



Research and
Development Center

新产品加速落地，Mini LED 蓄势待发

电子行业深度报告

2021 年 04 月 19 日

方竞 电子行业分析师
S1500520030001
+86 15618995441
fangjing@cindasc.com



新产品加速落地，Mini LED 蓄势待发

2021 年 04 月 19 日

本期内容提要：

◆**Mini LED：重塑产业格局的新型显示技术。**Micro LED 因其超高发光效率和极佳的显示效果而被认为是极具潜力的下一代显示技术，但由于技术难点较多，距离量产落地仍需较长时间。在 Micro LED 技术开发空窗期，Mini LED 作为折中技术率先推出，有望在背光端和直显端重塑产业格局。

1) **背光端：**Mini LED 的加入可以显著提升 LCD 的显示效果，使其拥有更好的亮度均匀性、更精细的 HDR 分区以及更高的对比度和色彩饱和度。目前，高端 Mini LED 背光 LCD 面板在关键显示参数上已优于 WOLED，大大增强了 LCD 的高端市场竞争力。此外，Mini LED 背光还可以通过调降分区数量，打开中端产品市场，助力 LCD 实现低、中、高端产品全覆盖。

在成本端，Mini LED 背光 LCD 相比 WOLED 已有一定优势。以相同规格的 WOLED 面板为参照，PCB 基 Mini LED 背光 LCD 成本为 9 成，而玻璃基仅为 7 成。而且，Mini LED 背光成本仍有下降空间。根据 Trendforce 数据，在 Mini LED 背光产品中，背光模组成本占比高达 66%。以 LED 产业的历史经验来看，随着 Mini LED 生产规模的扩大，其成本有望快速下降。

2) **直显端：**Mini LED 显示面板的设计理念是将 LED 芯片直接作为像素点，提供成像的基本单元。Mini LED 直显具有高亮度、宽色域、高对比度、高速响应、低功耗和长寿命等优势，主要应用于办公会议显示等室内商业显示市场。不过受限于芯片尺寸，Mini LED 面板无法做到百寸以下，因此消费类显示市场仍需静待 Micro LED 技术成熟后开启。

◆**需求端：终端厂商积极布局，背光需求有望爆发。**2021 年，苹果、三星、LG 等厂商纷纷涌入 Mini LED 市场，有望推动 Mini LED 背光在 TV、笔电、平板等领域获得广泛应用。

TV 端，近期终端厂商纷纷高调发布新款 Mini LED 机型，有望推动 Mini LED TV 销售放量。根据 Omdia 预测，全球 Mini LED 背光 TV 产品销量将由 2019 年的 400 万台增长至 2025 年的 5280 万台，年均复合增速 53.73%。

显示器端，Mini LED 定位高端专业显示，且自 2019 年 6 月苹果发布 Pro Display XDR 后，Mini LED 显示器开始受到 IT 终端厂商追捧，如三星、华硕、宏碁、戴尔和联想等纷纷发布新款机型，有望助推 Mini LED 背光进一步普及。

笔记本及平板端，不同于 TV 和显示器的百花齐放，笔电和平板目前发布的产品较少，仅有微星的 Creator 17 系列正式发售。不过，苹果将在 2021 年推出采用 mini LED 背光屏幕的 iPad Pro 和 MacBook Pro，预计将引领新型显示趋势，推动其他厂商跟随，有望为 Mini LED 背光市场带来可观增量空间。

◆**供给端：全产业链齐发力，投资持续加码。**包括上游芯片制造、中游封装和下游应用在内的 LED 产业链均积极布局 Mini LED。如 LED 芯片厂商三安光电和华灿光电、封测厂商国星光电和瑞丰光电均已实现成熟产品出货。同时，下游应用端厂商也动作频频。2020 年，利亚德与晶元光电在无锡成立全球首家 Mini/Micro LED 量产基地，生产自发光与背光模组。洲明科技已拥有 Mini LED 显示屏标准产品线，并实现 P0.9 Mini LED 产品批量生产。兆驰股份 Mini RGB 产品已完成主流产品定义，实现 110 寸、135 寸、162 寸 4K 显示，公司还向上游芯片延伸，Mini LED 芯片进入小批量试产阶段。

此外，相关设备公司如 ASM Pacific 也有积极布局，其推出了全自动巨量焊接产线 Ocean Line，通过独有的巨量焊接技术，每次可转移的数量最多达到 10000 颗 LED。在 PCB 端，全球龙头鹏鼎是业内少数掌握 Mini LED 背光电路板技术的厂商，且公司已于淮安园区进行产能布局，一期工程于 2020 年年底投产，二期预计于 2021 年下半年投产。

◆**从技术角度出发，探寻 Mini LED 产业发展趋势。**在制造和转移端，由于 LED 产业的多年的发展，设备与工艺已较为成熟，且 Mini LED 对切割和转移精度的要求还未达到 Micro LED 那么严苛的程度，因此其芯片制造难度相对较低，芯片厂仅需通过改进和优化工艺即可实现从常规尺寸到 Mini 尺寸的跨越。而在封装端，SMD 封装技术是目前工艺成熟、成本低廉的封装搭配，其将在中低端 Mini LED 产品推广中使用。而倒装 COB 技术，则是面向未来的新型封装技术，长期来看，其发光效果优势、可靠性优势和高密度排列优势将被进一步放大，有望实现对 SMD 技术的替代。在基板端，现阶段 PCB 基板是终端厂商根据市场需求，并综合成本和性能后的选择。但长远来看，随着 Mini LED 需求放量，玻璃基板有望形成规模化出货，其成本也将被摊薄。届时，玻璃基板竞争优势将充分展现，并有望实现对 PCB 基板的替代。

◆**投资建议：**作为新一代高端显示/背光技术，Mini LED 目前正处于产业化落地期。并随着终端厂商的积极推广和产业链的持续加码，相关产品有望持续放量。我们看好 Mini LED 的下游需求以及产业链厂商的发展空间，建议关注芯片制造厂商：三安光电、华灿光电等；面板龙头：京东方 A、TCL 科技；封测厂商：国星光电、瑞丰光电等；模组代工厂商：利亚德、洲明科技、兆驰股份等；设备厂商：ASM Pacific、新益昌；PCB 厂商：鹏鼎控股等。

风险因素：疫情反复；下游需求不及预期。

投资聚焦.....	5
一、Mini LED：重塑产业格局的新型显示技术.....	6
1、Mini LED 优势显著，应用场景持续拓展.....	7
2、背光场景：优化关键参数，发力高端显示.....	8
3、背光场景：成本优势已现，规模化再启降本空间.....	11
4、直显场景：显示效果上佳，成本端仍待改善.....	12
二、需求端：终端厂商积极布局，背光需求有望爆发.....	14
1、Mini LED TV：大厂纷纷布局，销量爆发在即.....	14
2、Mini LED 显示器：定位高端显示，分区不断突破.....	15
3、Mini LED 笔记本/平板：市场初露锋芒，苹果有望破局.....	17
三、供给端：全产业链齐发力，投资持续加码.....	18
1、Mini LED 产业链梳理.....	18
2、大陆厂商持续加码，台系厂商开启抱团.....	19
四、从技术角度出发，探寻 Mini LED 产业发展趋势.....	21
1、制造工艺较为成熟，转移技术持续创新.....	21
2、全倒装+COB，形成封装技术新趋势.....	22
3、基板选择：PCB 打开市场，玻璃基蓄势待发.....	24
五、投资建议.....	26
六、风险因素.....	26

表 目 录

表 1：LED 分类情况.....	8
表 2：Mini LED 背光 LCD 与 WOLED 显示效果对比.....	10
表 3：各 TV 终端厂商近期发布的 mini LED TV 产品情况.....	14
表 4：TCL Mini LED TV 产品情况.....	15
表 5：mini LED 显示器产品情况统计.....	16
表 6：mini LED 笔记本及平板电脑产品情况统计.....	17
表 7：Mini LED 产业链厂商情况.....	18
表 8：厂商在 Mini LED 领域的布局.....	20

图 目 录

图 1：显示技术发展路径.....	6
图 2：由尺寸划分的 LED 芯片类别.....	7
图 3：LED 技术发展趋势.....	7
图 4：Mini LED 应用于直显和背光.....	8
图 5：Mini LED 背光技术路径.....	8
图 6：传统液晶显示结构图.....	9
图 7：液晶显示与 AMOLED 显示对比.....	9
图 8：Mini LED 背光显示结构.....	9
图 9：Mini LED 背光与传统背光对比.....	9
图 10：Mini LED 和传统 LED 对比.....	10
图 11：Mini LED 区域调光原理.....	10
图 12：Mini LED 背光带来更好的显示效果.....	10
图 13：Mini LED 背光如何参与市场竞争.....	11
图 14：Mini LED 具有一定成本优势.....	11
图 15：Mini LED 背光 LCD 成本情况.....	11
图 16：传统 CCFL/EEFL 灯管与 LED 背光出货份额情况.....	12
图 17：LED 背光单价变化情况（美元）.....	12
图 18：LED 显示产品演化进程.....	12
图 19：Mini LED 直显的成本痛点.....	13
图 20：Mini LED 背光 TV 销量情况.....	15
图 21：Mini LED 显示器分区数量不断提升.....	16
图 22：Mini LED 产业链情况.....	18
图 23：台系欧系厂商抢食苹果订单.....	20
图 24：LED 芯片制造工艺.....	21
图 25：适用于 Mini LED 的三种转移方案.....	22
图 26：SMD 封装结构图.....	22
图 27：SMD 封装工艺流程.....	22
图 28：传统 SMD 封装与 COB 封装对比.....	23

29 COB	23
图 30: 传统正装和倒装结构对比	23
图 31: 倒装可以实现 LED 高密度排列	23
图 32: LED 用 PCB 基板与玻璃基板	24
图 33: PCB 与玻璃基对比	25

Mini LED 是新一代高端显示/背光技术，其产业化落地将对 LED 行业和半导体显示行业格局产生深远影响，有望催生一系列投资机会。我们认为当前应重点关注 Mini LED 背光对 LCD 高端化产生的深远影响，以及 Mini LED 需求放量对行业景气度的拉升。

（1）Mini LED 背光的加入大幅提升了 LCD 显示效果。相比于传统背光，Mini LED 背光能在更小的混光距离内实现更好的亮度均匀性，且由于采用局部调光设计，其拥有更精细的 HDR 分区，并大幅提升液晶显示的对比度。此外，MiniLED 可以直接采用 RGB 三色的 LED 模组，实现 RGB 三原色无缺失的显示效果，可覆盖 100%BT2020 的宽色域，大幅提升液晶显示的色彩饱和度。

Mini LED 可以通过调整分区数量，实现低、中、高端产品全覆盖。Mini LED 背光分区数量与 Mini LED 芯片数量直接相关，较高的分区数量对应着大量的 Mini LED 芯片和高端封装技术，而较低的分區数量则仅需少量 Mini LED 芯片和普通封装技术。因此可以通过调控 Mini LED 背光分区数量来实现不同价位端的产品覆盖。以 TCL 相关产品为例，从 2019 年到 2021 年，TCL 陆续推出搭载数千颗到十万颗灯珠的 TV 产品，并对其进行数千元到数万元的差异化定价，从而实现了中高端产品全覆盖。

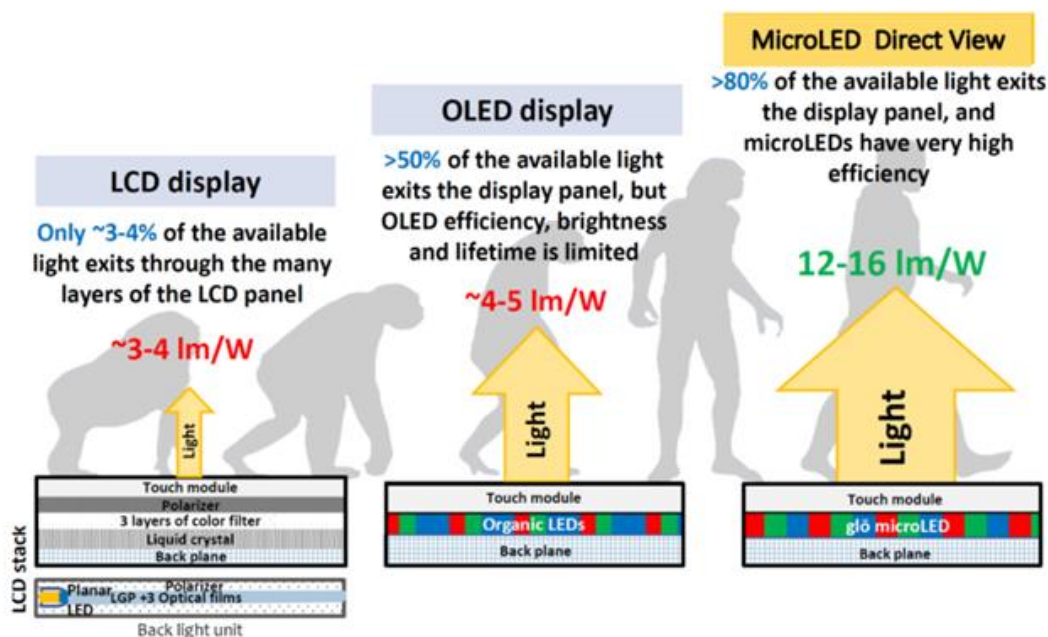
（2）下游终端厂商积极导入，Mini LED 背光需求有望爆发。TV 端，近期终端厂商纷纷发布新款 Mini LED 机型，有望推动终端销售放量。根据 Omdia 预测，全球 Mini LED 背光 TV 产品销量将由 2019 年的 400 万台增长至 2025 年的 5280 万台，年均复合增速 53.73%。**显示器端**，Mini LED 定位高端专业显示，自 2019 年苹果发布 Pro Display XDR 后，Mini LED 开始受到显示器厂商追捧，如三星、华硕、宏碁、戴尔和联想等纷纷发布新款产品，助推 Mini LED 背光进一步普及。**笔记本及平板端**，目前发布的产品较少，仅有微星 Creator 17 系列正式发售。不过，苹果将在 2021 年推出采用 mini LED 背光的 iPad Pro 和 MacBook Pro，预计将引领新趋势、推动其他厂商跟随，为 Mini LED 带来可观增量空间。

一、Mini LED：重塑产业格局的新型显示技术

显示技术的发展以更高的发光效率和更佳的显示效果为导向，从阴极射线显像管（CRT）技术到液晶显示（LCD）技术再到有机发光二极管（OLED）技术，新技术皆伴随着更优质的显示参数，分辨率、对比度、色域等均有显著的提升。

展望下一代显示技术，LED 显示有望引领新一轮显示技术大趋势。其除了具备与 OLED 一样的高对比度、高色域外，还具有更高的亮度、更短的响应时间、更易调校的色彩以及更长的使用寿命，发光效率也由早先的 3-5lm/W 提升至 12lm/W 以上。

图 1：显示技术发展路径

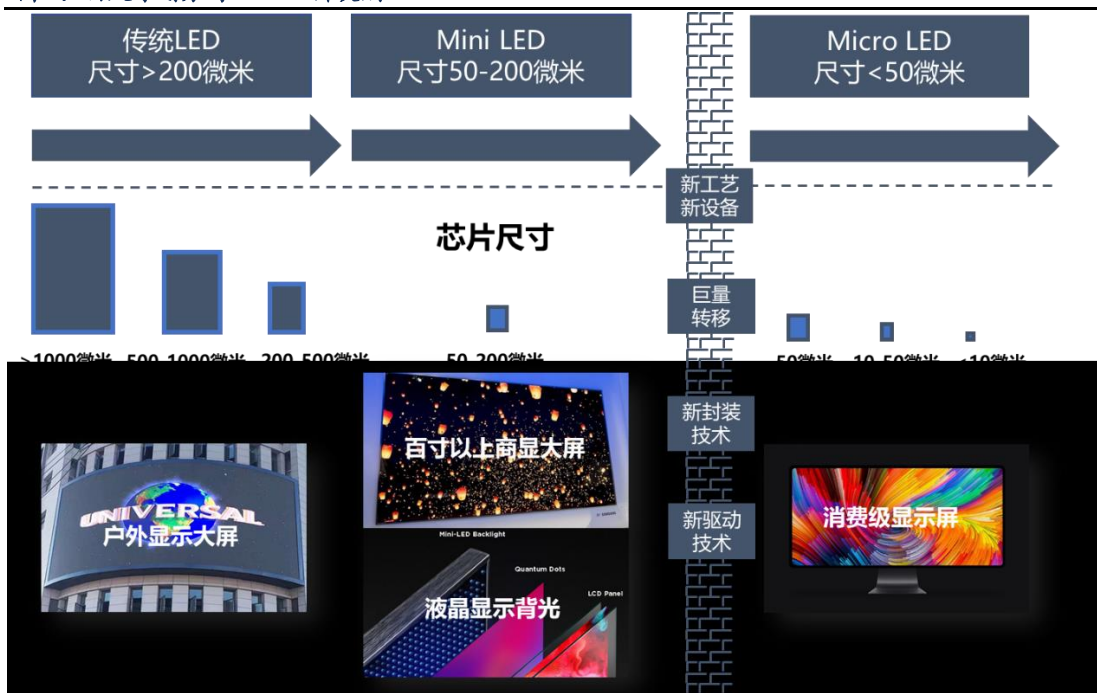


资料来源：TCL 科技，信达证券研发中心

要实现消费级显示，需要使用尺寸小于 50 微米的 LED 芯片（Micro LED），但由于该尺寸过小技术难度过高，其芯片制造技术、转移封装技术以及驱动技术都需要重新开发，这需要大量的时间以完成技术积累，因此 Micro LED 制程在当前 LED 产业链中难以实现，该技术距离规模化落地预计仍需时日。

在 Micro LED 技术成熟前，Mini LED 作为产业链提出的折中方案应运而生。MiniLED 尺寸为 50-200 微米，仍可采用现有的设备制作，生产难度及成本显著低于 Micro LED，因此能较早步入商用。在初期，行业内普遍认为 Mini LED 只是显示技术朝 Micro LED 演进途中的过度阶段，但随着 Mini LED 逐渐成熟，其开始走出自己的市场定位。Mini LED 既能制造百余寸的商业显示屏，又可以作为背光显著优化 LCD 显示效果，助力其拓展高端市场。我们认为 Mini LED 作为前期产品率先推出，将对显示和 LED 产业产生深远影响，并为 Micro LED 技术落地提供缓冲期。

图 2：由尺寸划分的 LED 芯片类别

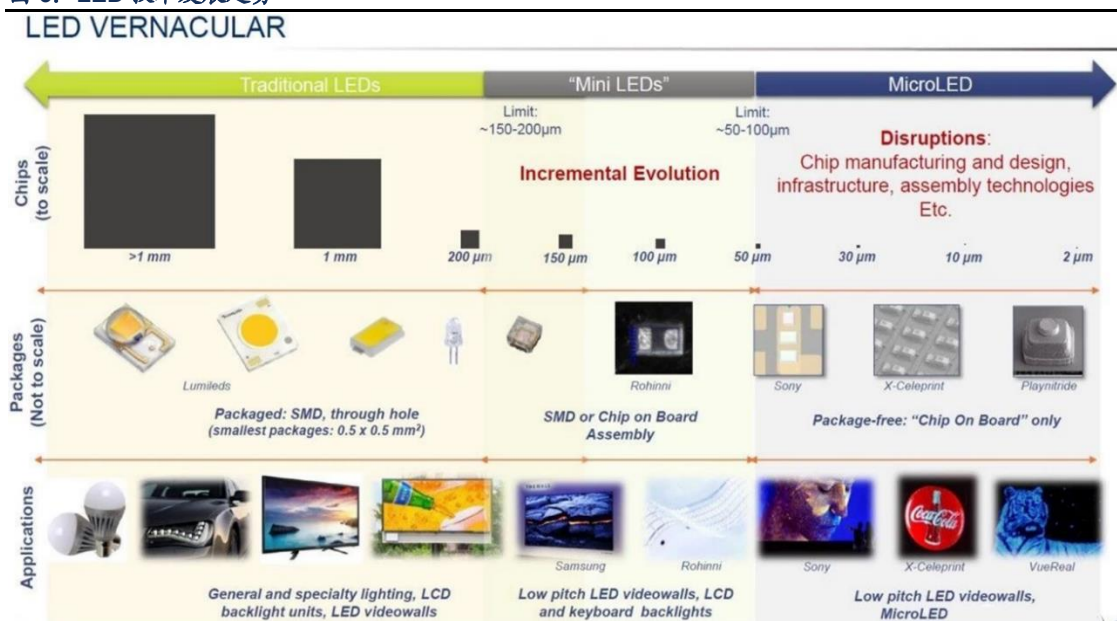


资料来源：信达证券研发中心

1、Mini LED 优势显著，应用场景持续拓展

Mini LED 优势显著，有望进一步打开 LED 市场空间。用于显示领域的 LED 产品由来已久，最早的传统单色 LED 就可用于低端 LED 广告牌。而后随着 LED 尺寸微缩初见成效，小间距 LED (点间距小于 2.5 毫米) 开始广泛应用于商业、安防、教育、会议显示系统，成为 LED 显示领域的中流砥柱。如今，尺寸更小的 Mini LED 技术已较为成熟，并进入量产阶段，其不光继承了传统小间距无缝拼接、宽色域、低功耗和长寿命的特点，还拥有高防护性、可视角度大、高 PPI、高亮度和对比度等优势。因此相比于传统 LED，Mini LED 拥有更多元化的应用场景，其规模化商用将助力 LED 显示进一步扩展市场空间。

图 3：LED 技术发展趋势



资料来源：YOLED，信达证券研发中心

表 1: LED 分类情况

项目	小间距 LED	Mini LED	Micro LED
尺寸	>200um	50-200um	<50um
技术	直显	直显/背光	直显
封装技术	SMD/COB	SMD/COB	巨量转移
NTSC 色域	110%	110%	140%
最大可视角	160-170 度	178 度	178 度
寿命	10 万小时	10 万小时	8-10 万小时
反应时间	>纳秒级	纳秒级	纳秒级
平均能耗	高	低	低

资料来源：前瞻产业研究院，信达研发中心

从应用场景来看，Mini LED 主要应用于直显和背光。其中，Mini LED 直显已于 2018 年量产，起初主要用于商业广告与户外大型显示等，目前在 LED 产业链厂商布局下已具备技术、产能、良率条件，有望进入 4K/8K 大尺寸 LED 显示领域。

而 Mini LED 背光则是将 Mini LED 作为 LCD 面板的背光源，使其具有超高对比度、高色域、高动态范围（HDR）的优势，从而大幅提升显示效果。2019 年以来，Mini LED 背光技术逐步应用于高端显示器、4K/8K 大尺寸电视、笔电及平板当中。2021 年，在京东方、华星光电等面板厂以及苹果、三星等终端品牌厂推动下，预计将有多款更多新款电子产品将采用 Mini LED 背光，其市场潜力值得深入挖掘。

图 4: Mini LED 应用于直显和背光



资料来源：TrendForce，信达证券研发中心

图 5: Mini LED 背光技术路径



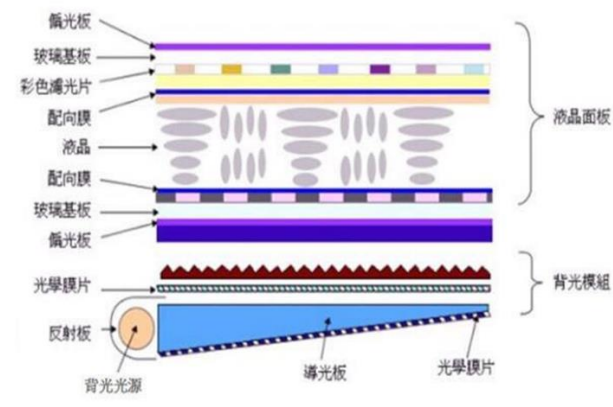
资料来源：TrendForce，信达证券研发中心

2、背光场景：优化关键参数，发力高端显示

传统液晶显示受限于背光光源的不可调节，存在低对比度和色彩饱和度劣势。液晶显示（LCD）的结构主要包括液晶面板和背光模组两部分，其显示原理是由背光光源发出光线，再经过偏光片、液晶材料和滤光片的处理后得到不同颜色及亮暗的像素点，从而完成图像显示的功能。液晶显示已发展数十年，配套产业链十分成熟，是目前显示领域最主流的技术手段。

不过，相比于主动发光的 AMOLED 技术，传统液晶显示在对比度、色彩饱和度方面有一定劣势。例如，传统液晶显示对比度为 1500:1 左右，而 AMOLED 则可以达到 200 万:1 的超高对比度。而在色彩还原上，AMOLED 也以 110% 色彩饱和度显著优于液晶显示（60%-90%）。

图 6：传统液晶显示结构图



资料来源：电子发烧友，信达证券研发中心

图 7：液晶显示与 AMOLED 显示对比

特性	TFT-LCD	AMOLED
发光方式	被动发光	主动发光
柔性显示	不支持	支持
对比度	1500:1	200万: 1
响应速度	1ms	20us
色彩饱和度	60%-90%	110%
厚度	2mm	<1.5mm
视角	170	180

资料来源：瑞联新材招股说明书，信达证券研发中心

Mini LED 背光的加入显著改善了 LCD 的劣势。相比于传统背光，Mini LED 背光能在更小的混光距离内实现更好的亮度均匀性，且由于采用局部调光设计，其拥有更精细的 HDR 分区，让黑的更深邃、亮的更明亮，从而大幅提升液晶显示的对比度。此外，MiniLED 可以直接采用 RGB 三色的 LED 模组，实现 RGB 三原色无缺失的显示效果，可覆盖 100%BT2020 的宽色域，大幅提升液晶显示的色彩饱和度。

图 8：Mini LED 背光显示结构



资料来源：TCL 官网，信达证券研发中心

图 9：Mini LED 背光与传统背光对比

	传统LED背光显示	Mini LED背光显示
面板技术	LCD	LCD
LED芯片尺寸	3毫米以上	50-200微米
对比度	中	高
色彩饱和度	中	高
HDR效果	中	高
成本	中低	中高

资料来源：信达证券研发中心整理

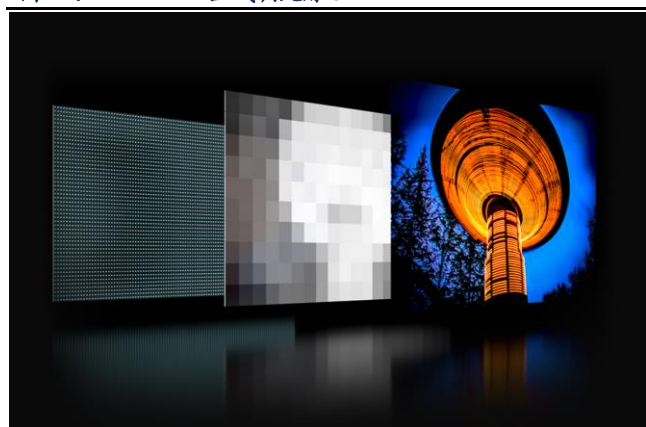
通过加入 Mini LED 背光，液晶显示综合性能已优于 WOLED，有望快速扩展中大尺寸高端显示市场。受蒸镀工艺所限，AMOLED 仅应用于小尺寸显示端，而在中大尺寸显示领域，目前高端市场被 WOLED 占据。而加持 Mini LED 后的 LCD 面板已具备和 WOLED 竞争高端市场的实力。以 TCL 科技发布的两款使用 Mini LED 背光的 75 英寸液晶屏幕为例，其关键显示参数已优于 WOLED。在亮度和寿命方面，Mini LED 是 WOLED 的 2-5 倍；在色域方面，白光 Mini LED 为 110%，RGB 三色 Mini LED 更是达到 154%的超高色域，二者均显著优于 WOLED 的 94%；在对比度方面，Mini LED 也与 WOLED 十分接近。相信在 Mini LED 的强力助推下，LCD 面板将在高端市场占有一席之地。

图 10: Mini LED 和传统 LED 对比



资料来源: TCL, 信达证券研发中心

图 11: Mini LED 区域调光原理



资料来源: TCL, 信达证券研发中心

图 12: Mini LED 背光带来更好的显示效果

LOCAL DIMMING TYPES				
	OK / Good	Good	Better	Best
LCD Panel				
LED Backlight				
	No Local Dimming All LEDs always on Only pixels open/close -tens standard LEDs	Edge-lit Local Dimming Vertical strips of LEDs on/off -10 zones -tens standard LEDs	Standard Local Dimming Zones of LEDs on/off -100 zones -hundreds standard LEDs	Mini-LED Local Dimming Zones of LEDs on/off -1000 zones -tens of thousands of mini-LEDs

资料来源: TCL, 信达证券研发中心

表 2: Mini LED 背光 LCD 与 WOLED 显示效果对比

	77 寸 4K WOLED	75 寸 8K Mini LED on TFT+QD	75 寸 8K RGB Mini LED on TFT
亮度 (nits)	150 (全白) /450 (peak)	500 (全白) /1000-2000 (peak)	800/2000 (peak)
对比度	15 万: 1	5 万: 1	10 万: 1
色域 (NTSC)	94%	110%	154%
分区数量	7680*3840	2048-24000	24000
整机厚度	7mm	12mm	9.9mm
残影	有	无	无
寿命	3 万小时 (10%像素坏点)	6 万小时 (亮度衰减到 50%)	6 万小时 (亮度衰减到 50%)

资料来源: TCL 科技, 信达证券研发中心

除了发力顶级显示、与 WOLED 竞争高端市场外, Mini LED 还可以通过调降分区数量, 打开中端产品市场, 从而帮助 LCD 实现低、中、高端产品全覆盖。Mini LED 背光分区数量与 Mini LED 芯片数量直接相关, 较高的分区数量对应着大量的 Mini LED 芯片和高端封装技术, 而较低的分区数量则仅需少量 Mini LED 芯片和普通封装技术。因此可以通过调控 Mini LED 背光分区数量来实现不同价位端的产品覆盖, 从而有效填补介于传统 LCD 和 WOLED 之间的中端产品空白。

图 13: Mini LED 背光如何参与市场竞争



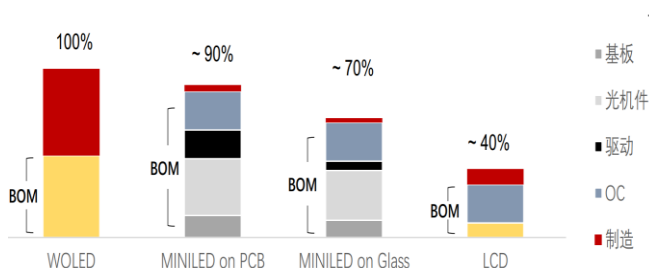
资料来源：信达证券研发中心

3、背光场景：成本优势已现，规模化再启降本空间

除了显示效果上的优势外，在成本端，Mini LED 也有一定优势。根据 TCL 科技发布的数据，以相同规格的 WOLED 面板为参照，PCB 基 Mini LED 背光 LCD 面板成本为 9 成，而玻璃基 Mini LED 背光 LCD 面板仅为 7 成。

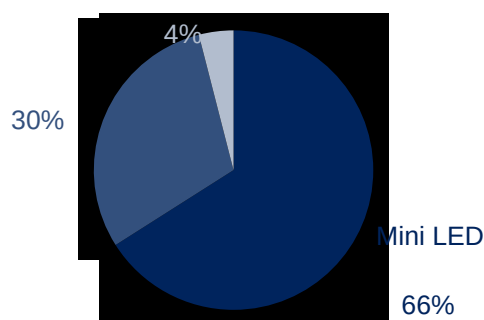
即便如此，当前 Mini LED 背光仍占据整体显示屏的半数以上成本。根据 Trendforce 数据，在 Mini LED 产品中，背光模组成本占整体显示屏成本比例高达 66%。因此，Mini LED 背光仍存在巨大的降本空间。

图 14: Mini LED 具有一定成本优势



资料来源：TCL 科技，信达证券研发中心

图 15: Mini LED 背光 LCD 成本情况

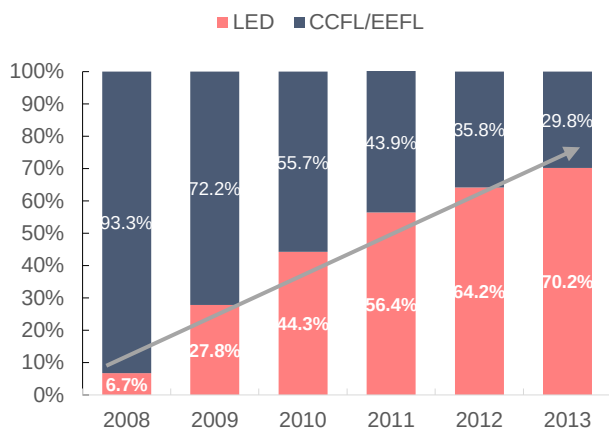


资料来源：TrendForce，信达证券研发中心

为了探寻 Mini LED 背光的降本空间，我们参考了 LED 背光对 CCFL 背光的替代过程。根据 LED 产业的历史经验，随着新兴产品生产规模的扩大，其成本会快速下降。以 LED 背光对传统 CCFL（冷阴极荧光灯管）背光替代为例。LED 背光因节能、轻薄和上佳的显示效果而被快速推广，根据 Display Search 数据显示，2008-2013 年，LED 背光渗透率由 6.7% 提升至 70.2%。同时，在规模效应影响下，LED 背光成本快速下降，根据 Display Search 数据，从 1Q09 到 4Q13，LED 背光单价由 194 美金下降至 59 美金，降幅达 70%。

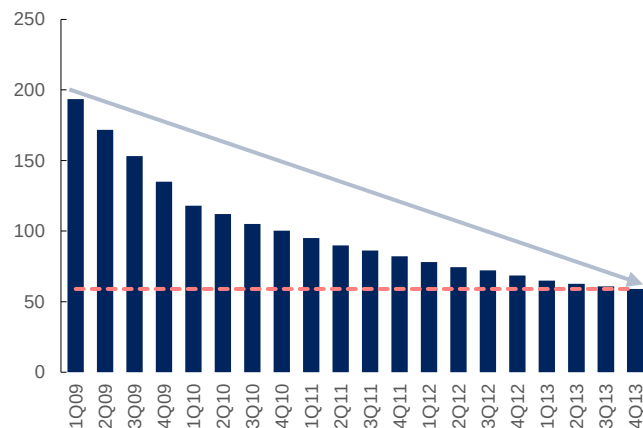
考虑到 Mini LED 在显示效果和成本端的优势以及 LED 产业链新技术成本下降的历史经验，一旦其进入降本、渗透率提升、规模扩大、再降本的正向循环，相应市场将迎来加速爆发。

图 16: 传统 CCFL/EEFL 灯管与 LED 背光出货份额情况



资料来源: DisplaySearch, 信达证券研发中心

图 17: LED 背光单价变化情况 (美元)



资料来源: DisplaySearch, 信达证券研发中心

4、直显场景：显示效果上佳，成本端仍待改善

不同于 Mini LED 背光，Mini LED 显示面板的设计理念是将 Mini LED 芯片直接作为显示像素点，以此提供成像的基本单位，从而实现图像显示。其具有高亮度、宽色域、高对比度、高速响应、低功耗和长寿命等优势。

实际上，LED 显示面板由来已久，在 LED 行业早期，就有厂商使用单色 LED 制作广告牌，开启了 LED 显示之路。随着封装技术和控制技术的精进，RGB 三色 LED 制作的大型商业显示面板开始出现，并广泛应用于繁华都市区。之后，小间距 Mini LED 问世，LED 显示屏幕进一步微缩化，其应用场景也拓宽至室内显示，如控制指挥中心、影院显示等。

目前，Mini LED 技术已较为成熟，并开启商业化之路，有望打开办公会议显示等室内商业显示市场。不过受限于 LED 尺寸，Mini LED 显示面板无法做到百寸以下，因此无法进入消费类显示领域。而这部分市场将静待 Micro LED 技术成熟后开启。

图 18: LED 显示产品演化进程



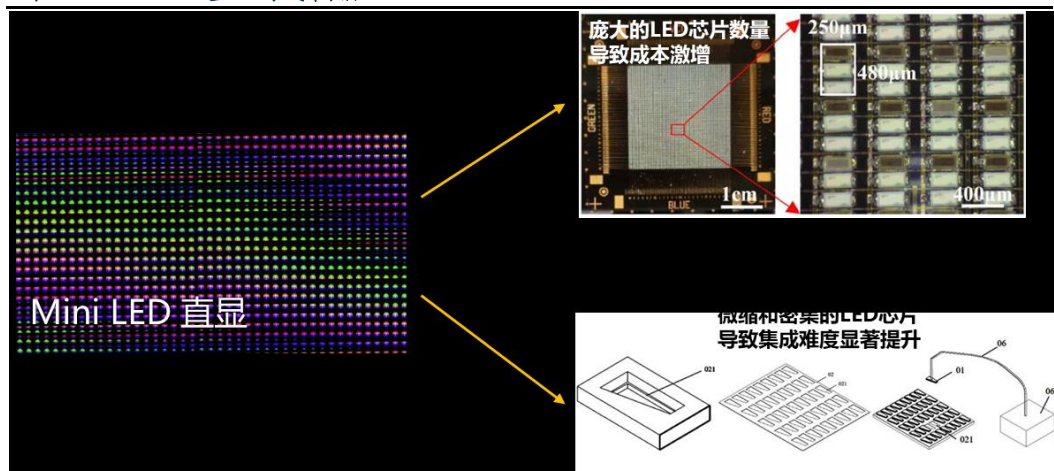
资料来源: 信达证券研发中心

不同于背光，Mini LED 直显在成本端十分受限。首先，Mini LED 直显所需灯珠数是背光的数百倍。用于直显的 Mini LED 产品要实现 1080p 的显示效果至少需要六百多万个灯珠。而数百分区的 65 英寸 Mini LED 背光 TV 仅需要数万颗 Mini LED 背光灯珠。因此仅芯片成本一项，Mini LED 直显就是 Mini LED 背光的百倍以上。

同时，Mini LED 直显更高技术难度也抬高了成本。在同等面积的驱动阵列上，数万个灯珠

与数百万个灯珠的集成难度完全不同，除了 Mini LED 芯片本身需要微缩化，相应的转移、封装工艺也需要改进。而且，Mini LED 直显需要每个灯珠按照数百个灰度等级调节亮度，而 Mini LED 背光灯珠仅需完成十余个亮度调节，因此两者的控制难度也相差一两个数量级。

图 19: Mini LED 直显的成本痛点



资料来源：信达证券研发中心

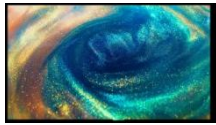
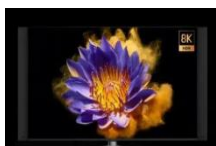
二、需求端：终端厂商积极布局，背光需求有望爆发

Mini LED 背光的应用场景包括高端 TV、显示器、笔记本和平板等。其中，针对 TV 产品对高亮度、高对比度、宽色域和低功耗的需求，Mini LED 背光可实现高分区动态调光，减少光晕效应，提高对比度的同时更节能，并结合量子点薄膜实现 DCI-P3 色域。而针对电竞等高端显示器高亮度、高刷新率、高对比度和低曲率半径的要求，可将 Mini LED 背光和柔性基板技术结合，满足低曲率半径的同时实现薄型化直下式 Mini LED 背光，提供完美沉浸感。此外，由于 Mini LED 背光的轻薄特性，其在笔电、平板等领域也将有较大发展空间。2021 年，苹果、三星、LG 等大厂纷纷涌入 Mini LED 市场，有望推动 Mini LED 背光在 TV、笔电、平板等领域获得广泛应用。

1、Mini LED TV：大厂纷纷布局，销量爆发在即

近期，Mini LED TV 热度大增。众多 TV 厂商，如三星、LG、TCL 等，纷纷高调发布新款搭载 Mini LED 背光的电视机型，新产品主要定位高端，采用 4K 或 8K 分辨率，尺寸涵盖 65-85 英寸，价格在 1 万到数万不等。我们认为，高端 Mini LED TV 新机的集中上市，将带动 LCD 面板向高端产品延伸，有望冲击 WOLED 在高端大尺寸面板领域的垄断地位，并拉开 Mini LED 背光产品放量的序幕。

表 3：各 TV 终端厂商近期发布的 mini LED TV 产品情况

厂商	发布时间	尺寸	分辨率	价格	背光技术情况	外观
三星	2021 年 1 月	65 寸 75 寸 85 寸	4K/8K	1.5-5.8 万元	三星设计的 Quantum Mini LED，大小是传统 LED 的 1/40，舍弃透镜散光与封装的形式，采用超薄微形层结构，能配置更多 LED 晶粒。量子矩阵技术可精细控制紧密排列的 LED 晶粒，将影像真实呈现给观众，并同时避免光晕产生。	
LG	2021 年 1 月	65 寸 75 寸 86 寸	4K/8K	2-4 万元	该产品拥有 30000 多颗微小的 LED 芯片灯珠（100~200 微米尺度），亮度更高，对比度达 100 万比 1，最高 2500 分区控光、120Hz 刷新率等	
TCL	2021 年 3 月	65 寸 75 寸 85 寸	4K/8K	1.3-1.7 万元 10 万	C12 量子点 MiniLED 屏幕（65/75 寸、4K）采用了 3840 颗 228 微米 LED 芯片。 OD Zero MiniLED（85 寸、8K）采用 96000 颗 LED 芯片，拥有 1920 个物理分区，峰值亮度达 2000nits，对比度为 1000 万：1。	
康佳	2020 年 10 月	75 寸	8K	暂未公布	采用 20000 多颗 Mini LED，实现 5184 个背光分区，提供超高对比度。屏幕采用的是 IPS RGB 三色的硬屏，8K 分辨率，12bit 色深，色彩更准确。	
创维	2021 年 2 月	75 寸 86 寸	4K	暂未公布	75 英寸集成 15120 颗灯珠，与创维的星罗棋布 AI 控光功能搭配，可以实现 252 分区独立控光，带来约百万比一动态对比度。86 英寸则会配备 20736 颗灯珠，实现 288 个分区控光。	
小米	2020 年 9 月	82 寸	4K/8K	5-10 万元	所用 Mini LED 灯珠达 15360 颗，实现 960 个分区调光，每个分区拥有 4096 级灰阶变化，呈现出 400000:1 的超高对比度，屏幕峰值亮度达 2000nits。	

长虹 2021 年 3 月 85 寸 8K 暂无

86Q8KM MiniLED 8K 电视采用 1728 分区 MiniLED 背光，搭配 100 万动态对比度、100%NTSC 量子点高色域，与 1000nit 峰值亮度，让消费者可以观看到更加细腻的画面和更丰富的细节。



资料来源：信达证券研发中心整理

由于 MiniLED 灯珠数量可根据产品需要进行调整，因此终端厂商可以通过控制灯珠数量来实现不同价位段的产品覆盖。例如，中低端产品可以使用较少的灯珠数量并配置较普通的面板及配置，而高端产品则使用高达 10 万颗灯珠，并配以 8K、高刷新率、杜比视界、HDR 等高端配置。以 TCL 电子相关产品为例，TCL 电子早在 2019 年便推出全球首台 Mini LED TV X10 系列，此后陆续推出 8 系列、6 系列，并于 2021 年推出了搭载第三代 Mini LED 显示技术的 OD Zero 电视。通过对灯珠数量从千余颗到十万颗的搭配，TCL 实现了从 650 美元到 15000 美元价位段的产品覆盖。

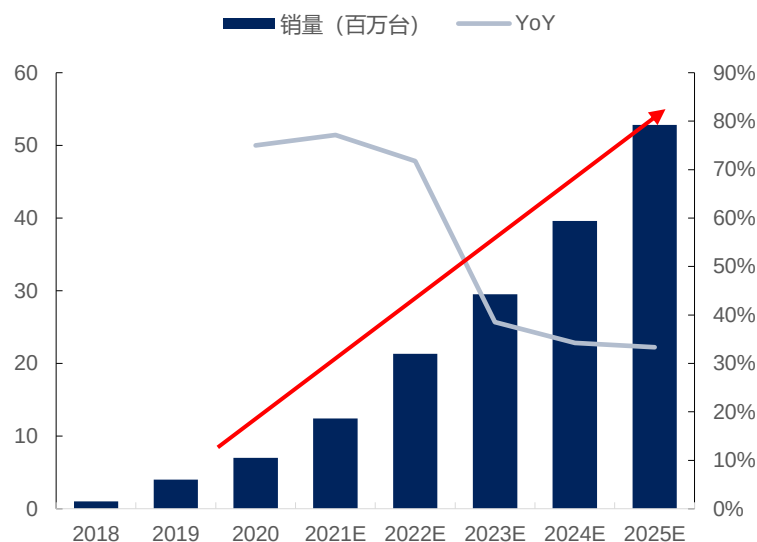
表 4: TCL Mini LED TV 产品情况

系列名	发布时间	价格	定位	Mini LED 灯珠数	尺寸	分辨率
X10 系列	2019 年 7 月	7000 美元	高端	25000 颗	75 英寸	8K
6 系列	2020 年 8 月	650 美元起	中端	1000 颗	55/65/75 英寸	4K
8 系列	2020 年 10 月	2000 美元起	中高端	25000 颗	65/75 英寸	8K
OD Zero 系列	2021 年 3 月	15000 美元起	高端	96000 颗	85 英寸	8K

资料来源：信达研发中心整理

伴随终端厂商的积极布局，Mini LED 背光 TV 有望进入销量爆发期。根据 Omdia 预测，全球 Mini LED 背光 TV 产品销量将由 2019 年的 400 万台增长至 2025 年的 5280 万台，年均复合增速 53.73%。

图 20: Mini LED 背光 TV 销量情况



资料来源：Omdia，信达证券研发中心

2、Mini LED 显示器：定位高端显示，分区不断突破

Mini LED Monitor 定位高端专业显示，在苹果旗舰产品发布后热度大增。自 2019 年 6 月苹果发布 Pro Display XDR 后，Mini LED 显示器开始受到 IT 终端厂商追捧，如三星、华硕、宏碁、戴尔和联想等纷纷发布新款机型。该类产品定位于超高端显示市场，通过 Mini LED 背

光加持，并辅以高刷新率、HDR、高色域等高端配置，在显示效果上对标专业级显示器。

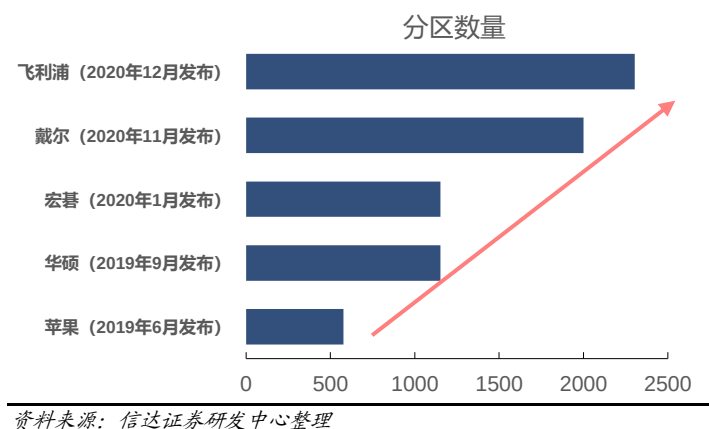
表 5: mini LED 显示器产品情况统计

厂商	系列名	尺寸	发布时间	分辨率	价格	技术介绍	外观
苹果	Pro Display XDR	32 英寸	2019 年 6 月	6K	3.5 万元	配置 576 个全阵列局部调光区域，支持高动态范围内容的显示，峰值亮度 1600nit，对比度 100 万: 1，支持 P3 广色域，89 度超宽视角	
华硕	ROG Swift	27 英寸	2019 年 5 月	4K	4.3 万元	配置 576 个照明区域，支持 144Hz 刷新率，宽色域功能（DCI-P3 97% 和 Adobe RGB 99%），1000-nits 峰值亮度	
华硕	ProArt PA	32 英寸	2019 年 9 月	4K	未公布	配置 1152 个局部调光区，支持 48Hz 到 120Hz 刷新率，峰值亮度 1600 nits	
宏碁	Predator X32	32 英寸	2020 年 1 月	4K	2.5 万元	配置 1152 个 Mini-LED 分区背光，刷新率 144Hz，支持 G-Sync Ultimate 技术，峰值亮度高达 1440 尼特，覆盖了近 90% 的 Rec.2020 色域，色差 Delta E <1。	
联想	Creator Extreme	27 英寸	2020 年 1 月	4K	1.7 万元	配置 1152 个分区背光，色域为 100% 的 sRGB 和 99% 的 DCI-P3 色域，支持 HDR，峰值亮度为 1000 nit。	
戴尔	Ultra Sharp 32	32 英寸	2020 年 11 月	4K	5.5 万元	具有 2000 个 MiniLED 背光调光区域，原生 10-bit 拥有 1000 尼特亮度，10.7 亿色彩，通过 VESA 认证，HDR 1000 认证等，覆盖 100% DCI-P3、99.8% DCI-P3i、93% Adobe RGB 和 83% BT.2020 色域	
飞利浦	279P2MRX	27 英寸	2020 年 12 月	4K	未公布	采用 2304 区分区调光，具备 1000nit 超高亮度以及 Delta E<2 的精准色彩表现和还原力，同时搭载 HDR1400 高动态范围技术。	
三星	Odyssey	49 英寸	2021 年 3 月	2K	1 万元	新版本采用了 Quantum MiniLED 技术，不仅提高了亮度，而且提高了对比度。这款显示器可在显示 HDR 内容的同时，在某些地方提供 2,000 nit 的峰值亮度。	

资料来源：信达研发中心整理

在新产品陆续发布同时，可以发现 Mini LED 显示器的分区数量正快速提升。2019 年 6 月苹果发布的 Pro Display XDR 系列显示器配置了 576 个全阵列局部调光区域。而 2020 年 12 月飞利浦发布的 Mini LED 新款显示器分区数量已经增至 2304 个分区。我们认为，随着 Mini LED 背光产品放量，上游产业链技术成熟度有望进一步改善，并推动分区数量等基础参数提升，从而实现技术端优化和成本端下沉，最终助推 Mini LED 背光进一步普及。

图 21: Mini LED 显示器分区数量不断提升



3、Mini LED 笔记本/平板：市场初露锋芒，苹果有望破局

不同于 TV 和显示器的百花齐放，笔电和平板目前发布的产品还较少。目前仅有微星的 Creator 17 系列正式发售，售价高达 3 万元。此外，华硕在 2020 年的 CES 展会上也展示了其最新 Mini LED 笔记本系列超神 X，不过该产品至今尚未发售。

苹果的 Mini LED 新产品将在今年陆续推出，有望打开 Mini LED 笔电/平板的市场空间。据 DigiTimes 报道，苹果将在 2021 年上半年推出 12.9 英寸采用 mini LED 背光屏幕的 iPad Pro，并在下半年推出 mini LED 背光的 MacBook Pro。我们认为业界标杆苹果在旗舰产品中使用 Mini LED，将引领新型显示技术趋势，其他厂商也有望跟随，预计将为 Mini LED 背光市场带来可观增量空间。

表 6: mini LED 笔记本及平板电脑产品情况统计

厂商	系列名	发布时间	尺寸	分辨率	价格	技术情况	外观
微星	Creator 17	2020 年 1 月	17 英寸	4K	3 万元	配置 240 背光分区，支持 HDR，覆盖 100% 的 DCI-P3 色彩空间	
华硕	超神 X	2020 年 1 月	17 英寸	4K	未公布	配置 240 背光分区，激发亮度超过 1000nits，通过了 VESA HDR1000 认证	
苹果	MacBook Pro	2021 年下半年	14/16 英寸	未公布	未公布	未公布	
苹果	iPad Pro	2021 年 4 月	12.9 英寸	未公布	未公布	未公布	

资料来源：信达证券研发中心整理

三、供给端：全产业链齐发力，投资持续加码

下游终端需求放量离不开上游产业链的支持，在终端需求爆发的大背景下，Mini LED 产业链有望被拉动，进入景气上行期。本章我们将对 Mini LED 产业链进行梳理，比较上下游厂商对 Mini LED 的相关布局，以帮助投资者发掘最新产业投资机会。

1、Mini LED 产业链梳理

Mini LED 产业链包括上游芯片制造、中游封装和下游模组。其中上游芯片制造是在蓝宝石、SiC 或者硅片等衬底上制造 GaN 基/GaAs 基外延片，再经过刻蚀、清洗等环节得到不同类别的 LED 芯片。LED 芯片供应商包括三安光电、华灿光电和乾照光电等大陆厂商，晶元光电等台湾厂商以及欧司朗、日亚化学等国外厂商。

中游封装端是将芯片在固晶、焊线、配胶、灌胶固封环节后，形成颗粒状成品，主要起到机械保护、加强散热、提高 LED 性能和出光效率以及优化光束分布等作用。LED 封装厂主要包括国星光电、木林森和鸿利智汇等大陆厂商以及隆达电子等台湾厂商。

直显和背光模组制造是 mini LED 产业链的下游应用端。其中，直显制造商包括利亚德、洲明科技和雷曼光电等，背光模组制造商包括兆驰股份和瑞仪光电等。此外，面板厂也已涉足 Mini LED 产品制造，TCL 科技和京东方均有布局。TCL 于 2019 年全球首发 Mini LED 星耀屏，使用玻璃基板集成 LED 方案，较现有的 PCB 集成解决方案具有更好的性能优势，并于 2020 年量产。京东方在 2019 年与美国 Rohinni 联合成立一家合资公司，共同研发 Mini/Micro LED 解决方案，经过技术攻关后，京东方的玻璃基 Mini LED 背光产品已于 4Q20 实现量产出货，并于近期交付客户，初期以 65 寸、75 寸 TV 产品为主，后续将根据客户需求和产能情况布局更多的产品种类。

图 22: Mini LED 产业链情况



资料来源：信达证券研发中心整理

表 7: Mini LED 产业链厂商情况

产业链	公司名称	总部地址	主营业务	成立时间	2020 年业绩	市值
上游芯片	晶元光电	台湾省新竹市	公司以自有的有机金属气相磊晶 (MOVPE) 技术，专业生产超高亮度发光二极管 (LED) 磊晶片及晶粒。	1995 年	营收 33 亿元，归母净利 19 亿元	约 100 亿元
	欧司朗	德国慕尼黑	公司在整个照明价值链中提供照明产品和解决方案。	1919 年	营收 243 亿元，归母净利-15 亿元	400 亿元
	日亚化学	日本德岛县	公司主营荧光粉及白光蓝光 LED 芯片	1956 年	-	-
	三安光电	福建省厦门市	公司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	1993 年	营收 85 亿元，归母净利 15 亿元	1050 亿元

通讯元器件等的研发、生产与销售					
华灿光电	湖北省武汉市	公司生产 LED 外延片及全色系 LED 芯片	2005 年	营收 30 亿元，归母净利 2 亿元	120 亿元
隆达电子	台湾省新竹市	公司致力开发磊晶、晶粒制程、封装与模组技术	2008 年	营收 21 亿元，归母净利 1.5 亿元	约 30 亿元
国星光电	广东省佛山市	公司是专业生产 LED 半导体光电器件及 LED 应用产品的国家火炬计划重点高新技术企业	1981 年	营收 39 亿元，归母净利 3 亿元	50 亿元
木林森	广东省中山市	公司是集 LED 封装与 LED 应用产品为一体的综合性光电高新技术企业	1997 年	营收 220 亿元，归母净利 15 亿元	190 亿元
利亚德	北京市	公司业务布局覆盖智能显示、景观亮化、文旅新业态及虚拟现实四大领域。	1995 年	营收 66 亿元，归母净利 1.4 亿元	190 亿元
洲明科技	广东省深圳市	公司主要从事 LED 全彩高清显示屏、LED 专业照明和城市景观照明三大板块业务	2004 年	营收 58 亿元，归母净利 4 亿元	85 亿元
兆驰股份	广东省深圳市	公司主营业务方向为液晶电视、机顶盒、LED 元器件及组件、网络通讯终端和互联网文娱等产品的设计、研发、生产和销售	2005 年	营收 187 亿元，归母净利 17 亿元	250 亿元
瑞仪光电	台湾省高雄市	公司业务涵盖光学设计、模具开发、导光板射出及 LCM 组装	1995 年	营收 131 亿元，归母净利 14 亿元	130 亿元

资料来源：Wind，信达证券研发中心整理

2、大陆厂商持续加码，台系厂商开启抱团

目前，大陆 LED 产业链正积极布局 Mini LED 相关技术和产品。LED 芯片龙头三安光电，已于 2020 年向国内外下游客户如 TCL 华星、三星电子等批量出货 Mini LED 芯片。此外，三安光电全资子公司泉州三安半导体还与华星光电共同出资 3 亿元，成立联合实验室，重点攻克 Micro-LED 显示工程化技术中包含 Micro-LED 芯片技术、转移、Bonding、彩色化、检测、修复等关键技术难题。而在封测端，大陆厂商如国星光电、鸿利智汇和瑞丰光电均已实现成熟产品出货。其中，国星光电已与多家国内外显示企业深度合作，多款大尺寸 TV 背光产品已实现量产。瑞丰光电已与国内外知名电子企业在平板、笔记本电脑、电视等显示应用上紧密合作开发了各类 Mini LED 背光和显示产品方案，并领先市场发布了多项 Mini LED 产品。

同时，下游应用端厂商也动作频频，2020 年，利亚德与晶元光电在无锡成立全球首家 Mini/Micro LED 量产基地，主要研发 Mini/Micro LED 的巨量转移技术，同时基于对全产业链的整合，生产自发光与背光模组。此外，其他厂商公司也积极推进 Mini LED 产业化，洲明科技已拥有 Mini LED 显示屏标准产品线，并实现 P0.9 Mini LED 产品批量生产，公司还于 2020 年 11 月公布拟在惠州基地新增数条 Mini LED 智能化产线，以扩大生产规模。兆驰股份 Mini RGB 产品已完成产品定义，并实现 110 寸、135 寸、162 寸下的 4K 显示，公司还向上游芯片端延伸，Mini LED 芯片已进入小批量试产阶段。

由于 Mini LED 需要精细度更高的转移、打件及分选设备，因此相关设备公司如 ASM 太平洋也在积极布局相关技术和解决方案。ASM Pacific 推出了全自动巨量焊接产线 Ocean Line，通过独有的巨量焊接技术，每次可转移的数量最多达到 10000 颗 LED，同时，配合优良的平整度控制，使其灰度效果达到更佳，即使在不同视角，也不会有色差问题。

此外在 PCB 端，全球龙头鹏鼎是业内少数掌握 Mini LED 背光电路板技术的厂商，且公司已于淮安园区进行相关产能布局，一期工程已于 2020 年年底投产，二期预计于 2021 年下半年投产。

表 8: 厂商在 Mini LED 领域的布局

产业链	公司名称	Mini LED 相关布局情况
上游芯片	三安光电	公司在现有产线基础上, 积极布局 Mini/Micro LED 等新兴应用领域; 2020 年公司 Mini LED 芯片已实现批量供货国内外客户。此外全资子公司泉州三安半导体与 TCL 华星光电成立联合实验室共同研发 Micro LED 新技术。
	华灿光电	公司积极利用产品和技术的领先地位, 在和模组厂家合作的同时, 还和终端品牌厂建立深度合作关系。同时, 在 Micro LED 领域与下游战略合作伙伴深入研发合作, 加快推动新技术的开发以及产品应用的深度和成熟度。
中游封测	国星光电	公司 Mini LED 显示进入规模量产阶段, 相应的专利已提前布局, 部分已获授权。作为国内较早实现 Mini LED 批量供货的 LED 企业, 国星光电已与多家国内外显示厂商深度合作, 多款大尺寸 TV 背光产品实现量产化。
	瑞丰光电	公司已与国内外知名电子企业在平板、笔记本电脑、电视等显示应用上紧密合作开发了各类 Mini LED 背光和显示产品方案, 并领先市场发布了多项 Mini LED 产品。
	鸿利智汇	公司进一步聚焦车用 LED 器件、Mini LED 等专业应用领域的投入, 与广州市花都区人民政府签署了 LED 新型背光显示项目的合作协议, 进一步推动公司在 Mini LED 背光与显示、Micro LED、新型显示器件领域的发展。
下游应用	利亚德	与晶元光电成立的合资公司 Mini/Micro LED 无锡量产基地, 为全球首家 Mini/MicroLED 量产基地, 主要业务内容是 Mini /Micro LED 显示的研发和量产。
	洲明科技	公司在技术创新的同时积极推进 Mini LED 显示产品的产业化, 现已拥有部分 Mini LED 显示屏标准产品线。其 UMini 系列大屏产品结合光纤专线和联通 5G 双备份的数据传输方式的运用为 2020 年全国两会期间所选用。
	雷曼光电	掌握倒装 Mini LED 显示关键技术研究及应用, 坚定实行聚焦 Micro LED 超高清显示的发展战略, 重点加大基于 COB 技术的 Micro LED 超高清显示相关产品在国内的市场覆盖。
其他	兆驰股份	2019 年, 公司在 Mini RGB 产品上已完成主流产品定义, 分别是 P0.6、P0.7、P0.9, 可实现 110 寸、135 寸、162 寸下的 4K 显示。2020 年, 公司的 Mini LED 芯片进入小批量试产阶段。
	ASM 太平洋	推出全自动巨量焊接产线 Ocean Line, 通过独有的巨量焊接技术, 每次可转移的数量最多达到 10000 颗 LED
	鹏鼎控股	公司是业内少数掌握 MINILED 背光电路板技术的厂商, 于淮安园区进行相关产能布局, 一期工程 2020 年年底已投产, 二期预计于 2021 年下半年投产。

资料来源: 上市公司年报, 信达证券研发中心

在大陆厂商产能压制下, 台系厂商开启抱团: 晶电、隆达联合成立富采控股, 抢食苹果订单。近年来, 随着大陆 LED 产业崛起, 台系厂商话语权降低, 多数厂商无力大规模扩充产能配合品牌商, 再加之近年大陆 LED 厂商与面板厂商结盟, 增加资本支出, 使得台厂危机意识大增, 主动寻求合作机会。2020 年 1 月, 台系龙头芯片厂晶元光电与封测厂隆达电子联合成立富采控股集团, 其中晶电将专注于 LED 芯片的磊晶与晶粒, 而隆达则主攻封装技术。台系厂商的抱团战略颇有成效, 富采控股随即收获了苹果订单。据《电子时报》援引业内人士透露, 富采控股将在今年上半年开始为即将推出的 12.9 英寸 iPad Pro 生产 Mini LED 屏幕。此外, 台厂瑞仪光电将为苹果进行 Mini LED 背光模组代工。

除台厂外, 欧美厂商也积极争取苹果订单。据 CINNO 报道, 欧司朗计划持续扩增设备投资以生产 Mini LED 芯片, 且有望在今年下半年向苹果出货用于 MacBook 的 Mini LED 背光板, 目前其已在马来西亚初步建立每月 1 亿颗产能的工厂。

图 23: 台系欧系厂商抢食苹果订单



资料来源: 信达证券研发中心整理

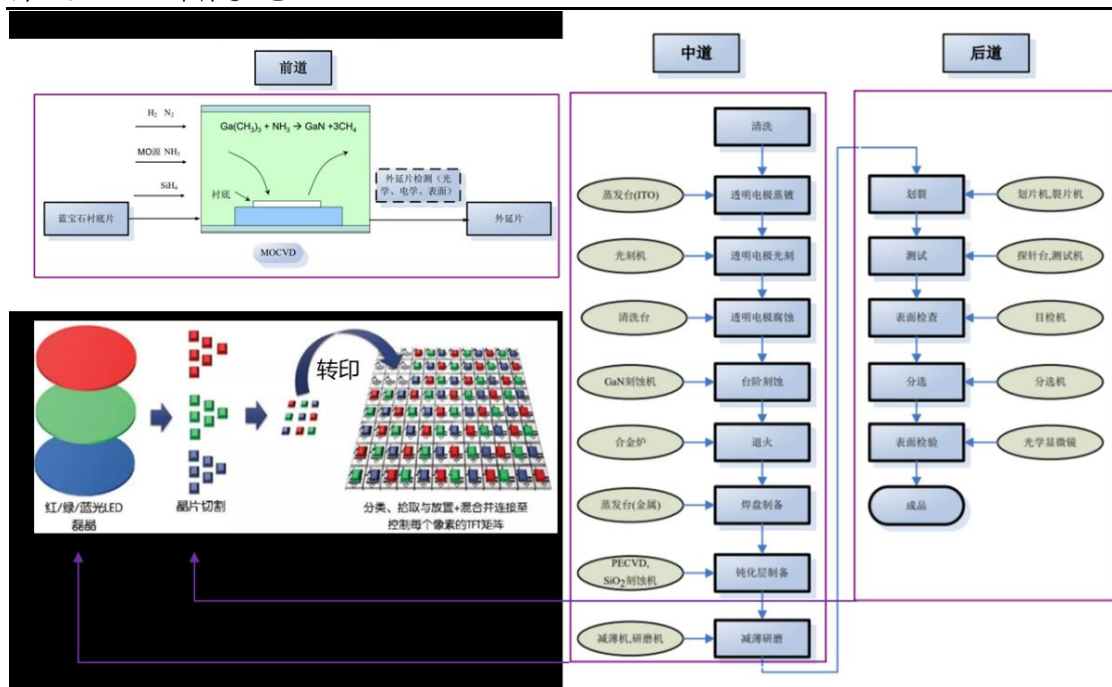
四、从技术角度出发，探寻 Mini LED 产业发展趋势

随着产业链上下游持续加码，Mini LED 技术正处于落地的关键时点。因此在技术方面，包括芯片、封装和基板选择等，均出现诸多新技术与新变量。本章我们将对 Mini LED 最新工艺与技术进行梳理，探寻最适合 Mini LED 产业发展规律的技术方向，从而对 Mini LED 产业链投资进行一定指引。

1、制造工艺较为成熟，转移技术持续创新

LED 芯片制造流程主要包括前道外延片制造、中道磊晶和后道晶片切割，涉及具体流程多达数十项，制造难度较高。但由于 LED 产业的多年的发展，传统 LED 芯片制造设备与工艺已经较为成熟，且 Mini LED 对切割精度和转移设备的要求还未达到 Micro LED 那么严苛的程度，因此 Mini LED 芯片制造难度相对 Micro LED 较低，芯片厂仅需通过优化工艺来提升良率和产量即可实现从常规尺寸到 Mini 尺寸的跨越。

图 24：LED 芯片制造工艺

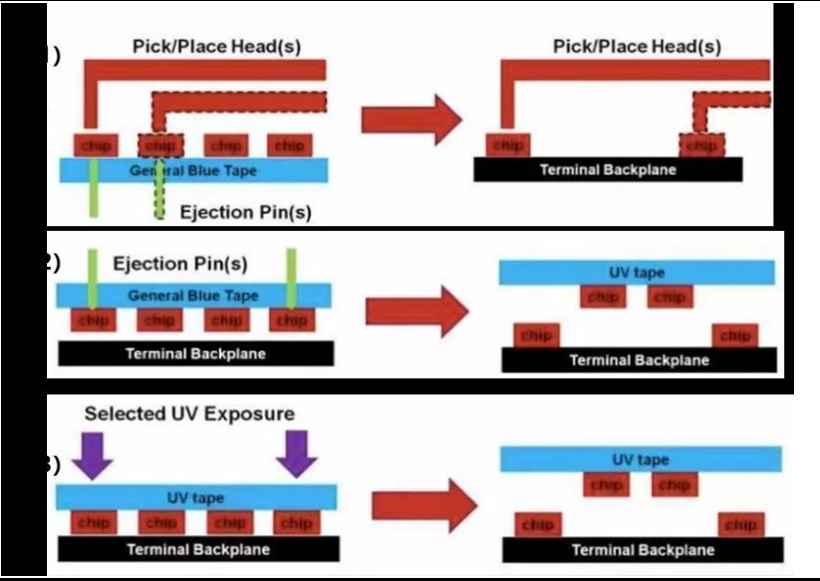


资料来源：华灿光电，信达证券研发中心

在转移技术方面，相比于 Micro LED，Mini LED 有较大的尺寸和更加硬质的衬底。因此其转移过程有更高的精度容忍度和更多的灵活性。当前主流厂商均有开发 Mini LED 相关的转移技术，主要包括以下三种：

1) 方案一是对现有的抓取设备进行改进，通过设置多个的手臂来增加拾取和放置的效率。这种方案技术难度较低，因此更容易实现量产，不过其存在产能上的限制，无法实现数量级上的增加。2) 方案二是将芯片和背板相对放置，再使用顶针将芯片顶出，从而放置于基板上。相比于方案一，这种方案减免了摆臂的反复移动，从而提升了转移效率。而且，若芯片在蓝膜上放置位置同最终背板的控制电极位置一致，再配合多顶针，即可实现巨量转移，从数量级上提升转移效率。3) 方案三类似于方案二，芯片放置于 UV 膜上，通过 UV 光把 LED 芯片选择性地转移到背板上。该方案能实现真正的巨量转移，但是对芯片分选及其在 UV 膜上的摆放精度有较高的要求。

图 25: 适用于 Mini LED 的三种转移方案



资料来源：电子发烧友，信达证券研发中心

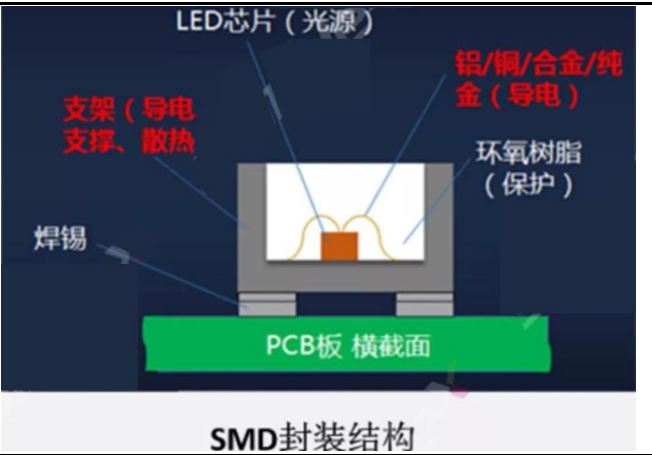
2、全倒装+COB，形成封装技术新趋势

LED 封装技术正在经历从传统的支架型封装（如 SMD 技术）向新型无支架型集成封装（如 COB 技术）的过渡。

传统的 LED 封装技术主要为 SMD（Surface Mounted Devices）技术，意为表面贴装器件。SMD 技术采用平面支架+点胶成型，并用表面贴装技术进行组装，采用合金铜材质扁平引脚，可组装在铝基板或 PCB 上。其工艺流程包括固晶、焊线、成型、切割、分光和带装入库。SMD 技术最小可以做到稳定像素间距在 1.2-1.5mm 区间，拥有技术成熟稳定、制造成本低、散热效果好和维修方便等优势，是十分成熟的 LED 封装技术。

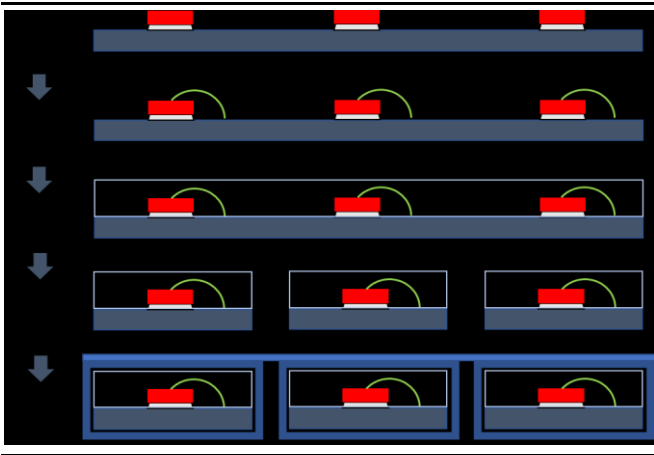
不过，随着 LED 向 Mini/Micro 方向发展，SMD 技术应用开始受限。其技术防护等级低、寿命短等缺陷开始暴露出来，尤其是在制造像素间距 P1.2 以下的显示产品时，SMD 封装技术开始出现诸多无法克服的技术瓶颈。例如 SMD 技术无法满足 Mini LED 显示产品的面板级像素失控率要求。

图 26: SMD 封装结构图



资料来源：普赛科技，信达证券研发中心

图 27: SMD 封装工艺流程



资料来源：信达证券研发中心

COB（Chip On Board）封装技术是一种无支架型集成封装技术，这种技术通过将 LED 芯片直接贴装于 PCB 板上，在 PCB 板的一面做无支架引脚的 COB 高集成度像素面板级封装，

在 PCB 板的另一面布置驱动 IC 器件，而不需要任何支架和焊脚。

与传统的 SMD 技术相比，COB 技术能显著地降低 LED 显示面板的像素失效问题，同时还可以做到更小的点距，拥有更高的排列密度。因此 COB 技术可以显著提升 LED 显示屏系统的像素密度和整体可靠性，为 LED 显示的 4K、8K 超高清视频显示产品、Mini LED 显示产品提供底层高阶面板制造技术，是当前 LED 显示走向百万级的必然选择。

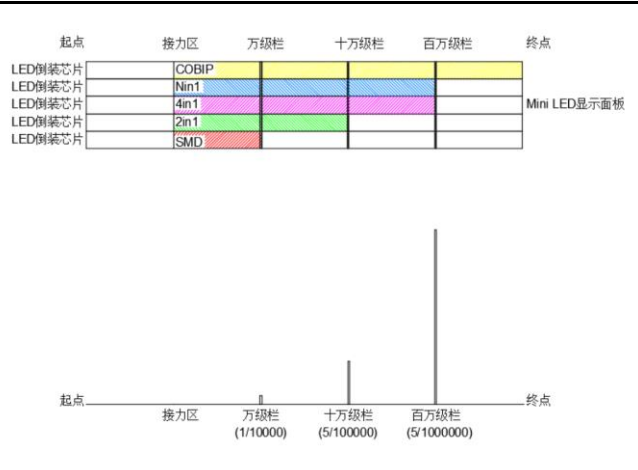
此外，在 SMD 和 COB 之间，还有多种支架型有限集成封装技术，主要包括 2in1、4in1、Nin1 封装技术。这种技术本质是 SMD 和 COB 的混合体封装技术，减少了支架引脚的数量，体现 COB 封装集成化的思想，但无法真正摆脱万级或十万级的面板级像素失控，在 Mini LED 的 1.2-0.9mm 像素区间，会遇到与 SMD 封装技术相同的技术瓶颈问题。

图 28：传统 SMD 封装与 COB 封装对比

项目	传统SMD封装	COB封装
生产效率	生产效率较低	固晶、焊线效率和传统 SMD 相当，后道点胶、分立、分光、包装效率较高
热阻	较高	较低
光品质	分立器件组合存在点光、眩光	视角大且易调整，光折损减少
应用	LED 器件需要先贴片，在通过回流焊的方式固定在 PCB 板上	无需贴装和回流焊工艺，COB 光源直接应用在灯具上
成本	增加支架、锡膏、贴片和回流焊工艺成本	成本较低

资料来源：电子发烧友，信达证券研发中心

图 29：COB 封装是百万级显示面板的必然选择



资料来源：韦侨顺光电，信达证券研发中心

除了 COB 技术外，封装端还创新性的引入了倒装工艺来实现更高发光效率、排列密度和可靠性。传统的正装技术存在着电极遮挡影响发光效率以及焊线较多工艺流程复杂等缺点。而倒装技术通过将芯片倒置，使发光层激发出的光直接从电极的另一面发出，在封装工艺上实现无电极遮挡、无焊线，因而可以最大程度提高发光面积、散热面积，并能够避免金属虚焊和接触不良引起的问题。同时，无焊线还可以提升芯片排列密度，助力 LED 进一步提升显示像素密度。

目前在 1.2mm 以上像素间距范围，还可以使用正装芯片，在 1.2-0.7mm 像素间距范围内，有红光正装、蓝绿光倒装的解决方案，在 0.7-0.3mm 像素范围内，RGB 都要使用倒装芯片。未来随着 LED 向 Mini/Micro 方向加速演进，倒装技术将迎来快速渗透。

图 30：传统正装和倒装结构对比



资料来源：创显光电，信达证券研发中心

图 31：倒装可以实现 LED 高密度排列



资料来源：创显光电，信达证券研发中心

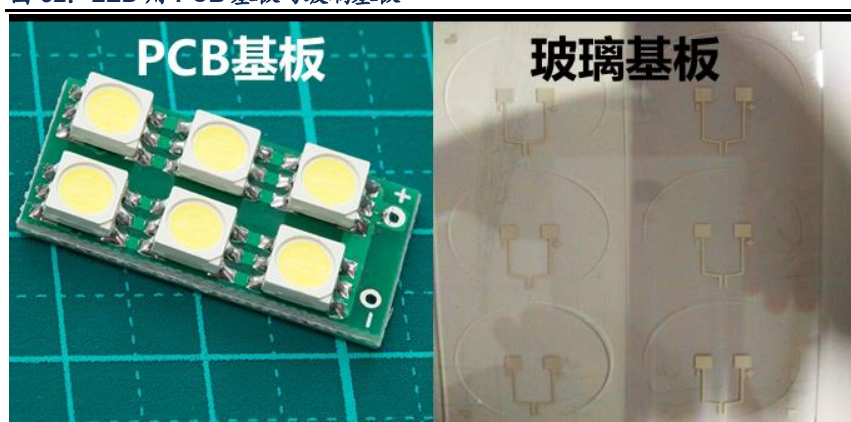
综上，对 Mini LED 产业来讲，SMD 封装技术是目前工艺较为成熟、成本更低的封装搭配，其将在中低端 Mini LED 产品推广中使用。而倒装 COB 技术，则是面向未来的新型封装技术，长期来看，其发光效果优势、可靠性优势和高密度排列优势将被进一步放大，有望实现对 SMD 技术的替代。

3、基板选择：PCB 打开市场，玻璃基蓄势待发

基板是 LED 芯片的载体，Mini LED 基板包括 PCB 方案和玻璃基方案。其中，PCB 是最常用的 LED 基板，具有技术成熟、成本低等优势，主要由 LED 产业链厂商推广使用。而玻璃基板是 LCD 的关键物料之一，后经面板厂推广至 LED 基板。

随着 Mini LED 应用不断深化，基板被提出了更高的要求，相关产业格局也有望迎来转变，本节我们将对两种基板在成本、性能、应用以及前景等方面进行比较和论述。

图 32：LED 用 PCB 基板与玻璃基板



资料来源：信达证券研发中心

成本方面，从材料角度来看，PCB 基板的价格是玻璃基板的几倍，因此如果规模化生产，玻璃基板的物料成本其实更低。但是从综合成本来看，由于玻璃基板走线需要开光罩，所以前期投入成本较高，若是规模化程度不高，可能平均成本反而会超过 PCB 基板。此外，从良品率来看，我国目前封装厂对于 PCB 基板的技术要更加成熟、可靠性更强，良品率也更高，因此成本的可控性更强。而玻璃基板由于玻璃的易碎性，良品率较低。因此综合来看，当前 PCB 基板仍具成本优势，但长期来看，随着玻璃基板规模化程度和良品率提升，玻璃基板成本有望大幅下降，甚至低于 PCB 基板。

性能方面，PCB 基板散热性弱于玻璃基板，且在芯片焊接中由于热量密度较高，所以容易导致翘曲变形的的问题，尤其在大尺寸的应用中，在多组背光单位拼接过程中容易产生拼缝问题。而玻璃基板受热膨胀率低，散热性强，因此平坦性更高，更有利于 Mini LED 的焊接，因此玻璃基板可以满足高精度需求。

应用前景方面，PCB 基板是国内目前技术工艺条件下的首选，其被当前绝大部分 LED 产品使用。而对于散热要求更高、平坦度要求更高或者高密度组装的情况，玻璃基板将是更好的选择。2020 年 CES 展上，TCL 正式推出了采用玻璃基 Mini LED 方案的“MLED 星曜屏”。该产品拥有超高亮度，在逆光情况下也能出众地成像；其对比度高达 100 万比 1，相比传统 LCD 有指数级的提升；同时其在 HDR 及动态背光分区等细节也有不俗表现。

综上，我们认为现阶段对于 Mini LED 产品，PCB 基板是终端厂商在市场需求量较小时，综合成本和性能后的选择。放眼未来，随着 Mini LED 需求放量，玻璃基板有望形成规模化出

货，其成本也将被摊薄。届时，玻璃基板竞争优势将充分展现，并有望实现对 PCB 基板的替代。

图 33: PCB 与玻璃基对比

 PCB	对比	 玻璃基
技术成熟 良率高 综合成本优势	成本	新技术 良率低 成本下降空间大
散热差 易翘曲变形 拼缝问题	性能	散热好 平坦度高 精密度高

资料来源：信达证券研发中心

五、投资建议

Micro LED 因其超高发光效率和极佳的显示效果而被认为是极具潜力的下一代显示技术，但由于技术难点较多，距离量产落地仍需较长时间。在 Micro LED 技术开发空窗期，Mini LED 作为折中技术率先推出，有望在背光端和直显端重塑产业格局。

从供需两侧来看，Mini LED 产业有望供需两旺的格局。需求端，2021 年，苹果、三星、LG 等厂商纷纷涌入 Mini LED 市场，有望推动 Mini LED 背光在 TV、笔电、平板等领域获得广泛应用。供给端，上游芯片制造、中游封装和下游应用在内的 LED 产业链均积极布局 Mini LED。如 LED 芯片厂商三安光电和华灿光电、封测厂商国星光电和瑞丰光电均已实现成熟产品出货。

从技术角度来看，倒装+COB+玻璃基有望成为 Mini LED 技术发展新趋势。在制造和转移端，由于设备与工艺已较为成熟，芯片厂仅需通过改进和优化工艺即可实现从常规尺寸到 Mini 尺寸的跨越。在封装端，倒装 COB 技术是面向未来的新型封装技术，长期来看，其发光效果优势、可靠性优势和高密度排列优势将被进一步放大，有望实现对 SMD 技术的替代。在基板端，随着 Mini LED 需求放量，玻璃基板有望形成规模化出货，其成本也将被摊薄。届时，玻璃基板竞争优势将充分展现，并有望实现对 PCB 基板的替代。

作为新一代高端显示/背光技术，Mini LED 目前正处于产业化落地期。并随着终端厂商的积极推广和产业链的持续加码，相关产品有望持续放量。我们看好 Mini LED 的下游需求以及相关产业链的发展空间，给予行业 看好 评级。建议关注芯片制造厂商：三安光电、华灿光电等；面板龙头：京东方 A、TCL 科技；封测厂商：国星光电、瑞丰光电等；模组代工厂商：利亚德、洲明科技、兆驰股份等；设备厂商：ASM Pacific、新益昌；PCB 厂商：鹏鼎控股等。

六、风险因素

- （1）疫情反复。
- （2）下游需求不及预期。

研究团队简介

方竞，西安电子科技大学本硕连读，近5年半导体行业从业经验，有德州仪器等龙头企业工作经历，熟悉半导体及消费电子的产业链，同时还是国内知名半导体创业孵化平台IC咖啡的发起人，曾协助多家半导体公司早期融资。2017年在太平洋证券,2018年在招商证券,2020年加入信达证券任首席分析师。所在团队曾获19年新财富电子行业第3名;18/19年《水晶球》电子行业第2/3名;18/19年《金牛奖》电子行业第3/2名。

刘少青，武汉大学硕士,2018年加入西南证券,2020年加入信达证券,熟悉半导体产业链。

刘志来，上海社会科学院金融硕士,2020年加入信达证券,从事电子行业研究。

童秋涛，复旦大学硕士,2020年加入信达证券,从事电子行业研究。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北	卞双	13520816991	bianshuang@cindasc.com
华北	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北	刘晨旭	13816799047	liuchenxu@cindasc.com
华北	欧亚菲	18618428080	ouyafei@cindasc.com
华北	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华东副总监 (主持工作)	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东	孙斯雅	18516562656	sunsiya@cindasc.com
华东	张琼玉	13023188237	zhangqiongyu@cindasc.com
华南总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南	王之明	15999555916	wangzhiming@cindasc.com
华南	闫娜	13229465369	yanna@cindasc.com
华南	焦扬	13032111629	jiaoyang@cindasc.com
华南	江开雯	18927445300	jiangkaiwen@cindasc.com
华南	曹曼茜	18693761361	caomanqian@cindasc.com

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 20% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~20%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5%之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地理解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券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，投资者需自行承担风险。