

文章

量子点技术的应用会有更加光明的未来吗？

早在1980年，科学家便已发现了胶体半导体纳米晶体——量子点（QD），其直径大小通常只有2 - 10纳米（nm）。目前，这种材料已投入商业化生产，广泛应用于包括太阳能电池、光电探测器和LED在内的各种薄膜设备中。QD对平板显示器（FPD）行业将产生深远影响，但一切真的会从此改变吗？

量子力学效应（也称“限域”效应）导致的色彩可调性是量子点的诸多优势之一。量子点因其材料组分的不同（例如可包含硒化镉（CdSe）和硫化锌（ZnS）等），还可具有光致发光或电致发光特性。

在FPD应用中，QD有望提高效能并降低功耗，增加亮度和色彩饱和度，延长显示器使用寿命，并降低当前FPD技术（包括有机发光二极管（OLED）技术）的成本。OLED技术尽管十年前便已问世，但一直未能在利润丰厚的显示设备市场中大有作为，主要原因便是其产量低和技术困难，从而导致成本偏高。

人们普遍认为，QD设备的问世将会创造一种新的范式，这将终结液晶显示器（LCD）的市场垄断地位，并由开发出的新型低成本的薄膜晶体管（TFT）产品取而代之。Touch Display Research是一

家独立的技术市场调研和咨询公司，该公司预测量子点显示器和照明元件的市场价值到2016年年底将超过20亿美元，到2025年将达到106亿美元。

QD背光LCD和QLED

QD最直接的应用是LCD背光照明技术（LED电视）。QD已集成到一种滤膜中，这种滤膜可以插入到LED背光源和LCD面板之间。目前的LCD背光源使用白色LED灯，这种灯实际上是通过在蓝色的LED灯上覆盖一层荧光粉制成，因此效率较低。量子点滤膜允许在背光源中使用纯蓝色LED灯，因为它可通过吸收和再发射将一些入射蓝光转换为很纯的绿光和红光。因此，LCD面板可接收更丰富的白光，从而扩大了显示器可再现的色彩范围（色域）。该QD技术的一个关键优势是无需对现有的FPD制程作出重大改变，这有助于尽早将该技术投入实际应用。

QD LED或量子点发光二极管（QLED）显示器将成为继OLED显示器之后的下一代显示技术。QLED的结构与OLED设备非常相似，它们均采用TFT矩阵有源处理每个像素。然而，使用模式化的QD取代标准发光性聚合物作为发射层，则具有显著的优势。这些优势包括纯色和完全可再现的色



具有鲜艳色彩的量子点，从紫色到深红色。图片版权归属：Alexei Antipov / Wikimedia Commons / CC-BY-SA-3.0 / GFDL

彩空间标准（如Adobe RGB），并能够带来比最先进的OLED还要高出30 – 40%的发光效率。QD还可能促成各种尺寸及形状的透明和超薄显示器的出现，这是现有技术无法做到的。

运动控制和位置编码器

量子点薄膜及类似产品均通过化学工艺大批量制造，这与运动控制无关。然而，QLED制造工艺将围绕两项技术展开：电流体动力喷墨打印（E-jet）技术和接触印刷技术。

封装QD LED时，需要将不同厚度的多层QD以堆叠形式进行排列，同时还可能涉及其他复杂的几何形状，以便能够得到连续、高效的整体发射光谱。E-jet打印是一种分辨率很高的喷墨打印形式，有望用于制造大面积电路、光伏模块和其他小型光子器件。E-jet打印机的工作原理是通过电场将墨滴从打印头喷嘴吸出，而不是通过背压将墨滴挤出，因此可得到纳米级尺寸的墨滴。目前的试验机器采用一个具有多达五个自由度的基板定位平台、一个Z轴线性平台和一个转台，用于控制打印喷嘴的位置，从而实现亚微米级精度的准确喷墨。运动控制系统也可使用光学或磁性编码器进行粗调定位，并使用视觉传感器以纳米级精度（<500 nm）对伺服控制器进行调准。

不过，QLED显示器选择的方法可能是接触印刷，因为这种技术具有速度较高和成本较低的固有特性。这种贴装技术采用弹性压印模进行转印，可制造分辨率高达每英寸2460个红-绿-蓝像素点（PPI）的显示器。目前有三种基本的转印“模式”，其中一种被称为“确定性组装（Deterministic Assembly）”的技术——直接将QD结构从供体基板转印至受体基板——最适合实际应用。预计当前的小规模QD接触印刷工艺，将通过重复校准转印技术逐步扩大印刷面积，而这是大批量生产的一个关键。QD检索和印刷过程取决于对印模施加的正交力和印模速度。印模与基板的接触面的调准和定位精度必须达到微米级，并且可重复覆盖精度必须<500 nm，这些都是该技术要求达到的特性。在这种情况下，考虑到接触印刷工艺在微米和纳米级元件制造领域的广泛应用前景，我们可以判断，用于运动控制的精密增量式光栅系统的未来销售状况比较乐观。现有的高效

自动化转印系统大多数包含X、Y和Z轴线性平台，以及附加的移动/倾斜平台，它们共同控制印模元件的操作并确保重复精度。集成的光学元件和精密负载传感器可提供压力反馈和位置感应数据，以确定印模和基板之间的适度接触，从而达到理想的效果。随着QD纳米结构印刷技术的发展和普及，这些系统的线性轴和回转轴上将需要更多高性能的光学编码器。

领先的编码器解决方案

用于当前FPD制程的大型空气轴承平台，其典型运动误差小于10微米或10角秒。显然，需要对其性能做出改进，方可满足未来QD设备/纳米制造技术对运动控制精度的需求。增量式光栅——例如雷尼绍紧凑型TONiC™系列光栅——是用于需要最高精度的伺服反馈的最佳解决方案。

QD应用的精密直驱平台使用集成编码器来实现速度/位置控制、转矩控制和换相。应根据速度和位置控制要求以及电机类型，来选择最适合某一运动控制应用的编码器。

为了确保非常精确的定位控制和平稳的速度控制，平台需要较高的伺服刚性（通过较高控制器增益和较大带宽来实现），以最大限度地减少位置校正时间（一种被称为临界阻尼的状态）。稳定状态下的速度误差由编码器输出误差引起，这种误差会被控制增益放大并作为真实电流流向驱动器，从而造成感应发热和伺服控制问题。最终，控制性能与编码器精度之间具有了一定的关系，因此高增益需要高分辨率和高精度来消除速度（转矩）误差的连锁效应。

设计人员在寻找最佳的伺服控制性能解决方案时，要求编码器具备如下特点：带有精细细分、周期误差低、信号噪音（抖动）小、封装尺寸小，以及具有可选的模拟/数字输出功能。雷尼绍的TONiC光栅具备低至±0.51 nm RMS的低信号抖动，周期误差仅±30 nm，是同类产品中最低的。显然，先进的光栅对未来纳米制造技术的发展起着十分重要的作用。

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