

# 东莞市红浦电子有限公司

## Hompur Electronics CO., LTD

电话: 0769-23039375 13712001725 13729970775

E-mail: hompur@163.com

<http://www.hompur.cn>

### 培训资料

#### 一. 防湿绝缘涂料的主要作用

1. 防湿绝缘涂料, 又叫敷型涂料、保形涂料、共形覆膜、共性覆膜、披覆胶、披覆剂、披覆油、披覆漆、涂覆胶、防潮胶、防潮油、防潮漆、防潮剂、防水胶、防水油、防水剂、防霉胶、防锈胶、防护漆、防腐油漆、防盐雾漆、防尘漆、三防胶、三防漆、三防油、三防剂、三防涂料(三防指的是防潮、防盐雾、防霉)、绝缘胶、绝缘漆、绝缘油、保护胶、保护漆、保护剂、保护油、conformal coating。
2. 防湿绝缘涂料是一种很薄的(一般厚度是几 mil, 1mil=25um) 电子线路和元器件保护涂层, 就是涂敷、披覆在已焊插接元件的印刷线路板(PCB)上的很薄的保护材料, 主要起到对 PCB 板的防水、防潮、防湿、防霉(防止焊脚树状生长)、防尘、防锈、防污等化学侵蚀、防臭氧腐蚀、防震动、防盐雾、防碰撞、防零件松脱、防短路、绝缘、耐冷热冲击、耐老化、耐辐射的作用。它既可增强电子线路和元器件的防潮防污能力和防止焊点和导体及其相关设备免受环境的侵蚀, 也可以起到屏蔽和消除电磁干扰和防止线路短路的作用, 提高线路板的绝缘性能。此外, 防湿绝缘涂料也有利于线路和元器件的耐摩擦和耐溶剂性能, 并能释放温度周期性变化所造成的压力, 提高电子产品的稳定性, 延长使用寿命, 确保使用的安全性和可靠性, 有效提高产品品质, 减少昂贵的保用期故障费用。防湿绝缘涂料可防止漏电, 因此允许更高的功率和更近的印制板间距, 从而可满足元件小型化的目的。除了用于电子工业, 防湿绝缘涂料在汽车工业、航天航空工业、国防工业和生物工程方面也有广泛的应用。
3. 在现实条件下, 如化学(例如: 燃料、冷却剂等)、震动、高尘、盐雾、潮湿、湿气与高温等环境, 线路板可能产生腐蚀、软化、变形、霉变等问题, 导致线路板电路产生短路、出现故障。
4. 湿气是对 PCB 电路板最普遍、最具破坏性的主要因素。过多的湿气会大

幅降低导体间的绝缘抵抗性、加速高速分解、降低 Q 值、及腐蚀导体。我们常常看到 PCB 电路板金属部分起了铜绿就是没有涂覆防湿绝缘涂料金属铜与水蒸气、氧气共同其化学反应引起的。

5. 在印刷电路板上随便找到的几百种污染物具有一样的破坏力。它们会导致与湿气侵蚀造成的同等结果——电子衰坏、腐蚀导体甚至造成无可挽回的短路。最常于电气系统中发现的污染物，可能是由制程中残留下来的化学物质。这些污染物举例来说有助焊剂、溶剂离型剂、金属粒及记号墨水等。也有主要污染群为人为经手时不慎造成的，如人体油脂、指印、化妆品及食物残垢。操作环境中亦有许多污染物，如盐类喷雾、沙土、燃料、酸、及其它腐蚀性的蒸气及霉菌。

6. 涂覆在印刷电路板及零组件上防湿绝缘涂料，当可能受到操作环境不利因素影响时，可以降低或消除电子操作性能衰退状况。若这种防湿绝缘涂料能维持其作用达一段令人满意的的时间,比如大于产品的使用期限,便可视为已达其涂覆目的。

## 二. 防湿绝缘涂料的分类

按照防湿绝缘涂料的化学材质（成分）的不同，目前电子行业主要使用以下几种：

### 1. 压克力/压加力/Acrylic/丙烯酸树脂

通常是含溶剂的涂层材料，具有易于修复（一般用毛刷蘸配套的溶剂或稀释剂可以轻易的将 PCB 上的胶层清除）、价格便宜、质地坚硬、颜色透明的特征。除了有较好的操作时间外，还具有低吸湿性和较短的表干（或固化）时间。ALPHABOND ACC-1831、1832、Humiseal 1B31、1B73、CYTEC CE-1170、CE-1171、Hitachi TF-1141 是此类的典型产品。

### 2. PU/Urethane/氨基甲酸酯/聚胺脂树脂

质地硬且脆，有优良的耐溶剂性能、优越的耐磨性、很好的防潮性，在低温环境性能稳定，但高温性能较差，加之修复困难（因为其耐化学溶剂，所以用一般的化学溶剂不能清除 PCB 上的胶层），使其应用范围缩小。

ALPHABOND ACC-1127、ACC-1128、Humiseal 1A20、1A27、1A33、CYTEC CE-1155、CE-1164 是此类的典型产品。

### 3. Silicone/聚硅氧烷树脂/有机硅树脂

通常有三种：

A：硬质的弹塑性涂层材料，具有较好的耐磨性。

B：柔软的弹性涂层材料，能很好地释放应力。ALPHABOND ACC-1157、DOW CORNING 1-2577、1-2620 是此类的典型产品。

C：无溶剂加热固化涂层材料，具有快速固化的特征。ALPHABOND ACC-1153、Humiseal 1C49、1C49LV、1C51、1C55、DOW CORNING 3-1953、3-1944 是

此类的典型产品。

前两种都为 RTV，其共同特征是：可应用温度范围广（-50-200 度），好的防潮防湿性能，易于加工操作，容易修复和低毒性。

4. 合成橡胶树脂。非常具有弹性和韧性。Humiseal 1B51、1B51NS、1B51LU、1B51NSLU 是此类的典型产品。

5. Epoxy/环氧树脂

以环氧树脂为基材的涂层材料很硬，通常不透明，能很好地防潮防湿，防化学腐蚀和耐磨性也非常好。但在极限温度下，因其高低温的不稳定性，会对元器件造成较大的压力。

6. Paraxylylene/聚对苯二亚甲基树脂/多亚二甲苯

涂层非常均一，并对极小底基同样能达到完全涂敷保护的效果。但其局限性是：昂贵的价格、易受污染物侵蚀、并需要辅之以真空技术应用（即在真空下操作）

### 三. 防湿绝缘涂料的产品选择

在作出选用何种防湿绝缘涂料时，一般我们会注意的是涂层的表面特征。压克力和聚胺脂的防湿绝缘涂料固化后表面很坚硬，就能很好地应用于耐磨的使用场所，这种硬质塑性的防湿绝缘涂料通常含有溶剂（也有低 VOC 的新版本），固化前需先让溶剂完全跑出，然后再加热以缩短固化时间。有机硅的防湿绝缘涂料在固化后呈弹性橡胶状，具有防震动和压力释放的特征，可以通过室温和加热的方式固化。

### 四. 防湿绝缘涂料典型用途：

#### 1、民用及商业应用

为家用电器中的电子电路提供保护，使它们可以抵御：

- (1) 水和洗涤剂（洗衣机、洗碗机、卫浴产品、户外电子 LED 屏）
- (2) 外部不利的环境（显示屏，防盗、防火报警装置等）
- (3) 化学物质环境（空调、干燥器）
- (4) 办公室和家庭中的有害物（计算机、电磁炉）
- (5) 其它所有需要三防保护的线路板

#### 2、汽车工业

汽车行业要求防湿绝缘涂料保护电路免于以下几种情况的危害，如：汽油蒸发物、盐雾/制动液等。电子系统在汽车中的应用不断迅速增长，因此使用防湿绝缘涂料已成为确保汽车电子装置获得长期可靠性的基本要求。

#### 3、航空航天

由于使用环境的特殊性，航空、航天环境对电子设备要求严格，尤其是在快速加压、减压的条件下，仍要保持良好的电路性能。防湿绝缘涂料的耐压稳定性因此得到广泛应用。

#### 4、航海

无论是新鲜的淡水还是含盐的海水，均会对船舶设备的电器线路造成危害。使用防湿绝缘涂料可以最大限度地保护水面上乃至浸没与水下的设备。

#### 5、医疗

防湿绝缘涂料可保护电子设备免遭外部化学药剂及特殊使用环境的侵蚀，确保其持续稳定。

### 五. 防湿绝缘涂料的固化方式

防湿绝缘涂料按照固化方式主要分为 UV（紫外光）固化、加热固化、潮气固化、电固化、空气（室温）固化、环氧树脂的开环聚合和光-暗混杂聚合反应。

其中光固化性的防湿绝缘涂料具有固化速度快、适用于热敏性的底材、初始投资低、减少溶剂挥发、操作成本低和节省空间等优点。另外光固化防湿绝缘涂料符合环保要求，因此发展迅速。但光固化存在几个缺点

（1）固化深度受到限制，（2）在有色体系难以应用，（3）阴影部分无法固化，固化对象的形状受到限制。

PCB 表面插件复杂，只有光固化会影响插件阴影部分的固化效果，因此目前研发的防湿绝缘涂料都采用光、暗条件下都能固化的双重固化机理，它既能保证 PCB 上大部分区域迅速固化，便于后续工艺的实施，又能保证少量阴影区域在短期内固化完全，不仅提高了线路板涂装生产效率，而且保证了防湿绝缘涂料的完全固化，可适用于各种复杂类型线路板的涂敷保护。常见的双重固化有光-热固化、光-潮固化、光-化学固化和光-化学-空气固化等。

光暗双固化防湿绝缘涂料一般由（1）基料树脂（2）光引发剂（3）活性稀释剂（4）助剂组成。

1-2577 防湿绝缘涂料在室温下（RTV）的表干时间是 7 分钟（是目前市面上单组份含溶剂有机硅保防湿绝缘涂料表干最快的一种），也可选择在溶剂闪蒸后加热（一般是热风循环型烘箱）以加速固化。一般 75 微米的涂层的固化时间是在室温下放置 10 分钟，再在 80℃ 温度下放置 10 分钟。

如果涂层表面不平或含有气泡，在放入高温炉内固化前应在室温下多放置些时间以便让溶剂闪蒸出来。

### 六. 防湿绝缘涂料的涂敷方式

防湿绝缘涂料的涂敷方式基本上有浸涂、喷涂、和刷涂三种。

1. 浸涂（渍）。对于大型设备或产品的涂敷，这是最经济的一种方式，适用于需完全涂覆的场合；就涂覆的效果而言，浸涂方法是最有效的方法之一。但是涂敷的质量，如厚度，受多种因素的影响，如设备的温度、浸渍容器的温度、浸渍时间、抽出速度和垂流时间。

**优点是：**可采取手工或自动化涂布。其中手工操作简便易行，投资小；材料转移率高，可完全涂覆整个产品而无遮蔽效应；而自动化浸涂设备可满足大批量生产的需要。

**缺点是：**①涂覆材料容器若是开放式的，随着涂覆次数的增加，会有杂质问题，需定期更换材料并清洁容器，同时溶剂挥发也需要不断补

充；②涂层厚度过大而且抽出电路板后会很多材料因滴流而浪费；③需要遮盖相应部位；遮盖/去除遮盖需要大量的人力及物力；④涂布质量难以控制，一致性差；过多的人工操作可能会对产品造成不必要的物理性损伤。

**要点是：**①应以密度计随时监控溶剂的损失，以保证合理的配比；②浸入及抽出速度应加以控制以获得满意的涂覆厚度并可减少气泡等缺陷；③应在洁净而且温度/湿度受控的环境下操作以免影响材料的粘结力；④应选择无残胶而且防静电的遮盖胶带，如果选择普通胶带，则必须使用去离子风机。

**注意事项：**

①线路板组件应垂直浸入涂料槽中。

②连接器不要浸入，除非经过仔细遮盖。

③线路板应浸入 1 分钟，直至气泡消失，然后缓慢拿出。

④线路板表面会形成一层均匀膜层。应让大部分涂料残留物从线路板上流回浸膜机。

⑤线路板或元器件浸入速度不宜太快，以免产生过多气泡。

⑥浸涂结束后再次使用时，若表面有结皮现象，将表皮除去，可继续使用。

⑦在往 PCB 上涂防湿绝缘涂料时，一般连接器、软件插座、开关、散热器、散热区域、插板区域等是不允许有涂覆材料的，建议使用可撕性防焊胶遮盖。

2. 喷涂。对于中等尺寸的设备或产品来说，这是较经济的一种方式，保护膜层形成更容易，但是元器件的底部很难涂敷到。涂敷的厚度受线性相对移动速度、材料温度、喷涂装置的压力所影响。

分为**机器自动喷涂**和**手工喷涂**两种，涂层的厚度受 4 因素的影响：防湿绝缘涂料的性质、温度、压力和装置的设计结构。

①机器自动喷涂主要应用于中、大型设备,适用于大规模生产，大量或长期生产的客户。

**优点是：**可选择性喷涂，精确度高，均匀，一致性较好，生产效率最高，易于实现在线式自动化生产，可适于大中批量生产，且可自动检测。

**缺点是：**涂敷装置通常非常昂贵，且维护要求高，对操作的准确性要求较高，需要遮盖工序；材料浪费大；需要大量人力；涂敷一致性差，可能有遮蔽效应，对窄间距元器件下面进入困维，且可能产生阴影（元器件下部未覆盖防湿绝缘涂料的地方）。

②手工喷涂一般是使用手持式喷枪+气管+空压机（+排气扇）的组合。

**优点是：**手工喷涂投资小，成本低，操作简便，适用于中型客户。

**缺点是：**需要 5KG 以上压力，才能形成雾障，对气压的调节要求较高，若气压不高，防湿绝缘涂料不雾化，会拉丝，对操作的准确性要求也比较高。

**手按罐喷涂**也是手工喷涂的一种，使用喷雾罐型产品，适用于维修和小规模的生产，最大的优点就是方便。

3. 刷涂（流）。这是最廉价的一种方式，通常用于小型产品或局部的修补和维修，也可用于实验室环境或小批量试制/生产。优点是几乎不需设备夹具投资，节省涂覆材料，一般不需要遮盖工序；缺点是适用范围窄，效率最低，整板刷涂时有遮蔽效应，涂覆一致性差，因人工操作，易出现气泡、有波纹、厚度不均匀等缺陷，需要大量人力。

毛刷的选择十分重要，因为产品固化前产品并不绝缘，所以要选防静电、不掉毛的刷子，如高品质天然纤维刷。

刷涂时板尽量平放，刷涂后不应有滴露，刷涂应平整，也不能有裸露的部分，刷涂后的线路板不可倒立放置，这样会使涂层上薄下厚，仍然要平放。

## 七. 防湿绝缘涂料涂层的修复方式

通常有三种：清洗溶剂、机械擦除和用高温熔解涂层。

将失效的元器件拆卸后，要用浸有清洗剂的抹布处理表面，安装性能良好的元件后可再次实施涂敷工艺。

## 八. 防湿绝缘涂料的稀释剂及其配比

1. 因以下不同的使用因素而使用防湿绝缘涂料专用稀释剂
  - (1). 希望降低原产品的稀稠度而使用防湿绝缘涂料专用稀释剂。
  - (2). 如容器中的防湿绝缘涂料放置时间较长，粘度变高、变稠，则需要添加稀释剂。
  - (3). 调整胶水的稀稠度以改变附着于线路板上的胶膜的厚度
  - (4). 消除胶水中的气泡。由于胶水太稠，而稀释剂添加过少，会使胶层中积留一些气泡。此时应再加入更多的 Thinner.
2. 防湿绝缘涂料专用稀释剂可以将防湿绝缘涂料非常容易且快速的均匀分散，并将原来防湿绝缘涂料的特性维持在最好的状态。
3. 一般各个品牌的防湿绝缘涂料都有其相配套的稀释剂。
4. 防湿绝缘涂料与稀释剂的配比：
  - (1). 一般是 100：30---100：100 不等，
  - (2). 要根据涂层板子后对胶膜的厚度要求来决定具体的配比。加入越多的稀释剂，固化后的胶层就越薄。
  - (3). 一般胶膜的厚度在 2-5mil 即可，此时采用配比 100：50--100：70 比较合适。
  - (4). 总之加入多少稀释剂是取决于你所要求的胶膜厚度和胶层中是否还有气泡。从经济的角度，只要 PCB 上的胶层能达到你的客户的要求，你应该尽量加入最高比例的稀释剂。PCB 板上的胶膜的厚度可以用卡尺或厚度计测量从板子上剥离的固化后的胶层来取得。
  - (5). 因为防湿绝缘涂料有的客户是用 Brush, 有的客户是用 spray, 有的是用 Dip。原则上如用 spray, 建议稀释剂最多不超过 60%；而每个客户对固化后胶层的厚度要求都不一样，所以一开始每个客户都要先按 100:30 或者 100：50 或者 100：70 或者 100：100 配多款比

例进行测试，寻找到此胶水和稀释剂配比的平衡点。然后将此平衡点（配比）固定下来。

(6) 测量涂料的粘度可用粘度计或流量杯

## 九. 防湿绝缘涂料刷涂后变白

在以下 3 条件下会变白

### 1. 在潮湿环境下喷涂

不管是何种 PCB conformal coating，其喷涂时对环境的要求几乎一样，即低温干燥的环境比较理想，即温度 25 度，相对湿度 45-55% 以下为喷涂的最佳环境。所有涂覆作业应不低于 16℃ 及相对湿度低于 75% 的条件下进行。

在一定体积的空气里含有的水汽越少，则空气越干燥；水汽越多，则空气越潮湿，而空气的温度越高，它容纳水蒸气的能力就越高，下雨的时候，空气湿度是非常大的，所以在高温高湿的环境中，喷出的胶水气雾极易与空气中的水分结合凝结在 PCB 上产生白雾，以下雨天为甚。我国南方地区在夏天下雨季节湿度达 90% 以上，所以建议用空调装置来控制室内的湿度在 45% 以下。

所以如果在涂覆防湿绝缘涂料的过程中或防湿绝缘涂料涂覆结束但未固化时用比较大的风对 PCB 持续的吹，因增加了空气的流动性，也增加了水汽的供应，PCB 容易发白。

稀释剂中含有水汽

(1). 稀释剂本身含有过高的水份，所以在喷涂也极易产生白雾。建议其稀释剂供应商在其稀释剂中添加适量的防白水以防止白雾的产生。

(2). 稀释剂受潮。

3. 防湿绝缘涂料受潮。即防湿绝缘涂料的包装桶打开后可能未能及时盖上，吸收了空气中的水汽。

## 十. 防湿绝缘涂料涂敷的前处理和后续作业

1. 防湿绝缘涂料和稀释剂须充分搅拌，静置十几分钟最佳。

2. 清洁和烘板，除去潮气和水分。欲涂物件表面的灰尘、潮气和油污一定要除净，彻底的清洗可确保腐蚀性的残余物被完全清除，并使防湿绝缘涂料很好地粘着在线路板表面。烘板条件：60℃，10-20 分钟，在烘箱中取出后趁热涂敷效果更佳。如果不处理，可能会影响粘接力产生剥离。

3. 如果是自动喷涂机，涂胶后烘烤是流水作业的，一般在 60-75 度烘 3-5 分钟即可进行下一站作业；否则在上胶后室温下放置 10 分钟后才进行下一站作业。因为一般的防湿绝缘涂料的表干时间（不粘手时间）是 10-15 分钟（此 Drying time to handle 请参考 TDS）

## 十一. 防湿绝缘涂料凝结

1. 各种防湿绝缘涂料的因材质不同，所以各种特性不一样，所以如果两种或以上的防湿绝缘涂料混合可能会产生凝结。所以装过 A 防湿绝缘涂料的容器不能用来装 B 防湿绝缘涂料，搅拌过 A 防湿绝缘涂料的器具也不能用来搅拌 B 防湿绝缘涂料

2. 盛放防湿绝缘涂料的容器要用金属或塑料的，避免防湿绝缘涂料和容器产生化学反应，腐蚀容器，破坏产品。

3. 一般有机硅的防湿绝缘涂料是吸收空气中的湿气固化，如果打开的铁桶中的防湿绝缘涂料不能很快用完，铁桶中剩余的防湿绝缘涂料会吸收铁桶

中的水汽表层结皮。**所以要尽快盖上桶盖**。尽管盖上桶盖，但如果铁桶中的防湿绝缘涂料一步步减少，而桶中的空气越来越多，时间稍长，其铁桶中剩余的防湿绝缘涂料也会吸收桶中空气中的水汽慢慢固化，**所以要尽早用完一桶再开新的一桶**。