

第三计算平台带动人类数字世界交互范式变革

MR行业专题报告

投资评级：推荐（维持）

报告日期：2024年01月16日

- 分析师：毛正
- SAC编号：S1050521120001
- 分析师：吕卓阳
- SAC编号：S1050523060001

- 联系人：何鹏程
- SAC编号：S1050123080008

研 究 创 造 价 值

苹果Apple Vision Pro发售在即，将于2月2日在美国所有Apple Store线下零售店和Apple Store线上零售店发售，预购将于太平洋时间1月19日星期五凌晨5点开始。Apple Vision Pro有望打造继PC和智能手机后的消费电子第三计算平台，其核心是拓展并改变了人类与数字世界的交互方式，更新了数字信息的输入方式，让用户能够以更加便利的方式进行信息交流。

- **人类数字世界交互范式的变革：**将数字世界融入到真实世界，用户可以通过语音、视觉、手势等来进行信息的交互，丰富鼠标、键盘、触摸屏等传统信息交互方式。用户可以基于当前场景以及相关业务场景进行信息的交互。相比于传统的桌面计算平台和移动计算平台，空间计算平台突破传统实体屏幕的限制，可以将新的显示模式随时呈现在周围的环境之中。
- 重点关注MR产业链机会：
 - **硅基OLED：**第一代Apple Vision Pro搭载硅基OLED，以实现更加沉浸及真实的交互显示效果，与传统的OLED屏幕相比，Micro OLED屏幕提供更高的像素密度，这意味着它们可以在更小的显示面积上展现更清晰、更详细的图像，这对于MR的应用至关重要。硅基OLED有望随着Apple Vision Pro的发售以及销售量提升而加速渗透。
 - **Pancake：**折叠光路原理的Pancake方案凭借轻薄、优秀的成像质量、逐步成熟的量产工艺，逐渐成为消费级VR光学的发展和进化方向。第一代Apple Vision Pro搭载Pancake方案，相关产业链或将持续受益。

受益于苹果第一代Apple Vision Pro即将登陆市场，以及此产品带来的人类数字世界交互范式的变革，我们持续看好MR对于消费电子行业景气度的提振，给予MR行业“推荐”评级。

重点关注公司及盈利预测

苹果Vision Pro预计1月19日开启预售，2月初正式登陆苹果商店，伴随Vision Pro出货量的提升，相关产业链上游设备物料环节有望持续受益。
建议关注：

- 硅基OLED检测设备：**易天股份**、**精测电子**；Pancake偏光片厂商：**三利谱**；偏光片TAC膜：**天禄科技**；检测设备：**杰普特**；MR组装厂：**立讯精密**；pancake喷墨设备厂商：**深科达**、**博硕科技**；激光焊接设备：**大族激光**；传感器检测设备：**智立方**；钛合金3D打印厂商：**铂力特**；OLED prime材料厂商：**莱特光电**；内屏检测设备：**华兴源创**；FATP组装设备：**博众精工**、**赛腾股份**；内置屈光模组：**兆威机电**。

公司代码	名称	2024-01-16 股价	EPS			PE			投资评级
			2022	2023E	2024E	2022	2023E	2024E	
002876.SZ	三利谱	29.64	1.19	0.77	1.40	24.91	38.49	21.17	增持
003021.SZ	兆威机电	80.40	0.88	1.09	1.55	54.72	73.50	51.97	未评级
300812.SZ	易天股份	31.85	0.32	0.34	0.46	60.36	93.07	69.80	未评级
301045.SZ	天禄科技	25.42	0.26			61.48			未评级
301312.SZ	智立方	90.22	2.85	1.94	2.70	29.95	46.62	33.38	未评级
688025.SH	杰普特	75.62	0.82	1.57	2.52	54.32	48.26	29.99	未评级
688150.SH	莱特光电	19.20	0.26	0.25	0.47	73.83	78.08	41.12	未评级
688328.SH	深科达	31.55	-0.44	0.11	0.15	-71.70	286.82	210.33	增持
688333.SH	铂力特	93.88	0.70	1.32	2.35	203.10	71.20	39.90	未评级
688550.SH	瑞联新材	37.69	2.51	1.24	2.00	18.60	30.48	18.88	未评级

资料来源：Wind，华鑫证券研究所（注：未评级公司盈利预测取自wind一致预期）

重点关注公司及盈利预测

公司代码	名称	2024-01-16 股价	EPS			PE			投资评级
			2022	2023E	2024E	2022	2023E	2024E	
002008.SZ	大族激光	18.87	1.24	1.81	2.25	15.22	10.43	8.39	买入
002475.SZ	立讯精密	30.68	1.29	1.56	2.01	24.66	19.65	15.27	未评级
300567.SZ	精测电子	69.51	0.98	1.15	1.51	70.93	60.44	46.03	买入
300951.SZ	博硕科技	53.72	2.53	2.80	3.53	18.79	19.18	15.23	未评级
603283.SH	赛腾股份	65.08	1.61	2.39	3.07	18.67	27.22	21.17	未评级
688001.SH	华兴源创	28.96	0.75	0.66	0.97	35.80	43.62	29.81	未评级
688097.SH	博众精工	26.76	0.75	0.99	1.32	38.34	27.01	20.27	未评级

资料来源：Wind，华鑫证券研究所（注：未评级公司盈利预测取自wind一致预期）

一：MR产品销量不及预期

二：国内Micro OLED产业链相关设备和材料导入进度不及预期

三：MR产业链相关公司业绩波动风险

目录

CONTENTS

1. Vision Pro: 空间计算时代已经来临
2. Apple Vision Pro: Bom List
3. 硅基OLED: Vision Pro屏幕减薄降耗利器
4. Pancake折叠光路逐渐成为VR光学进化方向
5. Apple Vision Pro 相关标的梳理

01 Vision Pro：空间计算 时代已经来临

研究创造价值

1.1 空间计算平台发展的趋势性

空间计算时代必然到来，信息传播升维乃大势所趋。 Apple Vision Pro标志着空间计算时代的必然到来，这是因为交互硬件与计算平台的发展历史显示，每一代技术都更自然、更紧密地结合了人类使用习惯。回顾历史，我们从早期的垂直计算硬件到通用计算硬件，再到目前的移动计算硬件，每一次迭代都推动了更自然的用户交互和更紧密的软硬一体化。空间计算，被视为下一代计算平台，承诺颠覆传统平面计算，通过VR/AR/MR技术实现虚拟与现实的无缝融合。Apple Vision Pro作为这一变革的先驱，不仅在硬件上实现了创新（如双4K显示面板实现8K的超清分辨率和自研的R1芯片等），还重定义了用户交互，通过眼球追踪、人脸识别等技术大幅提升沉浸感。此外，Vision Pro的VST功能通过3D重建加强了虚拟与现实的融合，引领交互体验升维。随着技术的成熟和用户体验的提升，空间计算设备预计将颠覆信息获取、输出和计算的传统方式，开启一个全新的、多维的交互时代。

图表：垂直计算示意图（游戏主机）



图表：通用计算硬件示意图（PC）



图表：移动计算硬件示意图（手机）



图表：空间计算硬件示意图（XR）



资料来源：36氪，Game Addicts，Vision Ireland，IMN Solutions，lifestyle asia，华鑫证券研究

1.2 XR技术：内部关联与区别

XR是虚拟现实 (VR)、增强现实 (AR) 和混合现实 (MR) 技术的统称，重新定义了我们与数字世界的交互。 VR 提供完全身临其境的体验，将用户带入不同的全数字环境，通过遮盖眼睛的耳机来实现的，并且包含声音和触觉反馈以增强体验。在 VR 中，用户完全沉浸在模拟数字环境中，该环境可以是现实世界的复制品，也可以是完全想象的空间。它可以应用于游戏、培训模拟和教育等各个领域，让用户能够像身临其境一样体验虚拟世界并与之互动。AR 将数字元素添加到现实世界中，通过将图像、动画或信息等虚拟组件叠加到您的现实世界视图中来增强您的自然环境。它易于使用且无处不在，通常可在现代智能手机上使用。在 AR 中，数字元素叠加在实时视图上，使用户能够通过添加的数字信息层看到现实世界。AR 通常用于 Snapchat 滤镜或 Pokemon Go 等数字元素与现实世界互动的应用程序。MR 结合了 AR 和 VR 的元素，创造了混合体验。它允许用户使用下一代传感和成像技术与物理和虚拟物品及环境进行交互和操作。MR 通常被认为是 AR 的高级形式，它创造了一种更加身临其境的交互式体验，其中虚拟对象不仅覆盖在现实世界上，而且可以以更复杂的方式与之交互。这可以包括虚拟和真实对象实时相互反应的能力，从而创建真实世界和数字世界的更加无缝的融合。

图表：VR示意图



图表：AR示意图



图表：MR示意图



资料来源：Pixabay、Plutomen、cnBeta、腾讯云，华鑫证券研究

1.2 XR技术：内部关联与区别

VR 让用户沉浸在完全数字化的环境中，AR 为现实世界添加了数字元素，MR 结合 AR 和 VR 的元素，创造混合的体验。VR 技术提供了即时的多类型数据和更丰富的视觉体验，让用户“参观”通常无法到达的地方，增加了可重复和可修正的体验。尽管如此，VR 存在局限性，如不能处理现实物体和减少教育中的人际互动。其应用广泛，从提供游戏中的全沉浸式环境到创造教育和培训的沉浸式学习体验，以及作为治疗心理健康问题的手段。AR 通过提高客户互动性和强化数字内容与现实世界的交互，改善了购物体验并在多个行业中展示了其培训和技能开发潜力。然而，其内容层次和隐私控制问题限制了其应用。MR 技术融合了 VR 和 AR 的优点，提供高度交互性和真实的投影渲染体验，但高昂的设备成本和大文件大小等问题仍待解决。MR 在提升交互式产品内容管理、全球团队协作、制造业流程模型创造以及健康领域手术和教学模式转变方面展现了巨大潜力。每种技术都有其局限性，但三者共同推动了移动计算向空间计算演进的趋势。

图表：VR、AR及MR三者优缺点及应用对比

	VR	AR	MR
优点	<ul style="list-style-type: none"> 1、VR以即时形式提供更丰富的数据可视化 2、VR提供了另一个视角看图像 3、VR能够向用户展示不可见的 4、VR允许人们“参观”通常个人无法到达的地方 	<ul style="list-style-type: none"> 1、增加购物体验：基于AR的应用程序使客户能够检查产品是否符合他/她的需求。因此，AR 通过增加客户互动来帮助增加销售额。 2、丰富内容：与 VR 不同，AR 与现实世界的互动性更强，同时丰富了体验和 3、它可用于各个行业的培训和技能开发应用，例如军事、机师培训、核电站培训等。因为它也与虚拟和现实世界进行人机交互。 	<ul style="list-style-type: none"> 1、MR 的突出之处在于其高度交互性，以及它为我们的周围环境添加的真实投影渲染。我们可以使用自然的身体和手指手势与沉浸式内容进行交互，而不是仅仅依赖遥控器或手机屏幕。 2、MR消除了 VR 和 AR 的缺点。
缺点	<ul style="list-style-type: none"> 1、VR只能创造想象的世界或人造的世界，而不能处理现实世界的物体。 2、VR具有用于教育目的的能力，但它贬低了教育中人际关系和协同作用的重要性。 3、VR比较僵化缺乏灵活性 	<ul style="list-style-type: none"> 1、在某些特定情况下，它变得过于模糊而难以实施。随着层数的增加，有时它看起来不混合，无法满足确切的环境需求，并失去其用户友好的魅力。 2、内容可能会掩盖或缩小用户的兴趣或品味。 3、隐私控制是 AR 的一大挑战。 	<ul style="list-style-type: none"> 1、MR的设备成本太贵 2、大文件大小和低分辨率内容问题 3、它可能会像坏瘾一样对社会生活产生不利影响 4、要在商业中使用混合现实，还需要一支完善的技术团队，否则问题可能无法一次得到解决
应用	<ul style="list-style-type: none"> 1、游戏：由于 VR 使玩家能够完全沉浸在数字环境中并以更自然的方式与之交互，因此它经常用于游戏。 2、沉浸式学习：VR 可用于创建沉浸式学习体验，包括用于教育和培训的模拟或虚拟实地考察。此外，它还可用于教授人们从事各种职业，包括军事、航空和医疗保健。 3、治疗：VR 正在被研究作为治疗许多心理健康问题的方法，包括焦虑症、恐惧症和创伤后应激障碍 (PTSD)。它还可以用来帮助那些有身体缺陷或受伤的人康复。 4、娱乐：VR可用于打造沉浸式娱乐体验，例如虚拟音乐会或活动 	<ul style="list-style-type: none"> 1、零售和电子商务：零售和电子商务公司可以利用增强现实来改善购物体验。顾客可以使用增强现实技术进行数字化化妆或想象一件家具在家的样子。 2、游戏：可以使用增强现实技术制作融入真实环境的游戏，例如 Pokemon Go。 3、教育和培训：AR 可用于开发交互式学习环境，例如模拟或虚拟实地考察。此外，它还可用于教授人们从事各种职业，包括军事、航空和医疗保健。 4、营销和广告：企业可以利用增强现实来开发互动营销活动或广告。 	<ul style="list-style-type: none"> 1、MR可以将交互式产品内容管理 (IPCM) 提升到其他水平。 2、MR允许全球远程团队一起工作并解决组织的业务挑战。 3、MR通过创建流程模型对制造业有很大帮助。 4、在健康领域，MR借助智能眼镜可以做得更好。手术变得过于简单和灵活。 5、MR将使我们从电子学习转向基于模拟的学习，这最终将改变现代教育的方式。

资料来源：Plutomen、51cto、Foundry，华鑫证券研究

1.3 Vision Pro：有望成为现象级爆款的MR产品

Apple Vision Pro的发布代表着人类社会从移动计算时代向空间计算迈进。2015年5月，苹果收购了德国AR公司 Metaio，并聘请了 Mike Rockwell 从杜比实验室加入，进而组建了一个专注于 AR 和 VR 的技术开发团队。该团队在 2016 年开发了 AR 演示，并在 2017 年帮助推出了 ARKit，一个与 iOS 11 一起发布的重要 AR 平台。苹果第一代 Vision Pro 的揭幕是在 2023 年 6 月的苹果全球开发者大会上。该款设备被宣布为 2024 年初在美国发售，并计划随后在其他国家推出。Vision Pro 被定位为一款“空间计算”设备，结合了数字媒体与现实世界，并支持通过动作手势、眼动追踪和语音输入进行交互。尽管其技术创新受到认可，但其高昂的售价和一些技术限制（如电池寿命短、触觉反馈）引发了一定的争议和批评。因此苹果计划推出更便宜的 Vision Pro 模型和第二代设备。第二代设备预计将配备更快的处理器，并针对第一代的不足之处进行改进。根据报道，这些新型号预计将于 2025 年底之前发布。此外，根据Omdia推测，第三代产品将于2027年发布。销量方面，Omdia预测2024年将生产至少20万台，2024年之后的几年内将生产至少100万台。Apple Vision Pro 不仅标志着苹果公司进入一个全新的产品类别，也象征着其在空间计算时代迈出重要的一步。

图表：Apple Vision Pro 示意图



图表：Apple Vision Pro 使用场景示意图



资料来源：Omdia、wikipedia、thenewstack，华鑫证券研究

02 Apple Vision Pro: Bom List

研究创造价值

2.1 Vision pro: 主要部件拆解

图表: Apple Vision Pro 主要部件拆解示意图



资料来源: Omdia、Sony官网、Apple官网、艾邦VR/AR网, 华鑫证券研究

2.2 Vision pro: Bom List

屏幕和处理器是AVP整机价值量最高的环节。根据Wellsenn XR, Apple Vision pro的总BOM成本约为1509美金。Apple Vision pro的成本主要可以分为计算与存储、传感器、近视光学、屏幕、声学、结构件、电源、结构件、连接件、制造设备以及整机组装等。除了内屏和处理器之外,摄像头、近视光学等环节也具备较高的壁垒。

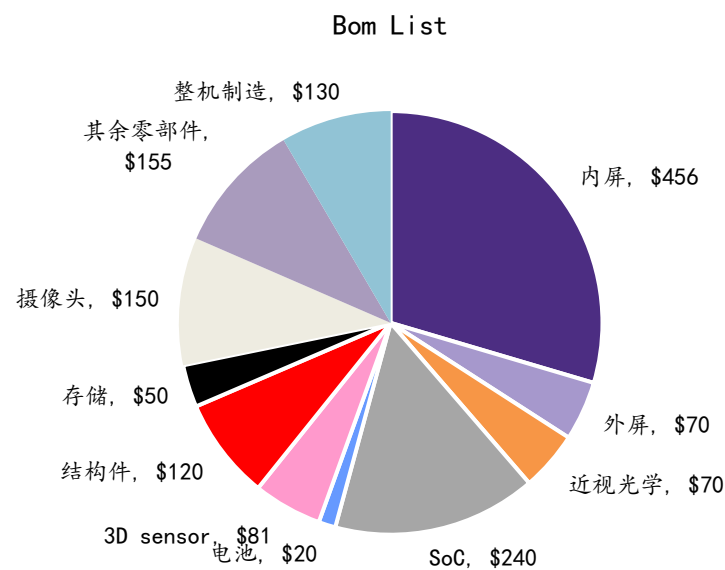
图表: Apple Vision Pro Bom List I

分类	器件名称	规格型号	供应商	单价	数量	总价
计算和存储	主处理器	M2系列	苹果	120	1	120
	协处理器	视觉图像处理专用芯片	苹果	60	1	60
	ROM	UFS4.0 512G	三星/铠侠	20	1	20
	RAM	LPDDR5 12G	海力士/三星	30	1	30
	WiFi	WiFi 6	博通/skyworks	6	1	6
	SIP	蓝牙5.3	博通/skyworks	2	1	2
	BLE		苹果/ST/TI等			4
	PMIC					8
	其他	含codec、音频PA、LED驱动、电机驱动、电容电阻等				70
	外屏	异形柔性屏AMOLED	LG	30	1	30
显示屏光学	内屏	1.3寸硅基OLED	索尼	350	2	700
	光学	pancake 3P	玉精光/扬明光	30	2	60
	IPD电动调节模组		兆威机电	10	2	20
	6DOF追踪	鱼眼IR索尼IMX418	Lens:大立光/模组:高伟	5	4	20
	VST摄像头	RGB	Lens:大立光/模组:高伟	8	2	16
	眼动追踪	WLO封装	索尼	12	2	24
	面部追踪	WLO封装	索尼	12	2	24
	躯干追踪	鱼眼IR索尼IMX418	Lens:大立光/模组:高伟	5	2	10
	手势追踪	单目结构光RX+TX	Lens:大立光/模组:富士康	10	1	10
	TOF	dTOF sony IMX611	Lens:玉晶光/模组:LG	10	1	10
交互传感器	IMU		TDK	3	1	3
	震动马达			2	2	4
	结构件	含中框、外壳等,部分碳纤维/钛合金材质	长盈精密/领益制造	120	1	120
						0

图表: Apple Vision Pro Bom List II

分类	器件名称	规格型号	供应商	单价	数量	总价
结构件		含中框、外壳等,部分碳纤维/钛合金材质	长盈精密/领益制造	120	1	120
	散热模组	含导热片和风扇		9	1	9
结构件	其他	含密封胶带、泡棉等		8	1	8
	PCB		鹏鼎	8	1	8
	FPC		鹏鼎	6	1	6
连接件	外置电源线			3	1	3
	头显电池	约500毫安		3	1	3
电池	外置电池	约1万毫安	德赛电池	15	1	15
	MIC	全指向	美律	1	3	3
声学	SPK		歌尔	2	4	8
包装附件	外包装、电池收纳包等			15	1	15
ODM/OEM			立讯精密	130	1	130
合计(美元)						1509

图表: Apple Vision Pro BOM成本占比图



资料来源: Omdia、Wellsenn XR, 华鑫证券研究

03 硅基OLED: Vision Pro屏幕减薄降耗利器

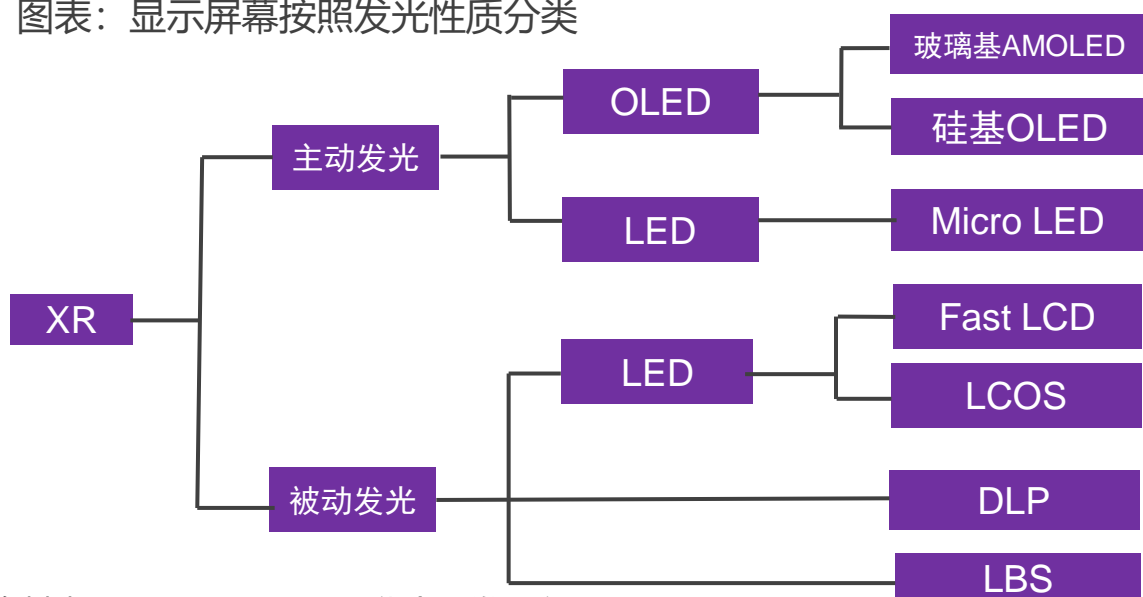
研究创造价值

3.1 显示屏幕技术：两种分类方式

XR按照发光性质分类，可以分为主动式发光和被动发光屏幕。主动式发光屏幕是指利用电能使器件发光，显示文字和图像的屏幕，主要包括Micro OLED、Micro LED等。其特点在于能够提供卓越对比度、真实黑色、广视角、更快的响应时间、更轻薄的设计。主动式发光屏幕技术存在明显的缺点如成本较高，易受烧屏影响，且有限的亮度和寿命。被动发光屏幕是指器件本身不妨光，需要借助背光源的光，用电路控制外来光的反射率和透射率实现显示，主要包括LCD、LCOS、CLP、LBS等。被动发光技术的成本效益高，不易烧屏，适合多种环境。但对比度和黑色深度逊于主动发光屏幕，视角较窄，响应时间更慢，且体积较厚。

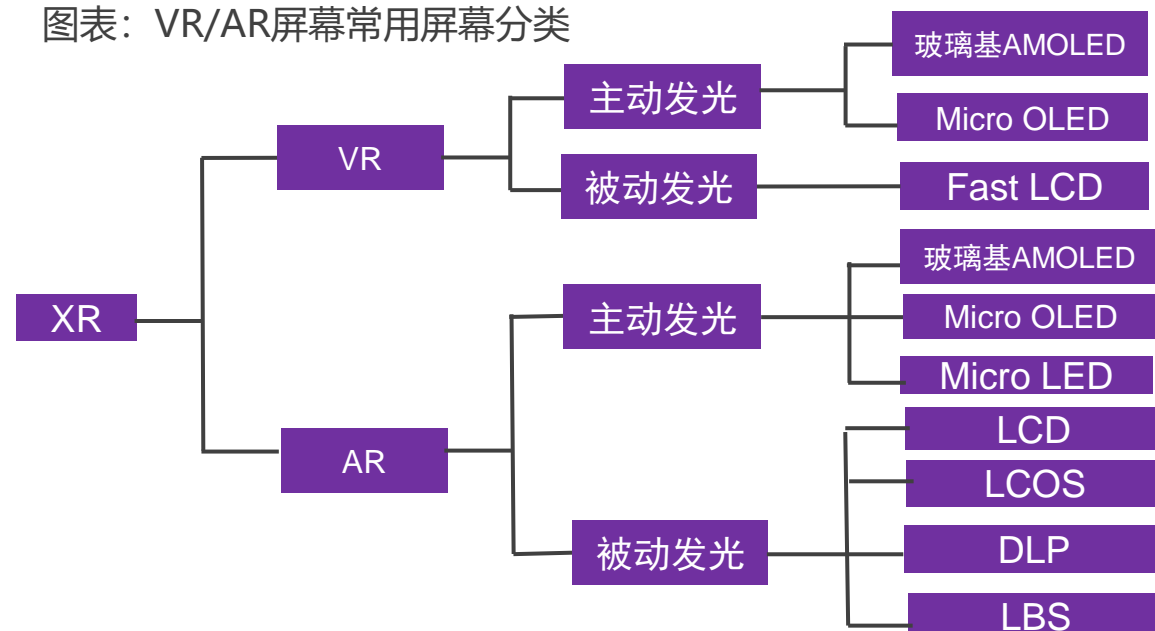
被动发光和主动发光屏幕技术在XR设备上都有相应的应用。VR设备通常使用OLED和LCD屏幕。OLED屏幕因其快速响应时间和高对比度而受到青睐，LCD屏幕则因成本效益和成熟技术而被广泛应用。某些高端VR头显可能采用Micro-OLED技术，提供更优的色彩、对比度和响应速度。AR由于光学形态丰富，使用的屏幕类型丰富。AR设备通常使用LCD、OLED，以及Micro-OLED等屏幕技术。提供清晰的图像质量、高对比度和快速响应时间等都是增强现实体验所需的关键要素。某些AR设备也可能采用专门的投影技术或波导光学来显示图像。

图表：显示屏幕按照发光性质分类



资料来源：Wellsenn XR, 华鑫证券研究

图表：VR/AR屏幕常用屏幕分类



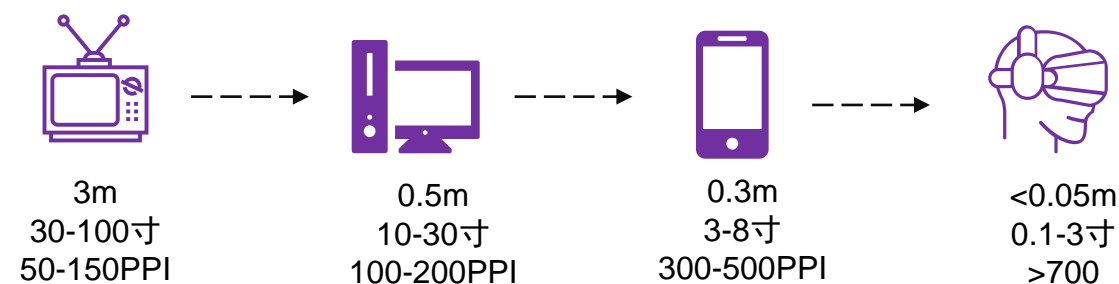
3.2 显示屏幕技术：Micro OLED加速渗透

屏幕的显示质量从根本上取决于其底层技术，目前Fast-LCD技术占据主流，Micro OLED逐渐展露头脚，Micro LED是最终的趋势。LCD、LED、OLED等技术已成熟运用于各项显示产品中，Micro LED、Mini LED和Micro OLED等新技术正在逐步商用化。LCD使用液晶层进行显示，LED将电能转化为光，OLED使用有机材料进行照明。Fast-LCD是传统LCD技术的改进版，通过将过驱动技术与铁电液晶材料相结合，改进了传统液晶显示器技术，能够显著提高屏幕的刷新率，减少了近眼显示系统中屏幕、视觉和大脑之间的延迟。延迟的减少有助于缓解晕动病，并为用户提供更加身临其境的体验，使Fast LCD成为AMOLED显示器的潜在主流替代品。Micro OLED的独特之处在于直接集成到硅晶圆上，可提供薄型、高效、自发光的显示器，非常适合AR和VR设备。Micro OLED与OLED在原理上是相近的，都基于有机发光二极管的技术，每颗像素都可以独立发光，拥有极高的对比度、宽广的色域和微秒级的响应速度。两者之间最大的区别就在于Micro OLED意味着像素更小，因此Micro OLED技术将在XR领域加速推进。与传统OLED屏幕采用玻璃基板不同，Micro OLED采用的是单晶硅基板，并且将驱动电路直接集成在基板上，减少了屏幕整体厚度。Micro OLED的优势主要来自于CMOS技术与OLED技术的紧密结合，该技术可以理解为用造芯片的技术来造屏幕，因此它的像素间距可以做到几微米级别，从而提高整体像素密度。

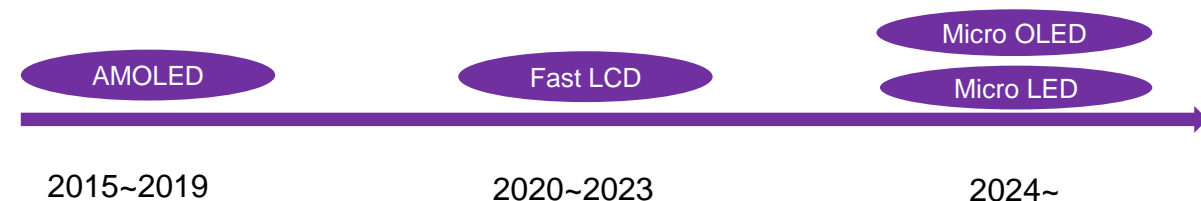
图表：显示技术分类

显示技术种类	Fast LCD	Micro OLED	Mini LED	Micro LED
成品	厚度 重	极薄 极轻	薄 中	中 中 极薄 极轻
最应用领域	已应用于各种显示产品	XR	Display. TV	TV, Tablet. Display. Portable
技术成熟度	*****	***	**	***
能源效率	***	****	***	***
分辨率	***	****	***	***
画质	色域 对比度	****	*****	*****
最大亮度	***	***	****	***
应答速度	*****	****	****	***
成本	**	****	****	**
				×

图表：显示屏幕发展演进规律图



图表：VR屏幕发展历程

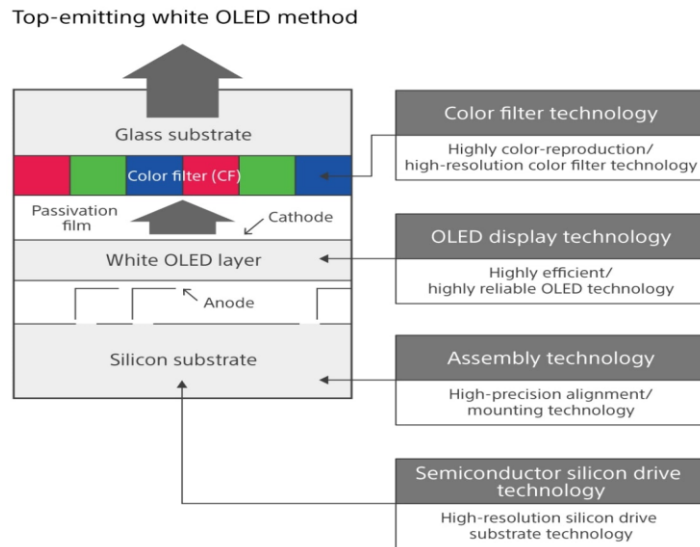


资料来源：Wellsenn XR、艾邦网、华鑫证券研究

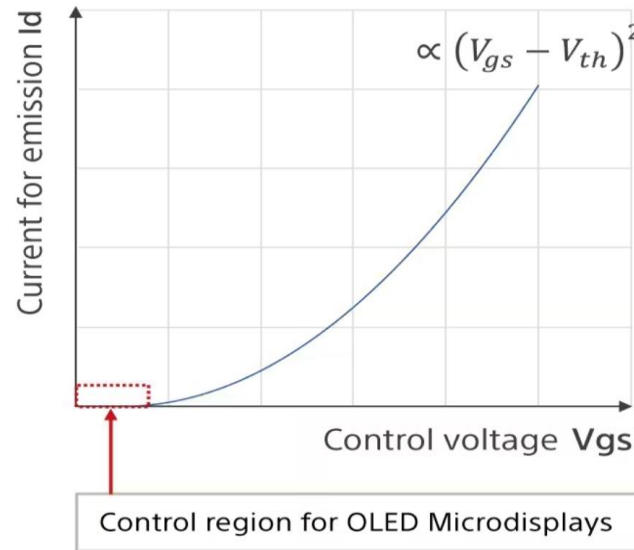
3.3 Micro OLED：高技术壁垒的屏显技术

Micro OLED技术具有很高的技术门槛，是AVP成功的关键技术之一。根据Sony，为了实现高图像质量，OLED微显示器采用了带有彩色滤光片（CF）的顶发射白光OLED技术。由于OLED微显示器的硅基板不透光，顶发射方法从CF玻璃基板侧提取光，这是为了在不透明的硅基板上实现发光。为了形成高精度的彩色像素，开发了两种主要技术路径：White OLED和Shadow-mask patterning OLED。索尼在2007年推出的Super Top Emission™技术采用后者，为每个像素形成发光材料薄膜，但鉴于OLED微显示器的像素尺寸远小于常规OLED（小于3μm），使用现有的精细金属掩模很难处理。White OLED因能在整个表面形成均匀的有机材料薄膜而被采用。White OLED通过施加电压使OLED层发出白光，然后通过不同像素的CF分散，形成各种颜色。为了克服由于子像素尺寸缩小而导致的特性和图像质量恶化，采取了多种措施，包括优化CF结构、精确控制硅基板和CF基板之间的对准，以及优化电极和OLED层的材料和组成。此外，Micro OLED技术还面临使用硅基板晶体管精确控制微小电流的挑战。为了使 OLED 微显示器的细间距像素发光，需要精确控制电流，使得电流小于智能手机 OLED 所用电流的 1/1,000。

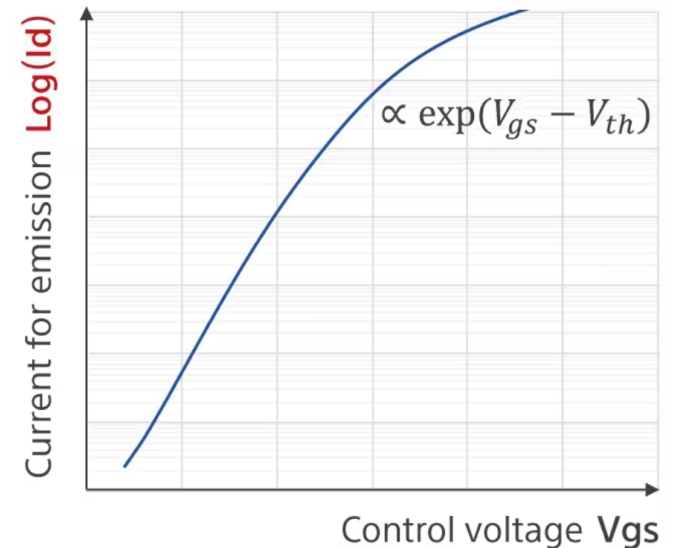
图表：顶部发射白光 OLED 示意图



图表：精确控制电流示意图 I



图表：精确控制电流示意图 II

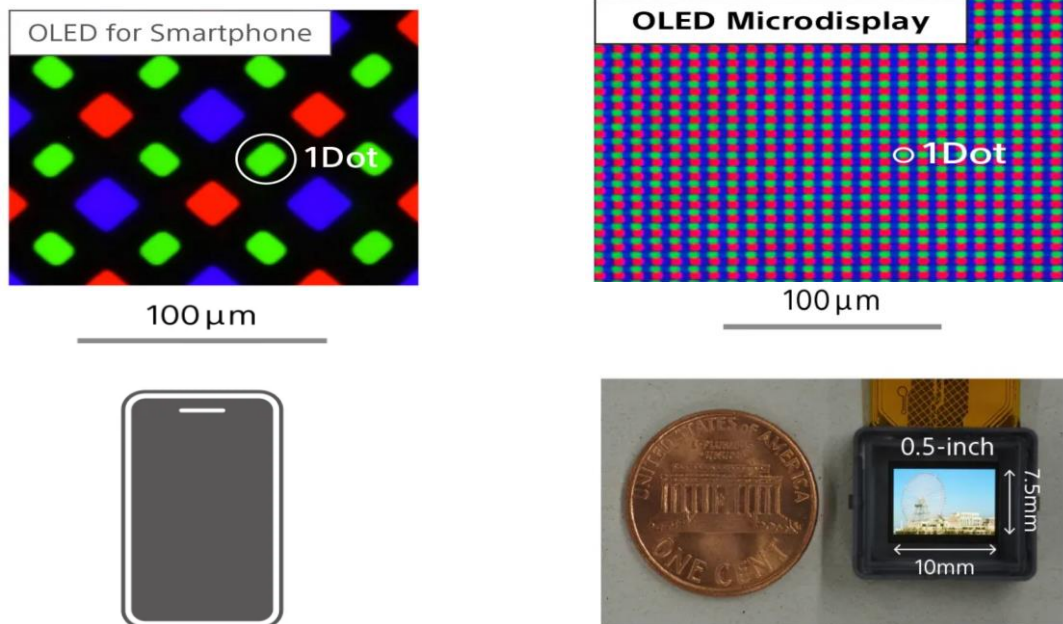


资料来源：Sony官网，华鑫证券研究

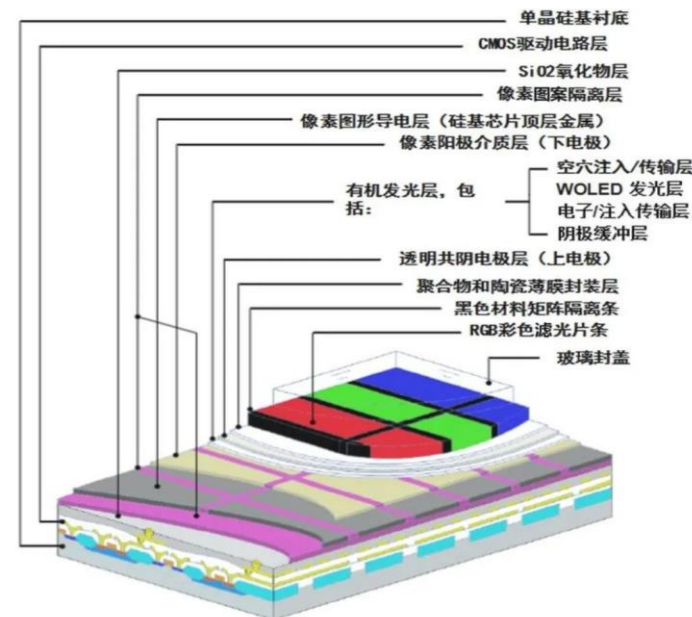
3.4 Micro OLED：目前高端头显产品的选择

Micro OLED技术拥有小型化、极高分辨率、亮度、低能耗、响应速度快以及高对比度和色彩饱和度等特点。 Micro OLED采用 CMOS 基板，能实现普通 OLED 难以达到的像素密度（3000 以上 PPI），有助于 XR 产品实现更清晰的体验，并且具有让显示器更轻薄短小、耗电量更少、自发光、发光效率高等优点。与传统的OLED屏幕相比，Micro OLED屏幕提供更高的像素密度，这意味着它们可以在更小的显示面积上展现更清晰、更详细的图像，这对于MR的应用至关重要。此外，快速的响应速度能够为用户提供更为流畅、更动态的视觉体验。高对比度和色彩饱和度能够为用户提供深邃的黑色、鲜艳的色彩，进一步增强视觉效果。在MR中，Micro OLED技术能够为用户提供更为清晰和详细的虚拟图像，这对于创建真实感强烈的沉浸式体验至关重要。例如，在一个设计精良的MR系统中，用户可能无法区分虚拟对象和真实世界的区别，在教育、设计和娱乐等行业都具有重大意义。低功耗特性对于MR头戴设备尤其重要，因为MR设备通常依赖电池供电。快速的响应时间和高对比度也确保了即使在快速动态场景中，用户也能获得清晰和实时的视觉反馈，对于游戏、模拟训练和其他需要快速响应的应用尤其重要。因此，使用Micro OLED技术可以延长设备的使用时间，提高用户体验。

图表：Micro OLED VS OLED 示意图



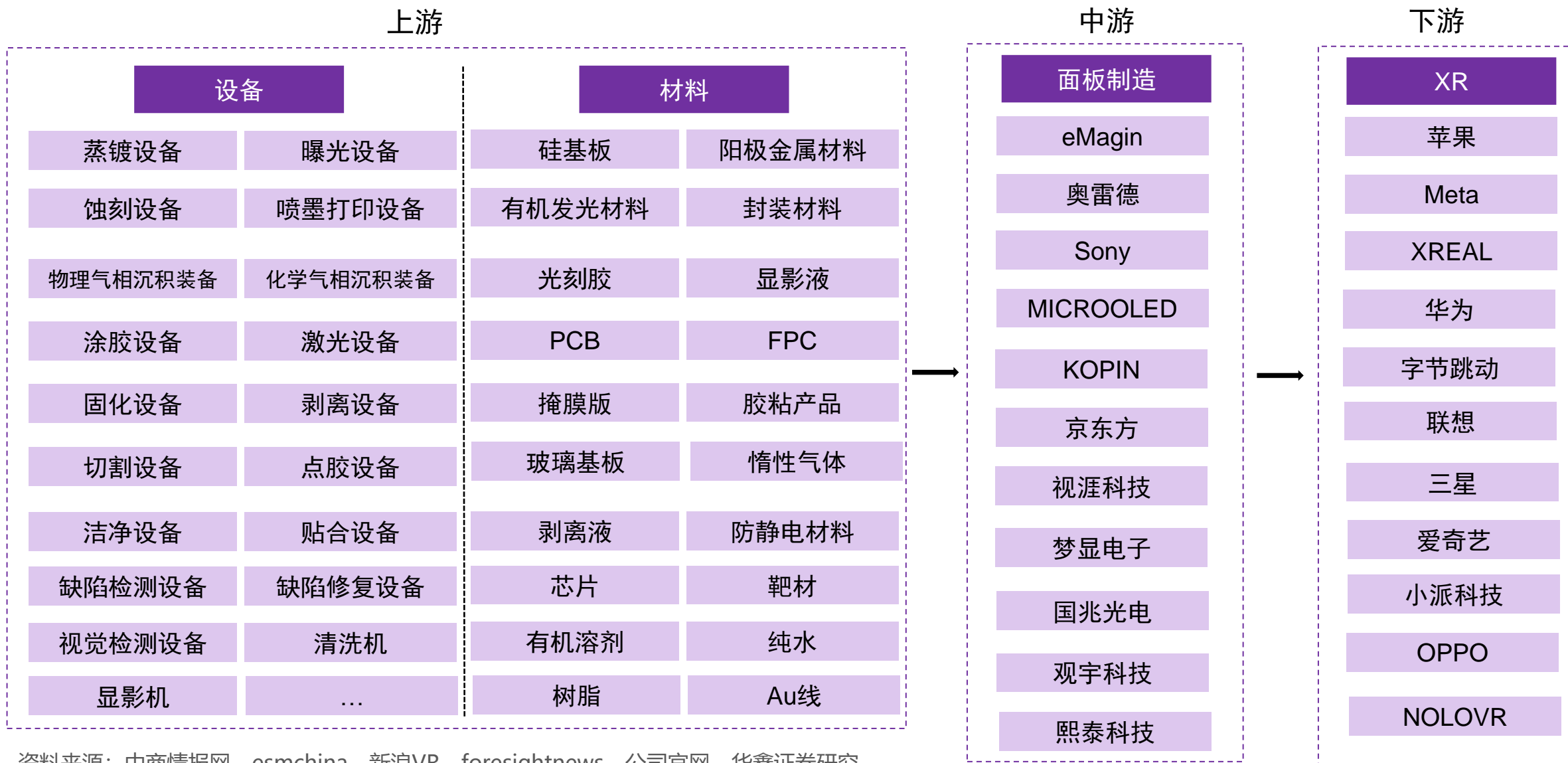
图表：Micro OLED结构示意图



资料来源：Sony、Panel display、36kr，华鑫证券研究

3.5 Micro OLED 产业链概况

图表：Micro OLED 产业链示意图

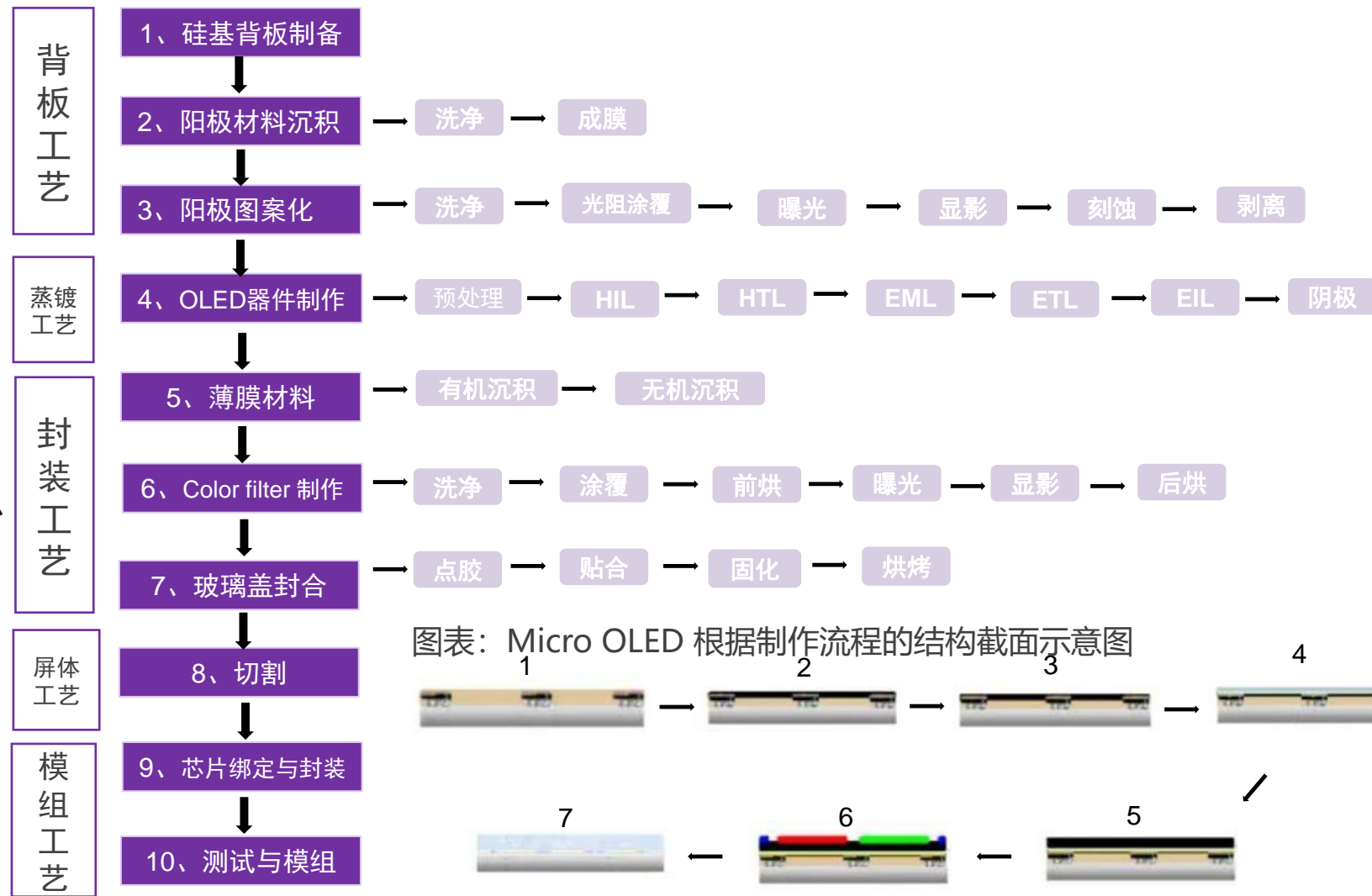


资料来源：中商情报网、esmchina、新浪VR、foresightnews、公司官网，华鑫证券研究

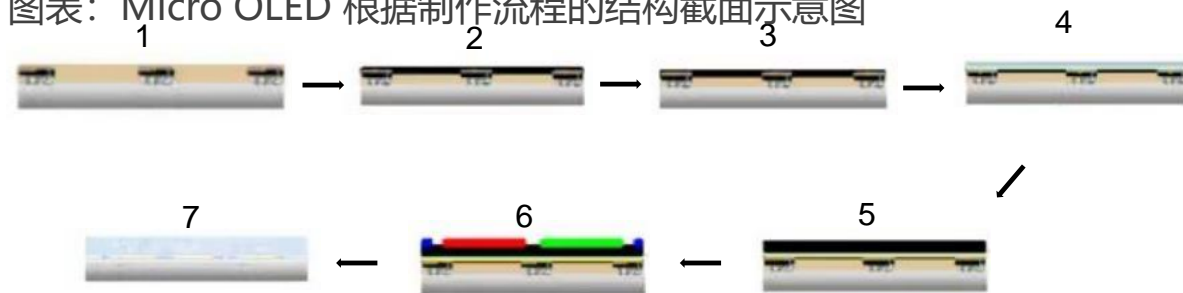
3.6 Mircro OLED 的制作流程

硅基 OLED 显示器具体的工艺流程可从多个角度划分。从工艺角度出发，流程可以分为 5 个部分，依次为背板工艺、蒸镀工艺、封装工艺、屏体工艺以及模组工艺。从制造角度出发，1~7 为大片制造，流程 8 切割之后为 dice 制造流程。流程 1 是硅基芯片的制造过程。这一阶段由集成电路晶圆代工厂负责，代工厂根据客户提供的设计和要求进行生产。流程 2 至 7 专注于 OLED 的制造，这一部分在 OLED 工艺代工厂中完成。值得注意的是，流程 2 和 3 涉及阳极像素点的制备，包括阳极（金属层）镀膜（PVD）、光刻（涂胶、曝光、显影）、光刻胶剥离以及检测等工序。流程 4 和 5 主要涉及有机材料蒸镀（OLED）、阴极金属层蒸镀（OLED）、薄膜封装等步骤。流程 6 和 7 涉及彩色过滤层制备、玻璃盖板装配及检测等工序。流程 8 和 9 由集成电路芯片封装厂执行。最后，流程 10 关注于模组与系统的开发，这一阶段将硅基 OLED 转化为微显示器模组，以供最终用户使用。

图表：Micro OLED 制作流程示意图



图表：Micro OLED 根据制作流程的结构截面示意图



资料来源：Micro Display、清越光电招股书，华鑫证券研究

3.7 Micro OLED 行业竞争格局

Micro OLED行业整体竞争格局：目前，OLED微型显示技术广泛应用于军事和消费电子领域，军事应用较早且成熟，主要由eMagin、MICROOLED等公司主导。在消费电子市场，除了SONY在EVF及HMD产品中的应用，其他公司正专注于提升技术和良品率。整体来看，Micro OLED显示器行业正处于发展初期，众多国产厂商正在加速产线布局和技术提升以满足日益增长的市场需求。其中，合肥视涯为国内该领域的后起之秀。

图表：Micro OLED主要玩家梳理

产品	主要玩家	主营业务
Micro OLED	eMagin	eMagin (EMAN. A) 成立于1996年，总部位于美国华盛顿州，产品主要用于军事用途，同时逐步开发商业（包括医疗和工业部门）和消费市场应用
	MICROOLED	MICROOLED成立于2007年，总部位于法国格勒诺布尔市，产品主要用于近眼显示系统，如电子取景器、视频眼镜、运动光学、军事用途及医疗器械等领域
	奥雷德	云南北方奥雷德光电科技股份有限公司主营OLED微型显示器研发、设计、生产和销售，主要产品涵盖0.5英寸、0.6英寸和0.97英寸的彩色、白光及高亮绿光等型号
	国兆光电	南京国兆光电科技有限公司成立于2019年，由南京电子器件研究所牵头设立，目前产品包括SVGA、SXGA、XGA系列，尺寸包括0.39英寸、0.59英寸、0.61英寸、0.77英寸、0.96英寸
	SONY	SONY CORPORATION (SNE. N) 从事用于消费、专业和工业市场以及游戏机和软件的各种电子设备、仪器和设备的开发、设计、制造和销售；SONY于2011年发布了0.5英寸及0.7英寸OLED微显示屏产品，并应用于其同品牌的相机产品作为电子取景器；2014年，SONY推出了0.23英寸微型显示器，主要用于可穿戴设备，并应用于其同品牌的智能眼镜产品
	Kopin	Kopin (KOPN. O) 成立于1984年，总部位于美国特拉华州，是一家半导体产品和微型平板显示器生产制造商，致力于研发、制造及销售可穿戴视听产品的关键零部件
	创视界光电	云南创视界光电科技有限公司成立于2017年，主要股东包括京东方集团、滇中集团、奥雷德，主营消费电子用OLED微型显示器
	合肥视涯	合肥视涯技术有限公司于2016年成立，从事硅基OLED显示器的研发、设计、生产和销售

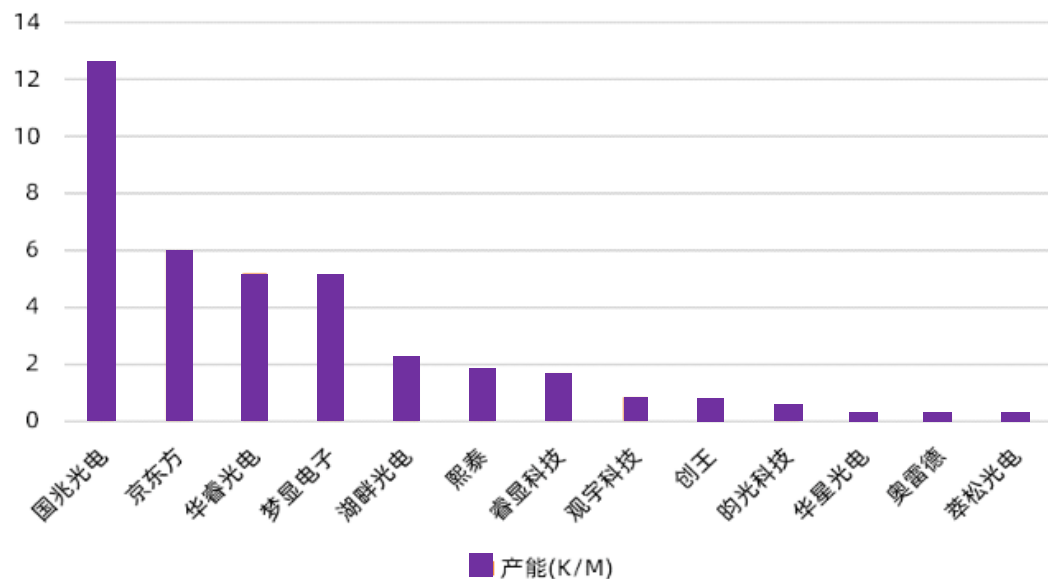
资料来源：清越科技招股说明书，华鑫证券研究

3.8 供给端：国产厂商逐步提高产能

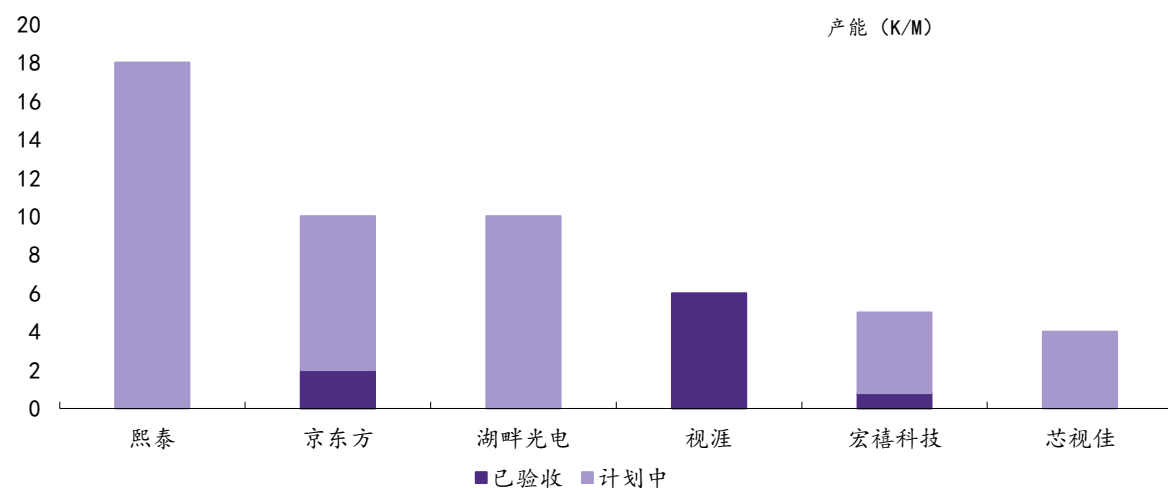
8英寸 Micro OLED：已验收的项目方面，根据TrendBank，8英寸Micro OLED的总产能达到15.54K/M。市场上的主要企业包括京东方、清越科技（梦显电子）和湖畔光电。其中，京东方以6K/M的产能占据市场领先地位，占比达38.61%，清越科技和湖畔光电分别占5K/M和1.7K/M。其余8英寸Micro OLED企业产能依次为观宇科技、创王、昶光科技、熙泰、奥雷德和萃松光电。计划中的项目方面，根据TrendBank，未来8英寸Micro OLED总产能将达到37.14K/M。有四家公司计划进入这个行业，分别华星光电、睿显科技、国兆光电、华睿光电。此外，湖畔光电和熙泰分别计划将产能分别扩大0.4K/M和1.5K/M。其中，国兆光电以12.5K/M的产能领先，京东方科技产能为6K/M，华睿光电和梦显电子分别以5.2K/M和5K/M紧随其后。

12英寸 Micro OLED：12英寸Micro OLED晶圆的制造比8英寸版本复杂许多。已验收的项目方面，根据TrendBank，截止23年6月只有3家公司成功完成了生产过程，分别是视涯、京东方科技和宏禧科技，总产能达到8.8K/M。其中视涯以6K/M的产能领先，占总产量的一半以上，其次是京东方科技和宏禧科技，产能分别为2K/M和0.8K/M。计划的项目方面，熙泰计划总产能达到18K/M，京东方和湖畔光电均计划达到10K/M，视涯将维持6K/M，宏禧科技拟增加产能至5K/M，芯视佳计划2024年产能达到4K/M。

图表：8英寸 Micro OLED晶圆企业产能（已验收+计划）



图表：12英寸 Micro OLED晶圆企业产能



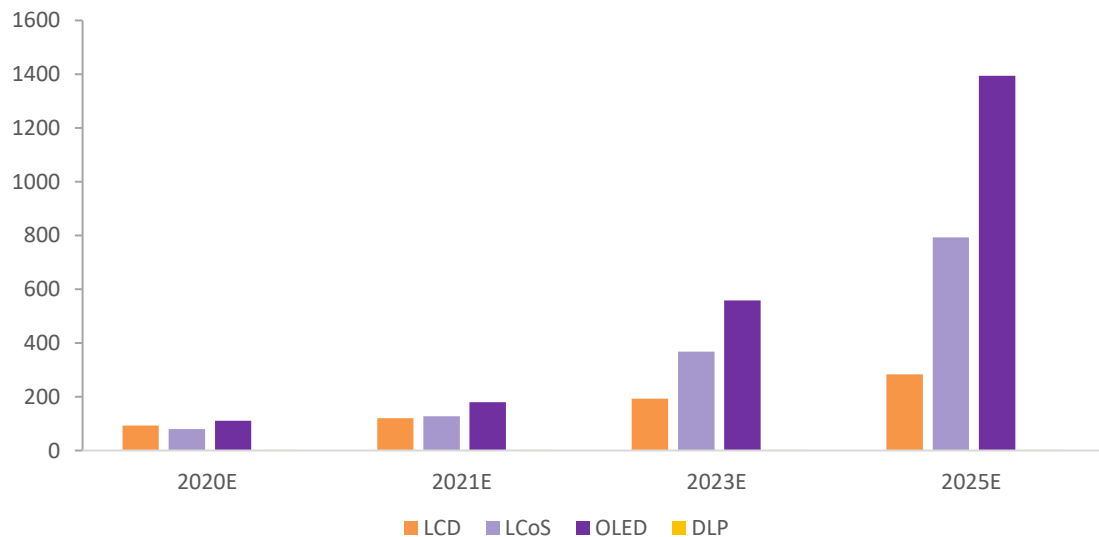
资料来源：势银，华鑫证券研究

3.9 需求端：下游应用需求多点开花

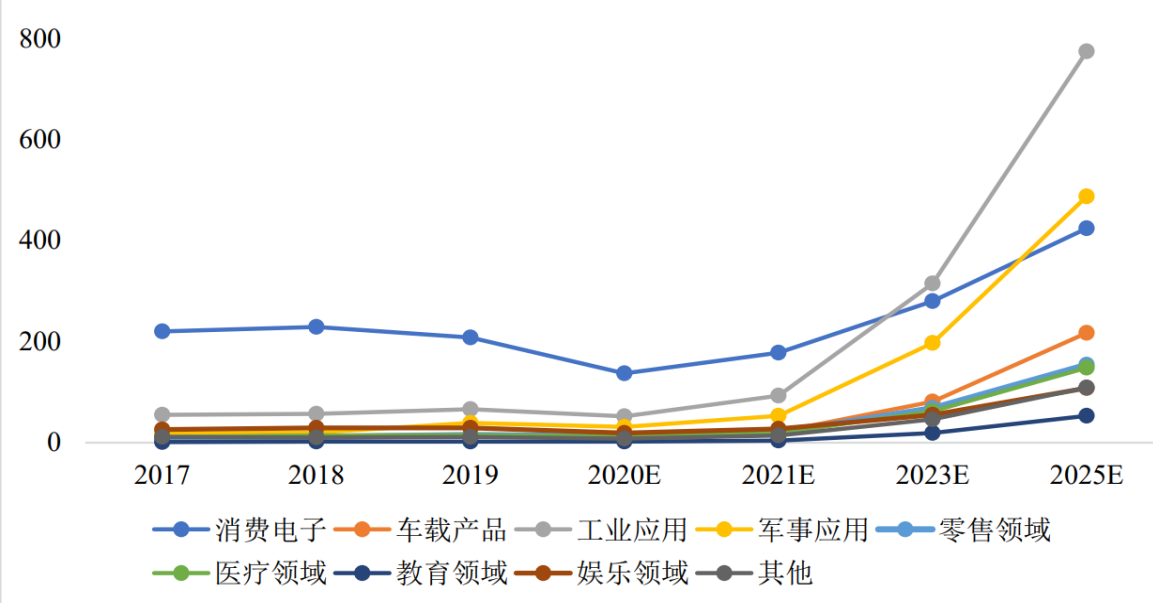
硅基OLED的市场规模大幅受益于下游消费电子领域例如近眼式显示和投影显示系统等产品的发展。 根据市场研究机构 Markets and Markets 报告，OLED 微型显示器市场正经历超高速增长。从2020年到2025年，OLED 微型显示器市场规模预计以61.2%的年复合增长率迅速扩张，2025年有望达到16.39亿美元。其中，OLED 技术因其紧凑的设计、轻盈的重量以及便携性超越LCD和LCoS，成为微型显示器应用中最广泛采用的技术。根据Markets and Markets预计，2025年仅近眼显示设备中的 Micro OLED 市场规模就将达到约13.94亿美元。

下游应用领域多点开花促使上游Micro OLED需求旺盛。 近眼显示设备中，VR和AR技术已广泛应用，能够将虚拟世界转化为直接的人类感知体验。VR技术通过模拟三维空间，为用户提供沉浸式体验，目前主要用于娱乐游戏和赛事直播等领域，特别是在娱乐游戏行业，其渗透率正在迅速增长，如索尼的PlayStation VR便推动了VR技术在消费市场的发展。除了消费电子领域之外，AR技术通过电脑将虚拟物体实时融合到真实环境中，让虚拟与现实对象在同一视野共存。因此在军事领域被用于武器瞄准器等装备。随着技术进步，AR的应用范围正迅速拓展至医疗、工业、教育等多个领域。

图表：2020-2025年近眼显示屏幕市场规模（百万美元）



图表：2017-2025年近眼微型显示器下游市场规模（百万美元）



资料来源：清越科技招股说明书，华鑫证券研究

3.10 Micro LED：未来产品的屏显技术

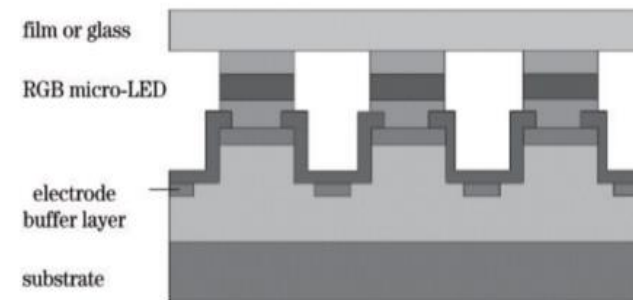
Micro-LED的器件结构和制造工艺十分复杂。器件结构方面，Micro-LED微显示器是通过在CMOS驱动芯片上集成微小尺寸的LED阵列形成的。外延技术方面，Micro-LED主要使用蓝宝石和硅两种。其中，蓝宝石价格便宜，硅衬底拥有更好的均匀性。对于XR产品来说，外延片均匀性方面的要求十分严格，需要控制在3nm内来控制整个晶圆表面的缺陷。目前主要采用MOCVD工艺，通过控制MOCVD设备的温度、压力、气流等参数来提高产量良率。芯片封装结构方面，LED芯片包括正装结构、倒装结构和垂直结构3种。随着Micro-LED芯片尺寸向着小型化的趋势发展，正装芯片的占用空间较大，倒装芯片结构的优势愈发明显。通过将InGaN micro-LED阵列与CMOS芯片倒装键合，制作的混合集成芯片大小仅6 μ m且具备大电流工作环境下的发光均匀性。垂直芯片结构更易于散热不过目前成本较高，尚未进入生产化过程，未来具备一定的发展前景。

Micro-LED采用全彩化技术。全彩化方案主要包括RGB分色方案、光学透镜合成方案以及色彩转换转换方案。直接RGB分色方案是指三种颜色子像素通过横向或者垂直结构连接到衬底上，形成一个全彩像素；光学透镜合成方案是由3个单色Micro-LED微显示面板与1个合色棱镜组成，通过合色棱镜将附于其三个不同面的红、绿、蓝单色微显示面板进行光学合色，进而实现全彩化。色彩转换技术方案是利用色彩转换材料在UV或蓝色micro-LED基础上实现彩色显示的方案，例如紫外自对准固化技术利用紫外microLED激发掺入不同颜色纳米晶体的纳米复合材料，实现多色转换，转换材料有荧光粉和量子点。

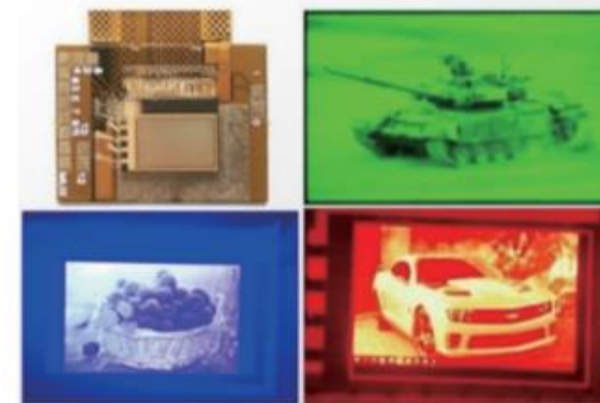
Micro-LED的驱动方式可以分为CMOS被动驱动、CMOS主动驱动以及TFT驱动。CMOS被动驱动是指Micro LED通过电流的方式来驱动器件发光；CMOS主动驱动是指通过共电极倒装驱动，驱动能力强，能实现高亮度和高对比度的效果，控制能力强而且速度快。相比被动驱动，CMOS主动驱动的反应速度更快，电极数更少，且可以实现独立控制，更具有发展潜力。TFT驱动是指在micro-LED阵列顶部制造TFT背板，形成集成了多晶硅TFT的III-V micro LED。

资料来源：《硅基微显示器发展现状与研究进展》，华鑫证券研究

图表：Micro-LED 器件结构图



图表：Micro-LED 微型显示结构与RGB单色显示示意图



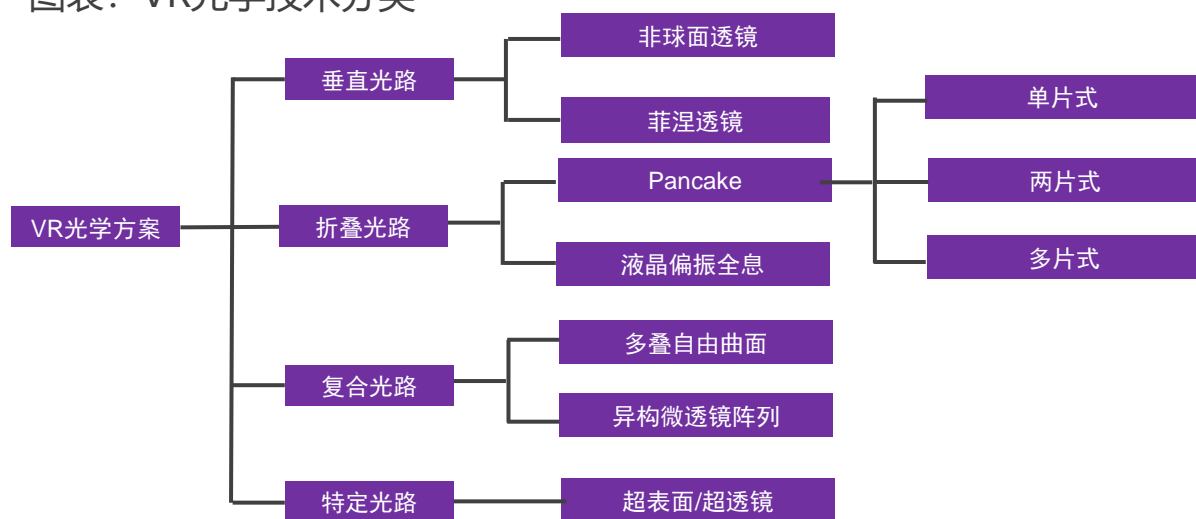
04 Pancake折叠光路逐渐成为VR光学进化方向

研究创造价值

4.1 Pancake光学技术：轻薄和高效的解决方案

VR光学技术的发展涵盖了垂直光路、折叠光路、复合光路和特定光路等四种主要方案。垂直光路，如非球面透镜和菲涅尔透镜，主要通过单透镜设计利用光折射原理聚焦图像，其中非球面透镜虽成本低但体积较大，菲涅尔透镜是体积和成本之间的折中方案。折叠光路方案，通过折叠式光学元件和偏振技术实现更短光路，优化了轻薄化和成像质量。复合光路利用反射和折射原理结合成像，实现动态变焦。特定光路则采用超表面或超透镜，通过亚波长尺度单元进行精确的光路调控。各种方案各具特点，但Pancake折叠光路因其轻薄、高性能特性已被业界广泛认可并被苹果VisionPro、Meta quest pro以及pico 4等高端产品采用。**Pancake光学方案能够有效减少产品体积，是高端头显产品的首选技术。**Pancake光学方案是一种先进的VR设备设计，旨在通过折叠光学路径来压缩模组厚度，从而提高用户的舒适度和沉浸感。这种方案利用半透半反偏振膜的透镜系统，使光线在镜片、相位延迟片及反射式偏振片之间多次反射和折返，最终从反射式偏振片射出进入人眼。Pancake方案通过这种复杂的光路设计实现更短的光程，大幅缩小了产品体积，并降低了重量，使得MR头显在佩戴时更加舒适，成为高端头显的标配。与传统的非球面透镜和菲涅尔透镜相比，Pancake方案提供了一种高效且创新的解决方案，旨在解决球面像差问题，提供更高的成像质量，同时在成像质量、模组厚度、技术门槛和生产成本间实现了平衡。Pancake光学方案代表了MR技术在提升用户体验方面的重要进步。

图表：VR光学技术分类



资料来源：Wellsenn XR、艾邦网，华鑫证券研究

图表：VR光学方案概览

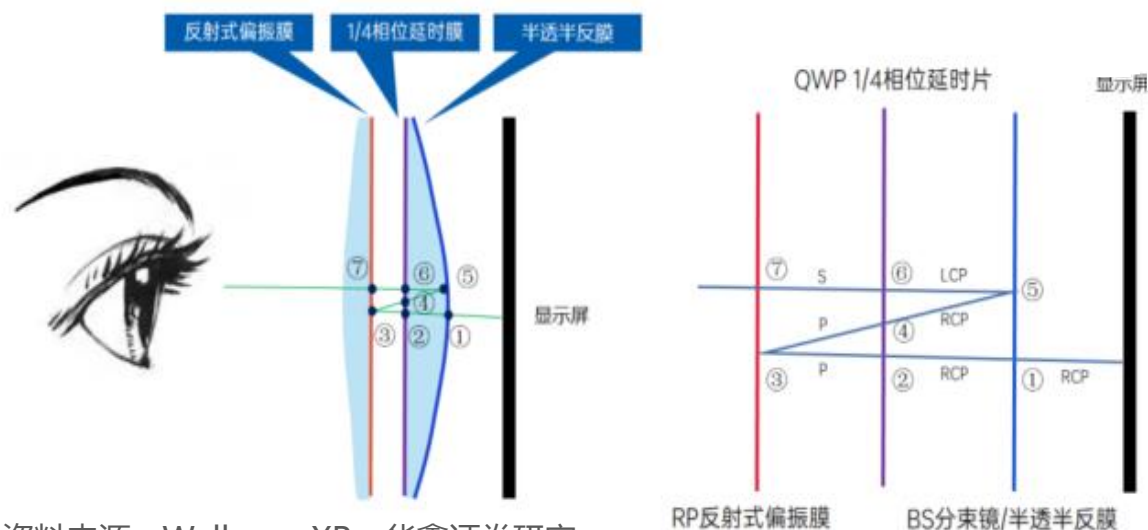
	非球面透镜 Pancake	菲涅尔透镜	折叠光路
透镜原理			
常规FOV	90°-180°	90°-120°	70°-100°
常规TTL	40-50mm	40-50mm	15-20mm
成像质量	边缘成像好	容易产生伪影和畸变	边缘成像质量好但容易产生伪影
优点	成本便宜	较轻薄 便宜	轻薄 成像质量好
量产价格	5-10元	15-20元	120-180元
发展阶段	淡出市场	主流选择	即将大规模应用
代表产品	VR盒子 PSVR等	Meta Quest 2 Pico neo 3等	华为VR Glass 苹果MR等

4.2 Pancake光学技术：复杂的光路设置实现超高光学性能

Pancake方案是折叠光路方案的一种，需要精密的光学仪器以及材料来确保产品的精确度和光学性能。 Pancake光学方案通常由透镜、半透半反膜、偏振光片、反射式偏振膜以及1/4相位延时片（QWP）构成。其中半透半反膜的作用是把入射光分离成反射光和透射光，在pancake方案中半透半反镜理论上会损失掉50%的光；偏振光片是一种让自然光变为偏振光的化合物薄膜，使得自然光经过之后只沿一个固定的方向振动；1/4相位延时片由塑料薄膜组成，主要用来改变偏振光的形态，例如其可以将线偏振光改成圆偏振光，将圆偏振光改成线偏振光；反射式偏振膜式偏振光片的一种，能够实现选择性的反射偏振光，例如，反射S光，透射P光。Pancake光学方案利用反射偏振膜选择性反射和透射偏振光的原理，通过1/4相位延时片改变偏振光的状态进而实现光第一次达到反射偏振膜被反射，第二次到达则透射入眼。

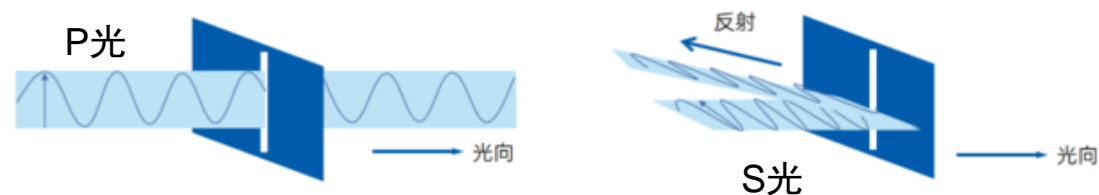
Pancake方案的实现通过复杂的光路设置和光学膜材料的位置设置。 ①屏幕发射左旋圆偏振光，透过最接近屏幕的半透半反膜；②经过1/4相位延时片，进而将左旋圆偏振光改为振动方向垂直的S线偏振光；③达到反射式偏振膜之后被反射；④再次经过1/4相位延时片，S线偏振光变为左旋圆偏振光；⑤再次经过半透半反射膜之后，左旋圆偏振光变为右旋圆偏振光；⑥第三次反射至1/4相位延时片之后，右旋偏振光变为与振动方向平行于入射面的P线偏振光；⑦P线偏振光透过反射式偏振膜达到人眼。

图表：Pancake方案具体工作原理图

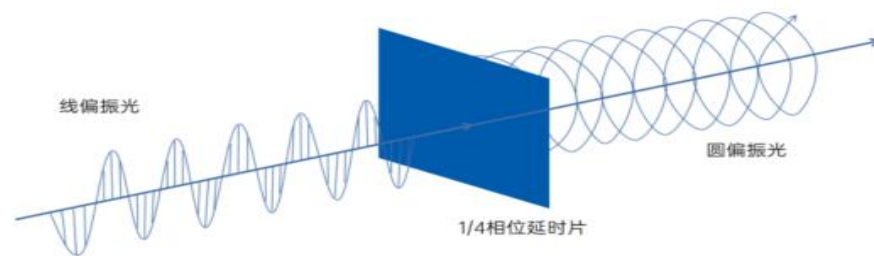


资料来源：Wellsenn XR，华鑫证券研究

图表：反射式偏振膜工作原理图



图表：1/4相位延时片工作原理图

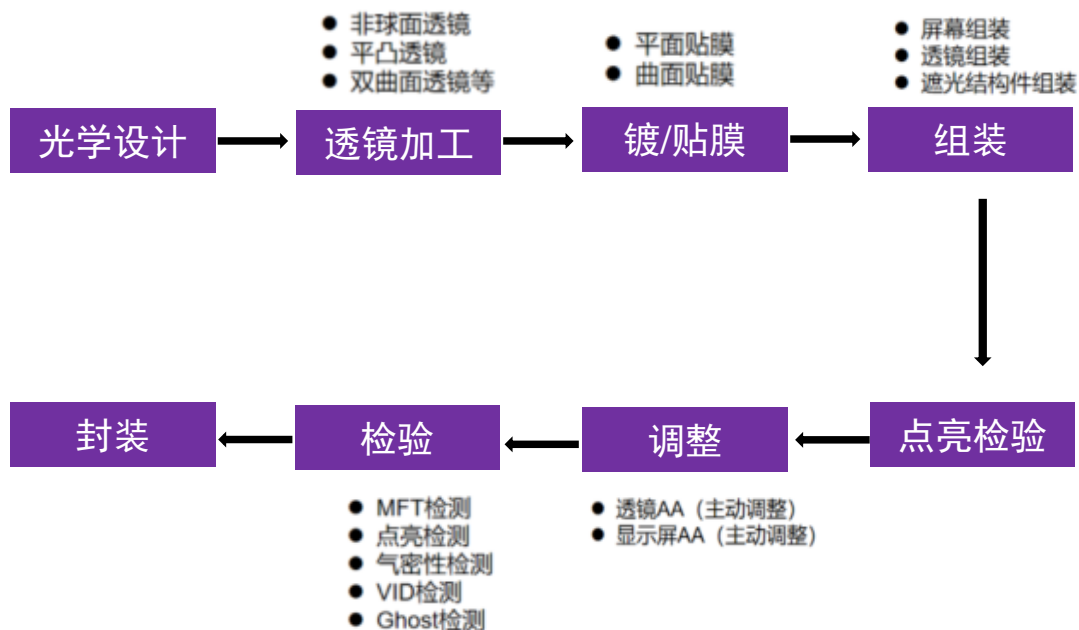


4.3 Pancake光学技术：光学膜是方案的核心

Pancake光学方案设计的技术壁垒很高。 Pancake光学模组生产主要包括设计、加工、贴膜、组装、检验和封装六个关键流程。其中，贴膜是关键工艺，反射偏振膜和1/4相位延时片的质量及工艺直接影响成像。贴膜方式包括曲面和平面两种，曲面技术难度较高但提供更好的FOV和成像质量。此外，贴膜的平滑度以及镀膜的形状精度对于产品性能至关重要。

Pancake光学方案拥有诸多优点和挑战。 Pancake技术通过多片光学镜片和折叠光路设计实现了轻薄结构，提高了成像质量和视场角，并支持屈光度调节。然而，其面临挑战包括伪影问题、较高的光损失导致的亮度需求增加，以及因压缩光路而减小的FOV视场角。值得注意的是，复杂的光学膜材料和精密制造过程使得成本较高，最核心的高质量光学膜主要来源海外如3M、旭化成等，一组透镜（单目）的光学膜成本接近100元人民币。目前，拥有Pancake专利以及能够提供模组的厂商主要可以分为光学厂商、屏幕厂商、整机厂商以及ODM/OEM厂商等。

图表：Pancake模组生产加工流程图



图表：Pancake光学贴膜工艺方案



资料来源：Wellsenn XR，华鑫证券研究

4.4 供给端：四类厂商具备Pancake技术积累

拥有Pancake专利或者模组的核心厂商分以下四种类型，**原光学厂商、屏幕厂商、整机厂商以及ODM/OEM厂商等。**

光学厂商：早期在光学设计、加工有长期的经验积累和优秀的研发设计团队。例如舜宇光学、欧菲光、多睐、惠牛、耐德佳、水晶光电、双莹光电、多普光电、鸿蚁光电等。

屏幕厂商：生产微型高分辨率的屏幕的厂商，例如美国硅基OLED厂商kopin，中国硅基OLED厂商视涯，TCL华星光电等。

整机厂商：企业实力雄厚，研发投入大，关键技术自研预研。包括Meta、Pico、华为以及苹果。

ODM/OEM厂商：基于整机方案设计和生产制造能力，从整机往上游核心零部件延申。例如歌尔股份、立讯精密旗下立景等企业。

最后一种则是手握Pancake核心材料的公司美国3M,其反射偏振模是目前Pancake模组厂商难以绕开的关键材料，其也联合华硕推出了基于Pancake方案的VR参考设计。

图表：Pancake光学方案核心厂商梳理

类别	企业
光学厂商	舜宇光学、欧菲光、多睐、惠牛、耐德佳、水晶光电、双莹光电、多普光电、鸿蚁光电等
屏幕厂商	美国硅基OLED厂商kopin，中国硅基OLED厂商视涯，TCL华星光电等
整机厂商	Meta、Pico、华为以及苹果
ODM/OEM厂商	歌尔股份、立讯精密旗下立景等企业

图表：部分Pancake光学模组参数

模组厂商	歌尔股份	歌尔股份	欧菲光	视涯技术	耐德佳	惠牛	鸿蚁光电	多普光电
模组口径	50mm	49mm	48mm	—	49mm	37.8mm	—	28mm
FOV (度)	80	100	96	90	96	90	100	96
Eye relief	13mm	13mm	12mm	12mm	11mm	—	10mm	10mm
Eyebox	—	—	8mm	8mm	10mm	—	8mm	8.6mm
TTL	18mm	23.4mm	20mm	—	19mm	21mm	21.2mm	10.8mm
屏幕类型	LCD	—	LCD	硅基OLED	LCD	硅基OLED	LCD	硅基OLED
屏幕尺寸	2.1寸	2.1寸	2.1寸	1.03寸	2.1寸	1.03寸	2.1寸	1.03寸
单眼分辨率	—	—	2280*2280	—	—	2560*2560	1600*1600	2560*2560
屈光度	—	—	0—800度	0—500度	0—700度	0—800度	0—800度	-200—1200度
重量	<20g	—	<20g	—	<30g	46g	<23g	<12g
光学畸变	—	—	-24.1%	-25.3%	—	—	-14.5%	<1.5%
代表作品	华为VR Glass	—	—	arpara 5k	—	创维S6	—	—

资料来源：Wellsenn XR，华鑫证券研究

4.5 需求端： Pancake光学方案预计将显著受益于高端头显产品放量

作为VR头显的核心组件之一，VR光学的市场规模直接受制于VR设备的出货量和光学模组的价格。根据Wellsenn XR的数据，2021年全球VR设备的出货量达到1024万台，而预计到2030年，全球VR设备的出货量将扩大至4亿台。当前，单个Pancake光学模组的价格约为150-200元（不包括屏幕）。展望未来，随着Pancake和其他更先进的VR光学解决方案的普及，预计到2030年，VR整机（双目）的光学成本将下降至120元。综合考虑，全球VR光学市场的年度规模预计将达到500亿元人民币。

根据群智咨询的数据，2022年全球XR光机模组的出货量约为2160万片，同比下滑约13.2%。然而随着文旅和观影市场的逐步开发应用，以及疫情后消费能力的释放，群智咨询（Sigmaintell）预测，进入2023年全球XR光机模组的出货量将实现38%的正增长，达到3000万片的市场规模。

在MR产品即将问世之前，XR终端主要包括VR（虚拟现实）和AR（增强现实）两大应用领域。不同类型的XR产品采用不同的光学方案。在VR产品中，Pancake方案的渗透率逐渐增高，预计到2023年，其全球出货量渗透率将超过50%。根据群智咨询的调查统计显示，2022年全球VR光机模组的出货量约为2100万片，其中Pancake的市场份额仅占约6%。然而，到了2023年后，Pancake方案预计将开始替代单片的菲涅尔镜片，进一步推动VR光学模组市场规模增长，预计将占到全球出货量的约56%。产品轻薄化将成为该方案的技术升级趋势。

图表：全球VR光学市场规模和增速

	2017	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球VR光学市场规模（亿元）	1.7	1.4	1.4	2.5	4.2	9	22	43	81	145	216	312	401	500
全球VR光学市场增速	—	-14%	-1%	74%	71%	124%	130%	96%	89%	80%	49%	44%	29%	25%

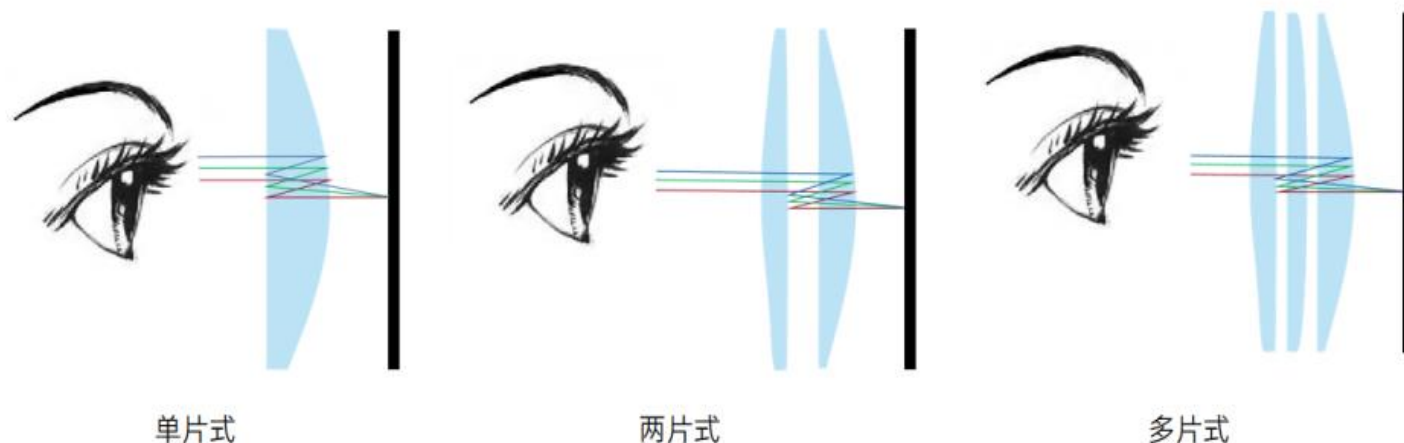
资料来源：Wellsenn XR，群智咨询，华鑫证券研究

4.6 Vision pro: 采用Pancake技术的高端MR

Pancake透镜技术经历了从较简单的单透镜设计向更复杂的多透镜系统。 Pancake透镜技术从最初单透镜设计逐步演化到更高级的贴合式三透镜结构，反映了对更高光学性能、更高图形质量和更紧凑形态的持续追求。单透镜Pancake设计以其简单和成本效益为特点，通过基本的光路折叠实现了设备的紧凑化。尽管如此，它在控制像差、扩展视场和提升图像质量方面存在局限。为了克服这些限制，并满足更严格的性能要求，Pancake透镜发展为贴合式三透镜设计。这种先进结构包括三个精心设计的透镜元素，每个都旨在提高光学性能，减少像差，并大幅扩展视野。这种多透镜结构的精细光控制不仅维持了紧凑的设计理念，还显著提升了图像的清晰度和均匀性。

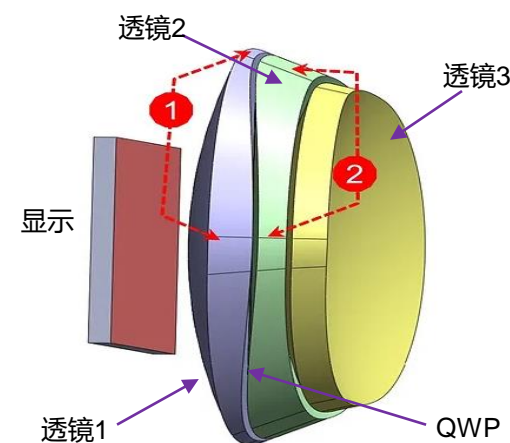
Apple Vision Pro (AVP) 采用贴合式三透镜技术。 AVP的Pancake模组挑战在于其中的1/4拨片（也称为QWP），它将线性偏振光转换为圆偏振光，该元件不能变形且必须保持平整，这对Pancake模组的设计带来了限制。然而，AVP的光学设计解决了这一限制，其Pancake模组三元素中两个元素在垂直和水平方向上厚度差异显著，显示了独特的光学设计。此外，苹果已经针对这种光学解决方案申请了多项专利，例如US20210132349A1等，描述QWP如何在两个镜头之间的表面之间被卷曲，克服了其他Pancake透镜需要平坦表面以进行QWP层压的限制。该项技术创新使AVP的Pancake光学方案在轻薄化、成像质量和调节灵活性方面显示出了明显的优势，为实现更高的视场估计和更优的每度像素（PPD）提供了可能。

图表：Pancake透镜技术路线演进



资料来源：Wellsenn XR、hypervision，华鑫证券研究

图表：AVP Pancake透镜模组示意图



4.7 Vision pro: SoC

苹果自研的系统级芯片拥有很高的技术壁垒。根据公开资料，Apple vision pro将搭载M2处理器和R1协处理器。M2处理器是苹果自研芯片系列的第二代产品，此前更多的是被用在13寸 MacBook Pro、13寸和15寸MacBook Air中。M2在M1的基础上提供了显著的性能提升和能效优化，基于ARM架构，采用台积电5nm的先进制程工艺，包含200亿个晶体管，主要负责执行任务、瞬时交互、运行计算，使用户可以通过头显设备访问应用。M1芯片为用户提供更快的处理速度和更强大的图形处理能力，适合处理高负荷计算任务和复杂图形应用。同时，M2继续强调能效，以保持低功耗并延长设备电池寿命。此外，M2处理器配备更先进的神经网络引擎以增强机器学习能力，并与macOS及苹果的各种应用和服务紧密集成，能够为用户提供无缝的体验。R1处理器是专为Apple Vision Pro耳机设计的新芯片，属于低功耗芯片。R1芯片不单独为耳机供电、运行，而是与苹果ARM架构的Apple M2芯片一起工作、运行。R1芯片主要负责定位、传感协同处理、视觉图像处理或传输等功能。

图表：苹果芯片自研版图

苹果自研芯片	
A系列芯片	基于ARM架构, 包括了CPU、GPU、快取等器件。使用于iPhone、iPad、iPad Air、iPad Pro、iPad mini、iPod touch、Apple TV、HomePod和Studio Display 产品上。
M系列芯片	第一款基于ARM架构的自研处理器单芯片系统 (SoC), 作为Mac向苹果芯片迁移计划的一部分, 取代沿用多年的英特尔微处理器。应用于Mac、iPad产品线
S系列芯片	整合了随机存取内存、储存装置和无线连结处理器的客制系统单芯片, 用于Apple Watch、HomePod Mini和第二代HomePod中。
H系列芯片	H系列做为蓝牙无线音讯的芯片, 用于第二代及之后的AirPods系列、AirPods Max或 AirPods Pro所有机型中, 以及部分Beats系列。
W系列芯片	主要功能和W-Fi以及蓝牙连接相关。应用于airpods、apple watch等产品线
T系列芯片	用于Mac产品线的部分产品。该系列现已整合进M系列中。
U系列芯片	作为超宽频(Ultra Wideband) 芯片, 首次用于2019年发布的Phone11系列, 此后发表的iphone皆具有次芯片

资料来源：钛媒体，华鑫证券研究

图表：M2芯片性能与竞品对比示意图

芯片型号	M2	骁龙XR2	骁龙XR1	AMD 6800U	Intel i7-1260P
核心频率	3.49GHz	1.8GHz	1.7GHz	2.9GHz	2.1GHz
CPU核心数量	8核	8核	8核	8核	12核
晶体管数量	200亿颗			131亿颗	210+亿颗
制程	5nm	7nm	10nm	6nm	10nm

图表：Apple Vision Pro搭载芯片示意图



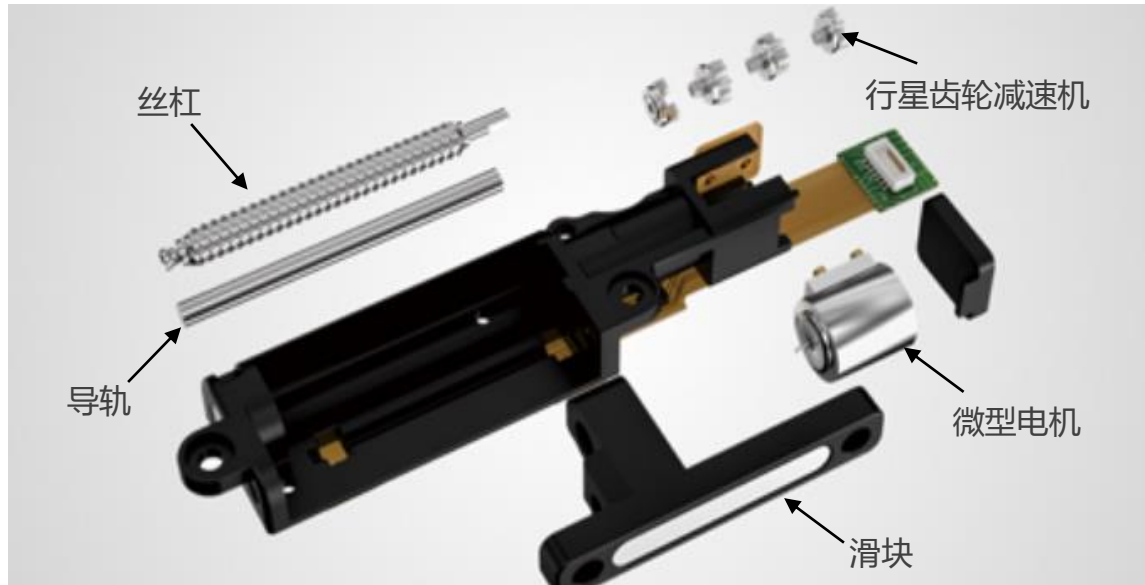
4.8 Vision pro: 其余零部件

独立IPD电动调节模组。独立IPD调节模组固定于MR眼镜框架，可将数据转换为电力驱动装置。当用户戴上产品时，用户眼睛凝视镜片传感器收到明信号后，微型电动调节机构自动启动旋转运动转变为推杆的直线运动。微型电机受到驱动电路的信号之后，行星齿轮箱讲电机输出的旋转提升力矩，并驱动丝杠旋转，丝杠旋转驱动滑块，从而带动左右镜片根据适合用户的瞳距来进行自动对焦，智能控制镜片移动，达到用户适合的瞳距，增强体验感。同时用户也可以按自己的观影习惯手动调节瞳距。国内技术方面，兆威机电在微型驱动机构的控制精度上，目前1s可走0.05mm行程。

结构件：主要包括中框、镜腿、检测、面板、散热以及头带。目前国内长盈精密作为国内精密零组件龙头，已经参与了许多头部XR客户产品的研发。

电池：德赛电池在Vision Pro中主要负责提供锂聚合物电池，该电池具有高能量密度、高安全性、轻薄灵活等特点，可以为Vision Pro提供长时间的续航能力。

图表：独立IPD电动调节模组



资料来源：兆威机电官网，华鑫证券研究

图表：Vision Pro 铝合金中框示意图



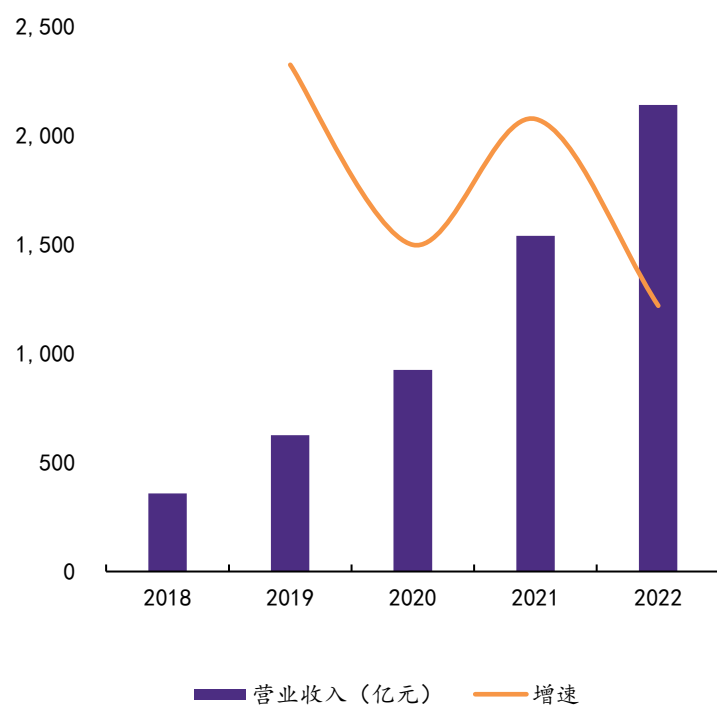
05 Apple Vision Pro相关标的梳理

研究创造价值

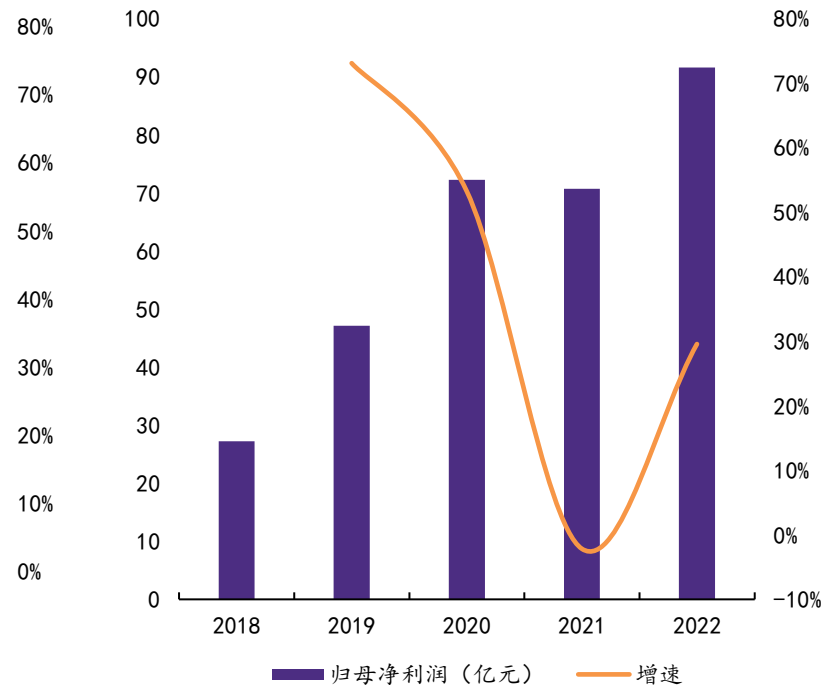
5.1 立讯精密：深度受益于大客户MR弹性催化的代工厂

立讯精密是一家在消费电子、汽车和通讯领域表现卓越的中国公司，近年来适应了市场的快速变化并取得显著成绩。在消费电子板块，公司应对了需求波动，实现了产品线的稳健增长，特别是在电脑互联产品和精密组件业务方面。汽车业务板块方面，立讯精密顺应电动化和智能化的趋势，在汽车线束、连接器等多元化产品上取得显著增长。同时，通讯业务板块也展现了强劲的发展势头，特别是在电连接、光连接、电源等核心技术方面。公司依靠创新的产品和战略，不仅巩固了现有市场，还为未来的发展奠定了坚实的基础。

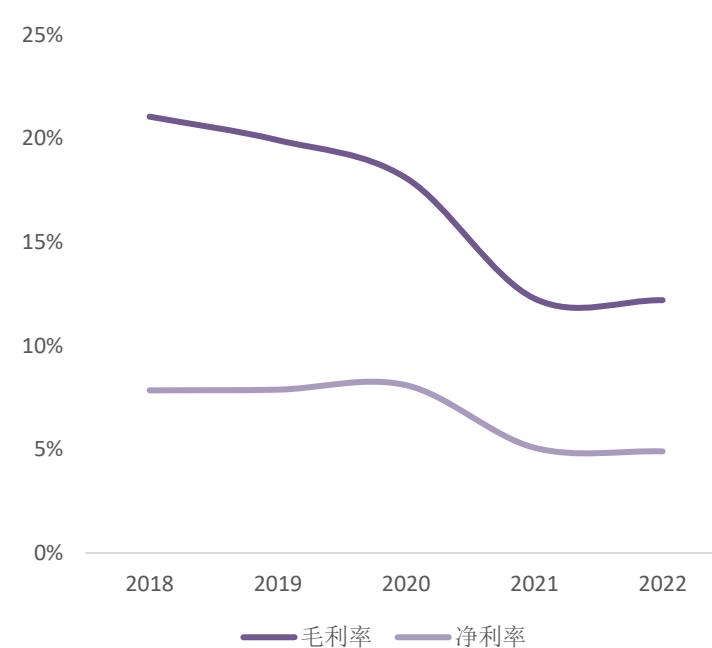
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

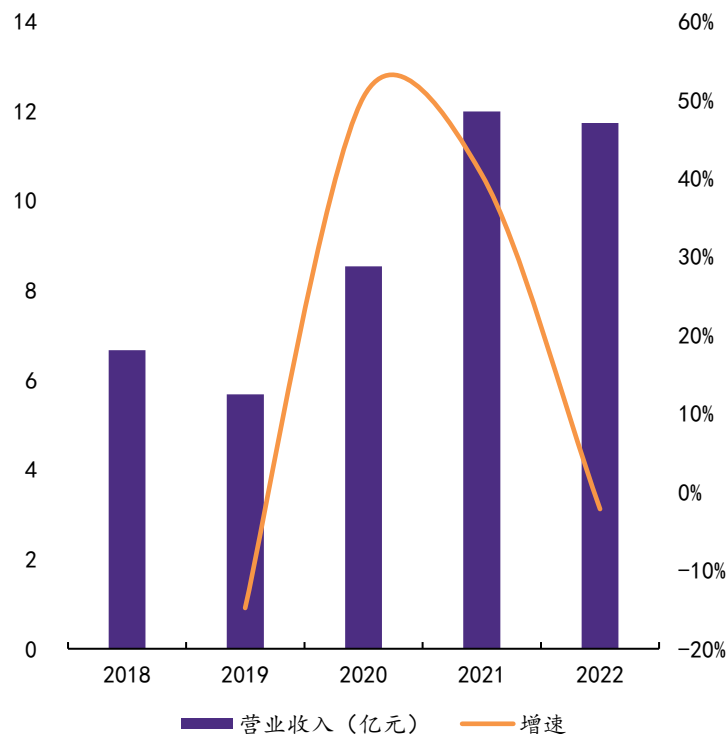


资料来源：WIND，华鑫证券研究

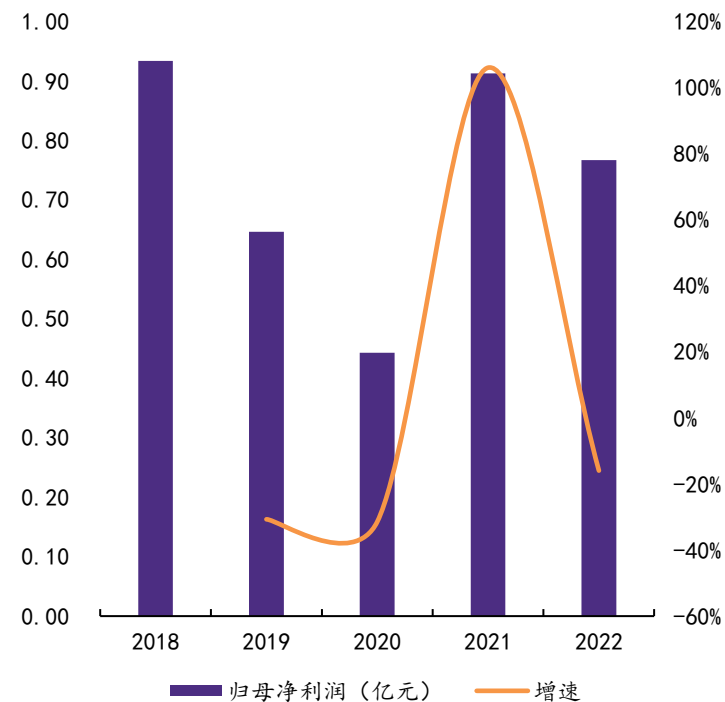
5.2 杰普特：MR光学设备已步入高速发展期的先行者

杰普特致力于工业激光器、激光精密加工装备和光学精密检测设备的研发、生产和销售，其产品广泛应用于智能手机、半导体、集成电路等关键行业。作为中国首家商用高功率脉冲光纤激光器（MOPA脉冲光纤激光器）的生产制造商，公司在光电精密检测及激光加工装备领域处于领先地位。通过其国际化团队的努力，公司的产品和服务已遍布亚洲、北美、欧洲等多个地区，获得了全球多家领先企业的认可。公司的创新力表现在其丰富的产品线上，包括多种激光器和激光/光学智能装备，这些产品在激光精密加工、光谱检测和消费电子产品制造等多个领域发挥着关键作用，展示了公司在激光技术应用方面的强大实力和市场竞争力。

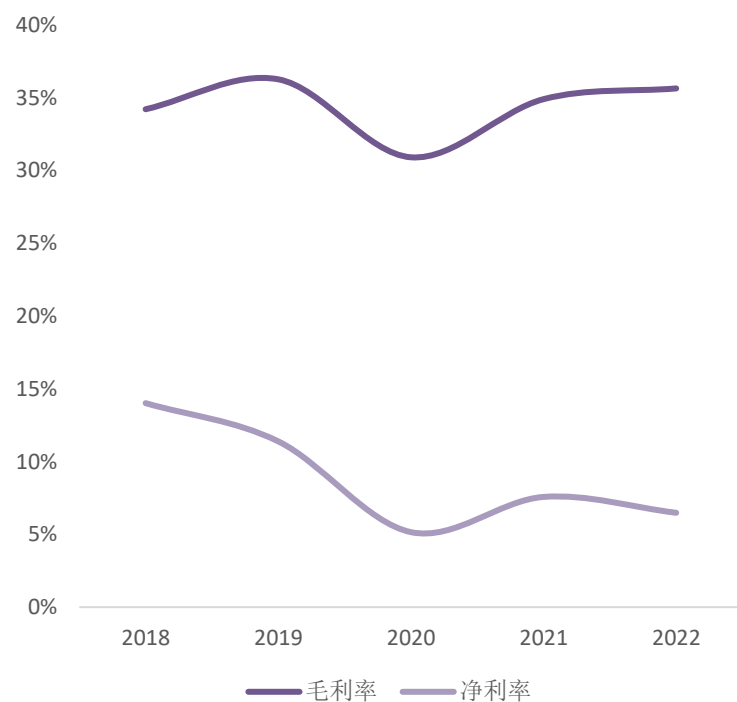
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

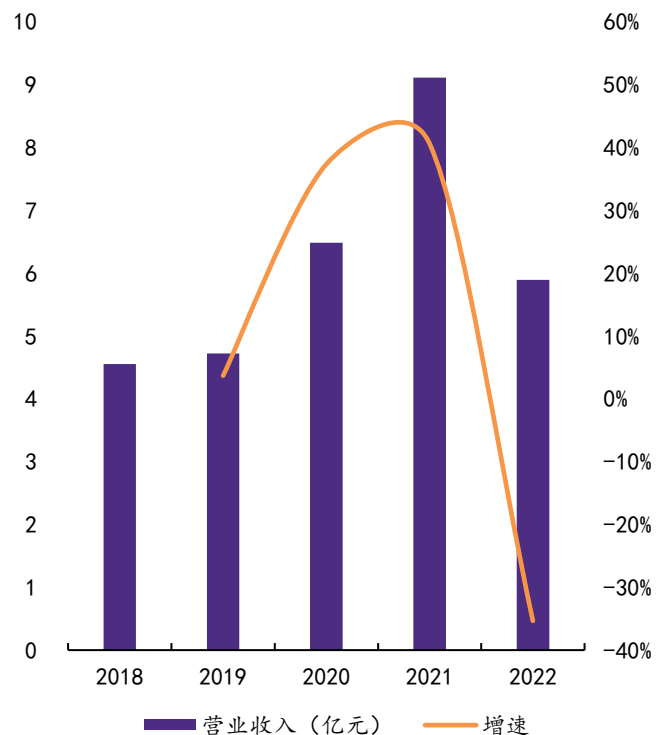


资料来源：WIND，华鑫证券研究

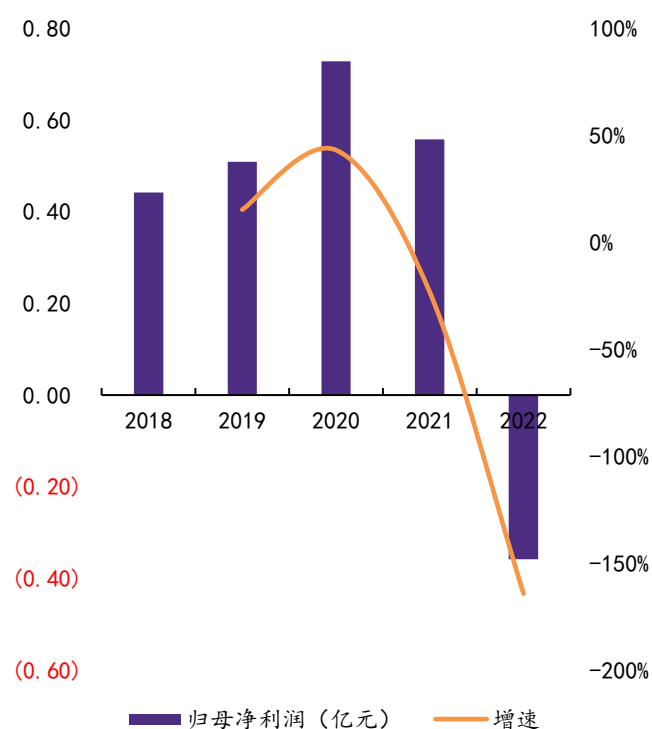
5.3 深科达：突破Pancake光学模组生产端的领军企业

深科达是一家国内领先的智能装备与解决方案供应商，公司拥有完整的研发、生产、销售和服务体系，致力于为客户提供专业化、高性能的电子专用设备和系统解决方案。公司主要产品为平板显示器件生产设备，广泛应用于平板显示器件中显示模组、触控模组、指纹识别模组等相关组件的自动化组装和智能化检测，并向半导体封测、摄像头微组装和智能装备关键零部件等领域延伸。公司自成立以来，秉承“成为装备领域更具价值的企业”的企业愿景，深耕于平板显示领域，积累了深厚的技术储备和丰富的项目经验，具备将客户需求快速转化为设计方案和产品的业务能力，树立了良好的市场形象和品牌知名度，是国内为数不多的具备平板显示模组全自动组装设备研发和制造能力的企业之一。目前，公司拥有大量优质龙头客户，如天马微电子、华星光电、业成科技、华为、京东方、维信诺、海目星、捷佳伟创等。

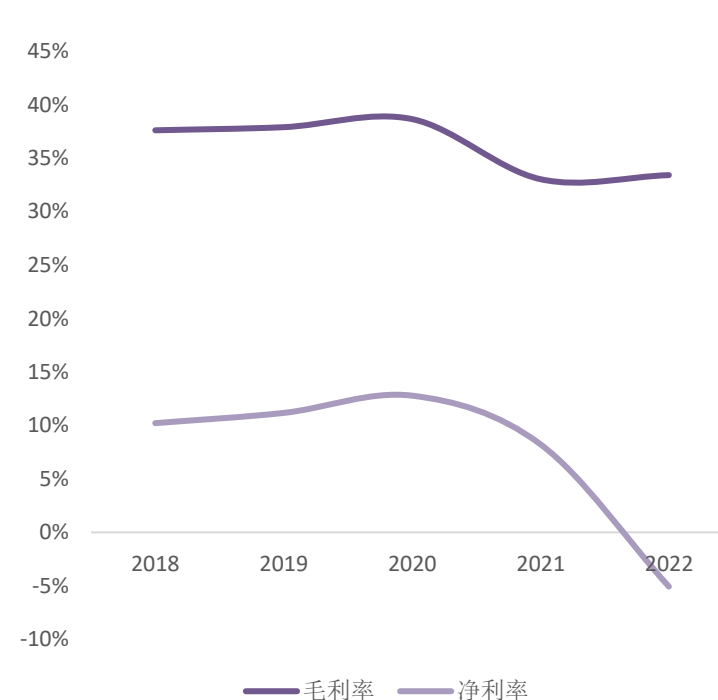
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

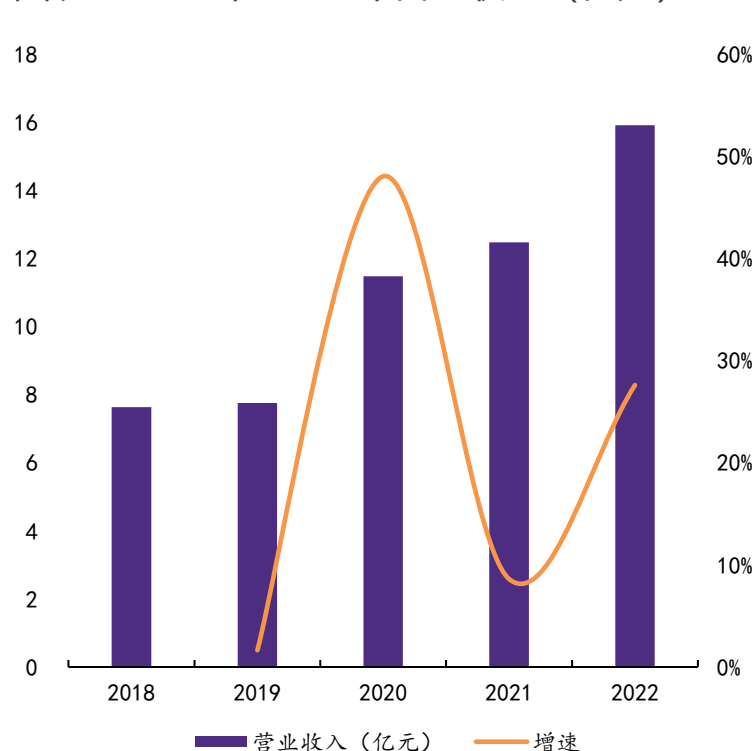


资料来源：WIND，华鑫证券研究

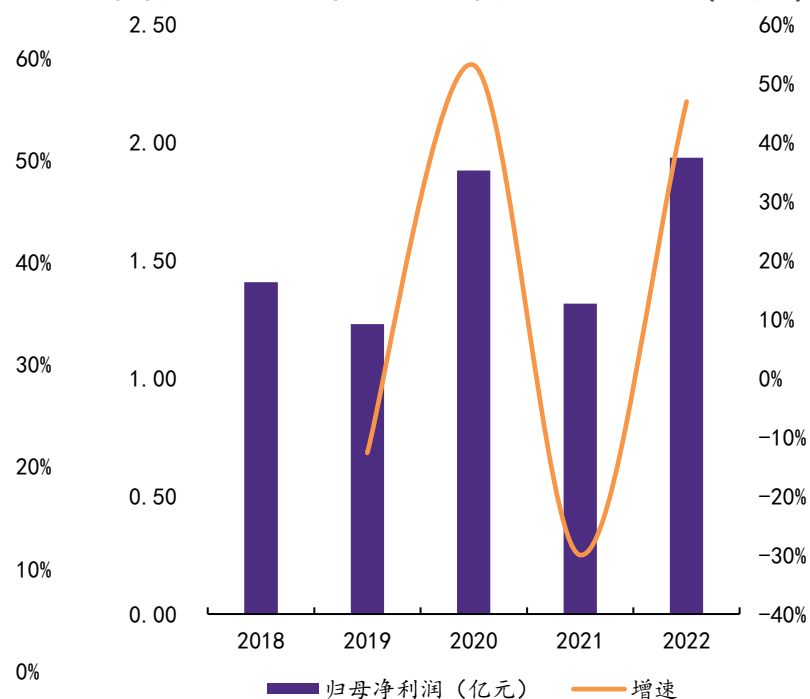
5.4 中石科技：散热材料龙头公司

中石科技致力于解决电子产品的基础可靠性问题，专注于热管理、电磁兼容、粘接和密封等领域的技术挑战，并通过其解决方案推动功能性材料及组件的生产。主要产品包括高导热石墨产品（如人工合成石墨、天然石墨、石墨烯高导热膜）、导热界面材料、热管、均热板、热模组、EMI屏蔽材料、粘接材料及密封材料等，产品在消费电子、数字基建、智能交通、清洁能源等高成长行业中有着广泛应用。在消费电子领域，公司产品应用于智能手机、笔记本电脑、平板电脑、AR/VR/MR设备等，未来十年公司计划聚焦于高成长、新兴的消费电子行业，如折叠屏手机、智能投影等，以降低对传统消费电子的依赖，并拓展其在整个产业链的产品应用和解决方案。

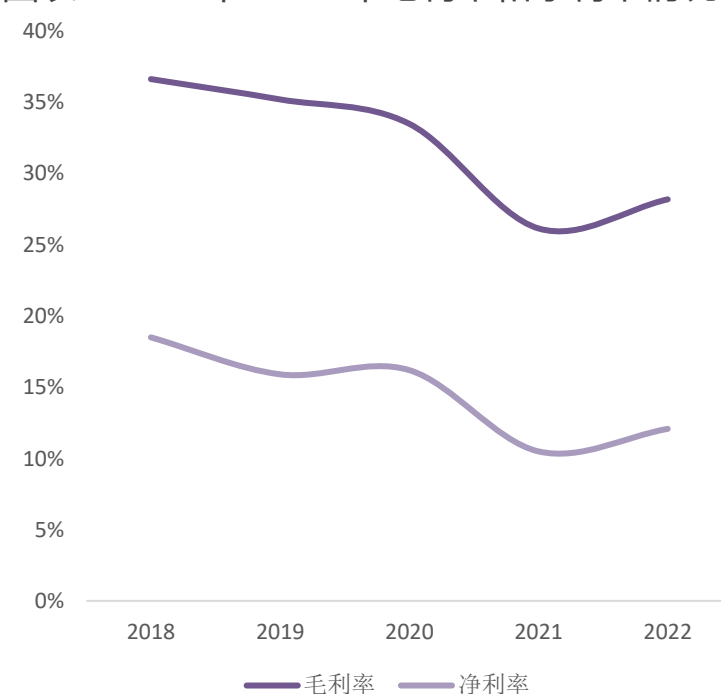
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

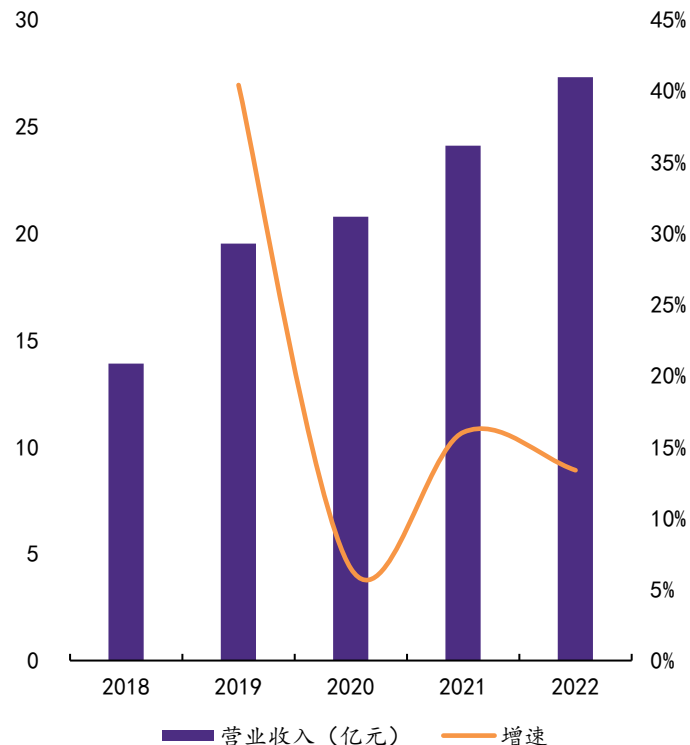


资料来源：WIND，华鑫证券研究

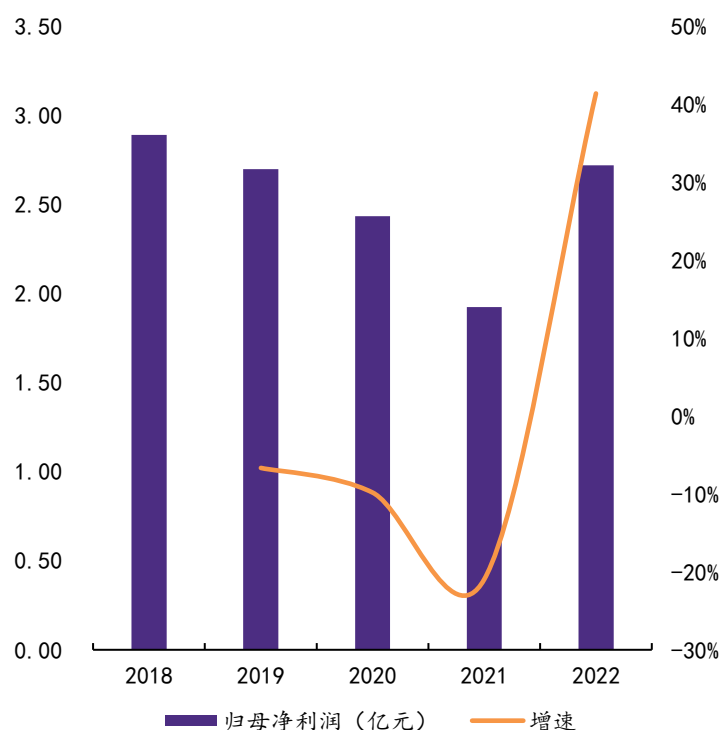
5.5 精测电子：高端显示检测领军企业

精测电子致力于显示、半导体和新能源检测系统的研发、生产和销售。在显示领域，公司的核心产品包括用于LCD、OLED、Mini-LED、Micro-OLED、Micro-LED等显示器件的检测设备，涵盖电测及调试系统、前制程AOI设备、自动化装备集成、微显示缺陷检测、AR/VR制程设备、AI检测软件及系统和智能精密光学仪器等。在半导体领域，公司的产品分为前端和后端测试设备，包含膜厚测量系统、光学关键尺寸测量系统、电子束缺陷检测系统、半导体硅片应力测量设备、明场光学缺陷检测设备和自动测试设备（ATE）等。而在新能源领域，公司专注于锂电池的生产和检测设备，主要应用于锂电池电芯的装配和检测，包括锂电池化成分容系统、切叠一体机、锂电池视觉检测系统和BMS检测系统等。

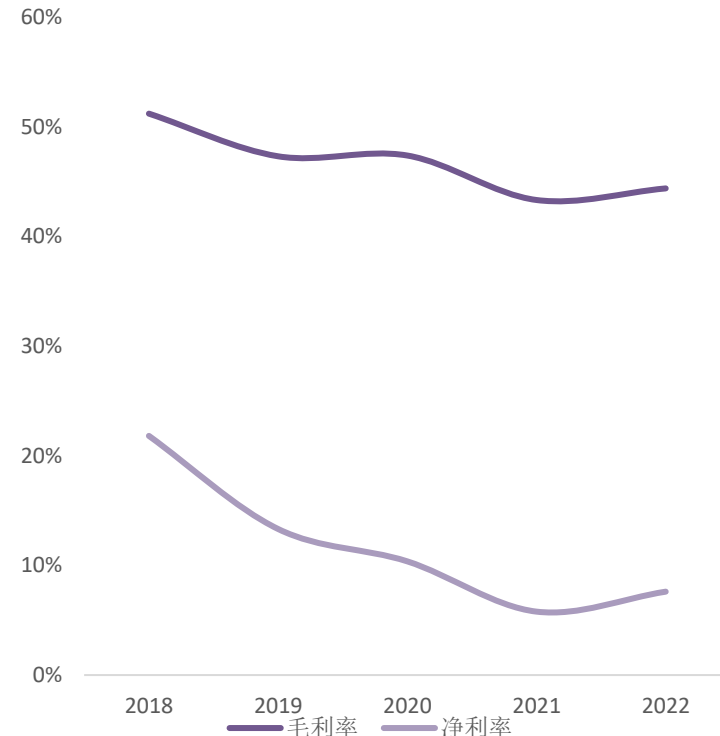
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

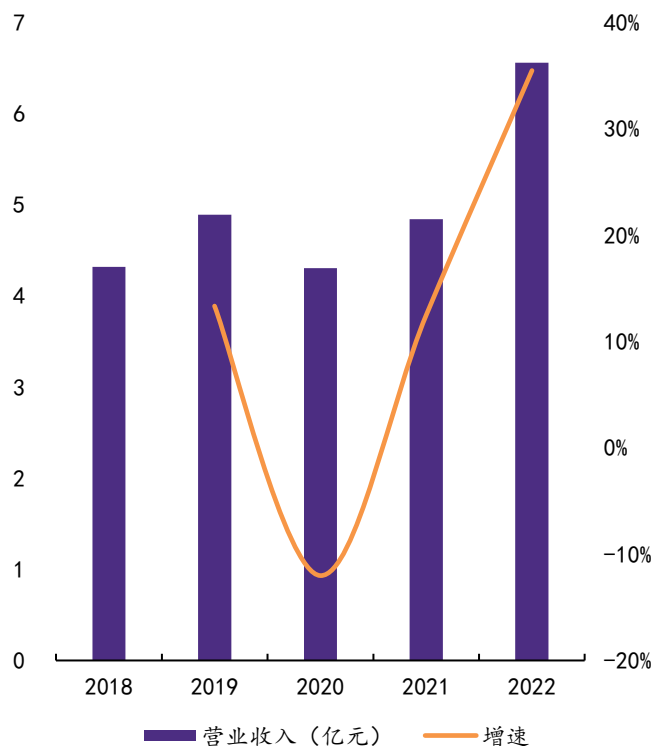


资料来源：WIND，华鑫证券研究

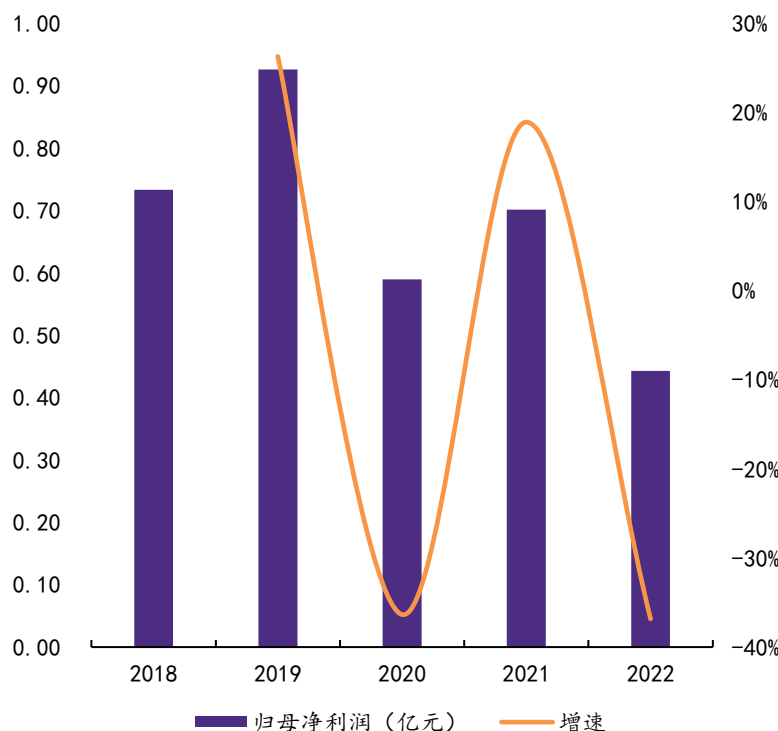
5.6 易天股份：高性能显示器件生产设备的供应商

易天股份致力于平板显示专用设备和半导体设备的研发、生产及销售，目前的主打产品包括LCD显示设备、柔性OLED显示设备、VR/AR/MR显示设备、Mini/Micro LED设备以及半导体专用设备。在平板显示和半导体设备的智能制造领域，公司专注于满足客户的具体业务需求，提供具有竞争力的全面设备解决方案。通过这种客户中心的策略，公司不仅强化了自身在智能制造领域的领先地位，还确保了客户能够从其先进的技术和服务中获得最大价值。

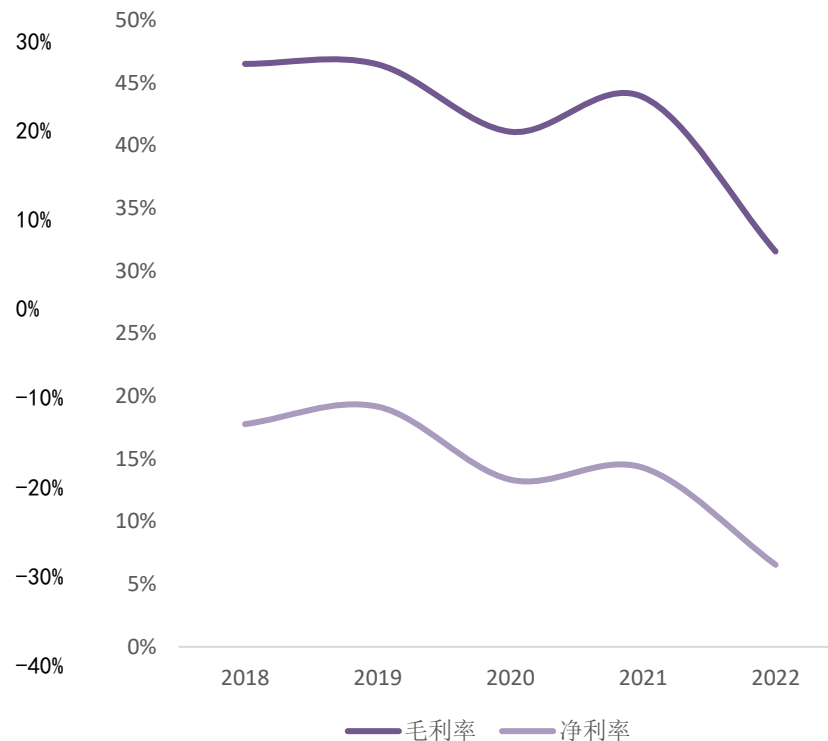
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

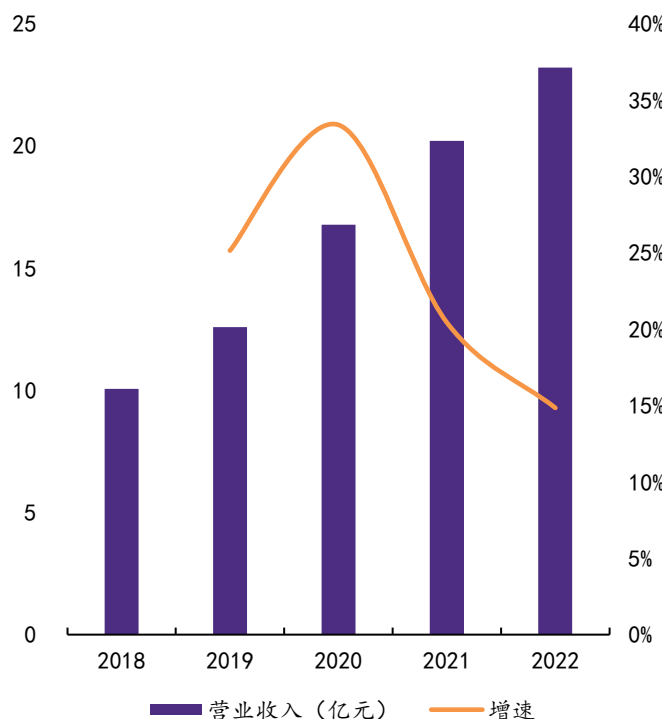


资料来源：WIND，华鑫证券研究

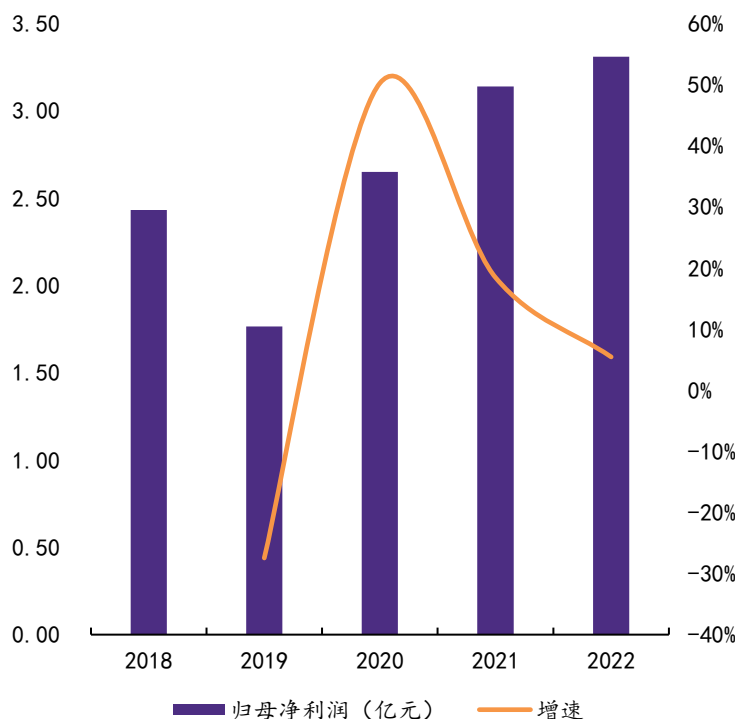
5.7 华兴原创：深耕面板检测领域的龙头企业

华兴原创位居行业前沿，专业提供工业自动化测试设备和完整线路系统的解决方案。凭借其在电子、光学、声学、射频、机器视觉、机械自动化等多个学科交叉融合的核心技术，为客户提供从芯片、SIP、模块到系统、整机各工艺节点的自动化测试设备。公司的产品主要服务于LCD与OLED平板显示、新型微显示、半导体集成电路、智能可穿戴设备、新能源汽车等行业。作为一家致力于全球专业检测领域的高科技企业，公司在技术研发、产品质量和技术服务方面为客户提供具有竞争力的解决方案。公司在数字、模拟、射频等高速、高频、高精度信号板卡的开发、基于平板显示检测的机器视觉图像算法，以及高精度自动化与精密连接组件的设计和制造方面，展现出强大的竞争优势和自主创新能力。

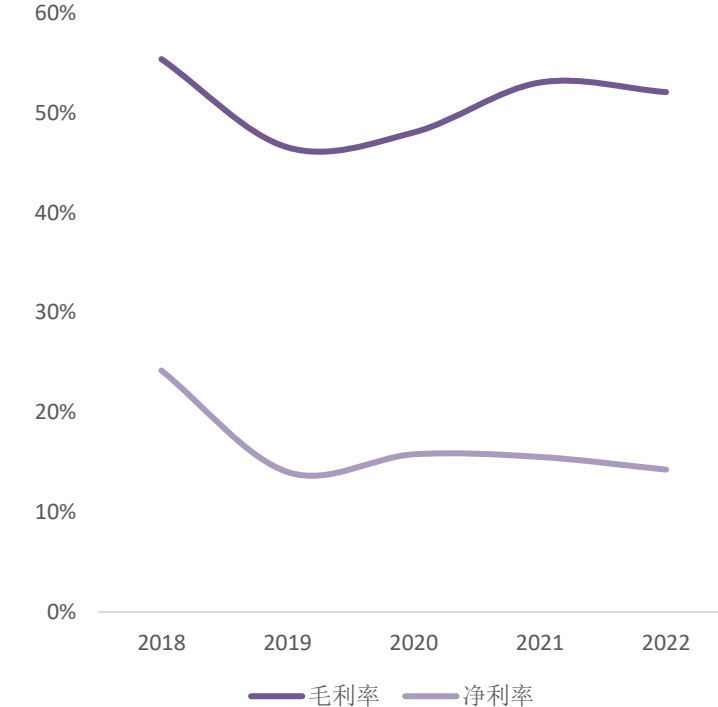
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

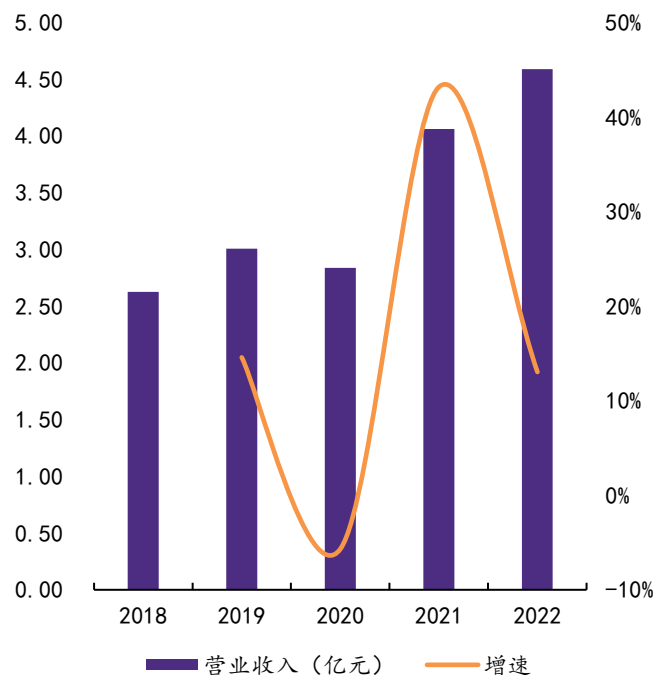


资料来源：WIND，华鑫证券研究

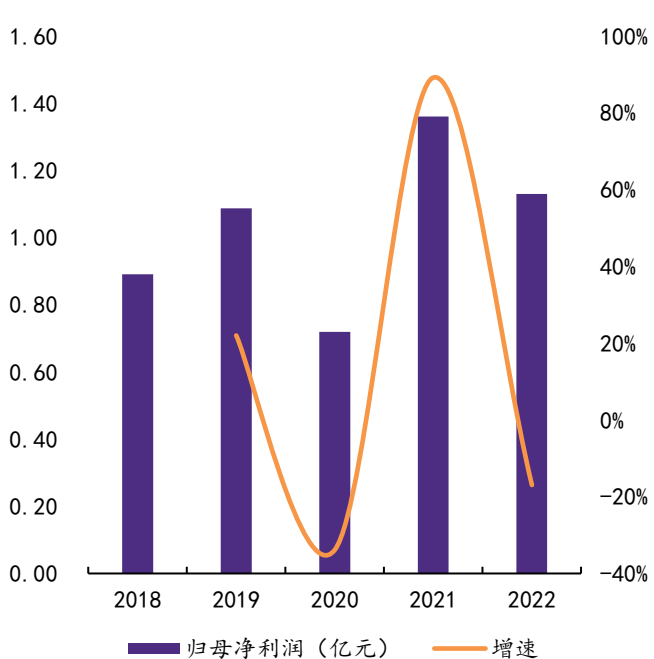
5.8 奥来德：有机发光材料与蒸发源设备领域的龙头企业

奥来德是国内领先的OLED有机发光材料和蒸发源设备制造企业，主要从事OLED产业链上游环节中的有机发光材料的终端材料与蒸发源设备的研发、制造、销售及售后技术服务，其中有机发光材料为OLED面板制造的核心材料，蒸发源为OLED面板制造的关键设备蒸镀机的核心组件，经过近15年的行业技术经验积累，公司已向维信诺集团、和辉光电、TCL华星集团、京东方、天马集团、信利集团等知名OLED面板生产企业提供有机发光材料，已向成都京东方、云谷(固安)、武汉华星、维信诺、武汉天马等企业提供蒸发源设备，运行状况良好。截至23年1月，奥来德累计中标蒸发源设备订单金额33,774.56万元。凭借稳定优质的产品质量，公司与下游客户建立了稳定的合作关系。目前，成都京东方、云谷(固安)、华星光电、维信诺等公司的部分蒸发源项目已完成验收。未来公司还将通过持续研发投入，不断提升产品品质、丰富产品种类，致力于成为OLED材料与设备领域中国际知名的研发、制造企业。

图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

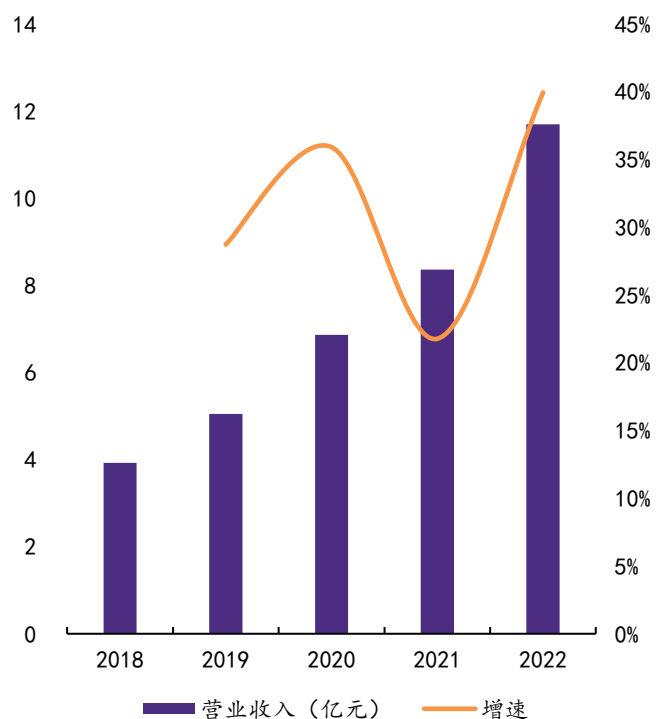


资料来源：WIND，华鑫证券研究

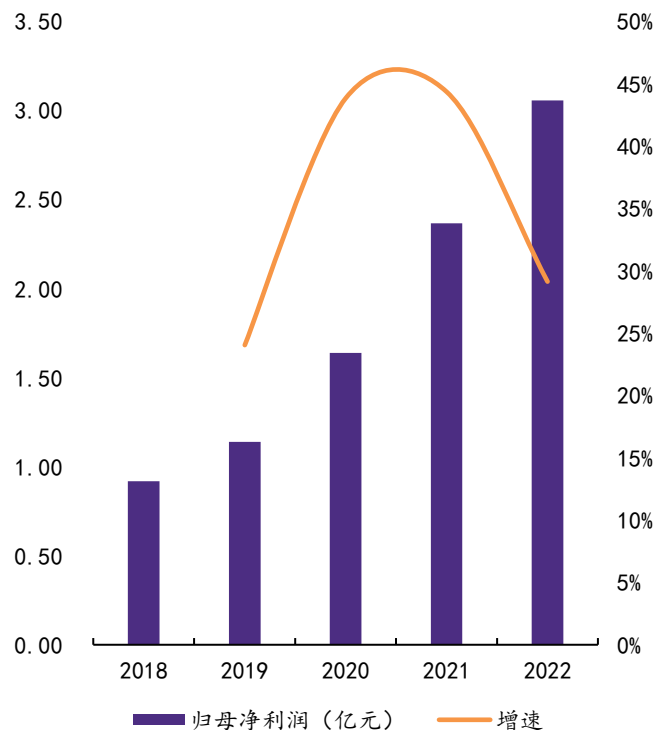
5.9 博硕科技：深耕消费电子的潜在进入者

博硕科技主要从事电子产品功能性器件的设计、研发、生产和销售。公司电子产品功能性器件业务聚焦于智能手机、智能穿戴设备等消费电子以及汽车电子两大应用领域。同时为满足客户需求，公司配套提供夹治具及自动化设备的设计、研发、生产及销售。公司为国家高新技术企业，已建立一支研发经验丰富、梯队结构合理的技术研发团队，能够快速响应客户的研发、设计需求，公司先后取得42项专利权及2项软件著作权；公司具备较强的供应链管理能力和“两化融合”实现了生产线信息化、数字化全面升级，不断提升整体生产管理效率；公司具备完善的质量管理体系，先后通过了ISO9001:2015质量管理体系认证、ISO14001:2015环境管理体系认证、IATF16949:2016汽车行业质量管理体系等国内外体系认证。

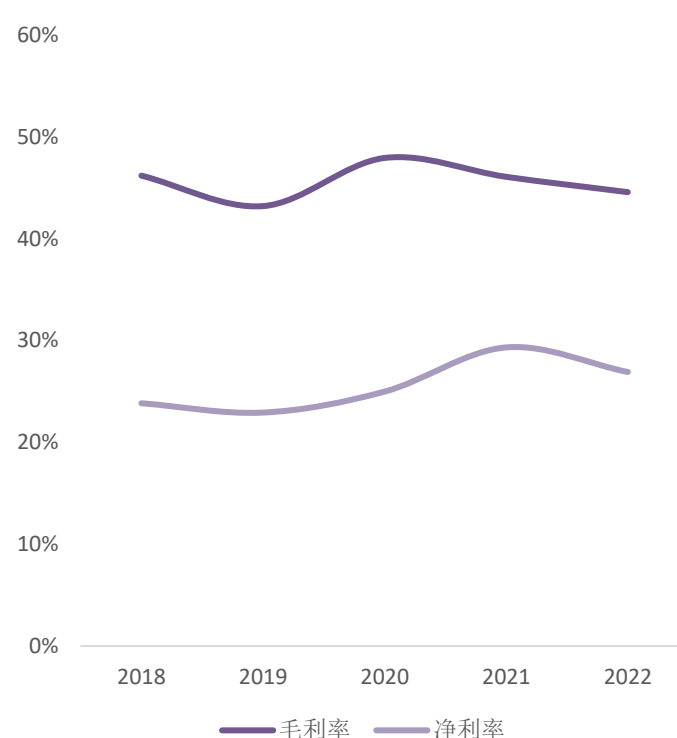
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

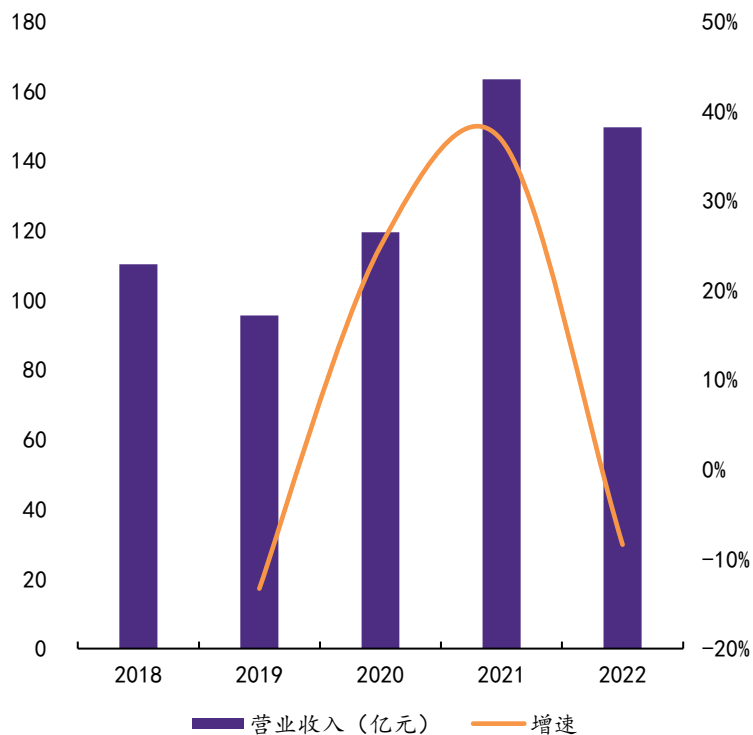


资料来源：WIND，华鑫证券研究

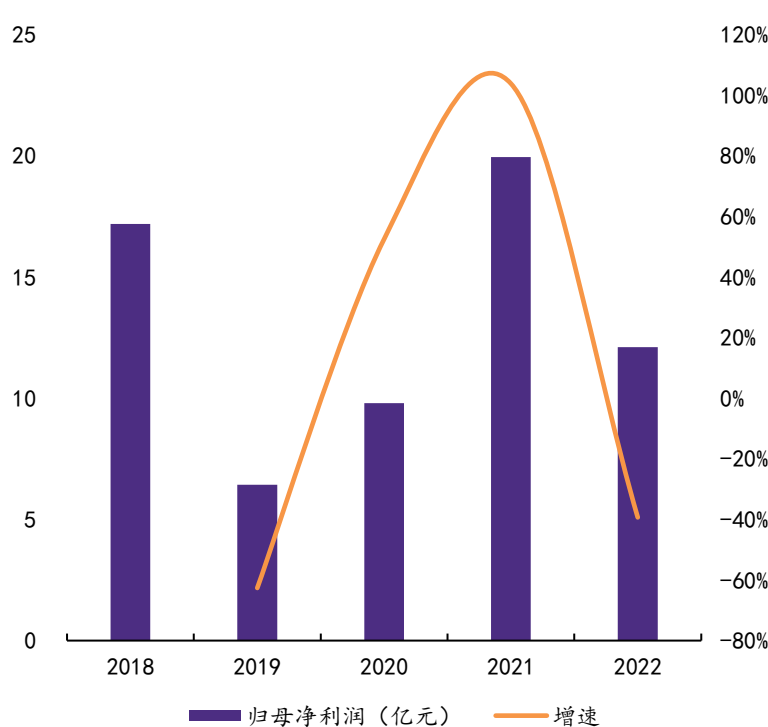
5.10 大族激光：受益于消费电子需求复苏的激光设备龙头

大族激光是一家高新技术企业，专注于智能制造装备及其关键器件的研发、生产和销售，具备从基础器件、整机设备到工艺解决方案的垂直一体化优势。作为全球领先的智能制造装备整体解决方案服务商，公司产品线包括通用元件及行业普及产品、行业专机产品和极限制造产品。这些产品广泛应用于信息产业设备、新能源设备、半导体设备等专用设备制造领域，以及金属及非金属材料的工业加工等多个行业。公司的行业专机和极限制造产品目前是主要的收入和利润来源，同时，其通用元件及行业普及产品已全面推向市场，预示着公司未来业绩的增长潜力。

图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况

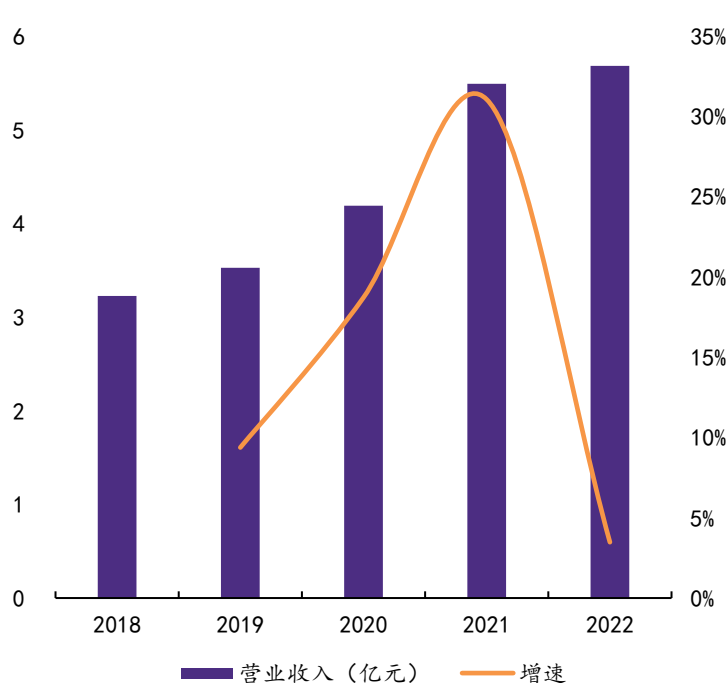


资料来源：WIND，华鑫证券研究

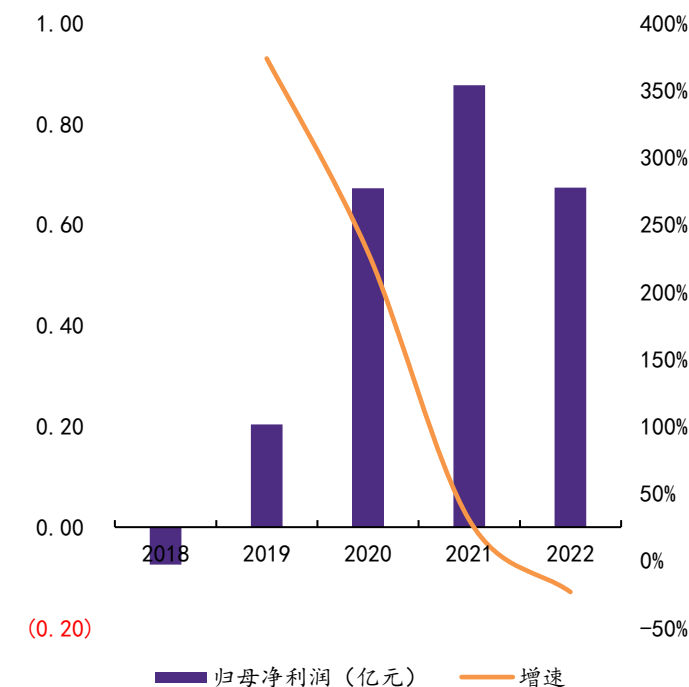
5.11 德龙激光：多线布局的精密激光加工设备领军者

德龙激光是技术驱动型企业的先锋，擅长高端精密激光加工设备和先进工业应用关键激光器的研发、生产和销售。自成立以来，公司致力于新产品、技术和工艺的前沿研究和开发，特别是在激光精细微加工领域。公司的专业知识涵盖先进的激光技术、高精度运动控制以及对激光微加工技术的深刻理解，使得公司能够为半导体、新电子和新能源等不同领域提供量身定制的激光加工解决方案。公司产品线分为各领域的精密激光加工设备。半导体设备领域，主要包括半导体晶圆的切割和切片、LED/Mini LED晶圆加工、Micro LED激光应用以及使用激光技术的各种集成电路封装技术；显示设备领域，公司为显示行业提供用于切割、修复和蚀刻各种显示技术（如 TFT-LCD、Micro OLED和 Mini/Micro LED）的设备；新型电子设备领域，公司的技术在加工柔性印刷电路板、陶瓷、汽车玻璃和其他材料方面发挥着关键作用；新能源设备领域，公司重点关注太阳能电池、电池制造和储能系统等应用。

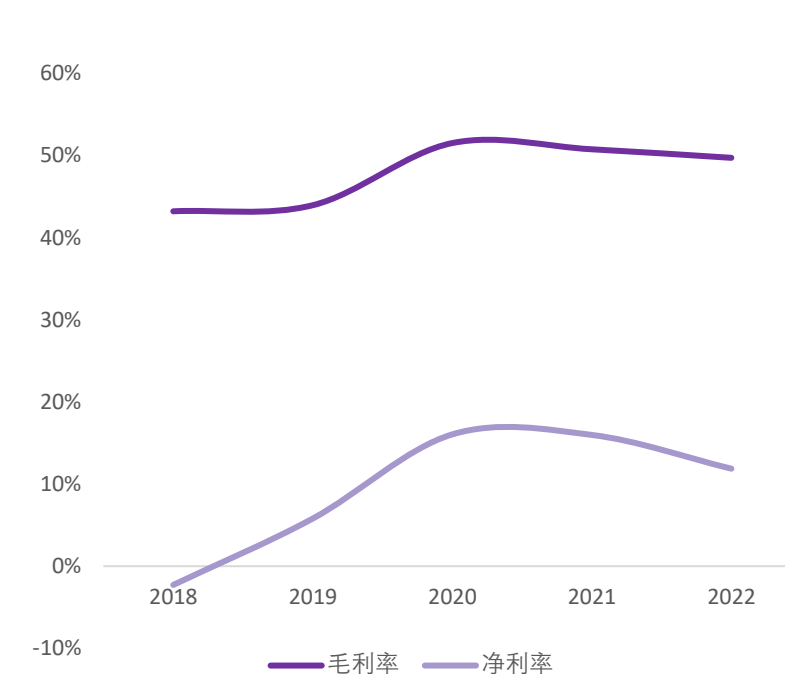
图表：2018年-2022年营业收入（亿元）



图表：2018年-2022年归母净利润（亿元）



图表：2018年-2022年毛利率和净利率情况



资料来源：WIND，华鑫证券研究

一：MR产品销量不及预期

二：国内Micro OLED产业链相关设备和材料导入进度不及预期

三：MR产业链相关公司业绩波动风险

毛正：复旦大学材料学硕士，三年美国半导体上市公司工作经验，曾参与全球领先半导体厂商先进制程项目，五年商品证券投研经验，2018-2020年就职于国元证券研究所担任电子行业分析师，内核组科技行业专家；2020-2021年就职于新时代证券研究所担任电子行业首席分析师，iFind 2020行业最具人气分析师，东方财富2021最佳分析师第二名；东方财富2022最佳新锐分析师；2021年加入华鑫证券研究所担任电子行业首席分析师。

高永豪：复旦大学物理学博士，曾先后就职于华为技术有限公司，东方财富证券研究所，2023年加入华鑫证券研究所

吕卓阳：澳大利亚国立大学硕士，曾就职于方正证券，4年投研经验。2023年加入华鑫证券研究所，专注于半导体材料、半导体显示、碳化硅、汽车电子等领域研究。

何鹏程：悉尼大学金融硕士，中南大学软件工程学士，曾任职德邦证券研究所通信组，2023年加入华鑫证券研究所。专注于消费电子、卫星互联网、光通信等领域研究。

张璐：香港大学硕士，经济学专业毕业，于2023年12月加入华鑫证券研究所。

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

免责声明

华鑫证券有限责任公司（以下简称“华鑫证券”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。本报告由华鑫证券制作，仅供华鑫证券的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告中的信息均来源于公开资料，华鑫证券研究部门及相关研究人员力求准确可靠，但对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。我们已力求报告内容客观、公正，但报告中的信息与所表达的观点不构成所述证券买卖的出价或询价的依据，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。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并同时结合各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就财务、法律、商业、税收等方面咨询专业顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华鑫证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露。

本报告中的资料、意见、预测均只反映报告初次发布时的判断，可能会随时调整。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，华鑫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。华鑫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。

本报告版权仅为华鑫证券所有，未经华鑫证券书面授权，任何机构和个人不得以任何形式刊载、翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若华鑫证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，华鑫证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成华鑫证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。如未经华鑫证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。华鑫证券将保留随时追究其法律责任的权利。请投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的华鑫证券研究报告。

证券投资评级说明

股票投资评级说明：

	投资建议	预测个股相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	买入	>20%
2	增持	10%—20%
3	中性	-10%—10%
4	卖出	<-10%

行业投资评级说明：

	投资建议	行业指数相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	推荐	>10%
2	中性	-10%—10%
3	回避	<-10%

以报告日后的12个月内，预测个股或行业指数相对于相关证券市场主要指数的涨跌幅为标准。

相关证券市场代表性指数说明：A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以道琼斯指数为基准。



华鑫证券

CHINA FORTUNE SECURITIES

研 究 创 造 价 值