

怎样处理潮湿敏感元器件

本文介绍，塑料封装元件的潮湿敏感性是一个关键的制造问题，它不能看作是“容易照办的”装配程序。事实上，相对于十几年的ESD有关的问题，普遍都对潮湿问题缺乏控制。但是，在零件处理、跟踪和控制中任何可能的改进都预示着在该领域中产品可靠性的改善。

涉及塑料集成电路(IC)潮湿敏感性的情况渐渐地变得越来越坏，这是由于许多工业趋势所造成的，其中包括对用来支持关键通信和技术应用的更高可靠性产品的不断寻求。单单潮湿敏感性元件(MSD, moisture-sensitive device)的失效率已经是处在一个个个忍受的水平，再加上封装技术的不断变化。更短的开发周期、不断缩小的尺寸、新的材料和更大的芯片正造成 MSD 数量的迅速增长和潮湿/回流敏感性水平更高。最后，诸如 BGA、CSP 这类面积排列封装的使用量增长也已经有重大影响。这是因为这些元件倾向于封装在盘带(tape-and-reel)系统中，每个盘带具有大量的元件。当与 IC 托盘中的引脚元件比较时，关键的问题是对潮湿暴露的时间更长了。

发外加工的影响

或许最重要的因素是合约制造商与大规模用户化的不断增长。在印刷电路板制造工业中，这变成了“高度混合”的生产，批量的减少使得装配线上产品转换更多，导致 MSD 的暴露时间增加。每一次 SMT 生产线转换到一个新产品，多数已经装载在贴装机器上的元件必须取下来，造成许多部分使用的托盘和盘带需要暂时储存，以后使用。这样储存的 MSD 在回到装配线和最后焊接回流工艺之前，很可能超过其关键的潮湿含量。因此，在设定和处理期间，必须把暴露时间增加时间到干燥储存时间。

IPC/JEDEC 标准

MSD 的分类、处理、包装、运输和使用的指引已经在工业标准 J-STD-023 中有清楚的定义，这是一个美国电子工业联合会(IPC)与焊接电子元件工程委员会(JEDEC)联合出版物。该文件在 1999 年发行，主要统一和修订了两个以前的标准：IPC-SM-786 和 JEDEC-JESD22-A112(这两个文件现在都过时了)。新的标准包含许多重要的增补与改动，必须遵循以更新现有的制造系统和程序。

总而言之，该标准要求 MSD 适当地分类、标记和封装在干燥的袋子中，直到准备用来 PCB 装配。一旦袋子打开，每个元件都必须在一个规定的时间框架内装配和回流焊接。标准要求每一卷或每一盘 MSD 的总计累积暴露时间都应该通过完整的制造工艺进行跟踪，直到所有零件都贴装。适当的材料补给应该有效的减小储藏、备料、实施期间的暴露时间。另外，该标准还提供灵活性，以增加或减少最大的生产寿命，这一点是基于室内环境条件和烘焙时间。

制造程序综述

虽然在一个规定的生产寿命内装配 MSD 的原则听起来象是一个直截了当的要求，但是在生产环境中的实际实施总是有挑战性的。因为标准有时被误解(并且没有简单的按照要求去做的方法)，在工厂与工厂的实际制造程序之间存在很大的差别。例如，还有公司根本没有成文的制造程序来跟踪和控制 MSD。相反，有些公司已经建立一些非常麻烦的系统，消耗许多时间和能量，生产操作员几乎不可能跟随。

在这些极端之间，大多数公司都以许多的假设条件，建立可行的简化的工作程序。可是，这样又造成在装配那些需要烘焙的元件时也把不需要的给一起烘焙了。第一种情形将影响材料的可获得性、可焊性，和导致昂贵元件的浪费。其它情况将影响到最终产品的可靠性。不幸的是，在许多组织中，MSD 的工作程序是许多年以前建立的，没有定期修订。元件、产品混合、材料供给、装配工艺、设备和标准的变化都不能反映出来，因此其有效性大打折扣。

MSD 的标识

与 MSD 控制有关的首要问题是拖盘和带卷的标识，一旦从其保护性干燥袋中取出后，这些有元件的拖盘和带卷怎样标识？如果元件不是在干燥袋中收到的，或者如果袋子没有适当地标识，那么有可能当作非潮湿敏感元件处理的危险。材料处理员和操作员必须有一种方便可靠的方法来确认零件编号和有关的信息，包括潮湿敏感性级别。

MSD 的大多数都包装在符合标准 JEDEC/EIAJ 外形的塑料 IC 拖盘内。不幸的是，这些拖盘没有可以贴标签的表面空间。在多数情况中，单个的拖盘都非直接地进行标识，用纸或标贴放在货架、机器送料器、干燥室、袋等。所有数据都必须通过不同的步骤从原来的标签转移过来。那些在 SMT 生产线呆过一定时间的人都知道由于跟踪拖盘包装的元件所造成的巨大困难，以及由此产生的人为错误。

应当肯定，把标识标签放在塑料卷盘上是比较容易的。可是，可用于标贴的表面相差很大(决定于卷盘的设计)。有时卷盘含有大的开口，对于较大的标签稍微复杂。一个典型的卷盘应该有多个标签，有整个生产和元件分流周期所要求的各种条形码和可读数据。因为没有建立标识的标准格式，装配者除了所有其它标签之外有时被迫增加个人标签，这使得处理这类元件变得非常混乱。

因此，当卷盘含有 MSD 时，它们应该清楚地标识其敏感性级别。尽管如此，甚至但卷盘有适当的标识时，这些信息在卷盘装载在送料器或装在贴片机的相邻送料器时，可能变得不可阅读。

不跟踪暴露时间的危害

或许最坏的情况就是，一些装配制造商依靠其材料补给系统(刚好及时[JIT]/先进先出[FIFO])来保证所有元件都将在所规定的时间限制内装配。这在过去是可以忍受的，但是现在，元件技术的不断变化和不断增加的生产混合度使得这成为一个非常危险的情况。事实上，大多数装配制造商不知道元件暴露多长时间和 MSD 超过其最大生产寿命有多频繁，因为这些信息没有跟踪。

实际的危险水平可以用一个实际的例子来说明：假设一个卷盘含有 850 个 BGA，一个产品要求每板一个零件。象大多数 PBGA 一样，该零件被分为第四级，生产寿命为 72 小时。这意味着当卷盘装上贴片机之后，生产线的平均运行速度必须超过每小时 12 块板，一天 24 小时，不能中断地三个整天在期限来到之前将所有元件贴装完。然后加上零件在 SMT 生产线设定期间的暴露时间(希望不要有预先将 MSD 准备在送料器上)，和其它常见的情形，如生产计划的变化、缺料、停机等情况。最后，在多数生产环境中，每天有一次以上的产品转换，造成多次的设定。那么有关的暴露时间将会延长，因为同一个卷盘要从贴片机上下多次。当考虑所有的暴露因素时，很明显大量的 MSD 在回流焊接之前将超过其规定的生产寿命。

干燥储存

通常将从贴片机上取下的部分拖盘和卷盘储存在一个干燥环境，直到再次使用。这种储存必须由一个干燥室或有干燥剂的重新密封的干燥袋组成。许多装配制造商认为零件处于干燥储存时暴露的时间即终止。事实上，一旦零件已经暴露一定时间(超过一小时)，吸收的潮气将保留在包装内，向中央界面扩散，可能产生危害。因为这个原因，标准上没有说要停止暴露时间的计时。

最近的发现清楚地表明，对于高潮湿敏感的元件(级别 4-5a)，干燥储存的时间与生产暴露之前是同样重要的。从一篇有关主题的论文¹引证的一个例子说明，分类为 5 级(通常 48 小时生产寿命)的 PLCC 在只暴露 16 小时之后接着干燥储存 70 小时实际上仍然超过关键的潮湿水平。不管怎样，将元件放入干燥储存还是一个好方法。越干燥的环境将减慢潮气吸收的过程，如果零件留在干燥环境足够的时间，过程将反过来，零件将开始重新干燥。还有，如果暴露时间有限，夹带的潮气将在相对短的时间里去掉。IPC/JEDEC 标准规定对于暴露时间少于 8 小时的零件在干燥环境持续 5 倍的时间，可以将暴露时间重置为零。再一次，真正的问题是要给生产操作人员提供一个可行的工作程序。

备料刚好数量

利用最短暴露时间的原则，一些装配制造商已经采用少量发放 MSD 的方法，准备的数量刚好够八小时装配的。如果任何零件在该限定之前还有，通过充分的干燥储存时间还可以将零件带回干燥条件。这样涉及详细的数量计算包括每个 MSD 的报废因素。昂贵而易损的 IC 必须手工地从塑料拖盘中移进移出。另外，盘带必须剪切适当的长度。后者要求较困难的分切操作，以增加送料器所要求的引导带，而且要将所有的元件信息从原来的包装转移到新的拖盘/卷盘。

这种操作将造成高度的机械或 ESD 损坏的危险性，对品质、合格率和成本产生坏的影响。另外，关键的是监测零件不要超过所规定的八小时，并且在重新发放给生产之前花五倍以上的时间进行干燥。

每一件东西都进行烘焙

另一种办法是有系统地烘焙所有生产后留下的部分使用的拖盘和卷盘。这是一个较简单的管理程序，但是它可能产生比它实际防御更多的问题。重要的是要注意，烘焙的缺省条件已经在最新的 IPC/JEDEC 标准中增加很多。对于包装在高温拖盘内的零件，现在的周期 125 °C 48 小时。在卷盘和低温脱盘上的元件必须以 40 °C 烘焙 68 天。在大部分公司，这样做简直是不可能的。标准规定除非另行表明，烘焙周期在完成的元件上是可允许的。如果需要不止一个烘焙周期，应该咨询供应商。

手工记录时间

在许多公司，MSD 程序要求生产操作人员手工地记录零件从其保护性干燥袋中最初取出的日期和时间。因为多数 MSD 都是包装在 JEDEC/EIAJ 的拖盘或卷盘内，暴露时间记录表(对于在卷盘上的)可以包括在一个标贴内。在拖盘的情况中，没有办法将处理数据直接附在容器上。由于这些限制，很难维持元件与各自记录表之间的联系，因为拖盘和卷盘从贴片机、干燥室装上拆下。

除了记录表实际的物理格式外，它所包含的动态变化的数据产生进一步的困难。信息必须包括零件编号和敏感性水平，因为这些数据在包装袋打开和扔掉之后就失去了。为了跟踪暴露时间，记录表必须包括至少一系列来记录当包装袋最初打开时的日期与时间。为了是该程序计入干燥储存所花的时间，记录表还必须包括记录材料进入和移出干燥室或干燥袋的日期与时间(可能多次)。

有关这类手工记录的最大困难是，基于日期与时间的计算不是简单的代数运算。甚至是训练有素的人都要花大量的时间与精力，而且还诱发人为的错误。在这个事情上消耗的时间也对设顶时间和机器/生产线的利用率有直接的影响。

送料器与贴片机的检验

在材料运动期间的时间记录程序是一个好的开始；可是，在装载在贴片机上时它几乎不能提供任何可见的零件现状。这一点为什么重要呢？可能是个别元件最终将超过起最长的暴露时间，因为这是他们花时间最长的地方。

干燥控制的部分测量可以通过定期检验来达到。检验频率很大程度上决定于敏感性级别和产品转换和有关送料器设置的次数。事实上，它意味着生产操作人员必须基于前面的记录进行额外的日期与时间的计算，并最终在过期之前将元件从贴片机上取下。

由于缺乏可见性，装在机器、送料器承放架上的 MSD 可能会暴露更长的时间。对于有固定送料器设置和未用完的拖盘与卷盘不从机器取下的生产线，应该非常小心。

除了这些关注之外，还有与有关工艺相联系的其它困难。包括烘焙、重新密封在干燥袋中、重新贴标签、修理与返工、设备编程、重新装带、双面回流、室内条件下降、等。

结论

有许多大的障碍阻止装配制造商适当地控制对 MSD 的损害。在许多情况中，有足够的成文的程序，但是马上变成人为的不可遵循。这会造成大量不能接受的缺陷。PCB 装配运作应该在最新的 IPC/JEDEC 标准上重新评估其 MSD 工作程序。虽然对潮湿危害的控制和静电损害一样重要，但是它没有得到同样的注意。人们要求新的系统与方法来提供对生产环境中这类问题的可行的和可靠的解决方案。

References

1. R.L. Shook and J.P. Goodelle, "Handling of Highly Moisture-sensitive Components: An Analysis of Low-humidity Containment and Baking Schedules," Lucent Technologies, 1999 ECTC.
2. R. Rowland, "Moisture-sensitive Components," SMT Magazine, October 2000.
3. S. Davis, "Reliability: First Step to Availability," RTC Magazine, April 2000.
4. J-STD-003, IPC/JEDEC, April 1999.

-----摘自 SMT 论坛网