

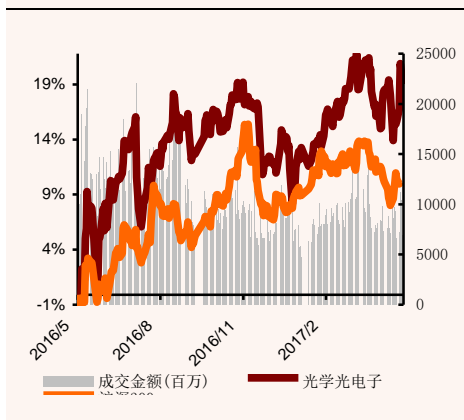
首席分析师：段迎晟
 执业证书编号：S1220514060002
 TEL：
 E-mail: duanyingsheng@foundersec

联系人：章书勤，谢恒
 TEL：0755-83023992
 E-mail: zhangshuqin@foundersec.

重要数据：

上市公司总家数	55
总股本(亿股)	837.44
销售收入(亿元)	670.28
利润总额(亿元)	58.61
行业平均 PE	381.80
平均股价(元)	20.38

行业相对指数表现：



数据来源：wind 方正证券研究所

相关研究

《增发改可转债加快融资速度，充分享受行业爆发》2017.05.03

《复牌点评：强力整合出海口，LED 一体化航母重新起航》2017.05.01

《新客户拓展进入收获期，高增长后劲充足》2017.05.01

《双摄贡献弹性，下半年全面爆发》2017.04.23

《光学创新不断，滤光片龙头率先受益》2017.04.15

请务必阅读最后特别声明与免责条款

有别于市场的观点：

首先修正一个市场对 OLED 的普遍误解，OLED 不只是柔性！OLED 可以实现：1) 轻薄化。去掉“沉重”的 LED 背光，让面板轻装上阵。2) 全面屏。从终端厂了解到，18 年规划机型都走向高屏占比的方向。3) 透明可开孔。PI 材料透明，可支持全屏化的光学指纹识别，将指纹芯片隐藏其后，在显示全屏应用时没有指纹区域的阻挡，是真正意义上的全屏。同时，面板 (PI 膜) 可做异形切割/开孔，让 ID 的设计进一步多样化。

1. 中小尺寸 OLED 的三大核心工艺技术：1) LTPS 驱动电路。Array 段是面板制程的基础，要把 OLED 面板做好，首先要具备很强的 LTPS 工艺能力。AMOLED 对 TFT 驱动技术的要求比 LCD 要高，本质原因在于 AMOLED 属于电流驱动型器件，且要求 TFT 工作在线性放大状态，而 LCD 属于电压驱动型器件，TFT 只需工作在开关状态。LTPS 具有载流子迁移率高且阈值电压稳定的优点，是 OLED 基板 TFT 驱动的唯一选择。2) 蒸镀工艺。真空腔体中对蒸发源加热时间的控制，磁力控制悬浮的 FMM 也面临对位精度、重力、热膨胀变形等问题。3) 薄膜封装工艺。OLED 发光材料是亲水有机材料，遇水汽和氧会发生不可逆的光氧化反应，水、氧对铝或镁银等电极材料也有很强的侵蚀作用，因此 OLED 器件封装对水、氧渗透率有极高的要求。

2. OLED 产业链现状。中小尺寸 SDC 一家独霸天下，占据全球 95% 以上产能。SDC 在 a-Si 涨价期陆续关厂，满满自信不禁令人后背发凉。SDC 17 年全年的 OLED 屏产能 (折合成 5.5')，约为 4.6 亿片，其中柔性 OLED 屏 1.6 亿片，刚性 OLED 3 亿片左右。三星自身需求约 8000 万片左右，剩余的产能分配给苹果 (6000-7000 万片) 以及国内 HOV。日系厂商最早研究 OLED，但因为 LCD 优势太明显，难以下定决心革自己的命，错过了发展浪潮。大尺寸需求稍显不足，LGD 独挑大梁。国内和日台在 OLED 形成规模量产至少要在 2018 年以后。

3. 投资逻辑

上游原材料和设备是产业爆发的瓶颈，弹性大、最具投资价值。我们看好关键设备 (联得装备、智云股份、劲拓股份、精测电子)、核心材料 (万润股份、濮阳惠成)、外挂式触控 (欧菲光)、驱动 IC (中颖电子) 的相关投资机会。中长期来看，下游面板厂商 (深天马 A、京东方 A、黑牛食品) 在 OLED 面板上的产能扩张和业绩弹性值得期待。

风险提示：OLED 生产工艺良率造成的产业化不及预期，上游核心设备产能紧缺造成的产业进展不及预期。

目录

1	从跟随者到引领者，三星凭借 OLED 颠覆 ID 设计.....	4
2	需求大幅拉动，引爆 OLED 产业链.....	5
2.1	美股 OLED 龙头公司年初至今股价屡创新高.....	5
2.2	苹果豪掷 90 亿美金，锁定三星 OLED 两年产能.....	7
2.3	鸿海收购夏普，瞄准智能终端的 OLED 需求.....	7
3	为未来而生，OLED 引领终端 ID 大幅创新.....	9
3.1	轻薄化——材料自发光，让 LED 背光成为历史.....	12
3.2	全面屏——高屏占比手机，用户买单意愿强烈.....	12
3.3	透明可开孔——给指纹识别和 ID 设计带来更多可能.....	13
3.4	OLED 三大核心工艺技术.....	14
3.4.1	LTPS 驱动电路.....	16
3.4.2	蒸镀工艺及印刷显示工艺.....	17
3.4.3	薄膜封装工艺.....	20
4	全球 OLED 产业在风浪中扬帆起航.....	21
4.1	全球 OLED 面板产能集中度高，短期产能难以释放.....	21
4.1.1	韩系厂商，霸主地位 2 年内难以撼动.....	22
4.1.2	日系厂商，没落的昔日面板贵族.....	23
4.1.3	台系厂商，后劲不足，两极化严重.....	23
4.1.4	大陆厂商，坐拥最大市场，追赶任重道远.....	23
4.2	AMOLED 行业供应链分析.....	24
4.2.1	关键设备.....	25
4.2.2	核心材料.....	26
4.2.3	驱动控制芯片.....	27
4.2.4	中游面板模组.....	28
4.2.5	下游终端多样化.....	28
5	投资建议.....	30
6	风险提示.....	30

图表目录

图表 1:	三星 GALAXY S7 EDGE 配备 OLED 软屏.....	4
图表 2:	AMOLED 面板出货量 (单位: 百万片)	5
图表 3:	年初至今 UDC 股价走势	6
图表 4:	年初至今 AMAT 股价走势	6
图表 5:	年初至今 COHERENT 股价走势	6
图表 6:	苹果总是在最好的时机把产品推向市场.....	7
图表 7:	苹果 (IPHONE+IPAD) LCD 面板份额占比.....	8
图表 8:	A-Si-TFT、IGZO-TFT 与 LTPS-TFT 对比.....	9
图表 9:	OLED 面板结构	9
图表 10:	PMOLED、AMOLED 结构对比	10
图表 11:	PM 与 AM 驱动技术对比	10
图表 12:	OLED 与 LCD 面板结构对比	10
图表 13:	AMOLED 与 LCD 技术对比.....	11
图表 14:	AMOLED 面板出货量及渗透率预测	11
图表 15:	OLED 产值预测 (美金)	11
图表 16:	FLEXIBLE OLED 产值预测 (美金)	11
图表 17:	OLED 与 LCD 显示纯黑画面对比.....	12
图表 18:	手机屏幕 BM 区	13
图表 19:	装载汇顶光学指纹识别方案的三星 S7 手机.....	14
图表 20:	IPHONE8 屏幕 ID 设计猜想.....	14
图表 21:	LTPS 背板驱动电路加工流程	15
图表 22:	有机蒸镀和封装工艺流程图	15
图表 23:	模组工艺流程	16
图表 24:	COHERENT ELA 设备.....	17
图表 25:	OLED 印刷显示技术.....	18
图表 26:	OLED 印刷显示技术与蒸镀技术对比.....	18
图表 27:	印刷显示技术大事件 (海外)	19
图表 28:	OLED 印刷显示技术设备.....	19
图表 29:	OLED 彩色化技术.....	20
图表 30:	一般玻璃基板的 AMOLED FRIT 封装工艺.....	21
图表 31:	有机/无机膜多层堆栈薄膜封装工艺	21
图表 32:	SDC、LGD 的 OLED 面板关键工艺	22
图表 33:	AMOLED 面板各国产能预测 (单位: 千平方米)	22
图表 34:	中国 OLED 面板厂商投资格局	24
图表 35:	OLED 产业链环节简介	25
图表 36:	全球 OLED 关键设备制造企业	26
图表 37:	三星 LG 核心材料主要供应商	27
图表 38:	国内上游材料主要供应商	27
图表 39:	驱动控制芯片供应商	28
图表 40:	OLED 手机品牌及配置	29
图表 41:	OLED 电视品牌及配置.....	30

1 从跟随者到引领者，三星凭借 OLED 颠覆 ID 设计

在诺基亚陨落后，三星继承了世界手机销量第一的角色，但工业设计的领导者无疑是苹果。长期以来，三星在手机设计领域还一直处于跟随者的角色。近些年在国产手机物美价廉的频频轰炸下，三星手机的销量节节下滑。经过多年的技术积累和尝试，三星于 2016 年发布了新品 Galaxy S7/S7 Edge，让事情开始发生变化，世界上最大的手机厂商现在也成了顶尖 ID 设计者。新机型备受热捧，为三星赢来了更多客户。三星的复苏态势良好，三星电子 2016 年 7 月 7 日发布初步数据显示，2016 年第二季度公司营业利润为 8.1 万亿韩元(约合人民币 467.6 亿元)，环比增长 21.26%，同比增长 17.39%。不仅远超市场平均预期 7.38 亿韩元，还时隔 2 年突破 8 万亿韩元。公司股价自 1 月低位以来已累计增长超过 20%。目前市面上大多数厂商都在采用苹果的设计风格，iPhone 的一体式金属机身成了设计范本，整个智能手机行业都在反复使用这一方案。Galaxy S7/S7 Edge 的最大亮点是使用了 OLED 曲面显示屏技术，搭配双曲面玻璃。外观细薄曲面时尚、内里抗震视角更广。鉴于此，三星会加大向显示屏和半导体业务的至少 50 亿美元投资，并着手关闭部分 LCD 生产线，加速转进 OLED 领域。自此开始，搭载 OLED 屏幕的双面玻璃手机将会逐渐走向主流，从目前产业链调研的情况来看，苹果新款 iPhone 也将采用 OLED+双面玻璃的设计风格。

三星 S7/S7 Edge 自 2016 年 3 月 11 日销售首日以来，在智能手机市场取得了超预期销售表现：

- 1) 开售两天，在韩国的销量已突破 10 万台；
- 2) 开售之后的 20 天时间里，完成了三星手机史上最快的 1000 万出货量；
- 3) 4 月份 Galaxy S7 和 S7 Edge 的销量达到 1500 万部；
- 4) 6 月底累计销量有望突破 2500 万的大关。

图表1：三星 Galaxy S7 Edge 配备 OLED 软屏

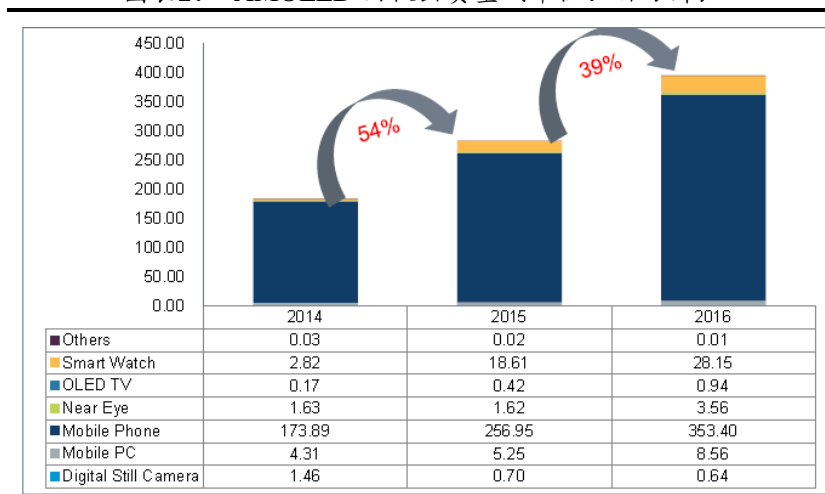


资料来源：中关村在线，方正证券研究所

OLED 拥有的纯黑、色彩还原度高、响应速度快、广视角、柔性等优点使 S7/S7 Edge 广受手机业界认可。目前，三星占据 6 代线（及以下）90%的产能，主要供给自己的高端品牌 Galaxy，同时为了带动 OLED 整体产业链（尤其是下游）的发展，三星亦选择性地部分产能对外输出，魅族、VIVO、OPPO、金立等中国厂商都已发布配备三星 OLED 屏幕的手机。

UBI 公司发布的 2016 年第一季度市场报告显示，一季度全球整体 OLED 市场达到了 9130 万片，其中三星显示约为 8670 万片面板，占整体 OLED 市场 95%。来自 Digitimes 的报告显示，到 2019 年，三星将把 AMOLED 显示屏出货量提升到 5.6 亿片，这和 2015 年出货量相比，增幅高达 114%。

图表2： AMOLED 面板出货量（单位：百万片）



资料来源：IHS，方正证券研究所

2 需求大幅拉动，引爆 OLED 产业链

2.1 美股 OLED 龙头公司年初至今股价屡创新高

美股 OLED 龙头公司 Universal Display Corporation (OLED)、应用材料公司 (AMAT)、Coherent (COHR) 等开年至今业绩屡超预期，带来股价一波又一波新高（较去年股价已翻倍）。

5月5日，UDC 发布季报，公司 2017Q1 营收增长 87%，达 5560 万美元，其中来自于材料的营收达到 4660 万美元，大幅增长 92%。当日股价暴涨 23.87%。

图表3： 年初至今 UDC 股价走势



资料来源：雪球，方正证券研究所

2月15日，AMAT 发布财年一季报，公司实现总订单额 42.4 亿美元，较上年同期增长 86%，净销售额达 32.8 亿美元，较上年同期攀升 45%。展望 2017 财年第二季度，应用材料公司预计净销售额为 34.5 亿至 36.0 亿美元，其中位数相当于净销售额同比增长约 44%。

图表4： 年初至今 AMAT 股价走势



资料来源：雪球，方正证券研究所

5月10日，Coherent 发布季报，2017Q1 利润增长 134.8%，达 4180 万美元，当日股价大涨 14.07%。

图表5： 年初至今 Coherent 股价走势



资料来源：雪球，方正证券研究所

从 OLED 上游材料、设备公司的业绩情况可以看出，行业下游需

求的带动效应十分明显，未来几年是 OLED 应用爆发期，龙头公司将有望保持高速增长。

2.2 苹果豪掷 90 亿美金，锁定三星 OLED 两年产能

尽管未经官方正式确认，但苹果和三星（SDC）签订 OLED 面板供货合同的消息已板上钉钉。首先，全球中小尺寸柔性 OLED 大批量供应，只有三星能提供产能。苹果想提供搭载 OLED 屏幕的手机，也只能寻找三星。经过我们的调研统计，三星 SDC 2017 年的柔性 OLED 产能大概在 1.6 亿片（折合成 5.5 寸屏），其中 SEC 自己使用 8800 万片，给苹果的量约在 6500 万片，剩余的 1000 万片左右由 HOV 瓜分。华为由于和三星在全球手机市场拼刺刀，很难拿到 SDC 的 OLED 屏，正所谓“敌人的敌人是朋友”，在条件允许的情况下，三星很愿意给 OPPO、vivo 供应 OLED 面板，让 OV 在国内市场的高端机型竞争中打击华为。被三星卡脖子的苹果，也在全力培养二供，但因为 SDC 的领先优势太明显，其它厂商短期内无法跟上。豪掷现金锁定产能，对苹果也是无奈之举。

尽管在“后乔布斯”时代饱受诟病，但回顾历史，苹果不仅仅局限于技术的发明者这一角色，而且常常能在最适合的时间推出整合了某项已有技术的最好体验的产品。智能手机、PAD 都是在苹果发布 5-10 年前就已有的产物，但此前大都无人问津；在苹果推出 Apple Watch 前，市面上智能手表也已品类繁多，但大多数产品仅仅扮演了培育市场的角色。苹果能够把握技术走向和消费者心理，在最佳时间推出对应产品，且总能收获满满赞誉。近几年电子行业发展基本是以苹果为马首是瞻，苹果的巨大影响力、高品质带动起了整个产业链的跟随发展。苹果和三星签订 OLED 面板供货合约，已经预示着 OLED 中小屏幕的大规模应用已经处于黎明破晓前。

图表6：苹果总是在最好的时机把产品推向市场

苹果产品	推出时间	市面最早产品	推出时间	备注
iPhone	2007 年	摩托罗拉 - A6188	1999 年	最早智能手机
iPad	2010 年	GRiD Systems - GRiDPad	1989 年	最早的平板电脑，DOS 系统
Apple Watch	2014 年	Mimo - Loga	1940 年	首款计算器手表
Apple Pay	2016 年	NTT DoCoMo	2004 年	日本 NFC 移动支付由运营商主导。原因是日本金融管制政策宽松，打破了移动运营商进入金融领域的壁垒。

资料来源：方正证券研究所整理

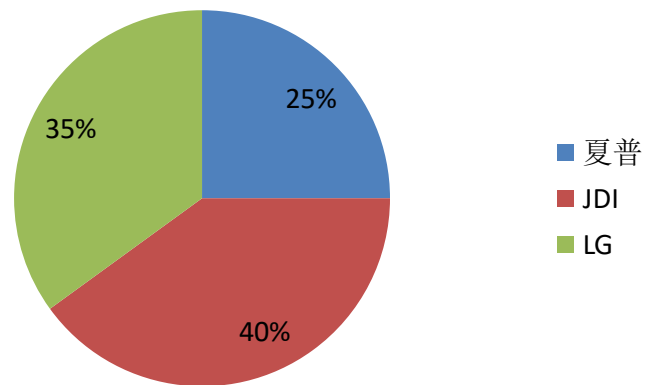
2.3 鸿海收购夏普，瞄准智能终端的 OLED 需求

夏普在 2016 年 2 月 25 日的临时股东大会上决定接受世界最大 EMS（电子产品代工服务）企业鸿海精密工业提出的收购方案。鸿海将向夏普出资 3888 亿日元（约合人民币 225 亿元），获得后者约 66% 的股份。除了最重要的液晶面板业务之外，鸿海集团还将同时获得夏普的家电业务，而夏普未来将作为鸿海的子公司，保持独立运营的地位。

郭台铭千方百计要拿下夏普，目的有多个（苹果、高溢价的品牌

经营、与三星电子竞争等), 但最主要的目的就是获得苹果公司更多订单。目前苹果代工订单贡献了鸿海一半的收入, 由于全球智能手机市场放缓, 鸿海更需要确保来自苹果的高净值订单。iPhone 改换 OLED 面板, 鸿海集团必定不甘心失去苹果这一优质客户, 加大在 OLED 技术上布局将势在必行。数据显示, 2016 年一月份, 鸿海的收入已经下滑了 15%。此外, 虽然富士康接到了 iPhone 的大半组装订单, 但从组装业务中获得的利润却非常低。富士康希望通过收购夏普, 来提供 iPhone 零部件中价格最高的显示屏业务, 夏普的技术积累和较高的品牌溢价将给富士康带来更丰厚的利润。

图表7: 苹果 (iPhone+iPad) LCD 面板份额占比



资料来源: Display Research, 方正证券研究所

夏普在高画质液晶面板的低温多晶硅 (LTPS) 技术具备领先优势。LTPS 背板是通过传统 LCD 的非晶硅 (a-Si) TFT 背板增加激光处理制程来制造的, a-Si 结构玻璃基板吸收准分子激光的能量后, 会转变成电子移动率比 a-Si 快 200-300 倍的多晶硅结构, LTPS 可以把驱动 IC 线路直接制作于面板上, 元件数量能减少 40%, 连接部分能减少 95%。这大大减少了故障率, 耐用性得到极大改善。同时, 和传统 LCD 驱动技术 a-Si (非晶硅) 相比, LTPS 技术的稳定性和电流驱动能力 (电子迁移率) 都更强, 使用几何尺寸较小的电晶体也可提供足够的充电能力, 并且提高了面板开口率, 因此光穿透的有效面积变大, 能耗更低、色彩更艳丽、画质更好。苹果智能手机使用了 LTPS 电路驱动, 而屏幕正是来自夏普公司 (4.5 代线、6 代线)。据悉, 目前全球 87% 的 LTPS 面板产能掌握在夏普、JDI 和 LGD 手上。鸿海将投资 3,000 亿日元于夏普 AMOLED 及 LCD 面板技术发展。目前夏普在 AMOLED 领域有研发产品, 但还尚未量产。在鸿海资金的大力支持下, 夏普将以生产中小尺寸 AMOLED 为主, 计划 2018 年初开始量产, 2019 年以 5.5 寸屏计, 月产能将达 1,000 万片。从苹果以往的供应商策略以及其和三星之间存在的复杂竞合关系来看, 如果富士康未来具备了量产能力, 苹果还将给予其不小的供应份额。同时, 夏普是 IGZO 技术工艺的创始者, IGZO 背板的特性使其能更好地用于大尺寸的 OLED 面板制造, 未来将会与 LTPS (主要是中小尺寸) 在 OLED 背板上共同引领产业发展。

图表8: a-Si-TFT、IGZO-TFT 与 LTPS-TFT 对比

	(a-Si)-TFT (非晶硅)	IGZO-TFT (Oxide 金属氧化物)	LTPS-TFT (低温多晶硅)
结晶化	无	无	有
成本	低	中	高
电子移动	0.5-1 cm ² /VS	10-25 cm ² /VS	> 100 cm ² /VS
耗电	高	中	低
像素	200ppi	< 300ppi	> 300ppi
面板尺寸	大、中、小	大	中、小

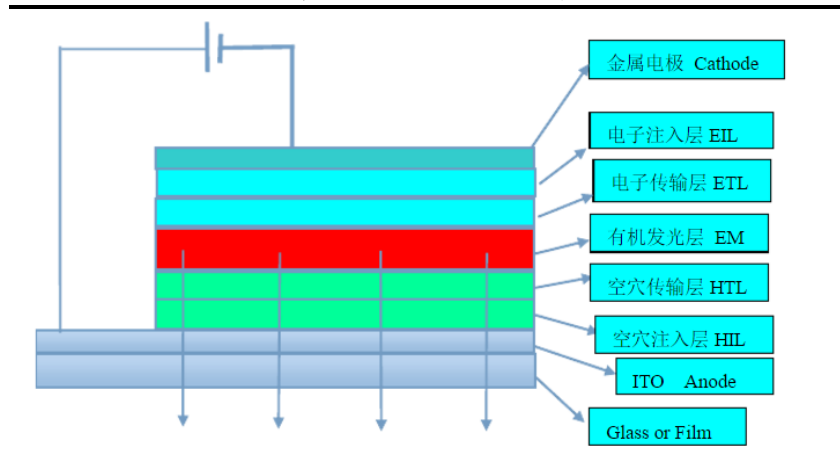
资料来源：中关村在线，方正证券研究所

3 为未来而生，OLED 引领终端 ID 大幅创新

OLED 最早由美籍华裔教授邓青云先生在实验室中发现。其原理是使电流穿过特殊的有机发光材料，在电场的作用下，激发有机材料使其发光。是一种将电能转换为光能的过程。

OLED 的基本结构是将层状的有机材料夹于以铟锡氧化物 (ITO) 为阳极 (Anode) 和以金属电极为阴极 (Cathode) 的两层电极之间。有机材料主要由发光层 (Emission Layer, EL) 和公用层 (Common Layers) 两部分组成。发光层由红光、绿光、蓝光 (RGB) 三种颜色发光材料或白光 (W) 发光材料组成。目前采用的多层器件结构中，公用层可细分为：空穴注入层 (Hole Injection Layer, HIL)、空穴传输层 (Hole Transport Layer, HTL)、电子注入层 (Electron Injection Layer, EIL) 以及电子传输层 (Electron Transport Layer, ETL)。HTL 负责调节空穴的注入速度和注入量，ETL 负责调节电子的注入速度和注入量。HIL 和 EIL 是缓冲层，以增加空穴、电子的注入量。电子和空穴在有机发光层结合，并将能量传递给有机发光物质使其发光。

图表9: OLED 面板结构



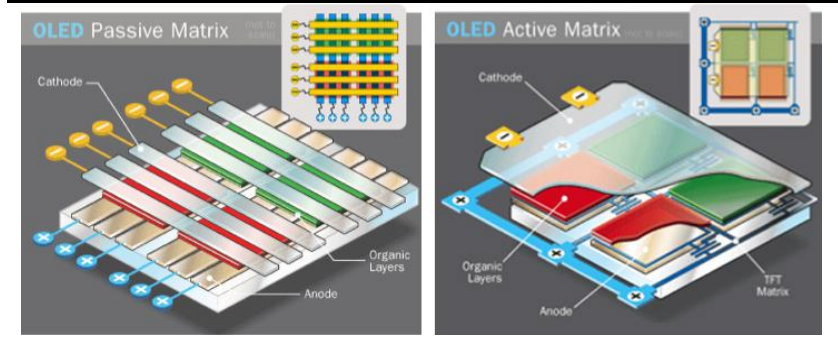
资料来源：百度图片，方正证券研究所

OLED 驱动方式分为被动式 (PMOLED) 以及主动式 (AMOLED) 两种。其中 PMOLED 结构简单，每个像素由独立的阴极与阳极控制，不需要额外的驱动电路，但过多的控制线路制约了其在在大画面高解析中的应用；AMOLED 阴极为整面电极，通过驱动电路驱动阳极发光，大幅度减

少了控制线路的数量，使其拥有低耗电，高解析，快响应等特色，AMOLED 也因此逐渐成为 OLED 显示器的主流。目前我们常说的 OLED，均为 AMOLED。

AMOLED 可分为硬屏和软屏，硬屏的基板材料是玻璃，封装材料也是玻璃，可与 LCD 共用；软屏的基板材料是薄膜（PI、PET、COP 等），封装材料也是薄膜，如果采用透明膜材、透明有机填充材料，可将柔性屏做成透明、可弯折的屏幕。

图表10: PMOLED、AMOLED 结构对比



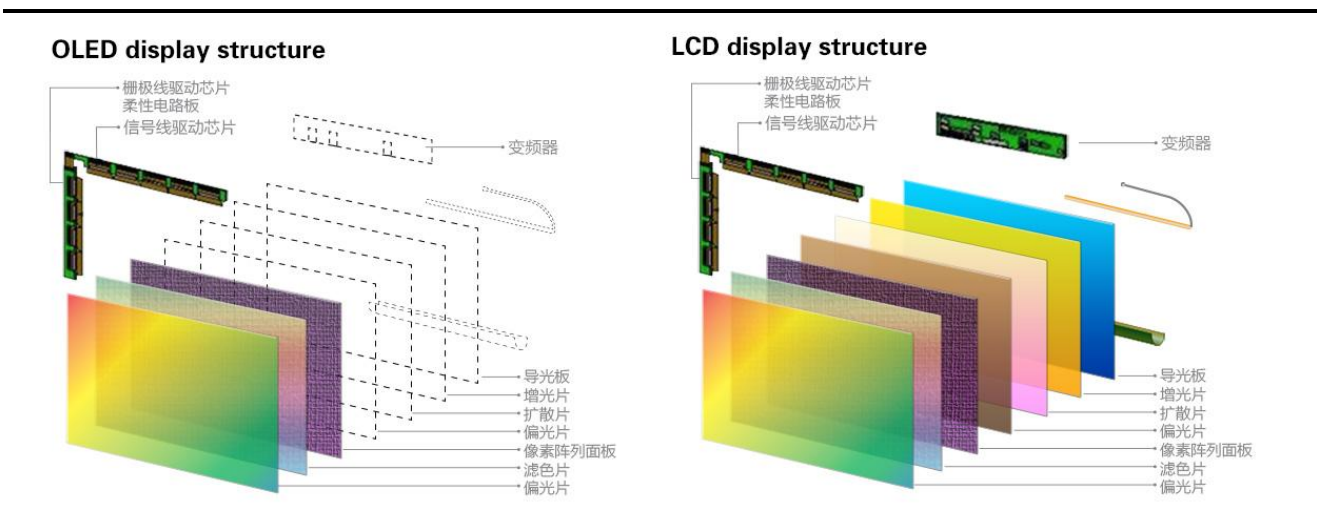
资料来源：百度图片，方正证券研究所

图表11: PM 与 AM 驱动技术对比

PM 驱动	AM 驱动
瞬间高密度发光（动态驱动/有选择性）	连续发光（稳态驱动）
面板外附加 IC 芯片	TFT 驱动电路设计/内藏薄膜型驱动 IC
线逐步式扫描	线逐步式抹写数据
阶调控制容易	在 TFT 基板上形成有机 EL 画像素
低成本/高电压驱动	低电压驱动/低耗电/高成本
设计变更容易、交货期短（制造简单）	发光组件寿命长（制程复杂）
简单式矩阵驱动+OLED	LTFS TFT+OLED

资料来源：21IC，方正证券研究所

图表12: OLED 与 LCD 面板结构对比



资料来源：OLED 网，方正证券研究所

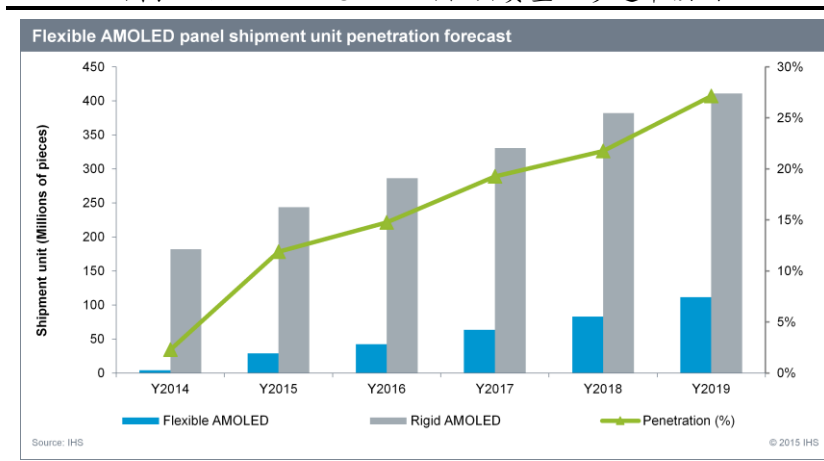
图表13: AMOLED 与 LCD 技术对比

对比项	AMOLED	LCD
背光源	不需要	需要
厚度	<=0.7mm	>=1.4mm
工作温度	-50℃~90℃	-10℃~70℃
对比度	100000:1	1□0:1
NTSC 色域	110%以上	70%~90%
视角 FOV	2000:1	10:1
柔性	可弯曲、可绕折	仅适度弯曲，不可绕折
响应速度	us 级	ms 级
透明	可实现透明	无法实现

资料来源: OLED 网, 方正证券研究所

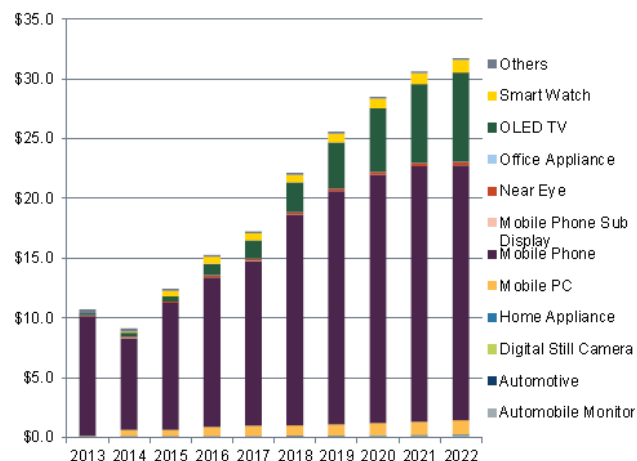
前几年 OLED 的发展受制于成本高、良品率低。但去年以来 IHS 调研结果显示的成本降低及巨头苹果的示范将突破行业瓶颈, 带来下游市场增量爆发。IHS 测算 2016 年的 AMOLED 出货量将达 3.95 亿片, 较 2015 年上升 40%。收入将提高 25% 达到 150 亿美元。OLED 下游应用广阔, 我们认为近期内主要集中于手机、平板及电视, 中远期可广泛应用于 VR、智能穿戴、车载系统、医疗领域等, 迎来万亿市场空间。

图表14: AMOLED 面板出货量及渗透率预测



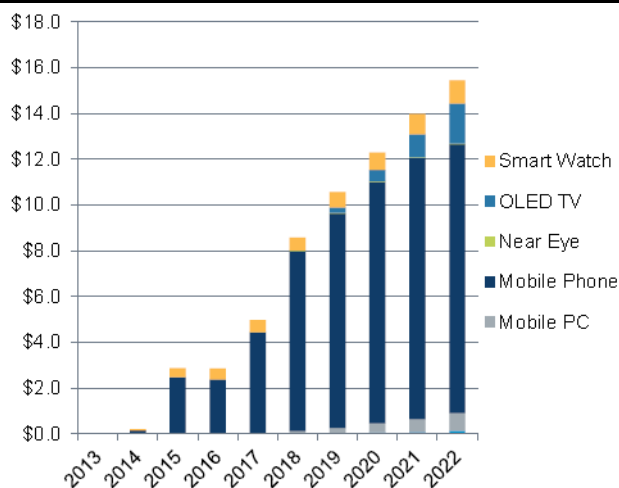
资料来源: IHS, 方正证券研究所

图表15: OLED 产值预测 (美金)



资料来源: IHS, 方正证券研究所

图表16: Flexible OLED 产值预测 (美金)



资料来源: IHS, 方正证券研究所

3.1 轻薄化——材料自发光，让 LED 背光成为历史

传统 LCD 面板生产过程中，在 cell 制程两片偏光片贴合后灌入液晶材料，module 制程中需要加上 LED 的背光，才能使得 LCD 面板最终得以发光显示。BLU 的增加，带来了 LCD 整体模组的厚度大大增加（mm 级别）。而相比之下，OLED 是材料自发光，不需要 LED 背光，即省去了 LED 光源、导光板、增光片、扩散片、偏光片（少 1 片）、彩色滤光片（仅白光 OLED 需要），使得 OLED 模组厚度大大减小（0.1mm 以下），重量也更轻。在手机轻薄化的发展趋势下，OLED 面板无疑是更好的选择。

对于 LCD 而言，解锁后屏幕 LED 背光总是处于发光状态，因此在显示黑暗、夜空等场景时不仅很耗电，而且漏光明显。由于自发光特性，OLED 可实现纯黑效果，对比度更佳，且更省电。同时 OLED 视角广且、色域广、刷新频率高、响应快，能很好地支持可穿戴设备的显示需求。

图表 17: OLED 与 LCD 显示纯黑画面对比



资料来源：新浪数码，方正证券研究所

3.2 全面屏——高屏占比手机，用户买单意愿强烈

自三星推出 S8 以后，其超大 AA（Active Area）区域和 18:9 的屏幕比例（全面屏）深受消费者喜爱，不仅带动了 S8 的热销，也在手机 ID 设计上将这一“全面屏”的概念成功推广，继 OLED 以后再一次在显示行业引领潮流。全面屏有两层含义：1）手机边框的极窄化，使得 BM 区（黑边框）在肉眼不可见；2）显示区域向上、下分别延生，使得显示区域进一步接近手机盖板，提升 AA 区域面积。柔性 OLED 可以做成曲面显示屏，让边框从视觉上“消失”。无边框化的高屏占比 ID 设计，是十分吸引用户的眼球的，用户的买单意愿很强。我们在终端厂调研了解到，规划 18 年推出的机型，全都走向高屏占比的方向。

屏幕边缘黑边框学名叫做“BM 区”，主要用来放防止屏幕漏光；其次，屏幕液晶储存在两块玻璃基板中间，通过涂装密封胶防止泄露；再次，屏幕触控层中会内置独立的电容层增加触控准确性，屏幕像素也需要电路控制，这些布线会围绕边框展开，没有边框也就无法布线，这些现实性的问题直接决定了现阶段手机屏幕无法做到无边框。

图表18: 手机屏幕 BM 区



资料来源：百度图片，方正证券研究所

目前大部分手机仍然是 LCD 屏，尤其是 LTPS 的屏在做全面屏其供应链配套需要更多时间。1) 大部分 LTPS 为高端机，采用 in-cell 触控，由 TDDI 芯片驱动，在做到全面屏超窄边框时 TDDI 对于窄边框屏幕边缘识别较差，需要回归到传统的 Display driver+Touch 两颗独立芯片；2) 现在的 LTPS 屏为保证分辨率和超薄，驱动芯片采用 COG 封装，但是其封装边框较大，应用全面屏时需要改成 COF 封装，利用 FPC 的叠绕来减少边框宽度，而目前 COF 产能集中在中大尺寸屏幕，需要模组厂重新投资中小尺寸的 COF bonding；3) 传统的背光 LED 模组需要一定出光空间，超窄边框需要设计超窄背光模组，需要导光板从 pattern 的设计，结构和膜材选择上面都要改进；4) 由于边框做超窄以后，背光和整机引线都需要重新设计，传统的面板切割方式也需要改进，在面板下角进行异形切割，方便布线。

OLED 技术的引入，将使如上问题变得简单很多，OLED 屏本身很少用 TDDI 作驱动，另外柔性 OLED 其 COP (chip on pi) 的封装本身就类似于 COF。OLED 也没有背光，同时做异形切割难度小很多。

3.3 透明可开孔——给指纹识别和 ID 设计带来更多可能

柔性 OLED 在 PI 膜（透明聚酰亚胺）上进行 LTPS 电路蚀刻，而 PI 膜不仅柔性可弯曲，且相较 LCD 具备一定的透光度，如果采用光学指纹识别方案，可以将 CMOS sensor 放置在 OLED 面板底下隐藏起来，在解锁手机时开启，而在观看电影等全屏应用时，用户完全不会意识到有指纹识别的存在。汇顶在 2017 年 MWC 上发布光学指纹识别方案，该方案基于三星 S7 和 vivo Xplay6 手机，在盖板的特定区域可以实现光学指纹识别解锁。汇顶的光学指纹识别方案研发进展在业界领先，FPC、新思都还未达到发布阶段。苹果今年的 iPhone8 无疑是全屏化趋势，但是否推出光学指纹目前还有待验证。

图表19: 装载汇顶光学指纹识别方案的三星 S7 手机



资料来源: 电子产业前沿, 方正证券研究所

此外, 由于 OLED 没有背光, PI 膜可做任意形状的切割和开孔, 在全屏化手机上, 给 ID 设计带来了无限可能。如下爱范儿的 iPhone8 猜想图, 在手机屏幕上方, 有听筒和摄像头的地方进行灵活开孔, 而左右两侧的区域仍可以用于显示, 进一步扩大手机的屏占比。而这样的改进, 在 LCD 面板时代是不可想象的。

图表20: iPhone8 屏幕 ID 设计猜想



资料来源: 爱范儿, 方正证券研究所

3.4 OLED 三大核心技术

LTPS-TFT AMOLED 的制作工艺囊括了显示面板行业的诸多尖端技术, 类似 LCD, 其主要分为背板段 (Array 段), 前板段 (Cell 段) 以及模组段 (Module 段) 三道工艺。

背板段工艺通过成膜, 曝光, 蚀刻叠加不同图形不同材质的膜层以形成 LTPS (低温多晶硅) 驱动电路, 其为发光器件提供点亮信号以

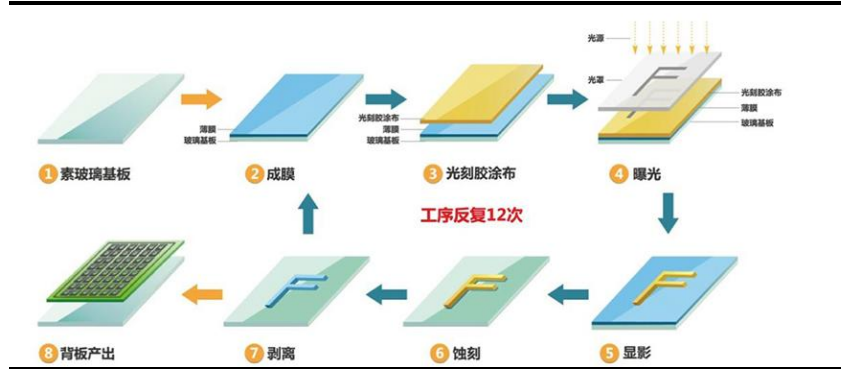
及稳定的电源输入。其技术难点在于微米级的工艺精细度以及对于电性指标的极高均一度要求。

1) 镀膜工艺是使用镀膜设备，用物理 (PVD) 或化学 (CVD) 的方式将所需材质沉积到玻璃基板上 (如图中步骤 2)；

2) 曝光工艺是采用光学照射的方式，将光罩上的图案通过光阻转印到镀膜后的基板上 (图中步骤 3、4、5)；

3) 蚀刻工艺是使用化学或者物理的方式，将基板上未被光阻覆盖的下方膜蚀刻掉，最后将覆盖膜上的光阻洗掉，留下具有所需图形的膜层 (图中步骤 7、8)。

图表21: LTPS 背板驱动电路加工流程



资料来源: 和辉光电, 方正证券研究所

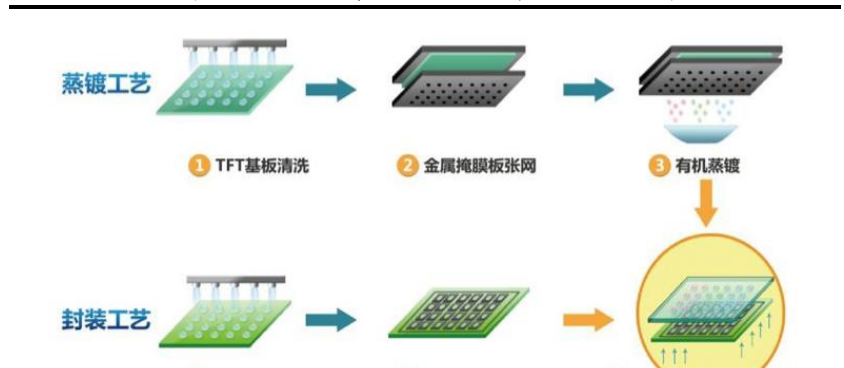
前板段工艺通过高精度金属掩膜板 (FMM) 将有机发光材料以及阴极等材料蒸镀在背板上，与驱动电路结合形成发光器件，再在无氧环境中进行封装以起到保护作用。蒸镀的对位精度与封装的气密性都是前板段工艺的挑战所在。

1) 高精度金属掩膜板 (FMM): 其主要采用具有极低热变形系数的材料制作，是定义像素精密度的关键。制作完成后的 FMM 由张网机将其精确地定位在金属框架上并送至蒸镀段 (图中步骤 2)；

2) 蒸镀机在超高真空下，通过电流加热、电子束轰击加热或激光加热等方法，使被蒸材料升华，透过 FMM 到达 LTPS 基板限定区域上，形成薄膜 (图中步骤 3)；

3) 蒸镀完成后将 LTPS 基板送至封装段，在真空环境下，用高效能阻绝水汽的玻璃胶将其与保护板进行贴合。玻璃胶的选用及其在制作工艺上的应用，将直接影响 OLED 的寿命 (图中步骤 5、6)。

图表22: 有机蒸镀和封装工艺流程图

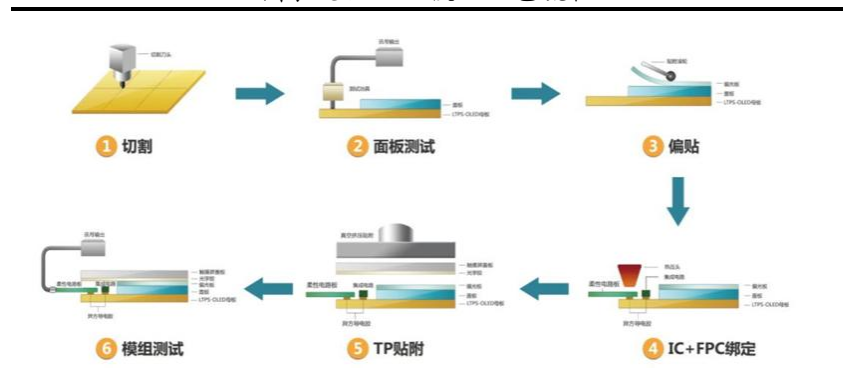


资料来源: 和辉光电, 方正证券研究所

模组工艺将封装完毕的面板切割成实际产品大小，之后再进行偏光片贴附、控制线路与芯片贴合等各项工艺，并进行老化测试以及产品包装，最终呈现为客户手中的产品。

- 1) 切割: 封装好的 AMOLED 基板切割为面板 (panel) (图中步骤 1);
- 2) 面板测试: 进行面板点亮检查 (图中步骤 2);
- 3) 偏贴: 将 AMOLED 面板贴附上偏光板 (图中步骤 3);
- 4) COG+FOG: 将驱动 IC 和柔性印刷线路板 (FPC) 与 AMOLED 面板的连接 (图中步骤 4);
- 5) TP 贴附: 将 AMOLED 面板与含触控感应器的强化盖板玻璃 (cover Lens) 贴附 (图中步骤 5);
- 6) 模组测试: 模组的老化测试与点亮检查 (图中步骤 6)。

图表23: 模组工艺流程



资料来源：和辉光电，方正证券研究所

3.4.1 LTPS 驱动电路

在面板制作工艺中，Array 段是基础，因此要把 OLED 面板做好，首先必须要有很强 LTPS 工艺能力。AMOLED 对 TFT 驱动技术的要求比 LCD 要高，本质原因在于 AMOLED 属于电流驱动型器件，且要求 TFT 工作在线性放大状态，而 LCD 属于电压驱动型器件，TFT 只需工作在开关状态。因此，在 LCD 行业应用最为广泛的 a-Si (非晶硅) TFT 技术，虽然有均匀性好、工艺简单、技术成熟、成本较低的优点，但由于其载流子迁移率低，驱动 OLED 能力不足，且有阈值电压漂移的问题，用于 OLED 存在器件性能稳定性差的致命缺点，不适用于 AMOLED；p-Si (多晶硅) TFT 具有载流子迁移率高且阈值电压稳定的优点，目前 OLED 的驱动电路 (背板/基板) 基本全部采用 p-Si；IGZO 是 MOTFT (金属氧化物 TFT) 中的一种，其 TFT 特性介于 a-Si 和 p-Si 之间，IGZO 电子迁移率虽比 p-Si 低，但无需雷射退火制程，适合用于大尺寸的 OLED 背板。

p-Si 材料的制备方法很多，其中主要包括低压化学气相沉积 (LP-CVD)、小晶粒 p-Si 激光退火、区熔再结晶方法即微区熔炼、低压分子束磊晶 (LP-MBD)，a-Si 准分子激光退火 (ELA) 及固相晶化法 (SPC) 等方法。由于 p-Si 材料的晶粒尺寸与薄膜的制备温度有关，而晶粒尺寸的大小又直接影响到 p-Si 薄膜的载流子迁移率。因此，上述方法中大部分属于高温生成制程。随着温度的升高，薄膜的晶粒尺寸通常会增大，晶粒与晶粒之间的缺陷会减少，载流子迁移率会大幅度提高。但是高温生成要求衬底使用石英或其它耐高温玻璃，这使

其制造成本增加，不利于 p-Si 材料的量产。因此降低 p-Si 材料的生成温度是 p-Si TFT 发展过程中的一个关键问题。

LTPS (Low Temperature Poly-silicon, 低温多晶硅) 是对电浆增强化学气相沉积 (PECVD) 方法制作的 a-Si 材料进行准分子雷射退火 (Excimer Laser Annealing, ELA) 形成 p-Si 材料薄膜。ELA 制备 p-Si 材料的温度通常低于 450°C, 用普通 TFT 玻璃即可。这种方法获得的 p-Si 材料的特性完全满足像素用 TFT 开关器件及周边驱动用 TFT 器件性能的要求。作为全球第一大激光设备生产商, Coherent 因其全球领先的 ELA 设备 (目前大部分 OLED 产线的 ELA 设备都来自 Coherent), 充分受益目前 OLED 行业的爆发, 股价年初至今不断新高。

图表24: Coherent ELA 设备



资料来源: Coherent 官网, 方正证券研究所

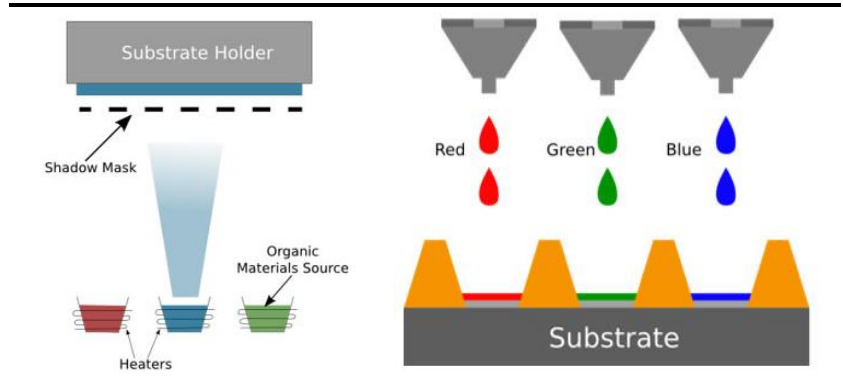
3.4.2 蒸镀工艺及印刷显示工艺

有机成膜技术是 OLED 特有的核心技术, 由于 OLED 器件中有机薄膜的厚度非常薄, 一般相当于头发直径的百分之一左右, 电子注入层的厚度甚至不到 20 埃 (1 埃=0.1nm), 而且子像素薄膜极其精细, 长宽约十微米, 因此要非常均匀地制作多层如此薄且不能有针孔的精细有机薄膜, 是行业面临的共性技术难题之一。有机成膜技术可分为真空蒸镀、激光转印和湿法制备 (印刷) 三类, 其中**真空蒸镀**是在真空环境下将有机材料放在坩锅中加热使之蒸发并穿过 FMM (Fine-Metal-MASK, 精细金属掩模板), 到达玻璃基板上沉积成膜的技术, 是目前最为成熟的技术。目前量产的中小尺寸 AMOLED 产品基本上都采用真空蒸镀技术。FMM 通过磁力控制, 悬浮在蒸镀源和玻璃基板之间, 要求与玻璃基板的对位精度高, MASK 还存在因重力及热膨胀容易变形、材料利用率低等问题。因此 MASK 的制作工艺要求很严格。同时, 对蒸镀源的加热时间控制也决定蒸镀的效果。

激光转印技术则是为了解决 FMM 技术所存在的不足而发展起来的，但目前还存在热损伤、工艺稳定性和产率等主要问题，尚未量产使用，其中 LITI (Laser Induced Thermal Image) 技术为 SMD 所拥有、LIPS (Laser Induced Pattern wise Sublimation) 技术为索尼所拥有，RIST (Radiation-induced sublimation transfer) 技术为柯达所拥有，这些技术在原理上非常相似，都是预先将有机材料通过真空蒸镀、旋涂或丝网涂敷等方式沉积在一种称之为供体的薄膜上，然后将供体薄膜覆盖在玻璃基板（称之为受体）上并用激光束对供体的成像模板进行照射，结果供体上被激光照射部分的有机材料就被转印到玻璃基板上，最后将使用过的供体剥离，这样在玻璃基板上就得到了高分辨率的有机材料条纹。三者的不同之处在于所使用的供体材料不同及供体与受体是否紧密接触。

目前引领 OLED 产业链的韩国厂商采用蒸镀法进行发光层材料升华生产面板，蒸镀法原材料的利用率（目前的蒸镀方式对材料的利用率较低，大约 20% 不到。单体粗品升华后的转化率只有 1/3 左右，而在进行蒸镀时转化率也仅在 1/5 左右，大量的材料升华后都没法利用起来，造成了原材料的极大浪费）以及大尺寸上的一致性问题的，使得其一直难以在大尺寸屏上突破，三星在近期的发声（暂不进入大尺寸 OLED 领域）也体现出其对蒸镀法生产大尺寸 OLED 屏的谨慎。而喷墨印刷显示 (inkjet printing) 生产技术与 OLED 传统的蒸镀法不同，尽管目前还不成熟，但其具备的优良特性（降低因粒子污染造成的面板缺陷，高材料利用率>90%，无需金属掩模板），很适合用于大尺寸 OLED 的面板生产。若印刷技术得以发展成熟，将使得其大幅降低 OLED 面板成本并超过 LCD。

图表25: OLED 印刷显示技术



资料来源: Google 图片, 方正证券研究所

图表26: OLED 印刷显示技术与蒸镀技术对比

	蒸镀技术	印刷显示技术
材料利用率	低	高
金属掩模板	需要	不需要
面板污染可能性	大	小
良品率	低	高
适合尺寸	中小尺寸	中大尺寸

资料来源: 方正证券研究所整理

TCL 高调宣布组建聚华公司布局印刷显示技术，聚华引入由中国、美国科学院双料院士任咏华带领的世界一流团队，包含 3 名千人计划研究源于数据 18 研究创造价值

人才、10多名省市地方突出人才，并聚集了一批产业链上下游企业和高校作为战略合作伙伴。广东聚华最早由TCL集团旗下华星光电全资设立，后深天马以3400万元受让广东聚华34%股权。同时，聚华引入华南理工大学等作为股东方，将中电熊猫、清华大学、中国科学院相关科研院所、中山大学、华南师范大学等作为重要战略方引入。日前，聚华公司又宣布与美国杜邦、日本住友化学、日产化学及美国柯狄等世界顶尖企业签订战略合作协议。上游配套厂商全力支持聚华在印刷OLED技术开发中的材料以及工艺需求，并为聚华量身定制相关研发设备。

我国在十三五国家重点研发计划中已经把发展印刷OLED技术作为重点支持项目之一，草拟中的国家新材料重大工程中也已将印刷OLED技术列入。中国如果能在印刷显示技术方面前抢占先机，就能打破韩国厂商基于蒸镀工艺在大尺寸OLED领域建立起来的垄断地位，逐渐打造自身竞争壁垒带动国内面板产业升级。

图表27： 印刷显示技术大事件（海外）

厂商	事件	时间
JOLED	日本 JOLED 公司也于近日宣布试做出全球首款采用“印刷式”技术的中尺寸 OLED 面板产品，并计划在 2018 年下半年进行量产。	2016 年 4 月
Kateeva	Kateeva 可用于量产的 YIELDjet OLED 印刷显示系统	2013 年 11 月
	可用于量产的柔性 OLED 印刷显示系统	2014 年 11 月
友达	友达开发出喷墨打印机（非大规模量产），由默克提供打印原材料	2014 年 4 月
东京电子	东京电子（Tokyo Electron）表示，其与精工爱普生（Seiko Epson）合作的打印系统 Elius 已有订单	2014 年 3 月
LGD	默克与 LGD 联合研发 OLED 打印原材料	2013 年 12 月
柯尼卡美能达	柯尼卡美能达（Konica Minolta）开发出高精度打印喷头，每一滴精度可控制在 1 皮升（ 10^{-12} 升）	2012 年 2 月

资料来源：方正证券研究所整理

图表28： OLED 印刷显示技术设备



EPSON 研制的2代线喷墨打印机



东京电子的4.5代线喷墨打印生产线



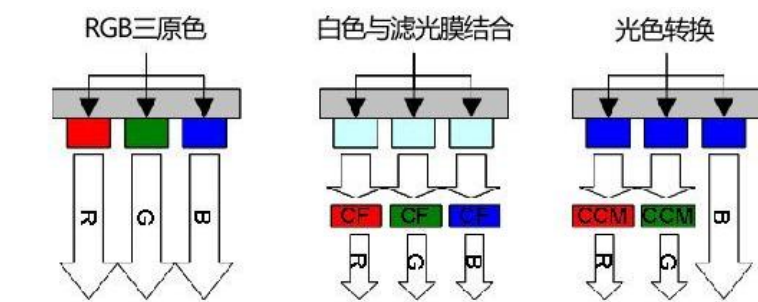
8代线喷墨打印设备（YIELDjet platform, Kateeva, 美国）

资料来源：印刷电子技术研究中心，方正证券研究所

不论采用蒸镀工艺还是印刷显示工艺，都离不开 OLED 彩色化技

术。其主要有 RGB-SBS (RGB 像素并置法, Side-By-Side)、W+CF (彩色滤光片法, 也叫“白光+滤色膜”法) 及 CCM (color conversion method, 色转换法) 三种。其中 RGB-SBS 是采用红绿蓝三基色有机发光材料并置于基板上, RGB 像素独立发光, 这种方法是目前最成熟且量产应用最多的技术, 发光效率高, 但由于三色发光效率及寿命不同 (蓝光为短板) 而存在色彩可能失真的问题; W+CF 技术沿用了 LCD 全彩化的原理, 利用了发白光的 OLED 发光, 再使用彩色滤光片滤出三基色, 但由于彩色滤光片对光的衰减, 开发高效率且稳定的白光 OLED 是先决条件; CCM 技术将发蓝光的 OLED 通过改变颜色的介质 (CCMs), 形成红光和绿光的像素, 和蓝光像素一起形成三基色, 这种方法的优点与彩色滤光片法相同, 效率较低、色纯度也较差, 且蓝光材料寿命较短, 目前基本没有商用。

图表 29: OLED 彩色化技术



资料来源: 百度图片, 方正证券研究所

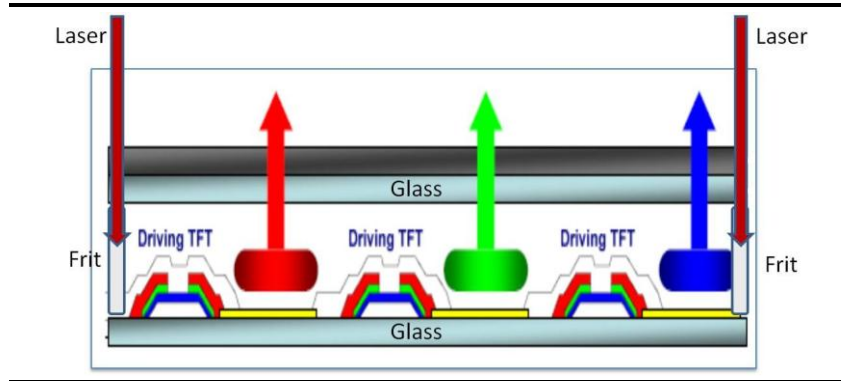
3.4.3 薄膜封装工艺

封装技术是 OLED 有别于其他显示技术的又一关键技术。由于亲水性的有机材料在有水汽和氧存在的条件下, 都会发生不可逆的光氧化反应, 水、氧对铝或镁银等电极材料也有很强的侵蚀作用, 因此 OLED 器件封装对水、氧渗透率有非常高的要求。在最低使用寿命标准之下 (10,000 小时), OLED 对水汽的渗透率要求小于 10^{-6} g/m²/day, 对氧气的渗透率要求小于 10^{-3} cc/m²/day。

OLED 传统的封装技术是“UV+玻璃盖板”方式, 该技术首先在玻璃盖板上粘贴用于吸收水汽的干燥剂, 然后在每个显示屏周边涂敷 UV 粘合剂, 最后将玻璃盖板与沉积有机薄膜后的玻璃基板对位贴合并用紫外线固化 UV 胶, 该技术虽然具有技术成熟、设备成本低等优点, 但也存在水氧易渗透、不适于顶部发光器件、柔性显示器件、大尺寸器件等缺点; 为了应用到顶部发光 AMOLED 并提高封装气密性, 同时使 OLED 器件薄型化, 近年来研发了薄膜封装技术 (Thin Film Encapsulation, TFE)、激光烧结玻璃粉封装技术 (Frit) 及“环氧树脂+吸气填充剂” (Dam-Filler) 的新型封装技术。

技术方面, 柔性 OLED 与玻璃 OLED 技术上最大差别, 在于柔性 OLED 封装工艺更具挑战性。一般玻璃基板的 AMOLED 封装工艺, 上下基板为玻璃, 而侧边可藉由 Laser 固化玻璃材质胶材 (Frit), 形成具有优秀的阻水阻氧功能以满足产品对于寿命之要求。然而柔性 AMOLED, 由于基板大都为塑料薄膜, 塑料薄膜的阻气性远低于玻璃基板, 且侧边封装不适用雷射玻璃胶材 (Frit) 制程, 因此必须开发新的封装工艺。

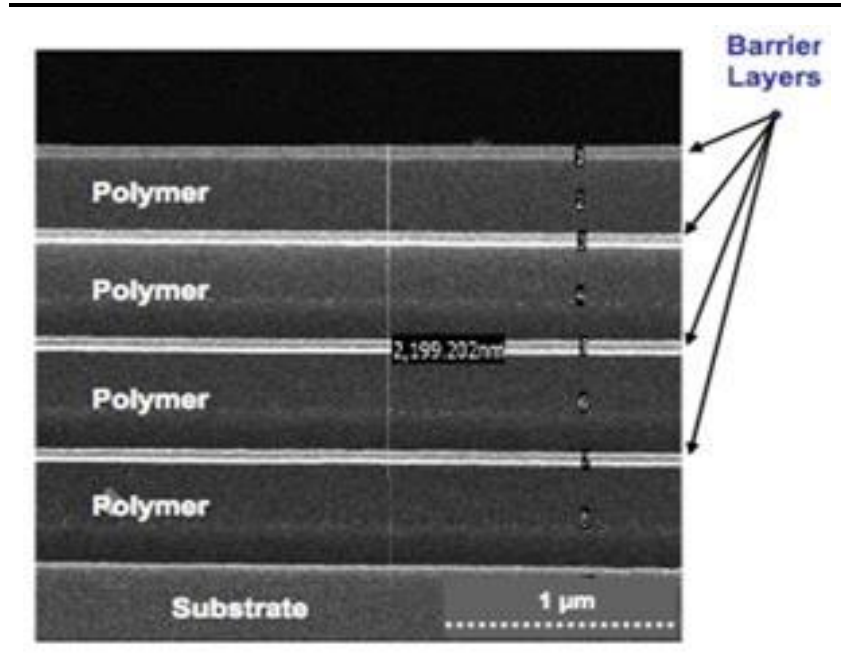
图表30: 一般玻璃基板的 AMOLED Frit 封装工艺



资料来源: 百度图片, 方正证券研究所

现阶段软性 AMOLED 封装工艺主流为有机/无机膜多层堆栈(3对~5对), 其中无机膜大都为氮化硅(SiNx)、氧化硅(SiOx)等, 制程方法有溅镀(Sputtering)、电浆辅助化学气相沉积(PECVD)、ALD(Atom Layer Deposition)等方法。其中 Sputtering 方式虽然镀膜速度快, 但是薄膜的致密性不佳, 且容易造成微粒而形成表面缺陷; ALD 镀膜工艺则是以单一原子层沉积而形成薄膜, 因此具有最佳之薄膜致密性, 但是沉积速度慢, 其量产性较差; 而 PECVD 制程, 具有不错之薄膜致密性, 目前为主流工艺技术。

图表31: 有机/无机膜多层堆栈薄膜封装工艺



资料来源: 百度图片, 方正证券研究所

通过改进封装工艺达到优秀阻水阻氧功能, 大幅度提高软性 OLED 的寿命与稳定性, 搭配高效率 OLED 结构, 提升其器件发光效率, 这皆是使柔性 OLED 应用广泛多样化的前提条件, 也将是今后柔性 OLED 研究的主要方向。

4 全球 OLED 产业在风浪中扬帆起航

4.1 全球 OLED 面板产能集中度高, 短期产能难以释放

OLED 面板总体格局，韩系厂商独霸天下，以三星为首、LG 次之，中日台厂商正在加速布局追赶。但三星 SDC 在 OLED 软硬屏上都已具备 2-3 年的全面领先优势，全球面板厂短期内都束手无策。SDC 在 16 年中小尺寸 a-Si TFT LCD 面板涨价频频的行情下，选择陆续关闭旗下 LCD 工厂，加速转向 OLED。满满自信不禁令人胆寒。

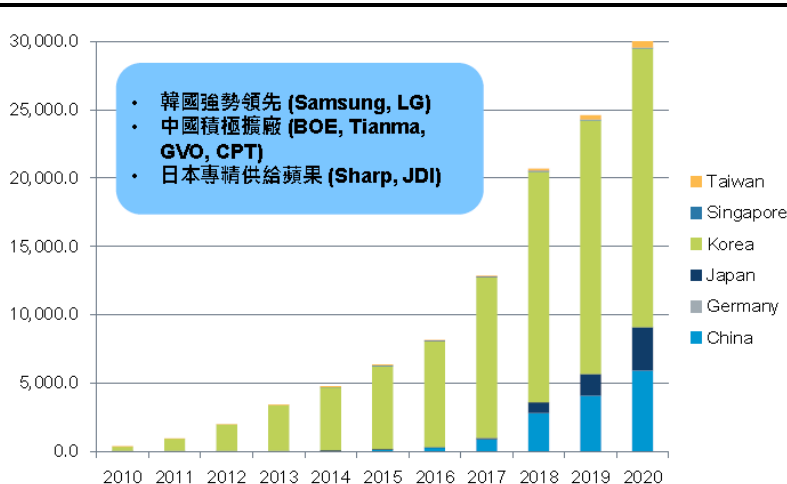
第二梯队的中国、日本面板厂的 OLED 产能上量要到 2018 甚至 2019 年，窗口期内全球中小尺寸产能还只能受 SDC 摆布，尤其是三星手机的主要竞争对手，要从 SDC 手上拿到优质的 OLED 屏更是难上加难。长期来看，根据 IHS 的预测数据，2020 年来自中国厂商的 OLED 面板将在全球面板行业占据 20% 以上的市场份额，产量仅次于韩国。

图表32: SDC、LGD 的 OLED 面板关键工艺

	背板 TFT 技术	发光材料	发光材料涂覆工艺 (蒸镀/印刷)	生产尺寸
SDC	LTIPS	RGB	蒸镀	以中小屏为主
LGD	IGZO	WOLED	蒸镀	大屏

资料来源：方正证券研究所整理

图表33: AMOLED 面板各国产能预测 (单位: 千平方米)



资料来源：IHS，方正证券研究所

4.1.1 韩系厂商，霸主地位 2 年内难以撼动

全球 OLED 面板出货量长期集中在韩系面板厂商 SDC 和 LGD 手中，二家合计占全球 OLED 面板市场 95% 以上份额。2015 年 SDC AMOLED 硬屏出货量超过 2.5 亿片 (折合成 5.5 寸片)，其中自用 1.7 亿片，外发 8000 万片。2017 年预计硬屏出货量 3 亿片，在中小尺寸市场占据绝对的领先地位，份额占比超过 95%。另外，在技术壁垒最高的柔性屏制造、封装领域，三星在前、后道工序积累了大量的专利，在柔性基底 TFT、FMM 蒸镀和薄膜封装等关键工序优势非常明显，目前是全球唯二能量产软屏的面板厂，领先全球竞争对手 2 年以上时间。预计 SDC 17 年柔性屏出货量 1.6 亿片。相比之下，LGD 过去主要聚焦在大尺寸 OLED 面板技术的开发与市场推广之中，但是随着 iPhone 将采用 AMOLED 面板的市场机遇下，LGD 一定不会放弃如此巨大的商业机遇，必将提高其在中小尺寸 OLED 面板技术与产线方面的投入与布局，力争成为苹果产品的主力供应商。

4.1.2 日系厂商，没落的昔日面板贵族

提到 LCD 产业，就不得不提日本，作为曾经全球液晶面板技术领导者，日系面板企业曾拥有无数辉煌。然而，成也萧何败也萧何。尽管很早就对 OLED 展开了预研工作，但因为在 LCD 积累了太大的领先优势，日本面板厂商们完全无意革自己的命，去推动“下一代”显示技术 OLED 的尽早产业化。进而被后来者三星了抓住机会。“没落贵族”这个形容词来形容日系厂商最合适不过。

因为中国大陆液晶面板企业的强势崛起，日系厂商的产业地位处于不断衰退与整合之中。先是 2011 年日本官民基金“产业革新机构 (INCJ)”联合索尼、东芝、日立，将这三家企业的中小尺寸显示器业务合并成立 JDI 公司。随着 OLED 技术的替代效应日益显现，为应对 OLED 面板对液晶面板的冲击，JDI 与夏普曾决心联合研发 OLED 面板技术，挑战韩国厂商在 OLED 技术的领导地位。2015 年 1 月，索尼、松下、日本官民基金“产业革新机构 (INCJ)”及 JDI 共同合资（分别占股 5%，5%，75%，15%）成立 OLED 面板厂商 JOLED，宣称将在 2018 年下半年量产 OLED 面板。随着夏普被鸿海收购，JDI 也开始转变策略，同 INCJ 商讨 JDI 与 JOLED 全面整合的事宜，以确保日系面板厂商的未来地位。但从目前的规划来看，日本厂商的产能放量也将在 2 年以后。

4.1.3 台系厂商，后劲不足，两极化严重

昔日台湾有友达光电、中华映管 (CPT)、广辉电子、奇美电子、瀚宇彩晶组成的“面板五虎”，长期占据全球面板行业前三。CPT 继以 18 亿元新台币（约合 5550 万美元）出售 4G 设备给子公司凌巨 (Giantplus) 后，在智能手机面板需求疲软以及整体价格的持续下滑的压力下，于 15 年 11 月中旬关停了两个 4.5G 工厂的其中一个。瀚宇彩晶也处于持续亏损的状况下，OLED 新业务的大举扩张基本无望。随着友达并购广辉电子，奇美电子被整合进鸿海集团旗下的群创光电，台资面板厂进入了友达光电与群创光电的“面板双雄”新时代。友达光电的 LTPS 技术能力强，很早便在 OLED 面板技术中有所投入，在技术及专利布局上有一定的基础，虽然产能不足，无法同韩系厂商相竞争，但是受益于智能手机及智能穿戴设备的应用，去年友达光电的 OLED 面板出货量首度突破 100 万片，预计未来几年出货量将呈现数倍的增长。随着夏普并入鸿海集团，加之鸿海集团旗下子公司群创光电，鸿海集团在面板行业的市场占有率将进一步提升。在收购夏普之后，鸿海集团将投资 2000 亿日元专攻 OLED 面板技术的开发，预期将在 2018 年开始进行 5.5 寸 OLED 面板的生产。

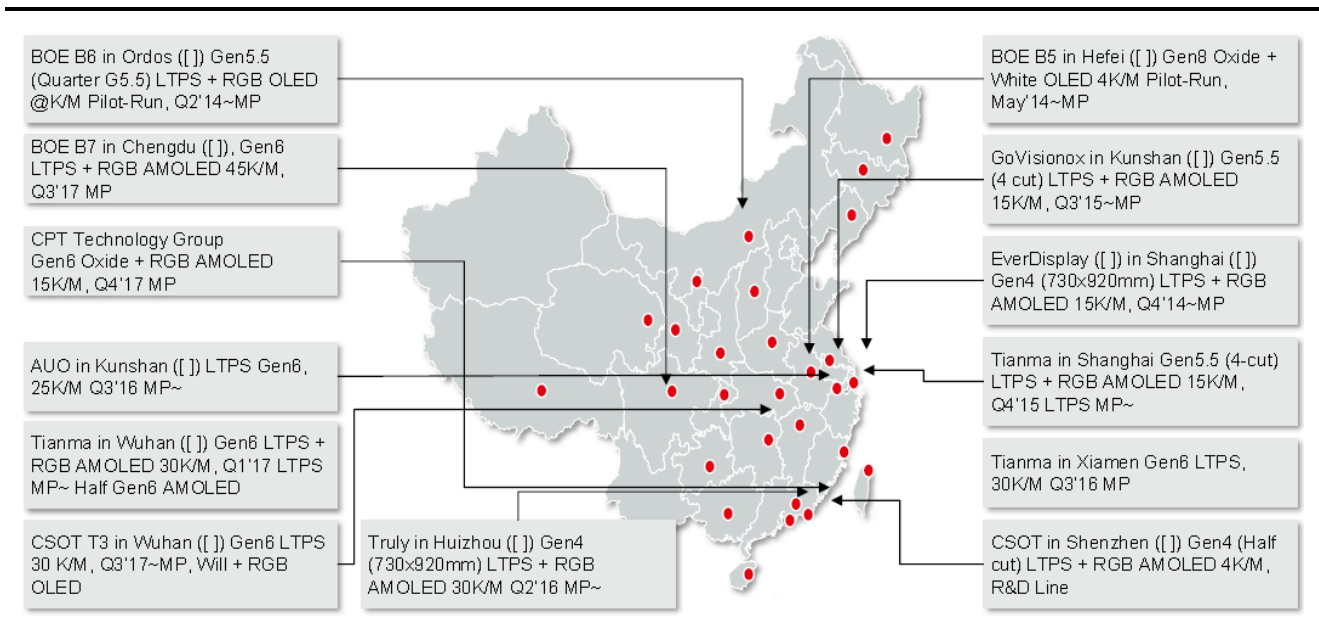
4.1.4 大陆厂商，坐拥最大市场，追赶任重道远

中国坐拥全球最大的面板市场，曾经却面临着“缺屏少芯”的状况，在政府资金和政策的不断推动下，本土面板行业发展迅猛，吸引了大批人才的加入，为国内面板企业追赶日韩企业提供了时间和空间。2003 年京东方收购韩国现代的 HYDIS 液晶面板业务，进而获得液晶技术代表着大陆液晶产业的开始，之后华星光电、深天马等一批企业也后来居上，共同为 LCD 面板的国产化竞争立下汗马功劳。这几年国内高世代液晶生产线陆续量产，面板出货量超越台湾地区，到 2017

年有望与韩国持平。

面对来势汹汹的 OLED 面板技术，大陆面板厂商也在积极布局。国内中小尺寸面板出货量第一的深天马 5.5 代线和 6 代线硬屏 OLED 都已经实现批量出货；京东方在鄂尔多斯 LTPS/AMOLED 4.5 代线基础上，2015 年在成都投资 220 亿建设 LTPS/AMOLED 6 代线，2016 年 3 月京东方发布公告称将增资 245 亿用于 LTPS/AMOLED 6 代线的二期工程，总投资达到 465 亿；TCL 投资的华星光电则同样投资 160 亿于武汉光谷建立 LTPS/AMOLED 6 代线，瞄准中小尺寸 OLED 面板市场；全球 PMOLED 领先企业维信诺（昆山国显光电）正在建设一条 5.5 代 AMOLED 量产线；华映科技定增百亿，依托中华映管的技术积累，也在往 OLED 方向大步迈进；和辉光电于 2014 年第三季度开始率先量产 4.5 代线，和辉光电惠州信利一期 4.5 代 AMOLED 将在 2016 年第二季度进行量产，满产后月产 3 万片 AMOLED 面板。和辉二期项目也在募资建设中。OLED 国产化进程在逐渐展开。

图表34： 中国 OLED 面板厂商投资格局



资料来源：IHS，方正证券研究所

4.2 AMOLED 行业供应链分析

OLED 由于其自发光的属性，省去了整个的 BLU 背光模块（LED 光源、导光板、增光片、扩散片都不需要），产业链要比 LCD 更简单。

1) 整个 OLED 材料的供应链上游，无论是关键设备、核心材料、元器件等，基本是国外厂商在掌控。国内厂商积极参与，但仍处于起步阶段。前段核心的蒸镀设备，全球只有 Canon-Tokki 一家做的好，而其 5 台的年产能可以说是产业爆发的最大瓶颈。国产厂商的机会短期内是在后段的贴合、邦定等设备，其与 LCD 设备有着相似之处。升华材料的专利目前主要掌握在韩国（德山、斗山）、日本（出光兴产）、德国（默克）、美国（UDC、陶氏化学），专利壁垒制约了中国企业做升华后的材料。我国材料厂商主要供应中间体和单体粗品，销往专利国企业，这些企业进一步合成或升华成单体。面板厂家将多种单体蒸镀到基板表面，形成 OLED 材料层。

2) 国内厂商在中游面板积极布局，虽然目前还处于初步阶段，量产规模还比较小，但相比 LCD 时代，无论是技术、资金、还是市场都未在起跑线上落后太多。众观除韩国外的其它国际厂商，也难以在 2019 年之前形成规模量产的能力。三星在中小尺寸 OLED 面板的引领地位短期内很难打破。

3) 下游应用方面，三星、LG 都推出了 OLED 屏幕的电视和手机，通过强大的品牌营销引领消费者的脚步。苹果手机采用 OLED 显示技术也基本成定局（而 Apple Watch 从一开始就是用的 OLED 屏）。VR 可穿戴设备更是基本全部采用 OLED 屏幕。国内企业也不甘示弱，OPPO、VIVO、华为、中兴等手机厂商均推出了配备 OLED 屏幕的手机，创维、康佳、长虹等厂商目前也都推出了各自品牌的 OLED 电视。

图表35: OLED 产业链环节简介

产业链环节	组件	备注
上游	玻璃基板/膜材料	LTPS、IGZO
	关键设备	前段：蒸镀、ELA、LLO、涂胶、曝光、蚀刻等设备 后段：清洗、邦定、贴合、封装、检测等设备
	核心材料	有机发光材料、公用层材料、电极材料（涉及蒸镀用关键设备）
	偏光片	与 LCD 一样
	驱动 IC	电流驱动 IC
中游	面板、模组	
下游	终端应用	手机、电视、可穿戴

资料来源：方正证券研究所整理

4.2.1 关键设备

TFT-LCD 面板主要的成本包括背光模组及玻璃基板等项目的材料成本，约占面板生产成本的 65%，固定资产（主要是设备）D&A 只占 15%-18%。而 AMOLED 面板的生产成本中，材料成本超过 4 成，固定资产 D&A 也约占 4 成左右。部分关键设备（如蒸镀设备等）目前处于供不应求的状况。因此，对于 AMOLED 面板制造厂商来说，如果能与设备商及材料商密切合作，将有利于抢占稀缺资源、降低成本、超越竞争对手。

OLED 设备制造商而言，主要包括：有机蒸镀和封装等关键设备，以及溅镀台、等离子体增强化学气相沉积（PECVD）系统、真空热蒸发系统（VTE）等 TFT 薄膜沉积设备，涂胶机、曝光机、干湿法刻蚀机等 TFT 图形制作设备，退火炉、退火气体管道、激光退火设备等 TFT 退火设备，TFT 电学测试设备、OLED 光学测试设备等检测设备，激光修补机等缺陷检测修补设备。目前，全球主要的设备商集中在韩日两国。

目前大部分蒸镀设备均为日本生产（80%），剩余（20%）是韩国生产。苹果与三星签订 OLED 面板供应协议，强势进入 OLED 领域，使得整个蒸镀设备的产能吃紧。

目前三星 SDC 及 LGD 在 AMOLED 材料及设备供应厂商方面，均希

望能够建立密切合作的厂商，例如 SDG 在材料供应方面，以扶植三星集团内的设备厂商为主，及韩国当地厂商如 Sunic System、SNU、DOV、UNITEX 等。LG Display 因为量产规模及投入市场较三星晚，因此在设备厂商及材料厂商方面，无法像三星一样采取的紧密合作的供应链体系，目前依赖日本设备厂商较多。

图表36: 全球 OLED 关键设备制造企业

国家	企业	主要产品
日本	Canon-Tokki	大规模及中小规模 OLED 显示器制造设备系统（包括真空蒸镀设备、全自动封装系统等），等离子体增强化学气相沉积（PECVD）设备等
	Ulvac（爱发科）	OLED 真空蒸镀设备（真空泵，低温泵和低温冷却器，仪表及阀门，真空镀膜设备等），等离子体化学气相沉积设备（PCVD），溅镀台等
	凸版印刷	彩色滤光片、蚀刻设备
	Evatech	OLED 用蒸镀设备及 OLED 玻璃基板等
	DNP（大日本印刷）	FMM，彩色滤光片
	Anelva	PVD 设备
	Shimadzu（岛津）	PECVD 设备
韩国	Sunic System	OLED 用蒸镀设备
	SFA/SNU	OLED 用蒸镀设备
	DOOSAN	OLED 用气相沉积设备和密封设备
	AP Systems	LLO 设备
	ANS	薄膜封装设备
	Viatron	增强型快速热处理设备（FE-RTP），低压化学气相沉积设备（APCVD），炉管系统等
	Digital Optics Vision(DOV)	OLED 真空蒸发器及 OLED 封装设备等
	STI	OLED 玻璃表面清洁设备及 OLED 暗盒精装设备等
	Mcscience	OLED 用测试设备等
	亚太系统(Asia Pacific Systems Incorporated)	AMOLED 用准分子激光退火设备等
	UNITEX	OLED 蒸镀设备及 OLED 封装设备等
周星工程（Jusung Engineering）	OLED 照明用蒸镀设备，OLED 显示器用封装设备等	
美国	Coherent	ELA 设备、LLO 设备
	Kateeva	薄膜封装设备
	Kurt J Lesker	薄膜沉积设备和蒸镀材料设备等
	Rolltronics	柔性薄膜微开关背板阵列等
台湾	倍强科技	OLED 蒸镀设备等
荷兰	OTBv	制造 OLED 显示器所需的内嵌式生产设备(如 PCAP20, PCAP48 等) 及薄膜封装设备等
德国	Mbraun	OLED 用薄膜沉积设备和真空蒸发镀膜设备等
资料来源：中华显示网、Arizono、AVC 证券研究所		有机气相沉积（OVPD）设备

4.2.2 核心材料

核心材料包括发射层、注入层和传输层的核心材料。基本由日、

韩、德、美控制。OLED 制备环节中的一个重要工艺就是高精度金属掩膜板蒸馏工艺 (FMM)，而蒸镀材料 (主要是发射层的发光材料) 是该工艺过程的核心原材料，在 OLED 面板材料成本中占比达到 30%。

图表37: 三星 LG 核心材料主要供应商

Layer	Panel makers		
	Samsung Display	LGD	
Cathode			
EIL (Electron Injection Layer)	▪ Doosan, Dow Chemical	▪ Dow Chemical, Heesung, COMET	
ETL (Electron Transfer Layer)	▪ LG Chemical, SDI, Novald, Tosoh	▪ Idemitsu Kosan, LG Chemical	
EML Red	▪ Dow Chemical, Duk San Neolux	▪ Dow Chemical, LG Chemical	
	Green	▪ SDI, Doosan, UDC, NSSC	▪ Idemitsu Kosan, Merck, Dow chemical, Doosan
	Blue	▪ Idemitsu Kosan, SFC, Dow Chemical	▪ Idemitsu Kosan
HTL (Hole Transfer Layer)	▪ Doosan, Duk San Neolux	▪ Idemitsu Kosan, Heesung, Merck	
Anode			
Substrate			

Note: (K) is Korea, (J) is Japan, (G) is German, (A) is America
Source: IHS

© 2016 IHS

资料来源: IHS, 方正证券研究所

国内企业目前主要提供有机中间体和单体粗品，在今后几年 OLED 面板需求爆发的推动下，国内中间体和单体粗品的销量将大规模增长。OLED 中间体技术门槛较高，竞争格局较好，维持着较好的利润水平 (50%毛利)。

图表38: 国内上游材料主要供应商

厂商	技术	备注
吉林奥莱德	具备升华能力，生产 OLED 单体	连续多年成为三星供应商，日本大阳日酸注资
濮阳惠成	OLED 中间体	蓝光材料实现规模量产，供货韩国贸易商
万润股份	OLED 中间体和单体粗品生产	中节能旗下公司，OLED 业务子公司为三月光电、烟台九目。
西安瑞联	LCD 单晶生产，OLED 中间体和单体粗品生产	原来从事 LCD 单晶生产
北京阿格蕾雅	量产 40 多种 OLED 材料	与北大、中科院化学所、港大及产业界紧密合作
吉大瑞博	OLED 材料及中间体，涵盖发光、注入、传输各层	由吉林大学控股

资料来源: 公司资料, 方正证券研究所

4.2.3 驱动控制芯片

OLED 显示屏是电流驱动的显示器件，驱动控制芯片的电流参数是影响 OLED 成像质量的主要因素。同时，驱动控制芯片所能支持的像素分辨率、接口类型和其他功能性指标也决定了 OLED 屏的应用场景。

AMOLED 采用有源驱动，每个像素配备具有开关功能的 LTPS-TFT，而且每个像素配备一个电荷存储电容，外围驱动电路和显示阵列整个系统集成在同一玻璃基板上。有源矩阵的驱动电路藏于显示屏内，更易于实现集成度和小型化。另外由于解决了外围驱动电路与屏的连接问题，这在一定程度上提高了成品率和可靠性。有源驱动突出的特点是恒流驱动电路集成在显示屏上，而且每一个发光像素对应其矩阵寻址用薄膜晶体管，驱动发光用薄膜晶体管、电和存储电容。

作为 SDC 供应商的韩系厂商 MagnaChip、LDT 和三星电子具备一定的先发优势；台湾供应商中奇景光电相对领先，目前已批量给大陆、韩系面板厂供货，联咏、谱瑞紧随其后。大陆供应商中颖电子是唯一实现了 AMOLED 屏驱动芯片的大规模量产的企业，但主要供应给国内面板厂。

图表39： 驱动控制芯片供应商

厂商	所属地区	备注
三星电子 (Samsung Electronics)	韩国	SDC 供应商
MagnaChip	韩国	SDC、LG 供应商
LDT (Lucid Display Technology)	韩国	SDC 供应商
Silicon Works	韩国	LG 供应商
Synaptics (收购 Renesas)	美国	
奇景光电 (Himax)	台湾	
联咏 Novate	台湾	
旭曜科技 Orise	台湾	
F-谱瑞	台湾	三星供应商
中颖电子	大陆	和辉光电、维信诺供应商
晶门科技	香港	

资料来源：公司资料，方正证券研究所

4.2.4 中游面板模组

OLED 面板厂商的现状和加工工艺已在 3.4 和 4.1 节中做了详细介绍，本节不再赘述。

4.2.5 下游终端多样化

在三星和 LG 的带动下，下游终端尤其是以中小尺寸屏幕为主的手机应用已经越来越丰富。国内厂商纷纷推出搭载 OLED 屏的旗舰手机，OPPO、VIVO、华为最新发布手机甚至已经采用和三星一样的 OLED 软屏。苹果也将在 2017 年发布搭载 OLED 屏幕的 iPhone 新机。电视方面，创维凭借与 LGD 良好的历史合作关系（曾参与后者广州 LCD 8.5 代线的投资）和自身强大的市场推广能力，与 LGD 在 OLED 大尺寸面板上形成战略合作关系，获得 LGD 充足的供应。

图表40: OLED 手机品牌及配置

手机品牌	型号	屏幕类型	尺寸	分辨率	发布时间
三星	Galaxy S8+	软屏	6.2	2960*1440	2017年3月
	Galaxy S8	软屏	5.8	2960*1440	2017年3月
	Galaxy S7 (edge)	硬屏(软屏)	5.1(5.5)	2560*1440	2016年2月
	Galaxy S6 (edge)	硬屏(软屏)	5.1(5.1)	2560*1440	2015年3月
	Galaxy S5	硬屏	5.1	1080*1920	2014年2月
	Galaxy S4	硬屏	5	1080*1920	2013年4月
	Galaxy Note5	硬屏	5.7	2560*1440	2015年8月
	Galaxy Note4	硬屏	5.7	2560*1440	2014年9月
	Galaxy Note Edge	硬屏	5.6	2560*1440	2014年9月
	Galaxy Note3	硬屏	5.7	1080*1920	2013年8月
LG	G Flex	软屏	6	1280*720	2013年10月
	G Flex 2	软屏	5.5	1080*1920	2015年2月
OPPO	R9 Plus	软屏	6	1080*1920	2016年3月
	R7S	硬屏	5.5	1080*1920	2015年10月
	R7	硬屏	5	1080*1920	2015年5月
	R7 Plus	硬屏	6	1080*1920	2015年5月
vivo	Xplay6	软屏	5.46	2560*1440	2016年12月
	Xplay5	软屏	5.43	2560*1440	2016年3月
	X6(Plus)	硬屏	5.2(5.7)	1080*1920	2015年11月
	X6 S	硬屏	5.2	1080*1920	2016年4月
	X5 Pro	硬屏	5.2	1080*1920	2015年5月
魅族	Pro7	软屏	5.7	2560*1440	2017年3月
	Pro6	硬屏	5.2	1080*1920	2016年4月
	Pro5	硬屏	5.7	1080*1920	2015年9月
	MX5	硬屏	5.5	1080*1920	2015年6月
金立	S8	硬屏	5.5	1080*1920	2016年2月
	S7	硬屏	5.2	1080*1920	2015年2月
	S6	硬屏	5.5	720*1280	2015年11月
	M5 Plus	硬屏	6	1080*1920	2015年12月
华为	Mate9 Pro	软屏	5.5	2560*1440	2016年11月
	P9 Plus	硬屏	5.5	1080*1920	2016年4月
	Mate S	硬屏	5.5	1080*1920	2015年9月
小米	红米 Pro	硬屏	5.5	1920*1080	2016年7月
	Note2	软屏	5.7	1920*1080	2016年11月
联想	Moto X	硬屏	5.4	1440*2460	2015年11月
中兴	Axon(天机)Max	硬屏	6	1080*1920	2015年11月
	Nubia 布拉格 S	硬屏	5.2	1080*1920	2016年1月
Moto	Nexus 6	硬屏	5.96	2560*1440	2014年10月
	X force	硬屏	5.4	2560*1440	2015年12月
Microsoft	Lumia 950 XL	硬屏	5.7	2560*1440	2015年10月
	Lumia 930	硬屏	5	1080*1920	2014年4月
酷派	大神 X7	硬屏	5.2	1080*1920	2015年1月

资料来源: 中关村在线, 方正证券研究所

研究源于数据 29 研究创造价值

图表41: OLED 电视品牌及配置

电视品牌	尺寸	分辨率
LG	65 寸, 55 寸, 77 寸, 80 寸	4K
	105 寸	5K
三星	65 寸	4K
创维	65 寸, 55 寸	4K
康佳	65 寸, 55 寸	4K
长虹	105 寸	5K
	55 寸	4K
松下	65 寸	4K

资料来源: 中关村在线, 方正证券研究所

5 投资建议

OLED 对 LCD 的替代趋势已不可阻挡。参照 LCD 产业发展的经验, 上游原材料和设备将是产业爆发的瓶颈, 弹性大、最具投资价值。我们看好关键设备 (联得装备、智云股份、劲拓股份、精测电子)、核心材料 (万润股份、濮阳惠成)、外挂式触控 (欧菲光)、驱动 IC (中颖电子) 的相关投资机会。OLED 后端加工设备与 LCD 具备相似性, 有望率先国产化。在 OLED 面板厂大规模建设的推动下, 目前设备行业异常景气, 结款账期也十分给力。今后几年国内中间体和单体粗品的销量将大规模增长, 而 OLED 原材料壁垒高、竞争格局好、毛利高, 当前处于供不应求的状态, 只要能生产出满足需求的材料, 未来国产替代空间极大。中长期来看, 下游面板厂商 (深天马 A、京东方 A、黑牛食品) 在 OLED 面板上的产能扩张和业绩弹性都值得期待。

6 风险提示

OLED 生产工艺良率造成的产业化不及预期, 上游核心设备产能紧缺造成的产业进展不及预期。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

方正证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司客户使用。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离制度控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“方正证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明：

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明：

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

	北京	上海	深圳	长沙
地址：	北京市西城区阜外大街甲34号方正证券大厦8楼(100037)	上海市浦东新区浦东南路360号新上海国际大厦36楼(200120)	深圳市福田区深南大道4013号兴业银行大厦201(418000)	长沙市芙蓉中路二段200号华侨国际大厦24楼(410015)
网址：	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com
E-mail：	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com