



# 柔性屏盖板：巨大成长空间伴随高壁垒

## ——推动新型显示产业链协同发展系列报道之五

本报记者 谷月

显示终端产品形态正进入全新变革期，柔性成为各厂商发力的方向。手机、电视机屏幕可弯曲折叠不再是梦，而为它们解锁这一功能的正是 AMOLED 屏幕。三星、苹果、华为等品牌手机制造商已经开发出多款 OLED 折叠屏产品，一上市便给行业带来一波新增量。未来，更多柔性形态终端产品将不断推陈出新，而赋予产品这种特性就需要引入新材料，让屏幕“软下来”。除了柔性基板外，最终能够决定产品柔性形态是否可以实现的关键是一层薄薄的盖板。

### CPI膜为目前主流

从去年开始，各大品牌的柔性折叠手机相继发布，销售十分火热，甚至出现供不应求的现象。

CINNO Researc 报告称，2020 年全球折叠手机屏出货量将增至 290 万片，2024 年出货量有望上升至 3800 万片，年复合增长率达 141%。

柔性 AMOLED 屏和普通直屏 OLED 屏的区别在于，柔性 AMOLED 屏幕的盖板材料必须同时具有柔韧性、透光率且还要有很强的表面防划伤性能，要在频繁弯折的情况下体现良好的适应性。

将保护层从玻璃盖板换成了高分子薄膜，通过柔性膜进行封装的 AMOLED 屏才能实现可弯曲、可折叠。

目前，大部分折叠手机产品的柔性盖板主要采用透明 PI(CPI)。

在第一代折叠手机产品中，包括三星 Galaxy Fold、华为 Mate X、摩托罗拉 Razr、柔宇科技 FlexPai 就是采用 CPI 材料作为盖板材质。其中，三星 Galaxy Fold 的 CPI 盖板由住友化学供应，华为 Mate X、摩托罗拉 Razr、柔宇科技 FlexPai 则采购韩国 SKC Kolon 的 CPI。

CPI 具有极大优势，不仅技术储备完善，具备量产基础，而且还拥有相对成熟的产业链。

目前，CPI 的生产格局已经日趋稳定，国外有住友化学、KOLON、SKC、SKI 等主导企业，国内新纶科技、鼎龙股份、丹帮科技、时代新材、中天科技等诸多企业看准市场前

景，都在积极研发相应材料。

中国工程院院士、凯盛科技集团董事长彭寿在接受《中国电子报》记者采访时分析称，在 CPI 领域，韩国和日本已经布局多年，拥有领先发展优势，尤其是日本住友化学、韩国 SKC、韩国 KOLON 等公司基本垄断 CPI 市场。国内企业目前还主要以研发为主，尚未实现量产。

### 多重难关仍需攻克

CPI 是将柔性 PI 盖板材料退黄后得到的。未来，可折叠设备出货量的提升将推动柔性 PI 盖板材料市场需求的快速增长。赛瑞研究报告指出，预计到 2025 年，柔性 PI 盖板材料市场规模将超过 60 亿元，年复合增长率为 120.38%。

以 PI 材料为基础的 CPI 在具有巨大市场空间的同时，也存在高壁垒，多重难关仍需攻克。

在生产工艺方面，与基板不同的是，柔性盖板必须是无色透明的，而 PI 本身为淡黄色，因此，无色透明 PI 就成为发展的关键。而要将 PI 的颜色退黄至透明，要通过耐高温、耐低温等复杂工艺和关键设备来实现，在生产环境以及配方上都有难度，需要长期投入研发。

“现在国内在高端 FCCL 和 OLED 柔性 PI 基底、CPI 等领域发展相对落后。即使量产，下游客户的认证周期也会很长，对产品质量要求较高。”赛迪顾问高级分析师刘敏在接受《中国电子报》记者采访时表示。

在人才方面，对 CPI 而言，保证异

物少、缺陷少、平滑生产除了依靠设备导入外，还需要进行表面硬化处理，以提高耐磨、耐划伤的性能。为确保生产与性能，技术人员和制造人员必须具备极高的配方设计能力和工艺品质管理能力。也就是说，PI 膜的生产核心不仅在于设备和材料，对于研发和制造人才的要求也极高。

在成本方面，CPI 膜价格约为 3000 元/每平方米，价格是普通 PI 膜的 3~5 倍。业界人士表示，有色 PI 膜根据等级不同价格也不同，但基本在每平方米 480~600 元。此外，CPI 膜需要进行表面硬化处理，而 CPI 厂出货至表面处理厂的价格在每平方米 1800~3000 元人民币。高成本导致最终整机产品价格的高昂，如今市场上的折叠手机价格都在万元以上。

在材料性能方面，虽然 CPI 具有柔软、弯折性好等特点，但其在耐磨性、光透过率、表面质感、密封性等方面还有较大提升空间。

此前就有媒体报道称，部分可折叠手机产品的屏幕在使用过程中极易刮花，甚至出现了褶皱、断裂等现象。此外，由于材料表面质感不强，有许多使用者误将设置于屏幕表面的膜当做保护膜撕掉，导致了设备的故障。

### 其他材料加速突破

由于 CPI 薄膜的适用性出现了问题，其他相关盖板材料也开始走入人们的视线，如耐屈曲性的光学 PET 薄膜、可折叠芳纶薄膜，以及超薄柔性玻璃(UTG)等新材料。

据业内人士分析，超薄柔性玻璃(UTG)有望成为柔性盖板新方向。

对此，赛迪智库集成电路所博士耿怡认为，没有完美的材料，只有性能更优、适应性更好的材料。未来，在更多柔性形态终端产品不断推陈出新的基础上，上游盖板材料将持续优化和发展，如性能提升和成本下降等。可以肯定的是，与终端产品配合更紧密的产品将会具有更光明的发展前景。

在不久的将来，随着柔性显示技术的不断进步，卷绕屏、拉伸屏、超广角显示等新技术、新产品会给我们的工作、生活带来超乎想象的变化，同时也会对盖板材料提出颠覆性的要求。

彭寿表示，未来，柔性盖板材料需要在以下几个方面取得突破：一是组分体系的创新设计，针对材料本体向极薄、超强、高韧性等方向的加速迭代，需创新性开展材料组分体系研究，研发出适应未来应用需求的全新盖板材料，为柔性显示产业的发展提供上游原始供给；二是工艺技术的创新开发，针对不同材料的理化性能变化，需变革性开发熔化、成型、退火、后加工等系列工艺技术，如高均匀性澄清、大尺寸一次成型、高精度加工等，实现基础研究与产业转化的精准对接；三是生产装备的创新研制，关键装备制造是推动工艺技术转化为先进生产力与核心竞争力的必需环节。随着材料生产工艺技术的全面变革，需系统性开展核心装备研制，如柔性成型、激光切割、动态弯折等高精度制造及检测装备，实现先进工艺技术与装备的完美结合。

### (上接第 1 版)

清华大学数字电视技术研究中心主任、数字电视国家工程实验室(北京)主任宋健在接受《中国电子报》记者采访时表示，百姓生活水平提高，产业配套成熟也是数字电视产业发展的催化剂。

以数字机顶盒产业为例，我国长虹、创维、海信、康佳、TCL 等电视厂商纷纷布局数字机顶盒产业，在服务本土消费者的同时，还出口欧洲、南美、东南亚、南亚、非洲等海外市场，取得较高的市场份额。以创维数字为例，根据其 2019 年公布的数据，创维数字在东南亚市场份额达到 30%，在印度市场份额为 40%，在非洲市场份额则已超过 40%。

长虹网络相关负责人表示在接受《中国电子报》采访时表示，对于行业从业者而言，关停模拟电视将是又一次难得的发展机遇，也将引发运营商对国内早期数字化整转的大量标清数字电视机顶盒用户，何去何从的再次思考。

### 数字红利赋能新产业

近年来，随着我国广播电视技术的进步、城镇化水平的提高，数字电视正在逐步替代无线模拟电视成为城市居民接收电视信号的主流技术。

“无线模拟电视对外界环境要求很高，很容易受到外界环境的干扰，会极大程度上影响电视节目的画

质。”无线电相关专家在接受《中国电子报》记者采访时介绍说，易受干扰、色度畸变、亮色串扰、清晰度低、多噪声是模拟电视的主要缺点。而数字电视相比无线模拟电视，具有信号稳定、抗干扰、适合远距离传输、易于存储信号、容易实现密码措施、更具开放性和兼容性等优点，是电视传输更理想的方式。

此次我国“全部关停模拟电视，全面拥抱数字电视”的决定，对于百姓意味着更清晰的广播电视画面和更稳定的信号。行业专家则认为，从宏观层面上看，这个决定还有助于新一代信息技术的发展和“数字红利”的释放。

杨知行表示，关停模拟电视意味着国家基本公共文化服务体系的全面数字化，将推动广播电视传输覆盖升级，以及 4K、8K 超高清电视节目普及，方便实现双向化、智能化，改善贫困地区电视收看效果。此外，数字电视的高频谱效率也为实现通信广播融合奠定了基础。

格兰研究相关分析师在接受《中国电子报》记者采访时表示，根据相关地区经验，释放的频谱有可能会被“借用”到通信业务，改善人们的通信体验。比如，将香港地区模拟电视占用的 300 兆赫的频谱回收后，部分用于改善目前市内移动通信服务，如网速、通话质量等。

宋健认为，关停无线模拟电视促进了数字红利释放。在他看来，无线

模拟电视释放出的频谱使用率会进一步提高。这些频谱，广电可以提供更好的服务(如超高清视频等)，或者可以共享给移动通信或其他行业，为百姓提供更优质、全方位的多媒体信息服务发挥更大的作用。或者将释放的无线谱应用于物联网、自动驾驶等领域，既满足了大众和行业需求，还可促进新一代信息技术进一步发展。

长虹网络相关负责人表示，关停模拟电视有助运营商不断创新服务模式，提供更多有价值的内容服务，推动行业良性健康发展。在他看来，单纯的电视直播内容已无法满足人民群众日益增长的精神文化需求，新的内容呈现方式和其他业务场景形成双向互动，可以触发更多业务消费。今年，长虹网络就发布了 5G+8K 融合智能网关，实现了从 5G 高速网络接入，到 WiFi6 千兆网络覆盖，和 8K 超高清视频应用的融合，为超高清视频应用场景提供硬件支持。

### 模拟电视渐退历史舞台

根据国际电联 GE06 协议要求，一部分国家定于 2015 年 6 月 17 日前完成“模转数”转换工作。

受此影响，包括我国在内的各个国家都在积极开展“模转数”工作。公开资料显示，2015 年底已有美、日、英、法、德、俄等 24 个国家和地区完成“模转数”工作。

权威机构预测，2021 年，将有 98

个国家和地区完成电视信号数字化转换。届时，各国数字电视覆盖率将从 2015 年底的 75% 左右提高到 98.3%。

我国原计划于 2015 年关停无线模拟电视，但是今年底相关关停工作才正式完成。事实上，电视信号传输的转换对于任何一个国家都是一个复杂庞大的系统工程。上世纪九十年代，美国就有“模转数”的设想，而这个设想在 2005 年年末才被正式批准，直到 2009 年才真正实现；日本的电视“模转数”历时长达 10 年；法国电视信号的数字化进程则花费了高达 1.5 亿欧元。

格兰研究分析师表示，我国广播电视实现“模转数”相关终端和设备升级需要资金和时间。“偏远及农村地区的电视信号覆盖需要更多时间和资金进行部署。”在她看来，电视网络作为公益服务部署，要考虑到每一位电视接受者的实际情况。比如，为确保每一户家庭都能接收电视网络，西部地区及偏远农村每个自然户都实现了卫星电视机顶盒“户户通”的成功接入。

宋健分析认为，资金问题、频谱规划和协调，以及 5G 迅速发展冲击广电发展，是影响我国“模转数”完成的三大原因。在他看来，全面进入数字电视之后，广播电视发展仍需进步和探索，需要拥抱其他应用、系统和行业，比如和 5G 一起赋能诸如车联网等新应用场景。

7 月 23 日，LG Display 位于广州市高新技术产业开发区的 8.5 代线 OLED 面板工厂举行了量产出货仪式。OLED 电视厂商阵营的不断扩大，从供需两端共同助推大尺寸 OLED 面板产能释放。在蒸镀、印刷两种工艺共同发展的情况下，大尺寸 OLED 面临的是激烈竞争，还是齐头并进？

# 大尺寸 OLED 将迎来新竞合关系？

本报记者 卢梦琪

### 应用普及将加速

供给端产线的量产以及终端需求量的增加，共同推进大尺寸 OLED 面板的应用普及。

在供给端，LG Display 此次投入量产的广州 8.5 代 OLED 面板工厂，主要生产超高清 48 英寸、55 英寸、65 英寸、77 英寸等大尺寸 OLED 面板产品，具备高生产效率，更加有利于生产超大尺寸及高附加值的面板产品。

据了解，工厂在量产准备过程中，受疫情影响，量产日期有所推迟。LG Display 自今年以来，经过多方努力成功实现大尺寸 OLED 面板的量产。

《AVC 产业链——电视面板全球出货月度数据报告》显示，今年上半年，LG Display 受韩国 P7 工厂和广州工厂稼动率下调的影响，出货量为 13.1M，同比大幅下降 46%，同时出货面积下降 41%。对于连续两个季度亏损的 LG Display 而言，刚刚量产的广州工厂也被 LG Display 视为改善业绩的重要一环。LG Display CEO 丁豪荣表示：“大尺寸 OLED 是 LG Display 未来发展的核心。”

未来，LG Display 广州工厂的玻璃基板月产能约 6 万片，加上韩国坡州工厂的 7 万片玻璃基板月产能，总体月产能将达 13 万片。将 LG Display 坡州工厂和广州工厂的最大产能加总，OLED 电视面板(以 55 英寸为标准)年产能可提高至 1000 万片以上。LG Display 将进一步加速大尺寸 OLED 在高端电视市场上的普及。

从需求端看，在全球电视厂商中，OLED 电视阵营呈现持续扩大的趋势。从 2013 年的 LG 电子开始，中国的创维、康佳、长虹、海信；日本的索尼、东芝、松下；欧洲的飞利浦、Grundig、Loewe、Metz、Vestel、Bang&Olufsen 等多家厂商也纷纷加入 OLED 电视阵营。特别是今年美国电视厂商 Vizio、日本夏普、中国华为和小米四家厂商的加入，全球 OLED 电视阵营已扩大至 19 家。

市场调查机构 Omdia 数据显示，今年 OLED 电视面板销售量将达到 440 万台，OLED 电视销售量将稳步增长。预计到 2025 年，其年度销售量将突破 1200 万台。

### 不同路线齐谋发展

当前，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实现量产，但制造成本高、材料利用率低，产品功耗相对较高；第二种是印刷 OLED 技术，目前处于产业化前期，相对于传统蒸镀技术具有材料利用率高、产品制造成本低等优势；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、高色域等优势。总体来说，在目前的三种技术路线中，蒸镀白光技术是最成熟的，也是目前应用最广泛的主流技术，其它两种技术还有很大的提升空间。

虽然目前只有 LG Display 已实现大尺寸 OLED 面板的量产，但三星显示、京东方、TCL 华星都在通过其他技术路线进行研发突破。

京东方积极拓展 OLED 技术和产能，蒸镀白光 OLED 电视面板正在研发中。三星显示重点布局量子点 QD-OLED 技术路线。TCL 华星着力推进印刷 OLED 技术，如今已取得突破。

以印刷 OLED 为例，今年 6 月，TCL 科技以 300 亿日元对已建设印刷式 OLED 生产线的 JOLED 进行投资，以加速印刷 OLED 显示技术和产品更快实现产业化。TCL 华星光电高级副总裁赵军在接受《中国电子报》记者采访时表示，印刷 OLED 与 LG Display 蒸镀 OLED 的对比，差异体现在材料利用率高，理论上成本更低。另外，其采用顶发射技术的发光效率，比蒸镀底发射的效率更高。印刷 OLED 的结构简单，更容易实现柔性和曲面结构。因此，印刷 OLED 的优势未来会逐渐释放出来。

中国科学院院士欧阳钟灿表示，蒸镀和印刷两种技术路线都适用于 100 英寸以内产品。不过目前，蒸镀 OLED 面临大尺寸量产困难、良率低等挑战，产业化市场占比约为 28%，而印刷 OLED 只有 JOLED 可以少量出货。我国在印刷 OLED 方面与韩国并跑，未来 2~3 年内有望投入量产。

### 竞合或不可避免

目前，全球大尺寸 OLED 面板厂商主要有韩国 LG Display、三星显示、京东方、华星光电四家。据 TrendBand 数据，LG Display 有 4 条产线，均为蒸镀 OLED；三星显示有 2 条，一条蒸镀、一条印刷；京东方有一条蒸镀产线；TCL 华星计划三条印刷 OLED 产线。

从未来可能的竞争合作关系来看，三星和 LG 电子在电视终端市场展开竞争，尤其是三星的 QLED 电视和 LG 的 WOLED(蒸镀白光)电视竞争更加激烈。“从数量上看，三星每年的 QLED 电视出货量为 500 万台；LG Display 的目标也是每年出货 500 万片 WOLED 电视面板。三星的 QLED 电视在各显示器厂商的 open-cell 面板支持下表现良好，而 LG Display 则有意扩大 WOLED 电视面板的客户群，以便长期持续发展。”Omdia 显示研究高级总监 David Hsieh 向记者表示。

京东方正在研发 WOLED 技术，TCL 华星正在研发用于大尺寸显示的印刷 OLED。而 LG Display 也利用 TEL 喷墨打印机开发 RGB 印刷 OLED。京东方也在 TEL 机台上进行开发。

“LG Display 可能会与京东方结盟以生产大尺寸 OLED 面板，下一阶段将是向 G10.5 WOLED TV 面板工厂迈进。”David Hsieh 表示。

Omdia 估计，LG Display 可能会在 OLED 业务上寻找合作伙伴，有可能是京东方或三星，通过结盟来拓展 WOLED 电视业务是符合逻辑的。如果京东方成为合作伙伴，那么 LG Display 可以通过交换技术获得一定的资金支持。如果三星在高端电视上转向 WOLED 电视面板，那么对于拥有更高电视市场渗透率的 WOLED 来说，这将是巨大的胜利。

“三星显示可能不希望 LG Display 和京东方合作紧密，而京东方可能不乐见三星显示和 TCL 华星光电联盟过于紧密。从现在开始，这四大集团之间将随时发生合作和竞争关系，任何一方的策略调整都将对面板产业生态与面板供应链产生质变。”David Hsieh 强调。