

图 1 汽车前照灯必须满足非常严格的密封要求。为了防止湿气侵入外壳，需要在粘接前采用常压等离子清洁和活化塑料沟槽（图片来自 Plasmatreat）

汽车行业需要依靠强大而协调的工艺技术，来确保获得始终如一的高质量以及镀膜产品的粘接性。常压等离子表面预处理技术满足了“长期稳定的粘接”这一严格要求。此外，这项技术还为提高产品质量提供了环境友好的选择。

文 / Inès A. Melamies

完美无瑕的预处理

pt.vogel.com.cn



* 更多详情
扫码关注网站

大约 20 年前，常压等离子喷枪技术的发明，对开发者及系统工程公司 Plasmatreat 而言是一项突破性的进展。20 世纪 90 年代，市场对环境友好的、安全的表面处理不断增长的需求，要求采用无需化学溶剂的新方法，这些新方法还必须具有成本效益且加工可靠，适用于连续在线的工艺流程。

随着开发出特殊的等离子喷枪以及一项被称作“Openair-Plasma”的等离子技术，这家公司成功地将工业上很少使用的一种物质状态整合到在线生产工艺中，从而第一次可以在大批量的工业化生产中，使得常压下的等离子可以被用于对材料表面进行选择性的预处理。

前照灯外壳的可靠清洁

Hella 是一家面向照明技术和电子产品的领先的汽车零部件供应商，是第一家购买等离子系统以对其汽车前照灯进行预处理的客户。在聚碳酸酯（PC）面罩与聚丙烯（PP）外壳之间，粘合剂的

粘接必须满足非常严格的密封要求，即使是轻微的泄漏也会导致湿气渗入，引发前照灯受损，进而对光线的光束角度带来不利影响。

在应用一种两组分的硅胶粘合剂之前，Hella 公司采用等离子清洁聚丙烯（PP）外壳中的沟槽，并在精确定义的位置活化非极性材料（如图 1 所示），使得聚丙烯（PP）材料的表面能从 35 mJ/m^2 提高到 72 mJ/m^2 以上，从而为在之后的粘接中提高粘合剂的性能以确保完整的密封致密性发挥了重要作用。

随着市场的成功，Plasmatreat 公司全力推进喷枪技术的发展。该公司随后为更大的处理宽度和敏感基材而开发了专利的旋转等离子喷枪，并开发了特殊的喷嘴头，可将无电势的等离子束应用于表面，这使得对高度敏感的电子部件如电路板和传感器进行有效的预处理第一次成为可能。今天，Hella 和其他一些公司在封装前，利用这一效应来对电子 SMD 组件进行预处理。

对铝的防腐保护

2008年，Plasmatreat 公司与位于德国不莱梅的弗劳恩霍夫制造技术和先进材料研究院 (IFAM)，宣布了一项常压功能性等离子纳米镀膜技术的联合开发及其在世界上的第一次工业化应用。这是一项突破性的创新，因为在此之前，只有在低压下（真空室内）才有可能实现等离子镀膜。

第一家使用新的 PlasmaPlus 等离子聚合技术的公司是 TRW Automotive 公司（现在的 ZF TRW 公司），该公司在为汽车行业开发集成安全系统方面是世界市场的领导者。该公司位于德国盖尔森基兴的工厂利用这项技术来对压铸铝电机泵组件进行防腐。这些组件是用于多种车辆的伺服转向系统的整体部件，对耐腐蚀、耐热和耐水淋提出了极高的可靠性要求。

TRW 公司首先采用常压等离子对铝组件表面的粘接接头进行超微细的清洁处理（如图 2 所示），然后应用功能性的 PlasmaPlus 纳米镀膜，这种等离子聚合提供了最大程度的防潮保护。与未镀膜的部件相比，采用等离子聚合物镀膜，显著提高

了环境稳定性。

无气泡的触摸屏粘接

触摸屏的生产是等离子工艺实践应用的另一个领域。玻璃面板与 TFT 屏幕之间的封装必须完全无气泡，并具有良好的粘接性，这要求具有极高表面能的非常清洁的表面。

作为均胜电子公司的子公司，位于德国巴伐利亚的汽车零部件供应商 Preh 公司发现，Openair-Plasma 工艺还满足了其为福特林肯 MKZ 车型生产中央控制台控制系统的要求（如图 3 所示）。利用一台层压机，完全采用粘合剂，将 PET 触摸箔的背面粘接到汽车中部仪表控制台的注塑成型的聚碳酸酯（PC）面板的背面。这种 PET 触摸箔拥有多层丝网印刷的电子线路，包含所有特定的电气功能。在耐候测试过程中，PET 触摸箔与载体之间产生了气泡，通过采用常压等离子对 PC 面板进行预处理，Preh 公司成功地将气泡清除干净。

无遮蔽需求

采用火焰技术的预处理，要求在填充泡沫前，花费大量

的劳力对仪表板进行遮蔽。汽车零部件供应商 SMP (Samvardhana Motherson Peguform) 德国公司将等离子工艺用于奥迪 Q5 的仪表板，结果，无需遮蔽就完成了预处理。该仪表板由 3 种材料构成：长玻纤增强塑料制成的骨架、PUR



图 3 为实现对触摸箔的无气泡粘接，采用常压等离子对福特林肯 MKZ 汽车中控面板上的聚碳酸酯 (PC) 板进行预处理（图片来自 Preh）

泡沫层和成型好的 PVC 表皮，即所谓的“搪塑表皮”。骨架部件由聚丙烯 (PP) 注塑成型制成。为便于后续的粘接过程，对这类非极性塑料进行预处理是非常必要的。

该等离子系统配有 3 把由机械手控制的旋转喷枪，等离子体流以大约 250 m/s 的流速喷射而出。因此，即使是复杂的形状，如细小的凹槽，也可以得到有效活化。

一个特别的好处是，可以按照塑料表面的真实轮廓进行扫描（如图 4 所示）。对于这家制造商而言，该等离子工艺带来的优势是显而易见的：由等离子喷枪所实现的区域选择性应用是一个关键因素；精确的精准定位意味着不再需要遮蔽。由于“冷的等离子”不会损坏长玻纤增强聚丙烯 (PP) 的表面，因此该系统具有高度的加工可靠性和生产再现性，且运行成本的显著降低进一步地为这一整套的技术加分。

塑料车身总成的预处理

对塑料车身总成的预处理表明了常压等离子镀膜在汽车行业的多样化应用。为减轻重量，当前在汽车的车身结构中，单个的

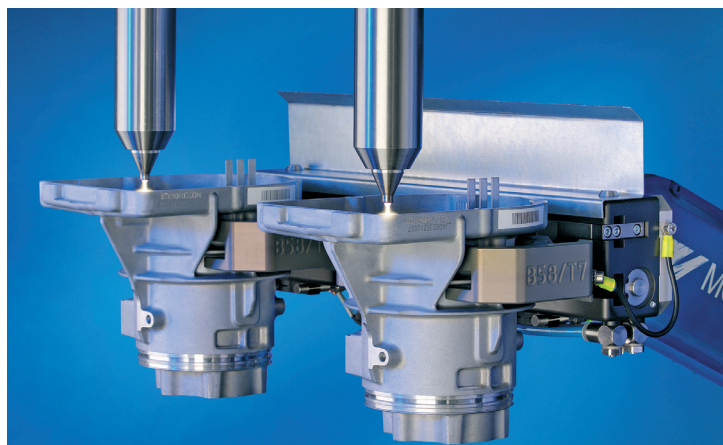


图 2 10 多年来，ZF TRW Automotive 公司一直采用 Openair-Plasma 和 PlasmaPlus 镀膜技术来对安全相关的压铸铝壳进行微细清洁和防腐保护（图片来自 Plasmatreat）



组件由高性能塑料而不是钢板或铝板制成。作为装配过程的一部分，车身总成中的单个组件如内翼，是在一个自动化的连接过程中被粘接在一起。

等离子处理不仅取代了传统的SMC（片状模塑料）的表面处理方法，如采用打磨和丙酮进行清洁，还产生了优异的粘接效果。装配后，这些高性能的热塑性和热固性塑料部件满足了轻质结构、被动安全、力学性能和A级表面等所有的要求。正如几家汽车制造商多年来一直做的那样，这项技术可以在这些组件的粘接和喷涂中作为一项预处理工艺而得到应用。

无铬铝型材

出于装饰的原因，汽车内部使用的铝型材，如门框和窗框，通常需要喷涂或覆膜。为此，高档印刷装饰纸或特殊的塑料膜得到了应用，以赋予这些型材高质量的外观。但是，铝的表面易形成氧化物，因此对铝的粘接非常具有挑战性。这些类型的氧化物会在粘合剂下面发生迁移，当暴露在气候环境和波动的温度下时，最终导致

脱层。为防止这种情况的发生，必须使用一种保护性的镀膜。一种铬酸盐镀膜是目前最先进的铝型材表面处理技术。

Openair 工艺可以实现对铝型材的无铬预处理（如图5所示）。而且由于等离子喷枪易于集成，因此这项工艺可以直接在镀膜机器的内部实现。如果对环境 and 温度有更加严格的要求，还可以额外应用一层PlasmaPlus 镀膜。等离子聚合有两项功能：镀膜为粘接提供一种最佳的基材，同时提供必要的防腐保护。

总结

这里介绍的等离子技术的多



图5 等离子工艺可以对铝型材进行无铬预处理。附加的等离子聚合镀膜被用于汽车外部使用的型材上（图片来自Plasmatreat）

功能性几乎没有限制。目前这项技术被所有著名的汽车制造商所使用：无论是大众还是宝马i3，都采用这项技术实现对电池外壳的长期稳定的粘接；福特直接将这项技术用于对前后挡风玻璃进行装配；FCA将等离子工艺用于发动机中，以确保在粘接前的密封严密性，以及取代对铝部件的化学清洁方式。

除了超细清洁、静电消除和选择性区域活化这三重效应以及广泛的功能性纳米镀膜外，赢得客户的其他因素还包括：加工速度、加工可靠性高、机械手的兼容性和整个过程的再现性。它还满足了如下一些要求：便于整合到工艺流程中，连接上、下级控制系统的信号链，以及完全的环境兼容性。 AI



图4 机械手控制的等离子旋转喷枪可以实现区域选择性的处理。在发泡前通过扫描仪表板真实的轮廓形状，消除了遮蔽的需要（图片来自Plasmatreat）

（接第37页）

结构强度。康隆（Cannon）压机设计的“件到件”的节拍时间可以到3分钟，包括在往复移动的下模具上的准备时间。

部件固化后，模具打开，自动取出部件，模压成型即已完成。部件表面可以达到很高的光度，透过一层完全透明的树脂层，可以清晰地看到碳纤维增强材料

的织物纹理。只有当模具温度、合模压力和固化时间彼此结合并控制得恰到好处，才能做出一件漂亮而完美的部件。总之，无论是哪种类型的预浸料材料，只有严格地控制了生产工艺的各项参数，才能做出好的产品。

康隆（Cannon）“一家公司”可提供所有的技术和设备，这

对于那些想要投资全套预浸料及HP-RTM复合材料生产解决方案的公司而言，意味着一站式的服务：如果客户想要整合一个复杂的工厂，让“一家公司”提供所有的技术和设备，要比几家公司各自提供单体式的设备然后再整合，更能保证最终产品的品质！ AI