

# OLED 产业发展分论坛：开放合作 共创共赢

编者按：11月23日上午，首届世界显示产业大会“OLED产业发展分论坛”在合肥召开。论坛由中国光学电子行业协会液晶分会、中国OLED产业联盟、国际半导体产业协会承办，由赛迪智库集成电路研究所、合肥平板显示产业创新战略联盟提供支持。论坛以“开放合作，共创共赢”为主题，聚焦OLED发展关键话题，剖析OLED产业发展中面临的挑战，挖掘OLED产业未来机遇，推动新型显示产业健康、有序、可持续发展。



赛迪智库集成电路研究所光电子研究室主任、中国OLED产业联盟副秘书长耿怡



合肥京东方卓印科技有限公司副总经理吴仲远



默克OLED产品开发全球负责人雷·恩铭 Remi Anemian



天马微电子股份有限公司副总监申莹



奥宝科技显示业务发展总经理诺姆·科恩 Noam Cohen



上海和辉光电有限公司总经理助理梁晓



埃迪沃兹贸易(上海)有限公司亚洲Turnkey应用总经理高桥克典



阜阳欣奕华材料科技有限公司副总经理黄常刚



韩国UBI Research首席分析师/社长李忠堉

本报记者 卢梦琪 马利亚

耿怡：

## OLED已经成为产业发展重要的驱动力

新型显示产业再次进入分水岭阶段，价格持续下降引起了量增价不增的现象。由于液晶显示在新型显示中占比较大，所以呈现量增价跌的状态时，就会带着整个新型显示产业量增价跌。而目前OLED其实是量价齐升的阶段，OLED已经成为产业发展重要的驱动力。

近年来各地对显示面板产线的投资十分踊跃，我国的AMOLED产业规模得以迅速扩张。截止2019年10月，中国大陆地区已建成生产线11条，在建生产线4条，总投资规模超过4000亿元。伴随多条产线的陆续建成，我国AMOLED生产技术和产业创新能力也在不断提升。柔性AMOLED与其他新一代信息技术相结合，有望望进一步提高国内企业的品牌地位，带动下游产业转型升级。目前，中国OLED产业也存在很多不足，主要体现在配套能力、技术储备、前瞻性方面。

未来的产业发展趋势方向有三点：第一是市场应用普及化。全球排名前3的笔记本电脑企业、排名前5的智能手机企业，80%的电视机企业和90%的智能手机企业均已推出OLED屏幕的终端产品。第二是产品结构多元化。OLED可柔性、固态发光、结构简单的特点带来更多产品设计的可能性，促进OLED产品在形态和功能上多元化发展。第三是产业发展集群化。例如，韩国三星以牙山为中心，LGD以龟尾为中心分别形成了各自的产业生态体系。我国OLED产业起步较晚，供应链完整度不及韩国企业，但在部分地区初步形成包含原材料、零部件、面板制造、整机集成的新型显示产业生态圈。第四是技术创新链条化。在人工智能、物联网、5G、超高清等新技术不断发展的阶段，显示屏承担了信息呈现的重要作用，是信息技术创新链条上的重要一环。

AMOLED产业投资大，技术密集，“屏”已经成为和“芯”并驾齐驱的器件，是电子信息产业最尖端技术之一，推动AMOLED产业的发展对于提升我国电子信息产业基础创新能力、产业链配套能力具有重要作用。

吴仲远：

## 大尺寸OLED显示机遇与挑战并存

虽然近几年全球显示产业发展速度减缓，但新技术应用市场还是有不错的发展潜力。OLED作为新技术的应用代表，利用自身的高对比、响应快、可弯折、低蓝光等优势快速地渗透到各类消费电子领域，从移动智能终端到大型显示，基本上能够看到的屏幕和想象到的产品应用，都有OLED显示的出现。

大尺寸OLED TV目前市场总量并不是特别大，但是未来几年增长速度会比较快。2018年全球OLED TV销售数量在280万台，预计今年会达到380万台数量，未来几年会保持每年37%左右的增长速度。OLED电视目前定位在高端市场，未来通过差异化产品形态、丰富产品种类、扩大产能，具有良好的市场前景。

大尺寸OLED技术路线主要分为三种：第一种是蒸镀白光OLED+彩膜技术，技术已经相对成熟并量产，但制造成本高、材料利用率低，产品功耗相对较高；第二种是打印OLED技术，目前处于产业化前期阶段，相对于传统蒸镀技术具有材料利用率高、产品制造成本低的优势；第三种是蒸镀蓝光OLED+QD彩膜技术，技术还处于研发阶段，具有高分辨率、高色域的优势，但需提高寿命和效率。总体来说，目前三种技术路线里面，蒸镀白光技术是最成熟的，也是目前广泛应用于量产的主流技术，其它两种技术还有很大的潜力。大尺寸OLED技术门槛目前来看还是相对比较高的，它的挑战主要来自三个方面，即TFT基板、EL图形化

工艺、驱动补偿技术，这三个方向共同面临的最大挑战都是成本，成本问题还需努力去克服，此外在器件、工艺、算法方面都有各自需要解决的问题。

未来京东方大尺寸OLED技术开发方向主要是分三个方面。画质提升会往更高的分辨率、更高的刷新频率方面努力；在成本和功耗方面，重点把喷墨打印工艺开发得更加完善，同时开发POL-less技术，减少MASK方案，减少功耗；在系统整合方面，在产品外观上要更加轻薄，开发无边框技术，并结合新趋势开发拼接、透明显示等新的市场应用。

雷·恩铭 Remi Anemian：

## OLED材料是创新和性能进步的关键驱动因素

显示是人类和信息之间的关键接口，视觉感知占人类感知的80%，因此显示产业有一个光明的未来。一些新兴技术正在浮出水面，例如自由形态的OLED，还有可折叠、可拉伸、透明的OLED显示屏。OLED材料具备形式自由、可弯曲、可伸展、透明、轻薄、可打印、可穿戴等性能，是创新和性能进步的关键驱动因素。

默克公司在OLED显示屏领域提供广泛的材料组合，领导OLED显示多层创新，例如硅烷烷作为新的基板，活性Mesogen成为超薄涂层、OLED材料掀起显示和照明的革命等。然而必须明确一点，即材料本身并不代表或者显示出所谓的效率或者寿命，只有将材料与显示技术融为一体，变成一个产品之后，它才会有这个属性。因此材料的组合非常重要，不同的材料组合会带来不同的结果。

OLED材料是整个显示产品开发最先进的材料，工艺囊括蒸汽和印刷等。默克的OLED材料研发组合涵盖从早期技术热点到成熟产品的全部范围。根据PatentSight分析，默克的专利组合在10家OLED专利组合公司中获得了最高的竞争力。默克整合了OLED的知识和分析数据库，涵盖数据分析、建模、搜索浏览、物理实验管理和数据库。

蒸汽OLED材料可促成广泛的材料组合，具有广泛的传输层，用于HTLs、prime层、HBLs、ETLs以优化效率和LT方面的性能。而具有优良加工稳定性的绿色预混宿主材料可用在低温领域。

印刷OLED是未来科技，具备材料利用率高、简单的OLED堆叠，消除面板中的颜色过滤器，适用于TE和高分辨率显示器例如4K IT显示器和8K OLED电视等特点。默克公司与印刷OLED设备供应商有着紧密的合作关系，在印刷OLED技术方面有很强的责任心和专业性。

申莹：

## 折叠形态多样

### 使柔性OLED面临更多挑战

柔性OLED手机产品趋势主要聚焦在全屏手机和折叠手机两个方向。从整机需求角度看，未来技术趋势是全面屏、轻薄化和低功耗需求。在内部设计方面，未来的5G手机由于整机设计空间有限，导致射频集成度增加进而功耗增加以及PCB版面面积增加，压缩其他器件空间，因而会倾向于屏幕轻薄化、屏幕低功耗；从外型来看，5G手机的屏占比将进一步提升，例如采取屏下摄像头、FOD等，形态也更加多样，例如双曲面、四曲面、内外折叠等。

OLED技术在响应时间、厚度、视角、对比度、色域、功耗方面的表现优于LCD。触控技术上由Add-on touch发展为多层TPOT，单层TPOT，光学器件方面由LCD发展到OLED、Micro LED，基板技术上由a-Si发展到LTPS、LTPO。

当下，全屏手机的叠构方案从产品形态上实现左右曲约等于88度，而未来的产品实现88度，所面临的技术挑战就是Panel无机层应力裂纹问题。天马产品当前的架构是双曲，目前可以实现左右曲小于90度，未来

将实现大于等于110度，所面临的技术挑战主要为Panel无机层应力裂纹问题和Lens开发问题；四曲（搭配屏下Camera技术）架构目前可以实现上下曲、左右曲不等高，未来将实现四边曲面等高，所面临的技术挑战主要为Panel无机层应力裂纹问题、Lens开发和模组工艺开发。从关键技术来看，一是包括Panel本体调整，模组叠构调整在内的屏体叠构技术至关重要，二是3D、3.5D CG贴合技术需要突破。

折叠手机从内弯到外弯、Z形态，开发难度上升，面临诸多技术挑战。一是弯折测试，OCA胶的Tg点较低，整个折叠叠构在低温下及高温下的弯折性能需要平衡；二是折痕应该减轻，需要研究堆叠结构各材料蠕变特性，通过材料选择及叠构设计来减轻折痕；三是冲击测试，缓冲层设计应降低Panel所受应力；四是TPOT、CFOT集成到Panel，整体堆叠厚度降低，堆叠从多中性层趋于单中性层，为模组叠构设计提供更多的空间；五是Array到TEF、TPOT的整个Panel制程中，对无机薄膜层的制程调校，以降低裂纹风险。

诺姆·科恩 Noam Cohen：

## 为应对OLED挑战提供解决方案

OLED显示发展面临着一系列共同的挑战，色差的缺乏、粒子控制、ELA的稳定性、TFE的可靠性，同时还有一些其它的问题，比如材料的老化、材料的褪色、T.P集成以及激光玻璃的可靠性等，这些挑战让OLED的良率面对一些压力。

奥宝科技深耕显示行业已经有27年，有超过600项全球性专利，同时还有700名的工程师和科学家。奥宝科技的解决方案AOI，开发了多模式的自动光学检验，通过扫描或者检验来分辨并区别材料缺陷，例如材料是否开壳、出现灰尘、ITO短路或者有针孔等等，及时反馈到工程师。层厚度宏监测Insight技术通过特殊的激光照明进行表面形貌测量，感知层厚变化、材料应力和折射率变化以及在胶片上是否有缺陷，并可以探测边缘位置的宏观缺陷。

奥宝科技的绿洲产量管理AI平台是人工智能新技术在FPD产量管理中的应用，它不仅仅是“产量数据分析器”，还是“产量数据生成器”。通过机器AI与Fab AI的连接，具备分析“深度数据”，“唯一数据”的能力，并且可以与所有奥宝科技的显示产品线协同进行电气测试、AOI和维修。每个系统都有AI软件，所有平台都通过一个中央人工智能中心连接，利用实际生产数据来实现产量管理改进，通过AI扫描分类，帮助显著提高产量、改进过程控制、更智能更快速、减少需要检查的缺陷图像的数量、可实现自动缺陷分类(ADC)、能够自动准确地判断致命缺陷、具备极高的致命缺陷捕获率，并且可启用流程问题的早期警报。

总的来说，奥宝科技的数字宏AC e-Mura、量子超AOI、数字宏透视AOI、数字宏AMOS AOI、Quasar LOT、阵列检查器、数字宏Digital Macro能够为应对OLED挑战做出一定贡献。

梁晓：

## AMOLED显示带给电子行业诸多新机遇

AMOLED在电子产品市场的应用越来越广泛。AMOLED显示屏的高画质、低功耗、健康护眼等特性越来越被消费者所接受。

然而，AMOLED显示行业也面临挑战：一是手机面板的客户定制但不负担产品开发费用的商业模式带来成本的挑战。二是全面屏快速迭代，给AMOLED面板厂带来规模效益的挑战。相比2018年，2019年主要品牌使用AMOLED屏的手机型号增加了17款，但显示屏规格增加了27款，单机型出货量减少，规模效益差。三是产品研发周期不匹配，给AMOLED面板厂带来研发能力的

挑战。手机产品开发周期短，显示屏开发周期长，加大显示屏开发难度。四是全球AMOLED产能增长迅速，柔性面临产能过剩的挑战。全球柔性目前在在建产能满产手机屏约每年13.5亿片，占全球智能手机销量约97%，柔性产能过剩。五是三星显示加大中国区拓展，带给中国AMOLED面板厂的挑战。

AMOLED显示带给电子行业诸多新机遇。在手机行业，AMOLED是促进开发市场需求的新技术，有助于手机厂商以差异化赢得市场，并通过积极追求技术创新，摒弃低端价格战。在智能手表、手环市场，随着传感器技术日益完善，健康数据采集、移动支付、独立通话等实用功能以及续航进一步加强，智能手表市场稳定成长，预计2021年市场规模将达到1.495亿部。AMOLED以其高画质、低功耗、异形、超轻薄、曲面柔性、健康护眼等优秀特性，助力智能穿戴市场快速成长。预计2020年国内智能穿戴产品中，使用AMOLED显示屏的出货量将超过9千万台。在平板电脑市场，AMOLED以其超轻薄、快速响应、健康护眼等特性，为平板电脑市场带来新的利润增长点。从2018年开始平板电脑市场出货趋于平稳，预计未来每年在1.5亿只左右。在笔记本电脑市场，AMOLED逐步成为高端商用、电竞笔记本和教育平板屏幕的替代解决方案。据各家笔电品牌对AMOLED产品的推出速度，预计2022年的年出货量将达到600万台，拉动G6产线达20K大板。在车载显示市场，汽车的内饰将扩增多新型态显示功能，AMOLED以其异形、超宽温域、超宽视角、快速响应等特性，将为车载显示领域增添更多应用。2019至2024年车载显示屏年复合增长率将达到8.5%。其中AMOLED显示屏市占率预计到2020年将达到2%，2024年有望达到10%。

高桥克典：

## 要注重工艺气体排放对生态环境的影响

显示屏生产带来的工艺气体对环境造成很大影响，如果减排和设施设备选择不当或操作不当，则可能向空气中释放毒物NOx、HCN、NH<sub>3</sub>、HF on silica、Cl<sub>2</sub>、COF<sub>2</sub>、COCL以及全球变暖气体CF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、N<sub>2</sub>O、COF<sub>2</sub>；向水中释放NaF、NH<sub>4</sub>Cl、SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaF<sub>2</sub>、CaSO<sub>4</sub>、Ca<sub>3</sub>B<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、CaCO<sub>3</sub>、Ca(OH)<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>等。解决方案就是确保对泵排气管进行加热以避免堵塞，并采用耐腐蚀材料制造，在确保NF<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>高DRE的同时，尽量减少氮氧化物的产生；确保CF<sub>4</sub>和SF<sub>6</sub>和任何腔室副产物的高DRE；确保有效清除废气中的固体，以避免管道堵塞；确保废水处理厂的固体废物按照当地法规进行管理。

中国有着广泛的环境法规，包括水污染、空气污染和土壤污染领域，规定了浓度限值(mg/m<sup>3</sup>)和质量释放限值(kg/h)，如果释放超过质量释放极限，则无法稀释空气源以降低质量释放速率。一些法规还规定了特定行业的限制，到目前为止，最近为电子行业提出的有关空气污染物排放的法规仍在讨论中，尚未发布。

2017年7月28日，环保部(MEP)、后来的生态环境部(MEE)发布了《固定污染源排污许可分类管理目录(2017年版)》，指出，到2020年，将对78个行业和4个一般流程实施污染物排放许可管理。FPD产业包括在序列69中，在2019年到2020年之间需要发放许可证，污染物排放主体将根据生产、排放污染物总量和环境破坏程度，分为重点管理主体和简化管理主体。

黄常刚：

## 低温光刻胶技术在OLED领域将得到更好应用

显示技术发展多年，最重要的是为客户提供最直观、最理想的体验，让客户能够感受到显示屏里的画面与真实世界的差距

越来越小。

相比普通的图像，HDR可以提供更多的动态范围和图像细节，不仅仅是更高的对比度，还是对场景的光线及色彩的真正还原，能够更好地反映出真实环境中的视觉效果。实现HDR，需要显示系统拥有极高的对比度和色彩显示范围、提高画面通透程度，使原始画面还原更加逼真。

在目前显示行业的发展基础上，光刻胶如何跟上显示技术的需求呢？欣奕华首先在BM方面提出超高精细度、超强遮光性、超高阻抗的解决方案。在RGB提出广色域、超高透过率的解决方案。

最近10年OLED显示飞速发展，2019年智慧型手机的OLED渗透率将首度超越LCD来到50.7%、OLED面板市场规模约207亿美元，2025年OLED的渗透率更将进一步推升至73%。而在电视面板方面，OLED已俨然成为高端电视产品的代名词。根据IHS统计，今年第二季度售价逾2000美元的电视的OLED渗透率，在日本高达59%，在北美及欧洲也有45%左右。截至目前，中国已建与正在兴建中的OLED生产线高达11条。

OLED市场非常大，如何将优秀的光刻胶技术应用到OLED领域，为这个市场做好服务，是材料从业者的使命。

由于OLED是柔性显示形态，是薄膜化以及有顶发射、底发射，显示效果受自然光影响比较大，因此为了减弱自然光的反射对显示造成镜面显示干扰，目前采用贴圆偏。随着终端产品形态出现了更多变化，小尺寸的折叠、大尺寸卷轴将陆续出现，圆偏的厚度及弯曲曲率半径已经无法满足折叠的需求。在这个基础上，欣奕华用RGB和BM替代。RGB圆偏可在OLED面板上直接制成，全程85摄氏度以下完成，不会对面板造成影响，可以适应折叠和卷轴等形态变化的场景，同时减少1/4圆偏对显示画面造成的光损失。欣奕华光刻胶产品的高色域基因，目前可覆盖85% NTSC，即将达成100%NTSC覆盖、解析度小于等于10μm，可满足目前所有PPI使用。

李忠堉：

## 中国应同时发力低中高端OLED市场

中国正在开发高价值的电子消费品，数量和质量在不断提高，已经成为全球范围内重要的市场。中国的面板制造商依托相对低成本的制造方式提供价格更低但质量更高的产品，并努力开拓国际市场，中国制造的产产品现已占据全世界出口量的大部分。

受人们的信信息获取由电视大屏转变为手机小屏的消费习惯改变，LCD产业遭受冲击，出口量下降以及供大于求的局面导致LCD制造商出现赤字的情况。因此，很多厂商希望从LCD行业抽身出来，进一步在OLED方面发力。

从国别角度来看，日、韩、中三国的显示产业成长进程不同。日本面板公司走研发策略，开发了自己的显示工作原理并生产显示器；韩国公司走生产策略，向日本学习显示器生产技术以及获得日本的设备和零部件；中国走投资策略，将韩国和日本的面板企业作为一个整体进行收购，然后用中国本土的人力和设备生产显示器。

中国电子行业存在结构失衡的问题，华为等智能手机制造商已成为全球性公司，而面板公司的OLED技术相对一般，零部件和设备公司相对贫乏。现在中国的面板产品格局是从低端到高端，比如从低端的LCD到柔性的OLED，而且中国很有希望在未来超过三星在OLED方面的发展。而且柔性的OLED肯定是比硬性的OLED更高端，中国在硬性的OLED方面有相关的投入，但是未来将有更多的投入在柔性的OLED方面，这将影响到整个市场的分配格局，也会整体推动OLED行业的发展。

如果中国能将这些柔性OLED生产线转变为硬性的OLED生产线，中国就能同时拥有低端、中端和高端OLED市场。为改善中国的供应链，必须大量生产OLED。另外，投资材料和设备公司，而不是建造柔性的OLED工厂，将有助于中国OLED产业的发展。