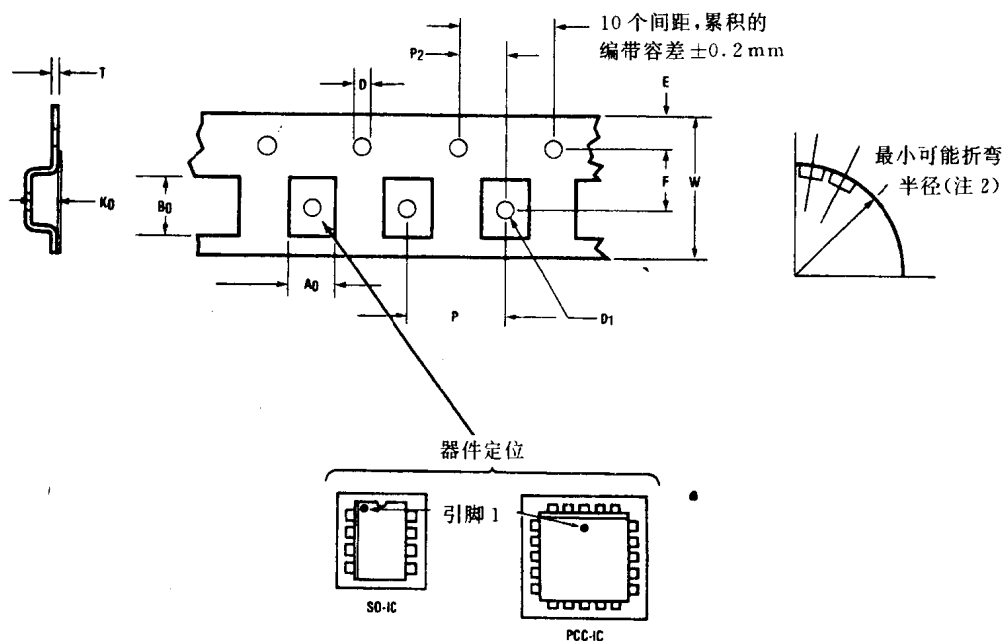
●编带盘:

(1) 实心 80pt 纤维纸板 (标准)

(2) 导电纤维纸板, 可提供

(3) 导电塑料 (PVC), 可提供

编带尺寸(带宽 $\leq 24\text{mm}$)



TL/XX/0026-9

简要订购规范(续)

	W	P	F	E	P ₂	P ₀	D	T	A ₀	B ₀	K ₀	D ₁	R
小型封装 IC													
SO-8 (窄)	12±.30	8.0±.10	5.5±.05	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	6.4±.10	5.2±.10	2.1±.10	1.55±.05	30
SO-14 (窄)	16±.30	8.0±.10	7.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	6.5±.10	9.0±.10	2.1±.10	1.55±.05	40
SO-14 (宽)	16±.30	12.0±.10	7.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	10.9±.10	9.5±.10	3.0±.10	1.55±.05	40
SO-16 (窄)	16±.30	8.0±.10	7.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	6.5±.10	10.3±.10	2.1±.10	1.55±.05	40
SO-16 (宽)	16±.30	12.0±.10	7.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	10.9±.10	10.76±.10	3.0±.10	1.55±.05	40
SO-20 (宽)	24±.30	12.0±.10	11.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	10.9±.10	13.3±.10	3.0±.10	2.05±.05	50
SO-24 (宽)	24±.30	12.0±.10	11.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	10.9±.10	15.85±.10	3.0±.10	2.05±.05	50
塑料封装芯片载体 IC													
PCC-20	16±.30	12.0±.10	7.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	9.3±.10	9.3±.10	4.9±.10	1.55±.05	40
PCC-28	24±.30	16.0±.10	11.5±.10	1.75±.10	2.0±.05	4.0±.10	1.55±.05	.30±.10	13.0±.10	13.0±.10	4.9±.10	2.05±.05	50

注 1: A₀, B₀ 和 K₀ 的尺寸系在腔底内壁 3mm 之上测得。

注 2: 装有元件的编带沿心轴半径卷绕, 不应有损坏。

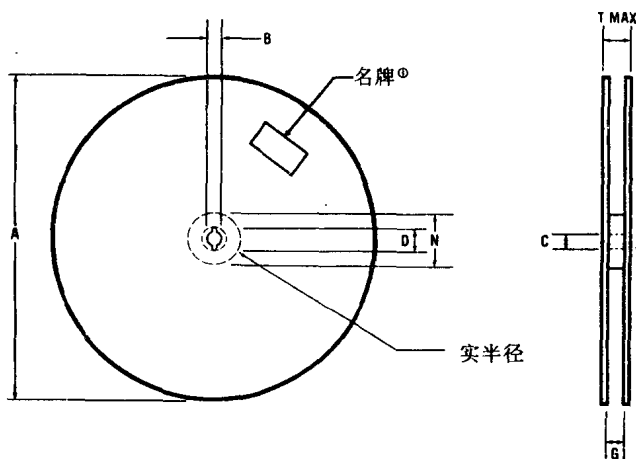
注 3: 腔带材料为导电 PVC(小于 10⁵ohm/sq)。

注 4: 盖带材料为聚酯(脱壳力 30—65 克)。

注 5: D₁ 系腔内中心尺寸。

注 6: 所有尺寸单位为毫米。

编带盘尺寸



表面安装编带盘

TL/XX/0026-10

简要订购规范(续)

		A (Max)	B (Min)	C	D (Min)	N (Min)	G	T (Max)
12 mm 编带	SO-8 (窄)	(13.00) (330)	.059 1.5	.512 ± .002 13 ± 0.05	.795 20.2	1.969 50	0.488 ^{+ .078} _{- .000} 12.4 ^{+ 2} _{- 0}	.724 18.4
16 mm 编带	SO-14 (窄)	(13.00) (330)	.059 1.5	.512 ± .002 13 ± 0.05	.795 20.2	1.969 50	0.646 ^{+ .078} _{- .000} 16.4 ^{+ 2} _{- 0}	.882 22.4
	SO-14 (宽)							
	SO-16 (窄)							
	SO-16 (宽) PCC-20							
24 mm 编带	SO-20 (宽)	(13.00) (330)	.059 1.5	.512 ± .002 13 ± 0.05	.795 20.2	1.969 50	0.960 ^{+ .078} _{- .000} 24.4 ^{+ 2} _{- 0}	1.197 30.4
	SO-24 (宽) PCC-28							
32 mm 编带	PCC-44	(13.00) (330)	.059 1.5	.512 ± .002 13 ± 0.05	.795 20.2	1.969 50	1.276 ^{+ .078} _{- .000} 32.4 ^{+ 2} _{- 0}	1.512 38.4

单位: 英寸
毫米

材料: 纸板(表面无剥落)

名牌

编带盘上备有人和机器能识读的名牌。可提供更易改(C. P. I——改变包装标记)的密度码 39, NSC STD 名牌(7.6 C. P. I)

字组

批号

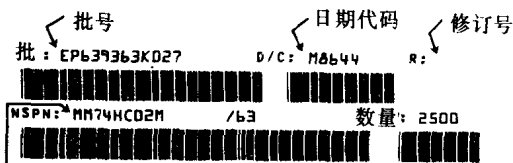
日期码

修订等级

国家半导体公司部件号 I. D.

数量

例



国家半导体公司部件号

TL/XX/0026-11

各字组间至少应隔开一空格。

今后编带和盘的包装还将包括一小尺寸的条码名牌(高密度码 39), 置于编带的开头。(此编带名牌在目前的生产中不提供。)

国家半导体公司还将提供额外的名牌, 包括对用户特定规范的说明。

表面安装元件的波峰焊

提要

在即将到来的“表面安装技术”的冲击面前, 许多印制电路板制造商已采取步骤, 改变他们印制板的某些部分, 以适应这种新技术。然而, 因为表面安装元器件的供货仍受到限制, 所以只能采取引线插入式标准双列直插封装(DIP)与表面安装器件(SMD)混合使用。此外, 利用印制板两面使用的有利条件, 一般将表面安装元器件贴于板的底面, 而顶面留作传统的引线插入式封装用。如果加工过程要经过波峰焊机, 则半导体元器件将承受额外的热应力(这时元器件将整个浸入熔融的焊料之中)。

下面讨论波峰焊对塑料半导体封装可靠性的影响。其意图是强调表面安装元器件在使用波峰焊时应予理解的局限性。

SMD 应用中波峰焊的作用

SMD 用的通常较满意的焊接方法是气相再流焊和 IR 再流焊(二者均需在元器件贴装之前在 PW 板上使用焊膏)。然而, 保留使用老的波峰焊机这种意见仍然存在。

表面安装元件的波峰焊(续)

其原因为:

1) 大多数 PC 板组装车间已经配备了波峰焊设备。要转到诸如气相焊等其它技术,需要在设备和人员方面进行实质性的投入。

2) 作为表面安装元件的器件,由于其型号有限,所以必须将引线插装元器件和表面安装元器件二者混装在同一块板上。

3) 某些元件,诸如继电器和开关,所用的材料不能承受暴露在气相或红外炉环境中的温度。

PW 板组装程序

在 PW 板上,通孔 IC 可以与表面安装元器件组合,但有两个问题需要考虑:

a) IC 是否安装在板的一面或是两面。

b) 使用气相、IR 或波峰焊的焊接顺序,是单独地或是两种或更多方法的组合。

可能使用的各种程序如下:

A) 在气相或红外再流焊之前进行波峰焊。

1. 元件置于 PW 板的同一面。

引线插入式标准 DIP 置于 PW 板上

波峰焊(常规)

清洗和引线修整

在 SMD 焊区涂焊膏

SMD 贴装在 PW 板上

烘干

气相或红外再流焊

清洁

2. 元件置于 PW 板的两面

引线插入式标准 DIP 置于 PW 板的一面

波峰焊(常规)

清洗和引线修整

翻转 PW 板

在 SMD 焊区涂焊膏

在 SMD 位置上分滴贴片胶(对较小的元件选择地分滴)

SMD 贴装在板上

烘干和固化

翻转印制板,置于提升夹具中

气相或红外再流焊

清洁

B) 气相或 IR 再流焊,然后波峰焊

1. 元件置于 PW 板的同一面

在印制线路板装 SMD 的一面丝网印刷焊膏

贴装 SMD

烘干

气相或红外再流焊

有引线元件插装在 SMD 的同一面
波峰焊

清洁和修整 PCB 的背面

C) 只进行气相或 IR 再流焊

1. 元件置于 PW 板的同一面

修整并使标准 DIP 引线成为“鸥翼”状结构

在 PW 板上丝网印刷焊膏

贴装 SMD 和 DIP

烘干

气相或红外再流焊

清洁

2. 元件置于 PW 板的两面

在印制线路板装 SMD 的一面丝网印刷焊膏

在每个元件的中心位置上涂贴片胶

贴装 SMD

烘干

在 DIP 面上的所有焊区丝网印刷焊膏,或交替

地在引线上加焊圈(预成形件)

DIP 引线插装

气相或红外再流焊

清洁和引线修整

D) 只进行波峰焊

1. 元件置于 PW 板的两面

在 PW 板装 SMD 的一面涂贴片胶

贴装 SMD

固化贴片胶

DIP 引线插入板的顶面

SMD 朝下浸入焊槽,进行波峰焊

清洁和引线修整

从 IC 可靠性考虑,所有上述组装程序均可以分成三类:

1) 元件先后经受气相(或 IR)和波峰焊二者的热循环,或者相反。

2) 元件仅经受气相(或 IR)热循环。

3) 元件仅经受波峰焊,而 SMD 则承受浸入焊槽的热量。

这三类中,最后一类对半导体器件的热处理作用最为严峻。然而,应该指出:模压封装的半导体器件一般在其引线上具有一层焊料涂层,以作为可焊性和廉价引线框架材料防护的最终保护层。大多数半导体制造商对元件的引线采用镀焊料层,而另一些则实行热浸焊料。在后一种情况下,封装可能在受控条件(手动操作)下的热焊槽中将引线全部浸入,或将引线置于一个在自动波峰焊或 DIP 焊接过程中需要使用的支架中部分浸入。因此,这有可能使 SMD 承受一定条件下的焊接热,而不造成严重的损坏。

表面安装元件的波峰焊(续)

模压集成电路的热特性

由于塑封 DIP 和 SMD 系用热固性环氧树脂密封的,材料的热特性一般符合 TMA(热-机械分析)图。关键的参数为:(a)它的线性热膨胀特性和(b)在环氧树脂完全固化之后的玻璃态转变温度。典型的 TMA 图示于图 1。必须指出:一旦环氧树脂承受的温度超过其玻璃态转变温度,则其热膨胀将变得更大。金属(例如引线框架用的)无此特性,而在超过上述温度范围时其线性热膨胀特性通常和原先的一致。

在任何优良、可靠的塑料封装中,引线框架材料的选择,应使其热膨胀性能尽量与密封用环氧树脂的热膨胀特性相匹配。万一二者不匹配,则环氧树脂和金属的接口处将产生应力。将使环氧树脂有可能从金属引线框架上裂开,其状态如双金属处于热区时所观察到的一样。

在大多数情况下,当封装保持在玻璃态转变温度以下时,环氧树脂-金属接口处开裂的可能性很小。但如果封装所承受的温度超过其玻璃态转变温度,环氧树脂开始膨胀得比金属快得多,从而使开裂的几率极大地增加。

常规波峰焊

大部分波峰焊的操作在 240—260°C 之间进行。通常密封用的环氧树脂的玻璃态转变温度在 140—170°C 之间。IC 若直接暴露在这些温度之下,则由于环氧树脂和金属间的开裂,对其长期功能将有危害。

幸运的是,存在可以降低这类危险的因素:

1) PW 板具有一定的热吸收效应,并对元件具有隔离焊料温度的作用(如果元件置于印制板的顶面)。实际测量:DIP 在 120—150°C 温度之间、5 秒之内完成通过焊料的过程。这说明一个事实,即 DIP 在常规方式下安装是可靠的。

2) 在常规焊接中,因为环氧树脂及支座位于 PW 板之上,并露出焊槽,所以 DIP 的每根引线只有端头承受焊料温度。

环氧树脂-金属开裂对封装性能的影响

在波峰焊中必须使用助焊剂,藉以增强元件和 PW 板的可焊性。在印制板和元件进入焊接温度之前,通过某种形式的酸洗,也可使之比较容易处理。如果发生开裂,则当它们离开焊料热源之后,助焊剂和酸的残余物(这些可能由于不适当的清洗而存在),将因毛细管作用而渗入封装之内。一旦封装冷却,这些杂质便集聚于封装内部,并随着环氧树脂的潮气而逐步扩散。必须注意:在通常焊接后立即进行的电学测试中,此种潜在问题不应显示出来。在任何情况下,最终的结果将是对金属化芯片的长时间腐蚀,以及器件在一定范围内的早期失效。

气相和 IR 再流焊

在气相和红外两种再流焊中,环氧树脂和金属间开裂的危险也会很高。操作温度为 215°C(气相)或 240°C(IR),而持续时间亦较长(30—60 秒)时,基于同一理论,开裂也将存在。然而,在这两种方法中,焊膏系加于印制板的焊区,且不用助焊剂,所以器件不浸入热的焊料之中。这减少了使焊料进入环氧树脂-引线框架接口处的可能性。此外,在气相系统中,焊接环境是“无氧的”,并可认为是“无污染”的。具体来说,这就意味着:就腐蚀对可靠性的影响而论,这两种方法比波峰焊优越。

偏压潮湿试验

偏压潮湿试验的目的是鉴定偏压潮湿对封装性能的影响。在这一试验中,封装置于一射流仓中加压,以使潮气加速渗入封装内。器件上加电偏压,如果有任何污染物集聚于封装内,则潮气将很快形成电解质,并因电极(引线尖头)而导致硅器件的金线和铝键合座腐蚀。铝键合座是系统中最弱的一环,通常最先损坏。

加速偏压潮湿压力试验尚属专利技术,它对 85°C 和 85% 相对湿度条件下的寿命试验具有很大意义。大约

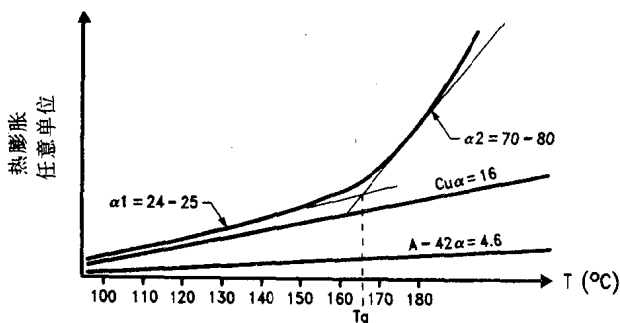


图 1 热膨胀和玻璃态转变温度

TL/XX/0026-12

表面安装元件的波峰焊(续)

100 小时的一个周期已表明相当于 85/85 条件下的 2000 小时。如果封装在试验的第一个周期中就开始失效,则可预料:带有这些元件的印制板在更苛刻的工作环境(85°C/85%R. H.)中,将在第一个 2000 小时的工作周期内被腐蚀,甚至电气失效。

很明显,上述试验对电路板制造厂商是否有意义,则取决于制造中的产品、工艺或可靠性标准。一般在要求长期保证质量和含有许多元件的系统中,基于信誉和费用,使用可提供的最可靠的部件是合理的。

试验结果

使用偏压潮湿试验完成的气相与波峰焊对模压小型封装可靠性影响的比较示于表 IV。可以清楚地看出:气相再流焊的结果比较一致。波峰焊基于手工操作,其结果在诸如温度和持续时间等焊接参数方面有所变化。

表 IV 气相再流焊与波峰焊的比较

1. 气相(60 秒,露出,215°C)
= 9 个失效/1723 个样品
= 0.5% (32 个样批平均)
 2. 波峰焊(2 秒,全部浸入,260°C)
= 16 个失效/1201 个样品
= 1.3% (27 个样批平均)
- 封装: SO-14 有引线
试验: 偏压潮湿试验 85% R. H.,
85°C, 2000 小时
器件: LM324M

从表 V 中可以看出:在热焊料槽中不同浸入时间小型(SOIC)封装结果的差异。该表数据取自 SO-14 有引线模压封装,在不同的焊接条件处理之后,经受偏压潮湿试验,并重复 4 次。最后,在等效 4000 小时的 85/85 试验之后进行电测试。表中所示试验结果为封装本身与在 FR-4 印制电路板上的表面安装封装的比较。

表 V 波峰焊结果汇总表

(85% R. H. 85°C 偏压潮湿试验,2000 小时)
(“失效数/总试验数”)

	未安装的	安装的
控制/气相 15 秒,215°C	0/114	0/84
浸入焊接 2 秒,260°C	2/144 (1.4%)	0/85
浸入焊接 4 秒,260°C	—	0/83
浸入焊接 6 秒,260°C	13/248 (5.2%)	1/76 (1.3%)
浸入焊接 10 秒,260°C	14/127 (11.0%)	3/79 (3.8%)
封装: SO-14 有引线 器件: LM324M		

因为封装件很轻,同时经受相当剧烈的热冲击,随之则因膨胀不匹配而产生应力,结果表明:浸入焊料槽超过 6 秒就很容易失效。在第二种情况下,即封装件安装在板上,严重的温度偏移影响降低。在任何情况下,因为重复处理,封装件浸入热焊料超过 6 秒就会有失效。因此,推荐浸入的安全界限最长为 4 秒。假如封装件浸入时间大于 4 秒,尽管随即进行的电测试数据是合格的,也存在某种长期可靠性失效的可能性。

最后,表 VI 示出对不同半导体厂家生产的表面安装(SOIC)元器件进行的偏压潮湿试验。最后一点是在等效 6000 小时的 85/85 试验之后进行电测试。为了查明在每种情况下封装整体的裂缝,对失效和腐蚀要进行分析 and 检查。

表 VI 美国制造厂商的集成电路在不同焊接环境下的可靠性
(“失效数/总试验数”)

封装 SO-8	气相 30 秒	波峰焊 2 秒	波峰焊 4 秒	波峰焊 6 秒	波峰焊 10 秒
制造厂 A	8/30*	1/30*	0/30	12/30*	16/30*
制造厂 B	2/30*	8/30*	2/30*	22/30*	20/30*
制造厂 C	0/30	0/29	0/29	0/30	0/30
制造厂 D	1/30*	0/30	12/30*	14/30*	2/30*
制造厂 E	1/30**	0/30	0/30	0/30	0/30
制造厂 F	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30
制造厂 G	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30

* 腐蚀损坏

** 无表面缺陷——无腐蚀损坏

试验:加速偏压潮湿试验;85% R. H./85°C,6000 小时,等效

小结

在上列结果的基础上,可以指出:表面安装元件和标准模压 DIP 一样可靠。其实,DIP 在印制电路板的焊接过程中,从不作全部浸入焊料波峰的处理,而表面安装元器件,诸如 SOIC,为使板上的元件密度最大,要求能承受全部浸入热焊料中。由于封装系用 T_g 比焊料温度相对低的热固性塑料构成,因此其承受能力取决于浸入时间和材料的清洁度。结果表明:必须限制封装件浸入焊料波峰中的时间最长为 4 秒,以确保 DIP 的绝对可靠。当封装尺寸减小时,如有引线的 SO-8,这种要求变得更为关键。这在不同制造厂商的产品试验性能中已经表明。结果指出:尚存在需要改进之处,因为并不是所有的封装件都能经受热焊料浸渍而不牺牲可靠性。

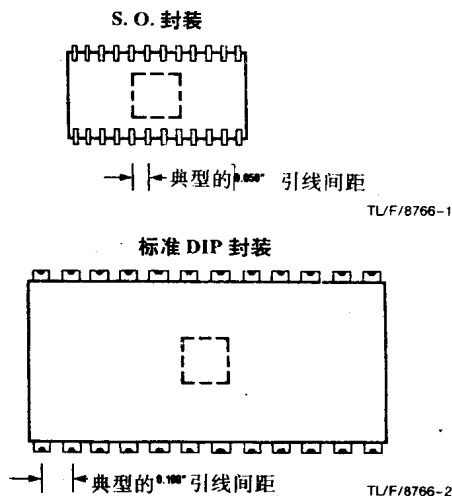


小型(SO)封装 的表面安装方法、参数 及其对产品可靠性的影响

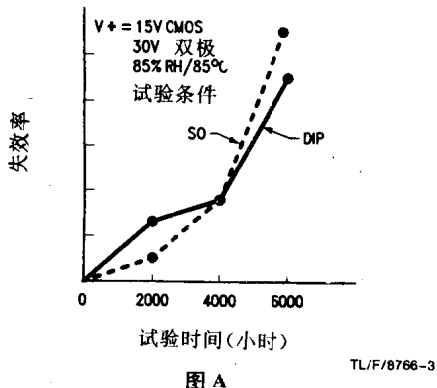
国家半导体公司
应用指南 450
Josip Huilev
W. K. Boey

小型(SO)封装是为了满足用户不断提高的对小型化和元件密度的需求而发展起来的。

元件尺寸比较



国家半导体公司的 SO 封装,只有在满足下列条件时才具有生产的资格,即:它们的可靠性能在所有加速环境试验条件下均可与双列直插封装的作比较。图 A 是对 30V 双极器件和 15V CMOS 器件用 SO 和 DIP(控制)封装的产品所进行的加速偏压潮湿试验性能的归纳。



为了使可靠性能可与 DIP 相比较,SO 封装在设计 and 制造方面采用能有效地补偿其小尺寸的材料和加工方法。

所有在 85% R.H. 和 85°C 下试验的 SO 封装,均组装在改变了的 PC 板上用气相再流焊焊接。利用这种途径,可以测量表面安装方法对加工可靠性的影响。如图 A 所示,表面安装的 SO 封装与 DIP 控制产品之间,在其长期可靠性能方面,直至 6000 小时的 85%/85°C 加速试验中无明显的差别。

表面安装工艺流程

关于基本的表面安装操作,以及引线插装和表面安装混合操作的标准工艺流程图示于下页。

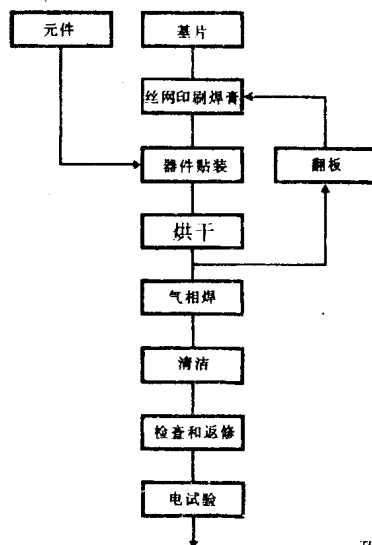
通常,从 SO 封装的用户方面遇见的不同情况是:

- 单面板,只有表面安装元器件。
- 单面板,引线插装和表面安装元器件混合。
- 双面板,只有表面安装元器件。
- 双面板,引线插装和表面安装元器件混合。

考虑到这些情况,利用包括波峰焊和贴片胶应用以及常用的气相再流焊等技术,对用户来说就变得十分必要。

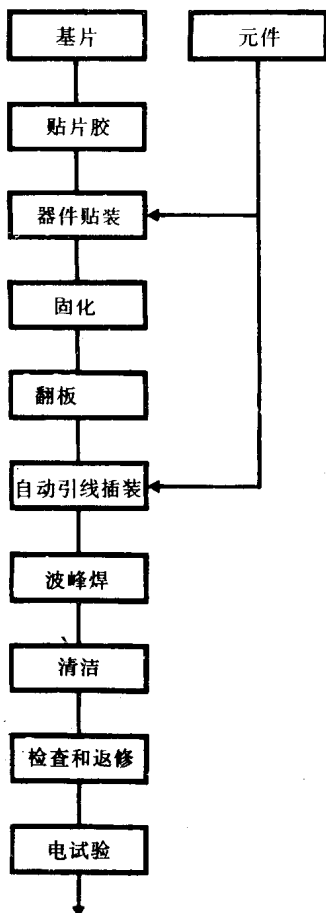
生产流程

基本表面安装生产流程



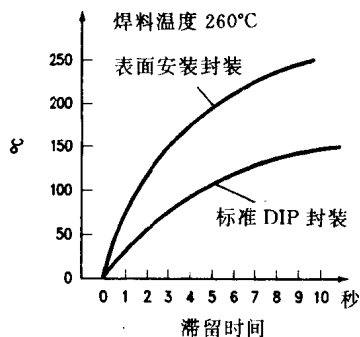
TL/F/8766-4

表面安装和轴向引线插装元器件混合生产流程



TL/F/8786-5

表面安装过程中封装的热应力比标准 DIP PC 板安装过程中更为严重。图 B 示出封装温度与表面安装封装(元件浸入熔融焊料中)和标准 DIP 在波峰焊过程中滞留时间的关系曲线(DIP 仅封装的引线浸入熔融焊料之中)。

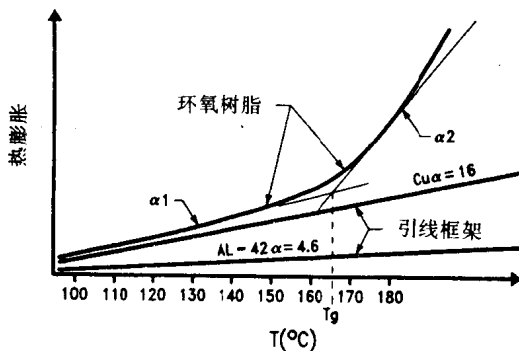


TL/F/8786-6

图 B

对理想的封装来说,密封剂的热膨胀率应与引线框架材料的相匹配,以便使封装在焊接过程中保持机械完整性。遗憾的是,能与大多数目前使用的封装材料在热膨胀率上完全匹配的密封剂很少。问题主要在环氧树脂化合物。

正常情况,环氧树脂密封剂和金属引线框架材料的热膨胀率均系线性,并在温度接近 160°C 时保持相当的接近(见图 C)。在较低的温度下,两种材料热膨胀率的差别不大,不足以造成接口开裂。然而,当封装达到环氧树脂的玻璃态转变温度(T_g ,典型的为 160—165°C)时,密封剂的热膨胀率陡然增加,同时材料进入塑性态的转变。环氧树脂开始以比金属引线框架大三倍或三倍以上的速率膨胀,从而在接口处造成开裂。



TL/F/8786-26

图 C

如果在使用助焊剂和清洁剂的过程中出现上述情况,则加工剩余物,甚至焊料可能进入由开裂造成的缝隙中,而且当材料冷却后即变成截留物。这些污染物有可能扩散到封装的内部,特别当有潮气存在。其结果:管芯污染、电流泄漏严重,甚至突然失效。遗憾的是,焊接之后接着进行的电试验不可能检查出潜在的裂缝。

大多数焊接过程涉及的温度范围高达 260°C,这已远远超过环氧树脂的玻璃态转变温度。很明显,含有 SMD 封装的电路板比单装 DIP 的电路板需要更严格的工艺控制。

图 D 是对 30V 双极工艺进行的加速偏压潮湿试验性能的归纳。

第 1 组——标准 DIP 封装

第 2 组——在 PC 板上对 SO 封装进行气相再流焊

第 3—6 组——在 PC 板上对 SO 封装进行波峰焊

第 3 组——滞留时间 2 秒

第 4 组——滞留时间 4 秒

第 5 组——滞留时间 6 秒

第 6 组——滞留时间 10 秒

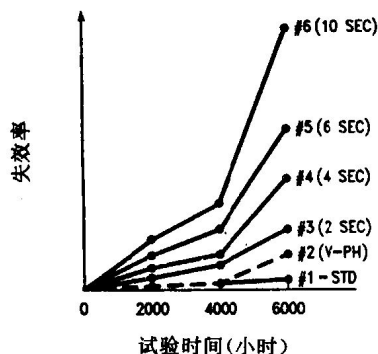


图 D

TL/F/8766-7

从上述数据可以清楚地看出,用气相再流焊工艺焊接于 PC 板上的 SO 封装具有最佳的长期偏压潮湿性能,并可与标准的 DIP 封装的性能相比。再流焊方法的关键长处在于其清洁的环境,这种环境能使表面安装封装中污染物的潜藏量减至最小,故对表面安装是个优选工艺。

当波峰焊用于印制板上的表面安装元件时,元件在熔融焊料中的滞留时间不应超过 4 秒,最好少于 2 秒,以防止元件损坏。大力推荐使用非卤化物或(有机酸)助焊剂。

贴装

选择自动(一般全为可编程的)贴装机用于表面安装已明显地增加,而其选用则基于各自的需求以及采用先进技术的程度。

可提供的基本元件贴装系统分为:

(a) 流水贴装

• 固定贴装台

• 印制板在机头下对准位置,同时贴装相应的元件

(b) 序贯贴装

• 或者使用 X-Y 活动台系统,或者使用 θ, X-Y 活动拾取系统

• 各个元件贴装在印制板上

(c) 同步贴装

• 多个拾取头

• 整个一排元件在同一时间贴装在印制板上

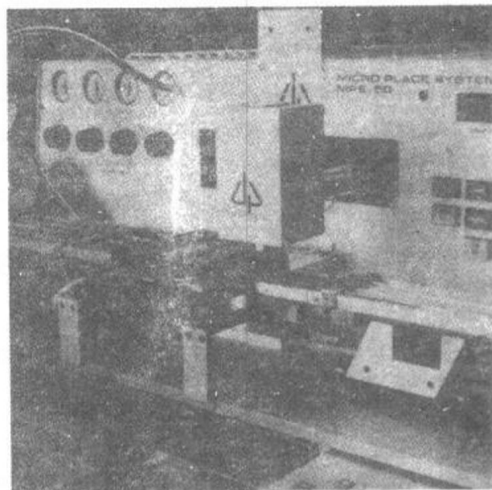
(d) 序贯/同步贴装

• X-Y 移动台,多个拾取头系统

• 用拾取头的连续或同步动作将元件贴装在印制板上

SO 封装的处理与表面安装无源元件几乎相同,在贴装到印制板上时需要准确地定位。

贴装动作



TL/F/8766-8

烘干

尽管在某些焊膏供应商所申请的专利范围内该工序可省去,但还是推荐采用。

本步骤的作用是:

- 在随后的再流焊过程中保持住焊料珠,并防止小焊料球飞溅。
- 在贴装至再流焊之间的加工过程中起粘接作用,以使元件保持原位。
- 当双面表面安装印制板的顶面朝下进入气相再流焊操作时,使元件保持原位。
- 除去要不然可能污染别的设备的溶剂。
- 促进活化剂清洁待焊接的表面。
- 防止吸收潮气。

况且这一过程十分简单。常用的工艺规程是：在通风良好的炉子中 $65\sim 95^{\circ}\text{C}$ (取决于焊膏的溶剂系统) 烘烤 20 分钟。由于下述原因，不推荐使用更长的烘烤时间：

- 助焊剂将退化并影响焊膏的性能。
- 焊料珠将开始氧化，并引起可焊性问题。
- 焊膏将产生蠕动，并在再流之后很可能在迹线之间留下残余物，这很难除去，且易引起电离子迁移问题。

再流焊

使焊膏再流有各种方法，即：

- 热空气再流
- 红外加热(炉)
- 对流炉子加热
- 气相再流焊
- 激光焊

对 SO 应用来说，热空气再流或红外炉可用于小规模生产或实验性工作，气相再流焊对一致性和速度更有效。不推荐对流炉子加热，因为炉子中存在“热点”，并可能造成不均匀的熔化。激光焊更适合于特殊应用场合，但需要大量投资。

热空气再流/红外加热

可使用手持或台装鼓风机(带合适的挡风板)。

印制板先预热至大约 100°C ，然后承受恰为 260°C 的空气流加热。这是个缓慢的过程，而且由于无源元件不同的热吸收特性而结果可能很不一致。

使用红外炉是自动化概念中的下一步，除了热量用红外灯或板产生。这个方法的主要缺点是，某些材料在红外辐射下加热的速率可能不同，并可能使这些元件(一般是插座和连接器)损坏。这个问题可以通过使用远红外(非聚焦)系统使之减小。

气相再流焊

气相再流焊目前最通用和一贯的方法是：使用具有优越热传导性能的氟化物流体加热元件，直至焊膏再流动。最高温度由流体的蒸气(温度限制)。

通常使用的流体(由 3M 公司供应)是：

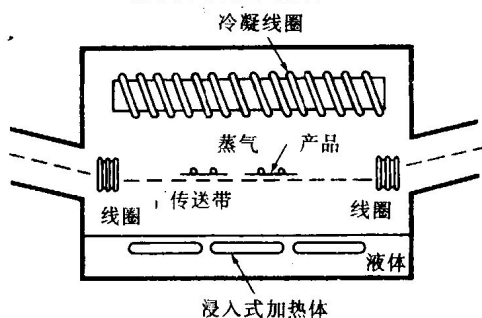
- FC-70，蒸气温度 215°C (广泛使用) 或 FX-38
- FC-71，蒸气温度 253°C (低铅或镀锡板用)

HTC, Concord, CA 公司制造的用于本技术的设备有两种选择：

- 分批装料系统，此处将印制板放低，置于篮中，由沸腾的流体槽中的蒸气加热。
- 流水传送装置系统，此处印制板放在一连续的传送带上，被送入暗槽，槽中充满热蒸气。

在蒸气中的滞留时间通常大约为 15—30 秒(取决于印制板的重量以及板在传送带上的装载密度)。

流水传送装置气相焊



TL/F/8766-9

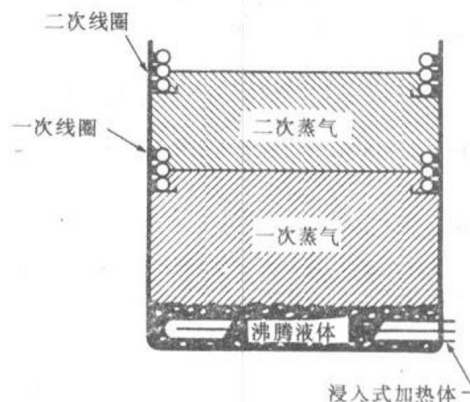
热冲击是经常被询问的问题，因为元件内部的温度从室温到 215°C 增加得相当快。安装在有代表性的印制板上的 SO 封装已作过试验，并已显示出对封装的完整性有些微影响。不同的封装，诸如陶瓷 DIP、金属外壳和带玻璃绝缘子的 TO-5 外壳也均已作过试验。

气相炉



TL/F/8766-10

分批装料生产的气相焊设备



TL/F/8766-11