



2019
实例探究

新式打印 留下印记的工艺

麻省理工学院的研究人员使用 Phantom 高速摄像机观察了墨水在一种新印刷工艺中的运动情况, 为电子产品打开了新大门。

在柔版印刷过程中, 当墨水被印在表面上时, 它大概没有引起太多关注。但事实证明, 了解油墨转移动态对于广泛的应用至关重要, 尤其是电子制造业。

麻省理工学院 (MIT) 的一个研究团队开发出一种新的印刷工艺, 改进了传统的柔版印刷。传统技术将超薄的聚合物和胶体油墨层应用于无孔基材。柔版印刷对于许多行业 (包括电子制造) 都很重要, 通常用于在纸张和聚合物薄膜等非常规表面上进行打印。薄膜晶体管、RFID 标签和透明电极只是其中一些得益于这种高吞吐量工艺的批量生产器件。



When it's too fast to see, and too important not to.®

柔版印刷和油墨移动动力学

在柔版印刷过程中，弹性体与基材接触，导致印底表面的油墨在两个表面之间形成液体桥。分离时液体桥会断裂，从而将少量液体转移到每个印底下的基材上。尽管柔版印刷是一种易于推广的快速工艺，但它也有局限。由于油墨传输动态，此过程仅能实现数十微米的分辨率，进而限制了打印显示像素的分辨率和打印设备的性能。

但在 Phantom 高速摄像机的帮助下，麻省理工学院的研究团队发现，纳米孔印底克服了这些挑战，实现了超薄胶片打印的微米精度。“具体来说，纳米孔印底的挤压和去润湿的不稳定性与传统聚合物印底不同，实现了更精细的印刷特征尺寸，”研究人员 Dhanushkodi Mariappan 解释道。

Phantom v2511 摄像机

Vision Research Phantom v2511 高速摄像机对研究人员所寻求的用超高速捕捉高分辨率图像有非常大的帮助。较低分辨率下拍摄速度高达 1,000,000 fps，并设有能够低于 1 μ s 的全局电子快门。由于这些高级功能，摄像机成功冻结了快速移动的现象，同时消除了运动模糊。



由于其高感光度，Phantom v2511 帮助麻省理工学院的研究人员捕捉了纳米孔印底柔版印刷的油墨转移动态过程。

获取高速成像支持

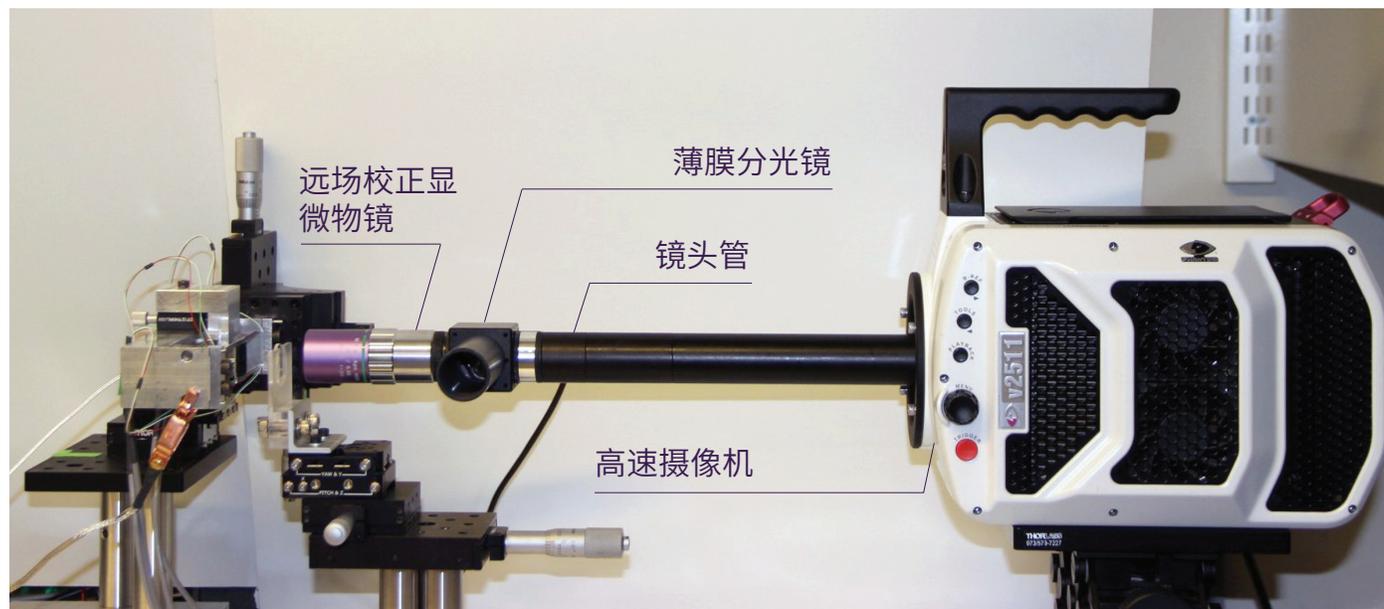
为更好地了解纳米孔印底如何转移油墨，研究人员需要一种方法来捕捉快速柔版印刷过程中微米层面的印底特征。“高速摄像机在这一过程中至关重要，”Mariappan 表示。

Mariappan 与团队使用了 Vision Research Phantom v2511 摄像机，研究基板之间的液体转移动力学（在此例中为透明球形透镜），以及由聚合物涂层碳纳米管（CNT）制成的纳米孔印底。他们的实验装置包括一个 CNT 印底，他们设置在弯曲阶段，以及一个电容探头，测量印底和基板之间的接触力。印底图案包括一个 100 μ m 的圆圈阵列，间距为 30 μ m。该装置还集成了单轴运动台，以对齐两个表面，以及位于透明基板后的定制显微镜和 Phantom v2511 摄像机。

涂墨后，团队将湿印底放在柔板上，并把它置于镜头之下。Phantom v2511 以 25,000 帧每秒 (fps) 的速度记录了这一关键步骤，包括印底以不同速度接触地板和收回的情况。“我们想捕捉两个表面之间的界面上发生的事情，”Mariappan 解释道。“据我们所知，之前没人做过这个实验。”

揭晓结果

利用高速成像和分析建模, 该团队成功观察了冲压过程中油墨的扩散情况, 从而揭示了高、低接近速度下纳米孔印底的动态。具体来说, 它们表明印刷油墨的体积和产生的厚度都独立于接触压力。厚度随着缩回速度的减小而减小。



捕获 CNT 冲压和球面透镜之间的接触的装置。图像是使用 Phantom v2511 摄像机在镜头的另一端拍摄的。

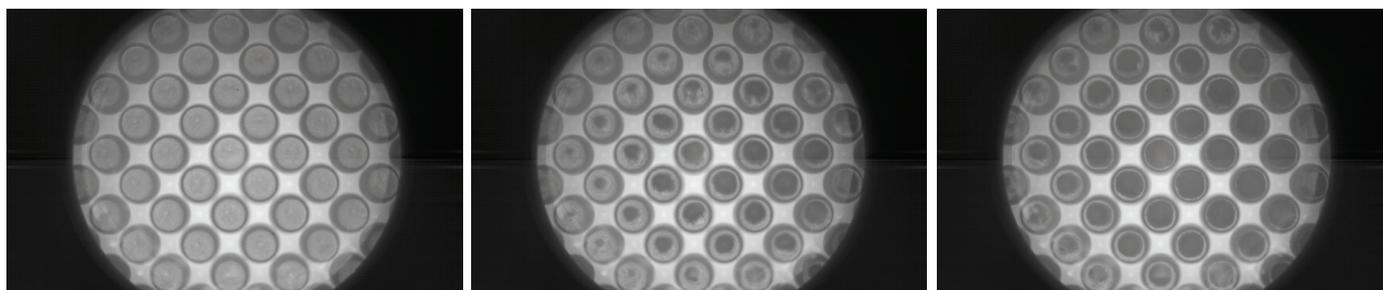
了解高速成像过程

通常, 在高速摄影过程中, 光线可能是一项挑战。由于冲压实验的性质, 光线充足极为重要。“我们将两个表面相互按压,” Mariappan 解释道。“缩小间隙会限制光线。”

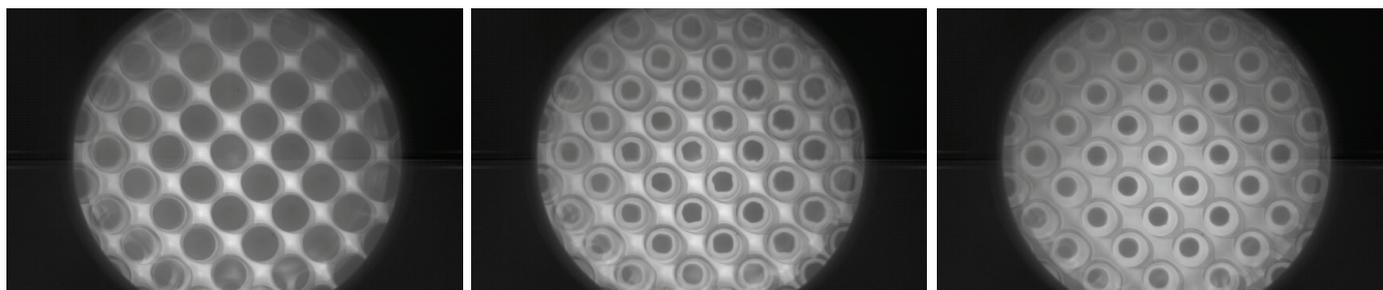
高度灵敏的 Phantom v2511 及其后续产品 Phantom 2512 旨在在不牺牲图像质量或速度的情况下最大限度地提高感光度。v2511 在 100 万像素分辨率下速度可达 25,000 fps, 集成了具有 28 微米像素尺寸的定制 CMOS 传感器, 具有高感光度。每个像素的深度为 12 位, 可生成 4,096 个灰度, 从而获得高质量、详细的图像。这些功能共同实现了 32000D 单色和 6400D 彩色的高原生 ISO, 成功地克服了高速成像中典型的光线挑战。

Mariappan 总结道：“纳米孔印底柔版印刷成功地打印了厚度小于 100 nm 的纳米颗粒薄膜，其速度与工业设备相当。有了高速摄像机，我们才得以展示纳米孔印底在工业级电子印刷中的潜力。”

2019 年 4 月，Mariappan 和同事在 Langmuir 发表了他们的研究。



当印底以 10 mm/s 接近基材时，Phantom v2511 可捕捉油墨的扩散方式。



当印底以 10 mm/s 从基板缩回时，Phantom v2511 可捕捉液桥的变化。



VISION
RESEARCH

AMETEK®
MATERIALS ANALYSIS DIVISION



官方微信

某些 Phantom 摄像机符合出口许可标准。有关更多信息，请访问 www.phantomhighspeed.com/export。