

证券研究报告

2024年02月05日

行业报告 | 行业专题研究

新型显示

Mini LED/Micro LED/Micro OLED多点开花，产业链如何聚焦？

作者：

分析师 孙谦 SAC执业证书编号：S1110521050004



天风证券

【综合金融服务专家】

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

摘要

随着技术的进步和工艺的发展，新一代显示技术逐渐从“实验室”走向商业应用，Mini LED/Micro LED/Micro OLED多点开花，应用和发展阶段各有侧重，本报告全面梳理新一代显示技术发展阶段、应用趋势和发展逻辑，为读者提供参考。

■ Mini LED背光：或进入产品放量阶段，电视/显示器为主要增长点

Mini LED背光产品已开拓了丰富的应用场景，包含电视、显示器、笔电、平板、VR智能穿戴设备等消费电子、IT产品及车载显示产品。车载端虽然有良好的应用基础，但存在车规导入期较长等风险，电视/显示器增势明确。据TrendForce集邦咨询预计，2024年Mini LED背光电视出货量将达621万台，至2027年出货量预估2440万台，占整体电视市场约12.1%，2023~2027年的CAGR约56.7%。

■ Mini LED直显：小间距LED逐渐成为市场主流，工艺进步+扩产进一步价格下降空间

小间距LED正在加速替代传统拼接产品，成为LED显示领域主要增长点。量增为主要增长动能，价跌削弱产值增长贡献。COB工艺进步+产能扩张+虚拟像素技术打开小间距LED价格下降通道，逐渐从G端走向B端广阔天地。量增价跌主逻辑下，建议关注产业链垂直布局的成本优势厂商。

■ Micro LED：技术与成本两大鸿沟，层层通关，长路漫漫，但行则必至

Micro LED作为终极显示技术，目前仍面临成本和技术两大鸿沟，芯片制造/巨量转移/全彩显示/显示驱动4大关键技术有待突破。产业链持续推进下，由于小尺寸屏幕有利于降低巨量转移成本，Micro LED或将在小尺寸的AR/VR/智能手表及车灯上率先取得应用，大尺寸屏幕则有望在MIP封装工艺下得以加速。整体处于市场导入期，建议关注在芯片制造、巨量转移、MIP封装等核心环节下具备领先优势的厂商。

■ Micro OLED：苹果Vision Pro催化下，AR/VR/XR或将持续为其提供新动能

Micro OLED随着苹果Vision PRO的发布，众多厂商将目光转向Micro OLED。在Micro LED全彩显示难以量产的情况下，当前市场Micro OLED应用关注集中于AR/VR/XR领域，未来随着市场成熟度提升和产能扩充，Micro OLED有望加速渗透。建议关注头部终端厂商产品技术路线及配套供应商。

风险提示：消费电子复苏不及预期；技术发展不及预期；产品发布或接受度不及预期；原材料价格波动

目录

1

Mini LED背光：或进入产品放量阶段，电视/显示器为主要增长点

1.1 Mini LED背光终端产品预计持续增长，电视/显示器增势明确

1.2.1 电视 | 全球整体出货下滑，Mini LED电视持续高增长

1.2.2 电视 | 价格性能优势下，Mini LED具备更大弹性空间

1.2.3 电视 | 品牌产品相继上市，Mini LED电视预计成主流

1.3.1 MNT | 低端市场价格厮杀日益激烈，产品利润空间持续被压缩

1.3.2 MNT | Mini LED、OLED备受关注，渗透率或快速提升

1.4 Mini LED背光产业链

2

Mini LED直显：小间距LED逐渐成为市场主流，工艺进步+扩产进一步价格下降空间

2.1 小间距LED加速替代传统拼接产品，成为LED显示领域主要增长点

2.2 量增为主要增长动能，价跌削弱产值增长贡献

2.3 间距段持续向下渗透，Mini/Micro LED走向应用阶段

2.4 COB+产能扩张释放市场竞争力

2.5 虚拟像素进一步打开小间距LED价格下降通道

2.6 应用场景G端占主导，B端商业显示未来增量可期

2.7 小间距LED显示屏核心供应链全景图

目录

3

Micro LED：技术与成本两大鸿沟，层层通关，长路漫漫，行则必至

3.1 Micro LED，显示技术六边形战士

3.2 芯片制造/巨量转移/全彩显示/显示驱动4大关键技术仍有待突破

3.2.1 芯片尺寸缩小带来波长均匀性/低缺陷/量子效率等问题

3.2.2 巨量转移面临精度/效率/良率问题，激光转移技术或成主流

3.2.3 全彩显示能力为关键指标，量子点技术有望成为主流

3.2.4 CMOS主动驱动成主流，转移键合技术待突破

3.3 Micro LED或在AR/智能手表/车灯上率先取得应用

3.4 MIP封装技术加速Micro LED大尺寸产品突破量产

3.5 Micro LED产业链拆解

4

Micro OLED：苹果Vision Pro催化下，AR/VR/MR或将持续为其提供新动能

4.1 Micro OLED，微型显示领域的中短期优势方案

4.2 苹果Vision Pro发布，有望推动高端产品陆续搭载Micro OLED

4.3 AR/VR带动Micro OLED进一步发展

4.4 Micro OLED产业链拆解

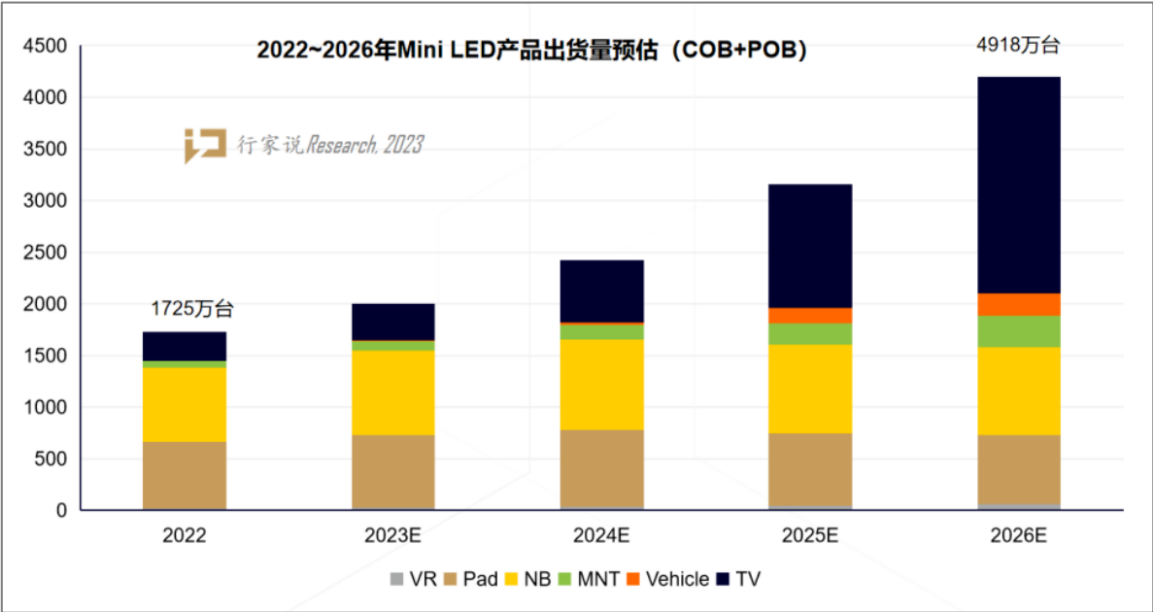
1

Mini LED背光：或进入产品放量阶段，电视/显示器为主要增长点

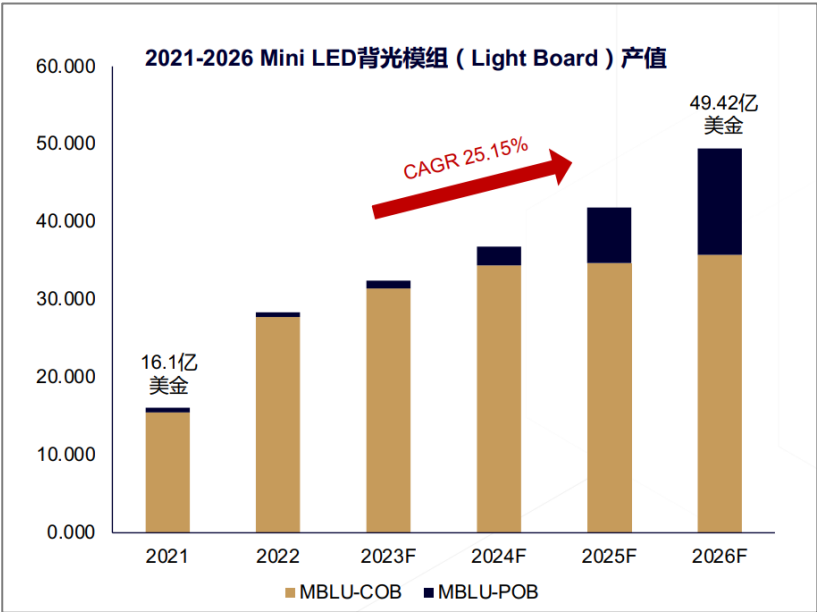
1.1 Mini LED背光终端产品预计持续增长，电视/显示器增势明确

- Mini LED背光产品已开拓了丰富的应用场景，包含电视、显示器、笔电、平板、VR智能穿戴设备等消费电子、IT产品及车载显示产品。
- 根据行家说预测，2023年Mini LED背光应用产品的出货量将从2022年的1725万台增长至近2000万台，增长近23%，到2026年，TV、MNT、Vehicle和VR市场5年CAGR分别是66.23%、47.78%、154.57%和30.5%，预计出货量达到近4900万台，Mini LED背光模组产值达到49亿美元。
- 我们认为，车载端虽然有良好的应用基础，但存在车规导入期较长等风险，电视/显示器增势明确。

图：2022-2026年Mini LED产品出货量及预测(COB+POB)



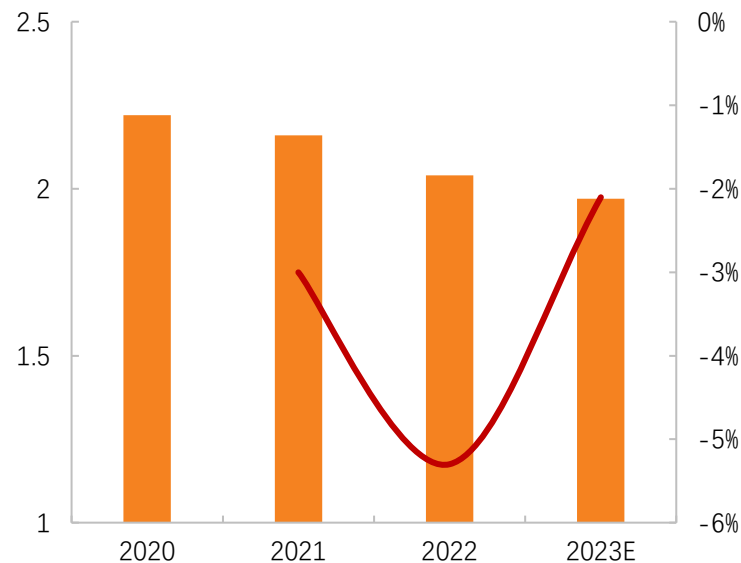
图：2021-2026年Mini LED背光模组产值及预测(COB+POB)



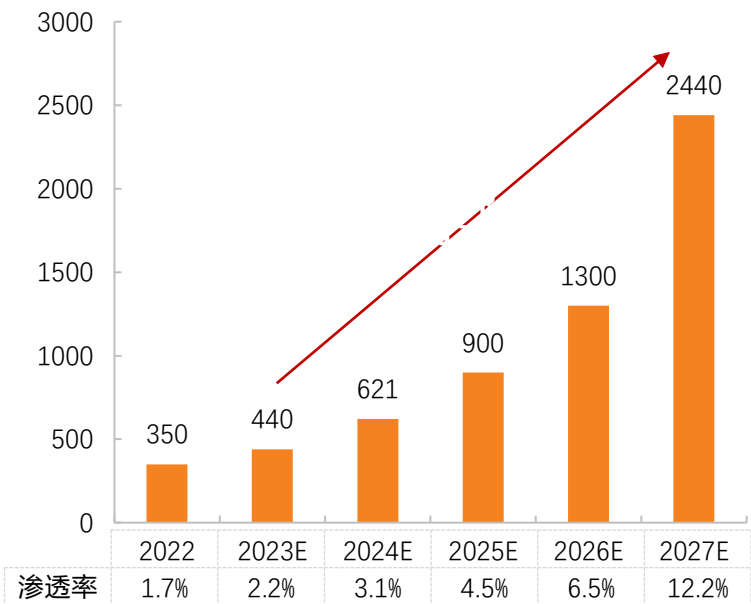
1.2.1 电视 | 全球整体出货下滑，Mini LED电视持续高增长

- 全球电视整体出货量下滑。根据TrendForce预计，2023年全球电视出货量将跌破1.97亿台，同比-2.1%，成为近十年最低出货量。
- 从技术来看，目前LCD仍是主流，OLED竞争力减弱。2022年，OLED出货量同比仅增长0.5%至670万台左右，预计2023年OLED电视出货量同比下降0.7%至630万台。
- Mini LED背光可提高对比度、亮度和画质，或将实现持续高增长。与OLED相反，2022年 Mini LED背光电视出货量同比增长65%至350万台，预计2023年将达到440万台，同比增长26%。TrendForce集邦咨询预计，2024年Mini LED背光电视出货量将会持续成长，可达621万台；至2027年出货量预估2440万台，占整体电视市场约12.1%，2023~2027年的CAGR约56.7%。

图：2020-2023年全球电视出货量(亿台)及增速(%)



图：2022-2027年全球Mini LED电视出货量(万台)及渗透率(%)

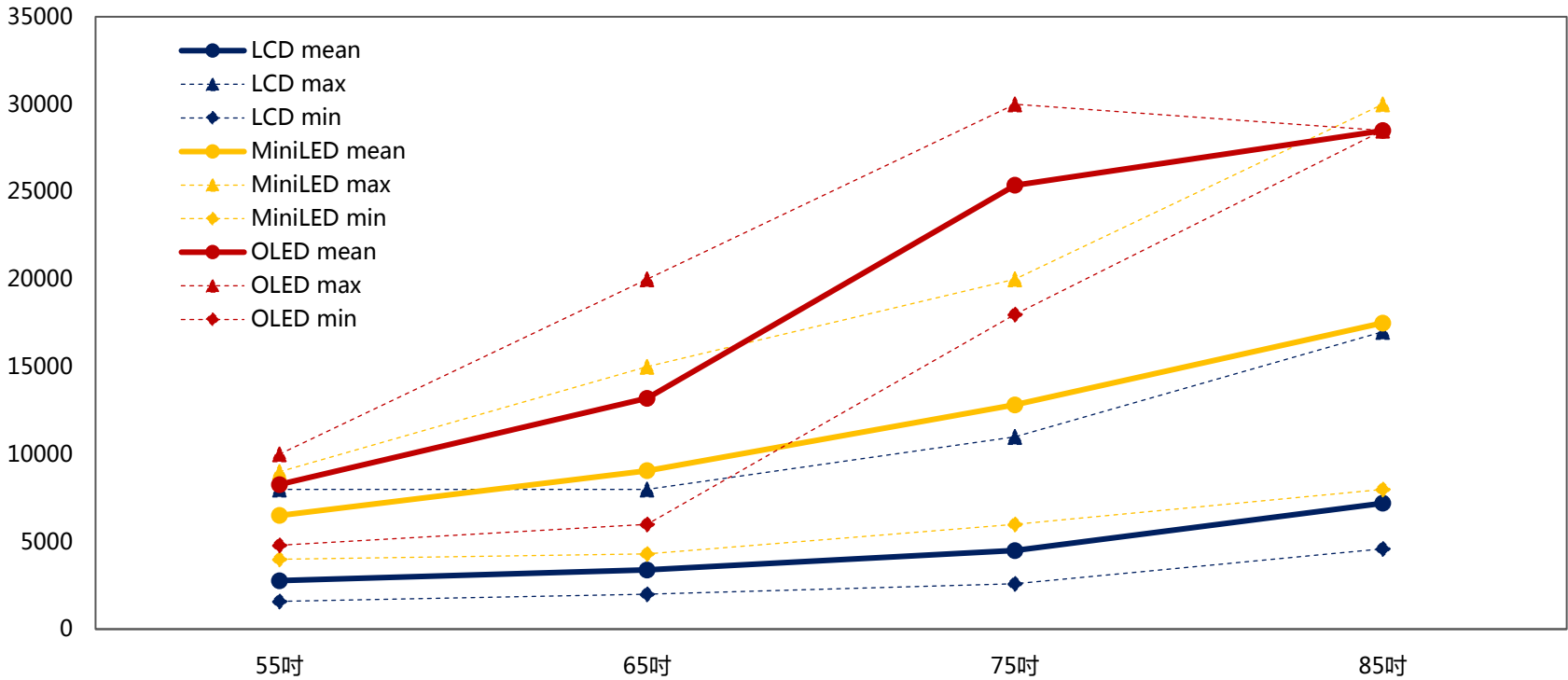


注：2024-2027年渗透率按全球电视出货2亿台测算

1.2.2 电视 | 价格性能优势下，Mini LED或具备更大弹性空间

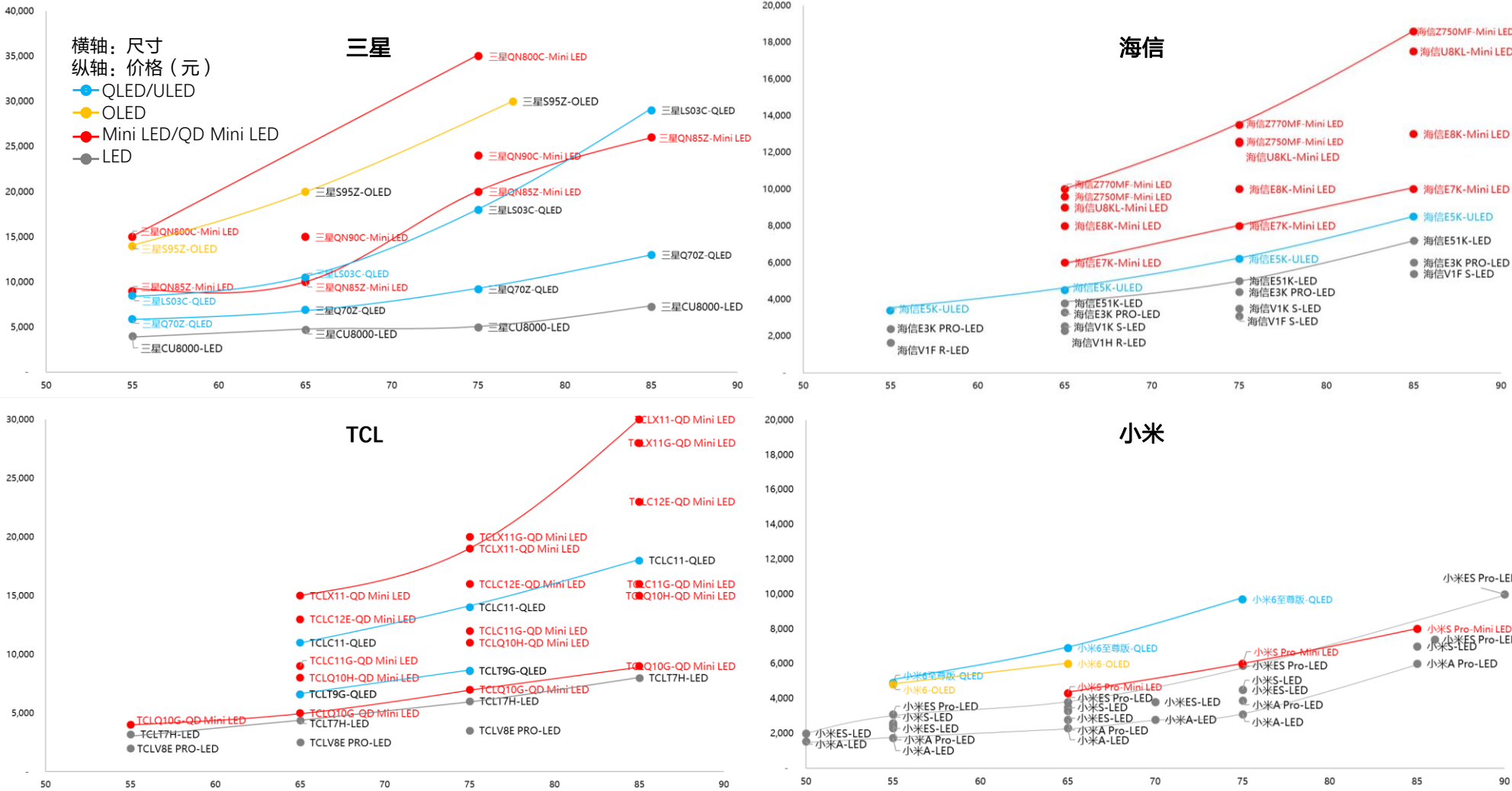
- 我们汇总了三星、TCL、海信、小米、创维四家电视品牌290个SKU，其中Mini LED电视共61个，占比21%，OLED电视17个，占比6%，其他则主要为普通LCD电视。在55/65/75/85主流尺寸下，Mini LED背光电视均价介于LCD和OLED之间，且最高价格接近OLED均价，最低价格接近LCD均价。
- 我们认为，Mini LED兼具LCD和OLED性能优势，价格向下逐渐接近普通LCD电视，向上抢占OLED市场，Mini LED具备更大的弹性空间。

图：LCD MiniLED OLED电视市场均价 最高价 最低价对比（元）



1.2.2 电视 | 价格性能优势下，Mini LED或具备更大弹性空间

图：三星/TCL/海信/小米 电视产品矩阵图



资料来源：京东官网，各品牌官网，天风证券研究所

1.2.3 电视 | 品牌产品相继上市，Mini LED电视预计成主流

- CES 2024上，国内厂商TCL、海信、创维、康佳以及韩系厂商三星、LG均推出Mini LED电视产品，其中LG电子表示将开展OLED电视和Mini LED电视超大型阵容的双轨策略，索尼也表示Mini LED是未来电视的主打产品之一。近期，TCL 子品牌雷鸟推出鹤7 2024款，采用Mini LED背光，85/75/65英寸分区数分别为1536/1248/960，价格分别为8499/6499/4999元。
- 我们认为，随着终端品牌Mini LED电视产品推出，Mini LED电视渗透率预计将快速提升，有望成为电视主流。

图：CES 2024及近期 Mini LED 电视产品整理

厂商	型号	分区数（价格）	发布时间
TCL	115" X11G / X11G MAX	5184/20000+	CES 2024
TCL	98XL系列 C855/C755	2000+/500+	CES 2024
海信	110" ULED X	40000+	CES 2024
三星	NEO QLED	-	CES 2024
创维	Mini LED壁纸电视系列	万级分区/千级分区	CES 2024
康佳	Mini QD-LED 809系列	-	CES 2024
LG	86"/75"/65" 90T 86"/75" 99T	-	2024.01
TCL	85"/75"/65" 雷鸟鹤7	1536/1248/960(4999/6499/8499元)	2024.01

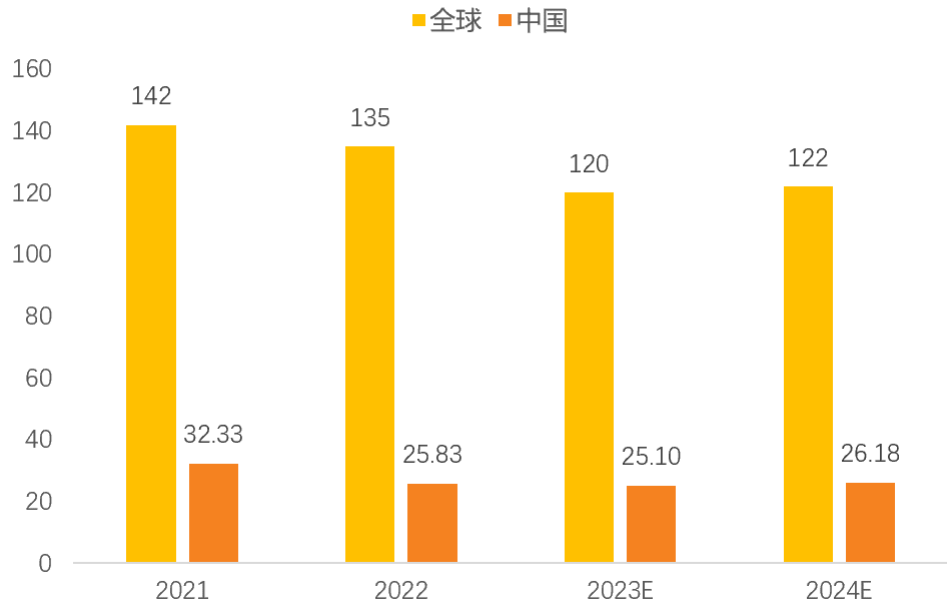
图：TCL 雷鸟鹤7电视2024款



1.3.1 MNT | 低端市场价格厮杀日益激烈，产品利润空间持续被压缩

- IDC数据显示，2022年全球显示器出货量预计约1.35亿台，中国市场出货量约为2583万台，2023-2024年预计全球出货量为1.20/1.22亿台，中国出货量预计为2510/2618万台，中国占全球市场20%左右。
- 目前MNT仍以LCD显示技术为主，Mini背光和OLED渗透率仍较低。LCD低端市场价格厮杀日益激烈，产品利润空间持续被压缩。根据洛图科技数据，2000元以下的产品占据了整个市场近89%的销量，其中500-999元价格段的产品销量占比约为40%。

图：2021-2024年全球及中国显示器出货量（百万台）



图：Mini背光和OLED在MNT的渗透率



1.3.2 MNT | Mini LED、OLED备受关注，渗透率或快速提升

- 激烈的价格竞争下，新型显示技术Mini LED、OLED备受关注，渗透率有望快速提升。根据洛图科技数据，2023年OLED/Mini LED显示器线上销量分别同比增长超150%和90%，其中三星在Mini LED市场份额领先，达27%。IDC 预计，2024年中国OLED 显示器出货量将会翻倍增长，Mini LED 显示器出货量同比增长34.2%。
- Mini LED MNT已具备优于OLED MNT的性价比。以27吋MNT为例，Mini LED产品均价约3700元，OLED约为5700元，几乎同等性能下具备明显的价格优势，Mini LED显示器步入快速发展阶段。

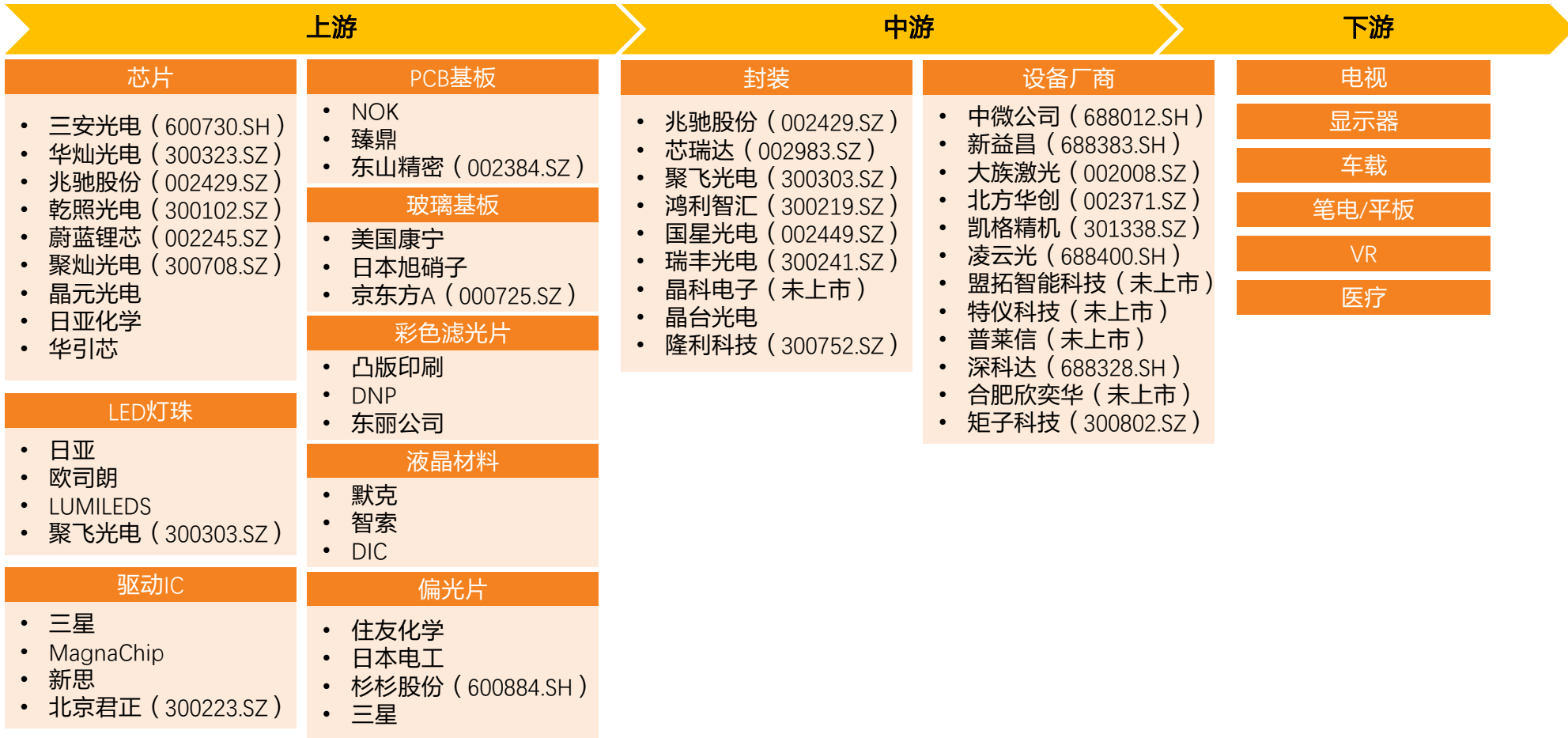
图：2023年Mini LED MNT产品梳理（共21款）

品牌	型号	尺寸	分辨率	分区数量（个）	价格(元)
联合创新	27M2U PRO	27”	4K	2304	3499
联合创新	32M2U	32”	4K	2304	4499
优派	VX2781	27”	4K	1152	4999
三星	G70NC	43”	4K	百级分区	7999
三星	G95NC	57”	双4K	2392	19999
三星	G95NA	49”	双2K	2048	11999
钛度	M32AQH-ST	31.5”	2K	576	2199
钛度	M27NQH-ST	27”	2K	576	2399
创维	D60U PRO	27”	4K	1152	2999
创维	F32D80U Lite	31.5”	4K	1152	4899
联想	拯救者Y34w	34”	3440x1440	384	2999
努比亚	红魔电竞显示器4K银翼版	27”	4K	1152	4999
宏基	XV275K P3	27”	4K/2K	576/384	4299/1999
华硕	ROG Swift PG32UQXR	32”	-	576	10600
雷鸟	Q8	34”	4K	1152	3999
雷鸟	U8	27”	4K	1152	4499
AOC	Q27G3XMN	27”	2K	336	1899
AOC	U27G3XM	27”	4K	2304	3499
KTC	M32P10S	31.5”	4K	1152	/
酷冷至尊	GP2711 Mini LED型	27”	2K	--	3000

1.4 Mini LED背光产业链

Mini LED背光产业链上游包括LED外延生长、LED芯片制造，中游为LED封装、设备厂商、面板厂商，下游为应用。

图：Mini LED背光产业链图谱



2

MiniLED：小间距LED逐渐成为市场主流，工艺进步+扩产进一步价格下降空间

2.1 小间距LED加速替代传统拼接产品，成为LED显示领域主要增长点

- 小间距LED是指LED点间距在P2.5以下的室内LED显示屏，按照点间距由大到小，LED显示屏可分为传统LED显示屏（P2.5以上）、小间距LED显示屏（P2.5至P1.0）、以及微间距Mini LED显示屏（P1.0至P0.1）和Micro LED显示屏（P0.1以下）。
- Mini LED是指尺寸在100μm量级的LED芯片，尺寸介于小间距LED与Micro LED之间，是小间距LED进一步精细化的结果。
- Micro LED是LED薄膜化、阵列化、微缩化技术的产物，在一个芯片上集成高密度微小尺寸的LED阵列，LED单元小于50um，仅普通LED的1%。
- 据洛图科技数据，预计2025年中国商用显示传统产品市场（包括投影仪、LED显示屏、拼接屏、交互平板、商用电视、数字标牌）规模将超过3000亿元。随着产品价格的降低，小间距/微间距LED正在加速对传统拼接产品的替代，目前主要包括P2.5、P2.0、P1.5、P1.8等LED显示屏产品，未来预计随着工艺的进步，逐渐从小间距LED走向Mini/Micro LED。

图：不同商业显示屏类别对比

屏幕类别	液晶拼接屏LCD	等离子拼接屏PDP	背投拼接屏DLP	小间距LED显示屏
原理	背光源投射	自发光	背光源投射	自发光
箱体体积	薄	薄	厚大	轻薄
功耗	110W-230W	240W-450W	140W-350W	110W-230W
寿命	3-5万小时	5-7万小时	1万小时以下	8-10万小时
物理拼缝	4-5mm	1-4mm	1mm	0mm
高灰度等级	8bit	10bit	12bit	16bit
色彩饱和度	92%(DID)	93%	较低	极高
高度调节范围	450-700 cd/m²	450-1700 cd/m²	200-400 cd/m²	200-1500 cd/m

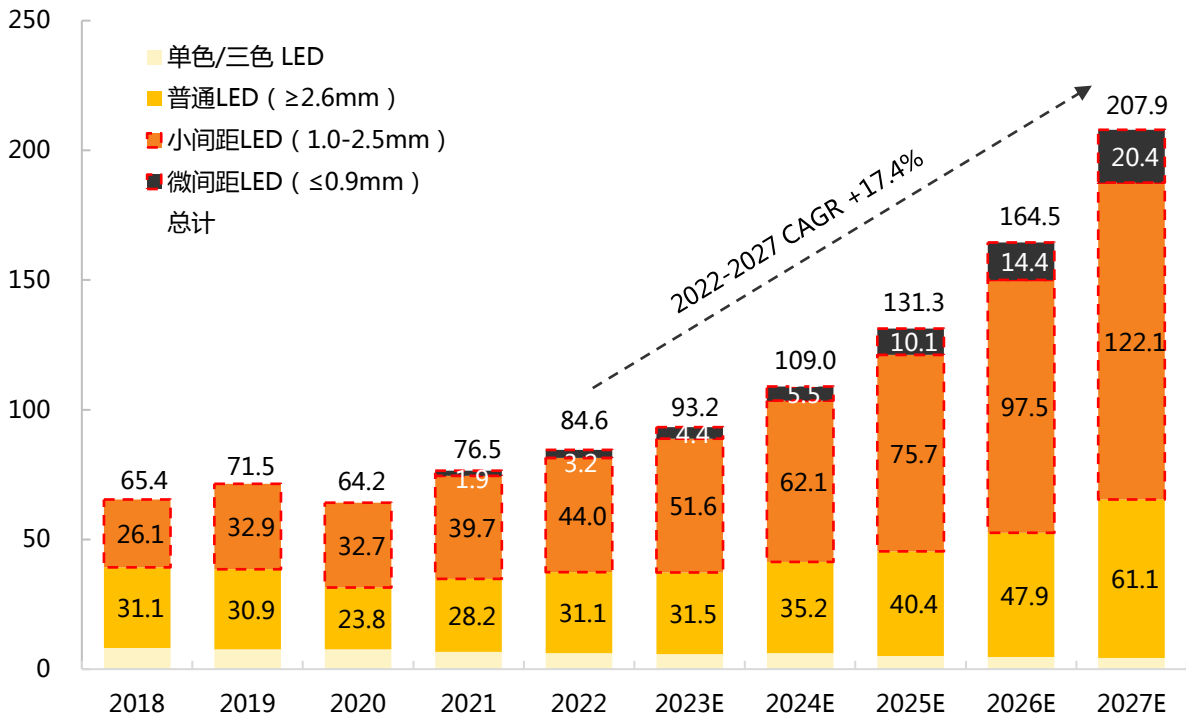
图：小间距LED显示屏对比

	小间距LED	MiniLED	MicroLED
晶片尺寸	大于200um	50-200nm	小于50nm
像素间距	1mm-2.5mm	0.1-1mm	0.1mm以下
封装技术	SMD、COB	SMD/IMD、COB	COB、MIP、巨量转移
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

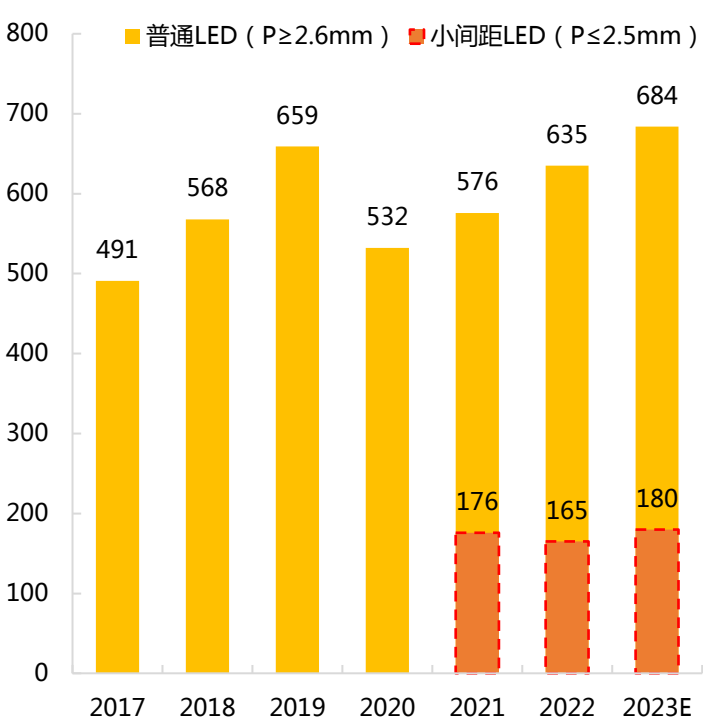
2.1 小间距LED加速替代传统拼接产品，成为LED显示领域主要增长点

- 全球及中国小间距LED预计保持高速增长，超过整体LED显示领域整体增速，成为主要增长点。
- 根据Futuresource Consulting调查报告，2022年全球小/微间距LED市场规模47亿美元，2027年预计达到142.5亿美元，有望作为主要增长点驱动全球LED显示屏市场规模从2022年84.6亿增长至2027年超200亿，5年CAGR 17.4%。
- 根据中商产业研究院预测，2023年中国LED显示屏市场规模达684亿元，同比+7.72%，其中小间距LED市场规模180亿元，同比+9.09%。

图：2018-2027年全球LED显示屏市场规模及预测（亿美元）



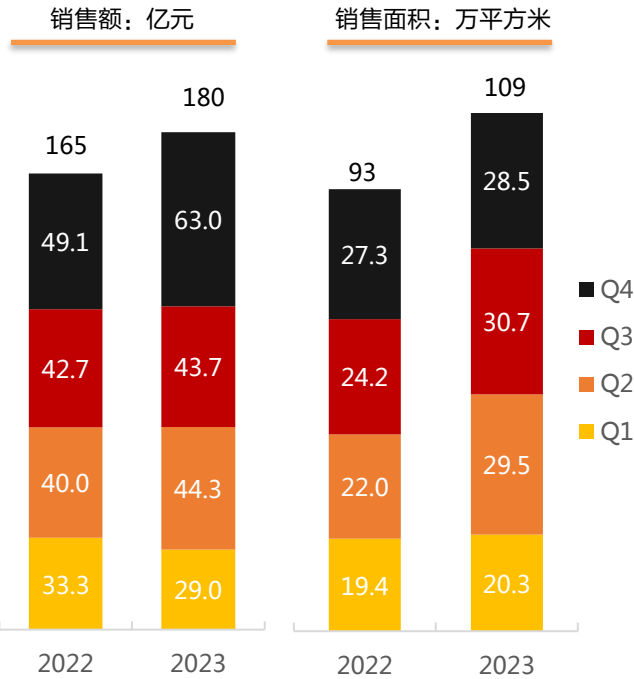
图：2017-2023年中国LED显示屏市场规模及预测（亿元）



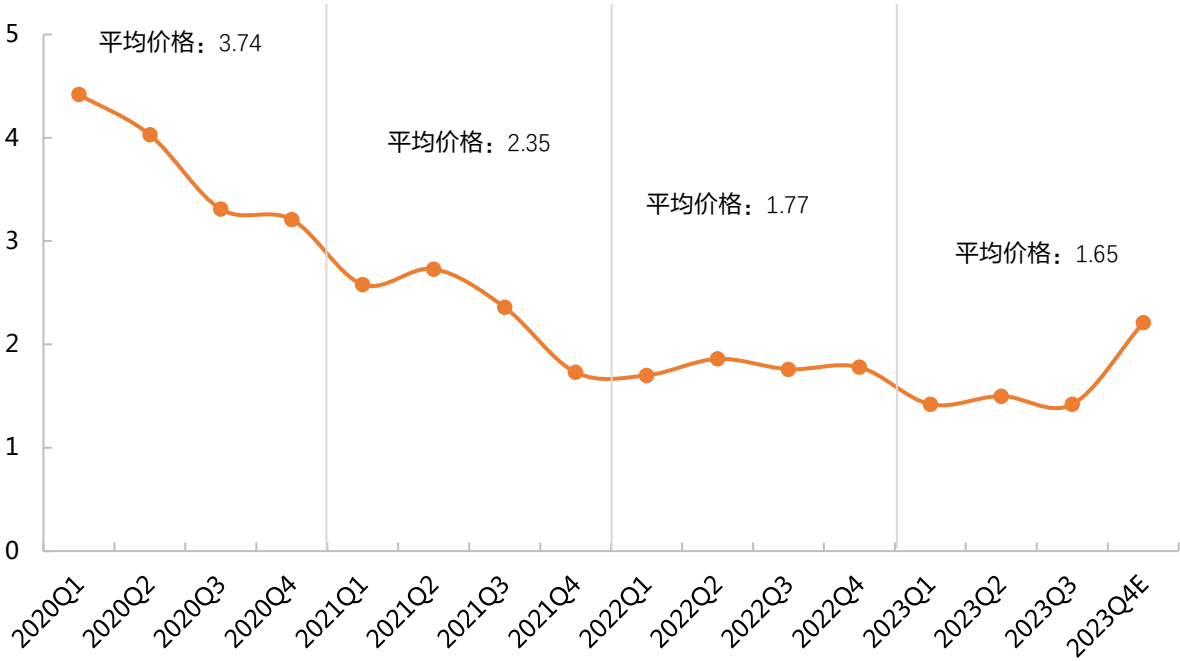
2.2 量增为主要增长动能，价跌削弱产值增长贡献

- 截止2023Q4，随着产业链逐渐成熟和供应链扩产，小间距LED出货面积持续增长，但价格较2020年下滑近56%，量增价跌下削弱产值增长贡献。
- 根据洛图科技数据，中国大陆小间距LED显示屏2022年销售额165亿元，出货面积93万平方米，平均单价1.77万元/平方米；2023年全面销售额预计180万元，出货面积预计109万平方米，平均单价1.65万元（下滑7%）。其中前三季度销售额117亿元，同比增长1.0%，出货面积为80.8万平方米，同比上涨23.1%，平均单价达1.45万元/平方米，第四季度预计价格有所回升。

图：2022-2023中国大陆小间距LED市场表现



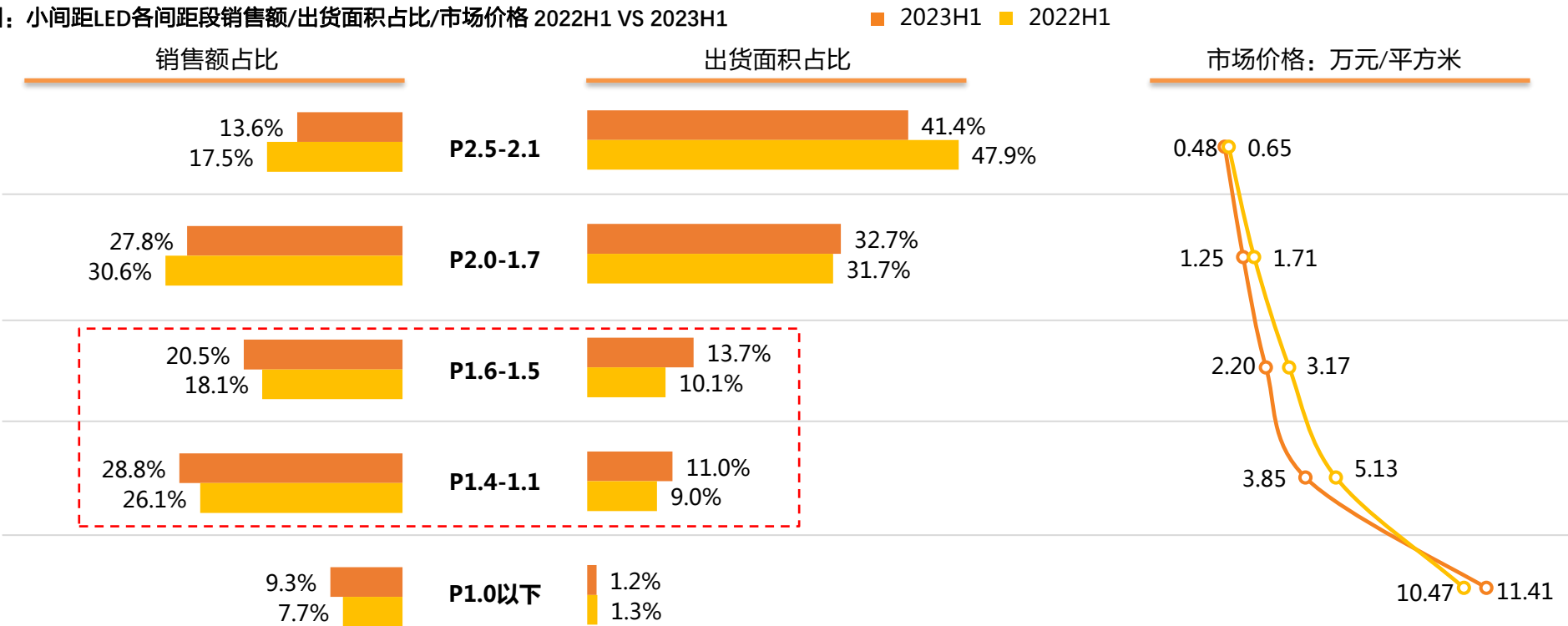
图：2020-2023Q3中国大陆小间距LED季度市场价格（万元/平方米）



2.3 间距段持续向下渗透，Mini/Micro LED走向应用阶段

- 产品间距段出货面积及销售额向下渗透，市场更小间距产品需求转旺，Mini/Micro LED走向应用。
- P2.5-1.7间距段产品占主要出货面积，市场价格或已接近极致。根据洛图科技数据，2023年上半年，中国大陆小间距LED显示屏P2.5-1.7出货面积占比74.1%，同比-5.5pct，因产品利润空间有限，市场价格仅小幅下降，销售额占比41.4%，同比-6.7pct。**P1.6-1.1间距段产品增长显示，市场价格或仍有下降空间。**根据洛图科技数据，2023年上半年，中国大陆小间距LED显示屏P1.6-1.1出货面积同比+5.6pct，相应地销售额+5.1pct，市场价格下滑幅度较大。**P1.0以下(Mini/Micro LED)开始走向应用，价格上涨带动销售额提升。**

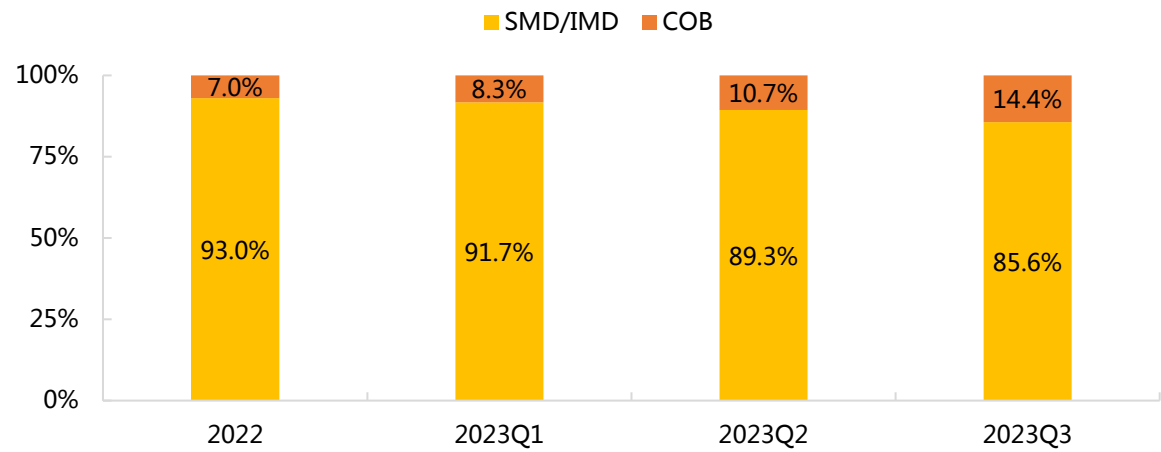
图：小间距LED各间距段销售额/出货面积占比/市场价格 2022H1 VS 2023H1



2.4 COB+产能扩张释放市场竞争力

- COB封装技术进一步渗透，产品由定制化走向标准化和规模化，行业格局从单一环节走向垂直产业链整合，推动Mini/Micro规模扩大。
- 根据洛图数据显示，COB技术份额不断增长，2023年Q3中国小间距LED显示屏COB封装占比达到14.4%，环比+3.7pct。P1.0以内的产品中，COB技术优势更加凸显，叠加良率提升带来成本优化，因此其市场份额快速提升，占比为33.8%。从渗透率的增减变化来看，结构性增长最快的是P1.6-1.5和P1.4-1.1间距段产品，COB占比分别提升1.85和6.48个百分点。洛图科技预计，2028年COB技术的销售金额占比将达30%以上。
- 根据行家说数据，P1.2间距段产品中，COB价格已低于SMD技术产品，并且在更小间距产品商价格优势更加明显。
- 我们认为，随着COB封装技术在产业技术进步、产能增加和市场需求扩大三个方面形成的良性互动，其有望逐渐成为小间距LED显示屏行业微间距化发展下重要的产品技术趋势。

图：中国小间距LED显示屏SMD/COB市场份额占比



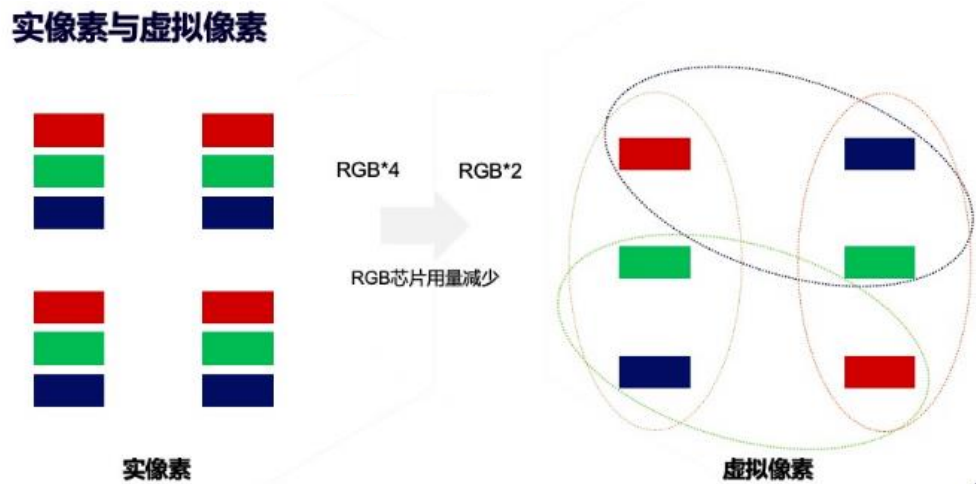
图：重点厂商封装工艺及产能梳理

公司	封装工艺	产能及扩产计划
兆驰晶显	COB	已拥有1000条产线，月产能超10000平方米，在研发投入方面，已累计超过千万元
利亚德	MIP	今年已由800kk/月扩到了1600kk/月，明年将进一步扩大
雷曼光电	COB	设计产能为7.2万平方米，募投项目达产后预计每年形成营业收入12.38亿元。
洲明科技	COB/MIP	惠州大亚湾智能制造基地主要布局智慧显示领域，随着二期生产基地以及 Mini LED 项目的 投产，其总体产能合计达到 20000KK/月。
艾比森	COB	已有LED产能240,000，在建产能80,000

2.5 虚拟像素进一步打开小间距LED价格下降通道

- 虚拟像素是通过将物理像素点进行组合和分布，通过LED的排布和复用，使得显示屏可以显示出比实际像素点更多的图像细节和效果，达到实际显示像素为物理像素N倍（N=2、4）的分辨率倍数递增效果。可以实现：1）相同LED芯片下实现更多像素，提升显示体验；2）相同像素下减少LED芯片用量，降低成本。
- 通过物理排布和算法减少LED芯片用量和转移次数，可节省50-70%的成本。虚拟像素可直接减少LED芯片用量，降低材料成本，同时间接减少LED芯片转移次数，提高直通率，二者均有利于降低成本。据中麒光电COB虚拟像素技术，在同为1.25mm间距的情况下，RGGB 4灯虚拟像素成本为40%，RGB三灯亚像素成本需50%，RGB三灯虚拟成本仅需30%。目前在COB、MIP以及Micro LED中均有虚拟像素的出现。
- 国内厂商如洲明3灯虚拟像素方案（2个像素点1组。RGB）、4灯虚拟像素方案（4个像素点1组RGB），以及COB虚拟像素产品UMiniP（P0.93、P1.2）。Kinglight晶台也表示，MIP虚拟像素技术，可使MIP灯珠数量降低75%，LED芯片数量降低66.6%，从而使成本大幅降低。控制系统厂商如诺瓦星云、卡莱特也在助力动态像素技术推广。

图：实像素与虚拟像素技术对比



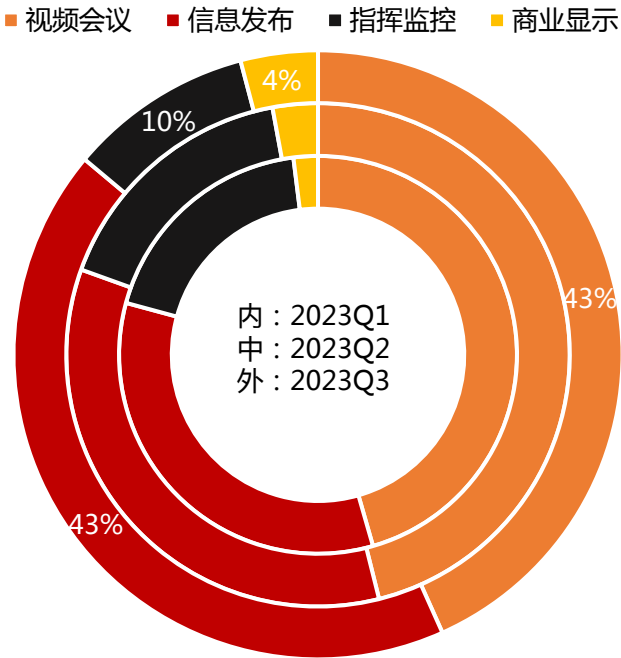
图：实像素与虚拟像素参数对比（基于P1.25）

虚拟像素				
基于间距1.25mm的比较				
像素名称	RGB 实像素	RGGB 4灯虚拟像素	RGB 三灯亚像素	RGB 三灯虚拟像素
参考图片				
分辨率	4x4	4x4	4x4	4x4
实际需要芯片数	48 (100% of real pixel)	16 (1/3 of real pixel)	24 (1/2 of real pixel)	12 (25% of real pixel)
最大亮度 (nits)	1,000	800	900	700
驱动方式	单倍密	4/8倍密	3/6倍密	4倍密
最大亮度	1000 nits	800 nits	900 nits	700 nits
功耗@600nits	≈62 W	≈68 W	≈65 W	≈71 W
成本	≈100%	≈40%	≈50%	≈30%

2.6 应用场景G端占主导，B端商业显示未来增量可期

- 小间距LED应用场景主要集中于视频/会议和信息发布等G端市场。根据洛图科技数据，2023年Q3视频会议场景的出货面积占比43%；信息发布占比43%，环比+8.2pct有较高增长；指挥监控的应用占比10%；商业显示占比4%，近三个季度保持持续增长。从行业看，主要集中在教育、政务部门、公检司法。
- 随着成本下降，小间距LED逐步拓展至商显市场。我们认为，小间距LED应用场景逐渐向B端转化，或将首先在刺激消费需求的领域得到放量，随着5G+8K技术普及、数字可视化应用逐步推广，AI智能、智慧城市、裸眼3D、影院屏、虚拟影棚等需求大幅增长，小间距LED在B端应用增量可期。

图：2023年Q1-3中国大陆小间距LED显示屏市场应用结构



图：小间距LED显示屏市场应用场景示例



2.7 小间距LED显示屏核心供应链全景图

- 小间距LED显示屏产业链的主要环节为芯片、封装、显示屏。从显示屏角度出发，除了LED光源，还有驱动IC、PCB载板、控制卡等材料
- 和器件，加上各个供应链环节的相关设备，共同组成了小间距LED显示屏的供应链全景图。
- 我们认为，小间距LED有望逐渐成为市场主流，随着供应链厂商工艺进步及产能扩张，小间距产品价格仍有下降趋势，量增价跌下，建议关注产业链垂直布局的成本优势模组厂商。

图：小间距LED产业链（部分公司）



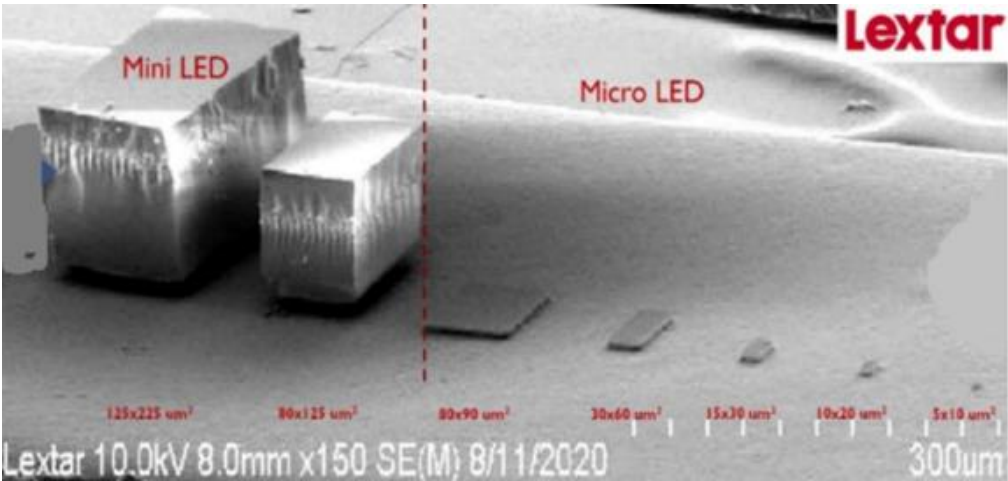
3

Micro LED：技术与成本两大鸿沟，层层通关，
长路漫漫，行则必至

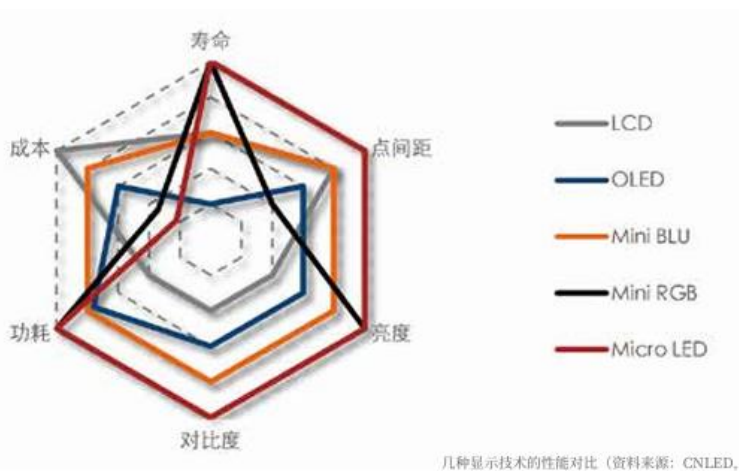
3.1 Micro LED，显示技术六边形战士

- Micro LED发光芯片通过巨量转移技术在驱动电路基板上形成中、低像素密度阵列，或者通过单片集成的方式在驱动基板上完成超高像素密度产品的制作。PlayNitride 和 Sony 公司对Micro-LED的定义是：不带蓝宝石衬底，且LED 芯片尺寸小于 50μm，或发光区域小于 0.003mm² 为 Micro-LED。目前国内业界主流认为Micro LED主要指芯片长宽任意一边小于100um，采用巨量转移方式 and 无焊线工艺实现的LED显示产品。
- 相比于已经大规模量产的LCD技术和OLED技术，Micro LED几乎在各个技术维度上都有着非常优越的性能优势：长寿命，高对比度，可实现高分辨率，响应速度快，更广的视角效果，丰富的色彩，超高的亮度和更低的功耗等，被视为显示技术的终极方案。
- 目前良率低、成本高仍是目前Micro LED无法大规模商用落地的致命痛点。目前10-14英寸的Micro LED面板，其成本可以达到6000-10000美元。根据利亚德公布，Micro LED模组成本构成为芯片占35-40%，PCB板约占20-30%，生产制程约占20-30%。未来降本路径：1) 缩小芯片尺寸，Micro LED芯片成本降幅每年可达20%-25%；2) 降低材料成本，如京东方、利亚德等企业研究玻璃基板等代替PCB板来降低成本；3) 工艺进步。

图：Mini LED/Micro LED芯片尺寸对比



图：Mini LED背光、传统 LCD、OLED、Micro LED 显示技术对比

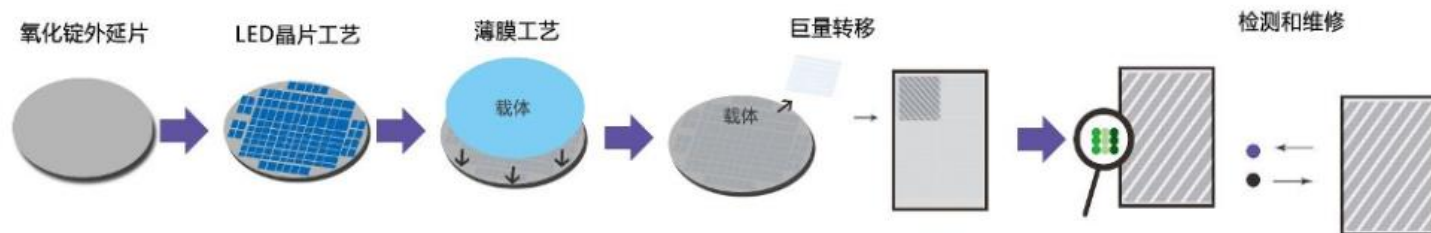


几种显示技术的性能对比（资料来源：CNLED）

3.2 芯片制造/巨量转移/全彩显示/显示驱动4大关键技术仍有待突破

- Micro-LED制造过程与常规技术步骤类似，主要包括 LED 外延片生长、Micro LED芯片制作、驱动背板（TFT驱动或者Micro IC驱动）制作、巨量转移四部分组成。首先将LED结构设计进行薄膜化、微小化、阵列化，然后将Micro LED采用巨量转移技术至电路基板上，其基板可为硬性、软性透明、不透明基板；再利用物理沉积制程完成保护层与上电极，即可进行上基板的封装，完成一结构简单的Micro LED显示。
- 但由于芯片的微缩，Micro-LED制造技术对现有产业链的每一个环节都提出了新的技术指标和要求，包括材料、工艺、设备等各领域关键技术的研发需求，且每个产业环节的技术都不是可以独立发展的，是非常复杂的技术体系，需要面板、芯片、巨量转移及驱动IC等产业链上下游密切配合。目前芯片制造、巨量转移、全彩显示、显示驱动4大关键技术仍有待突破。

图：Micro LED制造工艺流程及关键技术



影响Micro LED产业化成本
和应用可靠性技术

外延&芯片制造

全彩显示

巨量转移

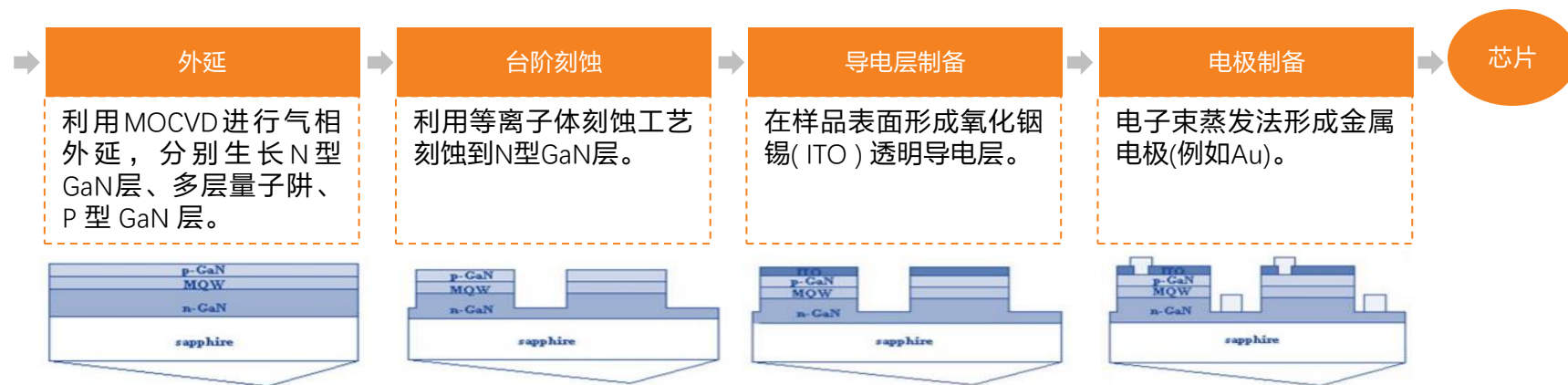
显示驱动

Micro LED产业化四大关键技术

3.2.1 芯片尺寸缩小带来波长均匀性/低缺陷/量子效率等问题

- Micro LED制造流程从晶圆到芯片需要经过外延-台阶刻蚀-导电层制备-电极制备等步骤。
- 在外延&芯片结构技术方向，对于尺寸更小的Micro LED，目前行业内主要关注波长均匀性、外延低缺陷和量子效率问题：1) 芯片微缩后对于外延波长一致性和低瑕疵率有高要求，传统LED要求6-12nm，Micro LED芯片则要求降低至2nm；2) 芯片尺寸越来越小，切割裂片良率随之下降；3) Micro-LED 效率会随电流密度的增大而增大，当达到峰值之后随电流密度的增大而减小。而随着Micro-LED尺寸的减小，效率峰值向大电流密度方向移动，且效率峰值不断降低。

图：Micro LED芯片工艺流程



技术挑战

波长均匀性：标准LED制造中，整个晶圆上的波长变化在6-12nm，而Micro-LED的波长均匀性要做到2nm以内，意味着外延过程中晶圆表面的温度差不能超过1°C。随着衬底尺寸的增加，外延过程中的波长均匀性控制愈加困难

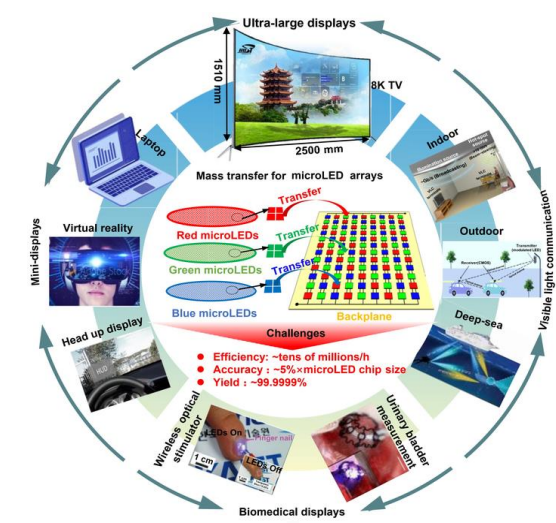
低缺陷：主要包括由芯片外延、制造的环境或设备引入的颗粒物、污染物、刮痕、凹坑等。对直径大于0.8μm的颗粒物，要求其缺陷密度小于0.1/cm²

量子效率：随着Micro-LED尺寸的缩小，小电流密度下的外量子效率急剧降低，这主要是由于制造过程中等离子体刻蚀产生的侧壁损伤引入了非辐射复合中心和漏电流

3.2.2 巨量转移面临精度/效率/良率问题，激光转移技术或成主流

- 由于Micro LED发光层和驱动基板生长工艺差异，很难通过生长工艺将显示阵列和驱动器件集成起来，因此需要转移步骤将制作好的Micro LED晶粒转移到驱动电路基板上，此过程即为巨量转移。
- 以一个4K电视为例，需要转移的晶粒就高达2400万颗（以4000 x 2000 x RGB三色计算），即使一次转移1万颗，也需要重复2400次，因此巨量转移面临三大难题：1）转移精度：将Micro-LED移动到驱动电路基板的准确度，须控制在 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内，需要转移设备具有高对位精度和落点精准度；2）转移效率：传统LED 2片/秒，Micro-LED要求2万片/秒；3）转移良率：显示产品对于像素错误的容忍度极低，如果要制造少于5个像素坏点的全彩1920*1080显示屏，转移良率须达到99.9999%。
- 巨量转移技术主要包括电磁力转移、静电吸附、流体装配技术、范德华力/粘力、激光转移以及滚轮转印等。激光巨量转移可以把尺寸控制的比较小，响应快速，转移效率极高，同时具有高度可选择性，激光转移或将成为巨量转移的主流技术。
- 国内巨量转移技术和设备取得进展，规模量产仍前路漫漫。厂商方面大族激光、先导智能、海目星激光等已实现巨量转移设备顺利出货，交付客户。

图：Micro LED巨量转移及挑战



转移精度

将Micro-LED移动到驱动电路基板的准确度，须控制在 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内。需要转移设备具有高对位精度和落点精准度

转移效率

传统LED每秒钟转移2片，Micro-LED要求每秒2万片，还包括是否需要多次维修、重新定位、或更换等。

转移良率

显示产品对于像素错误的容忍度极低，如果要制造少于5个像素坏点的全彩1920*1080显示屏，转移良率须达到99.9999%

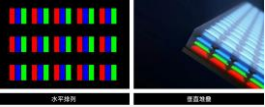
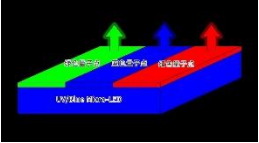
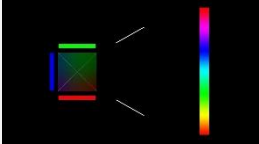
图：巨量转移技术流派及代表企业

技术方案	关键材料	关键设备	UPH (million)	代表企业
电磁力转移	芯片磁性材料	电磁力转移设备	~0.9	ITRI
静电吸附	芯片介点层	静电力转移设备	~12	LuxVue（苹果）、AUO
流体装配	流体墨水	精电印刷	> 56	eLux、PARC
弹性印模	PDMS、转移膜	转移设备精度2um	1-36	X-celeprint
激光转移	芯片GaN缓冲层	激光剥离设备	2-100	Sony、Optovate、QMAT
滚轴转印	-	-	-	KIMM

3.2.3 全彩显示能力为关键指标，量子点技术有望成为主流

- Micro LED实现单色比较简单，但实现全彩相对复杂，RGB三色需要分别转移红绿蓝三色晶粒。全彩显示能力作为Micro-LED技术的关键技术指标，Micro LED的全彩化技术研究已经成为Micro LED技术发展的研究热点和难点。
- Micro LED彩色化实现方法主要包括RGB三色LED法、UV蓝光LED+发光介质法、透镜合成法，均存在相应的短板，相比较而言，在工艺流程和材料方面，UV/蓝光LED+发光介质法相较其他方案更为简单，主要采用蓝光 LED 来替换背光板、以量子点膜或荧光粉作为发光介质替代 RGB 滤光片，完成全彩显示。
- 我们认为，在成本和工艺的考量下，UV/蓝光LED+发光介质法有望成为全彩化的主流技术。

图：全彩显示实现方法及代表厂商

全彩显示方法	原理	描述	优势	劣势	代表企业
RGB三色LED法 	三原色原理	每个像素包含三个RGB三色LED，通过键合或倒装方式将三色LED的PN电极与电路基板链接，按排布方式可分为水平排列和垂直堆叠	色彩稳定、技术成熟，材料成本低	三次巨量转移难度大，发光效率衰减问题，尤其是红光	苹果、友达光电、华星光电、GLO、京瓷、LG、Mikro Mesa、三星、PlayNitride、天马微电子
UV蓝光LED+发光介质 	量子点技术	蓝光/紫光Micro LED作为激发光照射到量子点材料分别辐射除红光和绿光，实现全彩显示	色彩纯度和饱和度较高，结构简单，可弯曲	量子点转换效率和光串扰问题	Aledia、友达光电、eLux、群创光电、康佳、LG、Saphlux、夏普、三星显示、天马微电子
光学透镜合成法 	通过光学透镜将RGB三色Micro LED合成全彩色显示	采用一定的光学结构，将R/G/B不同颜色的分立单色显示阵列，使用光学透镜进行图像合成，通过调整分立单色阵列亮度及透镜方向以实现全彩显示	色彩稳定，饱和度较高	系统复杂，设计难度高，成本高	Aledia、GLO、英特尔、JDI公司、NS Nanotech (美国公司)、欧司朗、三星、SDP

3.2.4 CMOS主动驱动成主流，转移键合技术待突破

- 以CMOS和TFT为代表的主动驱动设计方案成本Micro LED技术发展主流。Micro-LED是电流驱动型发光器件，其驱动方式一般分为PM被动驱动和AM主动驱动。由于被动驱动 1) 不利于大面积制作，无法满足大屏驱动要求；2) 行列扫描驱动特点，容易产生行列像素发光不均匀，导致显示图像和分辨率受限制；3) 像素间距逐渐缩小传统PCB板的被动驱动方式不能满足驱动需求，在Micro-LED应用上拥有诸多劣势，因此，以CMOS和TFT为代表的主动驱动设计方案或将成为Micro-LED技术发展的良伴。举例来看，在CMOS驱动技术中，为突破转移键合技术，当前业界重点探索Micro-LED与CMOS驱动电路的键合技术。

图：Micro LED三大主流驱动方式

被动驱动

- 简介：Micro LED阵列用行列扫描方式驱动点亮，当X行和Y列被选通时，点(X, Y)被点亮，以高频逐点扫描显示图像
- 优点：结构简单、技术门槛低、成本低
- 缺点：亮度不均匀，发光损耗大

- 不利于大面积制作，无法满足大屏驱动要求
- 行列扫描驱动特点，容易产生行列像素发光不均匀，导致显示图像和分辨率受限制
- 像素间距逐渐缩小传统PCB板的被动驱动方式不能满足驱动需求

TFT主动驱动

- 简介：使用键合技术将Micro-LED阵列转移到含有TFT驱动背板上，或者直接在Micro-LED上生长TFT驱动电路
- 优点：大面积、高分辨率、亮度均匀、技术较成熟
- 缺点：成本较高

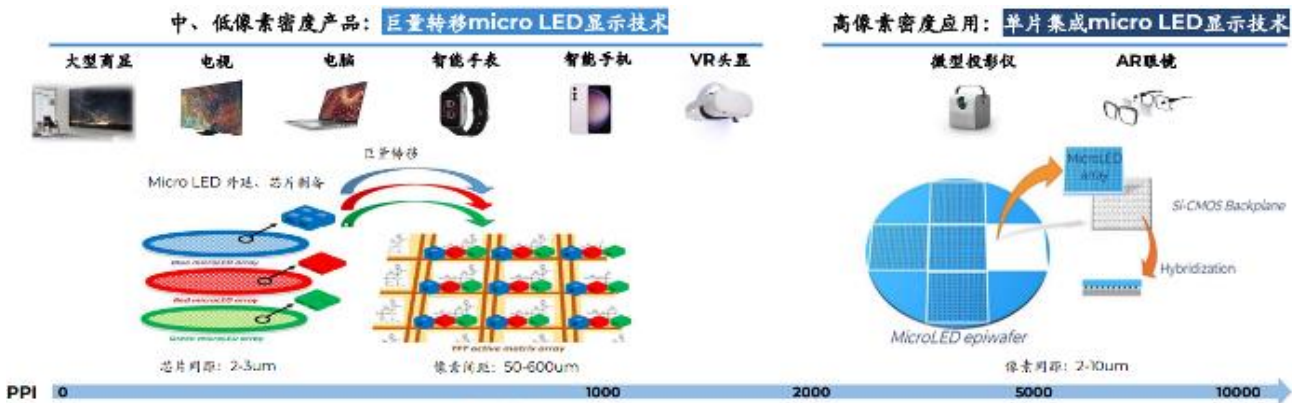
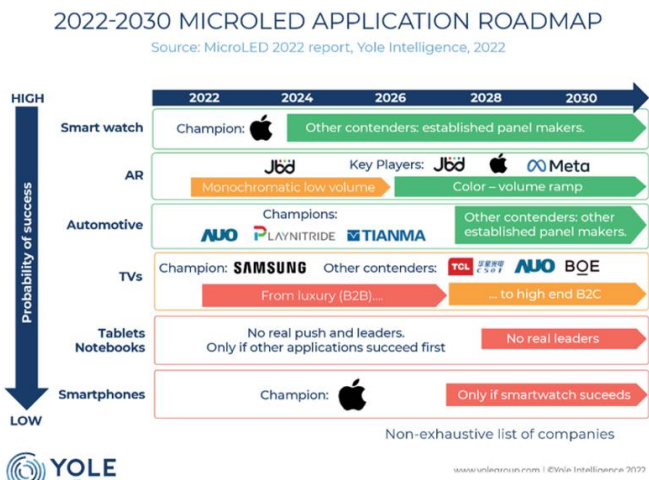
CMOS主动驱动

- 简介：采用共N极倒装结构，发光芯片采用单片或者单晶粒形式，倒装到驱动基板后再应用倒装键合技术将芯片倒装到硅基CMOS驱动基板上
- 优点：高分辨率、亮度均匀
- 缺点：成本高、Micro-LED阵列转移和键合等技术问题的限制

3.3 Micro LED或在AR/智能手表/车灯上率先取得应用

- Micro LED适用于所有尺寸产品应用，可应用于显示和照明两大领域。显示应用分成高PPI显示应用（AR/VR）和中低PPI显示应用(手表穿戴设备/手机/电脑/电视/超大尺寸显示)。照明领域包括阵列照明、智能车灯等。
- 根据 Yole 的推测，智能手表等小尺寸穿戴显示由于屏体尺寸小有助于减少巨量转移工艺成本，技术门槛低、价格弹性大、固定投资低，是行业里普遍认为最容易突破的Micro LED应用细分市场。Apple及其合作商Osram等已经在智能手表显示上投入20亿美元，并计划2024~2026年开始量产搭载 Micro LED 显示的智能手表。
- 我们认为，Micro LED或将首先在智能手表/AR等微显示以及车灯场景取得应用，中大尺寸产品应用有待技术成熟催化。

图：2022-2030年Micro LED应用路线图



3.3 Micro LED或在AR/智能手表/车灯上率先取得应用

- AR眼镜是目前Micro LED微显示技术的主要应用产品之一，Micro LED技术拥有更高的亮度、更快的响应时间、更小的尺寸和更长的使用寿命等特点，契合AR眼镜高显示需求。
- 众多知名消费品牌也看好未来Micro LED微显技术在AR眼镜上的应用，例如Apple、Meta、谷歌、Snap、Vuzix等，部分企业早已通过收购Micro LED技术厂家，或共同合作的方式展开Micro LED AR眼镜的研发。据LED inside统计，2023年已有9款Micro LED AR眼镜发布或上市，相较2022年仅有3款产品的情况，新品数量增长了两倍。TrendForce集邦预计在2026年Micro-LED AR眼镜显示器芯片产值高达41百万美元。
- 从具体的技术类型来看，受限于全彩Micro LED技术难度以及成本高等问题，更多的AR眼镜新品采用了单色Micro LED+光波导的光学显示方案，同时保持眼镜时尚轻便和微显示器清晰的显示效果，避免户外强光光照的影响。

图：2023年Micro LED AR眼睛产品梳理（截至2023年12月28日）

品牌	产品名	技术类型	发布/上市时间	价格（元）
魅族	MYVU Discovery	全彩Micro LED+光波导	2023.11	9999
魅族	MYVU	单色Micro LED+光波导	2023.11	2499
VUZIX	Ultralite S	Micro LED+光波导	2023.11	/
VUZIX	Ultralite	Micro LED+光波导	2023.01	/
李未可	Meta LensS3	单色Micro LED+光波导	2023.11	1999
Tesseract	JioGlass	双目全彩Micro LED	2023.11	/
TCL	雷鸟X2	双目全彩Micro LED+光波导	2023.10	4999
影目科技	INIMO Go	单色Micro LED+光波导	2023.09	1999
努比亚	nubia Neo Air	单色Micro LED+光波导	2023.06	/



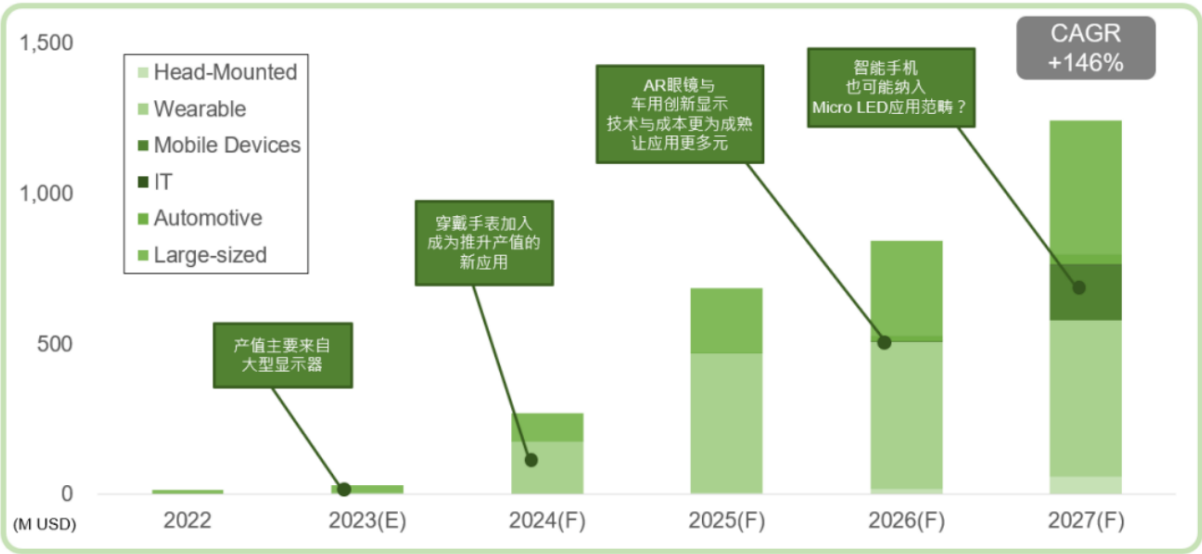
3.3 Micro LED或在AR/智能手表/车灯上率先取得应用

- DSCC分析认为，可穿戴设备（包括智能手表）应用最终将超越电视，成为 MicroLED 显示屏的最大细分市场。可穿戴设备可受益于 MicroLED 显示屏的高亮度和高效率。同时，较小的显示屏尺寸和较低的像素数可减轻制造过程中初期产量较低的问题。而小尺寸显示应用如穿戴式手表等领域由于转移数量少，难度相对较低，是当前最容易实现的应用Micro LED显示的领域。
- 友达布局完整的Micro LED产业链，2023年4月，友达率先量产Micro LED 1.39吋智慧手表。据MacRumors报道，苹果将在2025年商用Micro LED屏幕，由Apple Watch Ultra率先搭载。据SamMobile报道，三星正在为智能手表研发MicroLED面板。目前三星Galaxy Watch系列智能手表使用的是OLED屏，未来将会转向MicroLED屏幕。

图：友达光电Micro LED智慧手表



图：穿戴手表成为Micro LED产值增长引擎（百万美元）



3.3 Micro LED或在AR/智能手表/车灯上率先取得应用

- 随着技术的不断发展，Micro LED频繁解锁新应用场景，Micro LED车灯应用逐步落地。
- 从终端车企应用来看，2023年底，蔚来正式发布旗下最新车型ET9，其搭载全新智能高清投影大灯应用了Micro LED单元和影视工业级高精成像镜头，可与蔚来的Aquila 2.0汽车感测系统融合，实现近远光亮度增强、超广角覆盖、超大随动转向角度，以及更远的照射距离，并可实现像素级精准控光。此前保时捷已将Micro LED高清大灯应用在2023年款的保时捷Cayenne，并作为保时捷Cayenne Coupe车型的选装配置；大众的新款SUV车型途锐顶配版则将搭载具有19200个Micro LED像素的h-Digi® Micro LED照明模块。
- 车企上游的Tier 1供应链、以及LED封装/模组企业在今年则积极推出Micro LED车灯相关产品。

图：蔚来ET9 Micro LED智能高清投影大灯



全新智能高清投影大灯

精准的照明系统，采用影视工业级高精成像镜头组、先进的像素级 MicroLED 广角照明模组，智能的照明保障驾驶安全、关怀行人和道路车辆。

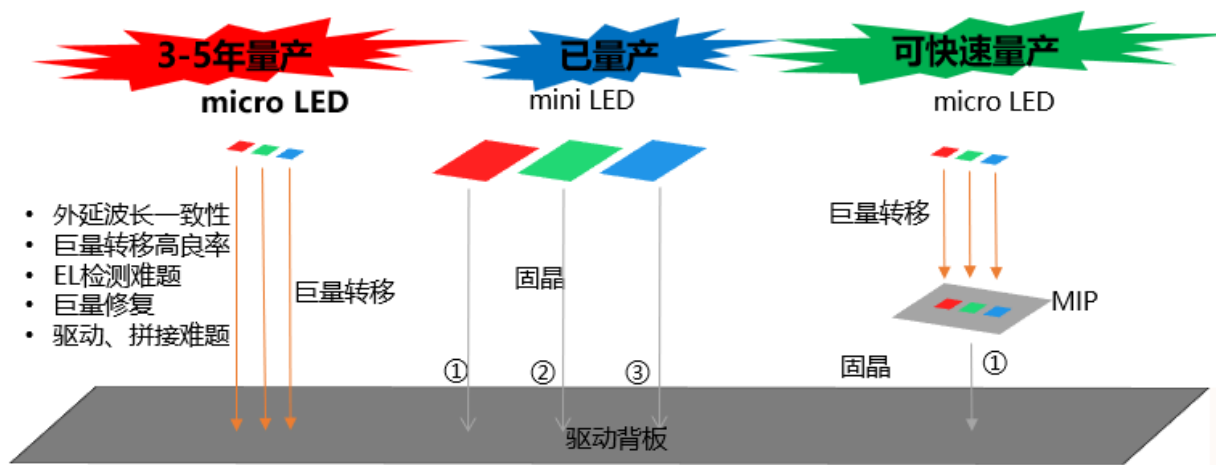
图：2023年Micro LED车灯产品动态

企业	进展	时间
华引芯	展示像素式前照灯u-LED阵列芯片光源,万级像素点	2023年9月
国星光电	展示数字化大灯Micro LED光源模组,像素点达52800颗,像素间距为30μm	2023年9月
ams OSRAM	展示EVIYOS 2.0高像素投影大灯,月有25600个独立驱动控制的像素,像素间距为40μm	2023年9月
晶能光电	推出ADB矩阵式像素大灯组,采用硅基Micro LED芯片	2023年9月
大茂伟瑞柯	展示·集成了25600个Micro LED像素的ADB像素大灯,预计2024年量产	2023年9月
星宇股份	展示高清ADB模组,集成25600个Micro LED像素	2023年9月
安瑞光电	上半年已完成了Mini/Micro LED基像素化照明的星环灯的设计和开发、并向市场推广	2023年8月
马瑞利&ams OSRAM	推出h-Digi®Micro LED模块,具有19200个可单独寻址的Micro LED像素	2023年7月
现代摩比斯	推出高清照明系统HD Lighting System,采用了25000个Micro LED,每个仅0.04毫米宽	2023年5月
ZKW	推出高分辨率 microZ-LED 前大灯，可生成100英寸的图像，用于显示基于互联网OTT 通信（如 Netflix）的各种娱乐内容	2024年1月

3.4 MIP封装技术加速Micro LED大尺寸产品突破量产

- MIP对大尺寸Micro LED规模化量产兼容度大大提升，核心在于降本和提升销量。MIP集成封装方案为Micro-LED提供了一种新型的架构方式，其工艺流程为：将Micro LED芯片通过巨量转移技术转移到载板上，进行封装，切割成小封装体，再将小封装体分光混光，接着再进行贴片工艺，同时可支持屏体表面覆膜，并完成显示屏的制作。其优势在于：1）在小间距、大尺寸产品领域，相比COB/COG，能规避良率、墨色一致性、均匀度、检测返修、成本等多方面的核心瓶颈；2）可延用SMT/COB设备，减少固定资产投入；3）将原先需要在芯片端进行的测试后移至封装后，从芯片测试改为对引脚的点测，效率得到大幅提升的同时也进一步降低了成本。
- 头部企业布局MIP，加快Micro LED走出实验室。目前，国星光电、利亚德、晶台股份、芯映光电等都在布局MIP封装技术路线。如利亚德MIP分为两类，一类是集成像素封装(Nin1)，涵盖了从P0.4到P0.9的Micro LED显示；第二类就是独立像素封装，涵盖了0808、0606、0404以及未来的0202。

图：SMD/COB/MIP封装工艺对比



序号	项目	SMD	COB	MiP	MiP优势
1	LED芯片尺寸	Mini LED	Mini LED	Micro LED	领先（高精度）
2	更小的间距	★★★	★★★★	★★★★★	领先（高像素）
3	正装(有线) / 倒装(无线)	正装	正装或倒装	RGB全倒装	领先（低功耗）
4	电气连接	★★★	★★★★	★★★★★	稳定（零缺陷）
5	贴片制程	SMT	Pick & Place	SMT / Pick & Place / Massive transfer	灵活（高转化）
6	可维修性	★★★★★	★★	★★★★★	便捷（快响应）
7	对比度	★★	★★★★★	★★★★★	通透（重体验）
8	混灯分bin	OK	NG	OK	一致（好效果）

3.5 Micro LED产业链拆解

- Micro-LED 主要包括上游LED 外延与芯片制造、中游显示面板或模组制造，以及下游应用。我们认为，Micro LED作为终极显示技术，大规模应用仍面临技术和成本两大鸿沟，头部厂商积极布局下，未来1-2年或将在AR/VR/智能穿戴设备/车灯领域率先取得应用突破，Micro LED 迈入商业化关键节点。建议关注在芯片制造、巨量转移、MIP封装等核心环节下具备领先优势的厂商。

图：Micro LED产业链及核心环节厂商



图：国内Micro LED厂商进展动态

技术环节	企业	进展	时间
芯片/巨量转移/模组	重庆康佳	芯片小规模量产，Micro LED “混合式巨量转移技术”三色转移修复后良率达到99.999%	2023.6
巨量转移/驱动	辰显光电	全球首条TFT基Micro-LED量产线预计在2024年下半年开始正式出货	2023.9
终端应用	歌尔股份	推出全新一代单层镜片全彩AR衍射光波导显示模组和MicroLED单绿色衍射光波导显示模组	2023.5
芯片/巨量转移/模组	友达光电	率先量产Micro LED 1.39吋智慧手表	2023.4
巨量转移	厦门市未来显示技术研究院	巨量转移效率达到每小时3600万颗（每秒10000颗），并且已经实现了99.999%的转移良率。	2023.12
巨量转移	兆驰股份	公司一项Micro LED芯片巨量转移发明专利已进入授权阶段	2023.10
激光巨量转移设备	海目星	首批Micro LED巨量转移设备顺利出货，设备转移良率可达99.99%以上，效率25-100kk/h。	2022.9
激光巨量转移设备	先导智能	自主研发的Micro LED激光巨量转移设备顺利出货良率可达99.99%，转移精度达到±1um以内	2022.8
激光巨量转移设备	德龙激光	目前公司Micro LED激光巨量转移设备已获得头部客户首台订单，即将交付。	2023.2
激光巨量转移设备/	大族激光	自主研发并推出国内首台准分子Micro LED激光巨量转移设备，实现对外销售	2022.10
终端应用	利亚德	截至2022年10月17日，Micro LED 新签订单约3亿元	2022.10

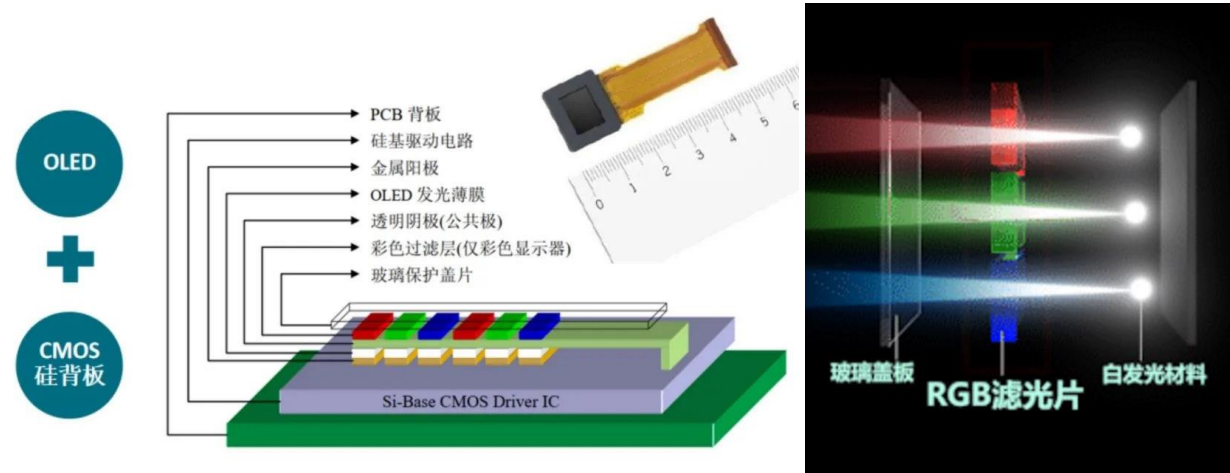
4

**Micro OLED：苹果Vision Pro催化下，
AR/VR/MR或将持续为其提供新动能**

4.1 Micro OLED，微型显示领域的中短期优势方案

- Micro OLED，又称硅基OLED，是将传统OLED的玻璃基板替换微单晶硅基板，通过CMOS工艺加工成驱动背板，并采用有机发光技术，将单个像素点尺寸缩小至原来的1/10左右，实现更高精度的显示效果。目前主要有W-RGB Micro OLED(主流)和RGB Micro OLED两种路线。
- **Micro OLED主要应用于微显示领域。**微显示器指小于一英寸的显示器，其体积小、PPI像素密度高、便携性极好，广泛应用于近眼显示系统，如VRAR头戴显示器、HUD抬头显示、数码相机、军用电子枪准及夜视仪等方向，市场应用领域广。
- 目前微型显示核心技术主要包括硅基Micro-OLED、Micro-LED、Fast-LCD、LCOS及AMOLED。硅基Micro-OLED在像素密度、对比度、响应时间、功耗、体积、成本、亮度等核心参数方面都具有较强的优势。**在Micro LED未能实现全彩规模量产情况下，Micro OLED有望成为是微型显示领域的较优显示方案。**

图：Micro OLED示例图



图：微显示器主流技术参数对比

	Micro OLED	LCOS	Fast-LCD	AMOLED	Micro OLED
像素密度	2000-5000	1000-1500	1000	1000	2000-5000
响应时间	10us	1-5ms	1-5ms	10us	10ns
对比度	100000：1	1500：1	1500：1	10000：1	100000：1
亮度	3000	3000-5000	3000	3000	10000
刷新率	75-120Hz	75-120Hz	75-90Hz	75-120Hz	75-120Hz
功耗	低	低	高	中	低

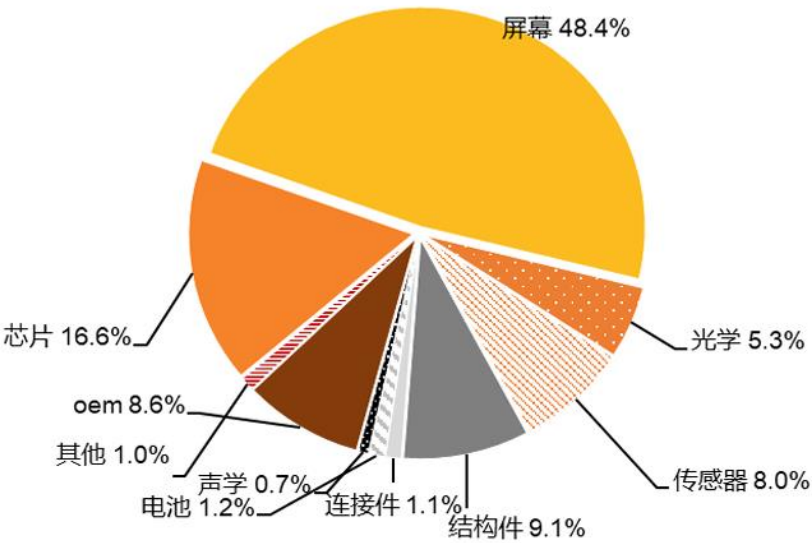
4.2 苹果Vision Pro发布，有望推动高端产品陆续搭载Micro OLED

- 随着苹果Vision Pro发布，其搭载的Micro OLED显示技术也进入更多人的眼帘。2023年6月，苹果发布Vision Pro，搭载两块索尼Micro OLED显示屏，尺寸为1.42英寸，分辨率为3648 × 3144，像素密度为3391ppi，模组亮度最高可达到6000尼特，售价约2.5万元人民币。Micro OLED生产良率约为五成，进一步限制了产能，单块屏幕成本达350美元，成本占比达到48.4%。
- 头部XR企业陆续发布Micro OLED显示产品，Micro OLED在虚拟现实中渗透率有望进一步提升。2024年Meta也将搭载索尼 Micro OLED 技术应用于最新一代的Quest Pro 4产品上；雷鸟创新所发布的 Air2 采用了全新一代的索尼 0.55 英寸Micro OLED显示屏；大疆发布的Goggles 2 无人机配备的FPV采用的是视涯研发和生产的0.49寸1920x1080 Micro OLED微型显示屏。
- 根据机构Markets and Markets TM研究报告，近5年Micro OLED微显示市场规模实现了快速的增长，年均复合增长率达到了61.2%，预计2025年实现16亿美元市场规模，超过LCOS等其它微显示方案成为主流微显示技术。

图：苹果Vision Pro搭载2块Micro Oledx显示屏



图：苹果Vision Pro综合成本构成



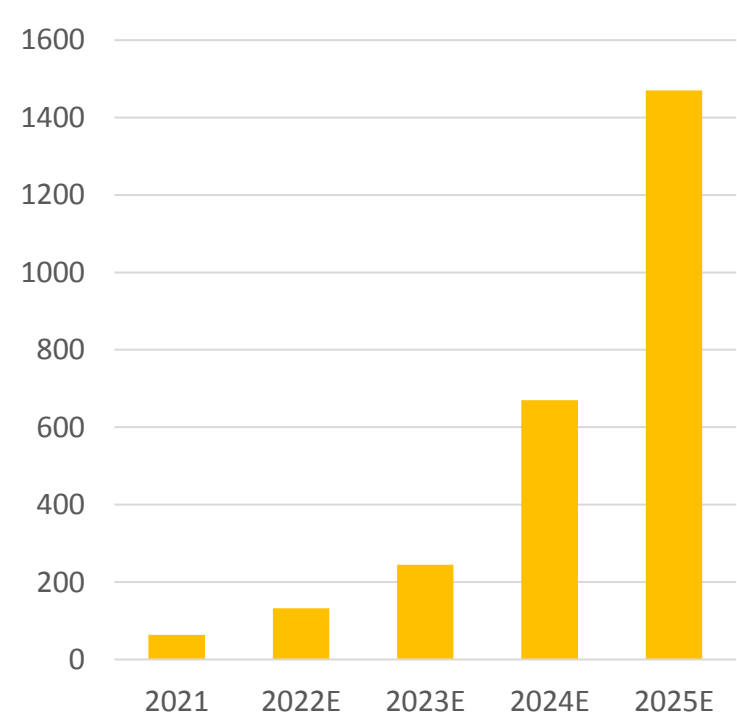
4.3 AR/VR带动Micro OLED进一步发展

- Micro OLED技术以其全彩显示的优势成为AR/VR厂商首选，据LED inside不完全统计，2023年已经有14款搭载Micro OLED技术的AR/VR头显问世。根据CINNO Research预测，2025年全球AR/VR硅基OLED显示面板市场规模将达到14.7亿美元，2021-2025五年CAGR达119%。
- 根据洛图科技（RUNTO）线上监测数据显示，2023年1-8月，中国XR设备线上销量为17.3万台。AR领域，2023年Micro OLED应用份额达到94.8%，同比2022年+25.6pct，雷鸟创新、XREAL、Rokid和INMO合占约九成份额。

图：近期搭载Micro OLED显示屏产品梳理

厂商	产品	显示技术	发布时间	价格	供应商
Brilliant Labs	Monocle	Micro OLED	2023.2.8	349美元	/
小米	无线AR眼镜探索版	Micro OLED	2023.2.27	/	/
努比亚	AR眼镜Neovision Glass	Micro OLED	2023.3.1	529美元	/
荣耀	HONOR Vision Glass	Micro OLED	2023.3.6	2499元	SONY
Rokid	AR眼镜Rokid MAX/Pro	Micro OLED	2023	3999元	SONY
INMO影目科技	第二代AR眼镜INMO Air2	Micro OLED	2023.4.21	3799元	/
致敬未知	AR眼镜Arknow A1	Micro OLED	2023.7.25	2988元	/
澳企Minimis	AR眼镜Minimis Glass	Micro OLED	2023.8	699美元	/
视享科技	AR眼镜XranyX1	Micro OLED	2023.8.17	1699元	/
联想	拯救者Legion眼镜	Micro OLED	2023.9.1	499欧元	/
XREAL	XREAL Air 2 AR眼镜	Micro OLED	2023.9.6	2599元	SONY
Meta	Quest Pro 4	Micro OLED	2025E	/	LG
雷鸟创新	Air 2	Micro OLED	2023.10.31	2499元	SONY
苹果	VISION PRO	Micro OLED	2024E	3499美元	LG
PICO	PICO 4 pro	Micro OLED	2023.4	3799元	/
大疆	Goggles 2无人机	Micro OLED	2022.11.22	3099元	/
Immersed	AR Visor	Micro OLED	2023.8	500-1249美元	/

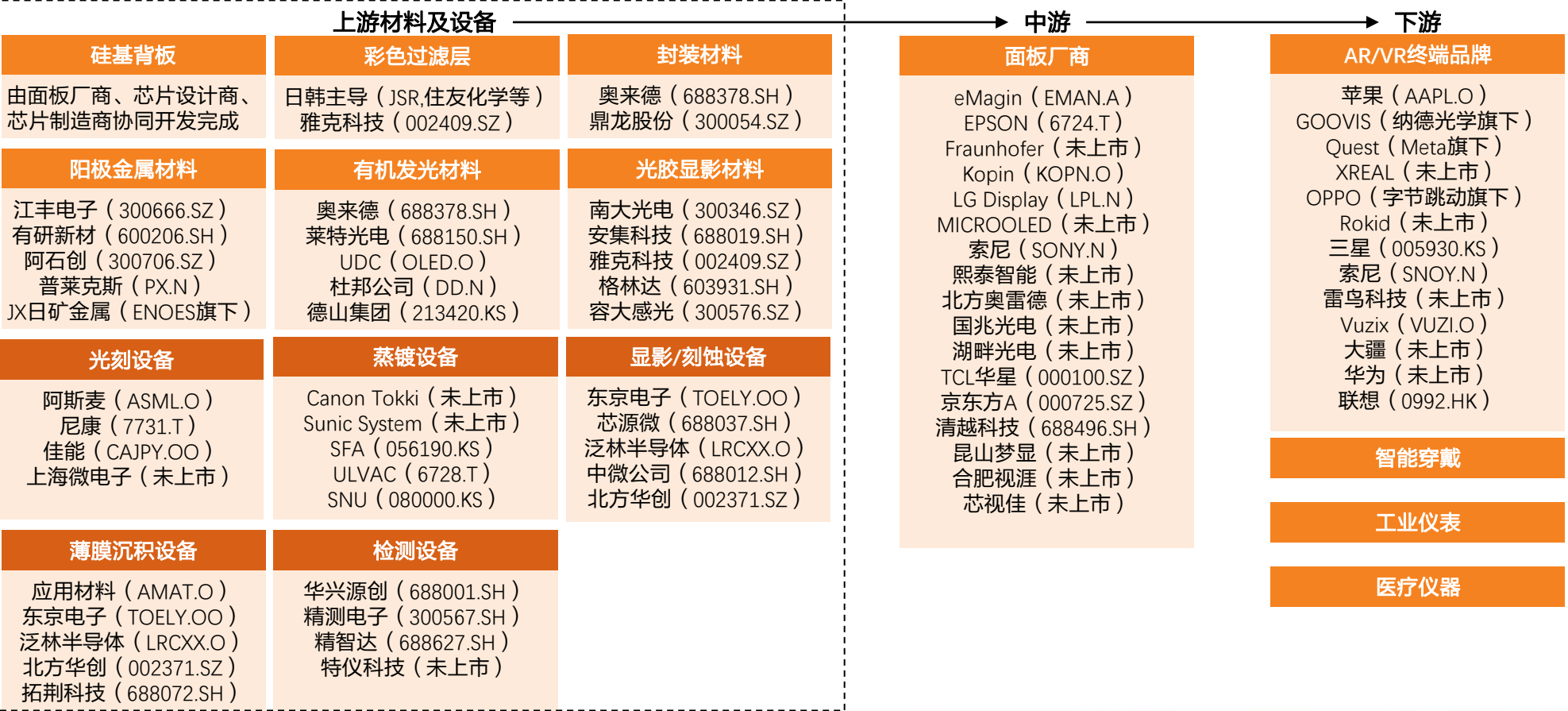
图：2021-2025年全球AR/VR硅基OLED面板市场规模及预测(百万美元)



4.4 Micro OLED产业链拆解

- Micro OLED产业链包括上游的原材料厂商、制造设备厂商、检测设备厂商、芯片设计厂商、芯片制造厂商等，中游的面板制造厂商，以及下游应用厂商。当前市场Micro OLED应用关注集中于AR/VR/XR领域，未来随着市场成熟度提升和产能扩充，Micro OLED有望加速渗透。建议关注头部终端厂商产品技术路线及配套供应商。

图：Micro OLED产业链



5

风险提示

风险提示

- **消费电子复苏不及预期：**消费电子产品、显示面板产品受到消费端居民消费能力影响、供应端新品发布和产能产量等因素影响，近年来消费电子市场周期下行压力持续增加，目前出现一定复苏迹象，但消费电子市场能否持续复苏有待进一步验证。
- **技术发展不及预期：**Mini LED/Micro LED/Micro OLED是新型显示技术，仍存在部分尚未解决的技术问题，如Micro LED巨量转移。
- **产品发布或接受度不及预期：**Micro LED/Micro OLED多依附于AR/VR/穿戴设备等产品，存在相关产品推出或销量不及预期风险。
- **原材料成本波动：**电视等显示产品受上游面板、金属、PCB等原材料价格波动影响，产业链中游、下游毛利存在下降风险。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户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、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS