Micro-LED规模商用准备好了吗？

本报记者 吴修齐

2024年即将结束，今年国内Micro-LED显示产业迎来一系列新变化：技术突破、产品迭代、项目推进，收获颇丰。不过，今年最牵动人心的还是Micro-LED产业化、商用化进展。

近期，该技术迎来量产新突破：2024年12月19日，辰显光电在成都点亮其首条TFT基Micro-LED量产线；此前，天马联合海信视像发布60英寸无界晶连Micro-LED电视，并透露其Micro-LED产线预计2025年开始量产。

捷报频传之下，备受期待的Micro-LED是否已经处于商用化前夜？产业链为此做好准备了吗？2025年将迎来哪些发展？在前不久举行的世界显示产业创新发展大会期间，《中国电子报》记者就此采访了多位业内专家。

国内Micro-LED产业进展显著

2024年，我国Micro-LED产业在投资及产能建设方面保持较高热度，迎来诸多进展：鸿石智能、利亚德、思坦科技、辰显光电、天马等多家企业的Micro-LED项目开工、投产、量产，涉及Micro-LED显示芯片及驱动芯片、Micro-LED中试线和量产线等，最大项目规模达30亿元。

在技术创新方面更是所获颇丰。2024年3月，中国科学院福建物质结构研究所成功研发出新型高效近红外量子点荧光粉，并首次将其应用于Micro-LED；9月，湖北光谷实验室与华中科技大学合作研发出高性能量子点光刻胶，有望为Micro-LED全彩显示技术带来突破；同月，中国科学技术大学团队首次提出将深紫外Micro-LED阵列作为光源应用于无掩膜深紫外光刻技术；10月，湖南大学团队联合诺视科技、晶能光电等研发出一种超高亮度Micro-LED微显示芯片，并在均匀性极高的硅衬底GaN外延片上开发了单像素亮度高达1000万尼特的绿色Micro-LED显示屏。

中国电子信息产业发展研究院新型显示首席研究员耿怡在接受《中国电子报》记者采访时表示，在2024年之前，Micro-LED技术一直处在摸索阶段。而今年，Micro-LED的发展趋势更加确定，技术可行性和未来发展方向更加清晰。

中国光学光电子行业协会液晶分会常务副理事长、秘书长梁新清在世界显示产业创新发展大会上亦表示，Micro-LED行业已经逐渐走出实验室，跨越中试线，迈向量产，迎来市场化。Micro-LED技术似乎离规模化应用越来越近了。

产业链仍面临痛点、难点和堵点

根据Omdia预测，2024年全球Micro-LED出货虽尚不足1亿美元，但此后将出现大幅度增长，并在2026年迎来484.8%的全球出货增长率，营收将达4.6亿美元。到2030年全球Micro-LED营收有望达到44.4亿美元。洛图科技（RUNTO）预测数据显示，到2028年，全球Micro-LED显示屏的市场规模有望突破百亿美元。

中国电子视像行业协会副会长彭健锋告诉记者，Micro-LED产业快速发展受到三方面因素的驱动：一是Micro-LED自身的技术优势使其在商用显示、车载显示、高端家用显示和XR穿戴领域具有天然优势；二是Micro-LED产业配套能力强，Micro-LED是在原有LED产业基础上的迭代创新，产业配套完备，这也是Micro-LED不断降本的保障；三是终端亟须寻找技术创新点以满足消费者的差异化需求，而Micro-LED或许将成为终端迭代的最佳搭配。

不过，SID全球下任主席及中国区总裁、俄罗斯工程院外籍院士严群则指出，产业需要正视超高增长预期的背后，源于目前尚小的产业规模基础。在整体新型显示产业中，Micro-LED市场占比仍然较小。而且，Micro-LED的产业链较长，上中下游涉及芯片制造、巨量转移、面板制造和整机应用等，发展动能受各环节因素影响。

那么，随着新产能的不断更新，我国Micro-LED产业链是否已经为产业爆发做好了准备？

对此，中国光学光电子行业协会液晶分会常务副秘书长胡春明表示，目前我国Micro-LED产业仍面临较多挑战。其中，痛点是目前Micro-LED虽已具备产业化基础，但尚未实现真正意义上的商品化；难点是我国的Micro-LED创新模式尚未成型，以散点式创新为主，引领能力较薄弱，前沿原创技术相对缺乏；堵点是产业化进程不明晰、不完善。此外，胡春明表示，我国Micro-LED产业投资有分散化和概念化的苗头，生态链建设目前尚不成体系。

好技术也有“产品化困境”

Micro-LED技术具有高亮度、高分辨率、广色域等特点，在器件大小、使用寿命、响应时间等方面具有优势，是公认的下一代新型显示技术。但是，拥有诸多优势的新技术仍要面对市场的严峻考验，从技术到产品，从实验室到产线，Micro-LED的产业化道路并不轻松。

“现在还没有哪个产品必须用到Micro-LED。”严群表示，目前Micro-LED产业缺少对产品的定义，尚未找到属于自己的市场。他认为，产业当务之急是要推出差异化的产品，让Micro-LED技术在产品上具有不可替代性。

对于未来Micro-LED可能挖掘的应用领域，业内人士认为，根据技术特点，Micro-LED在商用显示领域和虚拟现实产品上拥有明显优势，未来有望在这两个应用方向迎来更好的发展机遇。

彭健锋认为，随着大尺寸Micro-LED成本的下探，高端家用Micro-LED大屏将与商用显示的应用进程并驾齐驱，而中小尺寸Micro-LED则主要在智能座舱和XR穿戴市场发挥应用价值。

“Micro-LED的高透明度和高亮度更适合在车窗显示部分和车内复杂光线环境中应用。而AR眼镜价格已降至千元左右，比较符合普通消费者的心理预期，销量有望快速上涨，这将为Micro-LED带来应用潜力。”彭健锋分析道。

此外，严群认为，Micro-LED技术在超宽色域（FCR）方面具有优势，同时交互显示产品结合人工智能可以为消费者带来更多个性化体验，预计未来3~5年，具有交互功能的全色彩显示器有望成为带动Micro-LED市场大幅增长的产品。

我国大尺寸OLED用超精细金属掩膜版试量产成功

本报讯 1月2日，我国掩膜版厂商众凌科技发布了两项成果：一是“全国产”大宽幅超精细金属掩膜版（FMM）用Invar（因瓦合金）金属薄带试量产成功，二是大尺寸OLED用G8.6 FMM产品的试量产成功。

清华大学教授、显示行业资深专家张百哲指出，在OLED领域，我国与韩国的发展进程基本相同，但也有后顾之忧。其中，直接决定OLED显示效果的FMM正是关键。“此前，FMM的全球市场供给95%来源于DNP（大日本印刷株式会社）。同时，三星显示也在通过FMM的品质代差占领市场，减缓中国OLED企业抢占韩国份额的速度。”他强调。

众凌科技总经理徐华伟在接受《中国电子报》记者采访时表示，FMM实现国产化供给将缩减交付周期。此前，海外金属掩膜版的交货期至少月余，而我国实现FMM量产后，供货周期可以大大缩短，运输和制作成本也会大大降低。

如果说FMM是影响OLED产业发展的关键因素，那么Invar则是决定FMM产品质量的关键材料。因Invar的热膨胀系数极低，对于FMM在OLED制造过程中保持高精度和稳定性至关重要，选择合适的Invar可以显著提高OLED屏幕的分辨率和制造良品率。

自2021年开始，众凌科技与包含山西太钢不锈钢精密带钢有限公司（以下简称“太钢”）在内的三家上游钢铁企业深度研发攻关FMM用Invar合金薄带，历经三年，终于实现从原材料采购—熔炼—热轧—粗轧—精轧—Invar薄带成品的全国产业化链条供应。

太钢首席精密箔材工艺工程师廖席对《中国电子报》记者介绍说，目前，太钢可量产Invar薄带产品宽幅已达400mm，厚度精准至25um，厚度均一性控制在≤0.7um，契合FMM行业主流需求规格。未来，FMM产品幅宽将向500~600mm大步迈进，厚度有望减薄至15um级别，以满足更大尺寸、更高分辨率的OLED显示需求。

今年以来，我国开始加速竞逐中大尺寸OLED。

据了解，在生产中大尺寸OLED产品时，现有G6代产线的排版利用率并不算高，产能也有限，难以应对即将爆发式增长的中大尺寸OLED替换需求。而G8.6的面板尺寸较G6增大一倍，被用于生产15~30英寸的中大尺寸OLED面板时，可以保证更好的排版利用率和生产效率，且其电路背板要求也有更大技术余量。

包括韩国三星显示、LGD，以及国内京东方、维信诺、华星光电等在内的显示面板大厂，或者已投资G8.6 OLED产线，或正加快中大尺寸OLED布局。

在此背景下，中大尺寸OLED关键材料G8.6 FMM的适配进程，也开始提速。

2024年6月，日本DNP宣布正在位于日本福冈县北九州市的黑崎工厂运营一条新的金属掩膜版生产线，该产线被用于制造第8代OLED用FMM。

半年后，我国掩膜版企业也交了卷。2024年12月，《中国电子报》记者在采访国内掩膜版材料企业寰采星科技（宁波）有限公司董事、技术相关负责人莫松亭时得知，寰采星科技在完成G6及以下低世代FMM的国产化供给之后，也陆续完成了G8.6 FMM产品的开发工作，将择机量产。

据徐华伟介绍，众凌科技是国内最早研判G8.6趋势并投资设备的FMM企业之一，其试量产成功的G8.6 FMM产品幅宽可达350mm以上，长度从1200mm延展至1700mm，产品面积较G6产品增近40%，规格达到行业主流需求水平。 （谷 月）

新型显示产业将延续百花齐放发展格局

（上接第1版）

TV市场是显示面板的主流应用之一。群智咨询（Sigmaintell）总经理李亚琴在接受《中国电子报》记者采访时预测，2025年五大主流应用市场需求将保持稳定增长态势，成为显示行业增长的压舱石。

2025年，随着智能手机终端市场逐渐恢复，折叠屏手机等高端产品将保持较高的成长性，这也将推高柔性AMOLED市场需求。采用Mini LED背光技术的面板将迎来利好，Mini LED背光成本持续下探，推动产品下沉，逐渐成为品牌中高端产品的标配，在国家补贴政策的继续推进下，Mini LED TV市场有望持续拓展。高刷新率大屏产品在游戏内容革新和电竞用户对新技术渴求的推动下实现规模新高。在大众对智能座舱的强劲需求下，预计2025年，车载显示市场还将保持较高增长态势。创新应用诸如VR/AR、电子纸等应用也将取得市场规模拓展。

面板厂将持续拓展显示产品的应用场景，从常规的智能手机、平板电脑、电视等多个领域，聚焦到大屏观影、办公、电竞等性能优势场景。京东方科技集团股份有限公司总裁高文宝表示，车载显示、高端医疗、智慧家居、数字文旅、城市亮化等将是未来几年新型显示产业“大显身手”的领域。

综上所述，2025年，新型显示行业关键词为“稳中求进”。

对此，李亚琴解释道，2025年，产业将以“稳”为主，企业通过先进技术和创新产品达到“进”的目标。

中国光学光电子行业协会液晶分会预测，未来5年我国新型显示行业将呈现“低增长、强周期”的基本特征，新型显示面板出货面积的年复合增长率将在1%左右。

OLED高世代线规模占据领先优势

京东方投建的第8.6代AMOLED生产线项目已于2024年9月提前封顶。维信诺投建的第8.6代AMOLED生产线项目也将于2025年迎来新进展。三星显示首席执行官Lee Cheong表示，2025年是确保完成第8.6代IT用OLED量产的重要时机。LG Display已将2025年智能手机用OLED产量规模定为7700万片，比2024年增加约500万片。

近年来，新型显示技术的基本格局、结构没有出现根本性变化，TFT-LCD和AMOLED占据“双主流”地位。不过，在业内人士看来，2025年，OLED声量或许将加大。

得益于OLED高端产品市场需求的持续上扬，以及不间断的技术创新驱动。市场调研机构Omdia研究指出，预计2025年，AMOLED的市场份额将提升至40%，而TFT-LCD的市场份额将降至59%。

从市场需求来看，受益于2025年“国补”政策对于内需的拉动，AMOLED智能手机市场表现稳健。而在中尺寸显示市场，随着主流品牌的IT产品加速导入AMOLED屏，IT领域AMOLED的应用渗透加速，成为中尺寸AMOLED市场的绝对增量。随着AI算力、屏幕参数、绿色发展等多方面要求的提升，绿色低功耗成为AMOLED屏幕的主要竞争点之一。在驱动背板降功耗层面，智能分区多频LTPO技术、低频LTPS低功耗技术等需求值得期待。

维信诺创新研究院院长朱修剑博士在接受《中国电子报》记者采访时表示，AMOLED显示作为当前主流显示技术之一，已经迎来黄金时代。我国AMOLED显示6代线及以下产能已经成为全球第一，而在高世代AMOLED产线建设中，中国AMOLED高世代线规模与推进速度占据领先优势，成为改变全球产业格局的关键，并形成强有力的先手竞争力。

印刷OLED作为另一极具竞争力的技术路线，在显示性能、画质和成本竞争力方面表现出色。TCL华星经过多年深耕，已于2024年11月量产，并推出了21.6英寸4K医疗显示屏。记者从TCL华星获悉，眼下印刷OLED聚焦在中尺寸领域，包括平板电脑、笔记本电脑和显示器、医疗专业显示器，未来印刷OLED有非常大的潜力，也将探索透明屏、卷曲屏和折叠屏等更多印刷OLED新产品形态，开发更多应用场景。

Micro-LED、硅基LED以及硅基OLED等下一代显示技术正处于积极研发推进之中，并且已经在部分特定产品中崭露头角。这些新兴技术具备与OLED和TFT-LCD技术一较高下的潜力，并有望在未来市场中占据一定份额。

从单打独斗迈向产业链协同创新

2025年1月2日，国内掩膜版厂商众凌科技宣布大尺寸OLED用G8.6 FMM产品的试量产成功，规格达到行业主流需求水平，国产化供给将缩减交付周期。同日，杉金光电完成了对LG化学相关OLED偏光片等业务的收购交割，快速切入车载显示及OLED偏光片市场，大幅提升高端偏光片的国产化水平。

2024年年底，中建材玻璃新材料研究院集团有限公司和蚌埠中光电科技有限公司自主研发生产的世界首片8.6代OLED玻璃基板产品在安徽蚌埠成功下线，高世代OLED玻璃基板实现了“中国制造”。

国产显示上游材料的新进展、新突破，不断为我国OLED产业发展夯实基础，为产业链自主发展提供助力。

当下，新型显示产业正处于从规模竞争走向价值竞争的关键时期。“2025年，新型显示产业的创新要改变以往依赖某一家企业集中精力突破技术、扩大规模的模式，而是要在创新中加强产业上下游协同，也就是要带着整个产业链一起攻克新技术，把需要的新材料、新装备同步发展起来，协同创新发展。”中国光学光电子行业协会液晶分会常务副理事长兼秘书长梁新清在接受《中国电子报》记者采访时表示。

当下，面板厂呼吁共同开发、多方合作，发挥“头雁”作用，加速从单一竞争迈向协同共赢的新阶段。

京东方与杉金光电合作开发的STW偏光片，应用于其ADS Pro技术方案中，可以实现178度超广视角，为用户提供了极致真实的色彩表现。

TCL华星一方面推动上下游企业协同开发印刷OLED材料，配合材料商在新技术上做布局，并保障材料供应的稳定性；另一方面，TCL华星也与终端厂商协同研发，将更多高性价比产品带入到主流产品行列。

维信诺以面板为“屏”台，牵引产业链的协同创新、价值提升，并在上游材料、设备等领域多点开花。此前，维信诺发布了新一代材料体系F1，并与国内企业晶洲装备协同推动显示湿法制程。

不久前，天马G3.5 Micro-LED产线在厦门实现全制程贯通，在产线建设过程中，超30款量产设备和材料由天马联合我国产业链企业首创。

辰显光电的中国大陆首条TFT基Micro-LED量产线在2024年年底点亮。辰显光电总经理黄秀颀在接受《中国电子报》记者采访时介绍道，为了高效地将巨量LED芯片转移到TFT背板上，辰显光电将积极和国内电子信息领域同行开展技术合作，开发特制的设备和软件，最终实现产线芯片转移效率达到1000万颗/小时。

李亚琴表示，总体来说，随着中国新型显示产业的成长，在并购重组和扩产的多重力量作用下，显示上游产业链的配套水平将快速提升，本土化率将达到较高水平。2025年的核心课题将落在：如何打造上下游产业链的共赢关系，共同推高新型显示产业链的技术生命力上。