

专题文章

瓷砖印花技术革命推动光栅市场需求增长

瓷砖丝网印刷技术已呈日薄西山之势？

瓷砖印花领域传统上一直使用丝网（平板或滚筒）印刷技术，其缺点是每种颜色需使用单独的滚筒或丝网分别印刷。用于瓷砖印花的数字喷墨打印机早于世纪之交便已面世，然而，这项技术从诞生到足够成熟并可实现大规模生产，又足足经过了十年的时间。彩色打印工序处于瓷砖生产流程的末期——瓷砖坯压制成型并经过干燥和施釉后，在坯上打印彩色图案，最后再进入辊道窑炉进行高温煅烧。全球瓷砖行业现有约10,000条窑炉生产线，每条生产线均无一例外地配备一套打印系统。

丝网印刷工艺有很多不足，如制版成本高昂、必须进行大批量印刷方可实现经济性、设备前期投资巨大、重复印刷时难以确保颜色精确匹配等。在这种情况下，数字化打印逐渐成为瓷砖行业内趋之若鹜的最新黄金标准，而各家制造商也已针对瓷砖印花工艺生产出种类众多的喷墨打印机。市场上一些先进的喷墨打印机甚至能够以高达70 m/min的物料进给速度输出皮升 (10^{-12} L) 级墨滴的精细打印。

美国数字打印技术专家IT Strategies公司预测陶瓷喷墨打印机在欧洲市场的渗透率到2017年将达86%，届时全球相关产业年产值将达到约13亿美元。在中国，陶瓷喷墨打印技术虽仍处于早期阶段，但发展也十分迅猛。

喷墨打印技术是一种数字化、非接触式、可在众多物料上打印高清图案或图像的打印技术。这项技术正逐渐被越来越多的行业所采用，其中便包括在瓷砖装饰领域的运用，相比传统工艺，喷墨打印的巨大优势在于：图案设计更加灵活、输出图像更加细腻、废品率更低、可省去制版过程且自动化程度更高。近年来，随着最终消费者及商业用户对个性化定制瓷砖产品的需求逐渐增加，可以预见用于瓷砖的大幅面打印机将变得越来越受欢迎。喷墨打印具有打印时间短、价格经济实惠的特点，因此，即使是极小批量的个性化瓷砖设计需求也能轻松得以满足。在过去的几年里，由于大幅面打印头的使用——打印头在工作时基本保持固定，不需要水平扫过物料——这大幅提升了喷墨打印机的效率。然而，这项技术仍在不断发展，我们可以预见业界未来将会实现从瓷砖印花、施釉到装饰的完整端到端喷墨打印工艺。本文探讨了单程喷墨打印技术的发展前景，以及如何于这一技术中运用最新光栅解决方案。

展望未来

过去五年中，大量的数字喷墨打印机进入市场，而传统丝网印刷机的销量已开始下滑。在过去，光栅较少应用于瓷砖行业，但现在这种情况似乎将会改变。专家预计在接下来的三至五年内，35%的瓷砖将采用数字喷



图片由Xaar提供：瓷砖打印系统

涂方式生产。目前，中国的瓷砖生产量占全球总量的大约50%。

喷墨打印具有两种打印模式：二进制打印和灰阶打印。在二进制打印中，墨滴大小保持不变。因此，二进制打印可做到真正精确控制在每英寸所打印的墨水点数(DPI)。灰阶打印允许墨点大小改变，这有助于生成更逼真、更锐利的图像。

传统“多程”喷墨机配置多个喷墨头在直线轴上移动，因此每个轴都需要使用某种类型的光栅。随着惠普“单程”Pagewide技术和Memjet Waterfall®技术的兴起，针对传统物料的打印方式已发生根本性的变化，而光栅技术也已在这一新兴领域找到了用武之地。

人们普遍认为在瓷砖装饰领域灰阶打印将占据主导地位，因为这一技术能够以更高的速度实现单程喷墨，然而，许多高质量图像的打印过程仍将依赖二进制打印（可确保较高的墨点密度，即较高的DPI分辨率）。瓷砖印花中的色彩再现过程采用最少四种颜色(CMYK)，借此每一色彩层均可转换为半色调图层并单独进行打印。

最终，半色调图层的打印质量取决于其空间分辨率、灰阶分辨率以及低频率瑕疵点的存在程度。多个半色调点组成一个半色调单元，根据单元中半色调点的尺寸/密度的不同，便会在人眼中呈现出颜色的不同阴影。目前用于瓷砖印花的单程喷墨打印机输出的半色调单元具有的灰度大约为8至10级，相当于3位元/像素。相较之下，商用图像打印机可输出的灰度约数百级，因此其原始打印DPI便比瓷砖打印机要高出许多。用于瓷砖喷涂的墨水本身具有较高的粘性及独特的密度——墨水中可能包含玻璃浆料（玻璃细粒）及重金属颜料——这些物理因素似乎限制了提升瓷砖打印头的原始分辨率。

现时瓷砖喷墨打印头的原始分辨率约在300至360 DPI之间，而标准的商用图像打印头的分辨率则可高达2,400 DPI。较低的打印分辨率不可避免地会降低每英寸行数(LPI)，导致色彩重现不准确、图像中出现条纹，以及其他对图像质量的不良影响。

要打印出更为清晰的图像，打印头需要具备线性/旋转位置控制功能，从而最大程度增加DPI、LPI以及灰度级。通过在宽面喷墨机打印杆上加装一个或多个运动轴，便可得到明显高于打印机原始分辨率的实际复合分辨率。多根打印杆能够沿垂直于进给轴的方向运动，位移增量可小于两个打印喷嘴的间隔（喷嘴节距）。另外，由多根打印杆组成的阵列还可围绕垂直轴旋转，从而达到任何所需的分辨率。最终的复合分辨率将是单个打印头分辨率的数倍。利用多根打印杆提高打印分辨率的好处是不会牺牲打印速度——设备整体上仍为单程打



图片由Xaar提供：一系列利用单程数控打印头打印出的瓷砖装饰图案

印。窑炉煅烧是瓷砖生产流程中成本最高的环节，窑炉通常全天候运行，多条进料线源源不断地将压制成型并打印好图案的砖坯送入炉内煅烧；在这种情况下，单程喷墨打印对于确保进料速度、保证生产效率而言至关重要。

很明显，与其他高端大批量生产设备类似，未来的瓷砖数字喷墨打印机也应是具有高度灵活性的设备，应提供更大范围的可用分辨率、满足更多尺寸的打印需求并兼容更多种类的“开源”墨水。这类墨水可以在各个品牌的打印机上通用，目前在业内发展势头强劲。

光栅如何帮助打印机输出更好的打印分辨率和更高质量？

光栅在高品质打印领域具有广泛的应用空间，在接下来的几年中，其普及程度将进一步提高。单程喷墨打印机采用最新技术，市场售价昂贵。此类打印机的喷墨打印头需要沿直线轴方向以小于喷嘴节距的增量距离（20微米或更短）进行移动，因此必须使用高精度光栅作为位置反馈。此外，打印机内的打印杆还需要围绕垂直轴作旋转运动，且最小精度需优于±5角秒，以确保物料通过一系列方向一致的打印头时，印点配准精度良好。控制线性运动时，光栅的最小分辨率要求至少为200纳米，从而确保印点配准精度达到±2微米；控制旋转运动时，光栅的最小分辨率要求至少应< 0.5角秒。雷尼绍TONiC™增量式光栅系列将是理想的选择，另外，也可以考虑使用绝对式光栅。这类光栅在启动后可立即确定位置信息，无需返回零位。绝对式光栅可显著降低碰撞风险和一般性的计数误差，从而提高安全性并缩短停机时间——这些优势将吸引最终用户。雷尼绍RESOLUTE™绝对式光栅系列便属于这类光栅。打印过程中，打印杆有可能长时间（可达数小时）固定在某个位置。受热胀冷缩效应的影响，打印头的位置确实会随

着时间的变化而出现漂移；对于步进电机-丝杠组合而言，这类漂移尤为显著，因此高精度光栅在这些应用中发挥着至关重要的作用。最终随着喷墨打印技术的不断发展，高精度光栅必将成为其中不可或缺的核心元件。

摘要

喷墨打印技术的发展正在令瓷砖装饰行业发生彻底的变革。在接下来的几年内，大幅面瓷砖打印机的市场需求必将大幅增加，这显然会令光栅制造商从中受益。市场对于高质量打印的强劲需求将给高性能光栅系统带来良好的应用前景，因为打印设备制造商纷纷寻求绕过陶瓷墨水固有的技术限制，而通过精确控制打印头的运动来提高打印的分辨率。领先的运动控制解决方案供应商因此具有巨大的成长潜力，应抓住时机努力扩大市场份额。



图片由Xaar提供：一系列利用数字方式打印的装饰瓷砖

如需了解雷尼绍位置编码器的详细信息，请访问
www.renishaw.com.cn/encoders

雷尼绍感谢数字打印行业专家、IT Strategies公司
副总裁Marco Boer先生提出的宝贵建议。

