



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®

IPC-7530 CN

群焊工艺温度曲线指南 (再流焊和波峰焊)

IPC-7530 CN

2001年5月

本标准由IPC开发

标准化的原则

1995年5月，IPC技术行动执行委员会(TAEC)采用了该“标准化的原则”作为IPC致力标准化的指引原则。

标准应该

- 表达可制造性设计 (DFM) 与为环境设计 (DFE) 的关系
- 最小化上市时间
- 使用简单的 (简化的) 语言
- 只涉及技术规范
- 聚焦于最终产品的性能
- 提供有关应用和问题的反馈系统以利将来改进

标准不应该

- 抑制创新
- 增加上市时间
- 拒人于门外
- 增加周期时间
- 告诉你如何作某件事
- 包含任何禁不住推敲的数据

特别说明

IPC标准和出版物，通过消除制造商与客户之间的误解，推动产品的可交换性和产品的改进，协助买家进行选择并以最短的延迟时间获得满足其特殊需要的适当的产品，以实现为公众利益服务的宗旨。这些标准和出版物的存在，即不应当有任何考虑排斥IPC会员或非会员制造或销售不符合这些标准和出版物要求的产品，也不应当排斥那些IPC会员以外无论是国内还是国际的公众自愿采用。

IPC提供的标准和出版物是推荐性的，不考虑其采用是否涉及有关文献、材料或工艺的专利。IPC既不会对任何专利所有者承担任何义务，也不会对任何采用这些推荐性标准和出版物的团体承担任何义务。使用者对于一切专利侵权的指控承担全部辩护的责任。

IPC关于规范修订变更的立场声明

使用和执行IPC的出版物完全出于自愿并且成为用户与供应商关系的一部分，这是IPC技术行动执行委员会的立场。当某个IPC出版物升级以及修订版面世时，TAEC的意见是，除非由合同要求，这种新的修订版作为现行版的一部分来使用的关系不是自动产生的。TAEC推荐使用最新版本。
1998年10月6日起执行

为什么要付费购买本文件？

您购买本标准是在为今后的新标准开发和行业标准升级作贡献。标准让制造商、用户、供应商更好地相互理解。标准会帮助制造商建立满足行业规范的工艺，获得更高的效率，向用户提供更低成本。

IPC每年投入数十万美元支持IPC的志愿者在标准和出版物上的开发。草案稿需要多遍审查，委员会的专家们要花费数百小时进行评审和开发。IPC员工要出席和参加委员会的活动，打印排版，以及完成所有必要的手续以达到ANSI(美国国家标准学会)认证要求。

IPC的会费一直保持在低位以使尽可能多的公司加入。因此，有必要用标准和出版物的收入补偿会费收入。IPC会员可以得到50%的折扣价格。如果贵公司需要购买IPC标准和出版物，为什么不加入会员得到这个实惠，并同时享有IPC会员的其他好处呢？有关IPC会员的其他信息，请浏览www.ipc.org，或致电001-847-597-2872；中国地区用户请邮件至BDACHina@ipc.org。

感谢您的继续支持。



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®

IPC-7530 CN

群焊工艺温度曲线指南 (再流焊和波峰焊)

If a conflict occurs
between the English
and translated versions
of this document, the
English version will
take precedence.

本文件的英文版本与翻
译版本如存在冲突，以
英文版本为优先。

本标准由IPC组装及连接工艺委员会温度曲线技术组
(5-22h) 开发。由IPC TGAAsia 5-22hCN技术组翻译

鼓励本标准的使用者参加未来修订版的开发。

联系方式：

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

IPC 中国
电话：400-621-8610
邮箱：BDACHina@ipc.org
网址：www.ipc.org.cn
青岛 上海 深圳 北京 苏州 成都

此页留作空白

鸣谢

任何的标准都包含了来自于众多来源的技术资料。IPC组装及连接工艺委员会温度曲线技术组（5-22h）的主要参与成员如下所示，但是我们没有办法全部列出所有协助开发本标准的所有人员。对上述的人员，IPC所有成员致以最诚挚的敬意。

组装和连接工艺委员会

主席

James F. Maguire
Intel Corporation

温度曲线技术组

联合主席

Les Hymes
The Complete Connection

Werner Engelmaier
Engelmaier Associates, L.C.

IPC董事会技术联络员

Stan Plzak
Pensar Corp.

Peter Bigelow
Beaver Brook
Circuits Inc.

温度曲线技术组

Paul Austen, Electronic Controls Design Inc.
Phil Bourgelais, Vitronics Soltec
Rex L. Breunsbach, Electronic Controls Design Inc.
Gabriel Briceno, Corlund Electronics Corp.
Russell Burdick, Mosaic Printed Circuits LLC
Rich Burke, Datapaq, Inc.
Alan S. Cash, Northrop Grumman Corporation
Ray Chartrand, Chartrain Consulting
Glenn Dody, Dody Consulting
Werner Engelmaier, Engelmaier Associates, L.C.
Marvin Gibson, Solelectron RTP
Louis Hart, Compunetics Inc.
Rob Hornsblow, Datapaq Limited
Christopher Hunt, Ph.D., National Physical Laboratory
Les Hymes, The Complete Connection

Greg Jones, KIC Thermal Profiling
Dale Kratz, Plexus Electronic Assembly Corporation
Leo P. Lambert, EPTAC Corporation
Pierre LeMieux, BTU International
James F. Maguire, Intel Corporation
Debby Meeker, Harmon Industries, Inc.
Dan Metz, Plexus Electronic Assembly Corporation
Robert Netzel, Northrop Grumman Corporation
Kent A. Noorlag, Multicore Solders, Inc.
Ray Pearce, Electronic Controls Design Inc.
Timothy M. Pitsch, Plexus Corp.
John W. Porter, Loctite Multicore Electronics
M. A. Ranganath, Sanmar Micropack Limited
Timothy R. Reeves, Electronic Controls Design Inc.

Bob Rooks, Repton Manufacturing Services
Robert Rooks, Electronic Controls Design Inc.
Amit Sarkhel, IBM Corporation
Roger Saunders, Saunders Technology, Incorporated
Brad Siegel, PACE, Inc.
George Smuckel, CTS Reeves Frequency Products
David B. Steele, Lucent Technologies Inc.
Paul Sun, Express Manufacturing Inc.
Tracy Tennant, Micron Technology Inc.
Thad Warner, Research International
Tony West, Plexus Electronic Assembly Corporation
James M. Whitehouse, Plexus Corp.
Brain Woodard, Repton Manufacturing Services
Phil Zarrow, ITM Consulting Inc.

IPC TGA Asia 5-22hCN(IPC-7530)技术组名单:

王治平（主席）	台达电子工业股份有限公司
戴炯	深南电路股份有限公司
胡梦海	广州兴森快捷电路科技有限公司
李建江	上海忠麟电子企业有限公司
李震华	台达电子工业股份有限公司
潘祥虎	株洲南车时代电气股份有限公司
任尧儒	生益电子股份有限公司
汪智	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
吴敌	北京航星科技有限公司
吴明杰	台达电子工业股份有限公司
袁杰	上海快贴电子有限公司
项羽	佛山市顺德区顺达电脑厂有限公司
杨颖	工业和信息化部电子第五研究所
章军古	博世汽车技术服务（中国）有限公司

目录

1 引言	1	6.3 设定与基准	7
1.1 范围	1	6.4 工艺控制	7
1.2 背景	1		
1.3 目的	1	7 在线测试过程的技术和步骤	7
2 适用文件	1	7.1 预热限制	7
2.1 IPC	1	7.2 测试频率	7
2.2 联合工业标准	1	7.3 热电偶定义/选择	7
3 一般的工艺曲线	1	7.3.1 热电偶类型	7
3.1 波峰焊	1	7.3.2 热电偶线标准	8
3.2 再流焊	1	7.3.3 绝缘性	8
		7.3.4 线长	8
4 温度曲线记录仪	3	7.5 热电偶结点	8
4.1 温度曲线记录仪种类	3	7.6 预期寿命/老化（样品板和热电偶）	8
4.1.1 产品温度曲线记录仪	3	7.7 校验和测试	8
4.1.2 机台温度曲线记录仪	4	7.8 热电偶位置选定	8
4.1.3 连续实时温度曲线监测	4	7.8.1 波峰焊	8
4.1.4 温度曲线记录仪的数据显示和分析	4	7.8.2 再流焊/固化	8
5 温度曲线记录仪的工作原理	5	7.9 热电偶固定	8
5.1 基本概念	5	7.9.1 高温焊料	9
5.2 数据输出	5	7.9.2 粘合剂	9
5.3 结果说明	5	7.9.3 聚酰亚胺胶带	9
5.4 预测能力	6	7.9.4 铝胶带	9
5.4.1 自动预测工具	6	7.9.5 嵌入式热电偶	9
5.5 外部影响	6	7.9.6 机械附着	9
6 机台温度曲线的设备性能分析	6		
6.1 问题	6		
6.2 控制	6		
6.2.1 控制减弱的原因	6		
6.2.2 焊接工艺评定	6		
6.2.3 设备分析的特点	7		
6.2.4 对策	7		

图

图3-1 双-波峰焊曲线	2
图3-2 再流焊曲线	2
图3-3 固化曲线	3
图7-1 热电偶固定（焊锡法）	9
图7-2 热电偶固定（粘合剂法）	9
图7-3 热电偶固定（胶带法）	9

此页留作空白

群焊工艺温度曲线指南（再流焊和波峰焊）

1 引言

1.1 范围 本指南处理了群焊电子组件焊接工艺的温度曲线的相关问题（再流焊和波峰焊）。

1.2 背景 在群焊过程中，所有焊点均达到最低焊接温度是重要的。最低焊接温度是确保焊料合金和被焊基底金属之间形成冶金结合所需的最低温度。冶金结合要求被焊接的两表面以及焊料需达到最低焊接温度并且维持充足的时间，以使焊料表面润湿并由一些基底金属和焊料合金中的一个或多个成分形成一层金属间化合物。实际上，最低焊接温度是稍微（~ 25°C）高出焊料合金的熔融温度（液相线温度）。一个给定的组件上的焊点，其最终达到的最低焊接温度（通常在最大元器件的上方或下方）毫无疑问的决定了一个给定的焊接工艺及焊接机器的温度曲线设置。

群焊要求控制加热速率和随后的冷却速率。无论如何，太快的加热速率会损坏印制线路板（PWBs）和元器件。高的冷却速率会损坏元器件及造成较大的温度梯度，导致印制线路板和大元器件弯曲，以及可能使焊点断裂。

正是因为这些原因，适当的温度曲线是确保高质量的焊点的要素。

1.3 目的 本文件提供了适当的温度曲线测试工具与有关温度曲线的各种技术和方法指南。

2 适用文件

2.1 IPC¹

IPC-T-50 电子电路互连与封装术语及定义

IPC-CA-821 General Requirements for Thermally Conductive Adhesives

IPC-9501 PWB Assembly Process Simulation for Evaluation of Electronic Components

IPC-9502 PWB Assembly Soldering Process Guideline for Electronic Components

IPC-9504 Assembly Process Simulation for Evaluation of Non-IC Components (Preconditioning Non-IC Components)

2.2 联合工业标准²

IPC/EIA J-STD-001 焊接的电气和电子组件要求

3 一般的工艺曲线

3.1 波峰焊 波峰焊组装时，温度曲线应当对以下几个方面进行监控，如图3-1所示。

升温：控制升温速率是为了确保印制线路板、元器件和助焊剂有足够的时间来达到焊接温度而不会下降。

峰值温度：测量峰值温度是为了确保元器件不会受到过多的冲击而导致损坏。

驻留时间：测量驻留时间是为了确保焊接不会持续过长时间从而导致元器件损伤和助焊剂能力下降。

顶部最高温度：监控顶部最高温度是为了确保再流焊时形成的焊点不会回复到液相状态。

3.2 再流焊 再流焊组装时，锡膏焊接与粘合剂固化的温度曲线，应当对以下几个方面进行监控，锡膏部分如图3-2所示。

注：粘合剂、底部填充或其他材料的固化如图3-3所示。

升温：这是温度曲线的一部分，组件按照预定速率从环境温度开始加热。为防止元器件损坏，控制升温是必要的。加热还使得助焊剂在完全活化之前其溶剂的蒸发。

恒温时间：监控恒温时间是为了确保组件内部温度均衡。温度曲线的这部分既为焊膏中挥发性成分提供了散逸的时间，还使得焊膏中助焊剂活化以去除氧化物。

1. www.ipc.org

2. www.ipc.org

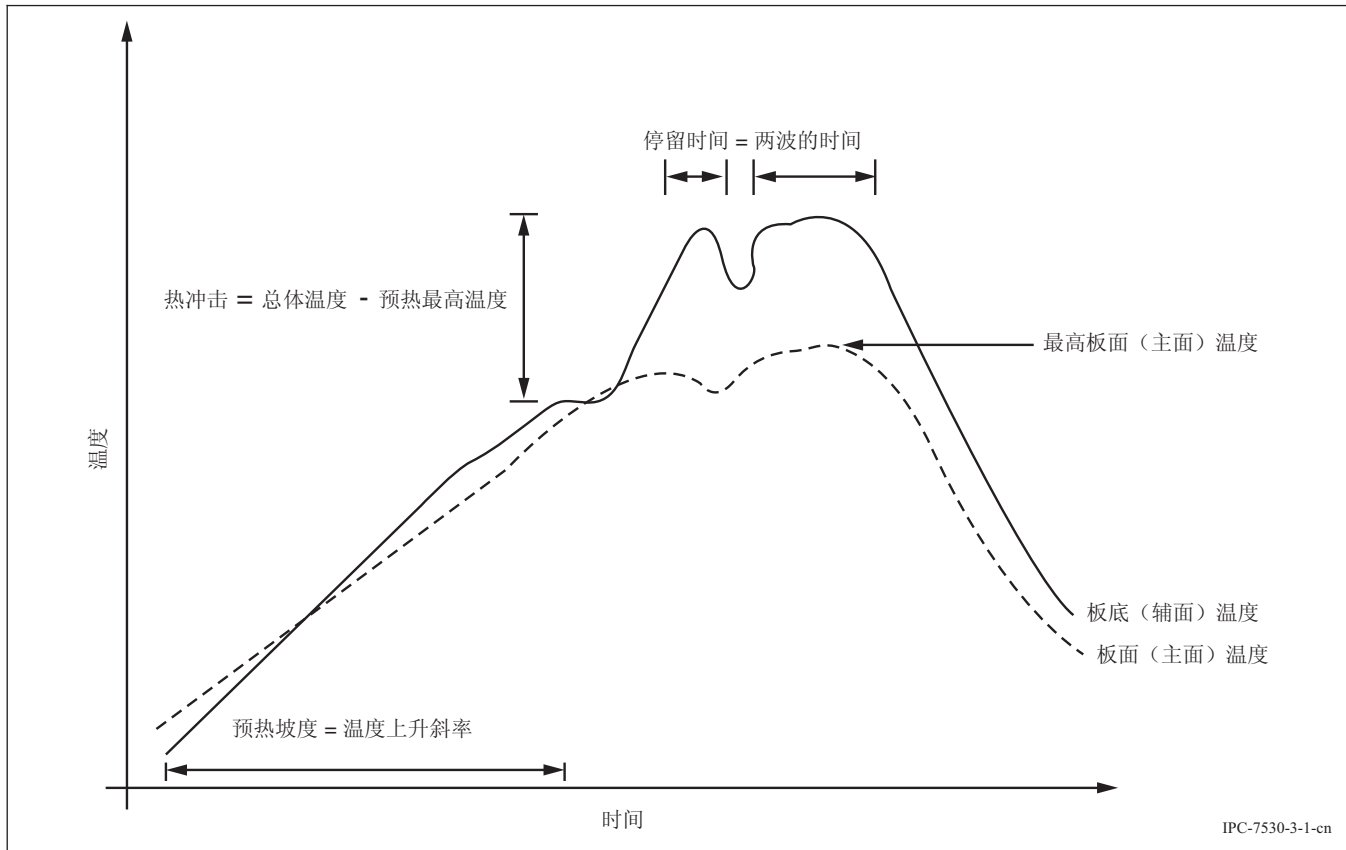


图3-1 双-波峰焊曲线

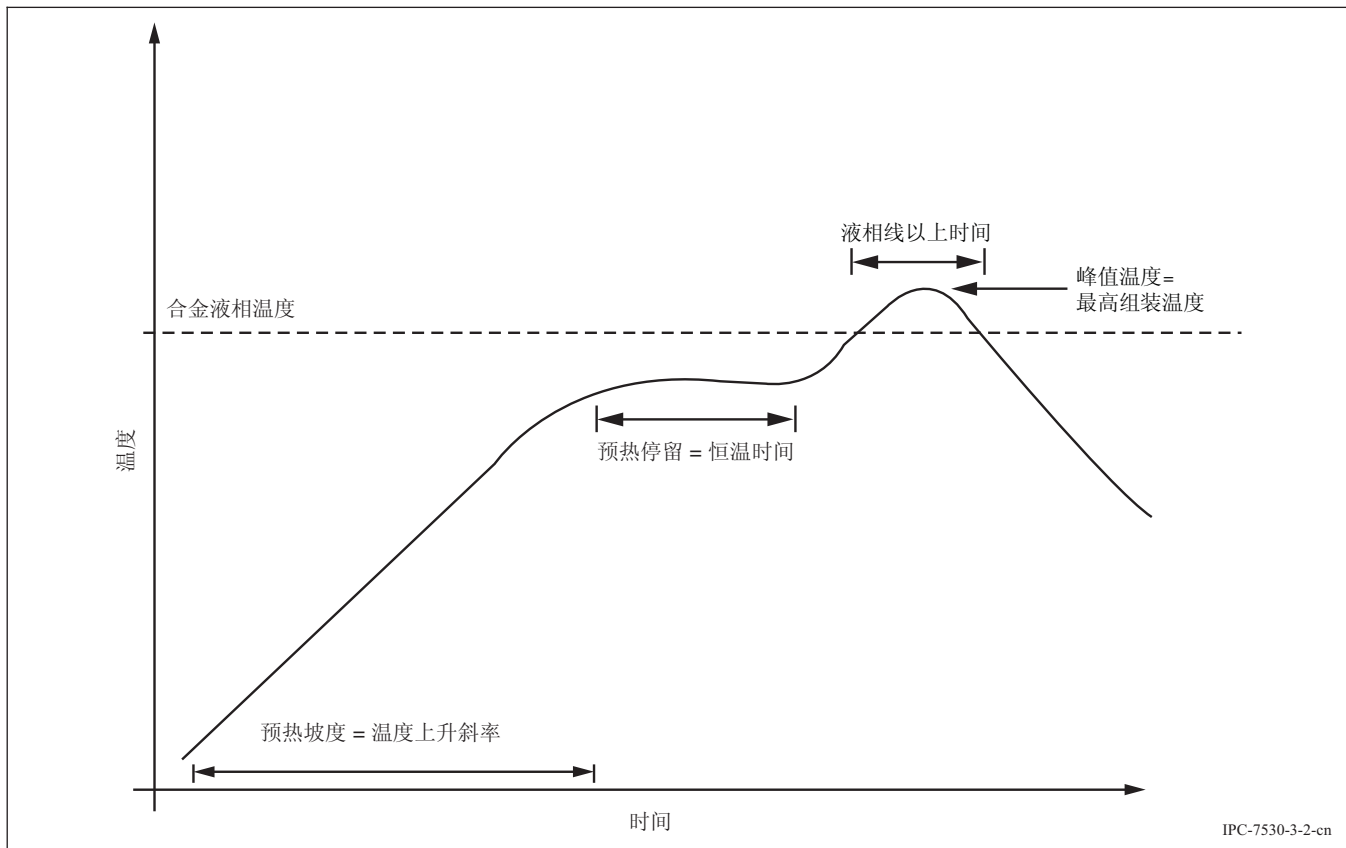


图3-2 再流焊曲线

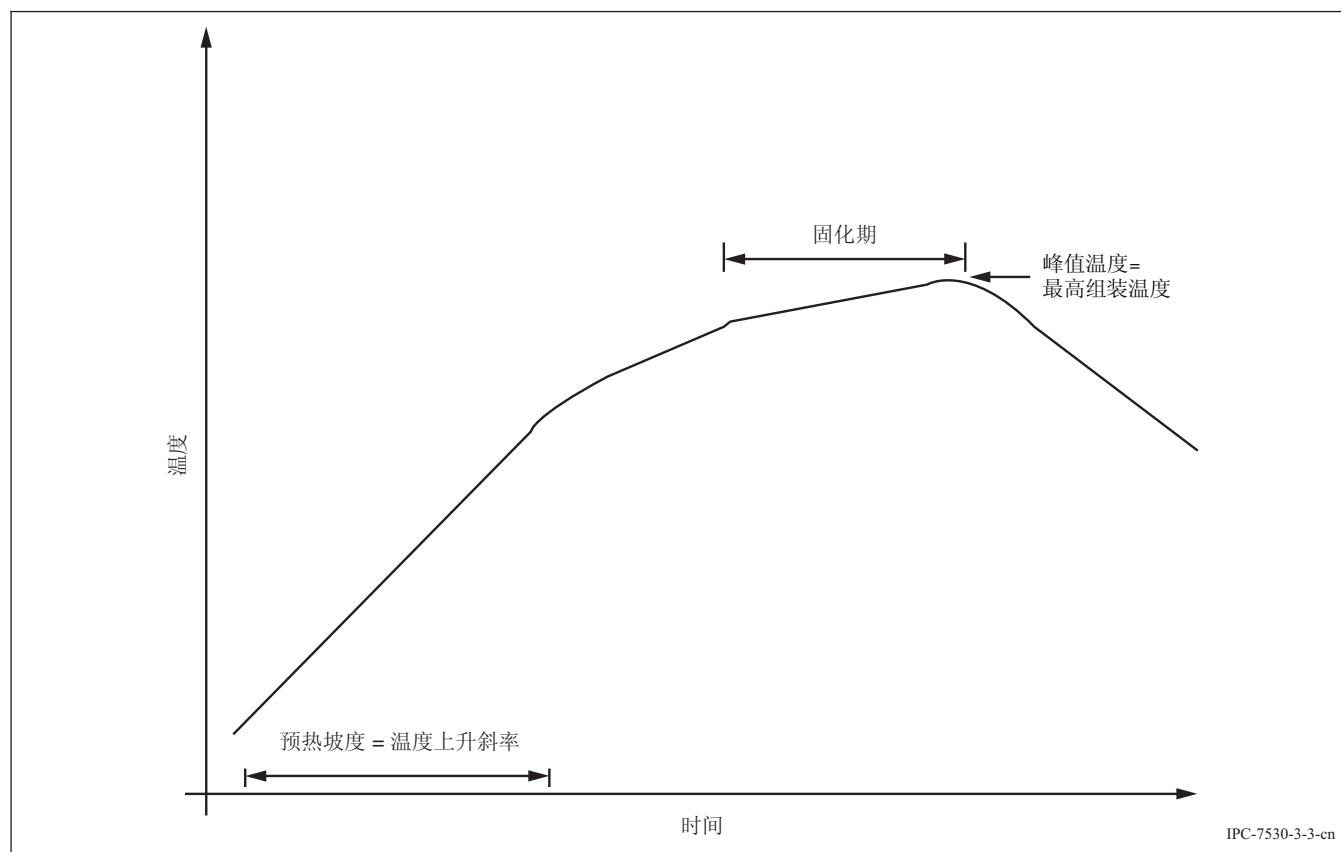


图3-3 固化曲线

液相线以上时间：在这段时间里焊料合金处于液相状态。为使得组件的所有区域均达到焊接温度，组件必须在这个状态下保持足够长的时间。

峰值温度：峰值温度是指热电偶对测试位置监测的温度记录中的最大值。温度过高可能导致元器件和印制线路板损坏。

固化周期：监控固化周期是为了确保粘合剂的正确固化的发生。

4 温度曲线记录仪

4.1 温度曲线记录仪种类 温度曲线记录仪可分为三大类：用于产品的温度曲线记录仪，用于机台的温度曲线记录仪和实时连续显示的温度曲线记录仪/监测系统。产品温度曲线记录仪主要是用于印制线路板组装的焊接工艺开发。机台的温度曲线记录仪主要用于机台性能和设定参数的验证。温度曲线记录仪测量的主要参数是温度—时间的历史记录，但也可以测量其他参数例如传送带速度、热流、驻留时间、温区长度和重复性的验证。当产品经过某制程时，以

固定的间隔采集温度数据，尽管机台温度曲线记录仪只能采集某制程的特定点如温区边界。

4.1.1 产品温度曲线记录仪

4.1.1.1 目的 产品温度曲线记录仪的主要目的是获得使产品适当焊接的最佳机台设定参数。良好的焊接工艺需要加热到适当的温度，同时不能过度加热，损坏组件或敏感元器件。焊接设备的配置和焊料—助焊剂的化学成分进一步加剧了对工艺的限制。开发温度曲线记录仪就是要验证以得到理想的产品时间—温度曲线。

4.1.1.2 测量参数 产品温度曲线记录仪主要用来测量焊点、元器件及基板的时间—温度历史记录。测量焊点的温度是为了确保焊料良好的润湿以形成良好的焊点。不同的元器件会有不同的热质量和吸热能力，因此测量元器件引线 and 焊点的温度显得尤为重要。元器件耐受高温及快速加热和/或冷却而不受损的能力不尽相同，因此测量他们的温度是很重要的。基板有关键的热性能，这可能需要在焊接工艺中对其监测。

4.1.1.3 类型 产品温度曲线记录仪可以分为静态和动态两种。静态温度曲线记录仪常常被固定在焊接设备上，而动态温度曲线记录仪则在隔热措施下跟随产品一起通过焊接设备。动态设备通过减少热电偶的长度来简化这个过程，同时也省去了在分析过程完成后将导线重新拉回到机器上的必要性。

动态设备可以进一步分为：可在一个小液晶屏上显示温度数据的设备，能存储数据并之后可下载到计算机系统的设备和能实时传输数据的设备。一些设备可同时兼具以上两个或多个方式。

4.1.2 机台温度曲线记录仪

4.1.2.1 目的 机台温度曲线记录仪的主要目的就是优化机台的设置参数和验证机台性能。而产品温度曲线记录仪所记录的产品的温度是机台设置参数和产品物理特性的结果，机台温度曲线记录仪更多地偏向于设备参数而忽略了产品和焊料绝大部分的化学变量。当使用产品温度曲线记录仪来确定合适的机台设置或方法时，可以用机台温度曲线记录仪来验证参数的一致性。这可以在换线和制程改变之后进行。这省去了用完好的组件来验证机器性能而产生的报废。

4.1.2.2 测量参数 机台温度曲线记录仪是为测量机台参数而设计的。参数测量因机台的类型不同而相差各异。

再流焊炉温度曲线记录仪可以记录传送带速度、温区长度、温区热风温度或热流量。热流量是温区的温度和气流的产物，或者说是炉子将热量传递给组件的能力。一些机台温度曲线记录仪可以测试炉内的气流，甚至是紫外线和红外辐射。

波峰焊温度曲线记录仪可以记录传送带的速度，预热温度和一些扰波和平波参数。波峰焊炉参数可能包括沾锡长度、锡波高度、锡波平行度、锡波温度和锡波温度的波动。波峰焊温度曲线记录仪也可测量板子主、辅面的温度，如同对模拟典型印制板设计的附连板进行测量。一些波峰焊温度曲线记录仪可以提供表示基板和锡波之间接触面积的数字。

4.1.2.3 类型 如同产品温度曲线记录仪，机台温度曲线记录仪也有两个基本的类型：静态和动态。静态温度曲线记录仪是永久连接或是内置于波峰焊炉内的，而动态温度曲线记录仪则是独立的、可以在机台与机台之间移动的。动态机台温度曲线记录仪拥有内存数据存储功能或射频传输能力，部分设备则兼具两者。动态机台温度曲线测试设备可用于验证机台的性能和可重复性。

4.1.3 连续实时温度曲线监测 除了使用标准的移动式温度曲线记录仪来验证制程的标准温度曲线，也可以应用实时温度曲线记录仪。实时温度曲线记录仪不间断及自动的监测整个焊接制程，当制程有所偏移时就会产生警报。然而，实时温度曲线监测需要先通过移动式温度曲线记录仪建立产品再流焊曲线，它减少了每班，每日，每周等例行的使用移动式温度曲线记录仪的需要，而借助计算模拟产品的温度曲线来确定工艺符合规范。实时温度曲线记录仪可以自动将过程数据输出到QC和SPC程序。

实时温度曲线记录仪使用固定安装在加热炉传送带正上方的一系列热电偶。热电偶探头需要尽量靠近印制板安装以提供有代表性的温度，但要离炉子轨道足够远以免受加热炉轨道本身热质量的影响。虽然这个系统实际并不真正测量印制板温度，但是它提供了一个当印制板从再流焊炉经过时在传送带处测量到的制程温度值。

4.1.4 温度曲线记录仪的数据显示和分析 所有的温度曲线记录仪提供了几种形式的数据显示和分析。这些形式可能像电压表“即时读出”的快速检查形式，或像打印的“即时报告”文档，或基于PC的数据档案、储存和显示系统。所有系统都提供某种形式的数据简化和关键参数分析。这种关键参数像峰值差异，升温，温度以上时间和加热速率都可以快速分析。一些系统提供SPC参数和过程能力Cp和Cpk的测量。操作人员可以处理监测数据，并以多种方式查看数据，包括从更改机台设置来预测产品温度变化的结果。

5 温度曲线记录仪的工作原理

5.1 基本概念 温度曲线记录仪常用于记录静态炉（译注：指产品静态放置的加热炉，如烘箱、非流动式加热炉等）、再流焊炉、波峰焊机台、烙铁和激光设备的温度。几乎专用的测量系统都使用热电偶来检测和测量待测位置的热量。对于一些应用，使用拖尾的热电偶线从记录器到测量点更合适些，但是对于长的再流焊炉和波峰焊系统，这通常就不切合实际。

对于这些系统，必须将温度曲线记录仪连同待测试的印制线路板一起经过炉体，或从波峰焊系统的预热和锡波上方通过。这意味着温度曲线记录仪会承受和印制线路板相似的过程温度，所以设计温度曲线记录仪时必须要使它足以承受这样的过程温度。一般的处理是温度曲线记录仪内部绝热或将其放置在隔热的保护壳内。

选择温度曲线记录仪时，应该考虑隔热盒的要求，因为这会影响它的整体高度，可能会与炉体入口和出口的高度发生冲突。额外隔热的需求基于总的温度曲线测量的持续时间、到达的最高温度和其测量时所需持续的最长时间。此外应该指出的是，未来的发展可能需要使用比现行工艺温度高20°C的无铅合金。

如果温度曲线记录仪通过再流焊炉或波峰焊系统，则需要考虑温度曲线记录仪的传送方法。如有些系统使用金属网带来传送印制板，而其它系统使用边缘销钉或爪片来传送印制板。温度曲线记录仪可以放在一个陪板或特定的载具上通过炉体。

温度曲线记录仪通常使用一次性的干电池或可充电电池供电。通常温度曲线记录仪里的电池很容易因高温而损坏。正是这个元器件限制了温度曲线记录仪的尺寸和工作范围。大多数温度曲线记录仪在内部温度接近到可能遭到损坏的温度点时将提供一些警告。内部持续高温会降低电池的使用寿命，最终可能会导致电池的失效。

现行的温度曲线记录仪可以使用可调节或者固定的采样频率来进行温度测量。一些温度曲线记录仪可自动调节采样频率，因此最大采样频

率常被使用，但使用的最佳采样频率由可用内存决定。大多数温度曲线记录仪允许用户选择测量单位来记录数据，°C或°F。

温度曲线记录仪的测量通道最多的已经达到12个。选择温度曲线记录仪时应该考虑过程中所需的数据量。虽然准确度都在±2°C内，但各个温度曲线记录仪的准确度也是各不相同。某些特定的过程可能要求更严格的公差。

该系统使用一系列各类型的热电偶，虽然他们的准确度水平都相似，如果将它们焊接到测量位置，就会发现一些类型的比其他类型更容易焊接。

温度曲线记录仪记录的温度曲线，其准确度可能受温度曲线记录仪内部温度和热电偶类型（见7.3节）、接线位置（见7.8节）和附着方法（见7.9节）等因素的影响。

5.2 数据输出 尽管有些系统可以实时的将数据传送至计算机，但大多数系统都要求在测试完成后将温度曲线记录仪连接到打印机或计算机上，然后下载数据。温度测量值通常以温度-时间图显示，它可以通过打印机直接打印或在计算机程序里显示。数据也可以作为数据文件存储或转换文件格式导入到另一软件包里。怎样存储数据是个问题，它应该考虑到温度曲线是否会被作为质量体系记录的一部分。

5.3 结果说明 温度曲线测试是过程模拟的重要部分。温度曲线通常用于确认焊接过程已经加热焊点到达要求的最低温度所需的最短时间，组件和连接处不会由于过热而损坏、液相线温度以上时间过长或者过高温度的热冲击。其它的测量值可以使用，比如吸潮或预热温度和冷却的时间和速率。有关电子组件过程模拟的更多信息获取见 IPC-9501，IPC-9502和IPC-9504。

需求的温度曲线可以由焊膏供应商提供或从生产经验中建立。测试的温度曲线与需求的标准温度曲线可以人工对比，或使用记录仪软件作对比。一些系统允许导入或者生成标准曲线，通过修订时间轴，方便直接比较温度曲线和标准曲线。数据也可用于过程控制图来证明可追溯性和焊接过程受控。

5.4 预测能力 温度曲线通常用于检查焊接系统是否按照印制线路板的工艺参数正确设定。更改温度曲线需要操作经验和一些试错。一些系统现在可以通过对加热炉的温度特性建模来预测改变机台的设定对焊点温度的影响。这就要求具备印制板温度特性和机台性能特性的知识。不同的软件系统可以用不同的方式和不同的层次来解释，但是它们可以极大地帮助改变机台设置以获得所需的温度曲线。

这些预测系统使得建立匹配产品温度曲线的系统更加容易，像焊膏再流焊温度曲线。他们甚至有能力参考系统特性来弥补校准误差，例如加热区温度和传送带速度。他们也可以补偿不同的炉子负载，温区间热溢流和变化的气体流速间的差异。

他们通常会需要大量的曲线样本去获知系统特性并且持续的从将来的温度曲线上获知。该系统可以预测改变加热炉设置对焊点温度的影响，或者为了获得期望的温度曲线来决定应该修改炉子的哪个设置。

5.4.1 自动预测工具 自动预测软件（可从不同供应商处获得）从加热炉设置工艺中去除了“试错法”。用户通过对关键过程的统计设定上下限来定义工艺窗口，例如峰值温度，给定温度以上时间，最大升温 and 冷却斜率。一个自动预测工具为达到预期的结果，反复测试了成千上万个可能的加热炉方案。然后，它将为他们提供最佳的结果和最宽的工艺窗口。通过评估建议的改变内容，用户可以基于从一个产品切换至另一个产品时的温度曲线改变的便利性，更快的产出而决定的传送带速度，或者其他的工艺中可能的特定需求等，来选择最适合的温度曲线。将改动输入炉子后，再通过的印制板已经使用改动生效后的期望的温度曲线了。这使得一个最佳的温度曲线能被迅速创建，而不占用宝贵的设备和工程资源。但是通常情况下，要创建最佳的温度曲线这两项缺一不可。

5.5 外部影响 热源的外部影响和负载可能会影响板温。加热炉内部的风扇和外部的气流都会影响印制板温度，特别是在再流焊炉的测温的开始和结束，或者是在波峰焊系统附近获取。在7.9节讲述的热电偶固定方式也可能会影响测量结果。

处于加热炉内的温度曲线记录仪也会影响炉子的热负荷，温度曲线记录仪和印制板之间的距离将会影响温度曲线记录仪对温度的采集。

6 机台温度曲线的设备性能分析

在缺少有效的过程控制的情况下，当焊接过程中产生缺陷或临界状况时，首要原因归咎于机台和不断变化的参数。反之，应用良好的分析工具将会有显著的帮助。许多机台设置之外的因素也会导致焊接设备焊接异常。为减少过程输出端的随机影响，机台输入（PWBs，元器件，助焊剂等）须要处于管控状态。当然，机台按要求的设定和运行也是必须的。机台的性能可以用很多种方法来确定，但使用基于软件的工具来分析设备的科学方法的运用是更高效、更准确、更有益的。

6.1 问题 印制线路焊接工艺的温度曲线的设备与技术应用已有一些时间了，并且应用于帮助在特定的电装工艺中获得特定的机台设定。新一代焊接机台已经配备能直读这台机台的大部分设置参数和检查实际运行的特征点读数的闭环控制。增加的功能是能够测量几个机台参数和他们之间的相互关系。统计过程控制（SPC）软件可以显示他们之间的联系和时间上的变化趋势。

6.2 控制

6.2.1 控制减弱的原因 任何制程机台的子系统其功能里的那些计划外的变异会导致控制减弱并且降低了整个制程能力。这导致生产输出一一致性的制程能力降低。当超过一台机台时，其特性或组合可以代表所取得的状态。应该指出的是，也有可能被监测到的那些导致不可接受状态的根本原因是非机台可控参数。这加强了机台设置和运行时获得及时和有效的信息的价值，以避免因为非机台可控原因所造成的缺陷却“指责机台”。

6.2.2 焊接工艺评定 焊接设备的主要运行特性的测量和记录对操作人员和工艺工程师都有很大的好处。一个有能力及时确定焊接系统实际性能的工具，能够确认机台设置和每一个预防性维护（PM）程序采取纠正措施的影响。新

增加的功能可以测量随着时间的推移其整个过程中这些参数的相互关联的影响。对于组装工序中不特定的温度曲线或“条件参数配置”，这些工具可以帮助对于机台功能变异的准确性和重复性的评估。结合使用SPC软件程序可以检测操作参数的变化，可以得知机台是否需要维护。

“调试”是制程失去管控的第一个信号。当数据准确、可靠时，才能对设备进行修改或更换。

6.2.3 设备分析的特点 测量机台设定信息的可用性和追踪其复杂的交互作用的变异性对过程控制有重大意义。设备的操作设定，条件参数和特性能够测量和分别显示，远比只是从机台上直接的读取设定信息要更有意义。此信息可用在产品投产之前和担忧缺陷产生之前，它是一个真正的预防性维护和工艺控制系统的本质。应用SPC软件可以满足预防性维护所需要的预测要求。如果是基于随意的生产排程，太迟（作为快速响应去纠正问题）或者太快的执行预防维护都是不符合成本效益的。

6.2.4 对策 软件套件可以帮助操作人员追踪和对比机台和过程参数随着时间变化时的差异。这提供了统计的信息让我们感受到了偏移或机台性能改变的预警。这对于操作人员和工艺工程师在车间收集这些过程和设备操作变量数据和实时评估来讲都是有利的。应该强调的是，这些数据反映系统参数是以追踪机台设定和性能为目的，并不是特定的组装工艺的温度曲线。

有了这些数据，机台设定和工艺参数可以按照需求正确的输入和加载，来维护系统或者达到以前设定条件下的机台性能。当没有这个功能时，想努力去再现特定组装工艺的温度曲线常常需要用同一个样本不停的调整机台参数，为了达到预期的条件常常需要追踪调整机台的各个参数。应该知道哪些控制因素与之前的条件不同，来减少猜测。

使用这种类型工具的好处包括提高的生产力和温度曲线测试设定及基线测量时的分辨力、过程控制和机台及工艺的故障排除。

6.3 设定与基准 建立正确的波峰焊机台设置对于整个焊接过程都是重要的。操作人员不断的按指令检查组件，当它们经过锡波时确保合

适的锡波高度和适当的浸锡深度。假如有一个装置可以做这项工作的话那将会有更高的产能和良好的重复性，设定时不用冒着贵重的产品使用“尝试法”的风险。有了建立好的规范的设备参数，应用机台“温度曲线”装置的运行，在维修保养之后恢复设备到最适合的运行状态将是可达到的。

6.4 工艺控制 要提供可靠的产品最重要的是提供受控的过程与在工艺窗口之内。同样的该工具可以提高故障排除时的诊断能力，可以加快识别是材料或机台的问题。

获取与追踪相关测量的过程变量，对测量和追踪这些实际值而非设定值的能力提供了优势，在这些方面提高生产力，减少返工或修板。

7 在线测试过程的技术和步骤

7.1 预热限制 如标准J-STD-001所述，预热温度不得降低印制板、元器件或焊接性能。并且助焊剂和元器件供应商对于特定材料通常会有推荐的温度要求，在生成温度曲线时必须予以考虑。

7.2 测试频率 温度曲线的测试频率取决于设备的控制水平。在最低限度的控制水平，曲线测试应该在：

- 连续组装时至少每七天一次。
- 如果是批次组装过程则每次都需要测试。

如果设备能够显示被适当管控，则测量待测物的温度曲线随时都是可进行的：

- 设备上有新的组装时。
- 发生能够影响组装热量的工程变更。
- 发生可能影响组装热量的设备调整。

7.3 热电偶定义/选择

7.3.1 热电偶类型 以下是这种用法所建议的常见的热电偶类型。选择的热电偶必须与使用的温度曲线记录仪的输入要求相匹配。

7.3.1.1 K型 K型（镍-铬和镍-铝）是最常用的热电偶感温线，它具有较宽的作业范围从-200°C到1250°C，精确度为 $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 。温度高于

250°C时可能存在温度循环滞后，所以对于一些高温无铅制程温度曲线测试，它可能不是最佳选择。这种材料很难焊接，建议使用附件所提的其他方法。

7.3.1.2 T型 T型（铜和铜-镍）作业范围从-200°C到400°C，具有良好的可焊性，使其易于通过焊接连接。铜臂具有高的热导率，所以越细的线越好。它的精确度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.1.3 J型 J型（铁和铜-镍）作业范围从-210°C到800°C，精确度为 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。这种材质很难焊接，建议使用附件所提的其他方法。它在潮湿空气中是容易生锈的，这将会缩短其工作寿命。

7.3.1.4 N型 N型（镍-14.2%铬-1.4%硅和镍-14.4%硅-0.1%镁）作业范围均为-200°C到1280°C。这种材料很难焊接，建议使用附件所提的其他方法。它是最稳定的热电偶材料之一，精确度为 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.2 热电偶线标准 温度曲线测试最常用的感温线是36 AWG。38 AWG可以提供更大的灵敏度，但它更脆弱，寿命短。34 AWG有更长的使用寿命，但可能会因导入或源自热电偶线的热量影响测试点的温度。

7.3.3 绝缘性 热电偶的绝缘性是取决于环境和会暴露的环境的极端温度。大多数焊接应用采用玻纤编织绝缘。

注：玻璃纤维编织提供良好的高温稳定性，但柔韧性差，这可能会使处理更加困难。聚四氟乙烯（PTFE）具有更好的柔韧性，但反复加热后柔韧性会迅速退化。

7.3.4 线长 建议热电偶长度不超过1米或36英寸。长热电偶线可能引入测量误差；热电偶线应该视实际情况尽可能短，这样可以减少噪声和电阻的影响，并防止机械损坏热电偶线。

7.5 热电偶结点 热电偶形成于焊接的交界处。当原始交界处焊缝断裂时建议更换热电偶。在焊缝或热电偶线断裂的情况下，不应该将热电偶导线拧在一起形成一个结。因为这将导致温度测量错误。

7.6 预期寿命/老化（样品板和热电偶） 标准热电偶预期寿命和“金板”可以进行15到30次温度曲线测试。“金板”寿命取决于印制线路板厚度和使用的层压板类型。当“金板”明显变色时应该停止使用。

当热电偶重复用于多重组装时，预期寿命会降至3到5次测试。

7.7 校验和测试 数据记录器的校验应该按照原始设备生产商的要求或者每使用6个月就需校验。没有校验的数据记录器是不可以使用的。

为正确操作，当热电偶使用超过一次时应该对其再次验证。这样可以借助校准过的数据记录器，来将用过的热电偶和校准过的热电偶所测量的温度进行对比。

7.8 热电偶位置选定

7.8.1 波峰焊

7.8.1.1 板面（主面） 测试点选择在代表最高温度的区域内。将确保板面的组件温度不会超过焊料合金的液相线温度。通常这样的区域会是一个焊盘或者安放一个最小元器件的连接盘。在设计测试温度曲线时，建议板面最少选择两个位置。热电偶需要直接置于焊盘或连接盘上。

7.8.1.2 板底（辅面） 测试点选取在板底最高温度区域内，目的在提供足够的热量来确保板面与板底完整的填充。在设计测试温度曲线时，建议板底最少选择两个位置。

7.8.2 再流焊/固化 再流焊温度记录时，很重要的是确保组件的每个焊点在足够长的时间里达到合适的温度以保证润湿且不至于导致损伤。最少应该使用三根热电偶。热电偶必须附着在能够代表组件最低到最高的热量区域。热电偶足够的间距对于掌握组件热量梯度是很重要的。

7.9 热电偶固定 适当的附着固定是确保实现精确的温度测量的关键。在进行温度曲线测试时有很多种方法把热电偶固定到组件上。但所使用的方法不能显著影响热量（见5.5节）。

7.9.1 高温焊料 该方法主要用于高温焊接，不会把焊料放进一个会使它熔融的环境中。当组装的是“金板”时或者会测量多次时应该考虑使用这种固定方式。固定热电偶所使用的焊料如图7-1所示。

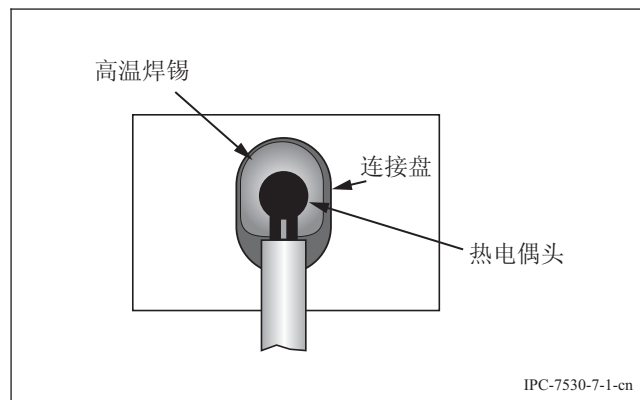


图7-1 热电偶固定（焊锡法）

7.9.2 粘合剂 对于热电偶的固定，有很多种具有不同固化机理的粘合剂（加热、常温和紫外线（UV））。无论使用哪一种粘合剂，重要特性是热传导。有关导热粘合剂的详细信息可以参考标准IPC-CA-821导热粘合剂的通用规范。当组装的是“金板”时或者会测量多次时应该考虑使用这种固定方式。固定热电偶所使用的粘合剂如图7-2所示。

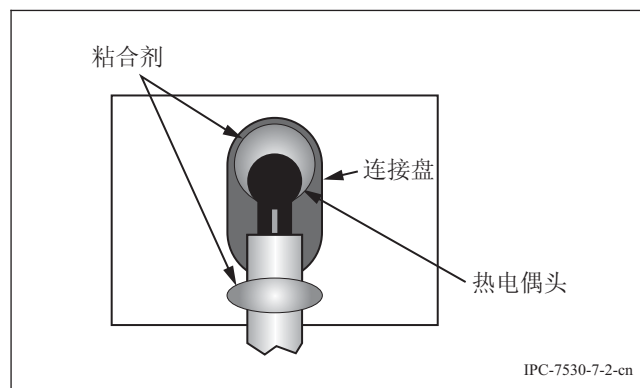


图7-2 热电偶固定（粘合剂法）

7.9.3 聚酰亚胺胶带 也称为开普敦胶带，这种固定方法廉价并操作简单，但有松脱的风险。当组件不能作为“金板”使用时并且只用于测试一次的时候可以考虑使用这种固定方式。固定热电偶所使用的胶带如图7-3所示。

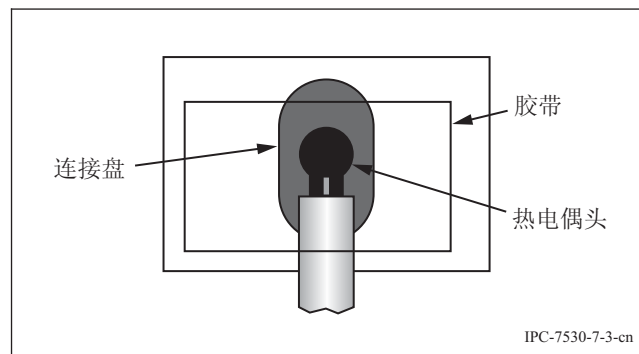


图7-3 热电偶固定（胶带法）

7.9.4 铝胶带 铝胶带提供了热电偶的牢固连接，具有好的热传导性，无损伤和无痕迹、残留。使用铝胶带减少了为获得准确温度曲线的工作量和费用，这种附着热电偶方法已经证明是可靠的和可重复的。

7.9.5 嵌入式热电偶 热电偶可以嵌入到实际焊点中。这特别有利于高热容量元器件，像一些陶瓷球或柱栅阵列器件，也能用于任何焊接。

安装元器件之前，可以通过在印制线路板的焊连接盘中心钻通一个孔然后嵌入热电偶来完成。孔的大小应该刚好大到能够容下热电偶，例如，约0.4 mm[0.016 in]，用于36AWG热电偶。

接着元器件应该在该位置焊接。使用相同钻头从板底钻入到焊点大约0.5 mm[0.0197 in]。插入热电偶到焊点里，并用胶带加固。

7.9.6 机械附着 带弹簧的热电偶，使用机械压力将热电偶固定至测量点位置。

此页留作空白



ANSI/IPC-T-50 电子电路互连与封装术语及定义

定义提交/审批表

此表是为了及时收录行业中广泛使用的术语和定义，以修订本标准。
欢迎个人或单位参与发表意见。
请填写此表并反馈给：

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, IL 60015-1249
传真: 847 615.7105

申请人信息：

姓名: _____

公司名称: _____

所在城市: _____

所属国家: _____

电话号码: _____

日期: _____

- ☐ 新的术语及定义的申报。
☐ 对原有术语及定义的补充。
☐ 对原有术语及定义的修改。

术语	定义

如空间不足,请写在背面或附页上.

插图: ☐ 不适用 ☐ 要求 ☐ 待提供

☐ 包括: 电子文件名称: _____

适用此术语及定义的文件: _____

与此术语及定义相关的委员会: _____

由IPC 内部填写	
IPC Office Date Received: _____ Comments Collated: _____ Returned for Action: _____ Revision Inclusion: _____	Committee 2-30 Date of Initial Review: _____ Comment Resolution: _____ Committee Action: _____ ☐ Accepted ☐ Rejected ☐ Accept Modify
IEC Classification Classification Code • Serial Number	
Terms and Definition Committee Final Approval Authorization: Committee 2-30 has approved the above term for release in the next revision. Name: _____ Committee: <u>IPC 2-30</u> Date: _____	



公司名称：	
会员类型：	会员编号：
入会日期：	到期时间：

IPC 会员资格申请表

感谢您申请加入 IPC 会员！IPC 是一家全球性电子行业协会，服务于包括电子产品设计、PCB、电子制造（EMS）、原始设备制造商（OEM）、为电子产品制造提供设备、材料、软件、测试、咨询、管理服务整个电子制造的上下游公司。IPC 依托全球范围内的会员实力，代表全球电子行业利益，促进市场信息交流、技术发展、业务合作，以推动会员企业提升核心竞争力并取得商业上的成功。

IPC 会员资格是对整个企业的，贵司的所有员工均可从 IPC 提供的技术、市场、行业、管理等资源中获益；IPC 有些资源只提供给会员企业，如理事会、市场调研项目、在线企业名录、原创性论文等。

您填写的信息，对于我们能更好地为贵司不同部门的员工提供所需的不同服务至关重要。申请表中所列的信息将全部收录到 CRM 系统中，以保证为贵司提供及时的服务资讯，请准确填写。

IPC 会员类别：

原始会员：任何电子行业内的企业及其所在的集团或关联企业，首次申请加入 IPC 会员，均是**原始会员**。

附加会员：公司所在的同一集团内，已有一家关联企业属于 IPC 会员，此次申请加入 IPC 会员，则为**附加会员**。

年销售额小于 500 万美元的企业会员：公司上一年度的销售额小于 500 万美元；在申请加入 IPC 会员时，需提供上一年度的财务证明，并且在 IPC 网站会员名录中，会注明贵司的年销售额小于 500 万美元。

非盈利组织：政府单位或学术科研机构等非盈利性组织，在申请加入 IPC 会员时，需提供政府部门颁发的非盈利单位的认定证明；

咨询公司：为电子行业提供咨询服务，员工小于 6 人的企业，申请加入 IPC 会员。

IPC 会员享有的权益包括：

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">◆ 通过 IPC 网站会员专区（中英文），查询近 3500 家会员企业信息、历年市场调研报告、海量业界专家和企业领袖的在线演讲及会议纪要和论文，使会员专区成为贵司进行拓展国际业务的营销平台。◆ 每年一次免费 CIS 培训（IPC 五大标准认证课程）。◆ IPC 新标准发布 90 天内，免费下载最新标准。◆ 享受出版物、活动、培训、展会、广告等产品的特价优惠。◆ 可参与 IPC 市场调研项目，免费获得调研报告。 | <ul style="list-style-type: none">◆ 列入在线会员名录及会员信息中。◆ 授权使用 IPC 会员 LOGO，在贵司的网站、宣传资料、名片等上面。◆ 享有 IPC MIT 电话咨询技术服务。◆ 有机会加入 IPC 理事会。◆ 可加入 IPC 的邮件技术论坛 TG-Asia(中文)或 TechNET(英文)。◆ 优先获取客户的购买咨询信息。◆ 更多会员权益，请登陆 www.ipc.org.cn |
|--|--|

会员注册公司信息

下列信息请准确、清晰填写，填写质量决定贵司是否能够及时、充分享受 IPC 会员的所有权益。

公司类型：

☐ 印制电路板制造商

生产和销售印制电路板（PCB）或其它电子互连产品。贵公司生产和销售哪些产品？

☐ 单面/双面/多层刚性印制板 ☐ 挠性印制板（含刚/挠性结合板） ☐ 其它电子互连产品

☐ **电子制造服务 (EMS) 公司**

根据合同要求, 生产印制电路组件, 也可提供其它电子互连产品。

☐ **原始设备制造商 (OEM)**

采购、使用和/或自制的印制电路板或其它电子互连产品, 用来制造、销售最终产品。

主要产品:

☐ **行业供应商**

为制造或组装电子互连产品提供所需的原材料、设备或服务。

贵司服务于哪个细分行业? ☐ PCB ☐ EMS ☐ 两个都有

贵司的产品:

☐ **政府机构/科研院校**

关注电子互连产品的设计、研究、应用的非盈利性单位, 如政府机构、高等院校、科研院所等。

☐ **咨询公司**

提供的咨询服务:

单位情况:

公司名称:	
地址:	
电话:	传真:
公司邮箱地址:	网址:
中国地区公司最高负责人的姓名:	职位:
E-MAIL:	

公司性质: ☐ 私营企业 ☐ 国有企业 ☐ 外商投资企业

1、目标市场 (请勾选贵司获得收益的主要市场, 可多选。)

☐ 军工 ☐ 航空航天 ☐ 通讯 ☐ 医疗 ☐ 汽车及交通工具 ☐ 金融
☐ 家用电器 ☐ 计算机 ☐ 船舶 ☐ 仪器仪表 ☐ 自动控制设备 ☐ 能源
☐ 工业制造设备 ☐ 广播电视设备 ☐ 个人消费电子 ☐ 其它

2、公司管理人员职位或同等职位

A. 总裁或总经理		
姓名:	职位:	E-MAIL:
B. 生产制造副总或总监		
姓名:	职位:	E-MAIL:
C. 工程技术副总或总监		
姓名:	职位:	E-MAIL:
D. 营销副总或总监		

姓名：	职位：	E-MAIL:
-----	-----	---------

会员公司主要联系人

会员单位需指派一位主要联络人，主要联络人能判定公司不同部门对IPC 技术、市场、行业、管理资源使用的需求。另外，主要联络人有责任及时更新公司信息，并在会员资格到期时办理会员更新事宜。

姓名：	性别：	电话：	职位：
部门：	E-MAIL:		

请填写下列领域负责的联系人信息，以方便他们及时收到IPC 发布的新技术、行业、市场、政策等资讯，充分享有IPC 资源提供的会员权益。

A. 标准应用部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
B. 培训部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
C. 市场部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
D. 政府关系会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:
F. 环境、健康与安全部门会员联系人			
姓名：	部门及职位：	电话：	E-MAIL:

会费详情：

IPC 收到贵公司递交的会员申请表并收到会费之日起，贵公司开始享受所有 IPC 会员权益，并为贵司颁发会员证书、在线会员账号。会费为人民币。

请在以下项目中选择贵司的会员资格。

原始会员： ☐ 一年期会员 RMB 7000 ☐ 两年期会员 RMB 12600 (节省 10%)	IPC 银行资讯： 户名：爱比西认证咨询（青岛）有限公司 银行帐号：211720303789 开户行：中国银行青岛高科技工业园支行营业部
附加会员： （同一集团内已有另一家公司是 IPC 会员） ☐ 一年期会员 RMB 5600 ☐ 两年期会员 RMB 10080 (节省 10%)	
年销售额不超过 500 万美元的企业 ☐ 一年期会员 RMB 4500 ☐ 两年期会员 RMB 8100 (节省 10%)	
政府机构、学术机构、非盈利组织 ☐ 一年期会员 RMB 2000 ☐ 两年期会员 RMB 3600 (节省 10%)	
咨询公司（员工少于 6 人） ☐ 一年期会员 RMB 5000 ☐ 两年期会员 RMB 9000 (节省 10%)	

请把填好的表格发送给为您服务的 IPC 会员联系人：

电话：021-22210000 或 4006218610，邮箱：BDACHina@ipc.org



标准改善填写表

IPC-7530 CN

此表的目的在于让这标准的
有关工业使用者向IPC技术
委员会提供建议.

欢迎个人或集体对IPC提交
建议.我们将会收集所有的
建议并上交给相应的委员会.

如果您能提供改善建议, 请填好下
表并递至:

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, IL 60015-1249

传真: 847 615.7105

电子邮件: answers@ipc.org

1. 我想对以下提出更改建议:

___要求, 章节数

___那种测试方法_____, 章节数 _____

以上章节数被证明为:

___不清楚

___不适用

___有误的

___其他

2. 具体的更改建议:

3. 对于标准的其他改进建议:

提交人:

姓名

电话

公司

电子邮件

地址

城市/国家/洲

日期

IPC 中国

电话: 400-621-8610

邮箱: BDACHina@ipc.org

网址: www.ipc.org.cn

青岛 上海 深圳 北京 苏州 成都



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®

ISBN #978-1-61193-270-6

3000 Lakeside Drive, Suite 309S, Bannockburn, IL 60015-1249

Tel. 847.615.7100 Fax 847.615.7105

www.ipc.org