

表面贴装基础知识

薄膜开关贴装LED及其他元件入门



为了将表面贴装技术成功应用于薄膜开关生产领域，有必要理解不同材料、工艺的局限和权衡取舍。

使用表面贴装技术在薄膜开关上贴装发光二极管(LED)和其他元件，对于提高增加价值而言是一个相对容易的方式，并且实现企业内部表面贴装能力所需要的资源不会超出大多数中小型生产企业的承受范围。为了将表面贴装技术成功应用于薄膜开关生产，有必要理解不同材料、工艺的局限和权衡取舍。在下面由两个篇幅组成的主题系列文章中，这是第一篇。

什么是表面贴装？

表面贴装是指在电路表面粘贴电子元件的过程，而非将元件的金属引线穿过电路上的孔，然后焊接引线使之固定的方法。表面贴装工艺大都使用传统焊锡膏，这种材料由微小的球形金属合金与含有焊剂的膏状物混合而成。首先使用镂空版将焊锡膏在基板表面印刷成一个个的小焊盘，然后将元件小心翼翼地贴装到湿焊盘上，最后将电路放入回流炉中加热，从而使金属熔化，元件被粘附到电路上。

有时，元件或者电路基板的温度

限制导致它们不能使用传统焊锡膏。在这种情况下，就必须依靠导电性的表面贴装胶粘剂来实现元器件与基板之间的电气和机械连接。导电胶粘剂的固化温度比焊锡膏低。不过，导电胶粘剂比焊锡膏更贵，在牢固度和导电性方面不如多数焊锡膏（为了获得完整的解释，请查阅刊登在2000年第二季度SGIA杂志上的《理解并测量导电油墨和胶粘剂的电阻率》）。由于导电表面贴装胶粘剂存在上述限制，因而通常只有当电路不能适应焊锡膏回流工艺的高温要求时才使用导电胶粘剂。

材料问题——重温化学

大多数导电性的表面贴装胶粘剂都由特种环氧聚合物粘合剂以及作为填料的银颗粒组成。由于在铜、镍、铝及其他价格低廉的金属表面形成的氧化层导电性差，因而这些金属不能被用于导电胶粘剂。然而，在银和金表面形成的氧化层仍然具有强导电性。

网印导电油墨使用被溶解在溶剂中的固体聚合物粘合剂。环氧导电胶粘剂则与之不同，它无需使用溶剂溶解粘合剂。

大多数导电油墨和环氧导电胶粘剂另外一个明显的主要区别在于涂布后的固化方式。导电油墨通过干燥过程得以固化，在溶剂蒸发后留下一个坚硬的粘合剂和银填料固体层。导电油墨即使在干燥固化之后，也可被溶剂溶解或者在高温下熔化。由于油墨中的聚合物粘合剂在干燥后可被多次溶解或者加热熔化，因而被称为热塑性聚合物。

环氧胶粘剂通过化学反应固化（交联）。导电性环氧聚合物一旦发生交联，就不能轻易地用溶剂溶解或者受热熔化。这类环氧胶粘剂被称为热固性聚合物。

树脂、固化剂和添加剂之间无穷无尽的组合可产生具有各种性质和性能特征的环氧胶粘剂。重要的一点是，要理解对于不同的性能



作者唐·班菲尔德先生，Conductive Compounds公司产品经理和创办人之一

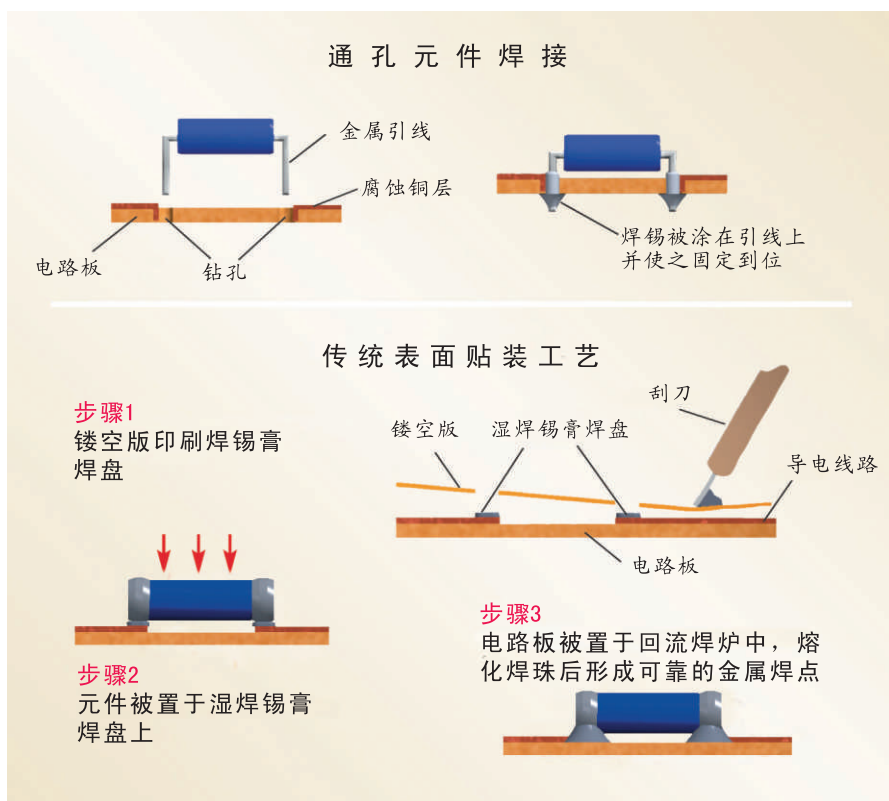


图1

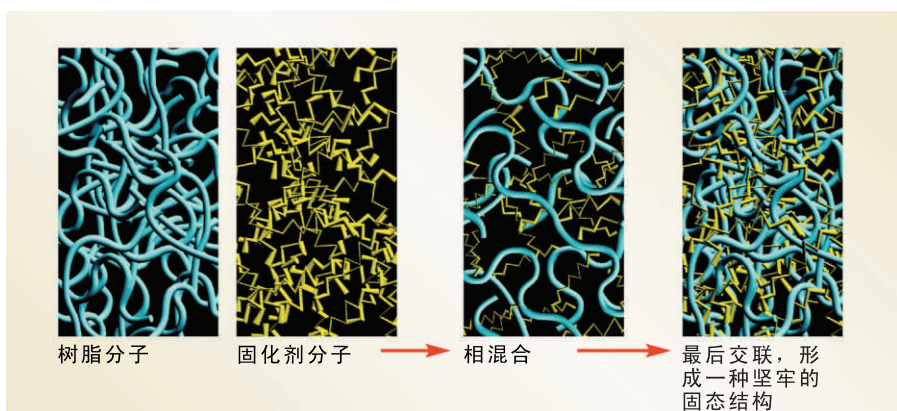


图2



环氧导电聚合物一旦发生交联，就不能轻易地用溶剂溶解或者受热熔化。

特征总存在着得失平衡。例如，调整树脂和固化剂的化学性质，能使环氧胶粘剂在室温下花费10分钟之短或者一周之长的时间完成固化。快反应型环氧胶粘剂的明显缺点是在各组成成分化合或者混合之后，工作时间极短。

环氧胶粘剂在固化后，其电气和机械性能特征同样涉及得失平衡。例如，可以将环氧胶粘剂从一种坚硬、易碎的材料变成一种柔软、易弯、橡胶状的材料，以获得机械撞击保护。相比前者，柔软的环氧胶粘剂对于水和溶剂攻击的抵抗力极差，而且在耐高温方面也自叹弗如。不过，如果遭遇突然的钝性攻击，坚硬的环氧胶粘剂容易断裂，在剥落力的作用下比柔软的环氧胶粘剂更易失效。

环氧胶粘剂必须表现出最佳的热、机械和电气性能平衡，具有最佳的固化时间和工作时间，以便在给定的生产环境下更易加工处理。

单组分对比双组分

有两类环氧胶粘剂可用于表面贴装：单组分和双组分。双组分环氧胶粘剂更为常见，它使用一种液体树脂和一种液体固化剂。当这两种液体混合在一起时，交联反应会立即发生。由于两种成分都是液体，因而分子可自由运动，彼此顺利地接触。

随着树脂分子与固化剂分子相互接触，在分子上的选定位置之间将发生化学反应，从而形成强大的结合（图2）。大多数双组分环氧胶粘剂最终将在室温下固化。如果对混合后的环氧胶粘剂加热，分子运动将会加快，分子间的反应也会更快。同样，如果混合物冷却下来，分子运动会更加缓慢，交联反应变慢。

单组分或者“隐藏的”环氧胶粘剂使用液体树脂和固体粉末状的固化剂。在室温下，单组分环氧胶粘剂的交联化学反应非常缓慢，有时胶粘剂需要花费几周或者数月的时间才能明显变稠。由于固化剂上唯一可与树脂发生反应的分子是那些直接位于固化剂固体粒子表面的

分子，因而单组分环氧胶粘剂绝不可能在室温下完全固化。总体而言，位于表面的分子只代表了整体固体粒子所含固化剂分子数量中的极小部分。

如果单组分环氧胶粘剂被加热到使固体固化剂熔化的温度，固化剂分子将会自由运动，可与树脂分子相互作用，并且交联反应将会非常快速地发生。当单组分环氧胶粘剂受热时，交联所需时间会减少，与此同时延长保存期限的一个办法是：利用一种化学物质封堵固化剂分子上的活性部分，以阻止固化剂分子上的反应活性部位与树脂分子的对应部位相互作用。当胶粘剂达到一定温度，活性部分将被一个化学副反应解除封堵，此时能够参与交联反应从而使环氧胶粘剂系统固化。在达到活化温度后，催化剂也可快速启动交联反应的发生。

下表概括了双组分对比单组分环氧导电胶粘剂的优势与劣势。

胶粘剂选择影响生产选择

大多数薄膜开关的表面贴装工艺都使用双组分环氧胶粘剂，它最大的优点是在交联方面比单组分胶粘剂具有更大的宽容度。双组分胶粘剂从烘箱中取出并冷却到室温后会继续交联。

双组分胶粘剂系统的各组分必须由最终用户正确称量和彻底混合。不过，有几种包装选项可最大限度地减少导电胶粘剂在储存、称量和混合方面的不方便性（图3）。

更常见的预称量包装选项之一是一个密封的塑料袋，胶粘剂的两种成分被一个可移除的塑料夹卡分隔在袋子相对的两端。当移去夹子，两种组分便可迅速在密封袋内

进行混合。预称量包装消除了会造成高昂代价的称量错误，单个袋内的胶粘剂数量可被最终用户在给定的四至六小时内调整到所需的确切重量。

另一个用于大批量点胶工艺的双组分胶粘剂包装选项是一种预称量且预混合的注射器。使用这种包装选项，胶粘剂在经过快速混合、抽真空除去气泡后被装入注射器。接着迅速将注射器冷冻到零下40摄氏度，冷冻可极大地降低交联反应的速度，使混合后的胶粘剂可在冰箱中保存30天。最终用户只需从冰箱中取出注射器，使其升温至室温条件即可使用。尽管注射器包装选项对于高速点胶工艺非常方便，但也极其昂贵。最终用户必须有一台能达到零下40摄氏度的冰箱，注射器必须使用充满干冰的密封冷却装置迅速运输出去。由于干冰被认为对运输有害，因而运输成本会是一笔庞大的数目。

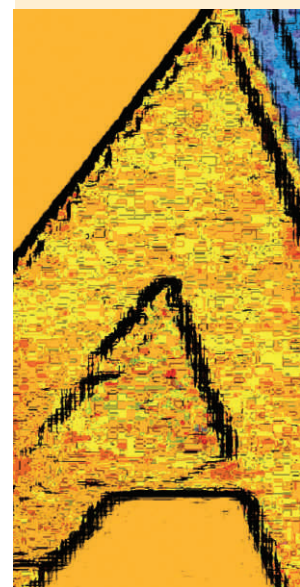
双组分胶粘剂的一个明显劣势是胶粘剂在混合后的工作时间短。大多数可靠的双组分胶粘剂可在薄膜开关生产环境的温度限制下发生交联，它们在混合后的工作时间为4~6小时。问题在于工作时间是一个关于环氧胶粘剂不能被顺利印刷或者涂布之前的大概期限。双组分胶粘剂在混合后，粘度会在四至六个小时的工作时间内逐渐上升。这给贴装尺寸极小的发光二极管带来了麻烦，此时要求使用彼此间隔短的小胶盘。生产过程必须被监控和按需调整，以确保当胶粘剂的粘度随时间流逝而增加时，胶盘的边缘清晰度和间隔始终保持一致。

双组分系统的另外一个不利之处是胶粘剂一旦混合，任何未经使用的材料在工作时间过去之后就必



图3 双组分环氧胶粘剂的包装选项。从左到右：（a）塑料袋，装有已称量并且由一个可移除的塑料夹分隔的树脂和固化剂；（b）顶部可打开的塑料瓶，装有确切数量的树脂和固化剂，最终用户将固化剂加到树脂容器中使二者混合；（c）预混合/冷冻的注射器，必须在零下40摄氏度保存。

总体而言，
位于表面的分子只代表了整体固体粒子所含固化剂分子数量中的极小部分。



双组分环氧导电胶粘剂	单组分“隐藏的”环氧导电胶粘剂
必须精确称量和混合	不必称量或者混合
一旦混合，工作时间将受到限制（通常是4~6个小时）	在室温下具有较长的工作时间（通常为几天、几周，甚至数月）
可在室温下交联	必须加热到更高温度才可以交联
即使在高温下未完全交联，在室温下也将继续交联	加热后冷却到室温，不会继续交联

双组分胶 粘剂最常用的领 域之一是首先将 黏性的间隔层涂 覆到电路上，然 后再粘贴元件的 领域。

须废弃。通过仔细计划，可确保一次混合的环氧胶粘剂将在工作时间内完全被使用，从而使上述废弃现象减至最少。在镂空版或者丝网印刷过程中，由于必须保持满版覆胶以便印刷，因而胶粘剂的废弃率比点胶过程要大。

双组分胶粘剂最常用的领域之一是首先将黏性的间隔层涂覆到电路上，然后再粘贴元件的领域。间隔层相比裸露的聚酯薄膜具有更低的温度限制，而在这些更低的工作温度环境下，表面贴装导电胶粘剂唯一可靠的选择就是双组分环氧胶粘剂。

当印刷导电油墨和绝缘体后，如果你在裸露的聚酯基材上贴装元件，那么有可能会使用单组分导电胶粘剂。单组分导电胶粘剂可在室温下保存30天或者更长的时间，它的活化温度不到140 摄氏度。

尽管单组分胶粘剂无须与双组分胶粘剂相关的称量、包装、混合和冷藏，但绝对有必要在涂布后彻底交联。为此，单组分胶粘剂必须具有足够的时间和温度。

单组分胶粘剂在冷却到室温后不会继续固化，它的另一个重要优势在于单组分导电胶粘剂的流变性在生产环境中保持稳定的时间要远久于双组分胶粘剂。

热固性胶粘剂改变 整个生产过程

热固性胶粘剂是一种不断变化的材料，当它被用于生产环境中，这种材料会因时间流逝而发生引人注目的变化。随着环氧胶粘剂交联反应的进行，会产生三种可对表面贴装连接的整体可靠性施加影响的副作用。

交联产生热量——随着交联反应开始发生，树脂和固化剂分子连接在一起时会发热，以形成一种低能状态。这被称为放热反应，或者放热曲线。随着交联加速进行，由放热反应产生的热量开始急剧增加——实际上，如果快反应型环氧树脂和固化剂以足够数量混合，材料所产生的热量完全可以引发一场

火灾。当反应所产生的热量不能迅速驱散，受困于树脂中的热量会使更多分子以更快的速度交联。逃逸热量对于导电胶粘剂而言甚至无须考虑。金属填料粒子快速驱散任何由反应所产生的热量，被混合的材料数量极少。不过，反应所产生的小部分热量会影响胶粘剂诸如粘度等其他性质。

有一种非常有效的实验仪器可用于评价胶粘剂在交联时的热性质。示差扫描热量计（DSC）测量样品处于固定温度下吸收或者释放的热量。该仪器将一小块胶粘剂样品加热到固定温度，并使其处于该温度下。接着启动精密加热装置，通过迅速打开或者关闭加热装置以便保持固定的温度。由示差扫描热量计生成的曲线图将显示样品在一定时间内热量散发（放热作用）或者热量吸收（吸热作用）的大小，如图4所示。依曲线图看来，可以对胶粘剂将花费多长时间开始固化，在一定温度下何时将彻底固化等问题进行预测。有些示差扫描热量计含有一套软件，允许用户对生产中使用的烘箱的实际时间—温度特性曲线编制程序。接下来，DSC将模拟该特性曲线，相应地调整烘箱温度。通过测试，你可以确定烘箱的温度特性是否能使胶粘剂一次通过即可彻底交联。

体积变化——当组件被加热，各种元件包括液体胶粘剂在内将以不同的速度膨胀。这种由热引起的膨胀用热膨胀系数（CTE）来表示，图5比较了若干常见材料的热膨胀系数，请注意聚合物材料和金属之间的显著差异。

一旦材料达到它的玻璃化温度（ T_g ），热膨胀系数就会发生变化，理解这一点是重要的。玻璃化温度是指材料从坚硬、易碎状态（玻璃态）向可弯曲状态（高弹态）转变的温度。对于诸如已交联的环氧树脂等坚硬、刚性聚合物而言，它们的玻璃化温度非常高，通常为150摄氏度至200 摄氏度。对于像硅酮一样的柔软橡胶状材料，其玻璃化温度可以在零度以下。聚合物材料的热膨胀系数在玻璃化温度以下会比较稳定，不过一旦材料

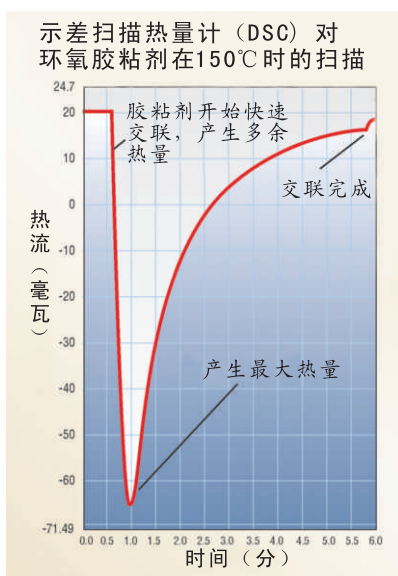


图4

温度达到玻璃化温度，热膨胀系数就会提高。在高于玻璃化温度的温度下，材料膨胀将更加严重，这是因为一旦材料从刚性状态向可弯曲状态转变，分子会更加自由地运动。

当胶粘剂还是液体或者凝胶时，基材和元件不会固定不动，电路上各种不同材料的热膨胀系数差异也不是那么至关重要。不过一旦胶粘剂交联和硬化，等到元件开始冷却，材料就会以不同速度收缩。这将对环氧胶粘剂的粘接位置产生未解决的应力，在极端情况下，由温度剧烈波动引起的应力会导致粘接断裂。

此外，如果胶粘剂未彻底交联，当电路冷却时，由于材料以不同速度收缩所产生的应力可导致粘接断裂。为了最大限度减少或者根除这种趋势，用于薄膜开关的表面贴装胶粘剂不应该太硬。刚性胶粘剂更可能因膨胀或者收缩材料所产生的机械应力而断裂。另一方面，如果表面贴装胶粘剂太柔韧，也不会有刚性胶粘剂所具备的粘合强度或者耐高温性能。

不同热膨胀系数材料所产生的应力对粘接位置的综合影响是：随着交联反应开始，环氧胶粘剂有体积收缩的倾向。由于分子拉得更近，当它们连接在一起进行组合时会导致体积收缩，收缩率通常为1%~3%——这对优化胶粘剂的电性能是必要的。随着银颗粒被拉至一起进行组合，颗粒间的接触面积达到最大，从而提高了已交联系统的电导率（图6）。这种现象解释了之所以大多数液体导电胶粘剂直至开始固化才导电的原因。

流变性变化——从胶粘剂开始加热直到交联结束胶粘剂固化，胶粘剂的流动特点将大为改变。当液体被加热，它会变得更加稀薄。因而当胶盘进入烘箱，其粘度会因胶粘剂吸收烘箱热量而迅速下降。当胶粘剂温度上升至交联反应开始加速的数值，粘度将迅速增加直到胶粘剂固化（图7）。

流变性被定义为材料的流动特

热膨胀系数

材料	(英寸/英寸/°C × 10 ⁻⁶)
熔融石英.....	1
玻璃.....	9
铜和银.....	16~18
环氧胶粘剂（无填料）.....	70
有机硅聚合物（无填料）.....	300

图5 若干常见材料的热膨胀系数

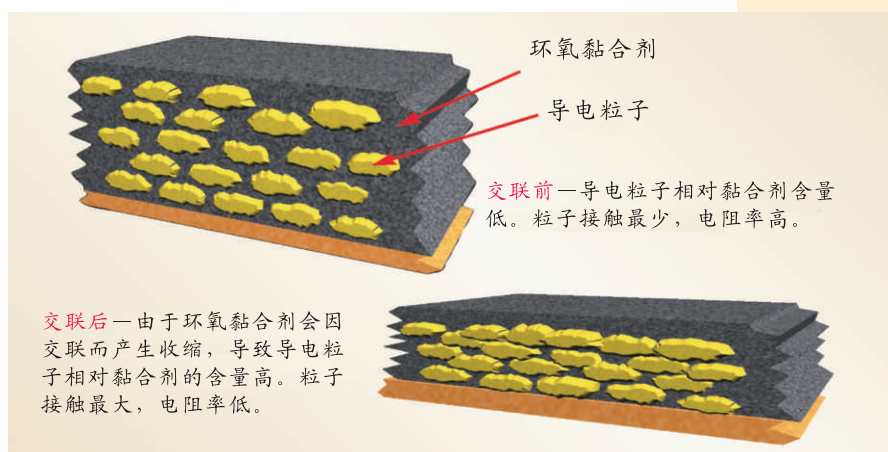


图6 环氧胶粘剂在交联期间收缩对电导率的影响

另外一个观察流变性的方法是：
将流体粘度看作是在一系列给定条件下的某个特定时刻流体浓稠度的快照。

环氧胶粘剂受热交联后，粘度随时间变化的标准绘图。

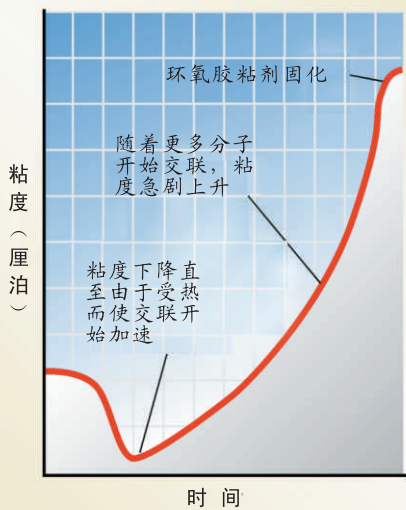


图7

作用力和运动是流体粘度的两个组成部分

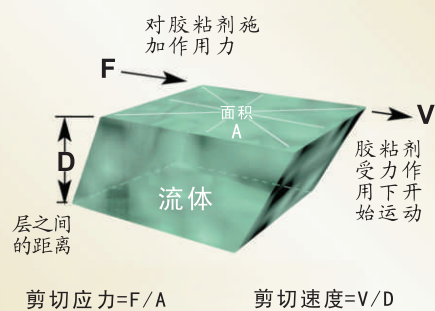


图8

性。另外一个观察流变性的方法是：将流体粘度看作是在一系列给定条件下的某个特定时刻流体浓稠度的快照。在不同条件下拍摄的几张快照被用来定义流体的总体流变性质。在我们所讨论的有关流体的影响因素中，从生产角度来看，流变性可谓对表面贴装工艺最为至关重要。

所有液体都具有抵抗运动的固有阻力，主要原因在于分子正如一盘细意大利面条一样相互缠绕。不过，当对流体施加一个正切力，液体将会沿着受力方向而流动。材料受力后流动的速度就是材料的粘度。为了更好地理解这一点，我们画出一小块流体（图8），其底部

不会开始增加，直到作用力达到一定大小，这是分子开始移动所需要的力量。同样，如果你试图推动一辆静止的车辆，你必须施加很大的作用力才能使汽车开始移动。不过汽车一旦被推动，只要施加一个更小的作用力便可使之继续运动。

使流体开始运动所需的剪切应力大小被称为流体的“屈服应力”。流体一旦开始流动，剪切速率随剪切应力增加循类似于图9中的上端曲线而发生变化。当剪切应力减小，多数流体剪切速率的变化速率不同于剪切应力增加时的情况。这种现象在图9中通过下端曲线进行了说明，被称为流体的滞后现象。这里要注意的重点是：对于

流体的剪切速度对比剪切应力

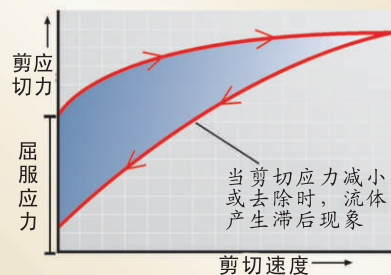


图9

当剪切速率变化时的流体粘度

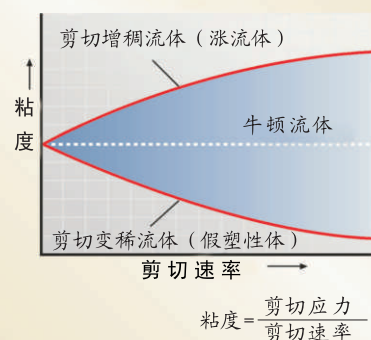


图10

静止层与诸如镂空版或者丝网的表面相接触。一个作用力F如刮板运动被施加在流体与静止层平行且相距为D的另外一层之上，该层的面积为A。一定面积上的作用力（F/A）被称为“剪切应力”。流体层沿着受力方向以速度V运动，流体在剪切应力作用下的剪切速率可用运动层与静止层之间相距距离去除运动层的速度而得出（剪切速率= V/D）。

随着施加在流体上的作用力或者剪切应力发生变化，流体的剪切速率也将随之而变。在几乎所有的情况中，剪切速率随剪切应力而发生的变化都不是线性的。当被施加的剪切应力越大，多数流体会开始变得稀薄。

大多数流体的剪切速率随剪切应力而变化的情况如图9所示。当施加剪切应力时，剪切速率并

任何一定大小的剪切应力，取决于流体所受的剪切应力是沿着曲线上还是下降，两种情况下的剪切速率会截然不同。

流体粘度——即剪切应力除以剪切速率——最常用的单位是厘泊（cPs）。粘度（剪切应力/剪切速率）对应剪切速率的绘图将显示一定剪切速率之下的流体粘度（图10）。由于流体粘度会因剪切速率而改变。我们将流体在一定剪切速率下的粘度值称为“表观粘度”。

有一类流体被称为牛顿流体，其粘度不会随着流体剪切速率的增加而发生可感知到的变化。牛顿流体的最佳例子是室温下的纯水。溶剂的表现也类似于牛顿流体。

然而，在非牛顿流体中粘度会因为剪切速率变化而改变。如果材

料的粘度随着剪切速率提高而增加，那么我们将之称为“剪切增稠流体”或者“涨流体”。涨流体的一个例子便是流沙，如果你在其中用力搅动，那么流体上增加的剪切应力会使流体变稠，从而阻止你继续搅动。如果缓慢搅动，流沙会屈服，可使你继续搅动。涨流体是不多见的材料。

大多数流体随着剪切速率增大而表现为粘度下降的现象。这些材料被称为“剪切变稀流体”或者“假塑性体”，这其中的一个实际例子是罐装的建筑油漆：当油漆被用力混合时，相比罐子被首次打开时的情形，它会迅速变得稀薄的多。如果停止混合，同时使油漆不受任何扰动，那么油漆将随时间流逝而增稠，直至最终达到混合前的相同粘度。

从实际的角度来看，这意味着当施加一个不大的作用力时，大多数材料的粘度会下降，随着作用力减小或者消除，粘度会升高。

在混合或者剪切时会急剧变薄的材料被称为触变性流体。导电胶粘剂是一种剪切变稀的高触变性流体。只要施加一个小的剪切力如刮板将胶粘剂移动到镂空版表面，就能将之从稠浆状变为浓油状的流体。图11显示的是一种高触变性的环氧固化剂。

幸运地是，在丝网或者镂空版印刷过程中，人们希望材料具有一定的触变性。理想的情况是，适于丝网印刷的材料要在丝网的顶部表面保持粘稠状态，直至刮板的剪切作用在瞬间将材料粘度降低至如水一般的粘度，从而材料可迅速、顺利地流过网孔。当网版被抬起时，每个网孔的材料都将汇流到一起，从而形成一层均匀的扁平薄膜；一旦撤去剪切力，材料将立即回到粘稠状态。

实际上，材料不会对剪切力的变化产生快速或者戏剧性的响应，在生产过程中触变性材料会呈现出不同程度的触变性。

如果粘度的概念并不那么令人难以理解，那么除了剪切力大小之外，还有一些因素可以改变材料的粘度。添加溶剂或者使溶剂从材料

中挥发将大幅度改变材料的粘度。材料受热，粘度会降低。如前文所述，诸如环氧导电胶粘剂等热固性材料的粘度会因交联而提高，直至材料变成固体。

测量粘度控制生产变量

为了理解和控制材料在生产中的变化，粘度测量工具必不可少。

你可以使用两类粘度计测量液体的粘度（图12）。旋转粘度计依靠一根长、细轴运转，轴与一块平板相连。轴被放置在一个液体容器中，以恒定速度旋转（图12）。流体施加给轴的扭矩被记录在一个量程为0~100的标度盘上。一旦读数



图11 高触变性的环氧固化剂。材料不会流动（左图），直至搅拌几秒钟后才流动（右图）。



图12 两类粘度计：锥板粘度计（左图）和旋转粘度计（右图）。

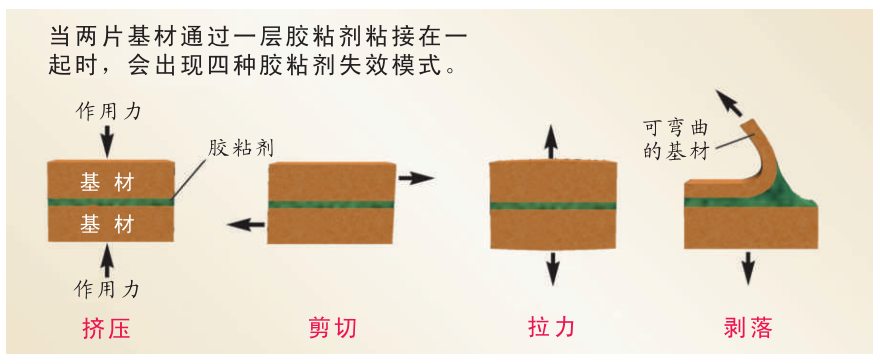


图13

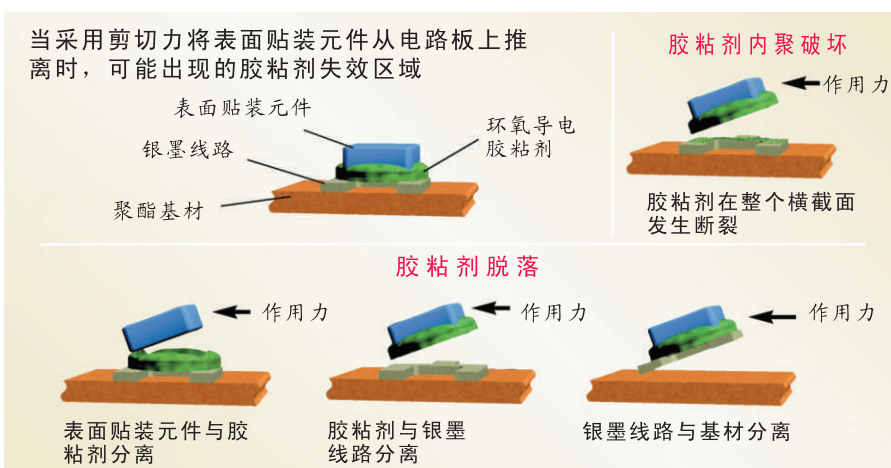


图14

通常，整体
粘接结合中最
脆弱的环节将
是导电银墨与聚
酯基材之间界面
的粘接。

被获取，由粘度计生产商制作的查找表提供了针对给定轴型号和旋转速度（转/分）的材料粘度。旋转粘度计价格不贵，使用快捷、方便，但一般都限制测量粘度较低的材料。这种粘度计要使用相当多的流体作为测试样品。当使用旋转粘度计比较材料的粘度时，必须采用相同的轴型号和速度。如果速度或轴型号不同，就无法将一个表观粘度值与另一个值进行正确关联。通过旋转粘度计收集的粘度数据报告总是包括温度、轴型号和旋转速度。

另外一种粘度测量仪器是锥板粘度计，由于它使用一个与金属轴一端相连的圆锥板，因而类似于旋转粘度计。圆锥体距离扁平的金属表面，即一个金属杯的底部非常近，金属杯在测试时将整个测试区域包围起来。将少量材料放置在杯子的中央，当杯子被连接时，圆锥体压碎材料，在圆锥体与金属平板之间产生一层极薄的膜。接着圆锥体以恒定的

速度或者扭矩紧靠着这层薄膜旋转，以便测量粘度（图2）。虽然锥板粘度计比旋转粘度计更加昂贵，不过前者只需要少量的测试样品，而且可测量粘度极高的材料。基于锥板粘度计收集的粘度数据报告必须包括温度、圆锥体型号和旋转速度或者扭矩。

存在另一种易于测量、可说明材料流变性的共同值（common value），它与所使用的粘度测定方法无关。“触变指数”或者“触变比”仅仅是指某个速度（转/分）下的材料表观粘度与更高速度下的表观粘度之比。通常测量当速度为1转/分和10转/分时的材料粘度，那么触变指数便是以速度为10转/分时的粘度除速度为1转/分时的粘度。适合镂空版印刷的优良胶粘剂的触变指数将为3~6。正如我们将在第二篇系列文章中所看到的那样，当使用点胶工艺涂布胶粘剂时，触变指数就不会如同在镂空版印刷中那么关键了。

材料选择——设计考虑

当在表面贴装元器件时，为了获得牢固的胶粘接合，有必要理解胶粘接合可能的失效模式。

环氧胶粘剂具有优良的抗拉强度、抗剪力和耐压力，不过在剥离模式下则表现得非常脆弱（图13）。

由于使用了易弯曲的基材，因而当电路在表面贴装元器件的附近弯曲时，元器件容易遭受剥离作用。为此，大多数生产商将使用一种透明的UV固化胶囊密封材料，以便包围并固定由表面贴装导电胶粘剂粘贴的元器件。胶囊密封材料保护易碎的小型导电胶盘不受外力作用，外力可能使胶盘破裂，致使电路打开或者中断。

用来验证一种表面贴装胶粘剂强度的最常见方法之一是：测量由这种胶粘剂贴装的元件的芯片剪切强度。测试包括使用一根与测力计相连的金属探针，以便向贴装元件施加一个侧力，并测量将元件推离电路所需的作用力大小。该测试也被简称为“元件推离试验”。美国特种印刷及制像协会（SGIA）下的

ASTM委员会已经制定了一个试验方法——ASTM F1995, 可检查表面贴装元器件在薄膜开关上的粘接强度。想了解更多的信息, 请登录ASTM委员会的官方网站: www.astm.org。

尽管这项测试能够非常可靠地表示出胶盘边缘清晰度差、元件贴装不牢或脱胶等情况, 但如果使用的唯一信息只是将元件推离电路所需的作用力大小, 那么测试也可以提供令人误解的结果。

当元件从电路上被推离时, 胶粘接合有四个可能会失效的区域(图14)。第一个区域是在元器件的阳极或阴极与胶盘表面之间。第二个区域是在胶盘与银墨线路以及/或者聚酯基材之间。第三个区域是银墨线路从聚酯基材上分离的区域。这三种失效类型被称为“脱胶”。第四种失效类型是指胶粘剂的整个横截面发生断裂, 在元器件与电路基材或银墨线路上各留下了部分胶粘剂, 这种类型被称为“胶粘剂内聚破坏”。

当使用元件推离实验来检查粘接结合可靠性时, 要将胶粘剂失效模式与实际获得的推离力数值一同评价。在大多数情况下, 当对元件进行剪切试验时, 完全固化的环氧胶粘剂会迫使导电银墨脱离聚酯基材表面。通常, 整体粘接结合中最脆弱的环节将是导电银墨与聚酯基材之间的粘接。

理解这一点是重要的。如果你得到的元件推离作用力数值小, 而且胶粘剂失效发生在导电银墨线路与裸露的基材之间, 那么改善整体胶粘接合完整性的唯一途径既可以是提高银墨在基材上的附着力, 也可以通过设计银墨线路端接, 以使环氧导电胶粘剂与裸露的聚酯基材相接触。图15是一些常用的银墨线路结构, 可允许环氧导电胶粘剂与银墨接触从而实现电气连接, 同时还与聚酯基材接触以便改善机械粘接效果。在有些情况中, 聚酯基材与环氧导电胶粘剂之间的粘接是如此之强, 以致当环氧胶粘接合受外力作用而失效时, 聚酯基材上的印刷处理层将被移除。

如果在元件推离试验中出现完

当在聚酯薄膜基材表面贴装元件时, 可使胶粘剂与银墨、基材相接触的银墨线路结构

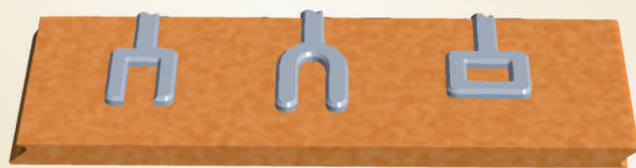


图15

全的内聚破坏, 就意味着环氧胶粘剂未彻底固化或者混合不正确。完全固化的胶粘接合通常会迫使胶粘剂失效发生在油墨/聚酯基材界面。在一些情况中, 胶粘剂失效将出现在元器件/环氧导电胶粘剂界面, 甚至或者是油墨/环氧导电胶粘剂界面。

有时胶粘剂失效类型并不一致, 或者可以在不止一种界面上发生失效。这其中的原因之一是: 在进行元件推离试验时, 尤其对于可弯曲的基材表面, 在纯剪切模式下元件不会因外力作用而出现胶粘剂失效; 取决于测试探针的放置以及基材可弯曲的程度, 实际的胶粘剂失效将发生在剥落模式中。由于胶粘剂失效将从第一个出现的小裂缝处蔓延开来, 因而会导致脱胶/胶粘剂内聚破坏双双出现。

从设计的角度来看, 使胶粘接合的表面面积最大化将获得最佳的粘合强度。不过, 务必要防止导电胶粘剂在元器件下方从相对的两端汇流到一起, 否则当贴装元器件时会造成电路短路。这种现象被称为渗胶(wicking), 杜绝此类现象的方法是: 使胶盘之间的距离更远; 或者在元器件下方利用一根小的绝缘体线作为堤坝, 以阻止胶粘剂汇流到一起。

作者注:有两种将导电胶盘涂布到薄膜开关基材表面的方法——点胶工艺和镂空版印刷。在制作使用大型元件的样品时, 有些生产商会采取丝网印刷工艺涂布胶盘。镂空版印刷能够产生远胜于丝网印刷的一致、规则的胶盘边缘清晰度。

第二篇系列文章将概括论述镂空版印刷和点胶工艺, 并对后者予以特别关注。

翻译: 闵耀霞
电邮: mary_cmyk@sina.com

从设计的
角度来看, 使
胶粘接合的表
面面积最大化将
获得最佳的粘
合强度。

