

等离子确保印刷牢固

——球形塑料表面的紫外数码印刷

直到最近，采用紫外数码印刷技术对球形产品如球体或自由无规则形状物体进行个性化印刷才成为可能。印刷机制造商Heidelberg公司依靠常压等离子表面预处理技术，确保了非涂覆印刷油墨的最佳粘接。

文/ Inès A. Melamies, Owner International Press Office Facts4You.de

pt.vogel.com.cn



* 更多详情
扫码关注网站

外壳是球上最受机械应力的部分，其上的印痕应该具有耐久性。现代足球的外壳由多层或多个部分组成，比如，由五边形或六边形的区块组成塑料的层合结构，然后是泡沫橡胶、乳胶和织物层。这些层是被粘接或者被压在一起，然后再包覆到橡胶囊上。在将各个部分缝合在一起之前，需要在平面的塑料上印刷（通常为丝网印刷）制造商的图案元素或者采用复合膜进行装饰，之后一般会喷涂上透明的保护漆膜以形成最外层的膜，这样就确保了印记的附着力并防止了油墨的脱落。

Heidelberg 公司的数码印刷专家们从足球上获得灵感，想出了一种新的商业理念：通过应用个性化的印刷，将批量生产的产品变成想要的个性化产品。也就是说，采用最先进的喷墨技术，他们想要开发一种印刷系统，它第一次使得紫外喷墨数码印刷技术也可以用在球形和三维自由形状的塑料物体上，从而只需几分钟就能在其表面完成特制化的印记。

当时，紫外数码印刷机已经

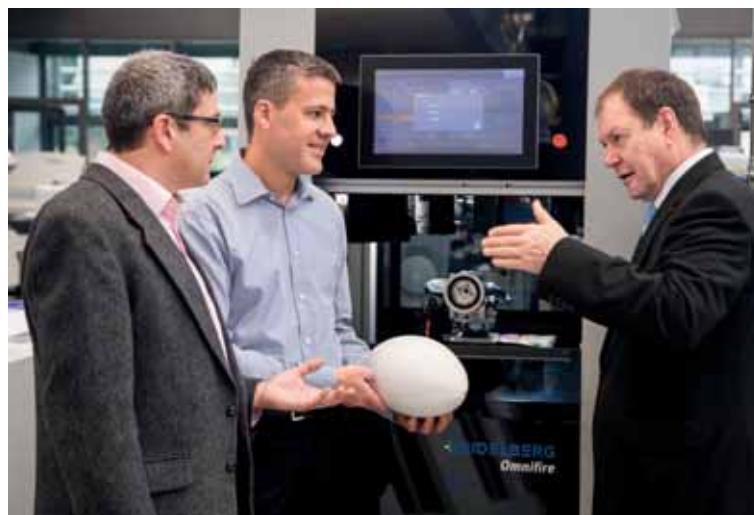


图 1 Heidelberg 公司的 4D 生产经理 Ivar Emde (中间) 与其同事 Ingo Ringle (左) 和 Plasmatech 公司的等离子专家 Peter Langhoff (右) 站在打开的 Omnipress 250 印刷机的前方 (图片来自 Heidelberger Druckmaschinen 公司)

可以用来印刷平面或圆柱形的物体，如瓶子和罐子，但完全圆的物体只能采用圆形丝网印刷技术或移印技术进行印刷，或者采用覆膜的方式。这些久经考验的方法是大批量生产的标准做法，但不适合小批量产品和个性化产品的快速印刷。这些方法设置时间过长、生产和干燥时间过长、操作和物流不经济且生产薄膜、模板和印刷版都太昂贵。此外，由于被印刷的物体需要预处理，而

且通常是采用化学溶剂，因此对环境不友好。

与体现 Heidelberg 公司愿景的 Omnipress 250 印刷机（如图 1 所示）不同，被这家制造商称作“4D”的新的印刷工艺只需按下按钮，就能使最大直径达 300 mm 的个性化三维物体得到订制化的印刷。激光超声传感器对由吸盘吸持的物体进行测量，然后将数据发送给四轴机器人控制器（如图 2 所示），以此控制物体的位置以确



图 2 激光超声传感器测量由吸盘吸持的物体，并将数据发送给四轴机器人控制器，以为后续的等离子预处理确定物体确切的起始位置（图片来自 Heidelberger Druckmaschinen 公司）



图 3 由旋转喷枪实施的等离子预处理：在低速下，黄色的等离子变得肉眼可见（图片来自 Plasmatreat）

保等离子表面预处理（如图 3 所示），接着按需应用喷墨（如图 4 所示）、钉扎（个别颜色的中间固化）并进行最终的紫外 LED 光固化（如图 5 所示），这些都是在精确定义的点上完成，整个过程完全自动化。

对预处理的严苛要求

虽然表面清洁，但塑料却无法得到有效的印刷、粘接或涂覆，或者说根本就不行，最有可能的原因是它们的表面能太低。表面能是确定可能的润湿性的最重要的测量值。均匀的润湿，以及随之而来的一致的颜色梯度和良好

的附着力，对超净的材料表面是有条件要求的，而且固体材料的表面能要高于液体涂层（如油墨、粘合剂或涂料）的表面张力（mN/m）。

与需要耗时的空气干燥来蒸发液体的水基或溶剂型油墨不同，以丙烯酸为基料的紫外固化油墨在应用后立即发生交联和后续的聚合反应，并采用紫外光照射。由于油墨在几秒钟内固化并形成固体层，因此产品可以立即得到应用或再加工。足球尤其需要稳固、抗压的印刷图案，显然，PU 外层必须得到预处理才能确保紫外油墨的稳定附着，这是因为没

有另外的保护膜（如一层透明漆）应用到紫外印刷图案上。

电晕预处理不适合所有的基材，而且主要是为 2D 应用而开发，所以这种方法从一开始就被排除了。虽然可以综合应用一种纳米火焰，但这需要更为繁琐的安全防范措施（比如防爆）。低压等离子预处理也不被认为是可行的选择，因为它不可能适合这类进入到机器中的系统，而且降低的外部压力会使球膨胀。虽然将采用化学溶剂的预处理工艺集成到印刷系统中不存在技术上的障碍，但这被看作是“在采用其他预处理方法来实现油墨充分粘附而失



图 4 等离子预处理后立即在 4 色紫外数码喷墨印刷工艺中按需应用喷墨（图片来自 Heidelberger Druckmaschinen 公司）

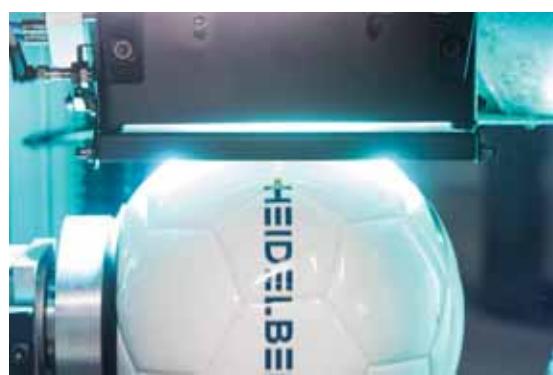


图 5 这种节能的紫外 LED 系统确保了 Omniprint 印刷机中的油墨在几秒钟内固化（图片来自 Heidelberger Druckmaschinen 公司）



图 6 在以 2 700 r/min 的最高转速运行时，发射出的常压等离子变得肉眼不可见，只有紫色光弧是可见的。喷枪的旋转能力确保了对塑料的均匀预处理和完全润湿（图片来自 Heidelberger Druckmaschinen 公司）

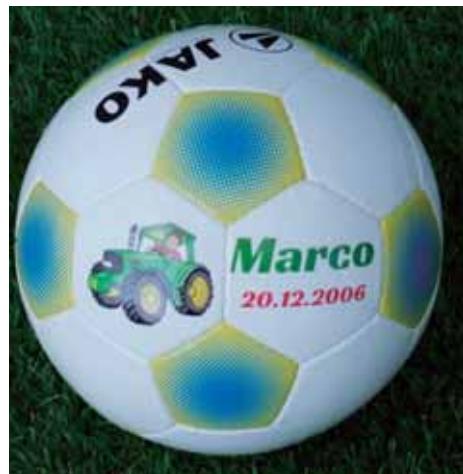


图 7 在 2.5 分钟内完成个性化制备并准备装运：紫外印刷的质量必须至少与这家制造商的丝网印刷的图案一样好（图片来自 Balleristo）

败的情况下”所保留的额外制程。

最终做出的决定是采用 Plasmatreat 公司的常压等离子技术。早在 10 年前，这家机器制造商就获得了一台实验室应用的常压等离子装置，而且现在仍在运行当中，所以知道这项技术的可靠性。

双重效果

Openair-Plasma 常压等离子喷枪工艺于 1995 年开发成功，现在几乎应用于全球范围的每一个行业领域，是一种组合了微细清洁和同步活化这些双重效应的干法预处理工艺。通过高压放电，等离子在喷嘴内部产生，然后以气流形式被传送到需要处理的部件表面上。在处理过程中，塑料表面温度通常低于 30℃。等离子效应导致了均匀的表面润湿性（这对于喷墨印刷而言是一个重要的考虑因素），最终结果在很大程度上取决于墨滴撞击基体及扩散的方式。常压等离子是环保的，因为它只需要压缩空气和电能，从一开始就避免了在生产过程中排

放 VOCs（挥发性有机化合物）。

旋转的等离子

为了将 banner 印刷到球的赤道线上，球必须在整个预处理过程中、在自己的轴上旋转。至关重要的是，等离子束要冲击塑料表面，从上方以同样的强度激活平坦的区域和向下倾斜的周边区域，但固定的单个喷嘴只有相对较小的出口角度，不能满足均匀、大面积的活化要求。然而，Plasmatreat 专利的旋转喷枪却可以实现 50 mm 的处理宽度和 2 700 r/min 的工作速度（如图 6 所示），提供均匀的活化强度。旋转的等离子对所处理范围的边缘（球的圆形部分）的活化效果要比中间部分稍强一些，这是因为虽然喷嘴远离边缘，但旋转轨迹却在这一区域重叠。相反，在中间部分，即使喷枪靠近表面，但由于喷枪射入的等离子却稍弱一些。最终，等离子效应实现了自我平衡，确保了整个表面的均匀活化强度。

在 3 个月的测试阶段，

Heidelberg 公司利用 Plasmatreat 出租的一台装置，在不同的材料上测试等离子预处理的有效性，结果毫无疑问。“不仅粘接强度要比未处理的基材有了显著提高，而且质量更高——印刷图案本身的清晰度和色彩鲜艳度得到了改善。” Heidelberg 公司 4D 印刷产品经理 Ivar Emde 证实道。此外，这种等离子预处理工艺具有非常高的加工可靠性，这对于 Heidelberg 公司而言非常重要。

在真实条件下的附着测试

位于德国利希滕施泰因的 BVD Druck+Verlag 公司，是一家专业从事胶印和数码印刷以及广告技术的公司，该公司为自身目标而率先发现了 4D 印刷工艺。最初该公司采用黑色印刷机，但自 2016 年 1 月以来，还使用了一台 4 色的 Omnifire 250 印刷机。从将球放入到取走，整个印刷过程只持续了 2.5 分钟，然后成品就可以出货了（如图 7 所示）。

在此系统中印刷的足球几乎都是名牌，它们一般都配有丝网

印刷的印记，球的制造商们将此印记应用到顶级的 PUR 材料上。柔软的弹性体使球更坚固、防水、密闭且快速。

丝网印刷后，会用 PUR 薄膜将这一顶级材料保护起来。为了在 4D 工艺中对球进行订制，将采用紫外固化的油墨对最终的这一层进行印刷。这些油墨在固化后必须自行保持牢固，因为它们本身不会受到薄膜的保护。

“实验室试验是必不可少的，但只有球场才会显示出足球上的印刷图案是否能够承受比赛的严酷性，或者是否会剥落。”BVD Druck+Verlag 公司的 Balleristo 项目经理 Reto Knecht 说道，他自己就是一名足球爱好者。Knecht 在真实的条件下测试了“他的”足球。各种 PUR 和 PVC 的足球，在保持不断旋转的同时，每一个最初都要接受 3 种不同长度的等离子预处理，印刷后，第一次进入实地测试：两次两小时的足球训练课，包括点球在内。测试中，只有印刷图案至少与这家制造商的丝网印刷图案一样好的球，才能被选中进入为期 3 个月的抛投测

相关链接

在大约 3 000 年的时间里，任何想踢球的人，都会用牛皮包裹猪囊制成球，但这一切在 20 世纪 60 年代末发生了变化：足球的外壳被塑料取代，同时胶乳和丁基橡胶被用于充满空气的内层。1986 年，在墨西哥举行的世界杯首映式上，第一款完全合成的足球一经官方认可，再也没有什么可以阻挡大批量生产的塑料球的发展道路。第一次，开始出现了纯白色球以及印有各种形状和颜色图案的多色球，足球变成了一种大批量生产的且引人注目的产品。现在，亚洲每年就为全球市场生产超过 4 000 万个足球。

试。随后在实验室中进行的视觉检测显示，紫外印刷的质量满足了规定的附着力要求。

等离子也适用于大物体

Omnifire 250 机型能够做的是小型产品，Heidelberg 公司于 2016 年秋季推出的 Omnifire 1000 能够适应大型产品的印刷需求。利用一台六轴机器人，它能够印刷由不同材料制成的长达 4 m 的任意形状的自由物体，比如，它同样适用于个性化的摩托车头盔（如图 8 所示）、复合材料的冰球棒和聚碳酸酯的行李箱，或者适

用于诸如汽车内饰件或飞机上方的储物柜等行业生产制程。总之，无论是大批量生产的部件还是售后配件，都可以利用个性化的彩色图案而得到提升。同样的，在紫外印刷前，这些部件的表面也要采用 Openair-Plasma 技术进行清洁和活化，等离子旋转喷枪可以实现智能跟踪操作来对大范围的表面进行预处理。

总结

决定选用常压等离子预处理工艺对于 Heidelberg 公司而言是值得的。“Plasmatreat 的旋转等离子技术是我们生产过程中的一个关键要素。”Emde 总结道，“它不仅使我们在极为广泛的不同材料上快速而有效地获得了良好的油墨附着力和润湿性，而且这种干法预处理工艺还可靠且再现性好。这项技术是一种维护需求低且环境友好的预处理工艺。”PT



图 8 在 Omnifire 1000 印刷机的应用中，Openair-Plasma 等离子技术还可以清洁和活化任何形状的自由物体，比如这款摩托车头盔，以确保个性化紫外数码印刷的附着力（图片来自 Heidelberger Druckmaschinen 公司）

联系方式：

普思玛等离子处理设备贸易（上海）有限公司
Mr. Calvin Chen
calvin.chen@plasmatreat.com.cn
www.plasmatreat.cn
Chinaplas 展位：02 馆，2L81