

完美的表面预处理

——Openair®等离子处理技术在汽车工业中的应用

在众多的预处理方法中，常压等离子工艺在汽车工业中显示出了日益重要的作用。它不仅能够为塑料零部件提供极其洁净的表面，而且还可以提高表面的粘附能力，在应用多样性方面几乎不存在任何限制。和传统的处理方法相比，其经济性更好，并且对环境绝对没有任何负作用。

□ 德国Plasmamatreat公司

Christian Buske, Joachim Schüßler

对于大多数塑料件的加工而言，为了确保塑料粘合面的粘品质量及其承载性能的长期稳定性，需要对材料表面进行正确的预处理，这已成为塑料件加工过程中的关键一步。正因如此，一种被称为“Openair®常压等离子处理技术”的预处理工艺获得了越来越多的应用。

Openair®常压等离子工艺使预处理工作更加简便、可靠，并且由于无需溶剂而更为环保。因此在汽车工业里，目前约有30多个不同的制程已经采用了该工艺：从汽车挡风玻璃粘合前预处理到汽车引擎控制器盒的封装，从冷藏卡车冷藏货

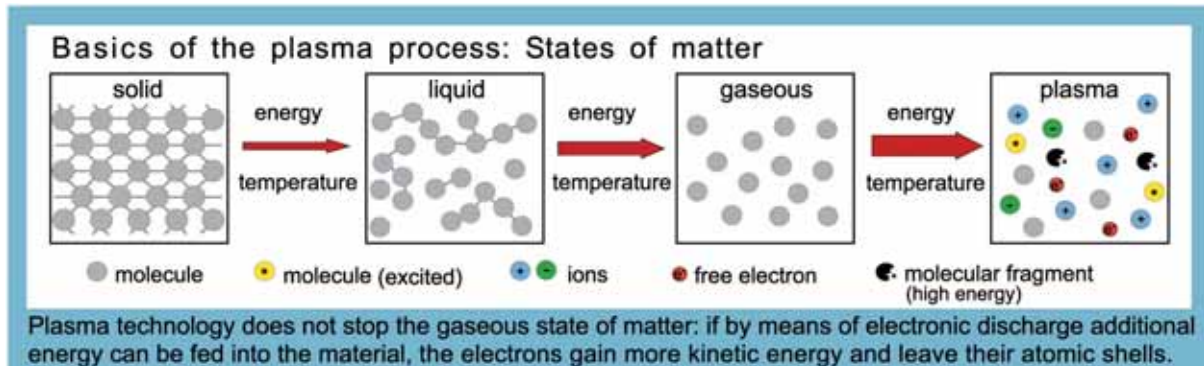
柜的结构粘合到汽车车身部件的粘合等，Openair®常压等离子工艺均显示出了其独有的技术优势。

图1 等离子体产生的原理，通过放电给气体施加更多的能量，使物质从气态转变为等离子态

量（比如加热）输入的方式，可以使物质从固态变为液态再到气态。等离子体就是在这一步过程中再进一步，即通过放电将更多的能量注入物质中，电子获得更多动能后脱离其在原子中既有的轨道，从而产生自由电子、离子以及分子碎片，如图1所示。然而，由于这种物质状

Openair®常压等离子工艺基本原理

等离子体是指物质处于高能、非稳定的一种状态。通常，通过能



态不稳定,因此基本上不能在常压下应用。

迄今为止,只有获得专利的 Openair® 常压等离子工艺开创了这一新工艺应用的可能性:通过采用等离子喷枪,使在常压下产生的稳定的等离子体能够成功地应用于工业生产过程中,甚至还可以实现“在线处理”。一般,导入到等离子喷枪中籍以产生等离子体的仅仅是空气和高电压,当然如果工艺需要也可以采用其它工艺气体。根据喷嘴的几何形状,可以在最大 50 mm 宽度范围内或者 40 mm 的距离范围内获得有效的等离子体,如图 2 所示。通常,所形成的等离子体束还有一个独特的性质,即电中性,这极大地扩展了它的应用领域,并大大提升了操作便利性。发射出的等离子体温度取决于电源和等离子体源的配置,可以在 300℃~1500℃ 之间变化,从而可以兼顾最佳处理效果和最高的处理效率。利用这种处理方式,在处理塑料表面时,典型的温度变化范围小于 20℃。

冷藏车货柜的结构粘合

早在 20 世纪 90 年代,随着新一代车型的开发, Schmitz Cargobull 公司就已将电中性常压等离子体的应用扩展到了一个新的领域。该公

图 4 目前,汽车的车身部件已不再只是钢板或铝板,而是更多地采用了高性能塑料材料。借助常压等离子预处理技术,已成功地将 SMC 或 PPO 材料通过双组分 PU 胶牢固地粘合在一起(图片来源于 Plasmatreat 公司)



司计划将结构粘合作为冷却货柜装配的唯一方法,如图 3 所示。为实现这一加工要求所涉及到的相关经验和专门技术包括:

- 与粘合相关的结构设计;
- 专门的表面预处理和清洁技术;
- 自动化涂胶技术;
- 过程监控技术。

随着新车型投入实际量产,集成了结构粘合技术的新装配技术也得以完善。在此过程中,该车型所有的表面预处理工作都是采用了 Openair® 常压等离子技术来完成的。

图 3 在 Schmitz Cargobull 公司,最近 2 年, Openair 等离子技术承担了全部表面预处理工作(图片来源于 Schmitz Cargobull 公司)



这种专门设计的等离子处理装置集成了最新的旋转式等离子系统,从而使粘合前表面的整个预处理工作效率更高。

塑料部件的预处理

为了节省重量,现在汽车车身部件不再只用钢材或铝材加工,而是越来越多地使用高性能的塑料材料,如图 4 所示。

在装配这些塑料汽车部件时,比如说装配内挡泥板部件时,一般是在自动化的拼装生产线上将单个塑料零部件相互粘合在一起。众所周知,为了使塑料能够很好地粘合,塑料需要具备一定的表面张力,并且其表面张力要大于胶水的表面张力。然而,实际上绝大多数塑料材料的表面张力很低,因此,必须采用合适的表面预处理技术来提高塑料的表面张力。采用常压等离子预处理技术,可以对材料表面进行彻底的清洁并同时有效的活化。

常压等离子表面处理工艺可以替代传统的 SMC 表面预处理方法,

表 1 SMC经等离子处理后的表面能

速度 (m/min)	距离 (mm)								
	18	16	14	12	10	8	6	4	2
60	68	70	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
55	70	70	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
50	70	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
45	70	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
40	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
35	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
30	72	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z
25	72	72	72	72	72 TL	72	72 TL	72 TL	Z
20	72	72	72	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL	Z

注：72 TL = 72mN/m 表面能，但有热效应影响，Z = 热损伤

比如说打磨或者丙酮清洗，这种工艺替代不仅可以简化工序，降低成本，而且还进一步提高了粘结晶质。经过处理后装配而成的，由高性能热塑性或热固性材料制成的汽车零部件能够满足包括轻型结构、被动安全、机械性能等在内的各项技术要求，而且还具有一流的表面加工质量。目前已经利用该技术成功地将 SMC 或 PPO 材料通过双组分 PU 胶可靠地粘合在一起。表 1 详细描述了 SMC 经等离子处理后的表面能。

Openair® 常压等离子预处理技

术既可用于汽车部件的粘合前预处理，也可用于它们的表面涂装前预处理，这一方面的成功案例甚至包括宝马和劳斯莱斯这样的高档车型。

双组分注塑成型中的在线等离子技术

功能性强、美观而且手感好的塑料汽车内饰部件的加工往往是一个繁琐的过程，而且制造成本也很高。

一般，零件的基材由刚性材料制成，比如 PP、PA 或 ABS，而零件的表层需要使用柔性材料，比如

真皮、合成革、PU 或 TPO 表皮。这样，通过表层的柔性材料，以及表层材料下的发泡层即可获得部件良好的手感。但是，加工这样的部件是一个极其繁琐的生产过程，同时需要支付很高的装配成本，不仅效率低下，而且缺乏可靠性。

现在，一种更经济、更可靠的加工方法是利用双组分注塑技术，直接一次加工完成这样的部件，如图 5 所示。在注塑过程中，先注塑成型基材，然后利用 Openair® 等离子技术处理界面，再立即二次注塑成型“第二”柔性材料。在这一工艺过程中，无需人工处理零件，每个加工周期完成后，即可直接获得制成的成品。

采用这一工艺的另一好处是，通过选用合适的第二“柔性”材料，能满足功能、美观和手感等方面的要求，如可以采用 PU 材料（如注塑机生产商 Krauss-Maffei 提供的“SkinForm”技术）或者 TPU 材料。采用常压等离子工艺来提高材料的粘合力，为粘合力刚性的基材和柔性的第二成份提供了必要条件。

在汽车装配中粘合门封条

作为汽车工业中的应用实例，门封条粘合力也是 Openair® 等离子技术的一个典型应用案例。在德国大



图 5 在双组分注塑成型中，汽车部件的基层材料首先采用注塑成型，然后使用 Openair 等离子技术进行界面处理，再立即二次注塑成型柔性材料（图片来源于 Krauss-Maffei 公司）



图 6 几乎所有大众公司的车门组装生产线都配置了 Openair 等离子预处理系统 (图片来源: 德国大众公司授权 Plasmamatreat 公司)

表 2 TPE 经等离子处理后的表面能[mN/m]

速度 (m/min)	距离 (mm)				
	12	10	8	6	4
30	62	68	70	72	72
25	64	68	72	72	72
20	66	70	72	72	72 TL
15	66	70	72	72 TL	72 TL
10	66	72 TL	72 TL	72 TL	72 TL
5	70	72 TL	72 TL	72 TL	Z

注: 72 TL = 72mN/m 表面能, 但有热效应影响, Z = 热损伤

众的多个车型里, 其前门上部都增加了额外的门封条, 目的是为了改善汽车的隔音效果, 降低路噪的影响, 增强驾乘舒适感。

大众公司为此选用了一种热塑性弹性体 (TPE) 作为密封条基体材料, 它是一种非极性的、表面能很低的材料。从一开始, 大众公司就确定要使用免溶剂的处理方式作为对密封条涂覆 MS 高分子粘合剂之前的预处理工艺。在比较了各种电晕和等离子方法以后, 大众公司

最终选择了 Openair® 等离子技术。表 2 详细地描述了 Openair® 等离子技术的处理效果。自那以后, 几乎所有的大众公司的车门组装生产线都配置了该系统, 如图 6 所示。

结论

上述应用表明, Openair® 等离子预处理工艺在应用多样性方面几乎不存在任何限制。该工艺最显著的优点是能为生产过程提供可靠性和品质保证。众所周知, 汽车厂家对品质的要求是极高的, 但即便是如此高的要求, 通过 Openair® 等离子预处理工艺处理后, 也能得到很好的满足。除此之外, 这种处理工艺还可以非常方便地集成到既有的工艺流程中。和传统处理方法相比, 其经济性更好, 并且对环境绝对没有任何负作用。

作者简介:

Christian Buske (联系电话: +49 5204 99600) 为 Plasmamatreat 公司 CEO;
Joachim Schüßler (联系电话: +49 7231 2809940) 为 Plasmamatreat 公司南区销售总监。

Plasmamatreat 公司中国联络方式:

德国等离子处理技术有限公司上海代表处
联系人: 陈一东先生
E-mail: calvin.chen@plasmamatreat.com.cn
更多信息请登陆: www.plasmamatreat.de/CN

