



一种用于新的聚碳酸酯 3D 控制面板的触摸膜未能满足汽车制造商严格的耐候性测试要求。为此，这家位于德国南部的汽车零部件供应商转而采用常压等离子技术来确保批量生产（如图 1 所示）。

文 / Inès A. Melamies

## 满足应力传导下的粘接耐候性测试要求

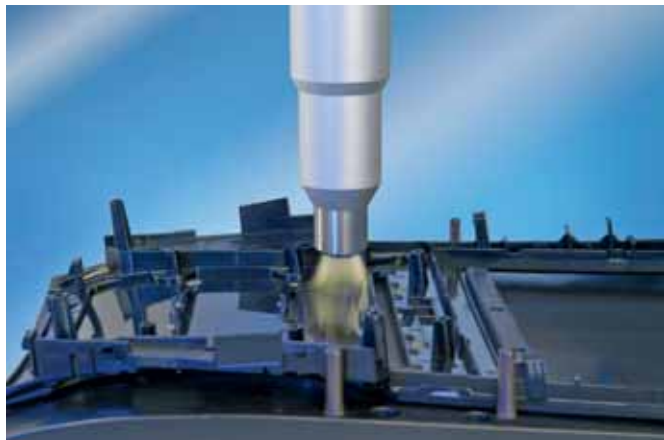


图 1 Openair 等离子工艺在常压下运行。专利的旋转喷枪将等离子温和地分布到板内之后只是放置膜的区域（图片来自 Plasmatreteat）

一种显然是成功的粘合剂粘接出现意外失效有时只是在应力测试中才会发生。作为均胜电子公司的一部分，德国汽车零部件供应商 Preh 公司在为新型福特林肯 MKZ 开发一种新的控制系统、即众所周知的“中央操控区”的过程中发现了这一问题。该控制系统位于中央控制台的中心位置，并在最为紧凑的空间内容纳了多种功能（如图 2 所示）。该中央操控区的下半部分拥有用于音量和风量调节的具有电容式触控功能的滑块，以及用于其他功能的具有相应图标的触摸敏感区。

一台层压机被用于将带有背胶的 PET 触摸膜完全粘接到中央操控区的注塑成型聚碳酸酯板

上。该 PET 膜拥有含特殊电功能的多层丝网印刷电路。直到在耐候性测试中问题意外出现以前，这种粘接工艺一直被认为是成功的。

### 耐候性测试中出现分层

对于在恶劣条件下进行粘接试验，汽车行业是出名的。一项耐候性测试对于一个膜的粘合剂粘接而言意味着巨大的挑战。老化试验箱的设置是为了模拟恶劣环境条件下产品的长期表现，其目的是发现事前没有被识别的产品缺陷。按照福特的要求，粘合剂粘接要能在具有 85°C 和 85% 空气湿度的老化试验箱中经受 100 h 的考验。当测试产品被从老化试验箱中取出时，工程师们发现，他们遇到了麻烦：在塑料底层与膜之间的界面层中形成了大气泡，在这些区域，作为背胶的压敏胶已经分离。Preh 的生产工程师 Martin Geis 解释说：“像这样的分层最终将引起功能的失效。为了对此进行补救，我们起初寻找了替代的粘合剂，从简单的工业用粘合剂到 OCAS（光学透明粘合剂），并对它们做了各种测试。”这种简单的粘合剂产生了大的气泡，而高科技的粘合剂则产生较小的气泡，但问题依然如此：膜有脱离。



图 2 该“中央操控区”位于中央控制台的中心，并将各种功能融入到这一紧凑区域中。下半部分包括一个拥有印刷电路的敏感的触摸膜（图片来自 Preh 公司）

## 调查原因

一旦“改变粘合剂不能解决问题”变得明确后，焦点则转向部件本身，即 PC 板。最有可能形成气泡的原因被认为是，塑料中的添加剂在耐候性测试中受到强烈加热而释放出气体，或者空气中的湿气散发到界面层中，由不可见灰尘微粒引起的气穴也不能排除。然而，由于改变板的材料不是一个选择，因此只有一个解决方案：对塑料表面进行有效的预处理。Preh 公司因此决定采用由 Plasmatreat 公司开发的 Openair 常压等离子处理技术。

## 几秒钟冲击中的预处理

这项工艺是基于等离子喷枪的开发。大约在 20 年前，德国等离子技术专家开发了一种高效且环境友好的技术，即一种除空气和电能外无其他任何需求的预处理工艺，该工艺目前已在全球得到广泛应用。

该等离子工艺是在常压下运行。作为 Plasmatreat 的市场及 Preh 项目的主管，Peter Langhof 解释说：“我们的工艺可以在一个持续仅几秒钟的单一步骤中完成 3 项操作：它可以同时实现微细清洁、静电消散和塑料表面的局部选择性活化处理。这种三重功能远优于传统预处理系统的效力，它为塑料表面带来均匀一致的润湿性以及对粘合剂或涂层的长期稳定的粘接性，即使在最具挑战的负载条件下。”当采用表面能测试液进行测试时，这些非极性塑料的表面张力多数情况下在不到 28 dyne 到 40 dyne 之间，这对于用液态粘合剂或涂料所要求的表面润湿而言显得过低。因此，此类塑料的表面能必须通过活化来

提高，因为经验表明，只有当表面张力达到 38 ~ 42 dyne，才能为粘接提供正常的条件。

## 温和处理

诸如喷涂、粘接或印刷等后续工艺可在等离子处理后即刻完成（如图 3、图 4 所示）。这种高速等离子冲击到表面上的实施时间是如此的短，以至于部件既不会变得过热也不会受到损坏。此外，该等离子工艺几乎无电势，因而极大地扩展了其应用领域，尤其是在电子应用领域中。“对于电子或其他敏感的部件，我们采用专利的温和处理的旋转喷枪，归因于旋转原理，它使得预处理效果均匀分布于部件表面。”

## 采用等离子处理技术的成功

初步的实验室试用已备受鼓舞，表面能从处理前的 25 dyne 提高到等离子处理后的 50 dyne 以上，或者说，表面能提高了一倍以上。然而，这是否足以预防气泡的产生以及膜的分层仍有待观察。规定中的试验进展顺利，而且该等离子工艺被发现是可靠的并 100% 具有再现性。但是，还必须进行耐候性测试以证明最终的粘接效果。

这一次，当聚碳酸酯板在极端温度和高湿度下被存放 4 天后被从老化试验箱中取出时，工程师们松了一口气。Preh 的制造技术工程师 Markus Ledermann 回忆说：“没有发现气泡，膜的粘接完整无缺，该粘接效果已经满足了严格的要求。”随后对完全集成的中央操控区所做的功能性耐候测试进展同样顺利。不仅等离子清洁确保了表面得到微细级别的清洁，而且等离子活化——



图 3 该聚碳酸酯板在等离子处理后立即被放入层合机中（图片来自 Plasmatreat）



图 4 整个 PET 触摸膜涂有背胶，被无气泡地粘接到等离子活化的塑料外壳上（图片来自 Plasmatreat）

这是决定性的——确保了塑料表面与粘合剂形成了更强的粘接。在膜与板之间的粘接现在是如此之强，以至于从塑料中散发的气体或空气中的湿气不再有能力穿透界面层。

## 在加工流程中的等离子处理

该等离子系统被无缝集成到了半自动化的生产线中（如图 5 所示），这一按半圆形安排的生产单元采用人工组装。首先，用于滑块的镀铬装饰被安装到聚碳酸酯板上，这是注塑成型的内壳，通过热铆接后，紧接着进行



图5 该中央操控区生产线按半圆形安排。左起: Peter Langhof (Plasmatreat 公司) 与 Martin Geis 和 Markus Lederman (两位均来自 Preh 公司) 在视察等离子工艺 (图片来自 Plasmatreat)

常压等离子预处理。由一台三轴机器人操纵的 RD1004 旋转喷枪将等离子对准板内恰好将要放置触摸膜的位置。旋转喷枪能够达到三维轮廓的各个部分, 10 s 的时间即完成了对塑料表面的深层清洁和活化。每隔 2 min. 即可取出一个处理好的部件, 然后再放入一个新的。等离子处理后, 立即实施对触摸膜的粘接。由于等离子确保了高强度的初始粘接, 因此层合机可以迅速完成产品的压合而进入下一个加工周期, 从而加快了生产节拍。

## 总结

归功于该预处理工艺的等离子活化和精确的再现性, 使得加工可以达到高度的可靠性, 因此而满足了汽车制造商的要求。每年 Bad Neustadt 工厂交付超过 150 000 个等离子处理的中央操控区。该触摸膜在显露出任何衰弱迹象前, 必须要能够经受至少十万次的使用循环, 相当于 10 年的平均使用寿命, 唯有高品质水平才能满足这一严格要求, 而在此所用的等离子技术为确保这一品质发挥了重要作用。 AI

(接 P15)

并将此信息传送给中央计算机系统。一旦实际流量与设定值有任何偏差, 系统会立刻作出反应, 通过变频器控制泵电机的频率修正计量泵的实际流量, 使其与设定值一致。

## 专用于 Clear Coating 清漆技术的新型混合头

传统的两组份“L形”混合头处理这种高比例配方通常很困难。为此, 康隆 (Cannon) 设计出了一款新型的直式混合头, 以满足这种快速反应、高黏度、比例悬殊的配方的特殊要求。

康隆 (Cannon) LN 7/3 混合头的优点是三组份混合, 混合腔空间非常小。

原料组份会通过混合头和喷嘴进行高压循环, 因此所有的液体组份会通过循环流动, 在动态下保持稳定的温度和压力。每个原料组份的相应位置都装有加热装置, 保证原料组份循环的末端与循环的其他位置是同一温度。

可以测到混合头内每个组份的压力和温度, 相关信号发送给计算机控制系统可实现闭环控制。

新型混合头的混合室的直径更小, 只有 7 mm, 3 股液体原料之间相隔 120° 分布喷射。这种高速喷射的混合效率经测试比传统“L形”两组份或三组份混合头的混合效率会高出很多。

新型混合头的清洁活塞的行程更短 (30 mm), 这样减少了在模塑循环的后期通过注射孔“推出”最后一点液体原料的量 (大约只有 1 cc)。

## 成功的案例

康隆已向美国、欧洲和日本的一些主流汽车制造企业的零部件供应商提供了很多套 Clear Coating 清漆技术的全套系统解决方案。包括全套复杂的工艺设备 (化学原料储罐、计量设备、混合头、模架、模具、机器人操作的注射系统, 以及控制和安全系统) 等均由康隆一家供应商负责, 从而使产品开发和工业制造

流程达到最优化。

## 创新研发一直向前

康隆正在与每家客户一起联手进行令人感兴趣的新产品开发, 但考虑到这些项目仍受保密协议的保护, 因此现在还不能公布细节。

在靠近意大利米兰、位于 Caronno Pertusella 的康隆 (Cannon) 总研发中心, 康隆 (Cannon) 有专属研发的设备, 感兴趣的模具、原料供应商, 包括 Clear Coating 清漆产品的生产企业都可以在那里利用康隆的研发设备, 在康隆专业的技术支持下, 让项目在开始阶段就能达到非常高的效率, 并缩短产品上市时间。这种由一家供应商负责整合所有技术 (黏性材料处理、高温计量、为比例悬殊的配方提供更好的混合效率、模具制造和模架技术, 以及工艺控制等), 还能保证这种复杂的模塑工艺的各工位衔接更协调, 其工业化的成本效益也更好。 AI