

电离器在印刷电路板装配工序上的应用

Roger Peirce – Simco-Ion, an ITW Company

总论：

在生产和装配电子印刷电路板(PCB)系统时，电离器能有效消除静电放电(ESD)对电子组件所造成的损害。加入 Simco 前，我曾担任独立顾问 20 余年，接触过大量的 ESD 模式 1。事实上，假如能够妥善地应用电离器，这些损害都是可以避免的。因此，我将在本文指出电路板及电子产品装配工业里应该使用电离器的高风险工序。

带电装置模型(CDM)作用是引致 ESD 损害的最常见原因。不过，人们往往误以为人体模型(HBM)作用才是导致电子产品失效的元凶。所谓人体模型(HBM)作用，是指人体充电后，再向对 ESD 敏感的对象放电。

所谓 CDM 失效模式，是指对 ESD 敏感的装置本身出现充电情况，再透过导体(人、机器等)把静电释放出来。当对 ESD 敏感的对象因摩擦或电场感应充电，便会产生 CDM 损害。什么是电场感应呢?这是说只要把对 ESD 敏感的对象放置在接近电场的地方，它们便会自然地充电。这种现象尚未获广泛认识，但我们所知的是，放在静电电荷场的装置，颇快和颇容易出现充电的情况。因此，必须把对 ESD 敏感的对象远离能够产生静电的物料。假如一定要把这些对象放置在接近容易产生静电的物料，就要使用电离器来消除因可能出现电场感应而造成的损害。

电离器的应用

输送带：在设计欠佳的输送带系统上，各类对 ESD 敏感的产品(硅片、芯片、基板、组件及印刷电路板系统)会透过摩擦大量充电。因此，必须确保输送带系统内不会出现产品充电的情况，或当产品接触到导体时出现 CDM 损伤。在输送带连接装卸设备的输入及输出口上装设电离器，已证明十分有效。

裸板：假如要把对 ESD 敏感的装置嵌入裸板组件，确保后者不会出现充电情况也是十分重要的。我们曾目击多宗因此而起的装置失效个案。在这些个案中，在输送带系统上和进入贴片机的裸板在边缘位置充电，又或是在滑离输入料斗时充电。塑料板在输送带边缘充电，引致电路板上的金属电路接线路径感应充电。充电后的接线路径，会向由贴片机的装配机械臂放在它上面的弱势装置放电。有趣的是，在部分个案中，受损的只限于接触电路板的首部分。大部分充电的印刷电路板接线，会在首次接触时放电—也就是将要接触电路板的首部分。



电路板自动化装配设备：波峰焊、插入芯片、再流焊、标注/上墨，以及其他电路板装卸设备都可以引致电路板充电。操作员应该即场量度，以决定摆放电离器的正确位置。如前所述，电离器应该摆放在电路板刚要接触导体前的位置！

芯片输送装置：我们需要耗费大量时间，以侦测和消除因现代芯片装卸设备的运作原理而造成的 CDM 产量损失。芯片内部可能会出现不易察觉的充电问题(芯片在这些机器上移动和滑动时出现充电情况)，也就是说，放电现象和产品受损以自容形式发生，成为正常操作程序的一部分。要侦测和消除这些问题，往往需要丰富的专业知识和特别的量度仪器。

放置在平台上的电路板：我们曾观察不同的装配线，而这些装配线都是把对 ESD 敏感的电路板或系统放置在工作站或输送带等平台。这些平台可以把对 ESD 敏感的对象与地面隔离，产生绝缘作用...若出现充电情况，就只有透过离子化消除。简单的即场量度，就可以找出对 ESD 敏感的对象有没有出现充电情况。

一般用途：由于装置越来越容易受到静电 2-3 电荷 (现场的灵敏度 <100 伏)影响，我建议在处理电路板组件的每处地方加装高架电离器已有好一段时间! 大部分厂房都订立了距离守则，规定工作人员把容易产生电荷的物料远离对 ESD 敏感的对象(6" 守则、12" 守则等)。在每个工作站装设电离器，有助达致上述要求，亦可预防装置对 ESD 出现超敏感反应!

以人手在电路板上插入集成电路及连接器：很多时候，套装的集成电路和连接器会放在装配在线，由工作人员检索个别组件，并以人手把其嵌入电路板。由于包装不当，塑料套面对面的接触连接器，令引脚和其他有关的电路充电。把充电后的装置插入低电位的电路板，可以引致 ESD 损伤。改变包装和对装置顶层进行离子化，都是有效的改善方法。

另外，在典型的电路板装配区域，一些工作站在安装和处理能产生高电荷的塑料零件(连接器、电缆、塑料外壳、塑料盖、塑料管、塑料板等)时，附近常有对 ESD 敏感的组件及电路板。如不能以不产生电荷的其他原材料取代塑料原料(情况大多如此)，便要使用电离器，以确保在操作员进行装配工序的同时，安全地避免出现充电情况。这些装配工作站的作业面积一般为 2' x 4'。我们建议在这些工作站安装 3 扇的高架电离器。如处理下述各项的地方非常接近对 ESD 敏感的对象和电路板，下述物品都要加以离子化：

- a. 卡普顿胶带(遮蔽工序)
- b. 光缆
- c. 扁平电缆(带状光缆)



- d. 伸缩电缆(铝绞线)
- e. 普通的塑料连接器
- f. 电路板的塑料外壳
- g. 包装最终产品的塑料箱
- h. 有充电情况的部分类型芯片

抗 ESD 手套:如操作员处理电路板时戴上预防 ESD 的手套,有关的工作台都应使用电离器。很多人都会有一个错觉,误以为只要操作员戴上粉红色的抗静电或黑色的导电手套/手指胶辊(互相摩擦时不会产生大量静电),他们触摸或摩擦的对象(即电路板)便不会充电。可是,事实刚好相反。如操作员戴上所谓的“抗 ESD”手套,电路板的充电量往往较操作员赤手时高出 10 至 20 倍,与出名持续会产生高电荷的乳胶手套并无分别。

吹脱装配环境中的空气:装配电路板时,空气在电路板物料上流动,是充电现象的另一个常见肇因。虽然研究 ESD 的专家对气流本身—还是空气中的尘埃粒子—引致充电 4 未有定论,但气流已被公认为造成电路板充电的元凶。要吹脱环境中的空气,必须使用电离枪/鼓风机。

塑料运输车:我们时常建议不要在生产电子产品的厂房使用塑料制造的运输车。要用的话,就必须在处理电路板时使用电离器。

检收来货:大部分厂房都会不时收到由供货商错误包装,需要重包的 ESD 敏感组件。在这些情况下,这些组件往往会出现充电情况。因此,最好在检收来货的工作站安装电离器,确保可以在离子化的环境中安全地进行重新包装的工作。

凝胶包装:芯片很多时会放在迭片包装里。包装底部的表面,是具有粘性的凝胶(“凝胶包装”),有固定芯片在容器中的作用,也是非常普遍的包装物料。这些“凝胶包装”对固定芯片位置颇有用处,但假如没有采取预防 ESD 的措施,就有出现 CDM 失效模式的潜在危机。我们曾为一些公司进行有关凝胶包装的技术研究,证实下述模式会直接导致电子产品失效:当工作人员把芯片与具有粘性的包装表面分离,部分芯片出现充电情况,度数高达 10-12 千伏(法拉第筒量度法)。芯片其后在电路的适当地方放电,证实对装置构成损害。接地的操作员使用导电镊子,以至把芯片从凝胶包装取出后放置在导电的容器内,都是造成放电的原因。

我们建议设立“专用电离工作站”处理这些情况,而更重要的是,必须确保操作员使用绝缘或能散去静电的镊子把芯片从具有粘性的凝胶包装取出。



显微镜工作台：在生产过程中，操作员会在不同阶段把电路板组件放在显微镜及其他仪器下检查；然而，这些放置电路板的工作台不少都会产生很强的电荷。以玻璃、陶瓷或塑料制成的工作台，很容易产生危险的静电场，而当电路板在工作台的台面滑动，便会因摩擦而大量充电。假如工作台容易产生电荷或工作台并非以抗 ESD 的材料制造，就应该使用电离器。

嵌入塑料板及产品外壳的电路板组件：根据记录，因这个失效模式而令产品受损所造成的经济损失是最大的。确切点来说，不少厂家在决定产品的最终设计时，都会把电路板组件嵌入产生高电荷的塑料板上。如湿度偏低，操作员在处理这些塑料板时，塑料板通常会充电至 20-30 千伏的高水平。电路板上的电路亦因而充电。然后，操作员在正常的工序中，不断令电路板的组件放电。这个问题在复印机、传真机、计算器、办公室器材及其他使用塑料外壳的产品制造商中甚为常见...但它亦可在使用金属外壳，然内部包含大型塑料部件的系统中发生。

保形涂层：近来，我们收到不少因施用保形涂料而引起的产品损坏报告。大部分保形涂料(塑料类涂料)，在施用时会令对 ESD 敏感的对象迅速充电。出现放电及损坏情况非常普遍。因此，进行有关工序时必须使用电离器。

环氧涂层：使用注射针头为电路板组件及部件加上环氧涂层，是令产品受损的一个主要原因。这种失效模式跟之前所述的稍有不同。当注射器的塑料筒身受到负责这个工序的操作员挤压，便会出现大量充电的情况...连带使浮动的金属针头充电。在上涂层的过程中，这根充电(不接地)的金属针就会向电路板组件内的部件放电! 这种失效模式亦见于结构接近的滴涂装置。

机械面板及窗：大电场可令电路板内部感应充电。以外用抗静电剂处理窗子或在窗子盖上抗 ESD 薄膜或涂层，就可以消除风险。假如不能采取上述措施，就要使用电离器。

干燥箱：可在产生高电荷的塑料/玻璃墙和门加设干燥箱。由于这些能产生电荷的表面面积很大，一般会把氮气泵入箱内，以保持环境干爽。带电绝缘体的表面面积越大，对附近装置和电路板组件的潜在“损害能力”超强。这些因素能大大提升产生电荷的能力，而不受保护的 ESD 敏感产品就会出现感应充电的情况。处理产品内的零件前，应先进行离子化程序。

测试夹具/测试座/Prom Burning Sockets/预烧板：在测试组件和电路板装置的整个程序中，经常使用测试座及预烧板夹具。已证实有机会损害电子装置的 CDM 失效模式有两类。一，这些测试座和高温座一经接触操作员，不少会大量充电，如操作员佩带手套，情况尤其严重。



当测试座充电，其相对大的表面面积可产生电场，引致将要插入插座的零件感应充电。充电的部分其后在接触灯头销时放电。把零件插入测试座，即可察觉到零件受损。

第二类失效模式是这样的：假如测试座大量充电，所产生的电场会令测试板或预烧板上的印刷电路板布线充电。一插入测试座，电路板便会向装置放电。这种潜在的受损模式称为机械模型(MM)失效模式。装卸电子装置时，只要把插座一直放置在经过离子化的空气中，便可避免出现上述两种失效模式。

测试座上的塑料上盖：跟之前刚讨论的情况类似，如在进行测试前于测试座上加装塑料上盖，就有需要使用电离器（进行高电压测试时，往往需要加装绝缘上盖以保障操作员的安全）。这些大型塑料上盖所产生的电场，足以对接受测试的部件造成 FIM (场感应模型) 损害。

卷带及滚动条包装程序：CDM 失效模式亦出现在卷带及滚动条包装工序。在差不多所有案例中，产品受损，都与能产生高电荷的轧辊非常接近卷带中的装置有关。金属轧辊一般并非产生电荷的源头，但若轧辊的上盖有塑料或橡胶涂层，情况就刚好相反。确切点说，当能够产生高电荷的轧辊滑过对 ESD 敏感的装置的塑料或陶瓷包装，该装置会透过摩擦充电。另外，轧辊的电场可使附近的装置感应充电。其后的放电现象会令电子产品受损，这包括当导电磁带物料接触装置的引脚。进行上述工序时，应透过更换轧辊物料或离子化消除所有由轧辊引起的充电情况。

成型/封装：我们已证实大量受损个案与成型或封装过程中的充电现象有关。典型的封装物料是绝缘的，操作员处理或摩擦这些物料时，就会出现大量充电的情况，有机会引发 CDM 损害。根据纪录，我们发现到目前为止，当封装物料放在电路板组件或集成电路上时，是最常出现产品受损的时刻。进行冷却过程后，制品仍然残留一定的电荷。很多案例显示，当集成电路板上的众多零件是于同一时间封装，总体充电情况会较为严重，引发 CDM 损害的潜在风险甚至较其后出现放电现象时更高。

电荷很多时停留在已封装的零件。这可以引致电路板电路的电感耦合。这种情况从封装程序完毕起，可以一直在余下的工序中发生(余下的工序数目可以十分多)，甚至到包装制成品时仍产生影响。也就是说，封装程序一旦出现充电情况，便可令余下的工序受到影响。只要在封装机的输出口安装电离器，即可完全消除上述风险。

作者简介：

Roger J Peirce 是 Simco-Ion, an ITW Company (ITW 集团成员) 的技术服务总监，之前曾创办顾问公司，为半导体及电子业提供有关 ESD 的顾问服务，历时达二十年之久。他是 Voyager



依工斯诺科恩静电（深圳）有限公司

广东省深圳市宝安区沙井街道办向兴路

同富裕工业区恒明珠科技园 11 栋 2 楼

网址: www.simco-ion.com, www.simco-ion.cn

Technologies (1983) 的创办人之一，专门设计新颖的 ESD 测试仪器，于 1970 年加入美国新泽西州 Murray Hill 的 Bell Labs 公司，开展长达 13 年的事业。



worldwide leaders in **static control**