

推荐（维持）

## 新三板 TMT 行业专题系列报告之三

风险评级：中高风险

LED 行业底部或已确认、新技术有望引领成长

2020 年 5 月 25 日

## 投资要点：

魏红梅

SAC 执业证书编号

S0340513040002

电话：0769-22119410

邮箱：whm2@dgzq.com.cn

研究助理：陈伟光

SAC 执业证书编号：

S0340118060023

电话：0769-23320059

邮箱：

chenweiguang@dgzq.com.cn

研究助理：刘梦麟

SAC 执业证书编号：

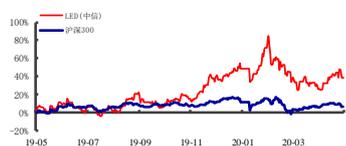
S0340119070035

电话：0769-22110619

邮箱：

liumenglin@dgzq.com.cn

## 行业指数走势



资料来源：东莞证券研究所，Wind

## 相关报告

- **供需格局决定景气波动，LED行业周期底部逐步确认。**LED下游应用广泛，经过十余年高速发展，目前已步入成熟期，供给和需求的动态调整决定行业景气波动。自17Q4以来，上游LED芯片厂商产能持续释放，下游LED需求受贸易摩擦和宏观经济放缓等因素影响出现下滑，LED行业供需失衡，行业进入下行通道。经过近两年的去库存周期，主要LED厂商库存水位已回归至健康水平，行业底部基本确认。
- **小间距LED持续高景气，成本下降+下游渗透推动行业成长。**小间距LED通过缩小灯珠间距实现更细腻的显示效果，且具备无缝和寿命长等优点，近年来从室内显示向室内进军，形成对LCD和DLP拼接屏的替代趋势。技术进步和成本下降推动小间距LED性价比持续提升，叠加大陆企业在供给侧的持续推动，国内小间距LED市场从2015年开始快速增长，并从专显市场向商用、民用市场不断渗透；海外市场对小间距的需求从2018年开始提速，进一步拓宽小间距LED潜在市场空间。
- **从小间距向“更小间距”进发，Mini/Micro LED赋予行业成长动能。**Mini/Micro LED在小间距LED的基础上进一步缩小灯珠间距和芯片尺寸，是小间距LED进一步精细化的结果，被认为是未来显示技术的主流趋势和发展方向。受技术和成本限制，目前Micro LED量产存在困难，因此技术门槛相对较低的Mini LED成为突破口。当前Mini LED应用以作为背光方案为主，可广泛应用于超高清大尺寸电视、高端显示器和电竞笔记本等终端产品。2019年以来，以苹果、三星、华星光电为代表的国际大企业陆续发布Mini/Micro LED产品，对市场产生引领示范效应，有望充分拉动行业需求。
- **产业链各环节大力推进，Mini LED有望快速渗透。**LED产业链可大致分为上游芯片、中游封装和下游应用环节，我国在各环节均具备较强国际竞争力，各环节产值均位列全球第一。当前市场一致看好Mini LED的应用成长潜力，主流LED厂商已基本完成Mini LED背光研发进程，进入小批量试样或大批量供货阶段。在LED产业链各环节龙头厂商的大力推进下，Mini LED作为新一代背光/显示方案有望快速渗透，市场规模迅速提升。
- **投资建议：**我们看好行业景气回暖和Mini、Micro LED加速渗透给LED板块带来的投资机会，维持推荐评级。建议关注规模与技术兼具，充分受益行业集中度提升且积极布局高端显示的新三板企业，如齐普光电（430561.00）、安邦电气（870123.00）、汇大光电（836051.00）等。
- **风险提示：**疫情持续导致下游需求不如预期，行业竞争加剧导致产品价格下滑等。

## 目 录

1. LED 发展进入成熟期，周期底部逐步确认 .....	5
1.1 下游应用广泛，LED 行业发展日趋成熟 .....	5
1.2 LED 芯片价格企稳，行业周期底部基本确认 .....	7
2. 小间距 LED 持续景气，Mini、Micro LED 蓄势待发 .....	10
2.1 小间距 LED 持续高景气，成本下降驱动产品快速渗透 .....	10
2.2 从小间距向更小间距进发，Mini、Micro LED 为未来发展方向 .....	14
3. Micro LED 前景光明，但现阶段仍面临量产瓶颈 .....	16
3.1 Micro LED 显示性能优异，但面临技术和成本瓶颈 .....	16
3.2 巨量转移为 Micro LED 量产最大难题 .....	18
4. Mini LED 工艺日趋成熟，终端厂商引领行业发展 .....	21
4.1 Mini LED 背光优势明显，生产工艺日趋成熟 .....	21
4.2 终端厂商积极推进，Mini LED 放量在即 .....	23
5. 产业链大力推进，Mini LED 发展步入快车道 .....	25
5.1 上游：芯片技术趋于成熟，厂家大幅量产在即 .....	25
5.2 中游：Mini LED 背光封装企业积极扩张产能 .....	27
5.3 下游：LED 显示屏厂相继推出 Mini LED 显示产品 .....	28
5.4 预计 Mini LED 渗透率迅速提高，市场规模快速增长 .....	29
6. 投资策略与建议关注公司 .....	30
风险提示 .....	30

## 插图目录

图 1：LED 广告牌 .....	5
图 2：LED 景观照明 .....	5
图 3：LED 背光 .....	5
图 4：LED 灯饰 .....	5
图 5：2009-2018 年中国 LED 应用规模占比 .....	6
图 6：2018 年中国 LED 应用规模占比 .....	6
图 7：全球 LED 显示市场规模及增速 .....	7
图 8：2008-2018 年国内 LED 产值及增速 .....	7
图 9：2017 年全球 LED 芯片厂商收入分布 .....	7
图 10：2018 年全球 LED 芯片厂商收入分布 .....	7
图 11：2009-2019 年 LED 行业呈现周期性波动 .....	8
图 12：2016Q1-2019Q3 LED 板块毛利率 .....	8
图 13：2016Q1-2019Q3 LED 板块净利率 .....	8
图 14：2016Q1-2019Q3 LED 板块存货/营业收入（TTM） .....	9
图 15：2016Q1-2019Q3 LED 板块存货周转天数 .....	9
图 16：2017Q1-2019Q3 LED 板块存货金额占总资产比重 .....	9
图 17：2016Q1-2019Q3 LED 芯片企业毛利率（%） .....	9
图 18：2016Q1-2019Q3 LED 芯片企业存货周转天数（%） .....	9
图 19：2016Q1-2019Q3 LED 封装企业毛利率（%） .....	10
图 20：2016Q1-2019Q3 LED 封装企业存货周转天数（%） .....	10

图 21: 2016Q1-2019Q3LED 应用企业毛利率 (%)	10
图 22: 2016Q1-2019Q3LED 应用企业存货周转天数 (%)	10
图 23: LED 芯片灯珠间距	10
图 24: 单色 LED 屏通常点间距较大	10
图 25: LED 灯珠间距缩小, 像素密度提升	11
图 26: DLP 拼接屏	11
图 27: LCD 拼接屏	11
图 28: 小间距 LED 显示屏	11
图 29: 小间距 LED 屏成本构成	13
图 30: 2013-2020 年国内小间距 LED 市场规模及增速	13
图 31: 2012-2017 国内小间距 LED 市场占比逐年提高	13
图 32: 小间距 LED 客户行业分布 (2018 年)	14
图 33: 小间距 LED 从专显市场向商用、民用市场发展	14
图 34: LED 间距持续缩小	15
图 35: LED 显示技术升级趋势	15
图 36: Micro LED 示意图	17
图 37: Micro LED 实现了芯片微缩化	17
图 38: TFT-LCD、OLED、Micro LED 显示原理对比	17
图 39: Micro LED 生产工艺流程	18
图 40: Micro LED 显示产业链环节	20
图 41: 三星 The Wall 显示器商业版 (2020)	20
图 42: Micro LED 应用产品	20
图 43: 全球 Micro LED 显示屏预计出货量	21
图 44: Mini LED 作为背光源	21
图 45: Mini LED 显示屏	21
图 46: 液晶显示器原理图	22
图 47: LCD 显示背光方案演进路线	22
图 48: 苹果推出的 6K Pro Display XDR 显示器	24
图 49: TCL 8K Mini LED 背光电视	24
图 50: 微星 Creator 17	24
图 51: 华硕超神 X	24
图 52: Mini LED 芯片生产流程	26
图 53: Mini LED 全球市场规模及增速	30
图 54: Mini LED 国内应用市场规模	30

## 表格目录

表 1: 主流大屏显示技术对比	12
表 2: 小间距 LED、Mini LED、Micro LED 对比	15
表 3: 小间距 LED、Mini LED、Micro LED 适用场景对比	16
表 4: Micro LED 相比已有显示方案优势明显	17
表 5: Micro LED 两种主要巨量转移技术比较	19
表 6: 不同 LCD 背光方案对比	22
表 7: Mini LED 背光显示器与传统液晶显示器、OLED 显示器的比较	23
表 8: Mini LED 产业链布局	25

表 9：上游芯片厂商积极布局 Mini LED 产品.....	26
表 10：中游封装厂商 Mini LED 产品布局.....	27
表 11：下游 LED 显示厂商 Mini LED 布局.....	29

## 1. LED 发展进入成熟期，周期底部逐步确认

### 1.1 下游应用广泛，LED 行业发展日趋成熟

发光二极管（Light Emitting Diode）是一种新型半导体固体发光器件，可将电能转化为光能。它的显示原理是利用半导体二极管的电致发光效应，使像素单元实现主动发光。在电场驱动下，半导体发光二极管的电子和空穴经电极注入和相向传输结合成激子，而特定材料中的激子衰变可产生 RGB 三原色。在驱动电路的控制下，LED 像素矩阵即可实现彩色图像显示。当两端加上正向电压时，半导体中的载流子发生复合引起光子反射从而产生光，不同材料制成的 LED 会发出不同波长的光，从而形成不同颜色。

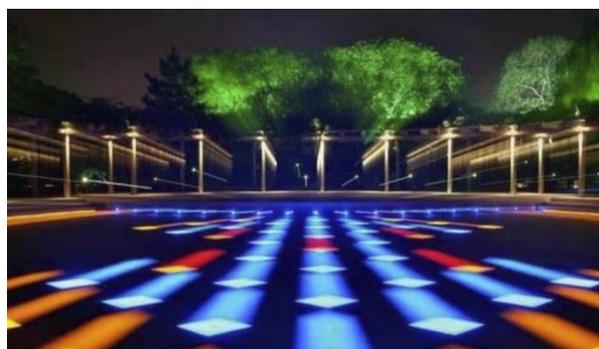
LED 最早在 1962 年出现，早期只能发低光度的红光，之后发展成其他单色光的版本，目前已遍及可见光、红外线及紫外线，光度也有所提升。由于具有能耗低、体积小、寿命长、无污染、响应快、驱动电压低、色彩纯度高特性，LED 取得了快速发展，广泛应用于各种指示、显示、背光源、照明和城市景观等领域。

图 1：LED 广告牌



资料来源：百度图片，东莞证券研究所

图 2：LED 景观照明



资料来源：百度图片，东莞证券研究所

图 3：LED 背光



资料来源：百度图片，东莞证券研究所

图 4：LED 灯饰



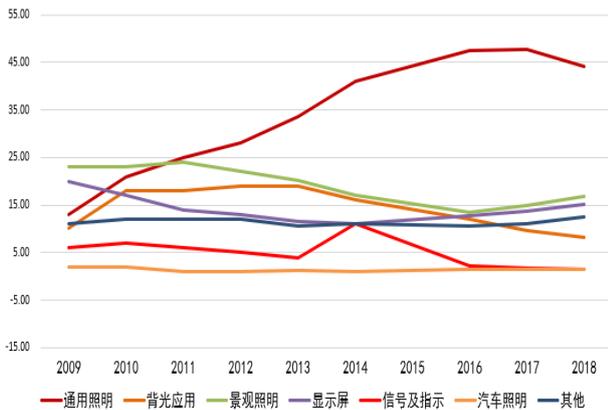
资料来源：百度图片，东莞证券研究所

**LED 照明为最大下游应用领域，LED 背光、显示屏快速发展。**根据使用功能的不同，LED 下游应用领域可划分为 LED 背光、LED 显示屏、LED 照明和其他 LED 应用四大类。其中 LED 照明为最大下游应用领域，可分为通用照明和专业照明。通用照明为一般场景下的照明应用，专业照明又可分为 LED 室内照明、LED 户外功能性照明、LED 景观照明、汽车

照明、植物照明、UV 光固化、杀菌、IR LED 等。

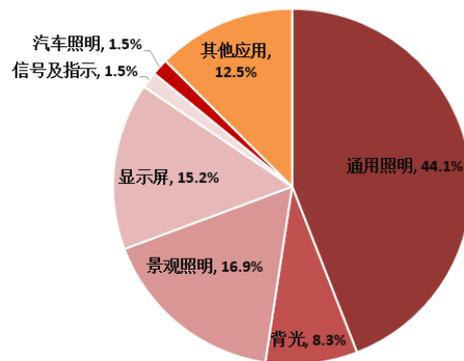
2004 年，“国家半导体照明工程”启动，我国 LED 产业进入快速发展时期。根据国家半导体照明工程研发及产业联盟（CSA）数据，2008-2018 年我国 LED 通用照明应用规模占比从 13.0% 提升至 44.1%，成为我国 LED 各应用领域占比最高、发展最快的部分；通用照明、景观照明和汽车照明三大照明类应用规模合计占比达 62.5%；2009-2010 年，下游电视背光领域需求旺盛带动全球 LED 厂商集中扩产，LED 背光应用产值占比在 2009-2013 年逐渐提高，但由于下游需求放缓近年来占比有所回落；受益小间距 LED 不断渗透，近年来 LED 显示屏应用占比从 11.0% 提高至 15.2%，未来有望继续提升。

图 5：2009-2018 年中国 LED 应用规模占比



资料来源：CSA，东莞证券研究所

图 6：2018 年中国 LED 应用规模占比



资料来源：CSA，东莞证券研究所

**海兹定律指引 LED 产业成长，行业发展日趋成熟。**LED 产业拥有类似于半导体摩尔定律的发展法则，称之为海兹定律（Haitez' s Law），即：每 18-24 个月 LED 亮度约可提升一倍，每经过 10 年，LED 输出流明提升 20 倍，而 LED 成本价格将降至现有价格的 1/10。在海兹定律驱动下，LED 单芯片成本不断下降而亮度持续提升，技术演进驱动市场规模实现持续增长，行业发展逐步进入成熟期。

**应用领域不断扩大，市场规模快速增长。**自诞生以来，LED 经历了单双色显示到全彩屏的发展历程，生产工艺日趋成熟也有效降低了生产成本，其应用领域不断扩大，市场规模实现快速增长。根据集邦咨询 LED 研究中心（LEDinside）测算，2018 年全球 LED 显示屏市场规模约为 58.41 亿美金，随着租赁市场、零售百货、会议室、电影院及 HDR 应用等细分应用市场需求的增加，2022 年全球 LED 显示屏市场规模有望达到 93.5 亿美元，2018-2022 年复合成长率为 12%。

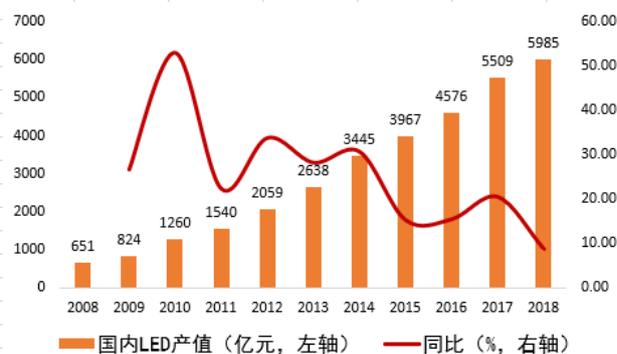
**我国为 LED 产能转移主要受益者，各环节产值均位列全球第一。**受益于成本优势、政府政策支持和旺盛的下游需求，我国成为 LED 全球产能转移的主要受益者，经过十余年的快速发展，目前已成为全球最主要的 LED 生产基地。根据高工 LED 研究所（GGII）数据显示，2008-2018 年国内 LED 产值从 651 亿元增长至 5985 亿元，年复合增速高达 24.84%，远高于同期全球平均水平。从产业链环节看，我国 LED 产业从中下游的封装和应用环节起步，并逐步向上游芯片领域拓展，从上游芯片、中游封装到下游应用领域各环节在全球 LED 产业链中均处于优势地位。

图 7：全球 LED 显示市场规模及增速



资料来源：LEDinside，东莞证券研究所

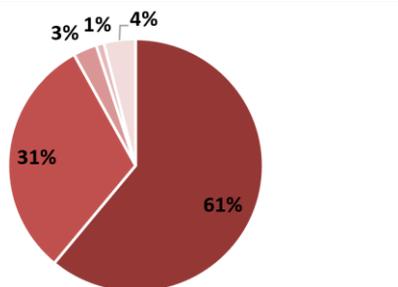
图 8：2008-2018 年国内 LED 产值及增速



资料来源：高工 LED，东莞证券研究所

以 LED 产业链上游的 LED 芯片为例，根据 LEDinside 数据显示，2018 年我国大陆 LED 芯片厂实现收入 23.48 亿美元，占全球收入的 67%，相比 2017 年提高了 6 个百分点，预估 2019 年占比预计超过 70%。大陆的 LED 的芯片厂商在成本控制、商业模式和产业集群等方面相比海外厂商具有优势，因此近年来全球收入占比快速提升。随着大陆企业 2017 年以来新增产能持续投放，预计这一趋势有望持续。

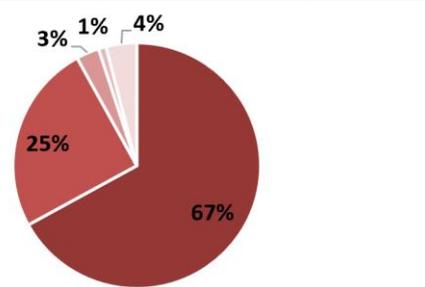
图 9：2017 年全球 LED 芯片厂商收入分布



■ 中国大陆 ■ 中国台湾 ■ 日本 ■ 韩国 ■ 其他地区

资料来源：LEDinside，东莞证券研究所

图 10：2018 年全球 LED 芯片厂商收入分布



■ 中国大陆 ■ 中国台湾 ■ 日本 ■ 韩国 ■ 其他地区

资料来源：LEDinside，东莞证券研究所

## 1.2 LED 芯片价格企稳，行业周期底部基本确认

LED 行业具备较强周期属性，短期供需失衡决定行业周期波动。回顾过去十年国内 LED 行业发展历程，可大致分为如下阶段：

**2009-2010 年：**下游电视背光需求旺盛，带动全球 LED 厂商集中扩产，行业进入上升周期；

**2011-2012 年：**全球 LED 芯片产能持续扩张，行业供求关系反转，LED 芯片价格开始下跌，行业景气度下滑；

**2013-2014 年：**下游 LED 照明市场加速渗透，LED 景气度回暖，行业产值增速回升；

**2015-2016 年：**MOCVD 国产化率迅速提高，LED 芯片产能快速释放，行业供给再次过剩，LED 芯片价格下降；市场竞争加剧，有效淘汰落后产能，市场集中度大幅提升；

**2016-2017年：**随着供给侧产能减少及需求端照明应用渗透小间距LED市场爆发，LED行业再次进入上行周期，但大陆厂商再次扩产导致LED芯片再次陷入供给过剩局面，行业景气度从17Q4开始反转；

**2018年至今：**2018年以来，受中美贸易摩擦、全球宏观经济增速放缓等因素影响，LED下游需求萎靡，叠加LED上游芯片产能持续开出，导致主要厂商库存高企，我国LED芯片价格持续下跌，行业产值实现同比负增长。

由以上可知，我国LED行业在过去十年大致经历了三轮扩产周期，且供给侧的产线开出情况和下游需求旺盛程度共同决定行业景气波动。当前行业仍处于下行周期中，但LED芯片价格已于19年下半年开始企稳，随着主要厂商库存逐步出清，行业底部基本得以确认。

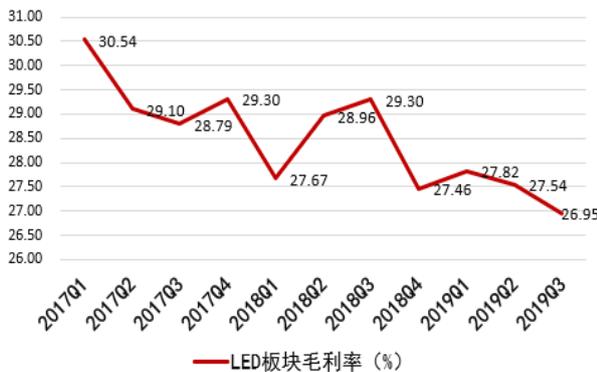
图 11：2009-2019 年 LED 行业呈现周期性波动



数据来源：公开资料整理，东莞证券研究所

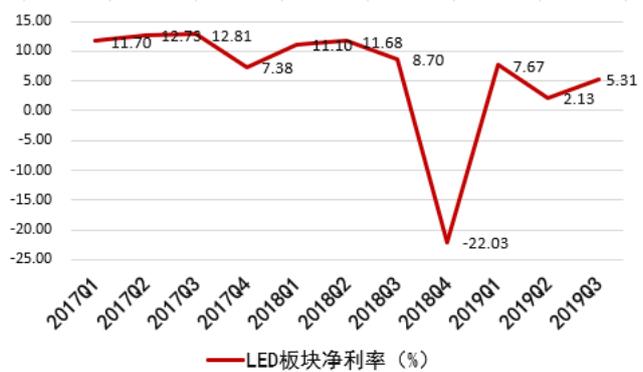
我们选取申万行业分类标准下电子行业下属三级子行业——申万 LED 指数作为研究样本，发现随着宏观经济增速放缓以及国际贸易环境持续震荡影响，LED 行业整体增速开始放缓，需求增量逐渐减少，产能过剩问题开始显现，板块毛利率、净利率等反映盈利能力的指标自 17Q4 以来持续下滑，行业进入下行周期。

图 12：2016Q1-2019Q3 LED 板块毛利率



资料来源：Wind，东莞证券研究所

图 13：2016Q1-2019Q3 LED 板块净利率

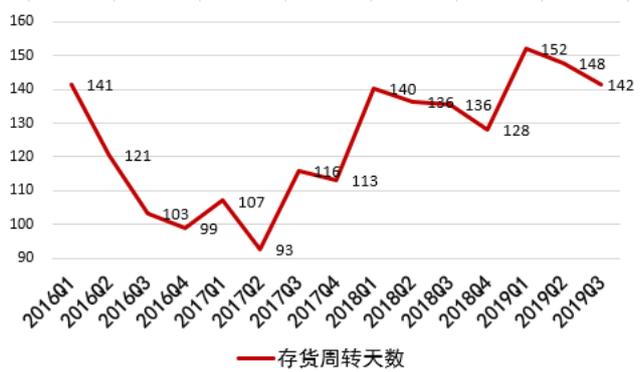


资料来源：Wind，东莞证券研究所

从行业库存水位和存货周转情况来看，LED 板块存货水位自 17Q3 开始迅速走高，并于 18Q3 达到顶峰，在 19 年前三季度基本保持平稳，但仍处于较高水平；存货周转天数自

17Q3 进入上行通道，19Q1 行业平均周转天数超过 150 天。随着 LED 产业链厂商纷纷调整稼动率，行业库存水位和存货周转情况有望改善。

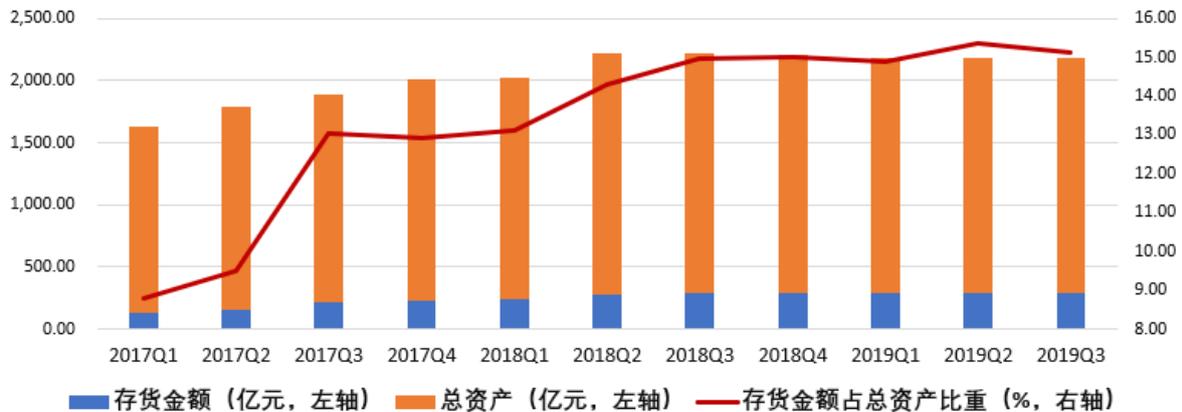
图 14：2016Q1-2019Q3LED 板块存货/营业收入 (TTM) 图 15：2016Q1-2019Q3LED 板块存货周转天数



资料来源：Wind，东莞证券研究所

资料来源：Wind，东莞证券研究所

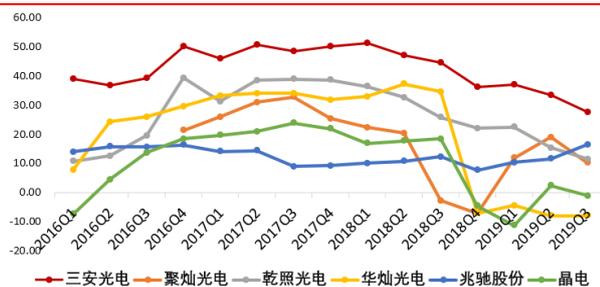
图 16：2017Q1-2019Q3 LED 板块存货金额占总资产比重



数据来源：wind，东莞证券研究所

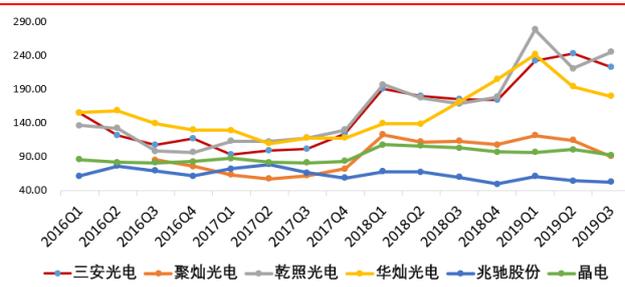
**LED 上游芯片企业：**LED 芯片于 17Q4 开始供需失衡，行业进入下行周期。主要 LED 芯片价格下跌拖累国内芯片厂商毛利水平，主要芯片企业毛利率持续下跌。与此同时，龙头企业和新进入者持续扩产导致库存高企，板块存货周转天数提高。

图 17：2016Q1-2019Q3LED 芯片企业毛利率 (%)



资料来源：Wind，东莞证券研究所

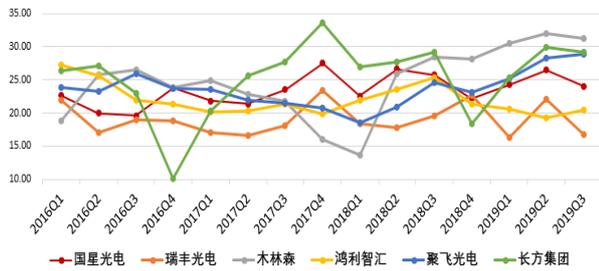
图 18：2016Q1-2019Q3LED 芯片企业存货周转天数 (%)



资料来源：Wind，东莞证券研究所

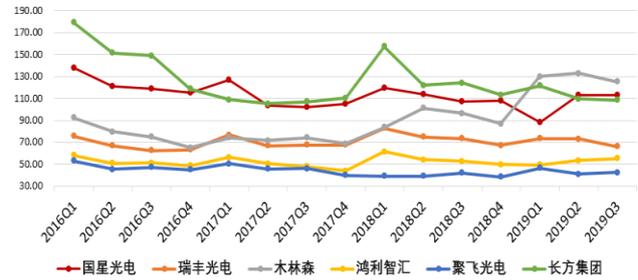
**LED 中游封测企业：**受上游芯片降价和下游小间距产品景气度较高的影响，LED 中游的封测企业供需格局较好，企业盈利能力和存货周转情况维持在正常水平。小间距 LED、显示屏等细分领域的 LED 封装相比照明 LED 具备较高的技术门槛，行业集中度较高，因此国内领导厂商如国星、聚飞等在行业下行周期仍维持不错的毛利水平。

图 19：2016Q1-2019Q3LED 封测企业毛利率（%）



资料来源：Wind，东莞证券研究所

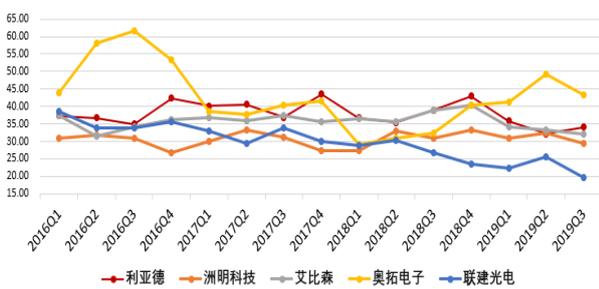
图 20：2016Q1-2019Q3LED 封装企业存货周转天数（%）



资料来源：Wind，东莞证券研究所

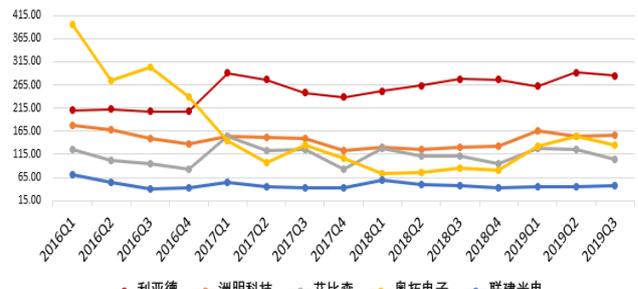
**LED 下游应用企业：**由于小间距 LED 从 2016 年开始爆发，在室内专用显示领域实现对 DLP 和 LCD 显示屏的逐步替代，行业龙头厂商加大前沿技术研发和产品创新，全面提升市场占有率和产品竞争力，因此在行业下行周期中毛利率和存货周转天数保持基本保持平稳。

图 21：2016Q1-2019Q3LED 应用企业毛利率（%）



资料来源：Wind，东莞证券研究所

图 22：2016Q1-2019Q3LED 应用企业存货周转天数（%）



资料来源：Wind，东莞证券研究所

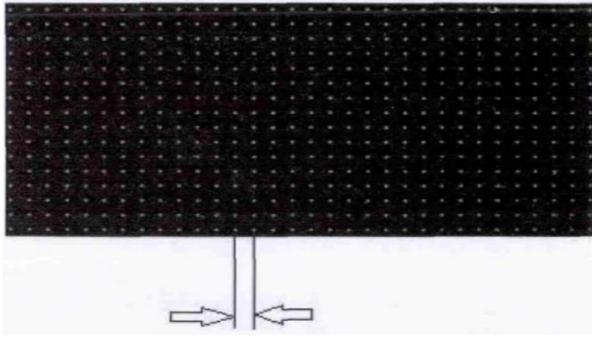
## 2. 小间距 LED 持续景气，Mini、Micro LED 蓄势待发

### 2.1 小间距 LED 持续高景气，成本下降驱动产品快速渗透

LED 显示行业一般采用间距来对产品规格定义，LED 显示屏的间距指两枚相邻 LED 灯珠中心点之间的距离，如 P8 指 LED 像素点之间的距离为 8mm，P10 指像素点间距离为 10mm。灯珠尺寸和灯珠之间的距离越小，LED 显示屏像素密度（PPI）越高，因此灯珠尺寸和相邻灯珠间距直接决定 LED 显示屏在单位面积下的分辨率和成像效果。

图 23：LED 芯片灯珠间距

图 24：单色 LED 屏通常点间距较大



资料来源：LEDinside，东莞证券研究所

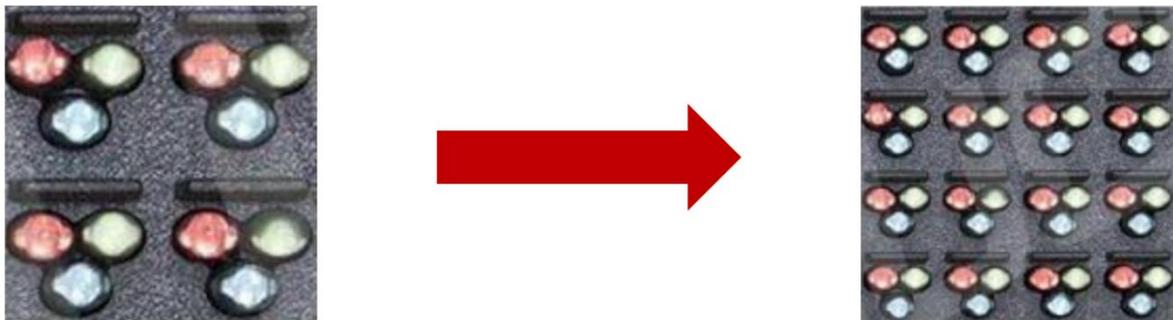


资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

**LED 灯珠间距不断缩小，显示效果更加细腻。**在 LED 发展早期，由于 LED 灯珠间距较大，PPI 较低，因此 LED 显示屏成像细腻程度不高，多采用单基色、双基色或全彩显示文字或图像，多用于中低端领域。由于观众在距离较远时对于显示屏分辨率要求较低，因此早期 LED 显示应用场景以户外显示为主，适合受众距离较远时观看。

要提高 LED 显示屏像素密度，可通过缩小 LED 灯珠尺寸和灯珠间距来实现，从而实现更加细腻的显示效果。更高像素密度意味着同等显示面积下 LED 显示屏能容纳更多数量灯珠，灯珠数量增多推动 LED 显示屏生产成本提高，且灯珠尺寸和灯珠间距缩小对 LED 显示生产工艺提出了更高要求。

图 25：LED 灯珠间距缩小，像素密度提升



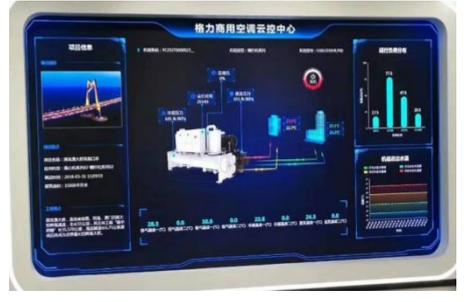
数据来源：电子发烧友，东莞证券研究所

**小间距 LED 性能优势明显，形成对 LCD、DLP 技术的替代趋势。**小间距 LED 指相邻灯珠点间距在 2.5 毫米以下的 LED 背光源或显示产品。相比传统背光源，小间距 LED 背光源发光波长更加集中，响应速度更快，寿命更长，系统光损失能够从传统背光源显示的 85% 降低至 5%；相比传统 LED 显示期间，小间距 LED 通过缩小灯珠尺寸实现更高分辨率，在亮度、对比度、分辨率和色彩饱和度等方面具有优势，且具有无缝和长寿命等特点。小间距 LED 可以做到无视觉拼缝和无限延展，且在亮度、色彩和可靠性等方面逐年提升。近年来，小间距 LED 开始从室外显示向室内进军，形成对液晶拼接屏（LCD）和传统数字光处理投影技术（DLP）的替代趋势。

图 26：DLP 拼接屏

图 27：LCD 拼接屏

图 28：小间距 LED 显示屏



资料来源：百度图片，东莞证券研究所

资料来源：百度图片，东莞证券研究所

资料来源：百度图片，东莞证券研究所

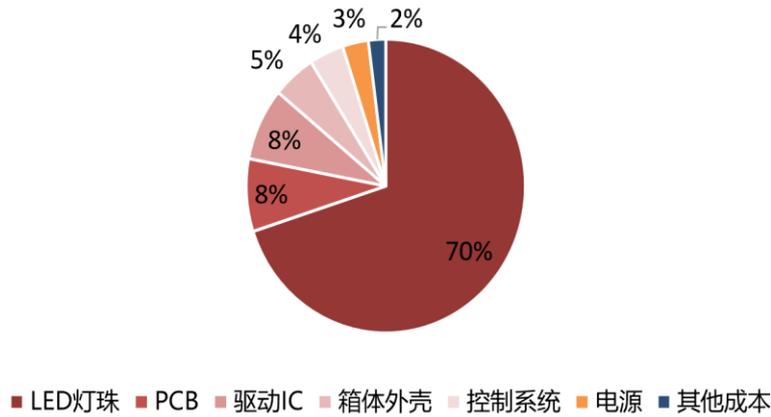
表 1：主流大屏显示技术对比

项目	DLP 拼接墙	LCD 拼接墙	小间距 LED
显示原理	光源投影	背光源投影+液晶成像	自发光
物理拼缝	≤0.5mm	最小约为 3.5mm	整屏无拼缝
亮度	LED 光源，一般中间≤500cd/m <sup>2</sup> ，四角≤250-300cd/m <sup>2</sup> ，激光光源产品亮度较高	一般为 200-2000cd/m <sup>2</sup>	P1.2 到 P2.0 级别的小间距 LED 显示屏亮度基本在 1000-1600 流明之间
均匀性与一致性	长期使用，单元间亮度与色彩衰减不一致，需专业人员重新调试	长期使用，单元间亮度与色彩衰减不一致且不可恢复	亮度、色度逐点可调，整屏均匀一致
色彩饱和度	通常较低	92%左右（DID 屏）	一般≥97%
可视角（H/V）	主流为 120° /80°	主流为 178° /178°	主流为 140° /140°
分辨率	大致有三种：1024*768，1400*1050，1920*1080	主流为 1080P，最高可达 4K	最高可达 4K
灰度等级	12bits	8bits	16bits
刷新频率	小于 120Hz	小于 120Hz	960-3840Hz
功耗	主流 LED 光源产品及新型的激光光源产品均较为节能	节能环保	节能环保
使用寿命	一般 6000-6 万小时	平均 6 万小时	平均 10 万小时
使用成本	较高	80 寸以下成本较低 80 寸以上价格较高	一般
应用灵活性	箱体体积较大，较难实现与触摸、4K、裸眼 3D 等技术的结合	拼接单元轻薄，可与触摸、4K、裸眼 3D 等技术结合；能够实现异形拼接	屏体体积相对较小，可与触摸、4K、裸眼 3D 等技术结合；具有弧形变形能力，可定制，可更好的发挥创意设计

资料来源：LEDinside，东莞证券研究所

**成本下降驱动小间距 LED 产品快速渗透。**小间距 LED 相比传统背光源、传统 LED 显示屏性能优势明显，近年来从室外走向室内，取得快速发展。早在 2010 年，小间距 LED 显示技术就取得了较大突破，但直到 2015 年市场规模才开始快速增长。我们认为上游 LED 芯片价格下降和中游封装技术成熟是小间距 LED 快速渗透的主要原因。灯珠成本约占 LED 显示屏成本的 50%-70%，而小间距 LED 屏灯珠间距较小，同样面积容纳灯珠数量更多，灯珠成本占比达到 70%，因此灯珠价格直接决定小间距 LED 的整体成本。

图 29：小间距 LED 屏成本构成

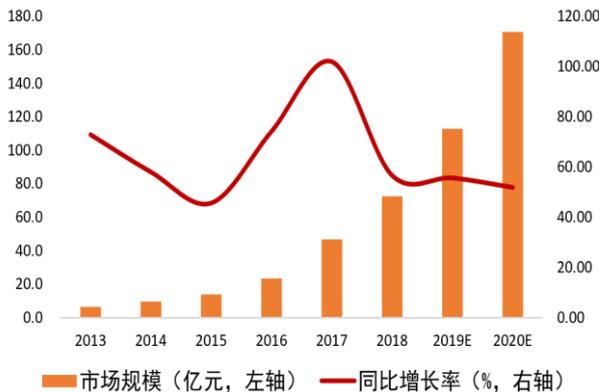


数据来源：奥维云网，东莞证券研究所

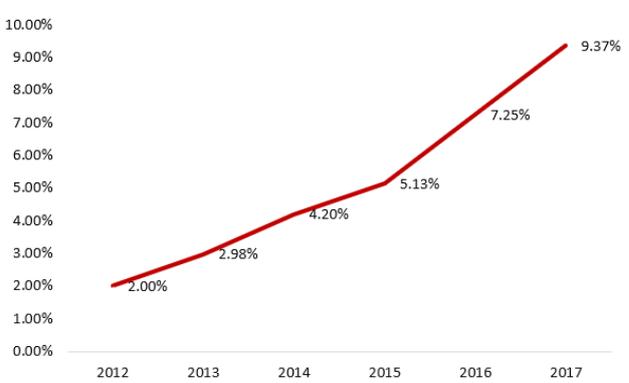
2015 年以来，MOCVD 国产化率迅速提高，LED 芯片产能快速释放，而 LED 芯片约占 LED 灯珠生产成本 30%-40%，芯片价格下降有效降低了 LED 灯珠价格，推动小间距 LED 快速渗透；此外，中游封装厂商技术成熟和产业转移带来的规模效应也带来 LED 灯珠成本下降，叠加大陆企业在供给侧的持续推动，小间距 LED 品类不断增多，从平均 10mm 向 2mm 以下进发，主要包括 P2.5、P2.0、P1.9、P1.6 和 P1.2 等型号，并开始与 DLP 和 LCD 竞争室内显示市场。

从现有产品布局来看，小间距 LED 各产品处于全面、高速发展的态势，目前已形成 P1.2 主导高端市场、P1.5 主打性能、P1.8 主导价格的市场格局。成本下降和厂商降价使得 P1.8 级别的产品迅速下沉，成为三四线城市都可接受的“超经济型大屏技术”，应用领域持续深化，应用场景不断拓宽。中商产业研究院指出，2013-2017 年我国小间距 LED 市场规模从 5.7 亿元增长至 46.0 亿元，预计 2020 年将达到 170 亿元，2013-2020 年复合增长率为 62.43%。

图 30：2013-2020 年国内小间距 LED 市场规模及增速 图 31：2012-2017 国内小间距 LED 市场占比逐年提高



资料来源：中国产业信息网，东莞证券研究所

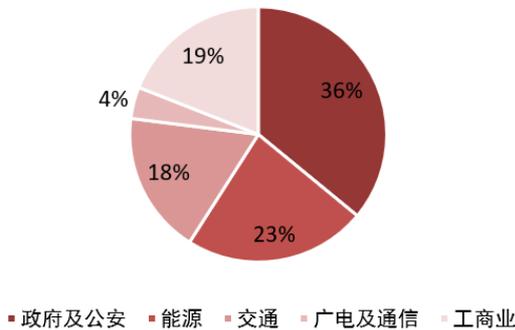


资料来源：中国产业信息网，东莞证券研究所

从专显市场向商用、民用市场扩张，小间距 LED 潜在市场空间巨大。近年来小间距 LED 取得快速发展，但由于成本和技术问题，目前主要应用于政府、公安、交通、能源和电视演播等专业显示领域，这些下游行业对显示屏价格不太敏感，但对成像质量要求相对较高，因此成为小间距 LED 首先打开的下游应用领域。随着显示技术持续精进和生产成

本的不断下降，小间距 LED 在会议室、教育、商场以及电影院等商用显示市场迎来爆发，渗透率迅速提升，未来将步入数千亿市场规模的高端民用市场，再次打开向上成长空间。

图 32：小间距 LED 客户行业分布（2018 年）



资料来源：智研咨询，东莞证券研究所

图 33：小间距 LED 从专显市场向商用、民用市场发展



资料来源：公开资料整理，东莞证券研究所

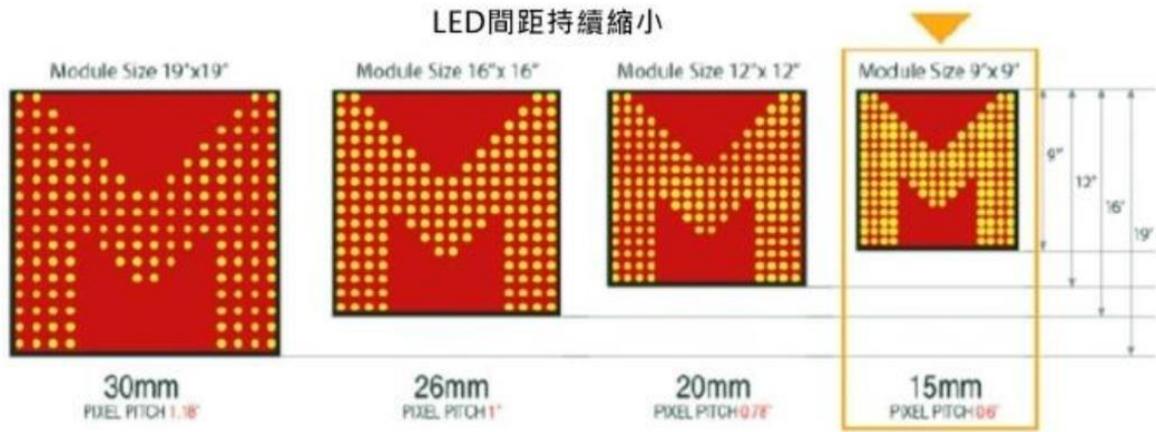
**海外需求升温，小间距 LED 进军国外市场。**由于外企对产品成熟度和稳定性要求较高，小间距 LED 海外推进进度晚于国内 1-2 年，但从 2018 年开始海外小间距需求已经提速，且以高端显示需求为主，预计未来将维持较高增速。而我国 LED 产业在全球处于领先地位，2018 年全球排名前 8 的 LED 厂商中有 7 家来自中国，前八厂商占据全球 50.2% 市场份额。由于国内 LED 厂商具备较高市场地位和产业支配权，未来业绩有望随着海外小间距市场回暖而获得较大成长空间。

## 2.2 从小间距向更小间距进发，Mini、Micro LED 为未来发展方向

**“超高清”显示时代来临，背光升级拉动 LED 需求。**2019 年初，工业和信息化部、国家广播电视总局和中央广播电视总台三部委联合印发《超高清视频产业发展行动计划（2019-2022）》，按照“4K 先行、兼顾 8K”的总体技术路线，大力推进超高清视频产业发展和相关领域的应用。4K 和 8K 电视对高动态范围（HDR）、高色域、高对比度、高光效、高分辨率提出了新的要求，因此发展新型的 LED 背光源技术和产品意义重大。应用新型的荧光材料（如窄发光谱荧光粉、量子点）和新型封装技术实现高清电视高色域需求，同时应用背光源的 HDR 或局部调光技术，实现高对比度的需求，具有广阔的发展前景。到 2020 年，预计符合要求的 4K 电视终端销量占电视总销量的比例将超过 40%；到 2022 年 4K 电视在全球渗透率到 70% 以上，对应 1.75 亿台 4K 电视销量，而 8K 电视终端销量占电视总销量的比例将超过 5%。同时，液晶屏尺寸越大，背光模组所要求的 LED 器件数量也越多、尺寸也越大，从而对 LED 需求的拉动也越为明显。

**从“小间距”向“更小间距”进发，Mini/Micro LED 为 LED 未来发展方向。**回顾 LED 发展历程，传统 LED 的发展脉络具有渐进式特征，即市场多数品牌是从室外 LED 显示、大间距 LED 逐步过渡到小间距产品，进而进入到 P2.5 间距以下的小间距和微间距市场，并逐步在室内显示领域获得更为广阔的应用，灯珠间距不断缩小，显示效果持续提升。

图 34：LED 间距持续缩小



数据来源：高工 LED，东莞证券研究所

小间距 LED 从 2016 年以来快速发展，已成为现阶段 LED 显示增长主力。目前 LED 小间距显示技术、工艺和产业链配套已较为成熟，成本价格不断下降，已成功打开室内显示的广阔空间。但是小间距 LED 仍然存在物理上的技术限制，因此更小间距的 Mini/Micro LED 开始映入大众眼帘。

图 35：LED 显示技术升级趋势



数据来源：LEDinside，东莞证券研究所

从本质上来说，Mini LED 和 Micro LED 与传统小间距 LED 相似，都是基于微小的 LED 晶体颗粒作为像素发光点，区别在于相邻灯珠点间距和芯片尺寸不同。Micro LED 要求相邻灯珠点间距小于 0.1mm (P0.1)，且芯片尺寸一般小于 50 μm，像素单元被高密度集成在一个芯片上；Mini LED 点间距介于 0.1mm (P0.1) 至 1.0mm (P1.0) 之间，芯片尺寸介于 50-200 μm，而小间距 LED 芯片尺寸则大于 200 μm。由此可见，Mini LED 和 Micro LED 在小间距 LED 的基础上进一步缩小了灯珠间距和芯片尺寸，是小间距 LED 显示进一步精细化的结构，被认为是未来显示技术的主流趋势和发展方向。

表 2：小间距 LED、Mini LED、Micro LED 对比

比较项目	小间距 LED	Mini LED	Micro LED
晶片尺寸	>200 μm	50-200 μm	<50 μm
有无封装	有	均可	无
光源	自发光	自发光；背光源	自发光
终端应用	工程、商用显示器	商用显示器、消费性电子（背光）	商用显示器、消费性电子（AR、VR）
应用尺寸	大于 100 英寸	5 英寸以上	大于 1.5 英寸
驱动方式	驱动 IC	驱动 IC、TFT 基板	TFT 基板、CMOS

资料来源：LEDinside，东莞证券研究所

由于芯片尺寸存在差异，各 LED 显示技术应用领域也有所不同。一般情况下，更小的像素间距意味着更近的观看距离，传统 LED 显示以照明和显示器背光模块为主；传统小间

距 LED 通常应用于大尺寸且对画质要求一般的显示场景；Mini LED 既可作为背光源应用于大尺寸显示屏、智能手机、车用面板以及电竞型笔记本等产品，也可以 RGB 三色 LED 芯片实现自发光显示；而 Micro LED 具备极小间距、高对比度和高刷新率，适用于智能手表、AR、VR 等近距离观看的智能穿戴领域，目前苹果、三星等消费电子巨头已开始相关技术投入，未来有望实现产业化。

表 3：小间距 LED、Mini LED、Micro LED 适用场景对比

产品类型	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
Micro LED	<0.08	>300	人眼不可分辨	消费电子
	0.1	254	0.34	(手机、可穿戴产品)
	0.2	130	0.7	
Mini LED	0.5	50	1.7	LED 电视
	0.7	36	2.4	
	0.9	27	3.1	
小间距 LED	1.0	25	3.4	室内，距离 3-6 米
	1.2	21	4.1	
	1.5	17	5.2	
	2.0	13	6.9	
	2.5	10	8.6	

资料来源：国星光电官网，东莞证券研究所

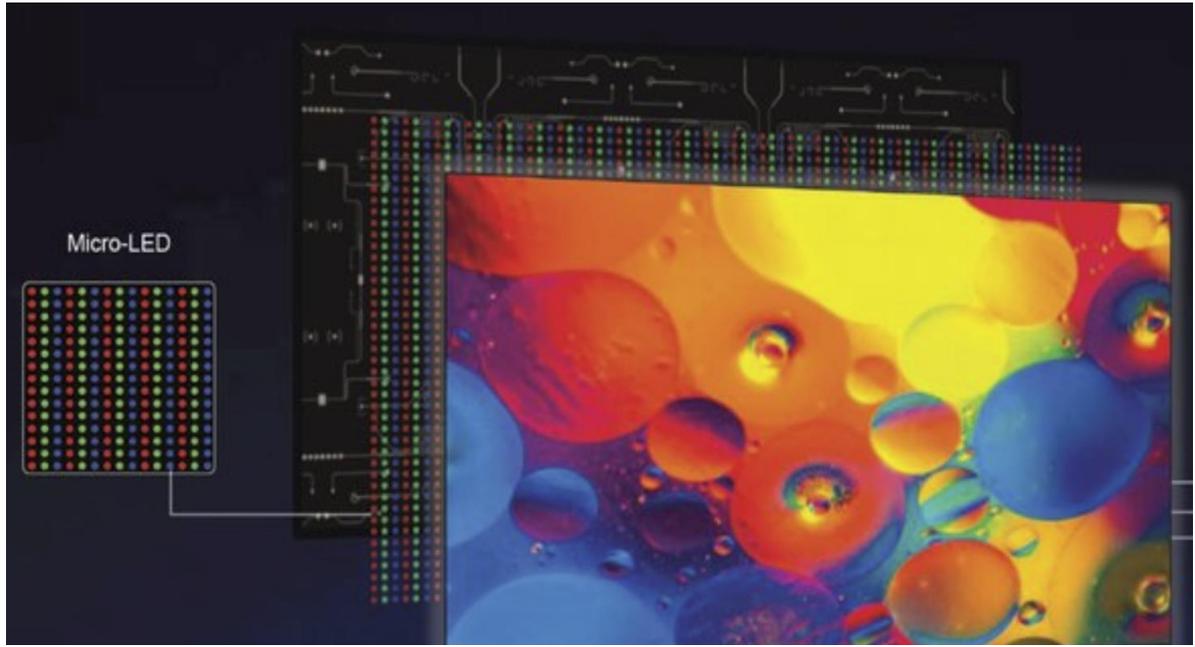
### 3. Micro LED 前景光明，但现阶段仍面临量产瓶颈

#### 3.1 Micro LED 显示性能优异，但面临技术和成本瓶颈

Micro LED 技术，即 LED 微缩化和矩阵化技术，指在一个芯片上集成高密度微小尺寸的 LED 阵列，是将 LED 进行薄膜化、微缩化和矩阵化的结果。Micro LED 一般要求芯片尺寸小于 50  $\mu\text{m}$ ，可实现每个图元单独定址和单独驱动发光。从显示效果上看，Micro LED 继承了无机 LED 高效率、高亮度、高可靠度以及反应时间快等优点，又具有自发光无需背光源的特性，具备体积小、轻薄的特点，可轻易实现节能的效果。

与传统 LED 显示屏相比，MicroLED 具有两大特征，一是微缩化，其像素大小和像素间距从毫米级降低至微米级；二是矩阵化和集成化，其器件结构包括 CMOS 工艺制备的 LED 显示驱动电路和 LED 矩阵阵列。

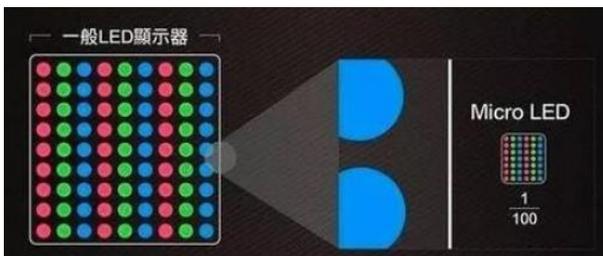
图 36: Micro LED 示意图



数据来源：电子发烧友，东莞证券研究所

相比目前主流显示技术 LCD 和 OLED，Micro LED 显示拥有显示亮度高、可视角度大、使用寿命长、响应时间短和低功耗等诸多优势，因此发展前景被行业普遍认可，甚至被认为是颠覆产业的新一代显示技术。从目前发展情况看，Micro LED 技术虽然优势明显，但目前仍面临巨大的技术和成本瓶颈，在一些关键技术（如微缩制程和巨量转移）上仍有待突破，因此短期难以实现量产和规模化应用。

图 37: Micro LED 实现了芯片微缩化



资料来源：高工 LED，东莞证券研究所

图 38: TFT-LCD、OLED、Micro LED 显示原理对比



资料来源：高工 LED，东莞证券研究所

表 4: Micro LED 相比已有显示方案优势明显

显示技术	LCD	OLED	Micro LED
技术类型	背光/LED	自发光	自发光
对比率	5000: 1	∞	∞
亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	<3×10 <sup>3</sup> (全彩色) <1×10 <sup>4</sup> (绿色)	<5×10 <sup>2</sup> (全彩色) <1×10 <sup>3</sup> (绿色)	<1×10 <sup>2</sup> (全彩色) <1×10 <sup>7</sup> (蓝色/绿色)
发光效率	低	中等	高
对比度	低	高	高
响应时间	毫秒 (ms) 级别	微秒 (μm) 级别	纳秒 (ns) 级别
寿命	中等	长	长

表 4: Micro LED 相比已有显示方案优势明显

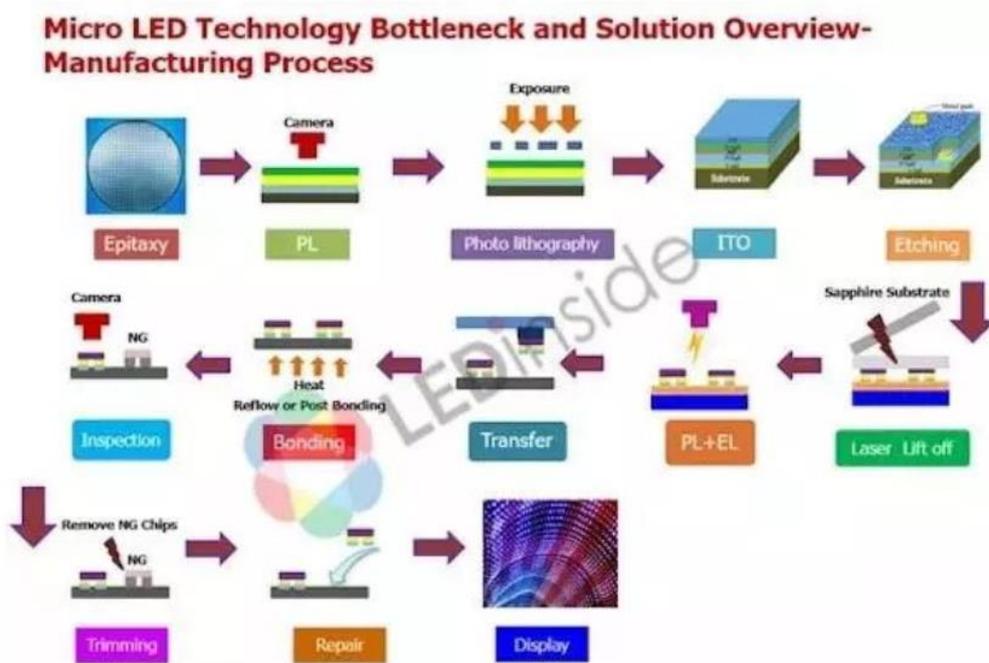
显示技术	LCD	OLED	Micro LED
柔性程度	低	高	中等
耐震程度	低	高	中等
工作温度	摄氏-40~100 度	摄氏-30~85 度	摄氏-100~120 度
成本	低	中等	高
功耗	高	中等	低
可视角度	中等	中等	宽
PPI (可穿戴)	最高 250ppi	最高 300ppi	1500ppi 以上
PPI (虚拟现实)	最高 500ppi	最高 600ppi	1500ppi 以上
产业成熟度	高	中等	低

资料来源: OFweek, 东莞证券研究所

### 3.2 巨量转移为 Micro LED 量产最大难题

生产流程: Micro LED 的生产工艺流程是在氮化硅或氮化镓外延片上将 LED 晶粒阵列化和微缩化, 使其尺寸达到 50 μm 以下; 然后将微缩化后的 LED 芯片批量转移至 TFT 或 CMOS 电路基板上 (巨量转移), 形成超小间距 LED; 最后利用物理沉积法进行保护与上电极, 完成上基板的封装, 即可完成 Micro LED 的制作。

图 39: Micro LED 生产工艺流程



数据来源: 集邦咨询, 东莞证券研究所

作为新一代显示产品, Micro LED 未来主要在 LCD 与 OLED 的现有市场展开应用, 目前各企业规划方向包括 AR/VR、智能手表、智能手机、汽车仪表与与中控、大尺寸和超大尺寸电视等。但在目前阶段, Micro LED 在制造工艺和技术上仍存在瓶颈, 在巨量转移、像素光源和超高密度封装等环节仍有待突破, 因此目前仍未实现大规模量产, 技术不成熟和成本高企也极大影响了该项技术的落地进程。

**巨量转移成为 Micro LED 技术突破的关键。**目前制约 Micro LED 的技术瓶颈主要有三个，一是巨量转移，即如何将 Micro LED 芯片批量式转移至 TFT 电路基板上，并按照微米级周期组装构成高密度级二维阵列结构，二是三基色 Micro LED 的像素光源问题；三是 Micro LED 的封装问题，由于三基色 Micro LED 的像素组装尺寸微米化受限，难以实现超高密度封装。目前业界普遍认为巨量转移是 Micro LED 生产工艺中面临的<sup>最大障碍</sup>，如何综合良率和效率，将数以万计的 LED 芯片转移至 TFT 基板上，是 Micro LED 制备中面临的<sup>最大拦路虎</sup>。

目前 Micro LED 的巨量转移主要有物理转移和化学转移两种方法。其中物理转移方法主要包括以 LuxVue 为代表的静电吸附转移技术；而化学转移方法主要包括以 X-Celeprint 为代表的微转移打印技术（ $\mu$ TP 技术）。

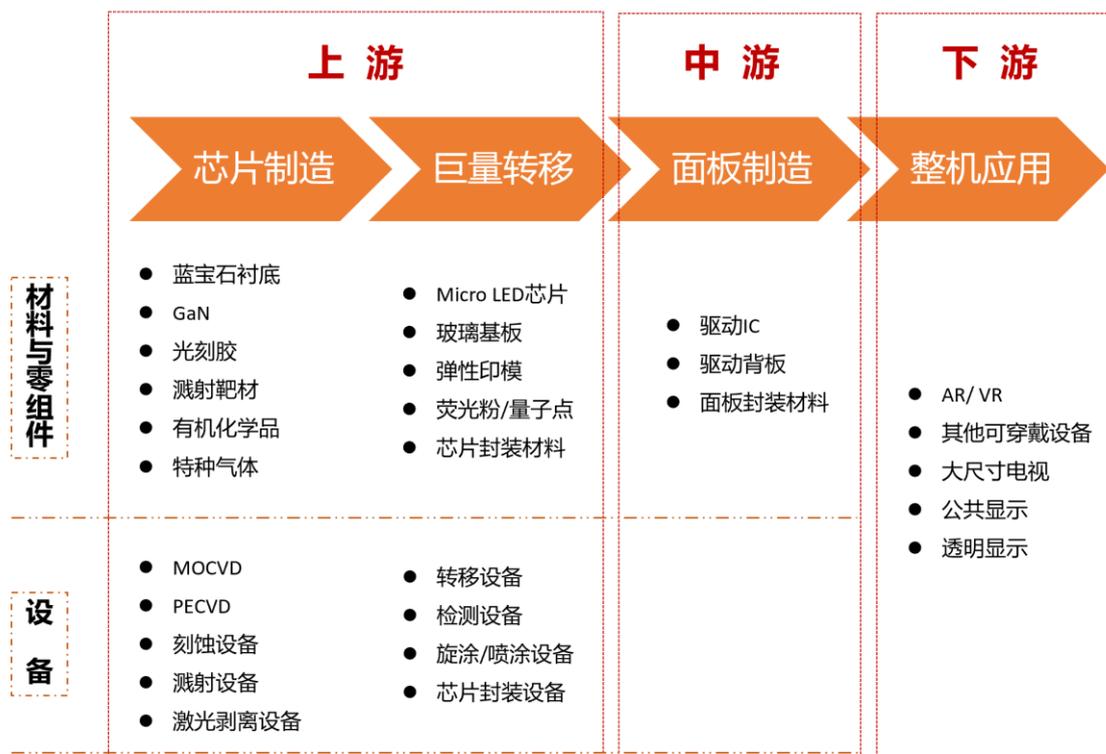
表 5: Micro LED 两种主要巨量转移技术比较

转移技术	静电吸附转移			
基本原理	利用静电作用力，将 Micro LED 芯片吸附到基板上。	使用弹性印模（stamp）结合高精度运动控制打印头，通过控制打印头速度调整弹性印模和被转移 Micro LED 芯片间的范德瓦尔斯黏附力，有选择地拾取 Micro LED 芯片并将其打印到目标基板上。		
转移过程	第一步	拾取：构造类似介电层两侧硅电极的转移头平台，使两边硅电极带相反电荷，利用静电力实现目标 Micro LED 芯片拾取；	第一步	移除晶圆电路下的牺牲层（一般为硅晶圆氧化层）；
	第二步	分隔：将显示器基板分隔为多个带电荷的安装孔室，当拾取后的 Micro LED 芯片悬浮液流经孔室上方时，带相反电荷且数量可控的发光组件被孔室捕获，以便于后续装配；	第二步	采用与晶圆晶圆 ixiangpipei 的微结构弹性印模拾取 Micro LED 芯片，控制打印头快速移动，增加印头与芯片间的粘附力，使芯片脱离源基板；
	第三步	装配：使安装孔室装载侧表面带点，吸引安装孔室内的 Micro LED 芯片匹配		
	第四步	修补：利用紫外线探测装配缺陷，控制静电吸附机械臂，取出机械芯片并填入正常芯片。	第三步	降低打印头移动速度，印头与芯片间的粘附力几乎几乎消失，芯片脱离印模，转移到目标基板上。
代表公司	LuxVue（2014 年被苹果收购）	X-Celeprint		

资料来源：赛迪智库，东莞证券研究所

从产业链环节角度看，Micro LED 产业链可大致分为上游的芯片制造和巨量转移、中游的面板制造和下游的整机应用 4 个部分。关键设备方面，除了有机金属化学气相沉积（MOCVD）、测试和封装设备外，还包括巨量转移设备。面板制造除 TFT 制程外，还包括巨量转移制程和微型化封装制程。

图 40: Micro LED 显示产业链环节



数据来源：赛迪智库，东莞证券研究所

各家厂商抓紧布局，产业化进程萌芽初现。早在 2012 年，索尼在 CES 上推出的“Crystal LED Display” 55 寸电视产品就采用了 Micro LED Display 技术，标志着 Micro LED 技术在消费电子领域开始应用；截至 2016 年，苹果已经收购了 4 家具有 Micro LED 专利的公司，再次引发市场关注。而在 2020 年 2 月举行的 ISE 2020 大会上，三星展示了其商用显示设备 The Wall 商业版，它是三星的 Micro LED 产品，尺寸达到 538 英寸，分辨率达到 8K，外形做到了几乎零边框；国内雷曼光电则推出了新一代基于 COB 技术的 0.6mm 间距的 Micro LED 显示屏，Micro LED 商用化进程萌芽初现。

图 41: 三星 The Wall 显示器商业版 (2020)



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

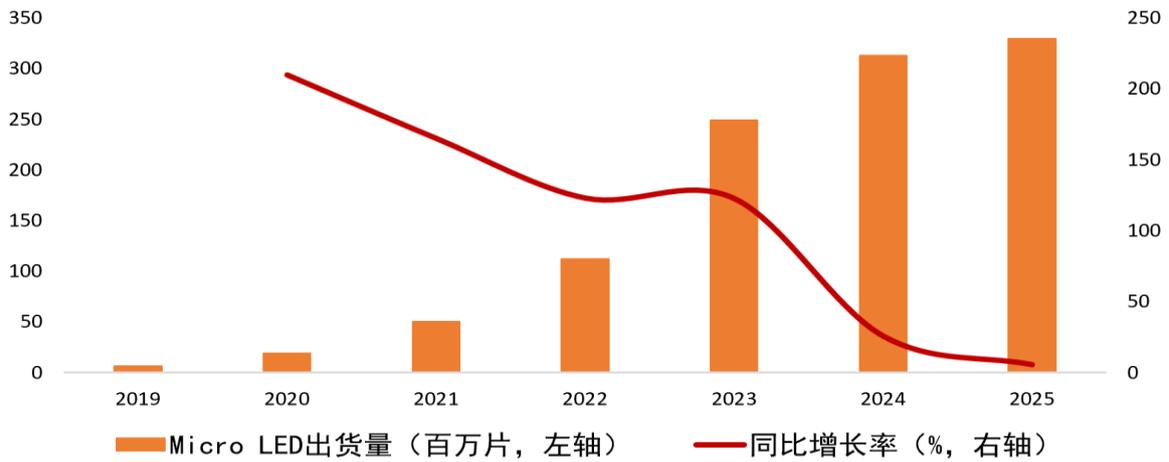
图 42: Micro LED 应用产品



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

**Micro LED 市场空间巨大，未来将实现快速增长。**根据 Yole 预测，全球 Micro LED 显示屏出货量将从 2019 年的约 610 万片增长至 2025 年的 3.29 亿片，年均复合增长率为 94.38%，显示市场规模将从 2019 年的 6 亿美元飙升至 2025 年的 205 亿美元，年均复合增长率高达 80.1%。LEDinside 也在 2019 年的报告中指出，Micro LED 各项功能性指标（PPI、亮度、功耗、薄度等）均表现优异，未来成长空间巨大，市场规模有望达到 300-400 亿美元。

图 43：全球 Micro LED 显示屏预计出货量



数据来源：Yole，东莞证券研究所

## 4. Mini LED 工艺日趋成熟，终端厂商引领行业发展

### 4.1 Mini LED 背光优势明显，生产工艺日趋成熟

Mini LED 又名“次毫米发光二极管”，最早由台湾晶电所提出，指晶粒尺寸在 50 微米至 200 微米的 LED。Mini LED 的灯珠间距和芯片尺寸介于小间距 LED 与 Micro LED 之间，也可认为是在传统 LED 背光基础上的改良版本。Mini LED 具有异型切割特性，搭配柔性基板可实现高曲面背光的形式，通过局部调光拥有更好的演色性，能够给液晶面板带来更为精细的 HDR 分区，厚度与 OLED 相近且更加节能。

与 Micro LED 相比，Mini LED 无需克服巨量转移的技术门槛，技术难度较低而生产良率更高，更容易实现量产，目前部分厂商已进入规模量产阶段。生产设备方面，Mini LED 可使用大部分传统 LED 生产设备进行生产，因此具有更高的经济性。

从应用角度看，Mini LED 目前拥有两种应用路径，一是取代传统 LED 作为液晶显示背光源，采用更加密集的灯珠间距改善背光效果；二是以自发光的形式实现 Mini RGB 显示，在小间距 LED 的基础上采用更加密集芯片分布，实现更细腻显示效果。由于 Mini LED 背光技术相对成熟，目前 Mini LED 的应用以 LCD 背光源为主，行业内厂商纷纷推进；而 Mini RGB 现阶段仍面临技术困难和成本问题，显示产品相对较少，主要为展示用品。

图 44：Mini LED 作为背光源

图 45：Mini LED 显示屏



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

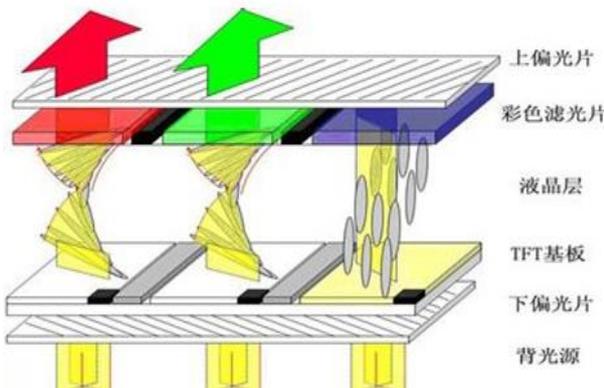


资料来源：洲明科技半年报，东莞证券研究所

**背光技术发展推动液晶显示效果持续提升。**液晶显示的基本原理为：在液晶显示屏通电时，屏幕内部的液晶分子排列变得有序，使得背光源发出的光线容易通过；不通电时，液晶显示屏排列变得混乱，阻止光线通过。背光透过液晶分子和彩色滤光片实现图案的彩色化显示。因此，背光源对 LCD 显示的对比度和色彩饱和度起到关键作用，LCD 显示技术的革新与背光源方案的持续演进密不可分。

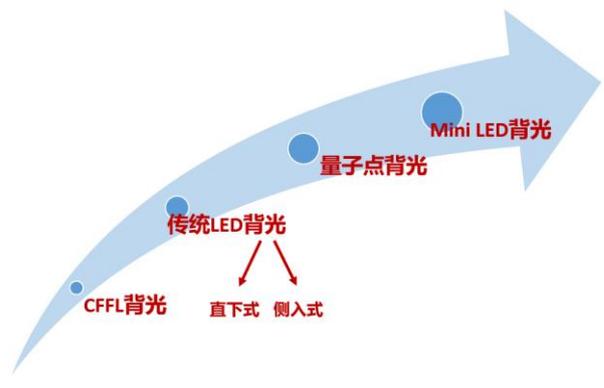
回顾 LCD 显示背光技术的发展历程，在技术和市场的双重驱动下，LCD 背光技术经历了从最初的 CCFL 背光到传统 LED 背光、量子点背光，再到 Mini LED 背光等技术节点。背光技术的不断发展推动液晶屏显示效果持续提升，让人们得以享受超高清视觉盛宴。

图 46：液晶显示器原理图



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

图 47：LCD 显示背光方案演进路线



资料来源：国星光电，东莞证券研究所

表 6：不同 LCD 背光方案对比

背光方案	原理	方案评价	发展现状
CCFL 背光	CCFL (冷阴极荧光灯) 背光源的物理构成是在玻璃管内封入 Ne+Ar 惰性混合气体，内含微量水银蒸汽。当在灯管两端加上高压电后，等管内电子高速撞击电极后产生二次电子发射，开始放电，管内水银或惰性气体受电子撞击后辐射出紫外光，产生的紫外光激发涂在管内壁上的荧光粉而产生可见光。	优点：成本低廉，制造工艺简单，技术成熟；显示亮度较高； 缺点：寿命短，老化速度快；功耗大，体积大；亮度均匀性低，色彩纯度低，色阶表现差	已逐步淡出市场

表 6：不同 LCD 背光方案对比

背光方案	原理	方案评价	发展现状
传统 LED 背光	采用低压直流电源驱动 LED 发光，分为侧入式和直下式	传统 LED 直下式背光：成本较低，可实现动态分区；较厚，能耗较高 传统 LED 侧入式背光：可实现薄型化，无动态分区	为目前液晶显示主流背光方案
量子点背光	具有独特的光电色域，通过蓝光 LED 搭配量子点技术，即可蝴蝶全光谱的光，进而大幅提升色域（目前可以实现 >110%NTSC），让液晶显示的色彩更加鲜明。	可实现宽色域，但是生产成本较高且具有轻微毒性	成本较高，仅少数厂商具备量产能力
Mini LED 背光	采用直下式背光方式，将传统 LED 晶粒尺寸缩小到 100 微米到 200 微米之间，大大提升背光源数量；配合 local dimming 控制，实现区域亮度调节，带来更好的视觉体验。	具有节能、轻薄化、广色域、超高对比度、精细动态分区等特征，可克服其他背光方式的缺点，但目前生产成本较高，主要用于高端显示器	生产技术逐步成熟，部分厂商开始量产

资料来源：互联网资料整理，东莞证券研究所

Mini LED 背光将已经成熟的 LCD 技术与 LED 相结合，大大缩短了产品的推出周期，因此在背光应用领域首先形成突破。采用 Mini LED 背光技术的 LCD 显示屏，在显示亮度、对比度、色彩还原能力和 HDR 性能等方面优于传统 LED 背光方案，相比 OLED 显示则在成本和寿命方面具有优势，因此在大尺寸电视、笔记本电脑、车用面板和户外显示屏等领域具有广阔的应用空间。

表 7：Mini LED 背光显示器与传统液晶显示器、OLED 显示器的比较

项目	传统液晶显示器	OLED 显示器	Mini LED 背光显示器
光源	LED 背光	自发光	Mini LED 背光
LED 芯片尺寸	>300 $\mu\text{m}$	不需要	50-200 $\mu\text{m}$
制程特色	使用现有设备，成本较低	重新投入资本支出，成本较高	在现有 LED 设备基础上升级，成本增加不多
与 LCD 关系	使用 LCD，背光源使用传统 LED	替代关系，不需要 LCD 及 LED 背光	使用 LCD，背光源替换成 Mini LED
LED 使用数量	较少，视面板面积和尺寸与厚度而定	无需 LED	较多，视面板尺寸与区域控制数量而定
HDR 效果	低~中	高	中~高
成本	较低	较高	中等

资料来源：Trendforce，东莞证券研究所

## 4.2 终端厂商积极推进，Mini LED 放量在即

终端厂家陆续推出 Mini LED 新品，Mini LED 爆发在即。由于 Mini LED 作为背光源能够利用已有的 LCD 技术基础，可在传统 LED 设备上升级，结合已经成熟的 RGB LED 技术，相比传统 LED 具备超高对比度、超薄厚度和可挠可卷的特性，相比 OLED 在对比度、寿命能耗和制作成本等方面存在优势，因此终端厂商纷纷布局。2019 年以来，以苹

果、TCL 集团、微星等为代表的终端厂商先后推出采用 Mini LED 背光方案的终端产品，持续引爆市场关注度。

**苹果：**苹果在 2019 年 6 月发布的 Pro Display XDR 显示器采用了类 Mini LED 技术，该显示器搭载 32 寸 LCD 面板，内部继承了 36 万颗 Mini LED 器件，分辨率达到 6016\*3283，而增强的 HDR 功能使其能够显现出更高亮度和更高对比度（1000nits 亮度，1600nits 峰值亮度，100 万：1 动态对比度），显示效果在业内保持领先。据称苹果正计划推出推出 Mini LED 背光的 iPad Pro 和 MacBook，对 Mini LED 可望产生推波助澜的效果。

**终端 TV、显示面板厂商：**2019 年以来，以京东方、TCL 和海信为代表的显示面板或终端 TV 巨头纷纷推出 Mini LED 电视及其相关解决方案。其中，TCL 是全球首家尝试将 Mini LED 技术应用于电视上的尝试，它于 2019 年 10 月推出的基于 Mini LED 的 65 寸 4K 电视售价 14000 元，价格远低于同等尺寸的 OLED 电视，却能实现与 OLED 电视接近的显示效果，具备性价比优势；在 2020 年 CES 上，TCL 发布了全球首款 8K Mini LED 电视，搭载了名为 Vidrian 的 Mini LED 技术，在保持电视轻薄的前提下，还拥有比 OLED 更高的亮度，在色域、高对比度和动态范围以及 HDR 效果上均有不错表现。

图 48：苹果推出的 6K Pro Display XDR 显示器



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

图 49：TCL 8K Mini LED 背光电视



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

**笔记本厂商：**微星、华硕首发 Mini LED 屏笔记本电脑，其他 PC 厂商有望跟进。在 2020 年 1 月的 CES2020 上，微星推出全球首款搭载 Mini LED 显示屏的电脑 Creator 17，该电脑覆盖 100% DCI-P3 色域，支持 HDR，且峰值亮度超过 1000nits，它拥有 240 个局部调光控制区域，理论上避免了漏光和背光不均的现象；此外，华硕推出的“超神 X”成为全球第二款搭载 Mini LED 显示屏的笔记本电脑，该电脑搭载通过 VESA HDR1000 认证的 17.3 英寸屏幕，实现 4K 分辨率且厚度仅为 3.5mm。微星、华硕相继推出搭载 Mini LED 背光方案的电竞笔记本代表笔记本 Mini LED 进入商用时代，实现 Mini LED 应用领域从电视到个人 PC 的扩大，其他笔记本电脑厂商有望跟进。

图 50：微星 Creator 17

图 51：华硕超神 X



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所



资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

## 5. 产业链大力推进，Mini LED 发展步入快车道

作为从小间距 LED 向 Micro LED 演进的过渡形态,Mini LED 生产工艺相对成熟,在 Micro LED 存在技术瓶颈无法快速发展的情况下,Mini LED 成为各 LED 企业的发展突破口。各家 LED 企业纷纷布局 Mini LED,推动 Mini LED 实现强势崛起。从应用领域看,Mini LED 的应用仍以作为背光显示为主,目前全球主流厂商基本完成了 Mini LED 完成 Mini LED 背光研发进程,进入小批量试样或大批量供货阶段,如上游 LED 芯片厂商三安、华灿、晶电等,中游封装厂的国星、瑞丰、晶台等;下游面板厂的群创、友达、京东方、华星等,LED 显示屏厂商利亚德、洲明、奥拓电子等。

表 8: Mini LED 产业链布局

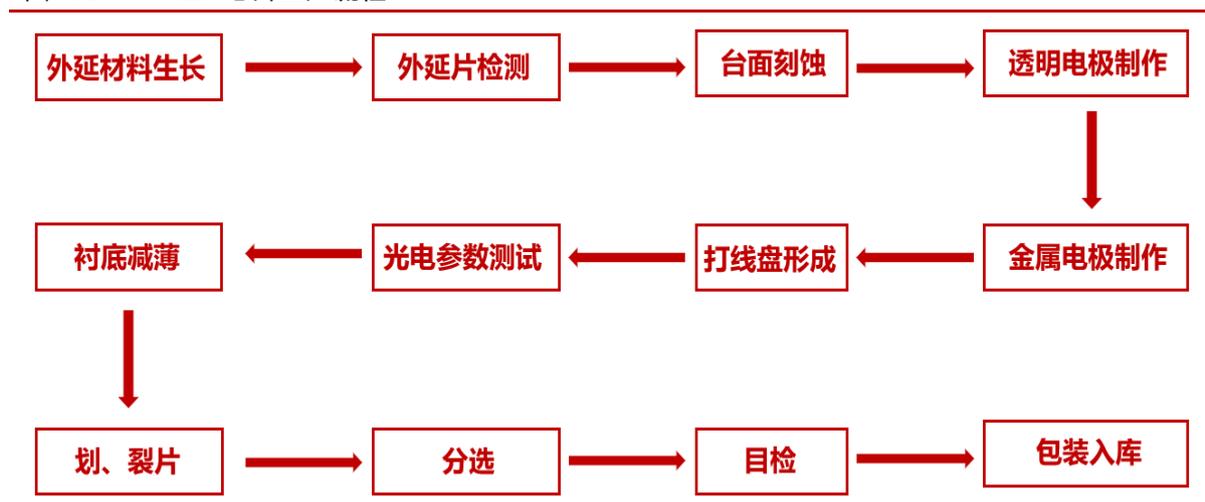
LED 芯片	LED 封装	固晶机	面板厂	LED 屏厂	驱动 IC	品牌厂
三安	国星	K&S	群创	利亚德	聚积	TCL
华灿	瑞丰	ASM	友达	洲明	联咏	康佳
晶电	鸿利		京东方	奥拓	立铸	海信
隆达	隆达		华星			
乾照	聚飞		深天马			
	晶台					

资料来源：OFweek，东莞证券研究所

### 5.1 上游：芯片技术趋于成熟，厂家大幅量产在即

Mini LED 芯片工艺日趋成熟,上游厂商积极扩产。Mini LED 背光由于芯片数量消耗较大,调光区域较为精细等原因导致生产成本相较传统 LCD 更高,因此目前主要用于 8K 超高清液晶电视、高端电竞笔记本电脑和超高清显示器等高端显示产品。虽然 Mini LED 芯片在生产线的线宽精度和芯片小型化等环节具备一定难度,导致产品附加值高于中低端芯片产品,但目前技术储备已较为成熟,以三安、华灿和晶电为代表的芯片已开始积极扩产。随着上游积极扩产和良率提升,预计 Mini LED 芯片成本将持续下降,而成本下降也将加速 Mini LED 的普及。

图 52: Mini LED 芯片生产流程



数据来源：公开资料整理，东莞证券研究所

表 9: 上游芯片厂商积极布局 Mini LED 产品

企业	产品情况	产能布局	业务情况
三安光电	高端产品已涵盖汽车照明、Mini LED、红外/紫外 LED 等。	投资 120 亿元，在湖北成立子公司，主要生产经营 Mini/Micro LED 外延与芯片产品及相关应用；拟定增不超过 70 亿元用于半导体研发与产业化项目（一期），重点投向 Mini/Micro LED、高端氮化镓 LED 外延芯片、高端砷化镓 LED 外延芯片等产品。	公司全资子公司厦门三安光电已与三星电子签订预付款合同，成为三星电子重要的 Mini LED/Micro LED 供应商之一，目前已经实现 Mini LED 批量供货
华灿光电	Mini LED 技术开发已相对成熟，19 年 9 月底在深圳发布新一代 Mini LED 产品，聚焦 Mini LED 显示技术开发与应用	2018 年 10 月，公司拟非公开发行募资不超过 21 亿元，拟用于白光 LED、Mini/MicroLED 开发及生产线扩建项目，本项目建成后的主要生产产品包括白光 LED、Mini/Micro LED	与京东方、夏普、洲明、雷曼、希达等达成了合作协议；目前 Mini RGB 芯片出货稳定，相关产品已应用于实际案例；2019 年上半年 Mini BLU 芯片在手机和电视终端市场已占一定市场份额，与国内外终端客户密切合作进行新方案开发
晶电	400 微米 Mini LED RGB 显示屏封装已于 2019 年第 3 季量产，Mini LED 背光产品则在 2019 年下半年量产，小量出货包括 27 吋电竞显示屏幕与 100 多吋的大型显示屏幕	Mini LED 在蓝光产能中占比由 5% 提升至 2021 年下半年的 20%-30%；明年资本支出将扩大到至少 50 亿元，Mini LED 需求看增	冲刺 Mini LED 市场，目前处于领先地位，下游应用端逐渐成熟；与美系客户合作推出应用于电竞笔电的 Mini LED
乾照光电	Mini LED 第二代产品已完成性能优化，目前与相关客户配合验证中	公司拟出资 159,670.49 万元建设 VCSEL、Mini/MicroLED 高端 LED 芯片等半导体研发生产项目	作为 Mini-LED 关键原材料的红光芯片，已小批量出货给海内外主要客户

表 9：上游芯片厂商积极布局 Mini LED 产品

企业	产品情况	产能布局	业务情况
兆驰股份	LED 全产业链布局	公司将在南昌市高新技术产业开发区投资建设红黄光 LED 外延、芯片及 Mini-LED、Micro LED 项目。项目一期投资人民币 10 亿元用于红黄光 LED 外延及芯片的研发、生产和销售，计划于 2020 年相关设备安装调试到位并正式投入运营	HDR 电视采用 Mini LED 背光源，主要满足高端客户的需求；同时开发了与电视机背光源和室内高清显示屏两个市场方向相配套的 Mini LED 产品，已与韩系、台系厂商在 Mini LED 背光、Mini LED 显示技术上合作开发，相关产品已经量产

资料来源：公司公告整理，东莞证券研究所

## 5.2 中游：Mini LED 背光封装企业积极扩张产能

Mini LED 包括自发光和背光两种技术，目前受技术和成本影响，Mini LED 的应用以作为背光源为主，而 Mini RGB 显示较多用于展示产品。Mini LED 背光主要应用于 LCD 屏，而国内液晶面板产业的强势也为 Mini LED 背光产业的发展提供了坚实的基础。部分 Mini LED 背光封装企业采取与液晶面板企业合作的方式进行研发生产，共同推动国内 Mini LED 产业链走向完善。一批技术、规模和资金实力兼备的 LED 封装企业脱颖而出，有望成为全球 Mini LED 封装的领军企业。

大陆的 Mini LED 封装企业包括国星光电、鸿利智汇、聚飞光电、瑞丰光电和兆驰股份等。当前 Mini LED 产业尚未实现大规模量产，大多数厂商均处于研发和小批量出货阶段，仅有个别厂商营收达到千万级别。Mini LED 背光封装企业积极扩张产能，以应对未来可能爆发的下游需求。

表 10：中游封装厂商 Mini LED 产品布局

企业	产品情况	产能布局	业务情况
国星光电	IMD-M09T 成功量产，并最新推出 IMD-M07，整个系列已涵盖 P0.9 到 P0.7，目前在 Mini RGB 封装和 Mini 背光领域均处于国内领先地位	2020 年 4 月与佛山市禅城区政府部门达成初步合作意向，拟在目标地块投资人民币 10-20 亿元建设封装器件及应用产品产线及配套设施。 2019 年 1 月计划投资人民币 10 亿元进行新一代 LED 封装器件及配套外延芯片的扩产，继续把优势产业做优做强做大、保持业内领先优势	率先量产应用于 4K/8K Mini LED 显示产品，目前 P0.9 Mini LED 显示系列作为业内量产最小间距的代表已获主流屏厂认可，6 月推出超高对比度的 P0.7 Mini LED 显示产品系列，为未来 P0.6 以下产品及 Micro LED 应用做好了技术和市场布局；目前 Mini LED 产品已实现批量出货
鸿利智汇	聚焦车用 LED 器件、Mini-LED、汽车 LED 前大灯等专业应用领域的投入	2019 年上半年，与 Mini LED 核心团队合作成立了子公司，主营业务为 Mini LED 封装、Mini LED 显示等 Mini LED 相关产品，产品应用于 VR、平板、电竞笔电、TV、电脑显示器、医疗显示器、车载等领域	截至 19 年中报，20 多款 Mini LED 产品已经完成国内外一线终端客户送样验证，10 多款 Mini LED 产品已具备小批量生产能力

表 10：中游封装厂商 Mini LED 产品布局

企业	产品情况	产能布局	业务情况
聚飞光电	Mini-LED 处于技术储备阶段	拟发行可转债募资 70,468.81 万元,用于惠州 LED 产品扩产项目、惠州 LED 技术研发中心建设项目。本次募投项目研发方向主要涵盖 Mini LED 模组制造技术、MicroLED 模组制造技术等课题	Mini LED 目前处于小批量送样阶段。公司目前非常重视 Mini LED 产品,也积极地对该产品进行技术储备
兆驰股份	Mini BLU 及 Mini RGB 产品布局不断完善,目前推出了 P0.6-1.0 产品,高端显示市场已经获得客户端认可,持续供货中	公司于 2018 年大力筹建 LED 外延芯片项目,将拥有全球最大的单一主体厂房。项目达产后,计划月产能为 50-60 万片 4 寸片,产品分类包括大圆片、高反射背镀正装产品、倒装产品、高压产品等,将应用于 Mini LED 等不同领域,2019 年 8 月,公司设备已点亮试产,2019 年 11 月公司气站已完成建设和调试,预计 2020 年第二季度达产 50%,2020 年第四季度满产	公司基于高端 Mini RGB 显示技术,启动小间距 RGB 项目,凭借在焊线技术、CSP 封装技术、Mini RGB 的技术积累,产品开发进度较快,目前第一代产品已获得国际一线厂商的认可,预期下半年完成量产,初期量产产能规划 300KK/月,未来有望带动公司新的业绩增长;已与韩系、台系厂商在 Mini LED 背光、Mini LED 显示技术上合作开发,相关产品已经量产
瑞丰光电	发布 65 英寸 Mini-LED 背光显示电视;TCL 在 2019CES 展出的 118 寸 4K 电视墙“TheCinemaWall”由 TCL 与瑞丰光电合作完成;在 2019AWE 上康佳展出的 65 英寸 Mini-LED 背光电视由瑞丰光电提供 Mini LED 模组	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 Mini LED 自动化生产线	公司在 TFT 上贴装 Mini 技术已经取得实质性进展,目前已开始小批量生产。Mini 背光产品已经开始向多家客户小批量出货,公司计划对该生产线进一步扩充

资料来源：公司公告整理，东莞证券研究所

### 5.3 下游：LED 显示屏厂相继推出 Mini LED 显示产品

我国 LED 显示屏产业在全球处于领先地位,2018 年全球排名前八的厂商有 7 家来自中国,前八厂商占据全球 50.2%市场份额。以利亚德、洲明科技、奥拓电子和艾比森为代表的 LED 显示龙头已相继推出 Mini LED 显示屏,目前已进入量产阶段。以利亚德为例,公司拟通过可转债募资 8 亿元,用于 LED 应用产业园项目,包括 Mini LED 生产制造基地及特型屏的研发制造基地,为现有智能显示业务的产能扩大及新产品延伸服务;此外,公司与晶电旗下元丰新科技共同成立项目公司,主要进行 Mini/Micro LED 的研制及生产,预计于 2021 年试产,2022 年达产。

表 11：下游 LED 显示厂商 Mini LED 布局

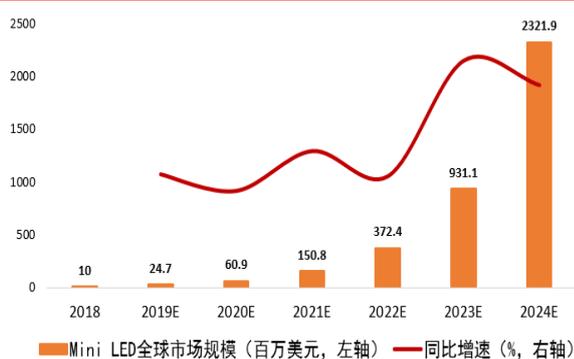
企业	产品情况	产能布局	业务情况
利亚德	新品发布会上推出了发布“LEMASS”品牌，并推出了 100 寸 AI 智能电视	拟发行 8 亿元可转债，用于 LED 应用产业南方总部项目、LED 应用产业园建设项目、利亚德（西安）智能研发中心项目等，包括 LED 应用产品（含 Mini LED）的研发、生产及相关服务；与晶电旗下元丰新科技共同成立项目公司，主要研究 Mini LED 及 Micro LED 的转移及固晶技术、封装技术、焊接材料技术，研制更小的独立封装体等，预计 2021 年试产，2022 年达产。	4 in 1 系列的微间距产品已经进入正式量产阶段，已经有项目应用该技术
洲明科技	行业首家量产的新一代小间距 LED 显示产品 4KMini-LED0.9，研发固定安装超高清 Mini-LED 显示屏 Amber0.9 和用于租赁市场的 Mini LED 显示屏 Sapphire1.5	拟募集资金 11.2 亿元投向洲明科技大亚湾 LED 显示屏智能化产线建设项目，在大亚湾建立集团化的 LED 显示屏智能制造基地，生产 Mini LED、小间距 LED 显示屏	已为像素间距 P0.9-P0.4 系列 Mini LED 产品的系统化开发和量产做好了准备
奥拓电子	推出了行业领先的超小点间距 0.78mm 的 Mini LED 显示产品，并在 2019ISE 上展出全球最大、分辨率最高的 8K 超高清 Mini-LED 显示屏	Mini LED 产品也在中国、法国、日本、瑞士、荷兰等国家重点项目中正式商用	加大对 Mini LED 的研发投入及市场拓展，Mini LED0.9mm 产品成功应用到南
艾比森	推出了舞台显示设备产品线新品 AX1.5、数据可视化显示系列产品 CRO.9；推出了全新的固装产品 A2715Pro	公司在集成显示驱动技术、高精度显示灰度控制技术、亮色度逐点校正技术等行业前沿技术上取得了新的研发进展和突破并广泛应用于公司的舞台显示设备产品线、数据可视化设备产品线和商业显示设备产品线等多条产品线	AX1.5 产品已在全球多个国家和地区的车展、直播等领域投入租赁

资料来源：公司公告整理，东莞证券研究所

#### 5.4 预计 Mini LED 渗透率迅速提高，市场规模快速增长

Mini LED 在小间距的基础上将像素点进一步缩小，且相比 Micro LED 技术较为成熟且具备成本优势，已于 2018 年实现小规模量产。市场一致看好 Mini LED 的应用成长潜力，以苹果为代表的国际终端大厂先后推出 Mini LED 产品，产业链上下游积极响应，有望带动 Mini 背光产品放量。据 Arizton 数据，2018 年全球 Mini LED 市场规模仅约 1000 万美元，随着上下游持续推进 Mini LED 产业化应用，Mini LED 下游需求迎来指数级增长，预计 2024 年全球市场规模将扩张至 23.2 亿美元，年复合增长率为 147.88%；高工 LED 研究院（GGII）指出，国内 Mini LED 市场到 2020 年将增长至 22 亿美元，年复合增长率为 175%，增速快于全球平均水平。

图 53: Mini LED 全球市场规模及增速



资料来源: Arizton, 东莞证券研究所

图 54: Mini LED 国内应用市场规模



资料来源: 高工 LED, 东莞证券研究所

## 6. 投资策略与建议关注公司

**投资策略:** LED 行业具备成长和周期的双重属性, 行业供需两侧的动态变化决定其周期性, 而以 Mini/Micro LED 为代表的新一代 LED 显示技术逐步渗透, 市场份额向头部集中则赋予行业龙头企业以成长性。经过超过两年的去库存周期, 主要 LED 芯片厂商产能已有效收缩, 主要厂商库存逐步出清, 行业供需关系实现边际改善; 而在点间距持续缩小趋势下, Mini/Micro LED 有望推动产业链公司进入新的成长周期。我们看好行业景气回暖和 Mini/Micro LED 逐步渗透给 LED 板块带来的投资机会, 维持推荐评级。建议关注规模与技术兼具, 充分受益行业集中度提升且积极布局高端显示的国内龙头企业。建议关注, 如齐普光电 (430561.0C)、安邦电气 (870123.0C)、汇大光电 (836051.0C) 等相关公司。

## 风险提示

疫情持续导致下游需求不如预期, 行业竞争加剧导致产品价格下滑等。