

电子元器件引线可焊性

资料汇编

DIANZIWUANQIJIANYINXIANKEHANXING

江苏省电子工业综合研究所

电子元器件引线可焊性

资 料 汇 编

江苏省电子工业综合研究所

一九八二年三月

前 言

汇编电子元器件引线可焊性资料，是为了进一步贯彻国务院领导同志关于“把元器件搞上去是电子工业能否翻身的一个重点”的指示精神，落实四机部领导提出的关于“元器件引线可焊性问题与整机关系很大，影响很广，包括影响元器件的出口，部要组织有关单位限期解决这个问题”的任务，配合电子工业战线认真解决引线可焊性的攻关活动，进行技术交流。

电子元器件引线是直接焊在印制板上构成电路组件的联结部位，其可焊性的优劣不仅关系到电子元器件本身的质量，而且与整机组装的生产效率、可靠性、稳定性密切相关。影响引线可焊性主要是金属镀层氧化，就电子元器件而言，由于引线镀层氧化造成引线不可焊，进而在整机装配时就得刮去氧化层重新浸锡，浪费大量人力、物力和财力。据统计，由于我国的电子元器件引线可焊性差，组装一台12英寸黑白电视机的引线刮脚、浸锡平均耗时2.1小时，比国外总装一台电视机耗时还高；刮去镀层重新浸锡使耗锡量增加一倍，如刮去的是黄金、白银，其经济损失更大，因此每台电视机由于引线二次处理平均增加五元的成本费。这个问题如不认真解决，必将影响电子工业的大生产，影响产品的竞争能力，影响电子元器件的出口。

电子元器件引线可焊性技术是一项技术领域比较广，工艺过程比较复杂的生产技术。就原材料而言，有裸铜线、铜包钢丝线、可伐合金线，线径各有大小；就镀层金属而言，有锡、镍、银、金、铅锡和

锡铋银合金等，镀层厚度和合金比例也不相同；就工艺方法而言，有电镀法、浸镀法，电镀又分酸性和碱性，浸镀又有立式、卧式之分；就条件适应性而言，要适应元器件生产过程中连接、涂敷、烘干和老化等高、低温考验，还要与整机装配的焊接温度和助焊剂相亲合；就其它方面而言，还有合理的包装、运输和贮存条件等。对影响可焊性好坏的这些因素，我们必须有计划地进行系统工程的研究，必须从基本理论到材料设备、生产工艺等各个领域进行探讨、研制和试验，才能提高元器件引线可焊性能。

《电子元器件引线可焊性资料汇编》是在四机部1981年全国电子元器件引线可焊性技术会议交流的技术资料基础上，又特约一部分来稿和翻译了国外有关科技文献选编成册的。它向读者比较系统地介绍了国内外电子元器件引线可焊性有关标准及测试方法、抗氧化机理和各种镀层的涂镀工艺、焊剂与焊料以及整机组装焊接技术，概括地反映了国内外有关可焊性技术的动态，内容广泛，有实用价值，可供全国广大从事引线制造、电子元器件生产和整机组装焊接的科研人员、工程技术人员、工人、师生在科研、生产、教学上参考。

《电子元器件引线可焊性资料汇编》系国内首次出版的有关文献，编者本着“百花齐放、百家争鸣”和互通情报的方针汇编的。我们相信，本《汇编》与读者见面后，必将结合科研、生产和教学的实际得到充实、完善和提高，为不断提高我国电子元器件引线可焊性技术水平作出贡献。

四机部科技局

一九八二年二月十四日

目 录

电子元器件引线可焊性标准及其测试方法

✓ 电子元器件的可焊性	(1)
可焊性标准的制定问题	(11)
✓ 锡焊可焊性试验方法及评定标准	(16)
基本环境试验规程 第二部分: 各种试验 试验T 锡焊 (IEC 68—2—20)	(24)
基本环境试验规程 第二部分: 各种试验 对试验T锡焊试验的导则 (IEC 68—2—44)	(41)
电子及电气元件试验方法 方法208D 可锡焊性 (MIL—STD—202F)	(46)
电子及电气元件试验方法 方法210A 耐焊接热 (MIL—STD—202F)	(55)
对IEC68—2—20试验T的补充: 使用润湿秤量法的可焊性试验 [50C(秘书处)37号文件]	(58)
法国国家委员会对IEC68—2—20试验T的补充建议 [50C(法国)23号文件]	(66)
关于在长期贮存以后园导线端头的可焊性的评定	(72)
✓ 加速老化处理对可焊性的影响	(75)
✓ 锡焊工艺现状及国际锡金属研究协会的工作	(84)
✓ 可焊性测试系统	(89)
金属表面的可焊性测定装置的改进	(96)
用化学退镀法测引线镀层厚度	(101)
印制电路板和元器件引线可焊性及镀层厚度的测试方法	(109)
保护可焊性用材料的评价	(114)
✓ 元器件引线可焊性试验方法中的各项摸底试验	(122)
✓ 可焊性测试方法和测试仪器	(133)

电子元器件引线可焊机理及工艺

影响可焊性因素

✓ 影响电子元器件可焊性若干问题的分析与解决方法	(143)
✓ 改善元件引线可焊性的途径	(150)
半导体器件外引线难焊的因素分析及可焊性变化的机理讨论	(154)
✓ 总结经验, 提高电子元器件引线的可焊性	(157)

如何改善元件引线的可焊性	(161)
--------------------	---------

可焊镀层的电镀

锡及锡铅合金电镀过程中各因素的影响	(165)
可焊性电镀	(170)
引线镀层的软钎焊性能及其研究	(218)

引线制作

镀锡铜包钢丝试制总结	(237)
✓电阻引线的生产及可焊性	(246)
电子工业使用的热镀锡铜线	(253)
镀锡金属线的生产	(258)
低熔点合金镀线	(262)
以钝铁代替可伐合金生产晶体管金属零件的尝试	(263)

可焊性镀敷工艺

半导体器件引线致密镀金工艺技术	(264)
晶体管的无氰电镀工艺	(268)
微电子封装引线框架的高速选择性镀金	(269)
继电器可伐引线的镀银工艺及其可焊性	(281)
高频晶体管镀镍代镀金技术	(288)
镀双层镍工艺在电镀中、小高频晶体管可伐管座中的应用	(295)
铜引线连续快速电镀锡工艺概述	(298)
用连续电镀法生产引线提高引线可焊性	(305)
无氰滚镀锡工艺及其可焊性	(309)
晶体管引线电镀铜锡合金工艺及其可焊性	(313)
锡铅电镀的发展	(317)
光亮的锡—铅合金电镀	(321)
引线快速电镀光亮锡铅合金工艺及其可焊性	(328)
光亮酸性镀锡工艺及其在电子元器件生产中的应用	(331)
碱性电镀锡工艺	(333)
HEDP体系弱酸性镀铅锡合金工艺	(337)
外引线为杜美丝的化学镀锡	(345)
热浸镀线的方法	(348)
关于电子元件引线热浸锡铅新工艺的研究	(351)
RS ₁₁ 型有机实芯电阻器引线涂铅工艺及其可焊性	(354)
电阻引线热浸锡工艺及其可焊性	(358)
电阻引线二次热浸锡铅合金工艺简介	(360)
瓷介电容器电极引线热浸锡工艺简介	(362)

电容器引线二次热浸锡铝合金工艺简介	(363)
涤纶电容器引出线的搪锡工艺	(364)
热镀锡铅、锡镍线及可焊性介绍	(368)
超声波自动搪锡机简介	(373)
“立式浮动定径引线热浸锡—铝合金专机”的简介	(376)
热浸工艺存在的问题及改进措施	(378)

涂料及保护涂层

By—2 电接触固体薄膜润滑剂的简介	(380)
浸渍TX和By—2 解决电位器接触片银层变色工艺	(382)
迅速固化电阻涂料	(384)
双组份环氧树脂型快干漆的应用及电阻器引线可焊性	(396)

其它工艺

在制造工艺中如何保证印制板的可焊性	(400)
RTX小型炭膜电阻器的包装方法及今后包装的设想	(410)
电子元器件的包装方法	(412)

焊 料、焊 剂

电子工业用锡铅基软钎料	(414)
HH60—G ₁ 活性焊锡丝	(428)
低温无毒焊料的研制	(438)
无铅焊料用于铜线浸锡	(444)
钎焊材料	(449)
锡焊助焊剂	(489)
助焊剂在电子工业中的应用	(499)
锡铅钎料用钎剂及其作用原理	(514)
氟碳助焊剂	(531)
水溶性焊剂	(539)
电子焊接中使用的一种新焊剂	(540)
锡焊用焊剂	(543)
有机焊剂评价	(544)
溶剂的腐蚀作用	(548)
易熔焊料钎焊用焊剂	(555)
光固阻焊剂的应用	(557)
623光敏阻焊剂概述	(569)
BH—1与BH—2 光敏阻焊剂	(572)
江南牌106阻焊剂	(576)

关于引线可焊性的初步探讨	(578)
801抗氧化焊锡的研制	(578)
焊锡防氧化剂的研制和应用	(585)
焊接锡锅防氧化剂试验	(591)

电 装 焊 接

可焊性与焊接质量分析	(599)
钎焊技术中的科学	(617)
软钎焊理论与机理	(625)
钎焊技术	(638)
钎焊技术	(649)
软钎焊	(666)
锡焊操作	(678)
导线与薄膜焊接之研究	(718)
电子元件锡焊的物理化学过程	(724)
焊接工艺要素的探讨	(737)
锡焊质量与焊接温度的研究	(747)
加强基础训练工作 提高焊接质量	(755)
波峰焊接机在焊接工艺中的应用	(760)
波峰焊技术障碍的探讨——兼介绍一种高效助焊剂	(768)
顺序焊接系统在焊接工艺中的应用	(778)
日本EC30—75S型自动焊锡机的结构特点及使用情况	(790)
电磁泵和电磁式波峰焊机	(795)
恒温电烙铁	(810)
含磨料尼龙刷辊板机	(812)
编后语	(815)

电子元器件引线可焊性 标准及其测试方法

电子元器件的可焊性

四机部四所 周心才

在电工电子产品装配工艺中，锡焊是一种应用得相当广泛的连接方法。随着电子产品日趋复杂，一台整机中有成千上万个焊点，焊接质量的好坏直接影响着整机的质量，焊接质量不好，虚焊、假焊、脱焊等严重影响着整机工作的可靠性。例如在目前电视机的装配中，由于元器件接端的焊接质量问题而产生的故障约占总故障率的20%到30%左右。因此，在当前，电子元器件接端的可焊性差是一个亟待解决的重大质量问题。

一、概 述

所谓可焊性，简单地讲是工件表面易于被熔融焊料润湿的特性。具体地说，是在具有规定的焊剂存在和规定的温度下以规定的熔融软焊料合金流进工件表面之间的空间形成良好接合的性能。可焊性具有两方面的含义，一是在两个工件表面之间形成接合的能力，这就是“焊接质量”，一是形成这种接合所需要的时间，这就是“焊接时间”。因此，可焊性常常用在规定的条件下，达到规定的润湿程度所需要的时间或在规定的时间内所能达到的润湿程度来表示。

焊料内锡的作用在于与工件金属反应形成合金，造成一个金属间化合物层。纯锡能与制造工件的大多数金属反应形成金属间化合物，但它的性能较脆。锡铅合金可缓和锡的作用，降低焊料熔点增加强度。在焊接中是依靠这种金属间化合物来接合工件的。这种合金层是由于热运动使铜——锡相互扩散而形成的，铜从基体金属向铅锡层扩散，同时锡从焊锡层内部向铜基体金属扩散。在铜导体和焊锡接合面上扩散形成一层铜——锡合金组织，

是这一合金组织将被焊工件接合在一起。必须注意的一点是只有在发生体扩散的情况下才能形成合金层。体扩散的活化能要比晶界扩散的活化能为大，在较低的温度下只发生晶界扩散，只有在较高的温度下才能发生体扩散。一般在240℃至260℃的温度下就能发生体扩散从而形成合金层以保证一定的连接强度。

由于元器件接端的形状和尺寸的多样化，单靠可焊性试验不能预言焊接的强度，若要检查焊接强度可以将试验样品制成电路组件经受振动或冲击等机械试验，看这些焊点能否经受规定应力等级的振动或冲击而不发生任何损伤。

焊接时间的长短也是非常重要的问题。在当前大生产中由于采用印制板成批焊接，要求在短时间之内焊接大量焊点，即使在工件老化之后也要求用较短的时间进行焊接而能保证质量，润湿过程需要一定时间，但是达到同样的连接质量所需要的时间短就表示润湿性能好，需要的时间长就表示润湿性能差。

影响工件可焊性的因素很多。例如，工件金属或镀层的表面状态，镀层的种类和厚度、工件在试验之前所处的环境条件以及老化时间、焊料的成分、焊剂的种类、焊接温度及时间等等。评定工件的可焊性是一个相当复杂的问题。到目前为止，我们尚不能正确而全面地评定工件的可焊性，在评定过程中往往带有一定的人为主观性和片面性。但是随着电子技术的发展，随着人们对锡焊所作的越来越深入的研究，可焊性的评定方法正在不断地由定性向定量的方向发展，测试方法在不断完善中，较多地依赖于仪器作出的客观判断而逐渐减少人为的因素。对锡焊所作的研究表明，焊料对工件的润湿能力是锡焊的首要特性，因此在所有的可焊性检测方法中几乎都是以工件和焊料的润湿性能来评定的。例如，测定润湿角、润湿力、润湿时间、毛细上升和拉引、焊料的凝聚高度或伸展面积等等，都与润湿性能有关。

二、各种可焊性试验方法比较

在国内外标准中常见的评定可焊性的方法主要有：焊槽法、烙铁法、焊球法、润湿测量法和弯液面测量法等几种。要详细了解这些方法可参阅国内外有关标准或草案。这里只简单地介绍一下它们的优缺点。

1. 焊槽法是一种最接近于实际中常用的焊接程序的模拟试验方法，它有两种变异：一种是用于导线和电缆终端接头，另一种是用于印制电路板，当进行印制板的试验时，板的浸渍深度必须严格控制，要保证通过金属化孔流到板的上面的焊料仅仅是由于润湿而不是由于阿基米德力。

焊槽法的优点是简单，各种不同的形状尺寸的工件均可用此方法检查。其缺点是用评定被焊工件的外观状况和可焊面积的方法来评定试验结果，可焊面积的百分数较难掌握，虽然用提供可焊面积百分数的标准样板及彩色照片有助于这种估计，但仍然难免主观因素。

2. 焊球法是用规定的焊球可焊性试验装置使被测导线将熔融的焊球平分成两半，测量从导线切开焊球到焊料流至导线四周并把导线复盖住所经过的时间，这时间就指示了导线的可焊性。焊球的大小与导线直径有确定的关系。

焊球法的优点是试验比较方便，测量速度较快，焊接时间的长短是一个定量指标，焊

接时间用计时器测量。焊球法是出现得最早的定量测试方法，这方法的缺点是试验操作误差较大，导线接端要正好平分焊球很不容易。当导线不能均分焊球时所测得的焊接时间的误差就很大，因此数据不能要。而且焊球法只能测量圆形导线接端的焊接时间。对于具有相等的焊接质量的导线而言，焊接时间随着导线直径的增加而增加。总之，焊球法是一种简单的定量测试方法，测量精度不是很高，它适宜于测量圆形导线接端的焊接时间。

3. 烙铁法：国际电工委员会以前曾经考虑把烙铁方法取消，但在1979年修订锡焊标准时，考虑到某些试验样品不能用焊球法或焊槽法来评定其可焊性。例如，为了模拟在维修过程中和在自粘性漆包线焊接时，由于高温烙铁及终端接有元器件的接端不能使用焊槽法又不可能使用焊球法，故仍旧保留此试验方法。

烙铁法试验是简便的，但是不能定量，只能在被试接端位置上使用烙铁和焊料2~3秒钟看被试接端润湿情况的好坏。只有在其他方法不能使用时才采用本方法。

4. 润湿测力法：本试验方法可以测定任何形状元器件接端的可焊性。试验样品从一个灵敏的秤上悬挂下来(常用一个弹簧系统)，浸渍到具有规定温度的熔融焊料槽中使底边至规定深度，作用于浸渍的试验样品上的垂直浮力和在试验样品、焊料和焊剂界面上各种表面张力的合力由传感器测定并转换成信号，此信号由一高速的特性曲线记录仪将它作为时间的函数连续记录下来。然后用所得轨迹与一个具有相同性质和尺寸且能完全润湿的试验样品试验时所得到的轨迹进行比较来确定试验样品的可焊性。

由本测试方法所得的力——时间曲线的形状如图1所示：

在A点：试验样品进入焊槽。

在B点：焊槽上升的终点或试验样品进入的终点(最大斥力)。

在C点：润湿开始(由于表面张力垂直分量的变化，作用于试验样品上的斥力逐渐地被张力所代替)。

在D点：获得了力的均衡。

在E点：试验样品开始离开焊槽。

在F点：试验样品完全地离开焊槽。

(通常不可能完全回复到零位，这是由于

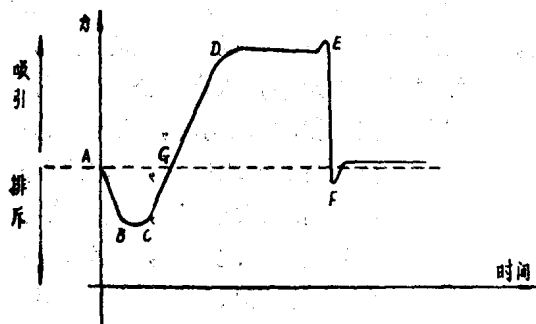


图 1

除了焊剂用完，少了焊剂的重量外，在试验样品上附着了焊料的重量，在大多数情况下，试验样品的重量增加了)。

实际上测得的曲线与图1所示曲线有些出入，这是由于润湿形式的不同而引起的。

用本方法测得的最大润湿力可以和理论润湿力进行比较，理论润湿力的计算如下：

$$F = 0.4P - 0.008V \text{ (毫牛顿)}$$

式中：P——试验样品的周长(以毫米计)

V——试验样品浸渍部分的体积(以毫米³计)

为了把曲线简化，有一种处理方法是认为曲线CDE与时间的关系近似为指数函数，用M来表示曲线CDE与指数函数符合的程度。G点是表面张力的合力与阿基米德斥力相等的一点。AG之间的时间叫另交时间，最大润湿力用F表示，当润湿力f达到0.632F时的时间

用S表示，润湿曲线顶部下降为弱润湿用W来表示。这样M、S、F、W就表示了润湿曲线的特征。简化以后便于进行数据处理，便于进行分析比较。

润湿测方法可以给出润湿力在垂直方向上的合力对时间变化的整个曲线或若干个特征数据，它的优点是给出的信息多，准确度高，定量程度要比焊球法高得多。它的缺点是只能检查试验样品在弯液面升起的一个极小范围内的可焊性。因此当要确定某种试验样品的可焊性时必须许多点上测量并找出其统计规律。这种可焊性测量速度较慢，准确度高，适宜于作实验室测量而不宜于生产线上，这种仪器价格较贵，目前国内尚不能生产。然而为了定量地测试可焊性，我国应迅速试制这种仪器以便能正确地评定可焊性。这种方法希望在最近二、三年内得到推广。

5. 弯液面测量法：当我们将试验样品部分地浸渍到焊槽中去时，在经过初始的排斥阶段之后，通常发生焊料沿试验样品上升的现象，即形成一个弯液面，焊锡形成的弯液面的上升高度和形成速度是能够反映出润湿特征的。在预定的时间内弯液面的上升高度是润湿特性的量度。

可以用能跟随弯液面上升而作垂直运动的光学显微镜来测量弯液面的高度，自动跟随弯液面上升和高度显示单元是这一仪器设备的关键。必须注意的是：在经过预定时间之后，定时装置发出信号，此时即使弯液面还继续上升也要停止光学仪器。根据测得的弯液面的上升高度，然后用仪器专用的并考虑了各种参数的图和曲线的帮助，将高度转换成润湿角。由于试验样品的表面状态并不是那么均匀，影响润湿角的因素很多，测量数据具有一定的分散性，因此必须取多次测量的平均值来评定可焊性。

这一方法是法国推荐的，它们建议把这一方法补充到国际电工委员会68号出版物中去，我们应对这一方法加以研究使之实现。

按照润湿角的大小，通常的分级如下：

润湿角 θ 在 0° 和 30° 之间时，认为可焊性很好。

在 30° 和 40° 之间时，认为可焊性好。

在 40° 和 55° 之间时，认为是可以接收的。

在 55° 和 70° 之间时，认为焊接性能不良。

当 $\theta > 70^\circ$ 时，认为焊接性能低劣。

对于电子产品而言可接收的最大值是在3秒钟时， $\theta = 40^\circ$ 。这里必须说明的一点是润湿角始终是指处于液体状态的焊料的润湿角。这是因为在液相和在固相时润湿角的数值是不同的。举例如下：

试验样品编号	液相润湿角	固相润湿角
1*	27	13
2*	27	6
3*	24	7
4*	39	23

除了以上五种可焊性试验方法外，尚有金属化孔焊球试验法和焊料的凝聚高度或伸展面积法等也有应用。前者主要适用于测量印制板上金属化孔的可焊性，它测量焊锡在孔内由

于毛细作用吸附上升所经历的时间,时间的长短是可焊性的量度。焊料的凝聚高度或伸展面积法,在其他条件一定的情况下,主要用来评定焊料或焊剂的优劣。但这一方法目前用得不多。

在我们的标准中,只规定了焊槽法、烙铁法和焊球法三种方法。润湿测力法和弯液面测量法,由于我们对测量中的问题没有完全掌握,同时测量仪器也没有搞出来,因此只能先进行一些准备工作,需过两三年再补充到标准中去。

三、影响可焊性的主要因素

1. 试验温度对可焊性的影响

真实的锡焊温度是锡焊操作中工件表面的温度。但是由于该温度难以测量并紧密地依赖于工件的热容量和焊接装置的热功率。因此,我们把在试验之前未加负载的可焊性试验仪器的温度规定为试验温度。

考虑到在300℃到360℃的温度范围内既有利于锡铜之间体扩散又能具有良好的流动性和润湿性,从而可以提高手工烙铁焊接的可靠性,缩短手工烙铁的焊接时间,以提高焊接速度。因此选用350℃作为烙铁焊接的温度,这样也考虑了在维修过程中的烙铁温度和自粘性漆包线焊接时常用的高温烙铁的情况。

然而对于焊槽法和焊球法,国际上取得的一致意见是对可焊性试验采用235℃的温度。当用波峰焊和焊槽法进行焊接时,一般采用的焊接温度在240℃至260℃之间,此时不可焊面积最小,焊点的可靠性最好。235℃的温度低于这一温度范围,这是因为焊接时间通常是随着温度的升高而缩短的,当在235℃时可焊性能满足要求,则在240℃,250℃或260℃时就会更好,用这种方法进行试验就不会接收不合格的试验样品。其次,由于在250℃或260℃时,好导线的焊接时间太短以致不容易准确地测量,而在较低的温度下焊接时间较长,从而提高了鉴别力。再考虑到虽然235℃的温度是低的,但仍然在纯锡的熔点(232℃)之上,因此虽然焊料涂层具有较低的固化温度,但在锡涂层与焊料涂层之间仍然没有什么不公正的差别。

当温度在370℃以上时,由于整体扩散铜停留在铅锡合金晶格间隙内而结晶出大量β相Cu₃Sn组织使焊点含铜量急剧增加,焊接部分出现脆性,使焊接质量显著下降,高温时被焊铜材料氧化迅速,易产生很厚的氧化层,从而出现虚假焊,因此370℃以上的温度不适宜于用作锡焊。综上所述,我们用350℃的温度作为烙铁的焊接温度,我们用235℃的温度作为采用焊槽焊接的焊槽法、润湿测力法和弯液面测量法的焊接温度。

焊接时间随温度的升高而缩短的例子如下,当我们用润湿测力法进行试验时,得到试验温度与焊接时间的关系如下表:

焊接时间 试验样品编号	试验温度	温 度			
		200℃	235℃	250℃	265℃
20°		1.69秒	1.65秒	1.56秒	1.45秒
37°		1.98秒	1.80秒	1.70秒	1.31秒
36°		0.525秒	0.772秒	0.670秒	0.570秒

必须说明的一点是当用润湿测力法和焊球法进行测量时,焊接时间的含义并不完全相同,润湿测力法中焊接时间的意义是当润湿力上升到该试验样品的最大润湿力的0.632倍时的时间(即指数函数的时间常数)。而焊球法则是测量从导线切开焊球到焊料流至导线四周并把导线复盖住所经过的时间。一般来说,用焊球法测得的时间要稍短些。

2. 焊料的影响

在实际锡焊过程中,通常用锡铅合金作为焊料。

锡能与大多数金属反应形成合金,锡铅合金可以缓和锡的脆性增加接头的强度。

由锡铅合金的状态图可见,只有纯锡、纯铅和它们的共晶易熔合金才在单一温度下熔化,其它的一切合金都在一个温度范围内熔化,上限称液相线,下限称固相线。含有61.9%锡38.1%铅的合金为共晶合金,其熔点最低为183.3℃,强度最大。当锡含量高于63%时使价格大大增加(因为锡价高于铅价18倍),而使强度降低。当锡含量少于10%时,则强度很快下降而且使接头变脆,润湿能力也差。因此锡含量的有用范围在10~60%之间。对于锡铅焊料的选择,从技术上考虑其润湿性能、电气性能、连接强度应较好,其焊接温度应较低,在满足技术性能的前提下,在经济上考虑,其价格应尽量低。因此,共晶焊锡的性能较优,其强度较高而熔点较低。当我们在进行锡焊时,由于焊槽中熔融焊锡的热辐射及引线的热传导有可能损伤被浸渍的元器件,因此焊接温度较低为好。

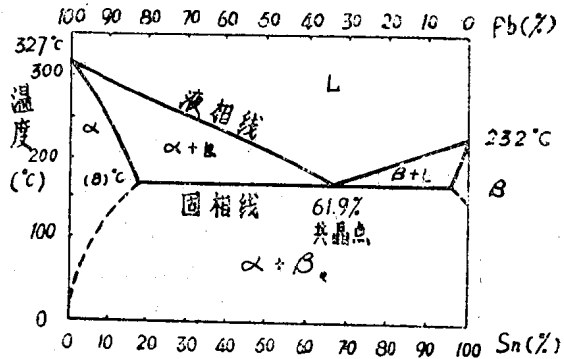


图2 锡铅合金状态图

国际电工委员会68—2—20锡焊中规定的锡铅焊料按重量百分比计算的化学成分如下:

锡	59~61%
铈	最高0.5%
铜	最高0.1%
砷	最高0.05%
铁	最高0.08%
铅	其余部分

国际电工委员会68—2—44锡焊试验导则中指出,当杂质含量达到上述规定的上限时并不影响这种合金的润湿能力。

杂质对焊料的主要影响如下:

a. 影响焊料流动的锌和铝。杂质中最有害的是氧化剂,包括锌和铝,这些金属的含量超过0.025%时,焊料表面将产生一层氧化锌或氧化铝薄膜,焊接时不易被焊剂所溶解,这种薄膜很结实,妨碍焊料的正常流动。

b. 影响脆度的铁、铜、铈、银和金等。这些杂质在焊接时能与锡反应生成硬结晶态

合金，这类杂质含量多了，可能使接头变脆。在焊接镀金电子元器件时，金元素熔入焊料会使接头发脆。

由于铈对于黄铜中锌的亲合力要比铜元素大得多，黄铜上使用含铈量过高的焊料时易使接头变脆，因此在焊接黄铜时，铈的含量不能超过0.2%。但是在焊料中含有0.2—0.5%的铈时，可以完全防止锡的重新结晶。当锡在很冷时，本身要重新结晶，这时锡已不再是金属而是晶态，性质极脆，同时这种结晶变化也会引起锡焊料的膨胀，可能使接头破裂。当接头有可能暴露在0℃以下时，使用含有0.2—0.5%铈的焊料为好。

c. 影响最高工作温度的杂质包括锌、镉、铋、铜等。它们都影响焊料的熔融特性。这些金属与锡、铅的混合物可在比普通焊料低得多的温度下熔化。这些杂质的极微小数量有可能造成焊料的“热脆”。“热脆”是指在熔点温度之下几度，焊料的机械强度就完全丧失，因此任何焊料合金的最高安全使用温度应为固相线以下40℃的温度。

国际电工委员会68—2—20锡焊中规定的锡铅焊料的组份与我国冶金部YB568—65中规定的39锡铅焊料的组份不完全相同，主要是39锡铅焊料铈的含量为 $\leq 0.80\%$ ，而IEC68—2—20中铈的含量为 $\leq 0.5\%$ ，在YB568—65中还规定了铋、硫、锌、铝的含量，而IEC68—2—20中没有规定这些杂质的具体含量，只原则地规定不应达到对性能有害的程度。

3. 焊剂的影响

焊剂的作用在于传递热量、去除锈污、帮助焊料润湿工件。在工件没有被焊剂清洁之前，熔化的锡焊料不会润湿工件。在用烙铁法进行焊接时焊剂的重要作用之一是把热量从烙铁头传递到焊料和工件上。当将一根焊剂芯焊丝放在烙铁和工件之间时，焊丝就会很快被加热到使焊剂流出所需的不高的温度，一旦焊剂流出，它就会润湿烙铁和工件，把焊料和工件迅速加热。锈污是覆盖在一切金属表面上的氧化物、硫化物或其它腐蚀的薄膜，焊接时必须用焊剂将锈污薄膜迅速溶解，以便使接头很快焊成，不要使工件过热。因此要求焊剂必须含有足够的酸，能在焊接温度下溶解锈污，但在常温下又不致浸蚀工件。有两类焊剂成分，一类以无机盐为基础，另一类以很弱的有机酸作基础。无机盐焊剂有强烈的酸性，能溶解很厚的锈污层，但焊剂残余物具有强烈的腐蚀性，在电子产品的锡焊中不适用。对锡焊最重要的有机酸焊剂是松香。在某些情况下，考虑到松香没有足够的强度除去锈污层，所以在松香内再添加一些活性剂二乙胺盐酸盐（分析纯）使氯的含量达到0.2%或0.5%，这含量是指以松香含量作为基础的自由氯离子表达的量。使用活性焊剂时只有达到焊接温度才能溶解锈污，并且完全不腐蚀金属。在焊接温度以下，甚至在高湿度的情况下与工件金属也没有化学反应。

尽管使用活性焊剂可以产生非常短的焊接时间，但是使用活性焊剂进行试验时焊接时间短并不能说明在实际焊接中可焊性好，而且也不能保证其残余物对工件没有腐蚀趋势。我们考虑到为了避免为每种活性焊剂规定焊接时间的困难，我们所要考虑的是最坏的情况。因此当进行可焊性试验时，我们选用非活性的松香作焊剂，这样可以比较容易地测定焊接时间，以便于相互进行比较。只有在不使用活性焊剂便无法进行锡焊时才使用活性焊剂。

我们常常使用松香在异丙醇或酒精中的溶液作为焊剂，这样用起来最方便。当用焊料试验测定焊接时间时，已经知道松香的浓度按重量比在25%~40%范围内变化并不影响焊接时间，为使溶液蒸发浓度增加时不影响试验结果，我们把重量比为25%的浓度选作标准

浓度。

在国际上的锡焊标准中规定使用“WW”级纯色松香作焊剂。国际上松香的分级情况如下：

级别	透光率	主波长 (mμ)
X	0.609	575.0
WW	0.531	576.8
WG	0.466	578.5
N	0.396	580.5
M	0.322	582.8
K	0.245	585.5
I	0.178	588.7
H	0.1114	592.4
G	0.0723	596.8
F	0.0398	602.8
E	0.0131	609.4
D	0.0021	621.4

透光率越大，色泽越淡，质量越好。

我国的松香标准按LY204—74规定分为六级，各级质量指标如下：

指 标 名 称			特 级	一 级	二 级	三 级	四 级	五 级
颜 色	色 泽		微黄	淡黄	黄色	深黄	黄棕	黄红
	不深于罗维邦色号	黄	12	20	30	40	50	60
		红	1.4	2.1	2.5	3.4	4.5	5.5
外 观			透 明					
软化点(环球法)(℃)不小于			74			72		
酸价(毫米KOH/克)不小于			164			162		
不皂化物含量(%)不大于			6			7		
机械杂质含量(%)不大于			0.05			0.07		

“WW”级松香与我国一级松香大体相当，但不完全一样，按国际标准的要求，我国松香的质量水平有待于提高一步。

4. 老化对工件可焊性的影响

一般而言，新的工件的可焊性能较好，但是随着时间的增长，在温度、湿度及其他腐蚀因素的影响下，工件的可焊性会逐渐恶化。我们最关心的是工件在经过一段时间的贮存以后的可焊性情况。因此老化是必要的，但是由于自然存放的周期太长，同时在存放过程中温度、湿度等因素经常变化难以掌握，因此需要有标准化的老化试验方法，以便提供由

于空气温度、湿度和金属扩散所引起的标准老化量。

自然老化效应依赖于当地的环境条件，同时与金属及其镀层的种类和厚度也有密切的关系，如果镀层具有一定厚度而且比较均匀致密，其老化以后的可焊性就较好。

在国际电工委员会推荐的老化方法中，包括1小时的蒸汽老化、4小时的蒸汽老化、155℃、16小时的高温老化和10天恒定湿热试验老化等几种。法国代表指出人工老化方法与自然老化之间显示出相当好的相关关系。当然在个别情况下，它们之间的相关关系并不很好。除了1小时的蒸汽老化方法以外，其它老化方法的严酷程度都是足够的。对于1小时的蒸汽老化方法，按照美国军标MIL—STD—202F中试验方法208D中的规定，至少相当于具有各种退化效应的综合贮存条件下6个月的自然老化量。

要想得到良好的可焊性，必须要首先保证在被焊工件表面不存在任何杂质，同时还必须保证在焊接时焊料与被焊金属形成合金层。然而由于在工件存放过程中温度、湿度及其它腐蚀性气体的影响。工件表面会被氧化。工件表面若有微孔、残缺、露铜或其它金属杂质、卤素杂质，还可能发生电化学腐蚀。不论是氧化或电化学腐蚀均能影响焊接时工件的粘合，降低可焊性。经验表明氧化层的厚度达4μ左右即趋向于稳定不再增加。镀层的底层是铜锡合金层脆性相，此层与焊料不润湿。在高温条件下将大大加速此铜锡合金层的形成，它是不可焊的，由于它的存在将封闭铜的表面，从而降低可焊性。在铜锡合金层和表面氧化层之间的中间层是焊料层，熔点低可焊性能好。因此只有当焊料镀层在8μ以上时才能保证具有3~4μ的中间层，工件才可焊。从以上分析可知，为要保证可焊性好，镀层必须具有一定厚度（8—10μ左右），同时要求镀层厚度均匀表面致密。

湿热老化和蒸汽老化的主要影响是表层氧化和腐蚀，而155℃的高温老化除了使工件表层氧化之外还将大大加速铜锡合金层的形成。从我们的几次试验中可以看出，高温老化对可焊性的影响最为严重，其次是湿热老化和4小时的蒸汽老化。我们用润湿测力法比较各种老化试验方法所得的焊接时间如下表所示：

润湿测力法测得的焊接时间（秒）

序号	镀层及其厚度(μ)	初始值	蒸汽老化 1小时	蒸汽老化 4小时	155℃ 16小时 高温老化	40℃, 93±3% 10天湿热老化
1	Ag 5.3	1.14	1.73	1.74	5.30	1.76
2	Au<0.1 Sn 0~42	1.61		2.40	1.85	1.82
3	可伐	2.00	2.03	3.22	4.22	1.07
4	Sn 0.26~10.6	2.93	3.30	2.46	3.01	2.85
5	Ag 13~15	1.10	1.29	2.01	2.31	1.08
6	Sn 10~13	1.80	2.18	2.20	1.67	2.07
7	Sn 5.3~29	1.88		1.79	1.88	1.48
8	SnPb 2.6~8	3.09	2.35	2.70	3.10	2.52