

可折叠手机打开OLED产业空间

设备和材料领域发展空间大

□本报记者 杨洁 吴科任

可折叠和5G成为手机行业期待的创新方向。三星和华为两家手机厂商近日发布可折叠手机产品引发市场高度关注。作为可折叠手机的关键部件，柔性OLED面板有望进一步加快渗透应用。据市场研究机构IHS Markit预测，柔性OLED市场规模在2021年将达到566亿美元。不过，受制于柔性OLED面板产能和良率等问题，目前可折叠手机成本过高，走向大众市场尚需时日。同时，国内OLED产业链仍不完善，设备和材料方面仍有较大发展空间。



视觉中国图片

市场迅速升温

2018年10月，柔宇科技率先发布可折叠手机产品。不过，由于未能规模量产且产品设计存在瑕疵，因此并未对市场引起较大影响。近日，三星和华为两家手机大厂接连发布可折叠手机旗舰机，并计划年中发售，可折叠手机市场迅速升温。

2月21日，三星在美国旧金山正式发布可折叠手机Galaxy Fold。据介绍，Galaxy Fold搭载7.3英寸可折叠OLED显示屏，向内折叠状态的情况下，外面副屏可以使用常用的APP；展开之后，该APP自动适配大屏幕。Galaxy Fold起售价1980美元（按2月25日人民币兑美元中间价折算约合13291元人民币），将分别推出LTE版和5G版，预计4月26日开售。

一位研究手机产业链的私募基金投资人对中国证券报记者表示，三星可折叠手机在很多方面设计略超出预期。如：三块OLED屏幕、中轴没有明显铰链区域等，将引领后续可折叠手机的发展方向。

华为的可折叠手机引人注目。北京时间2月24日，华为在西班牙巴塞罗那世界移动通信大会期间发布其5G可折叠手机Mate X。与三星Galaxy Fold内折设计不同，华为Mate X采用外翻折叠方式，合起来11毫米厚，比三星更薄，正反两面各有一块显示屏。正面的屏幕尺寸为6.6英寸，背面的显示屏为6.38英寸，屏幕展开之后为8英寸的大显示屏。

华为消费者业务总裁余承东介

绍，华为Mate X预计2019年6月对外发售，8GB+512GB版本售价2299欧元（约合17511元人民币）。这将是华为历史上最贵的智能手机。

“过去4000元以上的高端智能手机，国产手机品牌话语权较低。此次华为大大彰显了国产手机品牌的创新能力和工艺设计能力。国产手机品牌对苹果、三星亦步亦趋的模仿创新时代结束。”上述私募基金投资人表示。

群智咨询（Sigmaintell）资深分析师吴淑园对中国证券报记者表示，华为的可折叠手机相比三星在美观度方面更胜一筹。“三星可折叠手机采用内折设计，相较于外折能更好地保护屏幕。但内折需要避开摄像头等区域，

折叠后右侧做了开槽，因此美观度受到一定影响。华为的外折设计整体美观度较高，机身厚度也有一定优势，但劣势主要在于耐摔性。”

“除了三星和华为，不少手机品牌厂商展示了可折叠手机样机。但能否真正量产，使用过程中能否维持形态稳定，都有待后续观察。”吴淑园表示，三星公布了30万次的折叠次数，而华为的外折折叠次数暂未公布。这涉及可靠性等问题。且不同于目前的手机可以使用保护壳，可折叠手机耐摔性方面能否经得起考验将是很大的挑战。

中信证券研报指出，目前铰链的使用寿命预计仅约2万次，后续仍需不断试验和研发，以提升产品寿命。

产业链协同创新

事实上，可折叠手机概念已经活跃了数年，其价值也存在一定争议。2月23日，OPPO副总裁沈义人在巴塞罗那OPPO创新大会后接受媒体采访时表示，OPPO短期没有开发商用可折叠屏产品的考虑。折叠屏现阶段本质上更像一个翻盖手机，目前硬主板和无法折叠的电池都会导致折叠屏的想象空间下降。安卓系统对于分屏、高分辨率、多信息处理的优化都还未到时间节点，现阶段折叠屏没有达到成熟商业化产品的价值。

沈义人表示，OPPO也有折叠屏概念机，采用和Mate X类似的屏幕外折方案。“折叠后除了屏幕变大和可以折叠一下，用户体验并没有带来巨大提升。”

华为手机产品线总裁何刚则表示，不同场景下，人们对手机往往有不

同的使用需求。通勤时看重轻薄便携，办公娱乐时则希望有一个尽量大的屏幕，折叠屏“变形金刚”解决了很多用户痛点。何刚透露，预计华为Mate X的月产能可以达到10万台以上。

可折叠手机的出现与柔性OLED显示技术及材料的逐渐成熟关系密切。同时，可折叠手机也在促进产业链内其他零部件的协同创新。

相比于LCD显示，OLED显示具有无背光、自发光、响应快等特性。同时，具有高色域、更轻薄、低功耗的优势。随着iPhone X采用柔性OLED材料进行手机全面屏设计，OLED逐渐超越LCD成为高端手机品牌面板显示材料的主流选择。

除了全面屏，OLED材料一直在等待真正可折叠终端应用的到来。

维信诺公司副总裁、创新研究院

院长黄秀颖此前表示，从曲面屏到全面屏，再到单轴的可折叠与可卷曲，再到未来沿任意轴向折叠和可拉伸的全柔性，柔性显示技术正在突破着想象空间，不断将未来变成现实。

黄秀颖当时表示，柔性AMOLED实现可折叠显示还面临着产业链多方面挑战。如，屏体厂商需要在模组结构的应力管控、适合折叠的薄膜封装、柔性模组设备、激光剥离模组工艺等方面取得突破。上游厂商需不断提升OCA光学胶、盖板、触控等原材料和组件的性能，以满足可折叠AMOLED的需求。下游厂商需在产品形态、铰链设计等方面进行革新，实现AMOLED柔性显示的广泛应用需要全产业链厂商共同努力、协同创新。

在产业链上下游的共同努力下，从三星、华为的可折叠手机产品形态

看，不少技术难关已经逐步攻破。

华为消费者业务总裁余承东介绍，折叠屏手机的关键零部件是折叠转轴，涉及数学、物理学、材料学、工业设计等多门学科难点。由于现有方案无法满足，供应链技术资源受限，华为为此下了不少功夫，包括调用责高精度运动机构的专家，花了三年左右时间才解决超薄折叠铰链的问题，实现了折叠屏打开后的平滑屏幕显示和折叠起来无缝隙的效果，其中使用了超过100个零部件。

同时，柔性OLED面板国产化实现了突破。2017年10月，京东方投资465亿元在四川成都建设的柔性AMOLED面板产线实现量产出货，打破了三星对全球OLED手机面板的垄断地位。根据京东方提供的信息，该产线产品的综合良率已超过70%。

企业投资加码

中信证券的调研显示，华为可折叠手机涉及的产业链公司中，京东方和LG是柔性屏潜在供应商，铰链方面潜在供应商包括奇钜和安费诺。

中信证券认为，三星、华为的可折叠手机相继发布，预示着安卓阵营在手机形态创新方面走在苹果之前。后续国内手机厂商有望继续跟进。2019年1月，小米展示了其双折叠屏的工程样机。其他手机厂商如OPPO、VIVO亦均有望于2019年发布相关概念机。根据IHS Markit预测，2019年可折叠OLED面板出货量将达到140万台，此后快速增长；预计到2025年可折叠AMOLED面板出货量将达5000万台。

广发证券认为，手机厂商加码布局可折叠手机，将进一步推进柔性OLED产业链迎来发展契机。事实上，三星、LG已逐步将LCD产能调整到

OLED方面，国内面板厂商也在加大对OLED的投资布局。

中国证券报记者此前采访京东方了解到，京东方将在武汉10.5代LCD面板生产线建成后，逐步暂停对LCD领域的投资，转向OLED及其他新兴显示领域。根据京东方公告，2011年，京东方在鄂尔多斯投资220亿元建设4.5代AMOLED生产线，2014年建成；随后京东方启动在成都投资465亿元的第6代柔性AMOLED生产线，于2017年10月量产。此后，京东方相继宣布在绵阳、重庆和福州分别斥资465亿元建设月投片量48万片的AMOLED生产线。上述项目总投资超过2000亿元，全部量产后产能可达19.2万片/月。

除京东方以外，深天马、维信诺、TCL集团旗下华星光电近年来大力投资布局OLED产能，大部分项目计划2020

年前量产。国产OLED柔性屏产业将迎来爆发式增长。截至2018年底，中国大陆已经量产的小尺寸AMOLED产线达9条，未来仍有7条产线先后量产。按良率70%测算，以6英寸手机为例，如果中国大陆现阶段量产及公布的16条产线产能全部释放，每年可用于近7亿部智能手机，将为产业链相关公司带来机会。

OLED产线70%以上的投资是设备投资。天风证券指出，OLED产线所需设备主要包括蒸镀设备、激光设备、模组切合设备和测试设备等，目前主要依靠进口。尤其是蒸镀设备，产能基本垄断在日本Canon Tokki手中。该公司一年的出货量不足10台，每台的价格在1亿美元左右。

OLED产线所需材料方面，中金公司研报指出，受制于专利、技术壁垒，目前OLED发光材料、透明PI膜、阻

隔膜等关键材料基本被美、日、韩等企业垄断。目前国内企业主要生产OLED材料单体、中间体等，以及应用于较低端领域的PI膜、阻隔膜等。中金公司预计，随着万润股份自主知识产权的OLED成品材料得到下游客户认证，新纶科技引入日本技术团队重点布局柔性OLED膜材料等，OLED相关材料国产化进程有望加快。

可折叠手机只是柔性OLED面板的应用方向之一。在下游领域中，电视、平板、PC、VR/AR设备、车载设备及其他新应用都将为OLED应用带来需求。2月26日，维信诺将携携手努比亚发布全球首款柔性屏“腕带手机”努比亚α。此外，维信诺将展出柔性可折叠AMOLED手机、柔性可折叠AMOLED平板电脑、柔性显示智能音箱等多款产品。

产业化任重道远

前述私募基金投资人告诉中国证券报记者，目前可折叠手机造价过高，未来一段时间仍然是“发烧友”的选择，能否进入大众消费市场，需要产业链成本降低的情况。

核心的成本主要来自转轴机和屏幕。业内人士介绍，相关成本至少高约200美元。另外，国内柔性OLED屏幕的良率和产量对应用扩大存在掣肘。从出货规模看，现阶段国内厂商只有

京东方实现稳定、批量的柔性OLED面板出货，其他企业柔性面板仍未大批量出货。京东方对外公布的柔性OLED综合良率在70%水平，三星的良率则达80%-90%。

OLED产业快速发展的背后面临诸多挑战。国内面板厂商需要在良率上下功夫，摸索技术，做出优秀产品。同时，OLED产业链需要完善，在材料和设备两个方面取得突破。

吴淑园表示，目前材料和设备国产化水平低，对良率和成本有影响。例如，材料品质、红绿蓝颜色是否纯正等直接影响画质；设备的精密程度则对良率有影响。

中国科学院院士、华南理工大学分子光电材料与器件所长曹镛表示，长远看，柔性是很重要的发展方向，但现在还有很多工作要做。国内OLED产业发展的主要瓶颈还在材料和设备环节。

行业正为打造OLED完整产业链群策群力。京东方首席执行官陈炎顺此前接受中国证券报记者采访时表示，公司重视国产化配套，国内企业有能力做的产品和材料坚决支持；如果有能力做部件和小的整机，但做不了系统产品，京东方会与系统厂商讨论解决方案。“OLED材料国产化比例不到10%-15%。随着OLED产能增加，将有效拉动国内上游材料和装备企业的发展。”

厂商积极布局Micro LED领域

□本报记者 吴科任 杨洁

显示领域技术迭代过程中，Micro LED被认为是下一代显示技术的有力竞争者。Micro LED是LED微细化和矩阵化技术，即将LED背光源进行薄膜化、微小化、阵列化，与OLED一样能够实现每个图元单独定址，单独驱动发光（自发光）。

应用场景广泛

芯片尺寸方面，Micro LED一般小于50微米，小间距LED在500微米左右。而作为Micro LED的过渡，Mini LED介于50微米到200微米之间。

安信证券指出，Micro LED存在诸多潜在优势，包括自发光实现超高分辨率、高亮度、高对比度、高发光效率、低能耗、广色域、纳秒级反应速度。阵列化下每个Micro LED独立驱动点亮，反应速度远高于OLED和LCD。可轻松胜任从小尺寸显示到中大尺寸显示等应用场景，包括可穿戴设备（智能手表、智能手环等）、VR/AR设备、智能手机、平板电脑、TV、笔记本电脑、车载显示、大尺寸显示屏等。

“除了三星和华为，不少手机品牌厂商展示了可折叠手机样机。但能否真正量产，使用过程中能否维持形态稳定，都有待后续观察。”吴淑园表示，三星公布了30万次的折叠次数，而华为的外折折叠次数暂未公布。这涉及可靠性等问题。且不同于目前的手机可以使用保护壳，可折叠手机耐摔性方面能否经得起考验将是很大的挑战。

“除了三星和华为，不少手机品牌厂商展示了可折叠手机样机。但能否真正量产，使用过程中能否维持形态稳定，都有待后续观察。”吴淑园表示，三星公布了30万次的折叠次数，而华为的外折折叠次数暂未公布。这涉及可靠性等问题。且不同于目前的手机可以使用保护壳，可折叠手机耐摔性方面能否经得起考验将是很大的挑战。

中信证券研报指出，目前铰链的使用寿命预计仅约2万次，后续仍需不断试验和研发，以提升产品寿命。

商用领域三星步伐更快。在2018年1月的国际消费类电子产品展览会期间，三星发布了采用Micro LED技术的146英寸4K电视。今年1月，三星发布了两款Micro LED电视，其中一款名75英寸产品针对家用领域；另一款达219英寸。据群智咨询总经理李亚琴介绍，“三星146寸的Micro LED大屏电视于2018年出货，且已有一定的销售额。”

LG尽管倾向OLED，但并未放弃Micro LED。2018年3月，LG向欧盟申请三项与Micro LED面板有关的新商标；2018年9月，在德国柏林国际消费电子消费类展览会期间，LG推出首款173英寸采用独立Micro LED制造的发光显示器。

高工产业研究院（GGII）预测，2019年国内Micro LED的市场规模有望达到1亿元。其中，智能手表是其主要应用方向；2020年-2025年，Micro LED有望保持年均75%左右的增长速度；到2025年，Micro LED市场规模将达49亿元。

中国科学院院士郑有焱在“2018年中国显示学术会议”上指出，随着技术成熟，Micro LED将影响显示产业格局。未来LCD、OLED和Micro-LED三项技术既有竞争，也有协同。

厂商积极布局

作为Micro LED的过渡技术，Mini LED相比Micro LED技术难度低些，更容易实现量产，便于大量开发液晶显示背光源市场，产品经济性佳。多家上市公司积极探索Micro LED技术的同时，投入重金开发Mini LED技术。

中国台湾厂商进入Mini LED领域较早。友达光电推出了15.6寸、27寸、32寸、65寸共4款Mini LED 4K电竞显示面板；群创光电将Mini LED技术结合Pixiv LED技术，推出了65英寸8K mini LED大尺寸电视面板、车用Mini LED面板和公用显示器（PID）Mini LED面板；隆达电子Mini LED背光产品已量产出货等。

据不完全统计，三安光电、华灿光电、澳洋顺昌、乾照光电、兆驰股份等企业涉足上游芯片领域，国星光电、瑞丰光电、鸿利智汇、木林森等企业涉足产业链中游封装领域，京东方A、深天马A、利亚德、洲明科技、雷曼股份、奥拓电子、维信诺等企业涉足产业链下游应用领域。

2017年11月，京东方斥资6.7亿元与奥雷德、滇中发展、高平科技共同设

立昆明京东方显示技术有限公司。据媒体报道，除了建设国内首条大型OLED微显示器件生产线，昆明京东方同时在为AR/VR应用的Micro OLED面板试制做准备。公司此前称已开展Micro LED研究并取得进展，但目前技术尚未成熟。据Rohinni公司今年1月网站消息，京东方与其将组建一家合资企业，共同生产用于显示器背光源的超薄微型LED解决方案，助力Micro LED发展。

三安光电2016年开始研发Micro LED技术，后将重心转入Mini LED。2018年2月，三安光电与三星电子签署《预付款协议》，三星将提前支付约1683万美元，用于三安光电向三星独家供应Mini LED芯片。

华灿光电在2018年三季报中称，公司在Mini LED RGB产品率先批量进入市场的基础上，进一步扩产放量，市场份额稳步提升，不断提升公司高端显示屏以及背光市场的占有率。公司背光Mini LED芯片已经和国际一线品牌厂商开始合作批量试产。公司Micro LED积极与国际厂商紧密配合开发，研发进展良好。

国星光电在2018年半年报中表示，公司快速响应Micro和Mini LED技术趋势，成立Micro & Mini LED研究中心，自主研发推出“Mini LED”新器件产品，加速推动LED显示屏间距进入P0.X时代。此外，公司向上游芯片领域延伸，成立了Ray-sent科技，取得硅衬底外延技术，为大功率芯片的量产和Micro LED进行技术储备。

瑞丰光电表示，拓展Mini LED产品系列应用，在智能手机、PAD、笔电、TV和Display等显示应用做平行铺展。同时，开展面向Mini和Micro LED的专用设备与共性技术研发，包括巨量转移、荧光粉沉积、蓝光转色技术等。

关键技术有待突破

OLED技术发明人邓青云博士认为，“新的显示技术不断出现，可能超过LCD或者OLED，比如Micro LED。但这些新的显示技术短期难以无法突破，它们必须在未来的30年内不断进展，以改变LCD和OLED。”

相比OLED，Micro LED在寿命、反应时间、功耗等指标方面优于OLED，但成本远高于OLED。同时，Micro LED一些关键技术仍有待突破。

郑有焱表示，Micro LED的技术瓶颈主要有三个：将Micro LED芯片转移到有源驱动的TFT背板上，按微米级周期组装成高密度级二维阵列结构（巨量转移技术）；三基色Micro LED的像素光源问题；三基色Micro LED的像素组装尺寸微米化受限，难以实现超高密度封装。

安信证券指出，巨量转移存在两大挑战：一是Micro LED芯片在进行大量、多次转移时的良率必须达到99.9999%，精度控制在±0.5微米以内；二是RGB全彩显示需要对红、蓝、绿芯片分别转移，要求精准定位灯珠。

“比如，量产分辨率为FHD（全高清）的Micro LED屏幕，需要1920*1080个像素，也就是200万个像素，而每个像素由R、G、B三个Micro LED芯片组成，需要600万颗Micro LED。一块屏幕需要600万颗微米级别的LED芯片等。从芯片制程到转印制程到封装和芯片搭配，生产难度大。这个技术迭代与升级需要相当长时间。”李亚琴表示。

中国科学院院士、华南理工大学分子光电材料与器件研究所所长曹镛对中国证券报记者表示，国内显示行业还处于追赶态势，包括OLED、Mini LED和Micro LED。

郑有焱认为，技术好成本降不下来没有商业前途。解决技术瓶颈问题需要组织协同攻关，行业要结合起来，包括芯片、驱动等领域，仅靠一家或两家单位很难实现大的突破。

为引导显示产业健康发展，自2010年起相继出台两期“新型显示产业创新发展行动计划”。2019年2月22日，工业和信息化部电子信息司召开Micro LED显示终端产业发展座谈会。参会单位代表围绕Micro LED显示终端产业发展现状与趋势、产业链组成及技术路径、产业化研发情况以及面临的困难等进行了交流，对推动Micro LED显示终端产业的发展提出了措施与建议。