

电子

Mini LED: 开启光电产业的新纪元

从原组件的视角，Mini LED 的应用主要分为作为使用 Mini LED 芯片+LCD 的背光方案与直接使用 Mini RGB 显示屏的自发光方案。当前 Mini LED 背光方案已经进入爆发期，苹果、三星等多家品牌厂商都已开始推出相关产品；Mini RGB 直显注重商用显示器等市场需求。由于两方案在产业规律和技术原理上有相同之处，多数企业都选择两个方向同时发力，享受范围经济效应。

Mini/Micro LED 技术持续升级，参与产业链环节众多。Mini LED 产品基本构成包括基板、微型 LED 晶粒、驱动 IC 等材料，产业链环节包括 LED 芯片厂、面板厂、IC 厂商、材料厂商、LED 封装厂、LED 应用厂等。微型 LED、巨量转移等都是关键技术难点之一。

Mini LED 背光是液晶显示技术路径的重要创新方向。OLED 相较于 LCD 而言是显示技术的替代创新，Mini LED 则是 LCD 的升级创新，用于对标竞品 OLED。相较于 OLED 主打优势诸如对比度、色彩等，Mini LED 背光产品表现并不逊色，并且具有资本开支低（成本低）、规格灵活（应用广）、适应于面板/LED 两大光电板块产业链发展的需求（供给推动），同时具备使用寿命长（尤其适用 TV 场景）的重要优势。

Mini LED 显示是继 LED 户内外显示屏、LED 小间距之后 LED 显示技术升级的新产品。Mini LED 尺寸相较于小间距 LED 更小，LED 灯珠排列更紧密，PPI 更高，生产、封装、维护技术升级难度也更高。Mini RGB 显示更多应用于商显市场，诸如影院显示、交通广告、租赁显示、体育显示等场景具有较大应用潜力。Mini LED TV 直显潜力巨大。

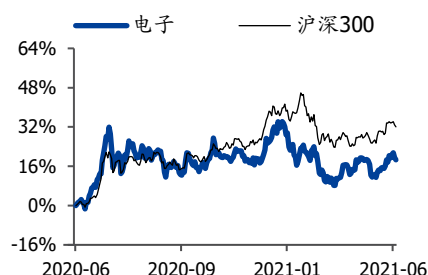
Mini LED 在背光、显示等具有广阔应用前景，关注芯片、高端膜材、转移设备需求弹性。电视、显示器、笔记本、平板及车载显示都是 Mini LED 背光有望渗透的潜在领域。Mini LED RGB 显示在商业领域也逐渐替代传统的小间距等超大尺寸显示方案，乃至逐步用于 TV 领域。根据我们测算，仅芯片环节，Mini LED 背光带来的市场空间超百亿元人民币。Mini/Micro LED 显示市场空间潜力远高于背光市场，且技术成熟度仍有较大提升空间；Mini LED 高端膜材需求增加，有望带动百亿级市场空间；转移设备先后受益于 Mini LED 背光和直显的放量，具有较大弹性。

【建议关注 Mini LED 产业链】，目前板块整体估值较低，持续受益于 LED 行业回暖及 Mini LED 放量，建议关注：三安光电、京东方、激智科技、新益昌、TCL 科技、鹏鼎控股、华灿光电、长阳科技、明微电子、瑞丰光电、兆驰股份、木林森、利亚德。**【重点推荐 Mini LED 核心标的】三安光电、京东方、激智科技、新益昌。**

风险提示：下游需求不及预期、新技术导入不及预期、测算或与实际情况存在误差。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 郑震湘

执业证书编号：S0680518120002

邮箱：zhengzhenxiang@gszq.com

分析师 余凌星

执业证书编号：S0680520010001

邮箱：shelingxing@gszq.com

分析师 陈永亮

执业证书编号：S0680520080002

邮箱：chenyongliang@gszq.com

相关研究

- 1、《电子：国产链加速起航，长期成长性可期—半导体设备及材料中期策略》2021-06-04
- 2、《电子：代工厂资本支出上行，半导体设备材料需求相继受益》2021-05-30
- 3、《电子：景气受益，设计企业的量价传导》2021-05-23

内容目录

一、Mini LED 技术是什么？	4
二、Mini LED 背光：液晶技术创新方向，市场空间广阔	6
2.1、Mini LED 背光开启商业化元年，市场增长弹性可期	6
2.2、Mini LED 背光实现区域控光，是 LCD 升级的重要创新方向	10
三、Mini LED 显示：对芯片结构，封装等技术要求升级	13
3.1、Mini LED 显示延续小间距技术路线，持续微缩化	13
3.2、Mini LED 显示在商业领域需求快速增长	16
四、需求：终端应用推进超预期，奠定 Mini LED 商用元年	19
五、技术：产业链各环节积极布局，支持 Mini LED 快速崛起	22
六、投资标的	28
6.1、三安光电：LED 芯片龙头企业，受益于 Mini LED 放量	28
6.2、京东方：卡位核心供应商，Mini LED 有望成为高端显示器首选之一	29
6.3、激智科技：高端光学膜核心标的，受益于 Mini LED 放量	30
6.4、新益昌：LED 固晶龙头，打造智能制造装备平台化企业	32
七、风险提示	34

图表目录

图表 1: LED 芯片尺寸与间距范围分类	4
图表 2: LED RGB 显示发展路径	4
图表 3: 不同 LED 芯片和间距示意图	5
图表 4: Mini LED 两种路径	5
图表 5: 显示技术参数比较	6
图表 6: Mini LED 全球市场规模及增速	7
图表 7: Mini LED 商业化进程预测	7
图表 8: 苹果 21.4 发布新款 iPad Pro 屏幕具极强显示效果	7
图表 9: 苹果 21.4 发布新款 iPad Pro 屏幕具动态局部调光能力	7
图表 10: 12.9 寸 iPad Pro-Mini LED 背光供应链	8
图表 11: 量子点矩阵技术 Pro 展示丰富细节	8
图表 12: 量子点技术带来广色域显色面积	8
图表 13: 2021 各 TV 品牌 Mini LED 产品规划表	9
图表 14: 2020 全球 TV Top10 品牌出货规模/百万台	9
图表 15: 新型显示技术电视全球出货规模（百万台）变化	10
图表 16: 京东方车载显示方案	10
图表 17: 全球车载 TFT-LCD 面板出货量/亿片	10
图表 18: LCD 结构	11
图表 19: EL、CCFL、LED 背光源特性比较	11
图表 20: PCB 基板功能	12
图表 21: 散热 PCB 基材有助于 LED 扩散降温	12
图表 22: 玻璃基板与 PCB 基板特性对比	13
图表 23: LED 发展历程	14
图表 24: LED 发展历程	14

图表 25: 小间距 LED 产品范围划分	15
图表 26: LED 显示技术升级趋势.....	15
图表 27: 2019 年全球小间距 LED 出货尺寸构成	16
图表 28: 中国 LED 显示屏市场规模 (单位: 亿元)	16
图表 29: 中国 LED 通用照明产值规模 (单位: 亿元)	16
图表 30: 2019 年中国大屏幕拼接市场构成.....	17
图表 31: 2020 年中国大屏幕拼接市场构成.....	17
图表 32: 三星 Onyx 电影屏幕.....	17
图表 33: 三星 Onyx 电影屏幕关键特性	17
图表 34: 奥拓电子机场行李盘区定制方案	18
图表 35: 奥拓电子拱形屏方案.....	18
图表 36: 2018 全球 PUBG 邀请赛显示方案.....	18
图表 37: 法兰克福车展案例.....	18
图表 38: 2018FIFA 喀山竞技场方案.....	19
图表 39: 俄罗斯克拉斯诺达尔球场方案.....	19
图表 40: Mini LED 背光市场空间测算.....	20
图表 41: Mini LED/Micro LED 市场需求测算	20
图表 42: Mini LED 与 Micro LED 技术比较	23
图表 43: LED 产业链各环节技术升级趋势	23
图表 44: 全球巨量转移不同技术路径厂商	24
图表 45: 巨量转移技术类别.....	24
图表 46: Mini LED 背光产业链结构.....	26
图表 47: Mini/Micro LED RGB 显示产业链	26
图表 48: 国内产业链各公司 Mini LED 布局情况	27
图表 49: 公司产业链垂直整合布局	28
图表 50: Mini LED 与普通背光产品对比	30
图表 51: Mini LED 背光 LCD 产品结构示意图.....	30
图表 52: 中长期 Mini LED 背光消耗 LCD 面积弹性测算.....	30
图表 53: 主流复合光学膜简易示意图.....	31
图表 54: 新益昌发展历程.....	32
图表 55: 封装流程及发行人主要生产的设备.....	33
图表 56: 全球固晶机市场规模 (单位: 百万美元)	33
图表 57: 全球 LED 固晶机市场规模 (单位: 百万美元)	33
图表 58: 新益昌连线三头平面式高速固晶机 (GS300 系列) 可实现 Mini LED 高亮度显示自动化生产	34
图表 59: 新益昌六头平面资料来源: 国盛证券研究所式高速固晶机 (HAD8606 系列), 晶片角度修正精度达到 $\pm 1^\circ$	34

一、Mini LED 技术是什么？

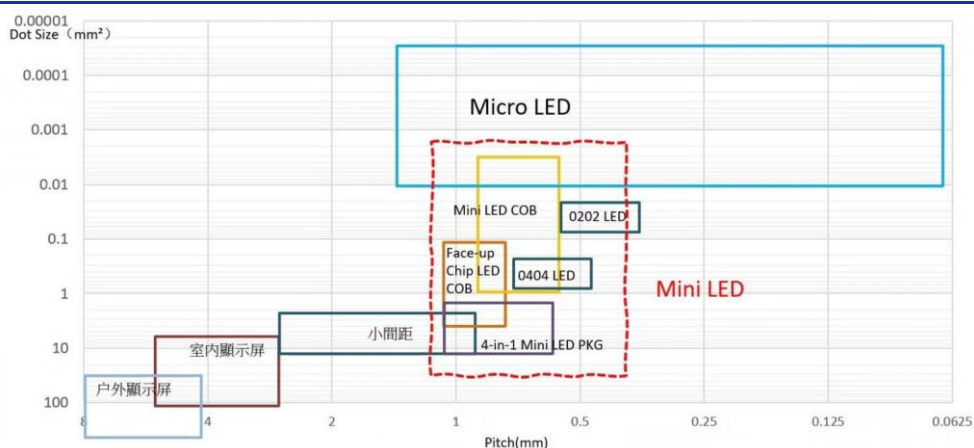
一般而言，**Mini LED** 指 **100~300 微米**大小的 **LED 芯片**，芯片间距在 **0.1~1mm** 之间，采用 **SMD、COB 或 IMD** 封装形式的微型 **LED 器件**模块，往往应用于 **RGB 显示** 或者 **LCD 背光**。

显示器品质决定因素包括分辨率（像素数量）、**PPI**（像素密度）、观赏距离等。一般而言，3 米以上使用 LCD、LED 屏幕，3 米以下包括 OLED、2~3 米的 Mini LED 显示、1 米以内的 Micro LED（VR/AR 领域）。其中，LCD 屏幕背光模组中，也可以通过使用 Mini LED 技术提升显示效果。因此，Mini LED 技术既可以直接用于 RGB 显示，也可以用于 LCD 的背光模组。

一般而言，**LED RGB 显示** 包括 **LED 屏**、**小间距**、**Mini LED**、**Micro LED**。

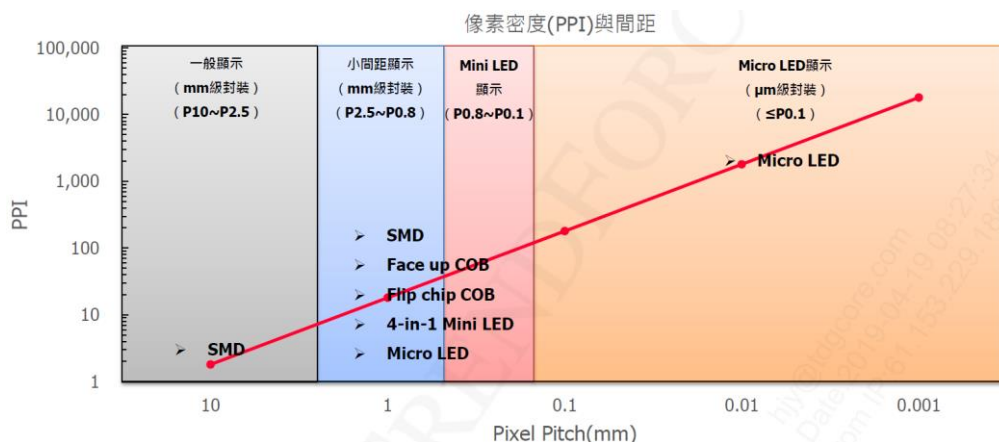
- 小间距：300 微米以上，芯片间距在 2.5~1mm 之间，采用传统 SMD 封装方式。
- Mini LED：100~300 微米，芯片间距在 0.1~1mm，采用 SMD、COB 或 IMD 封装。
- Micro LED：100 微米以内，芯片间距在 0.001~0.1mm，采用巨量转移。

图表 1: LED 芯片尺寸与间距范围分类






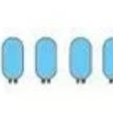

资料来源: TrendForce, 国盛证券研究所

图表 2: LED RGB 显示发展路径



资料来源: TrendForce, 国盛证券研究所

图表3: 不同LED芯片和间距示意图

項目	傳統LED電視牆	Mini LED	Micro LED 拼接式	Micro LED 顯示器
應用 類型	大型戶外顯示	高階背光	大型戶外顯示	次世代顯示
晶片 間距	 3~30mm	 小於10mm	 小於1000微米	 10微米
晶粒 尺寸	 1000微米以上	 100~300微米	 50~100微米	 10微米

资料来源: CTIMES, 国盛证券研究所

Mini LED 背光+LCD 与 Mini LED 显示两条创新路径双轮驱动。从原组件的视角，**Mini LED** 的应用主要分为作为使用 **Mini LED 芯片+LCD** 的背光方案与直接使用 **Mini RGB 显示屏** 的自发光方案。当前 Mini LED 背光方案已经进入爆发期，苹果、三星等多家品牌厂商都已开始推出相关产品；Mini RGB 直显注重商用显示器等市场需求，在商业显示、电子产品装饰灯、车尾灯或气氛灯等领域具有优势。由于两方案在产业规律和技术原理上有相同之处，可共享部分设备，多数企业都选择两个方向同时发力，享受范围经济效应。

图表4: Mini LED 两种路径



资料来源: TrendForce, 国盛证券研究所

二、Mini LED 背光：液晶技术创新方向，市场空间广阔

Mini LED 背光是液晶显示技术路径的重要创新方向。OLED 相较于 LCD 而言是显示技术的替代创新，Mini LED 则是 LCD 的升级创新，用于对标竞品 OLED。相较于 OLED 主打优势诸如对比度、色彩等，Mini LED 背光产品表现并不逊色，并且具有资本开支低（成本低）、规格灵活（应用广）、适应于面板/LED 两大光电板块产业链发展的需求（供给推动），同时具备使用寿命长（尤其适用 TV 场景）的重要优势。

图表 5：显示技术参数比较

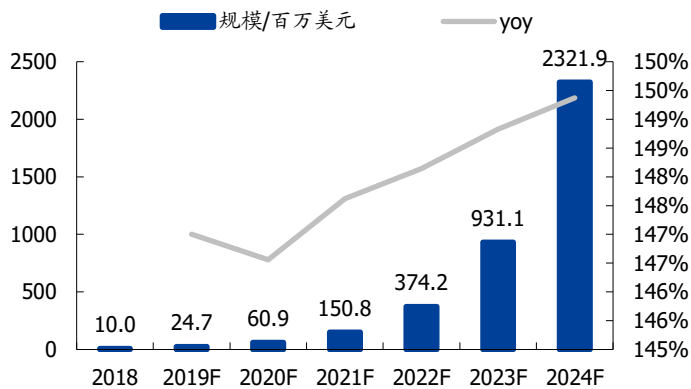
显示技术	传统 LCD	OLED	Mini LED	Micro LED
技术类型	背光 LED	自发光	自发光	自发光
对比率	5000:1	∞	∞	∞
亮度 (nits)	500	500	-	5,000
发光效率	低	中等	高	高
对比度	低	高	高	高
响应时间	ms 级别	us 级别	ns 级别	ns 级别
厚度 (mm)	厚, >2.5	薄, 1-1.5	薄	薄, <0.05
寿命 (小时)	60K	20-30K	80-100K	80-100K
柔性显示	难	容易	容易	难
LED 数量级	100	-	10,000	1,000,000
成本	低	中等	较高	高
功耗	高	约 LCD 的 60%-80%	约 LCD 的 30%-40%	约 LCD 的 10%
可视角度	160° X 90°	180° X 180°	180° X 180°	180° X 180°
运作温度	40-400℃	30-85℃	-100-120℃	-100-120℃
PPI (可穿戴)	最高 250ppi	最高 300ppi	/	1500ppi 以上
PPI (虚拟现实)	最高 500ppi	最高 600ppi	/	1500ppi 以上
产业化进展	已大规模量产	已规模量产	初步规模量产	研究阶段
产业成熟度	高	中等	较低	低
与 LCD 市场关系	-	竞争	背光方案, 共存	竞争

资料来源：LEDinside、CINNO、国盛证券研究所

2.1、Mini LED 背光开启商业化元年，市场增长弹性可期

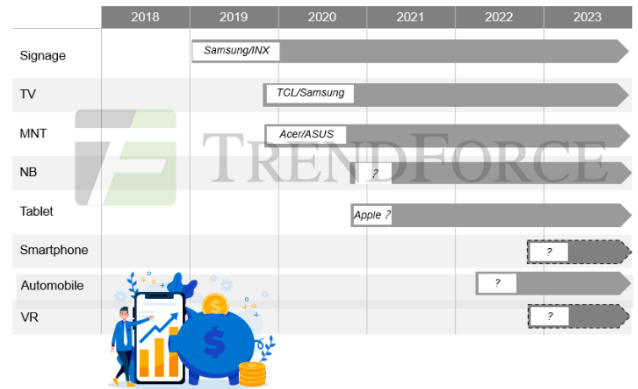
Mini LED 背光市场正式起量，TV、IT 应用商业化有望加速渗透。据 Arizton 预测，2021-2024 全球 Mini LED 市场规模有望从 1.5 亿美元增至 23.2 亿美元，其间每年同比增速皆高达 140%以上。根据我们测算和产业跟踪，这个数据显著低估市场的增长弹性。随着三星、苹果等主流品牌导入 Mini LED 背光，引领终端市场创新热潮。据 TrendForce 预测，TV 和平板是率先启动商业化的终端；智能手机，汽车，VR 等有望在 2022~2023 年开启商业化元年。

图表 6: Mini LED 全球市场规模及增速



资料来源: Arizton, 国盛证券研究所

图表 7: Mini LED 商业化进程预测



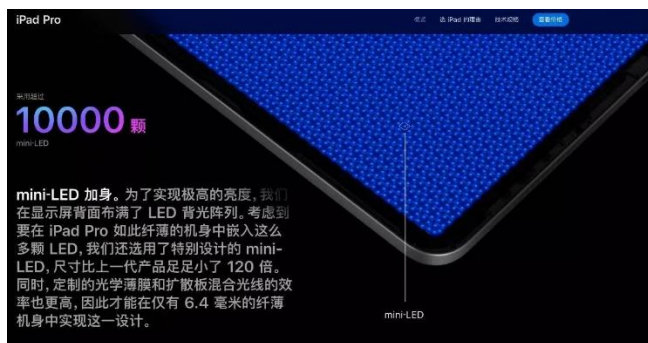
资料来源: TrendForce, 国盛证券研究所

苹果发布全球首款搭载 Mini LED 背光的平板产品 iPad Pro。苹果首款 Mini LED 背光落地, 12.9 寸 iPad 定价策略有望带动较高销量。苹果新款 12.9 寸 iPad Pro 搭载 1w 颗 Mini LED 背光, 分区 2596 分区, 对比度达到 100 万:1。新款 12.9 寸 iPad Pro 搭载 M1 芯片, 售价 8499 元起售 (iPad Pro 2020 售价为 7899 元, 没有 Mini LED 背光和 M1 芯片)。

Mini LED 具动态局部调光能力, 增强画面真实生动度。新款 12.9 寸 iPad Pro 的 Liquid Retina XDR 屏幕采用 Mini LED 技术。10000 多颗 Mini LED 被划分为 2500 多个局部调光区, 故其可根据不同屏幕显示内容用算法精确调节每个调光区亮度, 实现 1000000:1 对比度, 能够充分展示丰富细节和 HDR 内容。

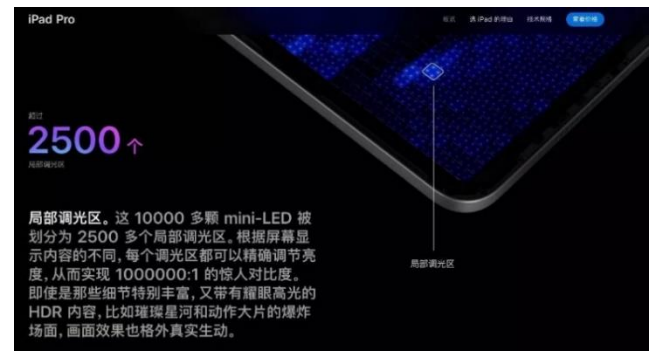
iPad Pro 显示屏具有高对比度、高亮度、广色域、原彩显示等优点。Mini LED 赋予 Liquid Retina XDR 屏幕极致动态范围, 高达 1000000:1 的对比度, 细节感大幅提升。同时, 这款 iPad 屏幕亮度表现非常抢眼, 全屏亮度 1000 尼特, 峰值亮度高达 1600 尼特, 并且搭载 P3 广色域、原彩显示和 ProMotion 自适应刷新率这些先进的显示技术。

图表 8: 苹果 21.4 发布新款 iPad Pro 屏幕具极强显示效果



资料来源: 苹果, 国盛证券研究所

图表 9: 苹果 21.4 发布新款 iPad Pro 屏幕具动态局部调光能力

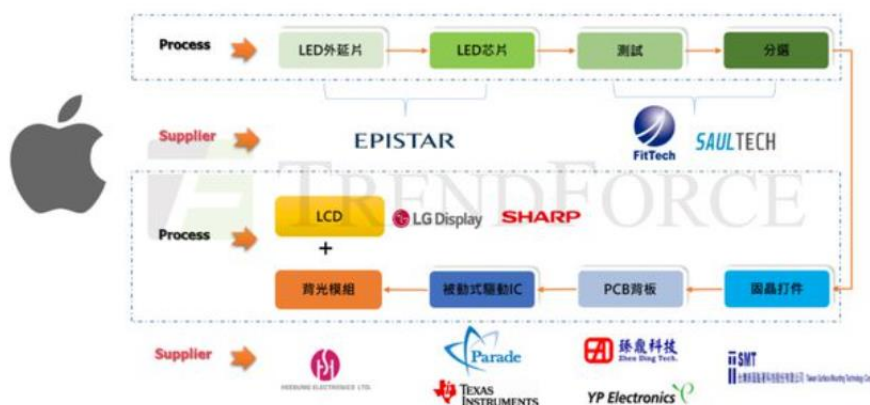


资料来源: 苹果, 国盛证券研究所

苹果引领新风尚, 加速 Mini LED 在笔电平板终端导入。据 Digitime, 苹果后续将进一步发布 Mini LED 相关产品。苹果春季发布会前, mini LED 笔电平板相关产品仅微星, 华硕于 20 年发布了 mini LED 笔电。苹果在终端产品中极大的影响力, 有望发挥示范效应, 加速笔电平板产品对 Mini LED 的采用。同时, 苹果对供应链要求严格, 苹果对 Mini LED

技术的采用有望培育供应链企业的严格技术要求,成熟工艺等,加速 Mini LED 产业发展。

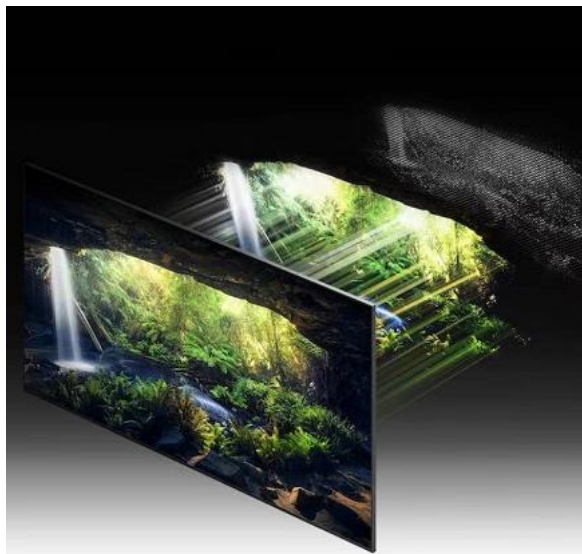
图表 10: 12.9 寸 iPad Pro-Mini LED 背光供应链



资料来源: TrendForce, 国盛证券研究所

三星 QLED 技术推至全新境界,刷新电视体验新高度。2021 年 1 月 CES 上三星发布了 Neo QLED 量子电视。该新品采用量子 Mini LED 技术,摒弃透镜散光与封装形式,其大小仅传统 LED1/40。同时,超薄微型涂层(Micro layers)的采用,叠加三星自研 AI 量子程式演算科技,可精细控制紧密排列的 LED 晶粒,呈现精细影像,避免光晕产生。

图表 11: 量子点矩阵技术 Pro 展示丰富细节



资料来源: 三星, 国盛证券研究所

图表 12: 量子点技术带来广色域显色面积



资料来源: 三星, 国盛证券研究所

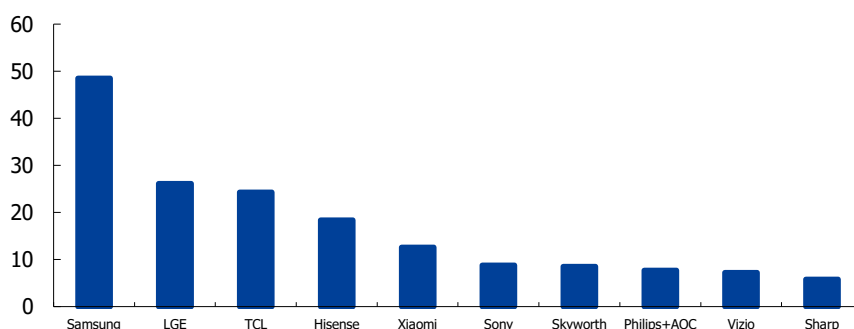
众多知名品牌 2021 发布首款 Mini LED 电视,龙头示范效应有望加速 Mini LED 渗透。三星、LG、创维、TCL 等一系列知名品牌纷纷发布首款 Mini LED 电视,终端应用推进加速。在龙头厂商示范效应下,更多厂商有望推出 Mini LED 背光产品。

图表 13: 2021 各 TV 品牌 Mini LED 产品规划表

TV 品牌	产品	是否首款	发布时间	售价
TCL	4K Mini-LED TV C825	否	2021.1	\
	TCL C12 量子点 Mini LED 智屏	否	2021.3	\
	TCL X12 8K Mini LED 星曜智屏	否	2021.3	\
				8K QN900A 旗舰系列: 85 英寸: 8999 美元 75 英寸: 6999 美元 65 英寸: 4999 美元
三星	Neo QLED	首款	2021.1	4K QN90A 系列: 85 英寸: 4999 美元 75 英寸: 3499 美元 65 英寸: 2599 美元 55 英寸: 1799 美元
LG	QNED Mini LED	首款	2021.1	4K QNED 65 英寸 2500 欧元 75 英寸 4600 欧元 86 英寸 7000 欧元
				8K QNED 65 英寸 5000 欧元
创维	Mini LED Q70 系列	首款	2021.2	\

资料来源: 各公司发布会, 国盛证券研究所

图表 14: 2020 全球 TV Top10 品牌出货规模/百万台

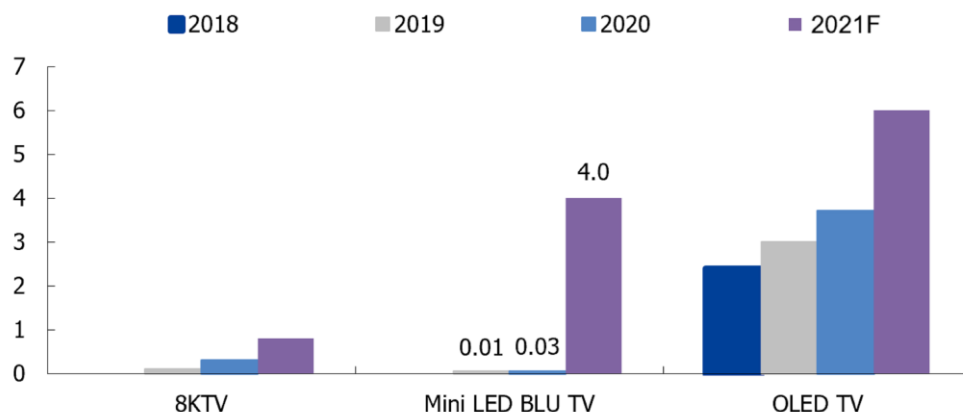


资料来源: AVC Revo, 国盛证券研究所

2021 年为 Mini LED TV 放量元年, 出货量有望突破 400 万台。据 AVC Revo 预测, 2021 年 Mini LED TV 将成为各类新型显示技术电视中出货量突破最大的。18-19 年 Mini LED 背光电视仅万台量级, 远小于 OLED TV 百万级出货量, 然而 21 年快速放量至 OLED 出货约 60% 水平。TrendForce 预测 21 年 Mini LED 背光电视将会达到 440 万台, 占整体

电视市场比重约 2%。Omdia 预测 2025 年全球 Mini LED 背光 TV 产品销量将增至 5280 万台，2019-2025 CAGR 53.73%。

图表 15: 新型显示技术电视全球出货规模 (百万台) 变化



资料来源: AVC Revo, 国盛证券研究所

智能汽车渗透率的提升助力 Mini LED 显示屏放量。随着智能网联汽车覆盖率的逐步提升，车载显示市场增速可观。Mini LED 技术可以满足汽车制造商对于高对比度、高亮度、耐久性以及对曲面的适应性等需求，很好地适应车内复杂的光线环境，未来发展前景广阔。

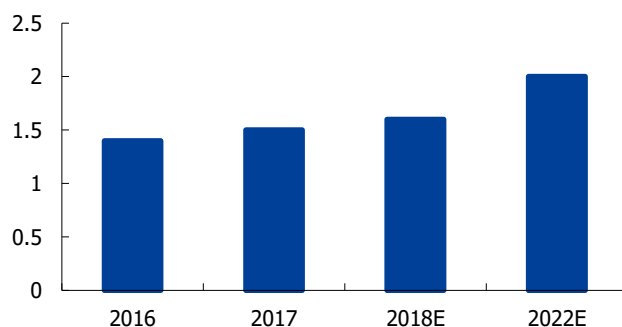
京东方车载 BD Cell 显示屏、车载 Mini LED 显示屏卡位汽车高端显示，将柔性显示应用于汽车仪表、车载显示、车尾灯等领域。2020 年京东方车载显示出货面积已经跃居全球第二，同时 8 英寸以上车载显示面板市占率已跃居全球第一。大屏化、个性化、超高清的车载显示逐渐成为趋势，京东方智能座舱解决方案将智能导航、后视影像、车载中控、娱乐信息等功能融为一体。

图表 16: 京东方车载显示方案



资料来源: 京东方、国盛证券研究所

图表 17: 全球车载 TFT-LCD 面板出货量/亿片



资料来源: 前瞻产业研究院、国盛证券研究所

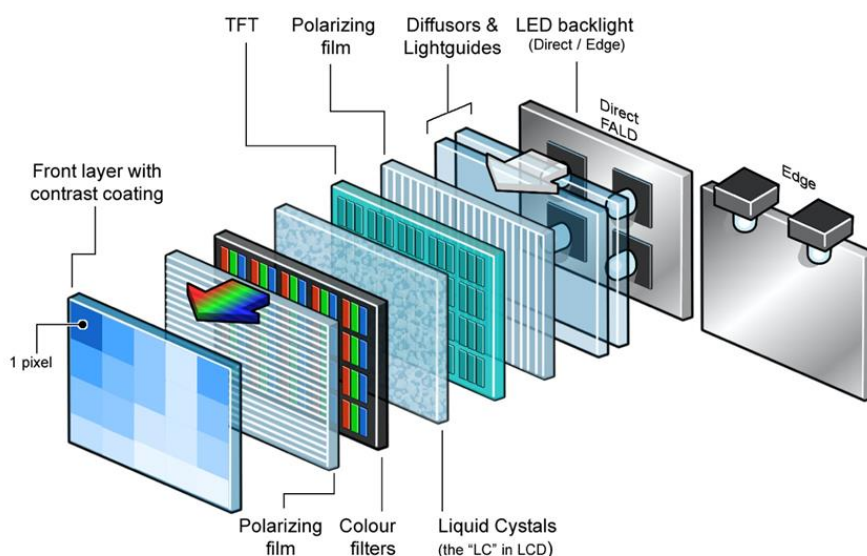
2.2、Mini LED 背光实现区域控光，是 LCD 升级的重要创新方向

Mini LED 背光是当前 LCD 升级的重要创新方向，通过更小的背光 LED 尺寸、点间距实现区域控光能力。背光源主要由光源、导光板、光学膜、塑胶框等组成。目前主要有

EL、CCFL 及 LED 三种背光源类型，依光源分布位置不同则分为侧光式和直下式（底背光式），Mini LED 是一种新的背光创新方式。Mini LED 背光拥有精细化分区，结合区域调光技术（Local Dimming）可以极大提高 LCD 显示画质，在宽色域、超高对比度、高动态范围显示方面可以与 OLED 媲美。同时，结合倒装封装等技术，可精确控制封装厚度，实现更小的 OD，在超薄背光方面具有广阔的应用前景。最重要的是，Mini LED 背光 LCD 产品比 OLED 具有更长使用寿命，更贴近于 TV 的场景需求。

Mini LED 背光方案直接影响 LCD 显示器成像质量。LCD 液晶显示器通过施加不同电压，使液态分子在不同电流电厂的状态下产生透光度的差别，依此控制每一个像素，构成所需图像。背光源是位于液晶 LCD 背后的一种光源，发光效果将直接影响到显示模块的视觉效果。液晶本身并不发光，显示图形或字符是它对光线调制的结果。

图表 18: LCD 结构



资料来源: flatpanelshd, 国盛证券研究所

主流 LCD 电视或显示器采用整体控制别光，不能实现分区调光，一般而言只需要几十颗 LED 灯珠。Mini LED 背光方案通过上千颗灯珠实现分区调光，是 LCD 背光方式的重要创新方向。背光源性能的好坏除了会直接影响 LCD 显像质量外。典型的背光源主要由光源、导光板、光学用膜片、塑胶框等组成。目前主流主要有 EL、CCFL 及 LED 三种背光源类型，依光源分布位置不同则分为侧光式和直下式（底背光式）。随着 LCD 模组不断向更亮、更轻、更薄方向发展，侧光式 CCFL 式背光源成为背光源发展的主流，随着显示效果进一步提高，Mini LED 背光方式出现。Mini LED 背光模组的成本包括 LED、SMT 打件、驱动 IC、背板等，目前大多采用 PCB 背板及被动式驱动搭配。

图表 19: EL、CCFL、LED 背光源特性比较

光源	形式	亮度	均匀度	功耗	应用	成本	专用电源
EL	面光源	80Cd/m2	极好	小	中小尺寸	较高	有
CCFL	线光源	>100Cd/m2	好	较大	大尺寸	高	有
LED	点光源	400Cd/m2	不好	大	小尺寸	低	无

资料来源: OFweek, 国盛证券研究所

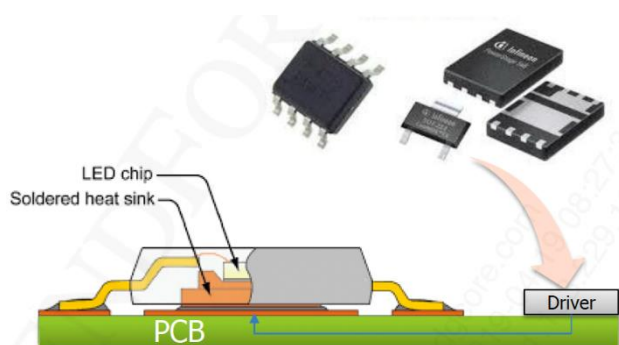
目前市场上 MiniLED 背光电视技术方案主要包括 COB、POB 两种；按基板不同，分为 PCB 基板和玻璃基板。COB 即 Chip on Board，LED 芯片直接打在基板上，再进行整体

封装；POB 即 Package on Board，行业内俗称的满天星方案，首先将 LED 芯片封装成单颗的 SMD LED 灯珠，再把灯珠打在基板上。

Mini LED 背板主要有 PCB、玻璃基板、FPC 三种方案。根据研究，从传统背光光源所发射出来的光，经过反射膜、扩散膜等等的光学薄膜之后，只会有约 60% 的光通过背光模块进入到偏光膜，最后经过 LC、Surface 出来只剩下 4% 的光，因此背光方案结构的设计尤为重要。Mini LED 背板三种主流方案 PCB、玻璃基板、FPC 的优缺点各不相同，背光方案技术设计也会因此改变，基板的选材直接决定了 Mini LED 背光方案的效果。

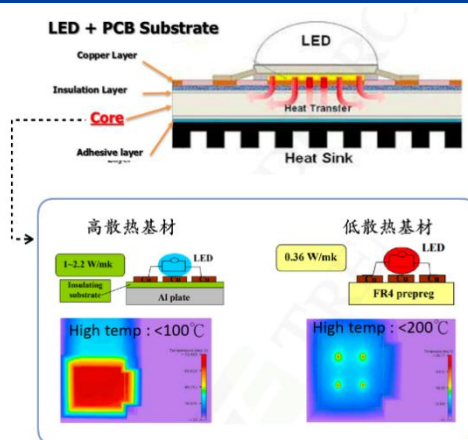
PCB 基本背板承载着驱动 IC 及布线的功能。当电路板制程完成后再将所需的驱动 IC 放置于电路板上完成驱动背板制程。目前，PCB 背板与驱动 IC 有两种连接方式：第一种是将每个像素连接至背板背后各自集成的驱动 IC 上的被动驱动方式；第二种是每个像素旁都有自己的驱动 IC 的主动驱动方式。

图表 20: PCB 基板功能



资料来源: LEDinside, 国盛证券研究所

图表 21: 散热 PCB 基材有助于 LED 扩散降温



资料来源: LEDinside, 国盛证券研究所

PCB 板材质的选择与 LED 的功率相关。在 PCB 背板方案中，LED 产生的热能需要借由基板上的基材协助散热，因此高散热基材可以有效地进行大面积扩散降温，而低散热基材无法有效散热，将导致基板温度过高的情况。

PCB 背板尺寸受限，目前主要通过拼接的方式实现背光技术。PCB 板制作过程中，需要经过许多次回火，内部材料释放内应力时会产生板弯、板翘等状况，此现象随着 PCB 板尺寸越大而越发严重，从而导致光学显示差异。因此单体 PCB 尺寸一般不超过 24 寸，大尺寸的背光往往需要多块 PCB 板拼接。

玻璃背板将逐步取代 PCB 背板，成为 Mini LED 背板的新方案。随着 Mini LED 制程的逐渐缩小，转移的过程将变得更加困难。相比而言，玻璃背板拥有更好的平坦度，无需拼接，且具备更好的制程精度、高导热率和出色的散热性能，有趋势成为 Mini LED 背光的新方案。

图表 22: 玻璃基板与 PCB 基板特性对比

方案	玻璃基本基板	PCB 基本基板
架构		
优点	可以实现经济切割且大批量生产 成本低	可因应用不同需求选择基材特性 以适应显示器所需
缺点	受经济切割限制，尺寸固定，尺寸相容性相对不高	布线密度低，PPI 解析度不易提升
价格	高	较低
尺寸相容性	较低	低

资料来源: LEDinside, 国盛证券研究所

三、Mini LED 显示: 对芯片结构, 封装等技术要求升级

3.1、Mini LED 显示延续小间距技术路线, 持续微缩化

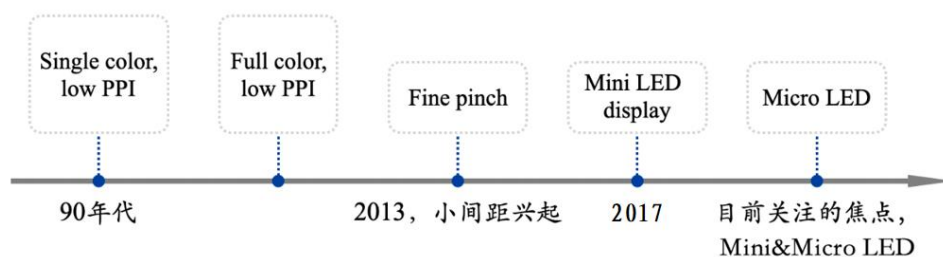
Mini LED 直显弥补传统 LED 显示与 Micro LED 技术空白。20 世纪 90 年代起, 随着 LED 显示屏的计算机化全动态显示系统和以蓝色发光灯等领域取得重要突破, LED 显示屏逐渐从单色、双色升级到全彩屏。

经过十余年的发展, LED 芯片尺寸不断微缩, 像素间间距也不断缩小, PPI 也因此不断提高。

2010 年利亚的首发 2.5mm 小间距 LED 电视, 小间距 LED 显示屏自 2013 年起得到高速发展。2015~2016 年在政府、公共服务等专用显示领域快速渗透。

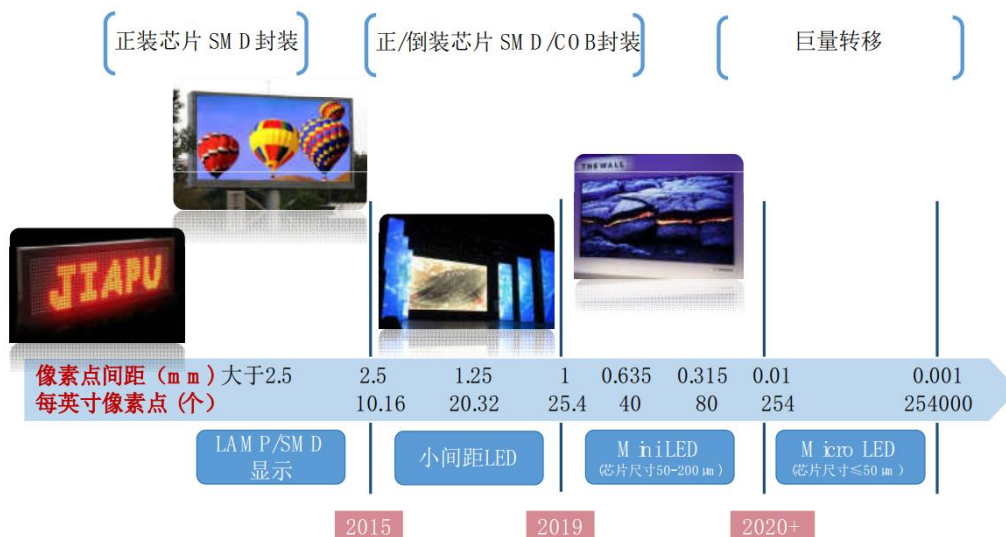
随着像素间距进一步减小到 1mm 以内, LED 显示被称为 Mini LED 显示。Mini LED 尺寸相较于小间距 LED 更小, LED 灯珠排列更紧密, PPI 更高, 生产、封装、维护技术升级难度也更高。

图表 23: LED 发展历程



资料来源: LED 显示技术, 国盛证券研究所

图表 24: LED 发展历程



资料来源: LED 显示技术, 国盛证券研究所

Mini LED 技术与 Micro LED 相似, Micro LED 将实现更优秀的显示效果。相比于小间距 LED, Mini LED 制程微缩化, 去封装化与 Micro LED 技术路径有相似之处, 有利于相关生产、封测技术的发展, 加速 Micro LED 落地进程。Micro LED 理论上可以更出色地实现 RGB 三原色, 目前存在着巨量转移、驱动 IC、外延晶圆、检修维护等方面的技术挑战, 并且成本高昂, 尚处于技术积累阶段。

LED 显示具有高亮度、可实现超大尺寸等特点, 而目前其他显示技术均难以实现超大尺寸显示。传统 LED 显示屏主要应用于户外超大屏显示领域。小间距 LED 显示具有无缝、显示效果好、使用寿命长等优势, 且近年来成本下降较快, 形成对 LCD 与 DLP 替代的趋势, 其应用范围已从政府的公共信息显示扩展到商业显示。随着 LED 显示屏在租赁市场、HDR 市场应用、零售百货、会议室市场需求增加, 小间距乃至超小间距显示屏市场需求持续增长。Mini LED TV 直显潜力巨大。

Mini LED 是小间距 LED 的进一步延伸。在直接显示领域, Mini LED 作为小间距显示屏

的升级产品，提升可靠性和像素密度，其对应的 LED 芯片尺寸在 0.08-0.20mm，可以用于 RGB 显示屏。在背光领域，采用 Mini LED 背光技术的 LCD 显示屏，在亮度、对比度、色彩还原等方面远优于普通 LED 做背光的 LCD 显示屏，与 OLED 直接竞争。Micro LED（微型发光二极管）是将传统的 LED 阵列微小化，形成高密度集成的 LED 阵列，像素点尺寸在 50um 以下。

Mini/Micro LED 被看作未来 LED 显示技术的主流和发展趋势，是继 LED 户内外显示屏、LED 小间距之后 LED 显示技术升级的新产品，具有“薄膜化，微小化，阵列化”的优势，将逐步导入产业应用。

图表 25: 小间距 LED 产品范围划分

产品类型	主流点间距 (mm)	像素密度 (PPI)	可分辨极限距离 (m)	适用场合或观看距离
小间距 LED	2.5	10	8.6	室内，距离 5-15 米
	2.0	13	6.9	
	1.5	17	5.2	室内，距离 3-6 米
	1.2	21	4.1	
	1.0	25	3.4	
Mini LED	0.9	27	3.1	LED 电视
	0.7	36	2.4	
	0.5	50	1.7	
	0.2	130	0.7	
Micro LED	0.1	254	0.34	消费电子（手机、可穿戴产品）

资料来源：奥维睿沃，国盛证券研究所

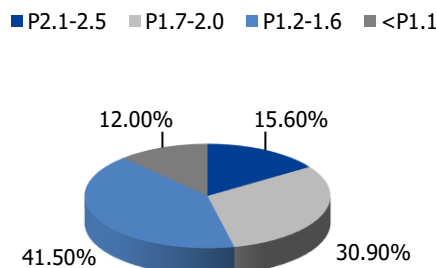
图表 26: LED 显示技术升级趋势

产品类型	产品优势	所处阶段	应用领域
LED 户内外显示	有高亮度、可实现超大尺寸等特点	发展成熟	室内外广告、信息发布
小间距 LED 显示	低功耗、低散热、高耐用性和低维护费用	发展成熟	会议室、控制台、指挥中心大厅等关键场景
Mini LED 显示	具备优良的显示效果、较长的寿命和出色的性价比	逐步导入产业应用并开始加速	RGB 显示屏、笔记本电脑背光、电视背光、手机背光、车载显示等
Micro LED 显示	低功耗、高亮度、超高解析度与色彩饱和度、反应速度快、超省电、寿命较长、效率较高等	整体仍处于研发布局阶段，但已有优势企业局部切入 Micro LED，市场成果逐步展现	应用于小尺寸 RGB 高分辨率显示屏，如手机、手表、VR 等

资料来源：新益昌公告，国盛证券研究所

小间距 LED 灯珠间距从最初的 2.5mm 持续升级迭代，2017 年开始 1.5-1.6mm 成为主流出货间距，2019 年 1.2-1.6mm 的出货量占比达 41.5%，未来几年 1.1mm 以下的间距将成为小间距 LED 的主要推动力。

图表 27: 2019 年全球小间距 LED 出货尺寸构成



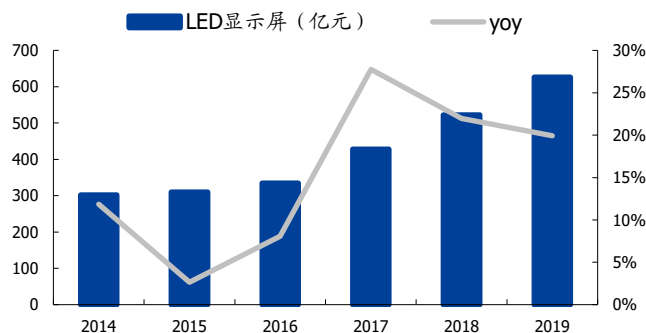
资料来源: LEDinside, 国盛证券研究所

3.2、Mini LED 显示在商业领域需求快速增长

Mini RGB 自发光方案更多应用于商显市场, 诸如院显示、交通广告、租赁显示、体育显示等场景具有较大应用潜力。公共显示领域, 拼接电视墙是原本主要应用之一, 技术包括 LCD、DLP 以及小间距 LED。DLP 色彩饱和度低、耗电量较大, LCD 电视墙会有接缝, 因此没有接缝、可以灵活设置大小的小间距 LED 显示屏呈现高速增长的趋势。

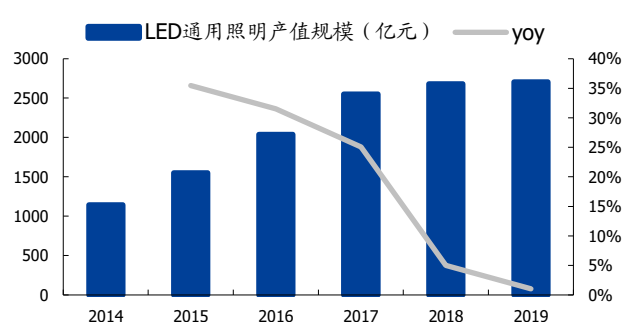
显示屏是 LED 下游重要的应用领域之一。根据国家半导体照明工程研发及产业联盟的数据, 2018 年中国 LED 下游应用领域市场规模为 6080 亿元, 其中 LED 通用照明、LED 景观照明、LED 显示、LED 背光照明应用分别占比 48%、14%、13%、12%。随着 LED 封装器件技术的不断成熟, LED 显示屏基本实现了高清晰度、高分辨率以及长时间性能稳定。LED 显示屏应用场景日益多元化, 广泛应用于广告传媒、文化演艺、体育场馆、高端会议室、交通控制、高端车展、安防、夜景经济等领域, 其中户外广告、舞台租赁等市场已较为成熟。根据中国 LED 显示应用行业协会数据, 2015 年-2019 年, 我国 LED 显示销售额从 310 亿元增长到 626 亿元, 年均复合增长率为 19.21%。

图表 28: 中国 LED 显示屏市场规模 (单位: 亿元)



资料来源: 国家半导体照明工程研发及产业联盟, 国盛证券研究所

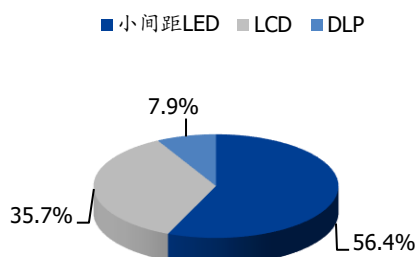
图表 29: 中国 LED 通用照明产值规模 (单位: 亿元)



资料来源: 国家半导体照明工程研发及产业联盟, 国盛证券研究所

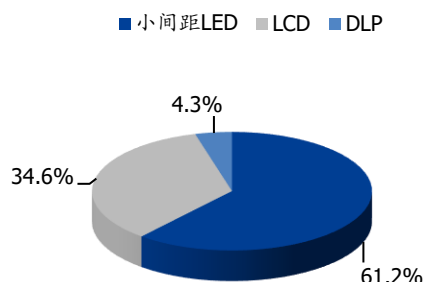
小间距 LED 在大屏幕拼接市场对 DLP、LCD 的替代效应明显。LED 小间距显示屏一般指分辨率在 P2.5 以下（含）的 LED 显示屏。随着 SMD LED 技术的成熟，小间距 LED 显示屏逐步呈现出替代 DLP 和 LCD 等传统显示屏的趋势。相比于 DLP 与 LCD，小间距 LED 具有无缝拼接、宽色域、低功耗和长寿命等优点；以及小间距 LED 价格不断下降，其在大屏幕拼接领域的市场渗透率不断提高。2020 年小间距 LED 占中国大屏幕拼接市场的 61.2%，相比于 2019 年的 56.4% 相比，提高 4.8%。小间距 LED 在室内大屏幕拼接市场持续渗透，加速替代 DLP、LCD。

图表 30: 2019 年中国大屏幕拼接市场构成



资料来源：奥维云网，国盛证券研究所

图表 31: 2020 年中国大屏幕拼接市场构成



资料来源：奥维云网，国盛证券研究所

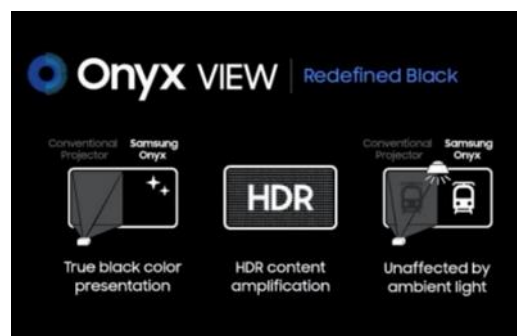
影院显示：Mini LED 电影屏幕带来优质视觉体验。一般 10 米宽（对角线 445 寸）的电影屏幕可以满足 150-240 人的观影空间，14 米宽的屏幕可以容纳 273 个座位。因为观众距离荧幕有一段距离，所以，P2.5 即可满足场景需求。Mini LED 荧幕可以实现 HDR 及高亮度 3D 体验。凭借着 Mini LED 显示的独到优势，尽管目前成本高于传统镭射投影，Mini LED 电影屏幕有机会在高阶影院取得一席之地。

图表 32: 三星 Onyx 电影屏幕



资料来源：三星、国盛证券研究所

图表 33: 三星 Onyx 电影屏幕关键特性



资料来源：三星、国盛证券研究所

大交通广告：优异特性，更好地匹配不同场景要求。当前，国内外各大机场、车站已经大量投放使用 LED 显示屏，从信息显示到广告投放，LED 显示均已渗透。全球大型机场不乏 LED 显示的出色案例。Mini LED 显示具有更小的 LED 晶体颗粒、更稳固的整屏幕坚固性、更好的密封性和光学设计等特点，克服了小间距 LED 屏幕易损坏、COB 产品不可现场维修显示亮度一致性问题，可以出色匹配相应场景要求。

图表 34: 奥拓电子机场行李盘区定制方案



资料来源: 奥拓电子、国盛证券研究所

图表 35: 奥拓电子拱形屏方案



资料来源: 奥拓电子、国盛证券研究所

租赁显示: 超高清显示为观众带来震撼的视觉体验和艺术效果。目前, 租赁显示主要集中在高端需求, 如: 舞台演绎、大型展览、工业设计等。随着文娱产业的发展, LED 显示屏的高质量需求也快速增长。对于高端音乐会、展览会将会有更多的 4K/8K 显示屏呈现出来, 此外, 租赁显示领域往往伴随着个性化定制的需求, 因此具备提供硬件设施和控制方案的全套 LED 显示企业有望获得较强市场竞争力。

图表 36: 2018 全球 PUBG 邀请赛显示方案



资料来源: 洲明科技、国盛证券研究所

图表 37: 法兰克福车展案例



资料来源: 奥拓电子、国盛证券研究所

体育显示: 大型国际赛事 LED 需求强劲。LED 显示在体育赛事方面有较早的使用历史。大型体育赛事往往需要清晰、及时、准确的响应实时赛况, 因此 Mini LED 显示方案有望进一步渗透。未来, 上至国际赛事, 下至国家、区域赛事将成为驱动体育显示的重要因素。

图表 38: 2018FIFA 喀山竞技场方案



资料来源: 洲明科技、国盛证券研究所

图表 39: 俄罗斯克拉斯诺达尔球场方案



资料来源: 洲明科技、国盛证券研究所

四、需求: 终端应用推进超预期, 奠定 Mini LED 商用元年

Mini LED 在背光、显示等具有广阔应用前景。电视、显示器、笔记本、平板及车载显示都是 Mini LED 背光有望渗透的潜在领域。Mini LED RGB 显示在商业领域也逐渐替代传统的小间距等超大尺寸显示方案, 不断提升显示效果。根据我们测算, Mini LED 背光带来的芯片市场超百亿人民币, Mini/Micro LED 显示未来空间非常大, 市场空间远高于背光市场, 且技术成熟度仍有较大提升空间。

TV Mini 背光出货量假设: 假设全球 TV 出货量保持不变, 55 寸及以上渗透率持续上行, 其中部分高端产品搭载 Mini LED 背光方案, 渗透率中期看 10~15%。

IT Mini 背光出货量假设: 假设全球 IT 总出货量保持不变, 由于苹果推动 (苹果 iPad 出货量 5000 万部、Mac 出货量 1500~2000 万部), 渗透率爬升较快。2021 年, 苹果新款 12.9 寸 iPad Pro 标配, iPad Pro 年销量 5~6M, Macbook 选配 (以 M1 等 Arm CPU 成本降低抵扣), 假设前期渗透以苹果为主, 单价较高; 后期安卓导入, 均价下降。

图表 40: Mini LED 背光市场空间测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E
全球TV出货量 (亿台)	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3
55寸及以上	30%	40%	50%	55%	60%
55寸及以上Mini 背光渗透率	1%	3%	5%	11%	13%
TV Mini背光出货量 (百万台)	0	2.8	5.8	13.9	17.9
背光模组价格 (元)	1,300	1,000	750	600	530
背光模组市场 (亿元)	4	28	43	83	95
芯片市场 (35%) (亿元)	1	10	15	29	33
封装市场 (50%) (亿元)	2	14	22	42	48
全球pad出货量 (亿台)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
全球monitor出货量 (亿台)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
全球notebook出货量 (亿台)	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Mini 背光渗透率	0%	2%	4%	8%	11%
IT Mini背光出货量 (百万台)	0	7.0	19.2	38.4	52.8
背光模组价格 (元)	1,400	1,400	950	750	450
背光模组市场 (亿元)	0	98	182	288	238
芯片市场 (35%) (亿元)	0	34	64	101	83
封装市场 (50%) (亿元)	0	49	91	144	119
Mini LED芯片背光市场 (亿元)	1	44	79	130	116

资料来源: TrendForce、国盛证券研究所

Mini LED 直显需求量测算: 假设 10%的显示设备以 Mini/Micro RGB 显示形式, 意味着每年需求量 5 亿片, 约为当前全球产能的 2.5 倍。其中电视机是消耗最大的应用, 4K 电视对应 2500 万颗芯片。Mini/Micro LED 显示未来空间非常大, 市场空间远高于背光市场, 且技术成熟度仍有较大提升空间。

图表 41: Mini LED/Micro LED 市场需求测算

		出货量 (百万台)	芯片尺寸	像素	单机数量 (颗)	2寸片对应终端 数量 (台)	10%渗透需求 量 (万片)
VR	RGB	1	5微米	1920*1080	6220800	12.62	1
手表	RGB	50	5微米	368*448	494592	158.72	3
手机	RGB	1500	10微米	2436*1125	8221500	2.39	6284
电视机	RGB	220	30微米	3840*2160	24883200	0.09	25105
平板	RGB	150	30微米	2436*1125	8221500	0.27	5656
笔记本	RGB	170	30微米	2436*1125	8221500	0.27	6410
显示器	RGB	130	30微米	2560*1440	11059200	0.20	6593
合计							50047

资料来源: TrendForce、国盛证券研究所

Mini LED 高端膜材需求增加, 有望带动百亿级市场空间。 Mini LED 背光电视需要采用高端的新型复合膜和量子点膜, 以提升显示效果, 实现彩色发光方案。基于上述的出货量假设, 我们测算 Mini LED 所带动的高端膜材市场, 以目前的方案新型复合膜及量子点膜都采用的情况, 测算市场空间在 2024 年有望达到百亿级别。随和技术成熟, 量子点膜也有可能被整合进复合膜里, 届时复合膜价值量将提升。

图表 42: Mini LED 背光高端膜材市场测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E
全球TV出货量 (亿台)	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3
55寸及以上	30%	40%	50%	55%	60%
55寸及以上Mini 背光渗透率	1%	3%	5%	11%	13%
TV Mini背光出货量 (百万台)	0	2.8	5.8	13.9	17.9
量子点膜价格 (元/台)		120	115	110	105
量子点膜市场 (亿元)		3.3	6.6	15.3	18.8
新型复合膜价格 (元/台)		120	115	110	105
新型复合膜市场 (亿元)		3.3	6.6	15.3	18.8
全球pad出货量 (亿台)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
全球monitor出货量 (亿台)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
全球notebook出货量 (亿台)	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Mini 背光渗透率	0%	2%	4%	8%	11%
IT Mini背光出货量 (百万台)	0	7.0	19.2	38.4	52.8
量子点膜价格 (元/台)		80	74	69	63
量子点膜市场 (亿元)		5.6	14.2	26.5	33.3
新型复合膜价格 (元/台)		80	74	69	63
新型复合膜市场 (亿元)		5.6	14.2	26.5	33.3
膜材市场合计 (亿元)		17.8	41.6	83.6	104.2

资料来源: TrendForce、国盛证券研究所

转移设备先后受益于 Mini LED 背光和直显的放量, 具有较大弹性。从转移设备角度而言, 由于业内不同规格的设备效率、价格差异较大, 我们取行业中枢位置作为参考。通过测算发现, Mini LED 转移固晶设备在这两年受益于 Mini LED 背光迅速放量; 未来受益于 Mini/Micro LED 直显 TV 产品的商用化和放量, 将具有更大的弹性。

图表 43: Mini LED 转移设备需求量测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E
全球TV出货量 (亿台)	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3
55寸及以上	30%	40%	50%	55%	60%
55寸及以上Mini 背光渗透率	1%	3%	5%	11%	13%
TV Mini背光出货量 (百万台)	0.3	2.8	5.8	13.9	17.9
设备转移效率 (K/小时)	35	40	45	50	55
设备需求量 (台)	38	288	532	1,160	1,359
Mini LED直显TV出货量 (万台)		0.5	1.5	3.0	6.0
单屏幕芯片数量 (百万)		15	17	19	21
设备转移效率 (K/小时)	35	40	45	50	55
设备需求量 (台)	0	391	1,181	2,375	4,773
全球pad出货量 (亿台)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
全球monitor出货量 (亿台)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
全球notebook出货量 (亿台)	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Mini 背光渗透率	0%	2%	4%	8%	11%
IT Mini背光出货量 (百万台)	0.0	7.0	19.2	38.4	52.8
设备转移效率 (K/小时)	35	40	45	50	55
设备需求量 (台)	0	365	889	1,600	2,000
LED直显出货面积 (万平米)	110	143	186	242	314
Mini LED直显渗透率	0.30%	1%	3%	5%	8%
Mini LED直显出货面积 (万平米)	0	1	6	12	25
单位面积芯片数量 (万颗/平米)	250	250	275	303	310
设备转移效率 (K/小时)	35	40	45	50	55
设备需求量 (台)	49	186	710	1523	2951
合计设备需求量 (台)	87	1229	3312	6658	11083
增量需求 (台)	87	1142	2083	3346	4426
均价假设 (万元)	50	50	50	50	50
市场空间 (亿元)	0.4	5.7	10.4	16.7	22.1

资料来源: TrendForce、国盛证券研究所

五、技术：产业链各环节积极布局，支持 Mini LED 快速崛起

Mini/Micro LED 技术持续升级，参与产业链环节众多。相较而言，Mini LED 显示技术相对成熟，在 2020/2021 年逐步开始商用渗透；Micro LED 由于较高的技术规格，目前仍处于技术导入期，微型 LED、巨量转移等都是关键技术难度。对于一个微型 LED 显示产品，基本构成包括基板、微型 LED 晶粒、驱动 IC 等材料，产业链环节包括 LED 芯片厂、面板厂、IC 厂商、材料厂商、LED 封装厂、LED 应用厂等。

图表 44: Mini LED 与 Micro LED 技术比较

比较项目	Mini LED	Micro LED
关键差异	带有蓝宝石衬底	无蓝宝石衬底
尺寸范围	75-300μm	75μm以下
应用类别	背光显示、商用小间距显示器	车用显示、穿戴装置、AR/VR、大尺寸电视
技术优势	多区调控背光、制造成本较低	轻薄、应用弹性更大、显示效果再升级
量产状况	背光应用已于2019年量产，预计2020年下半年放量	预计2021年之后

资料来源: LEDinside, 国盛证券研究所

图表 45: LED 产业链各环节技术升级趋势



资料来源: MEMS, 国盛证券研究所

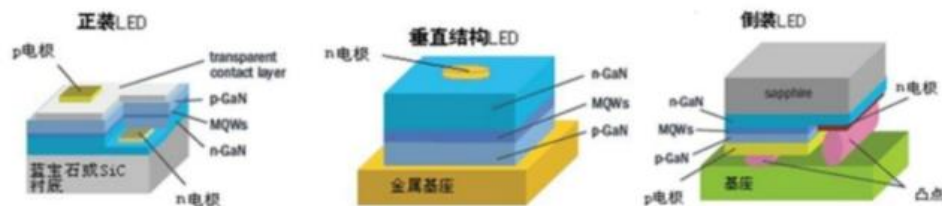
芯片端良率及一致性要求较高。Mini LED 芯片的一致性包括高低位一致性、颜色一致性等，同时 Mini LED 显示屏的维修困难都是重要的技术挑战。其中，红光倒装 LED 芯片一般需要进行衬底转移以及固晶焊接，因而良率挑战更高一些。

Mini LED 像素点间距的急剧微缩大幅度提升了芯片端的设计难度，这也直接导致了 Mini LED 芯片良率低下的问题。与 LED 芯片正装技术、垂直技术不同，倒装芯片具有低电压、高亮度、高可靠性、高饱和度等优点。加之能在倒装焊的衬底上集成保护电路，对芯片的可靠性有明显帮助。同时，倒装技术由于无需在电极上打金线，能够节约很多成本，非常适合小空间密布的应用需求。

倒装芯片饱和电流高，特别是在高电流下，更能展现出优势。目前，业界在 Mini LED 芯片设计上一律采用了倒装芯片结构。其中，蓝绿光倒装芯片技术较成熟，良率较高，然

而，由于红光倒装芯片一般需要进行沉底转移以及固晶焊接容易受到工艺环境和不可控因素的影响，在良率和可靠性方面存在挑战。

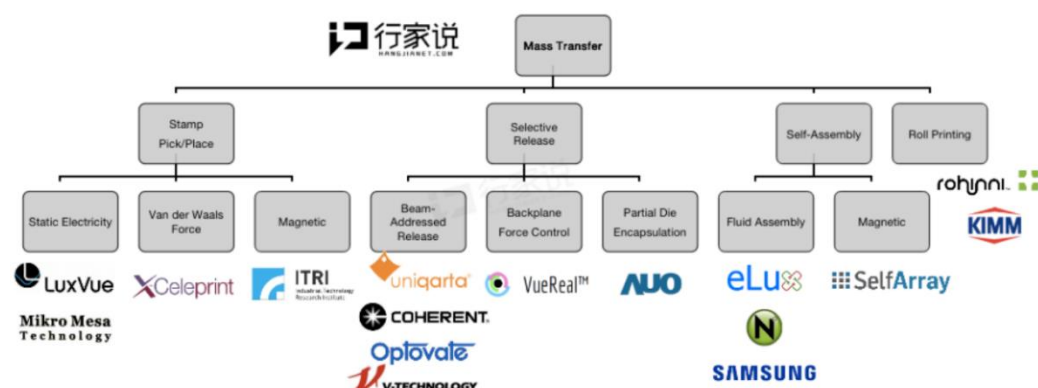
图表 1: 正装、垂直及倒装 LED 结构对比



资料来源: ofweek、国盛证券研究所

巨量转移主要是指以吸附、贴合等方式将大批量的微型 LED 晶粒进行转移至基板上，核心在于转移的效率以及良率。市场上拥有较多转移技术方案。目前以应力吸附并转移为主流方式，能实现更精确、更微小的 LED 晶粒转移，但每次转移吸附晶粒数量较小。其他方式包括隆达采用的静电转移、Mikro Mesa 采用的低温键结技术等。巨量转移必须突破的瓶颈包括设备的精密度、转移良率、转移时间、制程技术、检测方式、可重工性及加工成本。

图表 46: 全球巨量转移不同技术路径厂商



资料来源: 行家说, 国盛证券研究所

图表 47: 巨量转移技术类别





资料来源: 行家说, 国盛证券研究所

Rohinni 大幅提升转移良率和效率，不断增加规模量产的成本竞争力。Rohinni 新型复合转移头可实现 99.999%以上的放置良率，速率方面，每秒可转移超过 100 颗芯片（即每秒 100+次）。这项技术可结合在多头系统上，相比现有的 Pick & Place 取放技术，该技术具有显著的速度优势，对于消费电子显示器的大规模量产来说，是一个性价比高的技术方案。Rohinni 及其合资公司 BOE Pixey 正在进入 Mini LED 显示器的规模化量产阶段。

Mini LED 封装主要包括 COB（Chip on Board）技术和 IMD（Integrated Mounted Devices）技术两种方案。COB 技术是将 LED 芯片直接封装到模组基板上，在对每个单元进行整体模封。IMD 技术则是将多组（两组、四组或六组）RGB 灯珠集成封装在一个小单元中。

COB 封装具有低功率、散热效果好、高饱和度、高分辨率、屏幕尺寸无限制等优点。然而，Mini COB 封装技术的难题主要体现在光学一致性和 PCB 板墨色一致性两个方面。IMD 可以看成是一个小的 COB，所面临的挑战和 COB 封装技术类似，但是难度有所降低。相比于 COB 技术，IMD 技术提升了应用端的贴装效率，提升了芯片 RGB 的封装可靠性。

图表 1：不同封装技术对比

方案	制作流程	优势	劣势
SMD		<ul style="list-style-type: none"> · 技术产业链成熟 · 组合空间大 · 色彩均匀性好 	<ul style="list-style-type: none"> · 灯珠焊点过多过小 · 气密性较差 · 点间距<0.8mm困难
IMD		<ul style="list-style-type: none"> · 表贴工艺和设备成熟 · 焊点少，焊接更牢固 · 易维护和可分色优点 · 较高的牢固性和防护性 · 可进一步缩小点间距 	<ul style="list-style-type: none"> · 防护性一般 · 气密性一般 · 色彩均匀性一般 · 点间距<0.6mm困难
COB		<ul style="list-style-type: none"> · 工艺路径最短 · 防护性最优，易实现3D触摸 · 点间距下限最低 · 显示效果较柔和 · 可与TFT结合，实现AM驱动 	<ul style="list-style-type: none"> · 较难维修 · 易出现色彩不均匀 · 产业链成熟度不高

资料来源：LEDinside、国盛证券研究所

UV/蓝光 LED+发光介质法是目前实现光源全彩化的重要方式。传统发光介质采用荧光粉，由于荧光粉转化率较低且颗粒度较大，量子点（纳米晶）技术逐渐体现优越性。量子点具有电致发光与光致放光的效果，受激后可以发射荧光，发光颜色由材料和尺寸决定，因此可通过调控量子点粒径大小来改变其不同发光的波长。量子点的化学成分多样，发光颜色可以覆盖从蓝光到红光的整个可见区；量子点具有高能力的吸光-发光效率、很窄的半高宽、宽吸收频谱等特性，因此拥有很高的色彩纯度与饱和度；且量子点技术结构简单，薄型化，可卷曲。

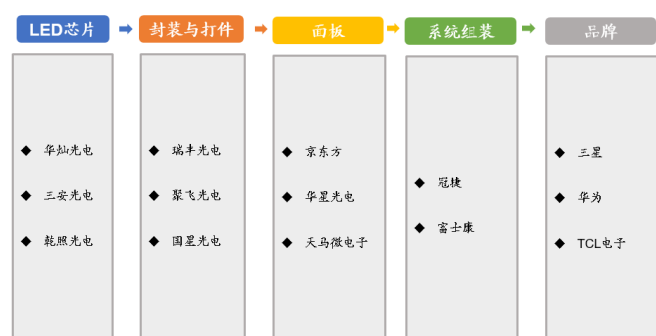
Mini LED 产业链可大致分为芯片、封装/巨量转移与打件、面板、系统（组装）、品牌五个环节。

➤ **芯片：**芯片制造环节是通过一系列半导体工艺将外延片制备成发光颗粒，并通过关

键指标测试，再进行磨片、切割、分选和包装等。当前 Mini LED 芯片的难点在于：1) 红光倒装芯片面临工艺一致性和小尺寸切割光效过低的问题。2) 芯片尺寸微缩化对设备刻蚀/光刻精度要求提升。3) LED 芯片的一致性和可靠性、维修要求提升。

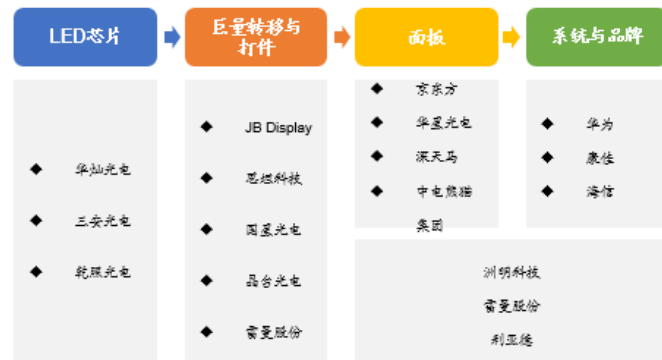
- **封装/巨量转移:** 封装主要包括两种方案: COB 是将 LED 芯片直接封装到模组基板上，在对每个单元进行整体模封; IMD 则是将多组 (两组、四组或六组) RGB 灯珠集成封装在一个小单元中。巨量转移技术环节分芯片分选和转移芯片，难点在设备的分选算法、转移效率和良率控制。
- **面板:** 面板厂向玻璃基板背光方案延伸，有望获得更强的产业链竞争地位。
- **系统 (组装):** 即对 Mini LED 终端应用的组装供货以及最终的测试。
- **品牌:** 包括苹果、三星、TCL 等平板电视等多类终端品牌。

图表 48: Mini LED 背光产业链结构



资料来源: 高工 LED, 国盛证券研究所

图表 49: Mini/Micro LED RGB 显示产业链



资料来源: 高工 LED, 国盛证券研究所

供应链展开 Mini LED 布局，产业链逐渐走向成熟。

- **芯片:** 直显芯片方面，显示 LED 芯片厂商较多开始进入，三安光电、华灿光电、乾照光电皆有批量出货产品。背光芯片方面，Mini LED 背光芯片量产并规模出货企业相对较少，具备相应客户、良率与量产能力的企业更为稀缺，主要集中在拥有技术支持、产能布局合理、产能规模大等具有竞争优势的头部企业，主要的供应商有晶电、三安光电、欧司朗、日亚化学、华灿光电等。
- **封装/巨量转移:** 企业积极加码产能，LED 封装企业大多布局 Mini LED 封装技术，木林森在 CSP、COB 技术具有优势; 国星光电同时布局 COB 和 IMD; 瑞丰光电加码布局 COB 产线; 兆驰股份垂直产业链布局更全。
- **面板:** 2021 年为量产关键一年。面板厂在 Mini LED 产业链中扮演更为重要的角色。其中，京东方 Mini LED 玻璃基直显产品将在 2021 年内推向市场。
- **系统 (组装):** 产业链公司在产品导入、研发、出货方面持续取得进展。富士康给国际大客户组装新款 Mini LED 背光的 iPad。洲明科技 P0.7 产品已批量出货。利亚德液晶模块 (LCM) 厚度 2.2mm 背光模组已可量产，2.0mm 及以下背光模组已向国际、国内客户送样

图表 50: 国内产业链各公司 Mini LED 布局情况

环节	公司	Mini LED 领域布局情况
LED 芯片	华灿光电	公司在国内较早推出 RGB Mini LED 芯片，已较大批量出货，背光 Mini LED 产品已经较早完成产品开发，并与主要客户一同合作开发背光系统解决方案；并购了具蓝宝石晶体生长关键技术的蓝晶科技。将推出 Mini LED 高端背光芯片；将与终端客户深度合作。
	三安光电	已与全球多家下游知名客户开展 Mini LED 导入 TV、显示器等领域的合作，一些客户的出货量正在逐月递增，预计其他客户也将会快速导入使用
封装/巨量转移与打件	瑞丰光电	1) 拟投资 4.13 亿元建设次毫米发光二极管 (Mini LED) 背光封装生产项目 2) 与国内外知名电子企业紧密合作开发了各类 Mini 背光和显示产品方案，建成了国内第一条 MiniLED 自动化生产线。 3) 20H2 开始与台资面板企业合作 Mini NB/MNT/TV 项目，截至目前，部份项目已开始量产，公司已成功进入台资面板企业供应体系并成为其合格供应商
	聚飞光电	公司车用 Mini LED 产品，已与多个主机厂商建立了商务合作。新产品开发有序，其中工控、车载、笔记本电脑等应用产品已陆续送样测试；适用于 Mini LED 量子膜的产品也有序推进
	国星光电	1) 18 年即有品牌厂商采用公司的 Mini 背光方案，POB 方案已实现大批量出货。今年公司组件事业部积极推动新一轮扩产，预计产能上半年能得到进一步释放 2) 2020 年公司推出数款 Mini LED 产品；布局高端显示器、电竞产品，预计上半年部分产品可实现量产 3) Mini 直显产品订单饱满，公司 Mini 直显 P0.9 标准版产品性价比高，公司拟进一步扩大显示封装及 Mini 直显的产能规模
	晶台光电	投资 51 亿元建设的“晶台半导体显示项目”签约落户张江，该项目将重点生产 Mini/Micro LED，拟投资建设 3500 条 Mini/Micro LED 产品生产线，达产后预计年产值 108 亿元。
	雷曼股份	布局倒装 MiniLED 显示关键技术研究及应用，该研究项目有关 COB，量化转移等。
	思坦科技	完成数千万元 Pre-A 轮融资，投资方为中芯聚源。本次融资资金将用于完善 Micro LED 中试线、扩展研发团队及提升公司整体研发水平
面板	京东方	1) 背板技术：BOE 是目前全球最大玻璃基背板制造商， 2) 芯片：已与主要芯片厂商都有非常紧密的战略合作关系 3) 巨量转印：与 Rohinni 合作获得了全球领先的巨量转印相关技术和工艺。 4) COB 产品已经量产销售，COG 产品已经完成 65 寸、75 寸等产品的技术开发和客户端论证，预计 21H1 玻璃基背光会量产出货，Mini LED 玻璃基直显产品也将在 21 年内推向市场。
	华星光电/TCL	19 年全球首发的 Mini-LED 星曜屏产品，首创玻璃基板集成 LED 方案，较现有的 PCB 集成解决方案具有更好的性能优势；
	天马微电子	1) 今年天马车载 Mini LED 已经有一些商业报价项目在进行，2021 年是往量产方向发展最关键的一年。 2) 天马有计划做 Mini LED 直显，团队研发中
	深天马	1) 积极布局 MiniLED 和 Micro LED。2) 2019 年 SID 年会上，公司推出自主创新开发的 LTPS AM Mini LED
系统组装	洲明科技	1) 成功推出第四代 UMini 显示产品，率先实现 P0.3、P0.5、0.7、0.9 等全系列 Mini LED 显示产品的布局 2) 20 年已实现间距 P0.7 产品的高质量批量化出货，间距 P0.4 以下产品的开发 3) 公司 Mini LED 产品可结合高效共晶全倒装结构 LED 芯片和动态节能技术，屏幕节能提升 40%；开发光路控制技术，对比度实现 20000:1，亮度达 2000nit；首创 3H 硬度防刮擦技术 4) 2021 公司将为 Mini LED 显示产能的扩张做准备
	利亚德	1) Mini LED 背光产品利晶微电子之建制计划，2020 年 Q1-Q2 完成开发线的设制，Q3 以背光产品的认证为主，Q4 达成量产计划 2) 液晶模块 (LCM) 厚度 2.2mm 背光模组已可量产，2.0mm 及以下背光模组已向国际、国内客户送样，现已处于业界领先水平。下半年将结合背光产线建置，开展 ODM 业务。

- 3) 利晶主要专注在 COB 式 Mini LED 背光模块产品研发和生产, 目前主要聚焦在 Notebook\MNT 及车用显示屏领域的设计
- 4) 利晶储备的 Mini 背光产品主要为 Mini BLU 27 寸以内产品, 集中在两大类, 一类是游戏用高清显示器; 一类是专业内容编辑显示产品

资料来源: 各公司公告, 高工 LED, 公开新闻, 国盛证券研究所整理

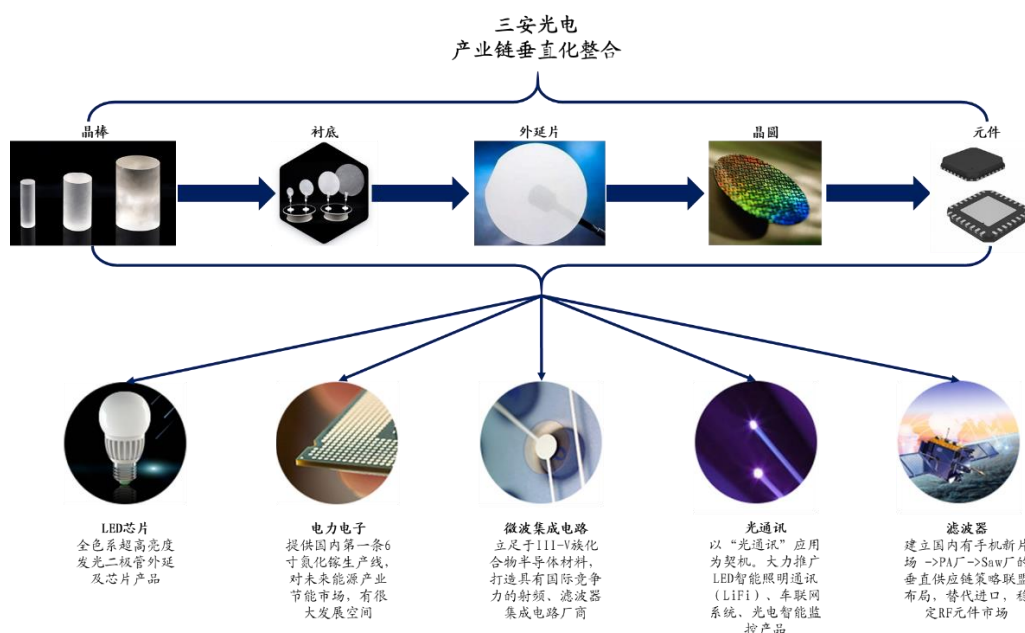
六、投资标的

【**建议关注 Mini LED 产业链**】, 目前整体估值较低, 受益于 LED 行业回暖及 Mini LED 放量, 建议关注: 三安光电、京东方、激智科技、新益昌、TCL 科技、鹏鼎控股、华灿光电、长阳科技、明微电子、瑞丰光电、兆驰股份、木林森、利亚德。【**重点推荐 Mini LED 核心标的**】三安光电、京东方、激智科技、新益昌。

6.1、三安光电: LED 芯片龙头企业, 受益于 Mini LED 放量

三安光电主要从事全色系超高亮度 LED 外延片、芯片、III-V 族化合物半导体材料、微波通讯集成电路与功率器件、光通讯元器件等的研发、生产与销售。公司 2014 年成立三安集成, 投资 5 亿美元。2017 年投资南安项目, 总投 333 亿资, 涵盖高端 LED 和化合物半导体, 打造 III-V 族化合物半导体材料、LED 外延、芯片、微波集成电路、光通讯、射频滤波器、电力电子、SiC 材料及器件、特种封装等产业。2020 年, 公司在长沙合作投资 SiC 项目, 涵盖长晶—衬底制作—外延生长—芯片制备—封装产业链, 投资总额 160 亿元。

图表 51: 公司产业链垂直整合布局



资料来源: 国盛电子根据公司官网绘制, 国盛证券研究所

三安光电是全球具有规模优势的 Mini LED 芯片供应商之一，导入三星等重磅客户。公司已与全球多家下游知名客户开展 Mini LED 导入 TV、显示器等领域的合作，一些客户的出货量正在逐月递增，预计其他客户也将会快速导入使用。其中，公司 Mini LED 芯片已实现批量供货三星，并成为其首要供应商并签署供货协议。

湖北三安 Mini LED 芯片产线投产，产能释放有望提振市占。2019 年公司拟非公开发行不超过 70 亿元用于半导体研发与产业化项目（一期），总投资 138.05 亿元，其中 Mini LED 芯片产能规划为 1）氮化镓：Mini 背光/Micro LED 芯片 161.60 万片/年；2）砷化镓：Mini/Micro LED 芯片 17.60 万片/年；3）特种封装：Mini LED 芯片级封装 8,483.00 kk/年。2021 年 4 月 16 日，湖北三安光电项目第一批晶圆片正式投料，标志着湖北三安 Mini LED 和 Micro LED 芯片生产线投产。湖北三安 Mini/Micro 显示芯片产业化项目已到厂设备已有部分安装完毕，进入试产阶段，其他设备也将陆续到厂，待安装调试完成后，逐步投产运行。

公司持续调整产品结构升级，加大湖北三安建设力度，尽快投产运行。快速推进 Mini/Micro LED、植物照明、车用、紫外/红外等产品的市场应用，提升高端产品的销售占比，进一步降低生产成本，提高公司毛利率。

公司受益于 Mini LED 放量机会，确定性较强。公司已经为三星批量供货 Mini/Micro LED 产品，并加快推进湖北 Mini/Micro 项目建设。随着国际大客户、国内产业链厂商推广，Mini LED 背光产品迎来放量机会。

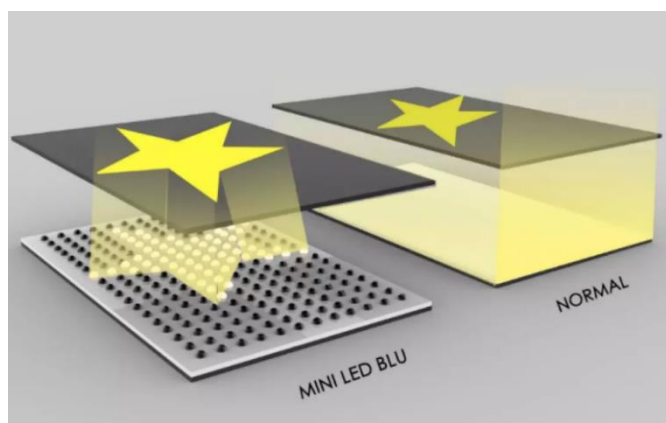
6.2、京东方：卡位核心供应商，Mini LED 有望成为高端显示器首选之一

2020 年公司成立 Mini LED 独立事业部，打造航母事业中重要版图。公司 2 年前开始加大对 MiniLED 技术和人才的投入，2020 建立独立事业部。产品、技术、市场多领域取得突破，实现 75 英寸玻璃基双拼背光产品点亮，已向多家品牌客户进行推广，联合研发的全球首台最大针刺式固晶机装机并调试完成，固晶速度大幅提升；玻璃基直显侧面线路、固晶和组装等瓶颈技术开发完成，P0.9 AM 玻璃基产品开发与市场推广稳步推进中。打造以主动式驱动、COG 为核心，SMD/COB 协同发展的 Mini/Micro-LED 产品群，加强与上下游资源协同，不断丰富产品结构，提升产品竞争力，拓展应用市场，加快业务布局，致力成为 Mini/Micro-LED 产品和解决方案的全球领导者。

京东方在 Mini LED 产业链三大核心上皆有充分布局。1）背板技术：BOE 是目前全球最大的玻璃基背板制造商，拥有得天独厚的资源；2）Mini LED 芯片：已与主要芯片厂商都有非常紧密的战略合作关系；3）巨量转印技术：BOE 与 Rohinni 合作获得全球领先巨量转印相关技术和工艺。目前 BOE Mini LED COB 产品已经量产销售，COG 产品已经完成 65 寸、75 寸等产品的技术开发和客户端论证，预计 Mini LED 玻璃基背光、直显产品有望在 2021 推向市场。

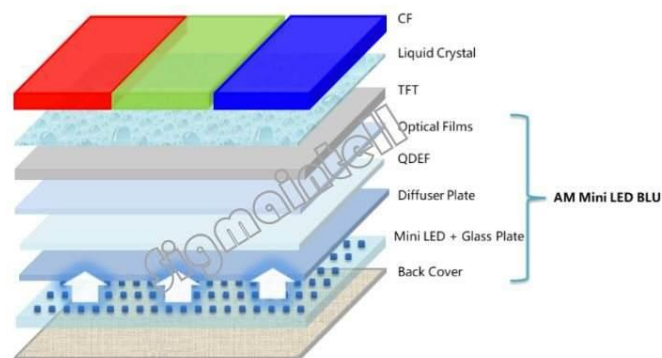
从结构而言，Mini LED 背光 LCD 产品只改变了背光模组，不改变显示模组。以主流的侧光式 CCFL 背光方式为例，一般由几十颗 LED 作为灯源发射出导管光板上作为背光源，光线反射到液晶面板上；Mini LED 则是将微型 LED 芯片放在 PCB 或玻璃基板上，不需要导光板。Mini LED 背光 LCD 产品显示模组里的彩色滤光片、液晶、TFT 基板等没有调整，因此对于显示行业而言，CF、TFT 产线的产能需求没有变化，如果背光的背板使用玻璃基，甚至要消耗更多 TFT 产能。

图表 52: Mini LED 与普通背光产品对比



资料来源: BOE 公众号、国盛证券研究所

图表 53: Mini LED 背光 LCD 产品结构示意图



资料来源: sigmiantell、国盛证券研究所

玻璃基板方案有望大幅提高面板厂商在产业链的价值地位。目前 PCB 基板方案更为成熟, 依靠拼接, BOM 表成本相对较低。相比 PCB 而言, 玻璃基板拥有更好的平坦度, 无需拼接, 且具备更好的制程精度、高导热率和出色的散热性能。随着玻璃基板技术逐渐成熟, 有望成为 PCB 基板一种有力的替代竞争方案。玻璃基板的潜在应用, 意味着面板厂商在整个 Mini LED 背光 LCD 产品话语权的潜力, 届时面板厂商将有望有能力一站式交付 Mini LED 背光显示模组。

中长期, Mini LED 背光电视的创新能带来 LCD 面积 20% 增量需求! 不考虑附加值、产业价值链地位提升, 仅仅考虑玻璃基板多消耗的 TFT 产能, 根据我们的测算, 中长期 (假设 15~20% 的 Mini LED 背光渗透率及 40% 的玻璃基板渗透率) Mini LED 背光对于 LCD 全球中大尺寸 LCD 面积弹性约 17~22%。考虑到 Mini LED 背光在 NB、MNT 等其他领域也会广泛使用, 有望带来更大面积弹性。

图表 54: 中长期 Mini LED 背光消耗 LCD 面积弹性测算

		电视出货量占比 (mini LED 背光以平均 60 寸估计)			
		10%	15%	20%	25%
玻璃基背板占比	20%	6%	8%	11%	14%
	30%	8%	13%	17%	21%
	40%	11%	17%	22%	28%
	50%	14%	21%	28%	35%
	60%	17%	25%	34%	42%

资料来源: Ledinside、国盛证券研究所

6.3、激智科技: 高端光学膜核心标的, 受益于 Mini LED 放量

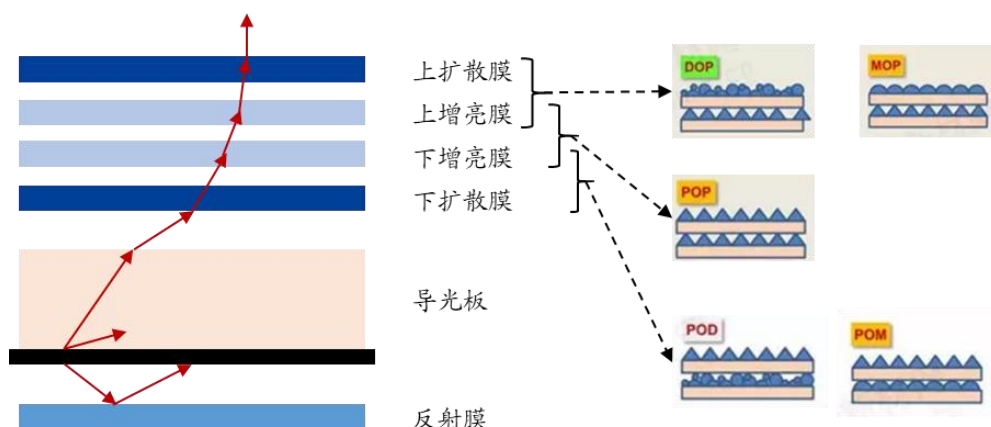
激智科技是国内显示用光学膜的领先企业, 公司从事显示用光学膜及功能性薄膜产品的研发、生产和销售。其生产的光学膜产品主要包括扩散膜、增亮膜、量子点薄膜、复合膜 (DOP、POP)、银反射膜、3D 膜、保护膜、手机硬化膜等, 下游覆盖电视、显示器、笔记本、智能手机、平板、车载显示等多显示应用领域。公司作为国内较早从事生产液

光学膜研发、生产、销售的企业，经多年深耕，现已实现扩散膜市占率在全球范围内的领先，同时高端光学膜稳步增长、新品持续放量，公司在全球高端显示用薄膜领域的领先地位日益稳固。

Mini LED 显示开启商业化元年，高端光学膜业务高增可期。2021 年三星 Mini LED 电视发布，有望看到更多终端厂商跟进，下游需求爆发伊始，公司 Mini LED 产品用的核心材料和量子点膜 20Q3 已开始出货，市场份额优势显著。

激智科技为国内较早突破增量膜量产的公司，已成为全球前三的增亮膜供应商，公司目前已开发多种类增量膜，产品基材厚度覆盖 188 μ m 到 400 μ m 各种厚度，可满足下游显示器、电视等终端客户对于不同尺寸产品的需求。

图表 55: 主流复合光学膜简易示意图



资料来源：国盛证券研究所绘制

LCD 显示轻薄化，复合膜优势在于厚度减薄，同时降低成本。光学膜复合化简单的讲就是将构成背光模组的两张及两张以上的光学膜贴合成一张膜，从而使得一张膜能够集成两种或两种以上的光学功能。目前复合方案有：DOP，即上扩散膜（Diffuser）与上增亮膜（Prism）的复合；POP，即上下增亮膜复合；MOP，微透镜与棱镜复合；POM，棱镜微透镜复合；POD，即下扩散膜与下增亮膜的复合。复合膜由于用单张膜片替代原多片光学膜，避免模组基材多次使用，从而能够有效降低背光模组总厚度，同时也节省了背光模组成本；另外复合膜相较于传统结构的背光模组，在光源能量损耗和热稳定性上也均占优。但复合膜的难点在于膜之间的连接，在减少对尖锐的棱镜顶部破坏的同时得到足够的粘附力，国外龙头厂商 3M、SKC、KEIWA 较早进入复合膜领域，推动复合膜在终端产品中的应用，而国内供应商仍面临较高国产化替代技术品质壁垒。

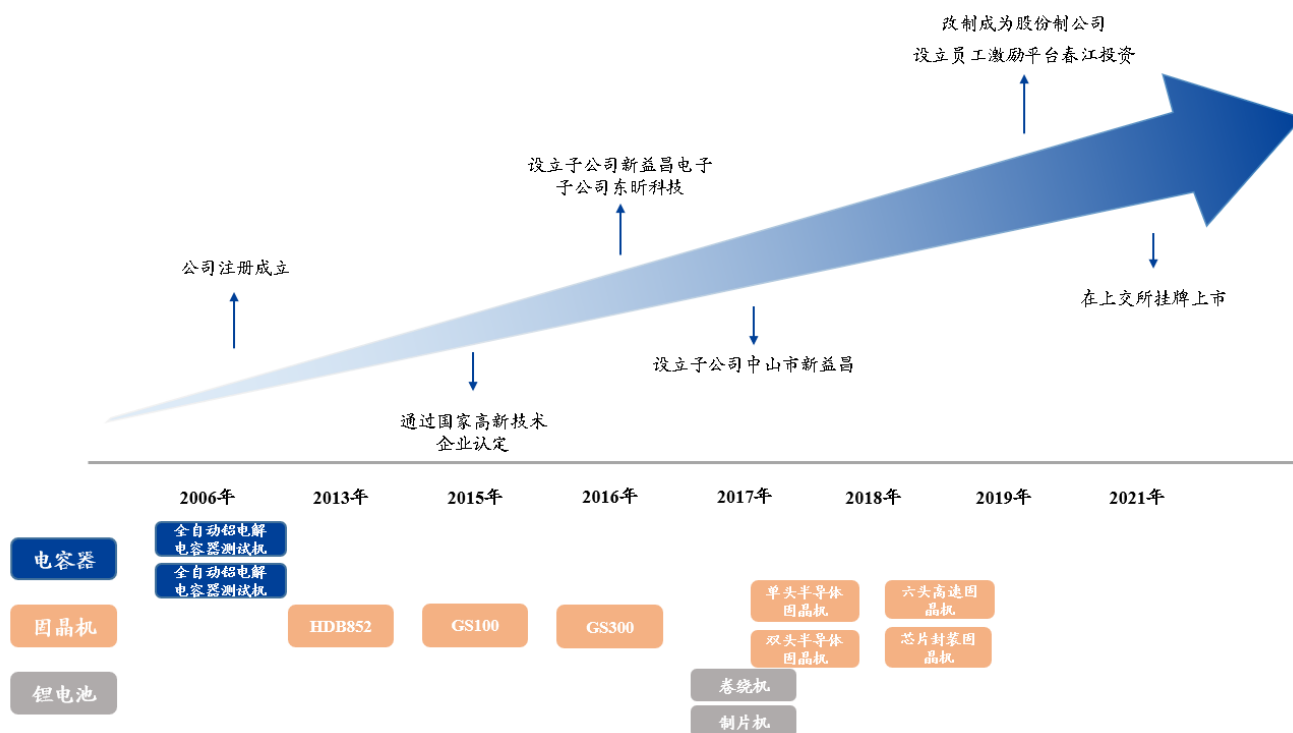
全球量子点膜市场由国外品牌占据领先地位，国内厂商处于追赶阶段。量子点膜的原材料量子点及阻隔膜等原料主要来自于美国和日本企业，国外的龙头厂商具备先入和技术优势，目前在全球范围内三星和美国 3M 公司占据了量子点膜 80% 以上的市场份额，国内厂商激智科技迅速成长，目前量子点膜市场份额排名全球第三，2020 年包含量子点膜的高端显示用光学膜产品实现了 3.36 亿元销售额，同比增长 149.75%。

激智科技顺应高色域显示趋势，2017 年即开始与拥有先进量子点技术的 Nanosys 合作，布局量子点膜。Nanosys 拥有全球最大的量子点纳米材料工厂，合作后激智从 Nanosys 获取到量子点膜的原材料和技术，结合自身的精密涂布工艺和配方工艺，实现了量子点膜的快速量产。目前公司量子点膜已经顺利通过多家客户的验证，部分客户已量产出货，未来随着 QLED 市场的不断成长，公司新成长空间有望开启。

6.4、新益昌：LED 固晶龙头，打造智能制造装备平台化企业

深耕十五年，LED 固晶龙头。新益昌成立于 2006 年，现为国内 LED 固晶机、铝电解电容器老化测试智能制造装备领域的领先企业。至 2019 年，公司从单一的电子测试设备和元器件的加工生产发展成拥有拥有 LED 固晶机、半导体固晶机、电容器老化测试设备、锂电池设备等系列产品的大型智能制造装备企业。公司在 2018 年全球固晶设备（应用领域包括 LED、半导体、光电子等）市场的占有率为 6%，位列全球第三，是国内 LED 固晶机领域的领跑者。

图表 56：新益昌发展历程

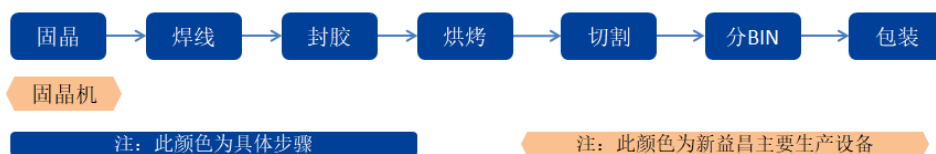


资料来源：公司公告，国盛证券研究所

Mini-LED 加速落地，引领 LED 封装设备技术新变革。三星、LG、小米等陆续推出 mini-LED 背光电视，行业风向标的入局，推动 Mini LED 商业化加速，2021 年有望迎来 Mini LED 大爆发。Mini LED 对封装技术提出更高要求，将引领封装设备技术新变革，新益昌作为国内 LED 固晶机龙头，技术实力领先，且具备核心零部件自研自产能力，Mini LED 固晶机已进入 SAMSUNG、琉明光电 Lumens、雷曼光电等知名客户。在 LED 固晶机基础上，公司逐步向半导体固晶机跃迁，产品已成功导入晶导微、灿瑞科技、扬杰科技、通富微、固得电子等知名公司。

固晶是 LED 封装的重要一环。LED 封装工艺流程可以分为固晶、焊线、封胶、烘烤、切割、分 BIN 及包装等环节。其中，固晶是指使用粘合剂把 LED 管芯固定在 PCB 或支架指定区域的一个工序；LED 固晶机则是一种将 LED 晶片从晶片盘吸取后贴装到 PCB 上，实现 LED 晶片的自动键合和缺陷晶片检测功能的自动化设备。

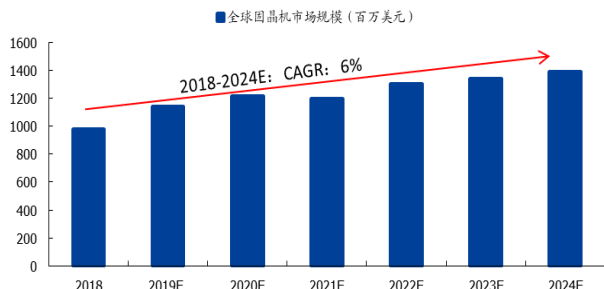
图表 57: 封装流程及发行人主要生产步骤



资料来源：公司公告，国盛证券研究所

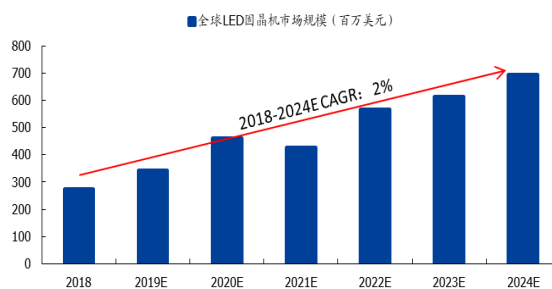
预计 2018-2024 年 LED 固晶机市场规模 CAGR 为 2%。2018 年全球固晶机市场规模为 9.79 亿美元，预计 2018 年-2024 年的复合增长率为 6%，2024 年的市场规模为 13.89 亿美元。根据固晶机应用领域划分，固晶机可应用于 LED、内存、Logic 等领域，其中，2018 年全球 LED 固晶机市场规模为 2.74 亿美元，占全球固晶机市场规模比重为 28%；预计 2024 年全球 LED 固晶机市场规模为 3.1 亿美元。

图表 58: 全球固晶机市场规模 (单位: 百万美元)



资料来源：Yole Development，国盛证券研究所

图表 59: 全球 LED 固晶机市场规模 (单位: 百万美元)



资料来源：Yole Development，国盛证券研究所

在 LED 固晶机设备领域，随着 Mini LED 显示技术的兴起以及更新迭代，固晶机设备下游应用的显示产品已达千万像素级，像素间距微缩至 50um，从而要求固晶机设备的固晶精度提升至 5um-10um。此外，Mini LED 显示产品对晶片电流精度和图像显示效果的一致性指标的产生了更高要求，未来固晶机设备将向着高精度化方向发展。

图表 60: 新益昌连线三头平面式高速固晶机 (GS300 系列) 可实现 Mini LED 高亮度显示自动化生产



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

图表 61: 新益昌六头平面式高速固晶机 (HAD8606 系列), 晶片角度修正精度达到 $\pm 1^\circ$



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

七、风险提示

下游需求不及预期: 下游需求受宏观经济、行业波动影响, 可能会不及预期。

新技术导入不及预期: 新技术的成熟度、成本、市场接受度具有不确定性, 导入进展可能不及预期。

测算或与实际情况存在误差: 本文中测算的过程及结果是基于一系列的假设条件之上, 可能与实际情况存在误差。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。
