

熔 剂

许昌继电器研究所 周涛

一、 引 言

熔剂亦称焊剂或助焊剂。在锡焊过程中，熔剂是提高印制电路板和元器件引线可焊性的重要条件之一，熔剂的应用情况直接关系到焊接质量的好坏。要使熔剂达到良好的应用效果，就需要对熔剂有一个全面的了解。

二、 熔剂的作用

熔剂在锡焊接过程中的主要作用是清洗予焊金属表面的氧化物，使予焊面的非活性污染表面变成活性的清洁表面，有利于熔融的焊料向被焊金属表面扩散。并在焊接过程中，保护熔融的焊料不被氧化。当焊点温度升高时，熔剂和焊料就相互置换其位置，使其成为悬浮状态，浮漂在焊料的表面，起到防止焊料再氧化过程。并降低了金属的表面张力而增加了湿润作用，使之达到牢固、光洁、无腐蚀的锡焊过程。

具体看来，熔剂的主要作用可以分四个方面：

1. 清除予焊表面氧化层等阻挡层；

予焊件的金属表面尽管事先采取过搪锡或镀锡等表面处理，但在装焊前的储存保管期间，由于和大气接触及其它方面的原因，表面仍可能有一层薄薄的氧化层（其氧化层的厚度和储存的时间及储存的环境有关）和污染灰尘等污垢，形成了一层对焊料的阻挡层，如图1所示。

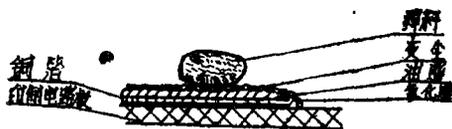


图 1

这一层阻挡层对于焊金属表面同焊料的结合起着掩蔽和阻挡作用，阻止焊料向被焊金属表面的漫流和扩散，使其不能成为润湿良好的焊点，如图2（a）所示。熔剂就有清除这种氧化膜阻挡层的作用，如图2（b）所示。熔剂一沾湿予焊金属表面，由

于其活性清除了予焊表面的氧化膜阻挡层，当在焊点处加温时，熔剂和焊料就相互置换其位置，使焊料和予焊金属表面能良好的接触。由于置换作用，焊料随着熔剂的后面流动，向予焊金属表面扩散，形成合金层。

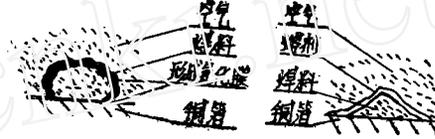
2. 防止氧化：

焊料和焊接金属表面焊接时在高温下同空气接触很容易氧化，形成氧化膜阻挡层。熔剂当焊接处升温时，和焊料相互置换位置，呈悬浮状态，浮漂于焊料的表面，隔开空气和熔融焊料的接触，防止焊料和予焊金属表面的氧化，如图3所示。



(a) 无熔剂时、(b) 有熔剂时

图 2



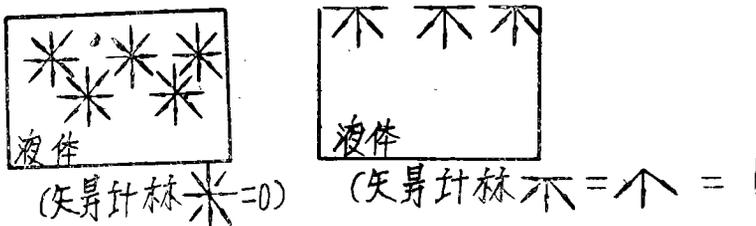
(a) 无熔剂时、(b) 有熔剂时

图 3

3. 减小焊料的表面张力，增加流动性：

焊接时，焊料呈熔融状态，焊料与予焊金属表面的界面状态是液体同固体的沾湿现象。决定焊料的流动性的主要因素是毛细管现象和重力作用（向下和横向时）。焊料不易流动的主要原因是焊料的表面张力、粘度和摩擦等。当无熔剂时，焊料的表面张力较大，焊料就呈园形，因而焊料就不易流动。

图4是液体分子作用力的矢量图，通过液体分子的状态可以说明液体的表面张力。图4(a)表示了液体内部分子的作用力的矢量图，在液体内部各个方向都有力的作用，这些力的矢量和为零。然后在液体的表面，如图4(b)所示，其指向分子密度小的气体的力小得可以忽略，只有沿着液体表面的力和向里面的力了，沿着表面的力互相抵消，只剩下向里面的力了。由于这个力的作用，分子向里面运动，位于表面的分子数极度减少，即表面积也极度减少。这就是表面张力。



(a) 液体内部分子的作用力、

(b) 液体表面分子的作用力

图 4

当温度升高时,液体的表面张力便相应减小,当其温度升高到液体临界气化温度时,液体的表面张力就下降接近于零。当熔剂复盖浮漂于焊料的表面时,在锡焊接的温度范围内,熔剂的温度已接近于其临界气化温度,因而焊料的表面张力减小,焊料容易流动,容易形成润湿的焊点。

4. 锡焊的完工整洁:

熔剂对锡焊完工的整洁作用也是很重要的,可使焊点的形状整齐、色泽光亮。

三、 选择熔剂要求

根据锡焊工艺的需要,选择熔剂时应考虑下述要求:

1. 熔剂应助焊性好,流动性强,并应具有热稳定性。当温度比焊料的工作温度低 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时应具有最大限度的活性。
2. 熔剂在固态阶段,应当是稳定的化合物。并在焊接前后必须具有良好的绝缘性能和好的成膜性;同时还要求具有不吸水、不电离、不腐蚀金属等性能。
3. 熔剂在焊接时,其表面张力要低于焊料的表面张力,容易被熔化的焊料移开。
4. 熔剂应有足够的活性,能够清除氧化物和渗入薄膜,并且应对元件无害。
5. 熔剂加热时应无氧化作用,对环境无影响。
6. 熔剂焊接后的余渣应容易清除。
7. 熔剂应能较长时间复盖在印制电路板上不变质,至少能保持六个月以上而其助焊保护性能不变。
8. 熔剂的配制工艺力求简单,并应成本低。

在锡焊过程中,去除氧化膜、保证锡焊的润湿良好,在现行生产中除了依靠表面清理(包括机械刮削)工序外,熔剂的作用也是不能低估的。由于电子工业产品在生产过程中,通常焊接后没有彻底清除熔剂的余痕和余渣,因而习惯上总是采取尽量减少熔剂的活性来避免腐蚀。然而活性弱的熔剂去除氧化膜的能力小,当引线表面如果氧化膜较厚或表面清理不够干净,就可能在这些地方产生虚焊或脱焊。采用活性强的熔剂,对提高焊接质量有利,但是其残余的熔剂余痕对元件和印制电路板的腐蚀性也大。这显然是一个矛盾。解决这一矛盾的办法是选用适当活性并且容易清洗的熔剂,并保证焊接后对残余的熔剂余痕进行较彻底的清洗,这样就可以解决上述的矛盾,不一定强调熔剂的中性,而可以适当提高熔剂的活性。

当然,对于予焊表面严重污染时,其严重程度超过了熔剂的清除污染的能力时,熔剂则是无能为力的。因为一般的熔剂是既不能去污、也不能去除油、油脂、油漆、阻光涂料残渣、电镀层和酸洗残留物。此外,当被焊金属表面严重氧化锈蚀时,一般的熔剂也是无法清除掉的。因此把熔剂当作去油污和氧化层的万灵药的观点显然是错误的。只有先借助于机械或化学处理方法,将氧化层和油污去除干净,再借助于熔剂的作用,才会具有可焊性。

四、 熔剂类型

熔剂从物理状态来区别的话,可分为液体熔剂和固体熔剂。液体熔剂挥发量大、费材料,费工。并还有其先天性的缺陷,由于毛细现象,熔剂极易吸入导线或套有塑料套管引线的间隙中去,并且焊接升温时,熔剂将会继续向里漫延,不容易清洗干净,固体熔剂则克服了上述的缺点。然而固体熔剂一般只填充在焊锡丝内。

熔剂的分类主要还是应该从其化学性质及化学成份方面来区分,基本上可分为两大类,一类是无机熔剂,一类是有机熔剂。

1. 无机熔剂:

无机熔剂主要由金属氯化物盐构成,主要是氯化锌。无机熔剂具有极强的活性,溶解金属氧化物的能力极强。但氯化锌残留物具有高度的腐蚀性,并且不容易清洗。由于目前无机熔剂的腐蚀性尚不能有效地加以控制,所以印制电路板与电子元件的焊接一般不能采用无机熔剂。下面简单地介绍无机熔剂中的两种:

(1) 盐酸氯化锌熔剂:由盐酸和氯化锌的水溶液组成,俗称“强水”,是无机熔剂典型的一种。其配方为:

氯化锌:盐酸:水 = 42:10:48

盐酸是无氧化性酸,溶解金属氧化物的能力极强,在锡焊接温度 230~300°C 范围内不易分解,性能稳定。氯化锌在氯离子浓度高的溶液中,可产生强酸性络合酸。因而盐酸氯化锌熔剂具有极强的活性。但该熔剂的强酸性对焊接处产生的化学和电化学腐蚀极其严重,焊后立即用水清洗,也极难将余酸和盐类清洗干净。残余的酸和盐的金属离子水解后生成胶状氢氧化物和碱式盐,成为焊点处的微电池电解质,使金属产生电化学腐蚀。所以盐酸氯化锌熔剂虽有极强的活性,但由于其严重的腐蚀性,限制了其应用。

(2) 无机中性熔剂:该熔剂是在盐酸氯化锌的基础上,添加了缓蚀剂氢氧化氨和扩散剂甘油。也属于无机熔剂,其配方为:

氯化锌:盐酸:水:氨水:甘油 = 9:15.1:36:13.3:26.6

由于添加了缓蚀剂和扩散剂,相应地抑制了酸性,减轻了腐蚀性。该熔剂有很强的活性,由于扩散剂甘油的添入,明显地提高了水洗的效果,但仍有较大的腐蚀性,也不能用于印制电路板的锡焊。

2. 有机熔剂:

有机熔剂主要包括松香熔剂和有机水解熔剂。

(1) 松香熔剂:松香熔剂一般是把松香溶解于酒精或松香水溶液中,松香熔剂不溶于水、不电离、能保护熔融的焊料不被氧化,但无除锈的活性。下面简单地介绍松香熔剂中的两种配方:

a. 松香酒精熔剂:其配方为

松香:无水酒精 = 30:70

该熔剂活性较弱,对金属腐蚀性很小,一般只用于集成电路的锡焊接。

b. 水杨酸松香熔剂：是在松香酒精熔剂的基础上添加少量的有机活性剂，则大大增加了其活性。其配方为：

酒精：水杨酸：松香：三乙醇胺：松节油 = 100：10：32：4：10

该熔剂的PH值为6～7，腐蚀性小，适合于印制电路板上的锡焊接。

由于松香熔剂本身的活性较弱，被焊金属表面应予以先进行搪锡或镀锡处理，予焊面并应洁净。

(2) 有机水解熔剂：有机水解熔剂的活性较松香熔剂要强得多，并且流动性好，其熔剂残渣溶解于水，不象松香熔剂不溶于水，所以在电子元件的焊接中得到了较广泛的应用，但其缺点是此类熔剂和松香熔剂相比较具有一定的腐蚀性，故焊后应予以较彻底的清洗。202熔剂就是属于有机水解熔剂的一种，其配方为：

溴化肼：水：甘油 = 10：85：5

202熔剂是以溴化肼为主体的一种新型熔剂，焊接时可分解出溴化氢去除被焊金属表面的氧化层，因而活性强，助焊性优异，并还能有效地降低焊料的表面张力。

五、 熔剂组成

一般熔剂是由活性剂、扩散剂、保护剂和溶剂等组成，其组成部分及用途如下：

1. 活性剂：

熔剂的活性剂通常选用分子量较大，并具有一定热稳定性的脂肪酸或芳草酸组成。活性剂在常态时对金属具有一定的气相或液相缓蚀作用，在锡焊的温度下，能够电离。对金属氧化层有强溶解和结合的能力，从而能完成良好的化学清洗作用，并能发生缩合或聚合反应，生成气密性良好的线性树脂保护膜。常用水杨酸或溴化肼作活性剂。

2. 扩散剂：

扩散剂在锡焊时起着降低熔剂表面的张力，引导熔融焊料向四周扩散，形成均匀光滑的焊点，并能溶解活性剂和保护剂。常用甘油或三乙醇胺作为扩散剂。

3. 保护剂：

保护剂除了保护熔融焊料和被焊金属表面不被氧化外，还有一定的化学清洗能力和成膜保护作用，常用松香做保护剂。

4. 溶剂：

溶剂起到活性剂、保护剂和扩散剂之间相互溶解的作用，并有利于活性剂的电离和活性的增强，常用酒精或水做溶剂。

六、 结 语

正确选择熔剂直接关系到焊接质量的好坏。活性高的熔剂能使焊料在被焊表面上快速相互扩散，组成合金层，加快完成其焊接过程，减少因过热而损坏元件与印制铜箔的可能性，但活性越高的熔剂，其腐蚀性也越大。无机熔剂和焊锡膏的活性（转到32页）

着微型计算机和光纤通信的采用要进行一场彻底更新的技术革命。

主要参考资料

1. 保捷继电技术的常识 大浦好文 电气书院1980年
2. 数字继电保护装置说明资料 日立制造厂 1980年。
3. 电力系统继电保护原理及运行 华中工学院编 1981年。
4. 电力系统继电保护原理 天津大学编 1980年。
5. 计算机保护译文集 南京自动化研究所 1979年。
6. 光纤通信及其在电力系统中的应用 陈清美 电力系统自动化 1979年4期。

(上接81页)

1. 桥变侧FDH—1装置接通道, 发讯电压 53^V , 电流 0.3^A
桥变侧收螺变侧讯号电压 9^V

2. 螺变侧测量的收发讯数字与上述数字基本相符。

(二) 对高频相差收发讯电压的影响。

桥变侧高频相差正常发讯电压 22^V 。收对侧高频电压 10.2^V 。

1. 两侧FDH—1装置接入通道不发讯, 相差发讯电压 22^V

2. 两侧FDH—1装置接入通道不发讯, 收对侧高频讯号电压 9.6^V 。

(三) 对相差高频通道裕度影响的测量:

正常时, 桥变侧测通道裕度 2.7^N

1. 两侧FDH—1通话装置接入通道, 不发讯, 测通道裕度 2.4^N

2. 两侧FDH—1通话装置接入通道, 桥变侧发讯, 测通道裕度 1.9^N

3. 两侧FDH—1通话装置接入通道, 螺变侧发讯, 测通道裕度 2.2^N

4. 两侧FDH—1装置接入通道, 同时发讯, 测通道裕度 1.8^N

FDH—1通话装置在该线路通话试验, 话音清晰, 杂音很小, 裕度较大。

从对以上两条线路的通话试验看FDH—1通话装置接入高频通道, 对高频通道调试的主要指标影响不大。在做主要项目时, 可停止通话, 影响将更小。

FDH—1通话装置具有体积较小、携带方便, 现场使用接线简单等特点, 在短线路及中长线路上通话质量较好, 给高频保护通道调试带来了方便。

该装置现用直流 220^V 作电源, 如改用交流 220^V 作电源现场使用将更为方便。

(上接59页)

程度虽然很高, 但由于其不易清洗彻底, 其残留物会产生化学腐蚀和电化腐蚀, 造成印制铜箔的锈蚀和元件引线的断腿, 并导致焊点间的绝缘电阻降低。因而印制电路板上的锡焊接不能采用无机熔剂和焊锡膏, 应根据焊接的情况和被焊表面的可焊性及其表面氧化膜阻挡层的厚度来选择熔剂的活性, 并加强焊后清洗的手段。