

XR (VR/AR/MR) 产业链梳理

——从智能手机到XR，从移动互联网到元宇宙

证券分析师：张良卫

执业证书编号：S0600516070001

联系邮箱：zhanglw@dwzq.com.cn

研究助理：刘睿哲

执业编号：S0600121070038

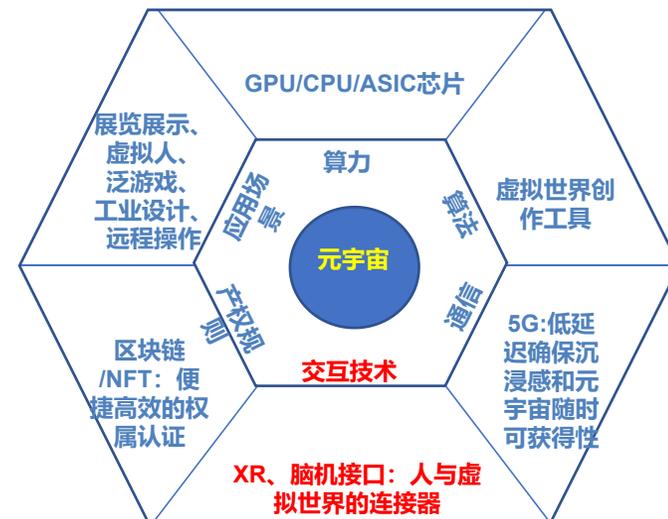
邮箱：liurz@dwzq.com.cn

2022年3月25日

核心观点

- 我们认为，元宇宙可能是下一代互联网的形态，类比移动互联网对PC互联网的升级，元宇宙可能比移动互联网拥有更多维度的现实与虚拟世界的互动与融合，不仅满足人们的精神需求，还可以大幅提高劳动生产率。元宇宙需要伴随芯片算力提升、软件设计引擎大众化、XR (VR/AR/MR) 等交互设备的便利化同时发展，叠加区块链技术的应用生态的不断丰富，才能逐渐逼近理想形式。
- 我们认为，XR比PC/手机拥有更多维度的展示能力，信息呈现方式也更加便捷。就像智能手机是移动互联网的入口，XR可能成为元宇宙的入口，也是实现元宇宙比移动互联网更加沉浸性的必不可少的工具。
- XR设备是消费电子领域最受关注的产品之一，主流形态也会从VR、AR发展到MR，最终将会取代智能手机的地位。2021年VR设备年销量突破1000万台；我们预计，2022年销量可能翻倍。AR/MR等有望取得突破性进展。2022年主要关注的有（1）苹果可能推出的XR消费产品（2）Meta、PICO、索尼的VR设备销量增速以及用户在线时长等。
- 我们认为，从产品生命周期来看，XR已经跨过从0到1的导入期，开始发展到从1到10的成长期。**硬件&整机制造**（1）拥有较强**综合能力**的公司，推荐歌尔股份，关注立讯精密（2）具有较高**边际变化**的公司，例如VR会带来光学部件和音视频解码芯片价值量的提升，推荐舜宇光学科技、全志科技，关注水晶光电、瑞芯微等（3）能够实现**高价值量国产替代**的公司，关注面板领域的京东方、TCL科技等；**软件**（1）引擎公司，关注Unity等（2）XR内容公司，例如推荐宝通科技（哈视奇）等；**XR品牌**（1）国际科技巨头，关注Meta、微软、索尼等；（2）深耕XR的国内公司，关注字节跳动（PICO）；（3）智能手机巨头，关注OPPO等。
- **风险提示：技术风险、政策监管风险、元宇宙仍处于发展早期，相关公司存在炒作概念风险。**

图表：元宇宙的六边形模型



图表：XR的应用场景



资料来源：界面新闻，东吴证券研究所



- 1、XR概览：2021年出货量已超千万，2022年增速有望突破100%

- 2、硬件：减重+提升观看效果，提升用户渗透率

- 3、软件：提高内容丰富度，搭建生态系统

- 4、整机组装：延续消费电子产业逻辑

- 5、XR品牌：国外品牌领先，国内有望快速跟进

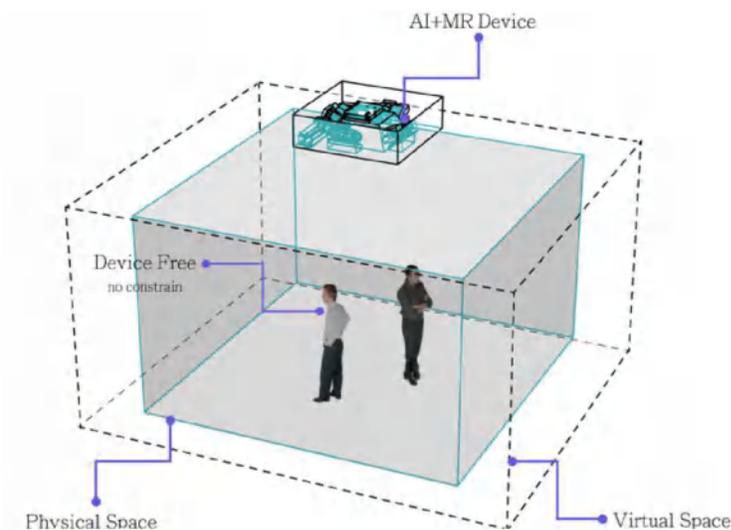
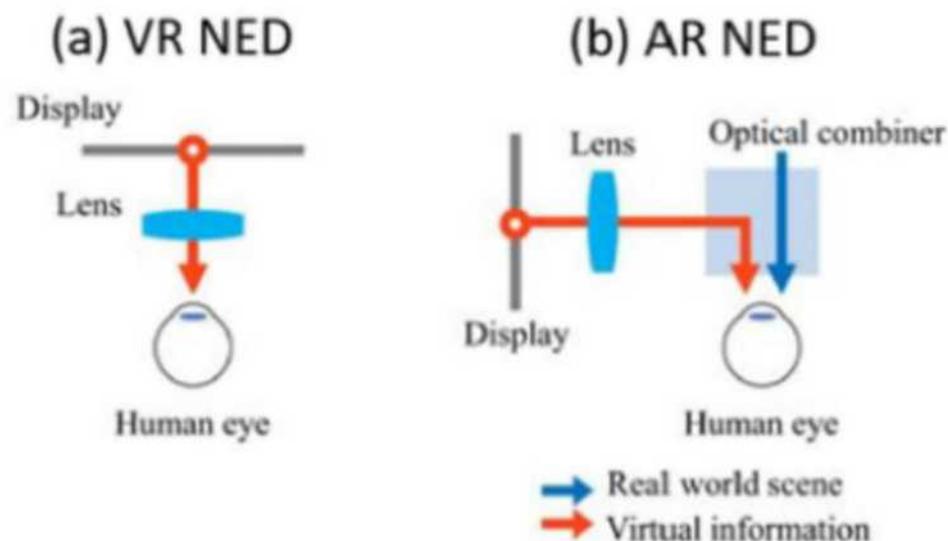
- 6、风险提示

XR：现实+虚拟的连接器

- **XR/VR/AR/MR介绍**：XR（Extended Reality），中文名为**扩展现实**，是指将现实与虚拟结合起来进行人机互动的可穿戴设备，目前主流的XR包括了VR虚拟现实、AR增强现实、MR混合现实等。
 - **VR虚拟现实**技术遮挡了所有视线，创造了完全的虚拟环境，通过VR头显可以体验3D虚拟沉浸感。
 - **AR增强现实**技术通过在现实世界中叠加图像、全息影像将虚拟物体与现实世界结合起来。AR眼镜率先由谷歌研发，每个镜片中自带投影仪来将现实与虚拟结合起来，其功能类似于放在眼镜上的智能手机。
 - **MR混合现实**介于增强现实和虚拟现实之间，模糊了虚拟和现实的界限，在现实世界中融入了数字虚拟对象进行交互，在虚拟世界中现实物体又以虚拟现实出现。
- XR依靠**穿戴式设备或有定位设备的特殊环境**（裸眼式XR）实现，目前市场上以穿戴式设备为主。

图表：VR、AR的实现方法

图表：可穿戴式XR与裸眼式XR



XR: 从分体式到独立设备的大趋势

- 我们认为，VR由于其使用时是剥离现实空间的，显示和定位等技术更容易实现，将会更早实现普及，但由于其不能和现实世界发生联系，所以远期可能会以家用游戏娱乐为主。而AR，包括混合VR功能的MR设备由于可以与现实世界发生联系，因此可能会像智能手机一样，成为普及率更高的产品，极大提高人与虚拟世界的交互能力，但受到算力、定位算法以及交互方式的限制，设备较重且价格较高，目前尚未实现大规模推广，主要应用在To B端。

图表：XR的实现路径及发展趋势



XR：延续智能手机逻辑，是下一代的终端？

- **智能硬件的核心是显示+交互+计算，XR的沉浸性和可穿戴性更好。**智能手机的发展基本定型，自iPhone 4以来几乎没有发生大的改变。我们认为，VR设备所处时期和智能手机刚刚兴起的时期类似。在智能手机推出之前，PC的形态已经基本定型，大家不会对PC抱有变革性的期待，而PC的非便携性无法使得PC成为生活中随时可触达的设备，这也使得数字化和信息化很难得到更大程度的渗透。同理，目前的智能手机无法带来像XR更加沉浸的体验，且智能手机与使用人的密切程度无法像穿戴设备一样，XR拥有巨大的想象空间。
- **目前XR的主要问题在于便捷性、显示交互能力与价格无法达到平衡点，但我们认为随着资金和技术的加持，XR目前的痛点将会得到有效解决，XR替代手机的大趋势不会改变。**
- **通过对智能手机的复盘，可以类比XR所处的阶段。**第一代iPhone，年销量139万部；2008年发布iPhone 3G，年销量是1163万部；2009年发布iPhone 3GS，年销量是2073万部；2010年发布iPhone 4，年销量是3999万部。如果把iPhone 4看做成熟化产品，那么目前Quest 2的千万级年出货量还无法达到iPhone 4的程度。但目前的VR更像是像游戏主机一样的专用设备，其与智能手机的使用场景存在区别，因此XR的发展仍需持续跟踪。

图表：从PC到智能手机到XR



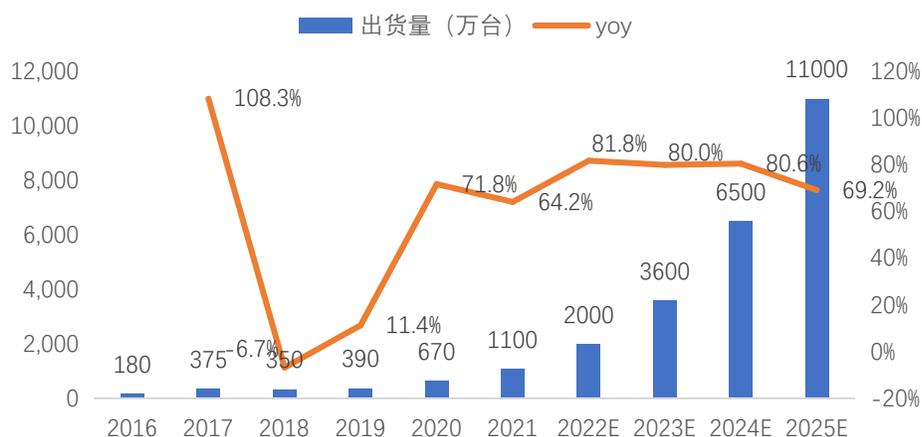
图表：iPhone诞生后各厂商智能手机出货量（百万台）



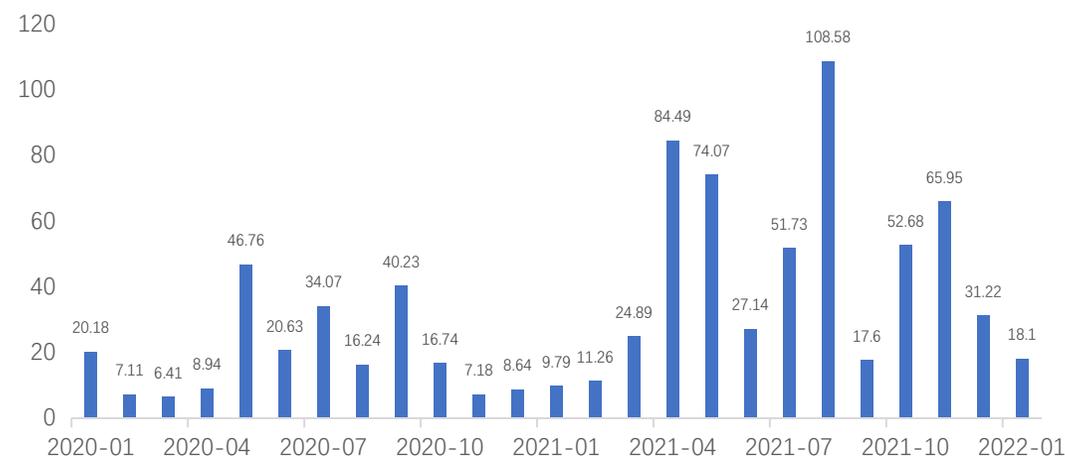
XR技术逐渐成熟，2021年出货量已经达到千万级水平

- **XR技术逐渐成熟，市场参与者越来越多。**2012年谷歌推出Google Glass一代眼镜，2013年Facebook以20亿美元收购Oculus，并于同年发布Oculus Rift第二版开发套件，随后索尼、三星、HTC等大厂也相继推出相关产品。2016年索尼，HTC、Oculus推出第一代消费者版本的VR设备PSVR、HTC Vive、Oculus Rift，受限于内容与生态系统，当时VR/AR设备并未普及。伴随着5G全球布局，VR/AR行业迎来技术迭代更新，2020年VR一体机Oculus Quest 2上市，售价降至299美元，2021年9月小米发布单目光波导AR智能眼镜，苹果首款AR/VR设备也有望于2023年上线。2021年上半年，Steam游戏平台中VR用户活跃人数超250万，VR进入快速发展期。AR眼镜由于技术不够成熟，相对VR增长较缓。
- **随着内容日渐丰富，全球VR/AR设备出货量快速增长。**VR设备方面，受《半衰期：爱莉克斯》等VR内容发布及产品价格不断下探影响，2020年全球VR头显设备出货量大幅上涨，达到670万台（yoy+72%）；AR方面，AR眼镜出货量达40万台（yoy+33%）。根据VR陀螺预测，VR软硬件生态已步入拐点，而AR产业因价格未达到消费级水平，**仍主要应用于B端**，未来发展取决于功耗、重量等难题攻克。而根据中国信通院发布的《虚拟（增强）现实白皮书（2017年）》，2022年VR/AR产业将正式步入深度沉浸阶段，技术升级有望驱动硬件设备市场渗透率不断提升。

图表：全球VR头显出货量（万台）



图表：全球VR/AR行业融资并购金额（亿元）



资料来源：VR陀螺，东吴证券研究所

XR：硬件+软件全面升级，从To B逐渐走向To C

- **XR的普及有赖于佩戴的便捷性和使用场景的丰富度。**佩戴的便捷性需要整个软硬件产业链的不断升级和完善：**硬件**产业链部分主要包括光学镜头、显示器件、芯片（主控芯片及传感器）等零部件以及各类整机制造，其升级目标是提升佩戴舒适度和显示效果。**软件**部分包括算法（定位，追踪等）、系统平台（操作系统、API及APP）、信息处理工具（3D建模及图像渲染），其升级目标是减少眩晕感，并为应用生态夯实基础。**使用场景**的丰富度的提升需要应用生态的不断探索，目前主要分为To B和To C端的应用：To B包含医疗、教育、房产、军事等行业，To C主要集中在游戏领域。To B端目前发展更快，在培训、远程教育、军事等领域均有大规模应用；但大规模放量仍需To C端的发力，目前主要矛盾在于设备的性价比偏低以及使用场景偏少。但可喜的是，像第一人称射击类游戏、恐怖类游戏以及模拟运动类游戏的体验性不断提高，已经使XR获得了很强的粘性，我们认为消费者对于XR的使用率将会不断提高。

图表：XR的To B培训应用



图表：XR的To B军事应用



图表：XR的To C游戏应用





- 1、XR概览：2021年出货量已超千万，2022年增速有望突破100%

- 2、硬件：减重+提升观看效果，提升用户渗透率

- 3、软件：提高内容丰富度，搭建生态系统

- 4、整机组装：延续消费电子产业逻辑

- 5、XR品牌：国外品牌领先，国内有望快速跟进

- 6、风险提示

VR: 硬件典型价值量占比及相关公司标的

整机组装 约3~5%

歌尔股份、立讯精密、闻泰科技、兆维机电、鹏鼎科技、欣旺达、富士康等

芯片 约45~50%

- **Soc:** (70美元) 高通、三星、联发科、瑞芯微、全志科技等
- **Memory:** (运存20美元+内存25美元) 三星、海力士、华邦、安森美、意法半导体、兆易创新、普冉股份等
- **Wifi&BT:** (Wifi12美元+BT3颗7美元) Nordic、博通、瑞昱、晶晨股份、恒玄科技等

光学 约6~10%

- **镜片:** (2片8美元) 舜宇光学科技、歌尔股份、玉晶光电、扬明光学等
- **摄像头:** (4颗11美元) 舜宇光学科技、联创电子、玉晶光电、大立光电、水晶光电、闻泰科技等



其他零部件 约10~15%

- **声学:** 歌尔股份、瑞声科技、立讯精密、恒玄科技等
- **陀螺仪&眼动追踪:** 博世、意法半导体
- **其他:** 鹏鼎控股、东山精密、长盈精密、领益智造、蓝思科技、兆威机电、德赛电池、达瑞电子等

显示 约20~25%

- **LCD:** (70美元) JDI、夏普、京东方、TCL科技等
- **OLED:** 索尼、LG显示、京东方、维信诺、TCL科技、奥雷德、视涯技术、国照光电、湖畔光电、昆山梦显等
- **Micro/MiniLED:** 京东方、TCL科技、鸿利智汇、显耀科技等

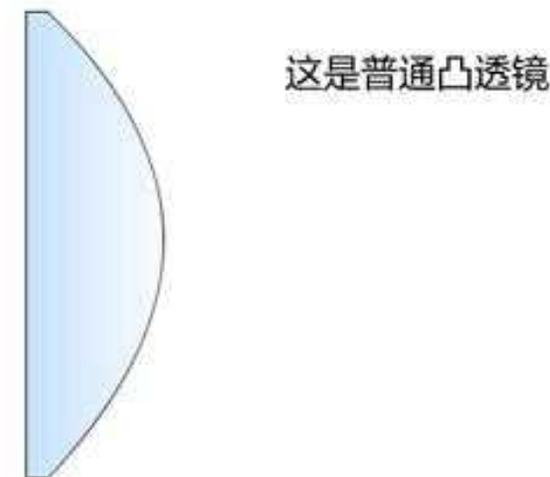
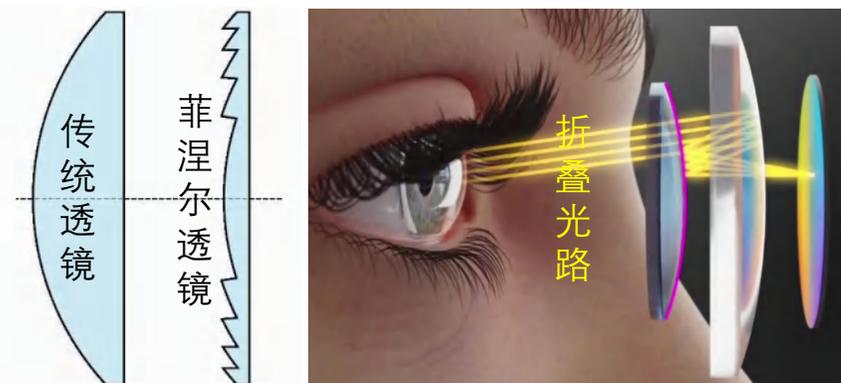
注: 上图是以Quest 2 为例将价值量进行拆分; 零部件价值量参考了市场的公允价格进行的推算, 不代表确切数字。

光学镜片：菲涅尔是主流，短焦/折叠光路是未来趋势

■ **VR的核心是要实现小体积、轻量化的显示。**体积若要做小，那么镜片的焦距要尽可能短；重量若要做轻，那么镜片的厚度要尽可能薄。对传统透镜来说，小焦距和薄镜片是不能兼容的，因此需要新的技术来解决这个矛盾。除了普通的透镜成像外，还有菲涅尔透镜成像和折叠光路图像成像这两种手段。

1. **普通透镜成像制作工艺传统，成像质量有保障，但受到焦距限制无法减重。**
2. **菲涅尔透镜是主流设备采用方案，知名的有Pico neo3以及Oculus Quest 2等。**其焦距略有缩小，质量较轻，制作成本比普通透镜小，但由于曲率不连续，影响了成像质量。二者均由于焦距太长的问题，限制了VR设备向轻薄化发展。
3. **短焦系统通过折叠光路（复合透镜）的方式，将镜片减薄从而大大减轻设备重量，是未来VR设备发展方向。**由于光路设计复杂、且需要经过多次反射折射，光路损耗较大，对镀膜技术、光路设计能力要求很高。像Meta2021年10月宣布将要推出的 Meta Project Cambria，就准备采用这样的设计方法。

图表：传统透镜、菲涅尔透镜与折叠光路的示意图



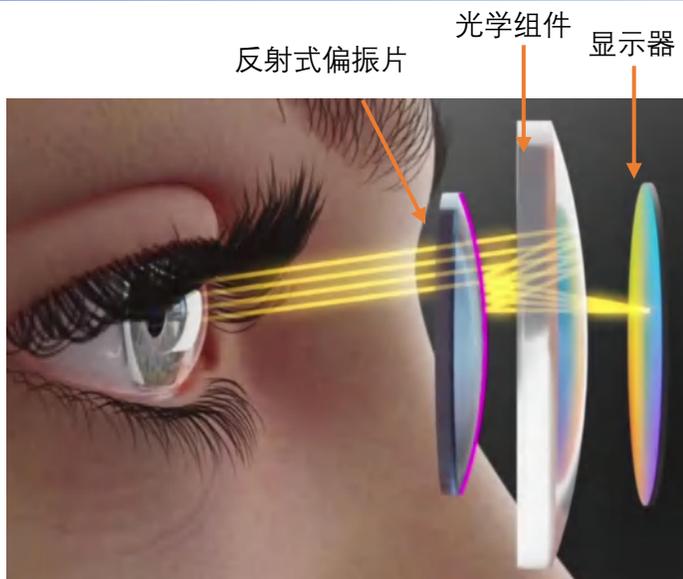
图表：VR方案优缺点对比

	普通透镜（非球面）	菲涅尔透镜	短焦/折叠光路系统
典型重量	600g	400~500g	我们预计2023年可降到200~300g
优点	成像质量有保障，光路简单，光路损耗小，制造成本较低	质量较轻，制作成本比普通透镜低，光路简单，光路损耗小； 视场角可以很高	焦距小，厚度进一步缩小，成像完整性较好；体积、重量较其他方案可大幅降低
缺点	元件较厚，焦距较长，阻碍VR设备轻薄化	焦距虽有减小但仍然较大，成像质量一般；无法调节屈光度，视觉舒适性一般	光路复杂，制造成本较高；光损耗较大，成像过程容易出现杂光； 视场角偏小

折叠光路：技术有瑕疵，成本较高

- **折叠光路（短焦系统）**主要由**反射式偏振片**，**复杂光学组件**和**显示屏**构成。反射式偏振片只允许特定偏振方向的光路通过。光学组件的设计方案较为灵活，由布拉格光栅、偏振片、四分之一波片等光学元件组合而成，实现改变光路偏振方向、反射和折射等功能。具体来讲，由显示器发出光，通过分光镜，在偏振片上发生反射，再次通过分光镜反射，实现光路折叠，然后通过偏振片射入人眼。
- 但由于其复杂的光路设计，多次反射折射，对光损耗较大，工艺制造中且容易出现杂光问题。
- 截至2021年底，市场已经出现折叠光路的产品，如华为VR Glass，雪麒麟音乐VR，以及Meta将要推出的 Meta Project Cambria等，但目前尚未成为市场主流产品。

图表：理想状态



图表：折叠光路可能产生杂光



图表：折叠光路较菲涅尔方案的体积减少对比



图表：视涯科技推出的折叠光路模组



AR光学：光波导可实现更轻重量，是未来发展方向

- 由于AR需要看到现实世界，又要看到虚拟世界，对显示模块、光学模块以及定位模块的要求都很高。目前的技术很难兼顾重量、显示效果和价格，主要应用场景在To B端，发展较VR要缓慢很多。
- 光波导是引导光波在其中传播的介质装置，又称介质光波导。通过光的全反射原理，实现光在光路中的传输，损耗较小，最典型的光波导应用即光纤。光波导由于其采用全反射的发射方式，光损耗小，同时为用户提供较大的视场角，有一定优势，而且所需空间小，有利于AR眼镜轻薄化。但由于其生产复杂、成本较高，不同颜色光折射率不同，产生彩虹效应，光学设计难度高。
- 综合考量来看，光波导技术特别是衍射光波导，能够大大减薄镜片的厚度（重量），是AR迈向轻薄化的技术路径。

图表：各方案优缺点对比

光学方案	离轴光学	棱镜	自由曲面几何光学	几何/衍射光波导
示意图				
特点	笨重头盔式 视场角较小 较低难度	7~12mm厚度 FOV 15° 中等难度	>8mm厚度 FOV>30° 较高难度	<0.1mm厚度 30°~60°/<40° 较高难度
采用厂商	Meta	谷歌、影创	影创、Nreal、惠牛、耐德佳、联想、Epson	灵犀、珑璟、Magic、Leap、Lumus、微软、Waveoptics、鲲游、Digilens、至格

舜宇光学科技：XR光学元件供应商

- 公司专业从事光学及光电相关产品设计、研发、生产及销售。主要产品包括三大类：一是光学零组件，主要包括玻璃/塑料镜片、平面产品、手机镜头、车载镜头、安防监控镜头及其他各种镜头；二是光电产品，主要包括手机摄像模组、3D光电模组、车载模组及其他光电模组；三是光学仪器，主要包括显微镜及智能检测设备等。目前，公司已经形成了手机行业、汽车行业、安防行业、显微仪器行业、机器人行业、AR/VR行业、工业检测行业、医疗检测行业八大事业板块。
- 舜宇光学的光学模组和摄像头已经开始向VR厂商供货。Oculus Quest 2中的红外捕捉镜头，80%由舜宇光学提供，其菲涅耳透镜和显示屏中，30%由舜宇光学提供，借助Oculus Quest 2的巨额销量，我们预计2022年舜宇光学VR产品方面营业收入约为1.3亿美元。
- 舜宇光学不断进行VR技术更新迭代，正在进行折叠光路的技术研发，不断克服杂光问题，预计2023年可以推出新产品，设备重量将下降到200g左右。
- 舜宇光学拓展AR领域光学元件制造。舜宇光学AR镜片采用衍射光波导技术，厚度可下降到1.2mm左右，公司加大研发投入，克服眩晕感和延迟问题，预计可于2023年推出相关产品。

图表：舜宇光学镜头



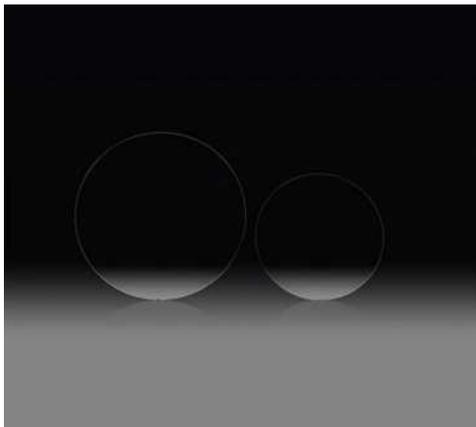
图表：Oculus Quest 2



水晶光电：领先的AR光学元件制造商

- **水晶光电是全球精密光电薄膜元器件研发和产业化基地**，涉及五大产业板块的研发与制造企业，产品包括光学元器件、生物识别、薄膜光学面板、新型显示、反光材料等。公司下设十余家全资及控股子公司，并参股日本光驰株式会社、浙大创投、宁波基石投资、武汉物易云通、京浜光学、朝歌数码等多家企业。在AR领域，公司主要进行AR光学元件的制造，有着先天的技术优势，产品主要包括高折射率晶圆、AR显示模组、AR光波导光学模组等。**公司主导产品光学低通滤波器（OLPF）、红外截止滤光片及组立件（IRCF）和窄带滤光片（NBPf）产销量居全球前列。**
- **高折射率晶圆**：该产品主要应用于光波导AR/MR眼镜镜片。通过对高折射率材料进行高精度切、磨、抛光、镀膜等技术，公司利用德国肖特公司在光学材料与超薄玻璃领域的领军地位与自身出色的加工和涂层技术，提升AR设备性能，以带来更佳感官体验。
- **AR显示模组**：该产品可用于游戏、医疗、军工等各领域，产品采用折反式光学成像原理，使人眼可以观察到高清晰度，大视场角，高对比度的图像信息，色彩均匀，视野较大。
- **AR光波导光学模组**：可应用于航空电子、物流配送、工业等领域，具有超薄的镜片形态，极佳的可穿戴性，使用全息聚合物体光栅技术，基于衍射光学成像原理，实现图像信息的传输。致力于提供高清晰度、高对比度、大视场角、全彩显示的新型可穿戴设备。

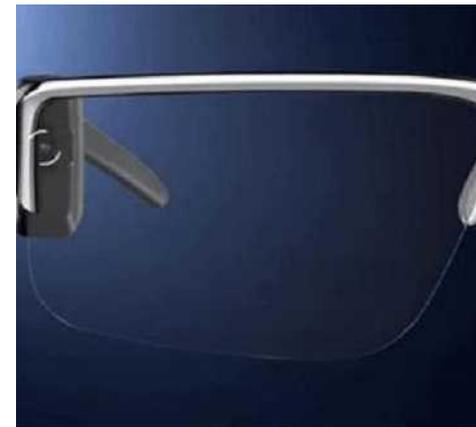
图表：高折射率晶圆



图表：AR显示模组



图表：AR光波导光学模组



联创电子：XR摄像头供应商

- **深厚的学术积累和人才团队，长期投入于原创技术研究。**建立了光学工程院院士工作站，开展光学前沿课题的应用研究。拥有光学精密模具、光学镜头、影像模组等自主知识产权技术的专利百余件。针对VR/AR研究设立了专门机构，“虚拟现实关键光学和光电组件技术创新团队”入选江西省首批VR产业创新创业优秀人才团队。
- **一体化产业链保证了多样化的需求，降低了公司成本。**公司集研发、制造、销售为一体。具备光学精密模具设计制造、镜片等光学部品加工、光学镜头和影像模组研发制造等全流程控制能力。
- **公司实施大客户战略。**在现有客户资源的基础上，力争进一步提升客户的市场份额，同时积极开拓新客户。联创电子一直是全球最大的运动相机镜头供应商，成为行业标杆。联创电子也是全球最大的全景相机镜头和全景影像模组的供应商，在行业树立了良好的口碑。联创电子在车载ADAS领域为国内外知名新能源汽车公司(如Tesla等)的长期稳定供货，及与国际知名的算法方案公司 Mobileye和Nvidia形成的战略合作关系，已经形成了较大的行业影响力。
- **公司深耕VR/AR光学部件领域，**具备AR几何光波导技术，VR、AR光电组件相关研发设计、制作及测试经验。客户包括Magic Leap、Leap motion、Jabil等。在全景摄像机领域，借助折反光学系统形成的技术优势，公司进一步将产品线由全景镜头扩展到全景影像模组，成为Insta360全景影像模组的第一供应商，市场竞争力显著。

图表：联创电子全球布局



图表：AR/VR摄像头



显示屏：XR领域的强劲需求推动微显示技术发展

- LCD和LED技术都存在突破的空间，随着技术的进步，显示效果会越来越好，成本也会越来越低。XR与电视和手机相比，需要更快的刷新率与像素密度（PPI），由于光学镜片的光损失，显示屏还需要更高的亮度和对比度。早期的分体式VR屏幕多采用OLED技术，其在刷新率上具有优势，但缺点是纱窗效应明显，且成本较高。LCD屏幕的次像素间距比OLED要小，纱窗效应减轻很多，同时改良后的Fast-LCD技术使用全新液晶材料（铁电液晶材料）与超速驱动技术可以有效提升刷新率至75-90Hz，成为现阶段VR产品的主要解决方案，但仍存在PPI不足、对比度较低等不利因素。
- 微显示技术是未来XR显示的发展趋势之一，微显示主流技术路线包括LCOS、Micro-OLED和Micro-LED微显示技术等：
 1. 硅基液晶技术（Liquid Crystal on Silicon, LCOS）：其优势在于基底采用了半导体材料单晶硅，拥有良好的电子迁移率，而且单晶硅可形成较细的线路，较容易实现高分辨率的显示结构，反射式成像也不会因光线穿透面板而大幅降低光利用率，因此提升了发光效率。
 2. Micro-OLED技术：基于硅基的有机发光二极管显示方案，除具有OLED自发光等优势外，也可实现超高分辨率及刷新率、低延时、体积小、功耗低等优异特性。业界已实现了的分辨率为2048×2048、刷新率达120Hz且延时仅10微秒的Micro-OLED显示方案。
 3. Micro-LED技术：将LED的发光单元进行薄膜化、微小化和阵列化，从而让每个单元小于100微米，与OLED一样能够实现每个图元单独定址和单独驱动发光，但与OLED相比，Micro-LED的显示寿命更长，同时响应速度可以达到纳秒级别，比OLED更快。

图表：主流产品使用的显示技术

产品名称	刷新率	单眼分辨率	显示屏
Oculus Quest 2	90Hz	1832*1920	LCD
索尼PSVR	90Hz/120Hz	960*1080	OLED
Pico Neo3	90Hz	1832*1920	4K Fast-LCD
HTC Vive Pro2	90Hz/120Hz	2448*2448	5K Fast-LCD
HTC Vive Focus 3	90Hz	2448*2448	双LCD

图表：下一代微显示技术的优劣势

	LCOS	Micro-OLED	Micro-LED
最大亮度	> 5000 nits	< 3000 nits	10 ⁴ ~ 10 ⁵ nits
对比度	< 1500:1	> 100000:1	> 100000:1
刷新率	60 ~ 180Hz	快于LCOS	快于LCOS
分辨率	5000 dpi	1500 ~ 3000 dpi	3000 dpi
功耗	~ 300 mW	100 mW	~ 10mW
工作温度	-10 ~ 85°C	-50 ~ 70°C	-100 ~ 120°C
价格（预估）	~ 30 USD	~ 50 USD	~ 1000 USD

- **作为显示领域龙头，布局十分广泛。**显示事业是京东方“1+4+N”航母事业群的母舰，聚焦器件和整机业务，拥有16条面板生产线（一条在建）、6条整机产线。生产基地分布于北京、四川成都、安徽合肥等12个省市；业务涉及电视、显示器、笔记本电脑、平板电脑、手机及VR/AR、车载、医疗、拼接、穿戴、EPD、商用、工控、家居、白板等创新应用产品。截至2021年3季度，全球超过四分之一的显示屏来自京东方，其超高清、柔性、微显示等解决方案已广泛应用于国内外知名品牌。
- **为应对下一代XR的需求，公司积极兴建微显示面板生产线。**京东方已建成了8英寸硅基OLED产线，同时已投资兴建12英寸硅基OLED产线，产品包含Micro OLED显示模组和Fast LCD模组，尺寸包含0.39inch至5.5inch，具有高分辨率，快速响应，高刷新率等特点，可应用于多种微显示场景。京东方还在MiniLED领域进行布局，实现75英寸玻璃基双拼背光产品点亮，已向多家品牌客户进行推广，联合研发的全球首台最大针刺式固晶机装机并调试完成，固晶速度大幅提升；玻璃基直显侧面线路、固晶和组装等瓶颈技术开发完成，P0.9 AM玻璃基产品开发与市场推广稳步推进中。此外，MiniLED技术辅以HDR功能，将更好地发挥VR产品近眼超清细腻画质要求。公司VR产品已与VR头部企业合作，并处于稳定供货中。

图表：京东方的Micro—OLED VR样品



图表：京东方Micro OLED显示模组和Fast LCD模组参数

产品	2.1"	3.2"	5.5"	0.39"	0.71"
分辨率	1600 x 1600	2880 x 2880	2160 x 3840	1920 x 1080	1920 x 1080
显示技术	LCD	LCD	LCD	Micro OLED	Micro OLED
PPI	1058	1283	807	5644 SPR	3147 RGB
响应时间(G to G)	≤5ms	≤5ms	≤5ms	≤1ms	≤1ms
对比度	700:1	2000:1	700:1	>10,000:1	>10,000:1
色域	72%NTSC	100%NTSC	72%	80%NTSC	85%NTSC
亮度	100nit	200nit	150nit	1500nit	2000nit
刷新率	90Hz	90Hz	90Hz	90Hz	90Hz
状态	MP	Sample	MP	MP	MP

- **积极布局下一代显示技术与材料，以生态领先构筑先发优势。**在LCD以外的技术选择上，TCL科技更愿意押注“更长远”的Micro-LED，公司与三安成立联合实验室聚焦Micro-LED技术开发，推动公司在该领域从材料、工艺、设备、产线方案到自主知识产权的生态布局，并形成Micro-LED商业化规模量产的工艺流程解决方案。TCL华星在Micro LED领域已拥有140件专利，数量位居全球第一；公司还通过TCL资本投资了大量产业链公司布局前沿技术，目前公司PCT专利申请数位居国内企业第4，量子点专利排名全球第二，有望在下一代显示技术到来之际建立起领先优势。
- **推出首款VR产品，正式进军VR赛道。**VR产品线上，TCL华星已经推出了LCD VR屏，是TCL旗下首款VR显示屏，拥有全球最高的1500PPI，PPI已达到了业界领先水准，极大改善了纱窗效应，给用户带来更加细腻的VR体验。除了超高PPI，这款产品还拥有120Hz高刷新率，可呈现更流畅、更真实、更具沉浸感的虚拟世界体验。

图表：TCL首款LCD VR屏



图表：TCL产品NxtWear G VR 眼镜



芯片：延续智能手机逻辑，国产替代任重道远

- **主控芯片SoC是VR产品实现运行控制和数据处理的核心。**VR主控芯片性能的不不断提升，可以显著改善VR产品在高品质图像处理、高速无线通信和多传感器信息融合等方面的功能体验，推动VR产品升级。
- **相对手机等传统智能终端而言，VR设备对芯片的性能要求更高。**VR画面渲染负载与时延要求比传统游戏高数倍，算力堆叠这一粗放式的渲染方式难以在渲染质量、时延与成本间取得平衡，精细化渲染成为业界主攻方向。
- **中高端VR芯片主要由高通芯片占据，国内厂家在芯片设计和算法支持上均有较大差距。**目前可以向XR供应芯片的公司有：高通、联发科、AMD、三星、意法半导体、瑞芯微、全志科技等。其中，高通切入VR赛道利用了在手机芯片产业链的优势，针对VR进行修改即可使用，骁龙XR2以及骁龙845等已成行业标配，叠加高通在算力领域的支持力度逐渐加强（提供6DOF算法模块），现已占领大部分高端市场份额。

图表：主要VR产品使用芯片

产品名称	芯片
Oculus Quest 2	高通骁龙XR2
电信天翼 小V一体机	全志VR9
Pico Neo3	高通骁龙XR2
NOLO X1	高通骁龙X1
HTC Vive Focus 3	高通骁龙XR2
爱奇艺 奇遇2	高通骁龙835

图表：主要芯片参数对比

	高通骁龙845	高通骁龙XR1	三星Exynos8890	联发科Helio X30	全志VR9
核心数	八核	四核	八核	十核	四核
主频	2.8GHz	1.7GHz	2.6GHz	2.8GHz	1.8GHz
支持分辨率	4K	4K	2K	2K	1080P
刷新帧率	60 FPS	60 FPS	60 FPS	60FPS	30 FPS
制程	10nm	10nm	14nm	14nm	28nm
产品					

芯片：延续智能手机逻辑，国产替代任重道远

- 国产主控芯片仍需时间积累，全志科技、瑞芯微、晶晨股份等厂商都提供了虚拟现实解决方案，但性能尚有差距，应用的产品较少。
- **瑞芯微**2016年推出了RK3399，定位高端VR芯片，采用了双Cortex-A72大核 + 四Cortex-A53小核和高端图像处理器，面向高端VR设备市场。2021年12月16日，瑞芯微发布了新一代顶级旗舰芯片RK3588。RK3588采用4核Cortex-A76和4核Cortex-A55的典型大小核架构，大核主频2.4GHz，小核主频1.8GHz，充分考虑了性能和功耗的平衡。1MB L2 Cache和3MB L3 Cache，提供更强的CPU运算能力。瑞芯微同时还发布了基于RK3588的4K 90Hz VR低延迟物理双屏VR解决方案，采用京东方2.1寸Fast-LCD双屏，单目分辨率2160*2160，双目4320*2160分辨率，像素密度达到1454。双屏近眼显示，支持更小的色散和畸变。
- **全志科技**2017年推出了VR9，采用四核Cortex-A53，支持4K@60fps解码，视频播放能力与高通骁龙XR1持平，主要用于中低端视频播放VR设备。VR9还集成传感器控制中枢：Sensor HUB。它可以用低功耗状态实现1000 tps实时信号捕捉，使9轴陀螺仪的处理能力翻倍，这样，头部运动追踪体验就更加流畅，并支持内置式（Inside Out）6自由度位置追踪系统。

图表：瑞芯微发布芯片RK3588

图表：全志科技VR9架构

图表：电信天翼VR——小V一体机使用全志VR9芯片



Image Parallel CSI 5M pixel 8/10-bit bus (1080p@30fps)	VPU Multi-format Decoder (HEVC 8K@30fps or 4K@60fps) VP9/H264 4K@30fps H.264 Encoder (1080p@30fps) AFBC	Connectivity USB2.0 OTG x 1 USB HOST x 1 SDIO3.0 TWI x 8 RSB x 1 SPI x 3 UART x 5 PWM x 1 GPIO x 1
Display out 4-lanes MIPI DSI x 2 1440x1440@70fps or 1440x1440@90fps eDP 1600x2560@60fps	CPU Cortex™-A53 Quad-core 32KB L1 I-cache + 32KB L1 D-cache per core 512KB L2 cache	GPU Mali™ T760 OpenGL ES 3.2 OpenCL 1.2
Audio I2S/PCM x 3 DMIC Audio Codec	Security System Security Boot TrustZone Crypto Engine Efuse 2.5Kbit	
System IO-MMU PTC CCU GPIO	External Memory Thermal Sensor Timer DMA SensorHub 1000 tps 2nd 3rd 4th Acc	External Memory DDR3/DOR3L/ LPDDR2/LPDDR3 32-bit bus 3GByte support NDFC (FDE) 8bit bus 80bits ECC SD3.0 →MIACS 0 (FDE) 1.4/1.8-bit bus



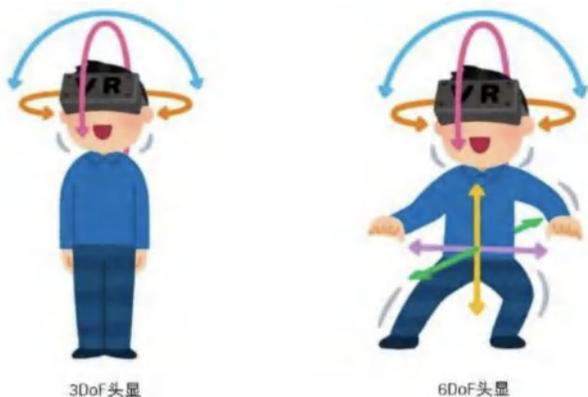
传感器：种类较多，供应商以国际大厂为主

■ 传感器是VR产品感知用户动作并实现功能反馈的核心部件，也是实现VR沉浸式交互的重要环节。目前，VR设备中的传感器主要分为三个大类：

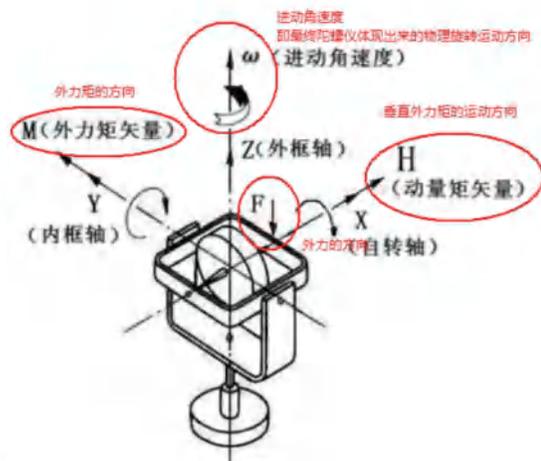
1. IMU传感器，即惯性传感器。包括加速度传感器、陀螺仪和地磁传感器，这些传感器主要用于捕捉头部运动，特别是转动。在使用VR设备时，使用者在虚拟世界的物理信息，主要是头部的朝向姿态及所处的物理位置。**IMU可根据DOF的不同来加以区分**，DOF即自由度。3DOF的VR眼镜或VR设备该VR设备可以检测到头部向不同方向的自由转动，但是不能检测到头部的前后左右的空间位移。6DOF的VR设备（眼镜），则除了检测头部的转动带来的视野角度变化外，还能够检测到由于身体移动带来的上下前后左右位移的变化。3DOF可以用来观看VR电影，要达到玩游戏时与场景中的交互，则需要能够支持6DOF的VR设备。
2. 动作捕捉传感器，目前的方案有红外镜头和红外感应传感器等，主要用来实现动作捕捉，特别是使用者左右前后的移动。
3. VR设备中会用到的其他类型传感器，如佩戴检测用的接近传感器、触控板用的电容感应传感器等已被广泛使用，而**眼球追踪**用到的红外摄像头，及实现手势识别、实现AR功能的传感器等可能会被应用在未来的VR设备中。

■ 随着VR应用的不断丰富，VR中搭载的传感器数量有望持续增长，目前IMU等传感器主要由博世、意法半导体等提供，中国厂商尚未渗透到这个领域；红外镜头中国厂商市占率较高，。

图表：3DOF和6DOF示意图



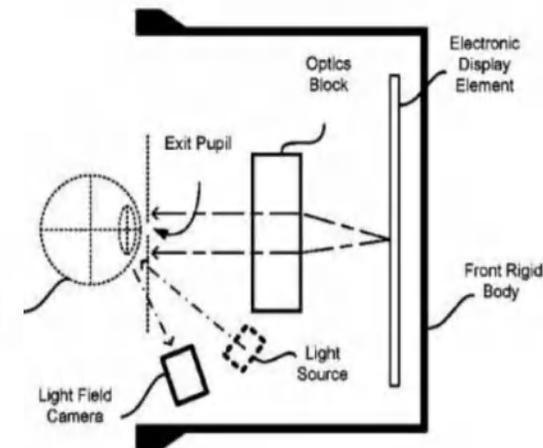
图表：陀螺仪基本原理



图表：动捕设备示意图



图表：Quest 2的眼动追踪专利示意图





- 1、XR概览：2021年出货量已超千万，2022年增速有望突破100%

- 2、硬件：减重+提升观看效果，提升用户渗透率

- **3、软件：提高内容丰富度，搭建生态系统**

- 4、整机组装：延续消费电子产业逻辑

- 5、XR品牌：国外品牌领先，国内有望快速跟进

- 6、风险提示

- 操作系统（operating system，简称OS）是管理计算机硬件与软件资源的计算机程序。操作系统需要处理如管理与配置内存、决定系统资源供需的优先次序、控制输入设备与输出设备、操作网络与管理文件系统等基本事务。操作系统也提供一个让用户与系统交互的操作界面。
- **主流VR设备的操作系统由安卓主导。**当前市场中的VR一体机的操作系统大多基于安卓系统底层进行优化和定制，分体式VR设备则依靠主机的操作系统。除了安卓之外，部分VR设备使用windows操作系统，华为分体式VR glass则是基于其自主研发的鸿蒙os。
- Meta（Facebook）的操作系统研发项目从2017年开始正式立项，**其内部代号为XROS**，主要为VR/AR设备提供服务，共有300多名人员参与研发。这是Meta摆脱对谷歌和苹果公司等移动操作系统制造商的依赖，布局从底层架构到硬件“自成一体”格局的关键一步棋。

图表：主流VR设备操作系统

图表：VR OS界面

VR设备	操作系统
Oculus quest 2	安卓
爱奇艺 奇遇3	安卓
Pico Neo3	安卓10
大朋 P1 Ultra 4K	安卓8.1
华为 VR Glass	鸿蒙OS2.0及以上
HTC Vive Pro2	Windows 10



华为鸿蒙OS：万物互联的操作系统

- **鸿蒙OS是华为公司开发的一款基于微内核、面向5G物联网、面向全场景的分布式操作系统。**这个新的操作系统将打通手机、电脑、平板、电视、工业自动化控制、无人驾驶、车机设备、智能穿戴统一成一个操作系统，并且该系统面向下一代技术而设计，能兼容全部安卓应用的所有Web应用。
- **鸿蒙OS不是安卓系统的分支或修改而来的，其性能上不弱于安卓系统。**其实现了模块化解耦，对应不同平台可以弹性部署，灵活适配全场景丰富终端形态，这也是分布式架构首次用于终端OS领域，实现了跨终端无缝协同体验。同时通过确定时延引擎确保用户交互体验流畅，匹配应用特征实现资源精准调度，响应时延降低25.7%，带给用户流畅稳定的使用体验。
- **鸿蒙OS支持面向多终端的IDE环境，提高开发效率。**作为跨设备、全场景的开源OS，鸿蒙具备统一的、跨平台的开发环境，实现一次开发、多端部署，开发者无需为不同的硬件做适配。基于鸿蒙开发的应用、内容能更顺畅地平移到VR/AR设备，而VR/AR的能力也能更平滑地融入机器人、无人机等终端设备，实现真正的“超级视野”。

图表：华为发布自研鸿蒙OS



图表：华为自研VR Glass



算法引擎：从游戏引擎平台切入XR

- **算法（引擎），定义了虚拟世界中的基础规则和呈现方式。**它定义并实现了游戏中的「自然法则」。这些「法则」包括「光影效果」、「动画系统」和「物理系统」等。（游戏）引擎可以减少重复开发，降低开发门槛。通常，引擎进行物理模型计算、AI计算、图像渲染、声音、动画系统渲染等功能。
- **平台化引擎公司逐渐发展壮大。**早期虚拟世界的设计通常由大型公司来进行，设计引擎通常也是自有的封闭引擎；随着虚拟世界的开发人员的不断增多与虚拟世界产业的不断壮大，很多优秀的引擎选择平台化发展战略。其中比较有名的为Unity和Unreal引擎。平台化引擎的出现很大降低了开发门槛，使更多中小创作者有能力来进行高逼真度或者是更加宏大的虚拟世界的创作，促进了UGC的发展。
- **目前在XR中开发应用和内容几乎都是使用平台化的游戏引擎。**Unity较为重视XR内容的支持，推出了Unity Mars，在XR引擎开发中占据优势地位。

图表：游戏引擎中的物理与动画引擎系统

图表：人物在说话时的面部模拟

图表：（游戏）引擎公司



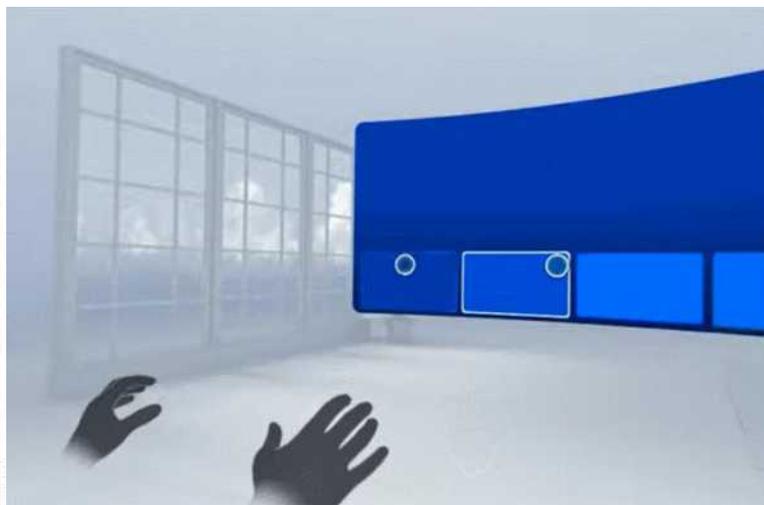
SDK：降低XR应用的开发门槛

- SDK (Software Development Kit) 即“软件开发工具包”，一般都是一些软件工程师为特定的软件包、软件框架、硬件平台、操作系统等建立应用软件时的开发工具的集合。简单讲，**就是通过第三方服务商实现产品功能的软件工具包。**
- 通常SDK是由专业性质的公司提供专业服务的集合，比如提供安卓开发工具、或者基于硬件开发的服务等。也有针对某项软件功能的SDK，如推送技术、图像识别技术、移动支付技术、语音识别分析技术等，在互联网开放的大趋势下，一些功能性的SDK已经被当作一个产品来运营。
- **VR厂商均有推出SDK供开发者使用。**2021年世界VR产业大会上，百度VR首次对外展示了VR suite——VR内容展示SDK，这是百度VR自研的一项全端多格式渲染技术，它可以帮助开发者跨平台实现3D模型、3D环物、全景图、全景视频的渲染以及各种交互功能。2022年，Meta发布Quest手部交互与键盘追踪SDK。手部交互SDK支持：**虚拟对象的直接抓取或在一定距离进行抓取、自定义抓取姿势、手势检测以及双指滚动和选择等。**键盘追踪SDK允许开发人员将此功能带到他们自己的Unity应用程序或自定义引擎中。通常，虚拟键盘打字速度较慢并且会导致更多的错误产生，键盘追踪SDK可以使其通过在VR中输入时使用实体键盘而提升生产效率。

图表：百度VR suite架构



图表：Meta手部交互SDK



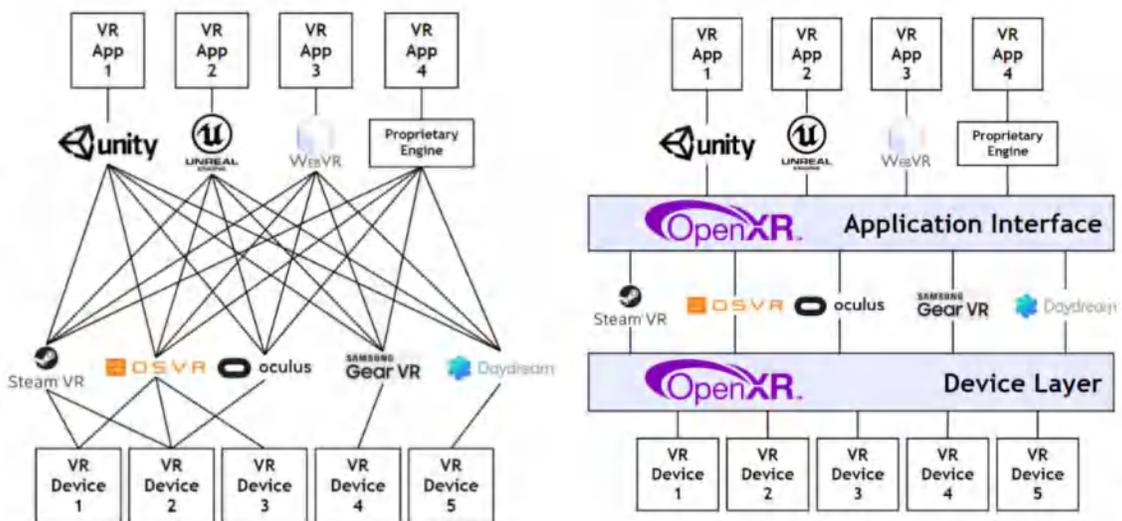
图表：Meta键盘追踪SDK



OpenXR: 为XR行业设立了统一标准

- **OpenXR是一种统一的，免版权费的公开标准，它提供了平台和终端的高性能跨平台的接入。** Open XR标准由 Khronos Group（KG是一个标准制定中最常见的非盈利组织，致力于发展开放标准的应用程序接口，OpenGL即由该组织制定）于2017年4月制定，在SIGGRAPH 2018大会上，Khronos首次公开演示Open XR。2019年7月Khronos正式宣布批准和公开发布Open XR1.0规范。
- **OpenXR之前的行业碎片化问题严重。** 在OpenXR之前，VR的应用程序，游戏和引擎必须移植到每个供应商的API。这意味着每个VR设备只能运行已经移植到其SDK的应用程序，必须重新编写应用程序才能令其在不同的AR/VR平台上运行，而外设则需要多个自定义运行时集成，这极大阻碍了XR市场的繁荣。
- **OpenXR构建了一个统一的跨平台标准。** 通过创建所有XR运行时都可以公开的应用面向API，以及一个允许任何兼容设备在OpenXR生态系统中无缝运行的可选设备插件扩展，OpenXR可以帮助解决碎片问题。应用程序无需移植或重写代码即可进入更庞大的XR系统市场；XR设备可以自我集成，并由公开OpenXR设备集成层的任何运行时使用；XR运行时供应商可以访问系统上的更多应用程序和设备。

图表：开发流程对比——无OpenXR VS 有OpenXR



图表：支持OpenXR的XR产业相关公司



哈视奇：开发出爆款应用的XR内容供应商

- 公司已推出多款爆款XR应用，是中国稀缺的XR内容创作团队。**哈视奇科技Hash Technology是国内顶尖的AR/VR内容研发和解决方案供应商。公司成立于2015年9月，核心成员来自EA、Gameloft、Epic Games、网易、搜狐畅游等国内外一线游戏公司，**有深厚的Unity/UE引擎开发背景和丰富的游戏制作经验。**团队研发了多款AR/VR游戏产品，在国内外主流的线下线上平台上线，包括 HTC Viveport、Steam、Oculus、GearVR、APPStore等。代表游戏有打僵尸游戏《罗布泊丧尸》、休闲游戏《天天打水果》和运动体感游戏《奇幻滑雪》，其中《罗布泊丧尸》在 Viveport 上面获得付费榜第一名，《奇幻滑雪》在 Viveport 获得过付费榜第一名，在 Steam 上面获得过首页推荐和热销榜第一名。此外，哈视奇已经完成了多个AR/VR商业项目和行业应用，为客户提供一体化的解决方案，帮助客户解决解决行业痛点。
- 宝通科技成为哈视奇的第一大股东。**2016年4月，公司完成清科创投领投的近千万人民币天使轮融资，鼎视传媒和集素投资跟投。2016年10月，完成宝通科技领投的战略融资，2017年4月，获得A轮融资，2021年10月，宝通科技完成新一轮增持，其股权占比达40.64%，成为公司第一大股东。宝通科技的游戏开发及发行能力将为哈视奇提供发展动力。

图表：《罗布泊丧尸》界面



图表：《奇幻滑雪》界面



睿悦信息Nibiru：为XR提供高效便捷的开发工具

- Nibiru是全球领先的AR/VR系统、三维数字引擎及互动式内容工具供应商，为全球大量XR设备制造商提供操作系统；三维引擎及互动式工具广泛应用于教育、医疗、线下零售、工业等场景。目前自主研发的3款主力产品为：Nibiru OS、Nibiru Studio开发工具、Nibiru Creator。
- **Nibiru OS是Nibiru自主研发的AR/VR系统。**它凭借高效稳定的性能、强大的芯片兼容性、完善的引擎体系，成为目前AR/VR专用操作系统中性能最稳定、功能最强大、装机量最大的系统。全球范围已有数百个品牌与运营商搭载了Nibiru系统，全面覆盖高中低端AR/VR设备。系统面向多行业提供了丰富的SDK接口，全面支持用户自定义动作如手势识别、人脸识别、文字识别、录屏功能、语音识别、眼球追踪、6DOF等。
- **Nibiru Studio是全自主国产的XR专用开发引擎，是一个快捷便利的可视化、低功耗、高效率XR应用开发工具。**开发者可以轻松创建轻量级的VR/AR应用内容，实现文本、图片、模型、动画、播放器等类型的内容互动。该引擎可在Windows、Android多平台开发及运行，拥有完成工具链（NRR、Nibiru Creator、SDK等），编辑器支持多种控件。另外，该引擎支持物理渲染，方便开发者在保证AR/VR终端设备低功耗的基础上，做出高品质的应用渲染作品。通过Nibiru Studio开发出的可视化应用，可运行于PC、移动终端与XR设备，为数字孪生技术赋能。目前，Nibiru Studio已在航天、电力、大工业、资源、运输、气候等国家级重要领域具有广阔应用场景落地。
- **消除三维内容创作门槛的交互式生产工具——Nibiru Creator。**2020年，基于Nibiru Studio，Nibiru面向非专业开发者推出了可视化交互式三维内容创作工具Nibiru Creator。Nibiru Creator实现了交互界面图形化、操作逻辑简单化、输出方式直接化，使用者无需编程，可直接导入图片、文字、音频、视频、模型等多种格式，在拖拉拽的过程中即可生成所需要的VR/AR内容，并支持PC端、手机端、AR/VR系统一体机端、H5等多种观看方式。

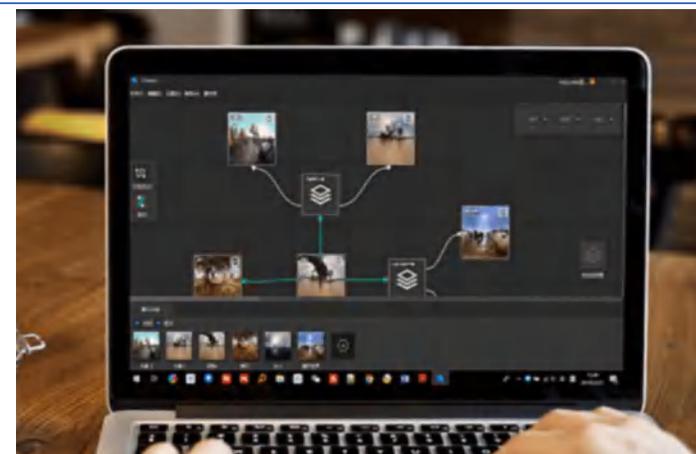
图表：Nibiru OS界面



图表：Nibiru Studio工作流

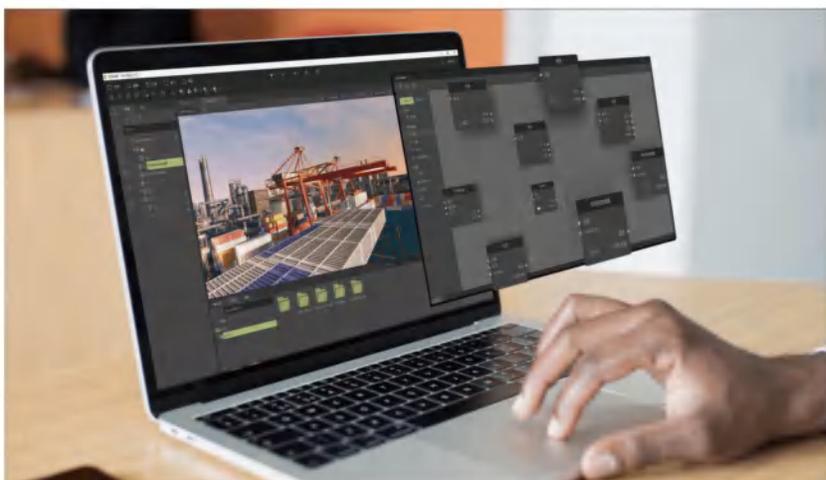


图表：Nibiru Create无代码编程系统



- 曼恒数字成立于 2007 年，是中国第一批专业从事虚拟现实业务的公司。目前公司以虚拟现实业务 为主，以 3D 打印业务为辅。公司通过长期的技术积累和创新，推出多款虚拟现实沉浸式系统、DVS3D、IdeaVR 和 VRDO 等虚拟现实引擎、G-Motion 交互追踪系统、vrBee 小蜜蜂大空间系统、虚拟现实内容开发服务和行业应用级虚拟现实内容平台等核心产品。而与虚拟现实业务具有协同效应的 3D 打印业务主要是为用户提供 3D 打印设备、材料和相关服务。公司的目标客户主要分布在智能制造、教育、国防军队和医学医疗等四大细分领域。
- 公司于2020年发布全新的 **IdeaVR 2021 引擎**。IdeaVR 囊括动画系统、材质系统、交互编辑器、UI系统、粒子系统、物理系统、光照系统和自然环境模拟等常用场景创作模块，内置多种预设参数，让用户可快速进行场景搭建，且用图形化的交互编辑器取代了传统代码编程，提供丰富的交互内容，用户通过拖拽逻辑单元模块和连线即可定义场景交互逻辑。引擎还支持基于物理渲染过程的PBR材质，可以轻松模拟金属、玻璃、织物等材质效果，让材质物理更细腻真实。专业的光照系统提供多种光源，光照烘焙和后处理等模块实现更逼真的画面效果。最后，IdeaVR 2021 除 PC 发布外，还支持将制作好的内容发布至 Web 和 iOS，Android 平台，可在手机或网页上便捷 浏览，也支持直接发布到 Oculus Quest 一体机，支持脱离主机运行内容。

图表：IdeaVR的图形交互编辑器



图表：IdeaVR创作模块



图表：IdeaVR提供自然环境模拟



曼恒数字：为B端客户提供解决方案

- **聚焦B端业务，推出多款产品供B端客户使用。** 公司用VR技术为行业客户提供“三高四不”（高风险、高投入、高难度、不可达到、不可触及、不可重现、不可逆转）场景下的训练、培训和教学等的产品和解决方案。推出工程技术领域专用**VR引擎VRDO**，高效整合行业数据，快速搭建工业场景；推出**VR大空间解决方案VRBee**；推出面向行业用户的**虚拟现实内容平台VRBOX**，帮助教育行业用户解决优质VR内容稀缺、内容获取渠道有限、内容标准不一、设备之间互联互通困难等问题；推出大屏交互显示产品**VR平方**、洞穴交互显示产品**VR立方**、集群式VR小组协同交互显示产品**VRTree小站**和小组协同交互显示产品**VRGroup**，为有多人展示、教学、实操等需求的教育、商业用户提供授课教学、内容展示、实践操作、技能训练等体验。2021年9月，公司发布面向B端行业版的全新**VR一体机7光**，搭载高通骁龙XR2平台，采用CV头手6DOF光学定位系统，实现真4K高清显示。标配8GB+512GB大容量内存，支持58-72mm范围IPD瞳距连续调节。
- **积累了国内外2000+知名企业、单位客户，拥有行业前沿的应用案例。** 为国家危险品应急救援实训大庆基地建成“大庆油田应急演练-虚拟仿真VR培训系统”；为商飞试飞中心提供机载测试系统地面验证平台，确保飞机在预飞和实际飞行中的各项参数正常；为北京大学地球和空间科学学院建设沉浸式虚拟现实实验中心，进行虚拟仿真实验教学；为上海电力股份有限公司构建风力发电机设备操作模拟仿真环境，在减少危险的前提下进行高仿真虚拟培训，保障生产安全；将公司与美国英特格拉生命科学公司联合推出ICP颅内压监测探头植入VR教学培训系统，极大突破传统临床培训局限。

图表：公司交互显示产品



图表：VRDO界面



图表：公司解决方案部分案例





- 1、XR概览：2021年出货量已超千万，2022年增速有望突破100%

- 2、硬件：减重+提升观看效果，提升用户渗透率

- 3、软件：提高内容丰富度，搭建生态系统

- **4、整机组装：延续消费电子产业逻辑**

- 5、XR品牌：国外品牌领先，国内有望快速跟进

- 6、风险提示

歌尔股份：XR整体解决方案提供者

- 歌尔股份自2012年起开始VR领域内的研发工作。通过强大的垂直整合和系统集成能力，公司提供一站式垂直整合的系统解决方案，包括光学、ID、结构、电子电路、射频、软件在内的整体设计方案，以及零部件，模具，注塑，校准，组装，自动化在内的整体制造方案。产品包括VR手套、游戏手柄、Outside-in追踪灯塔、大型VR外设等。2016年，歌尔股份开始为索尼和Facebook旗下的Oculus进行独家供货，二者以绝对份额几乎垄断了全球VR/AR整机市场。2020年7月，歌尔股份拿下Facebook旗下Quest 2设备独供大单，元宇宙风口下Quest 2的火爆为歌尔股份的业绩增长贡献了核心增量。
- 歌尔股份提供全面的VR系统解决方案，其核心技术能力包括：
 1. **VR光学：**歌尔股份提供包括菲涅尔透镜在内的多种VR光学解决方案，依托在光学方面强大的集成整合能力，公司拥有VR专用镜片的设计制造能力和量产经验，保障VR产品图像质量。
 2. **传感器：**歌尔传感器涵盖压力传感器（单体/防水）、交互类传感器（骨声纹/湿度/血压/组合等）和流体传感器（气流/差压）等，广泛应用于各类消费类电子产品。
 3. **声学：**公司拥有突出的3D音效及音效增强技术，歌尔自主研发的麦克风，结合北京/欧洲团队开发的降噪和回声抑制算法，可实现完美的语音交互。
- 我们认为，与其他竞争者相比，歌尔股份的优势在于**不同业务之间的协同产生的成本优势**（对于XR设备来说，零部件数量多于智能手机，因此供应链成本控制和管理能力要求很高，歌尔有大量自供的零部件）。

图：歌尔股份VR系统解决方案的核心技术产品



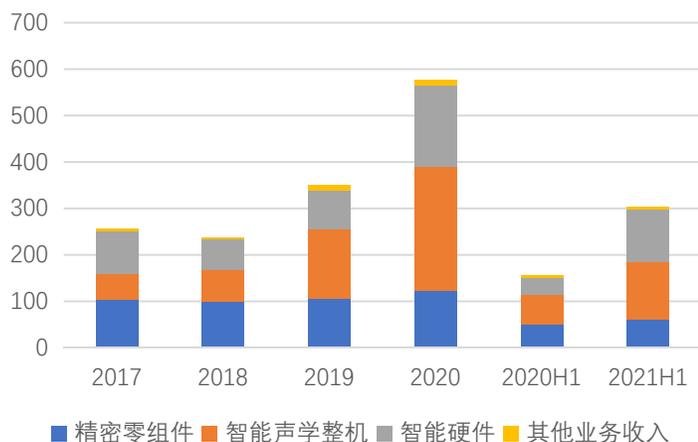
图表：Oculus Quest 系列产品



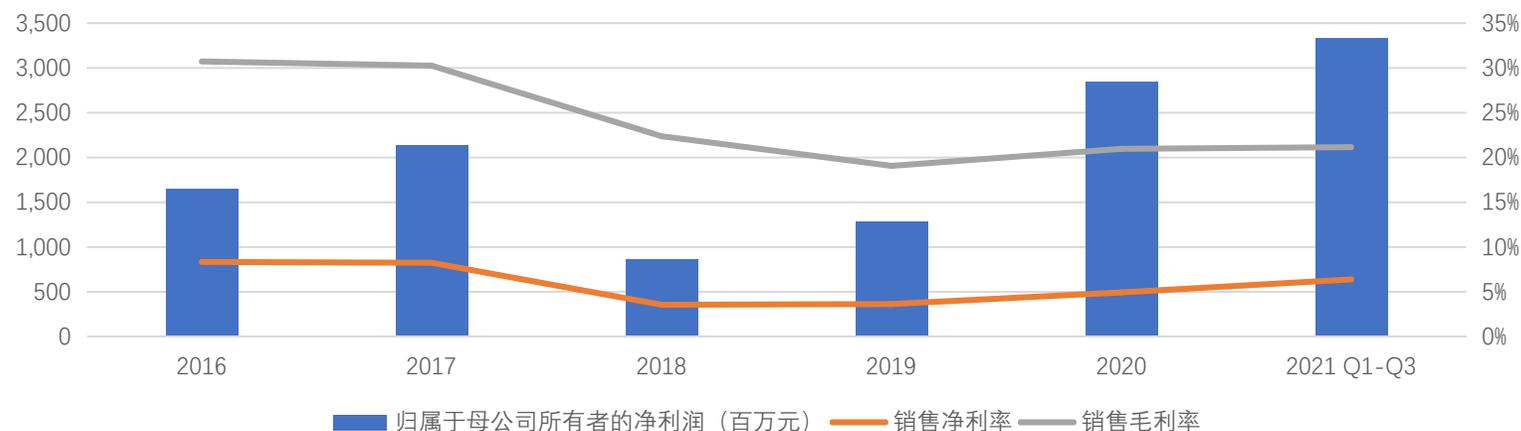
歌尔股份：XR业务增速快，但占公司整体业务仍然较小

- 智能声学整机和智能硬件驱动式增长。** 2021年上半年公司智能声学整机业务营收为124.9亿元，同比增长91.9%；智能硬件营收为112.1亿元，同比增长210.8%；精密零组件营收为60.5亿元，同比增长21.8%。主要原因在于世界各国逐步进入经济修复的新阶段，全球消费者对于线上远程办公、居家娱乐、健康监测等相关智能硬件设备的需求依然旺盛，VR虚拟现实、TWS耳机、智能可穿戴、家用游戏机等新兴智能硬件产品的需求持续成长。
- VR业务持续发力。** 在2021年上半年中，VR虚拟现实产品出货量的快速增长，VR虚拟现实和AR增强现实相关的硬件技术和软件内容不断丰富，5G等先进通讯技术、人工智能技术与精密零组件产品和智能硬件产品的进一步融合公司掌握了VR/AR生产所需的系统集成、工业设计、传感器、光学设计、EE设计、大规模量产等核心技术能力、能提供一站式ODM/JDM量产服务，且手握索尼/Oculus/华为等一线客户资源，VR业务有望接过TWS业务业绩接力棒，支撑公司业绩高速成长。
- 持续进行战略创新转型。** 2021上半年公司持续加大新技术、新产品、新工艺的开发力度，积极引进高端技术人才，研发投入15.7亿元，占营业收入的比重为5.18%。公司至2022年已累计申请专利2余万项，专利授权量超过10000项，其中中国发明专利授权率超过85%，国外发明专利授权率超过90%。

图表：主要业务营业收入（万元）及构成



图表：归母净利润（百万元）和盈利能力指标



立讯精密：布局XR赛道

- 立讯精密是一家技术导向公司，成立于2004年，专注于连接器、连接线、马达、无线充电、FPC、天线、声学 and 电子模块等产品的研发、生产和销售、高频产品开发，产品广泛应用于计算机、消费电子、通讯、企业级设备、汽车及医疗等领域。
- 对于VR技术，立讯精密布局较晚，2021年10月20日宣布投资成立智能装备公司，注册资本22.01亿元，开始布局VR赛道，生产相关智能硬件。
- 越来越多国内外巨头厂商押宝了同属可穿戴领域的头显设备（AR/VR/MR）。其中标志性企业之一就是苹果公司，苹果第一代 MR 设备预计于 22Q4 推出，有望重新定义 AR/VR 产品，引领VR/AR 体验步入新台阶。立讯精密作为其主力供应商也进行了相关布局，AR、VR是消费电子中重要的产品线，无论是零件还是整机，公司都有所布局，也在和相关市场客户洽谈。
- 我们认为，立讯精密以其强大的供应链管控能力、成本控制能力以及与大客户的良好关系等因素，将在XR代工领域取得相应的市场份额。

图表：立讯精密的产品布局



图表：苹果MR头戴设备模拟图





- 1、XR概览：2021年出货量已超千万，2022年增速有望突破100%

- 2、硬件：减重+提升观看效果，提升用户渗透率

- 3、软件：提高内容丰富度，搭建生态系统

- 4、整机组装：延续消费电子产业逻辑

- 5、**XR品牌：国外品牌领先，国内有望快速跟进**

- 6、风险提示

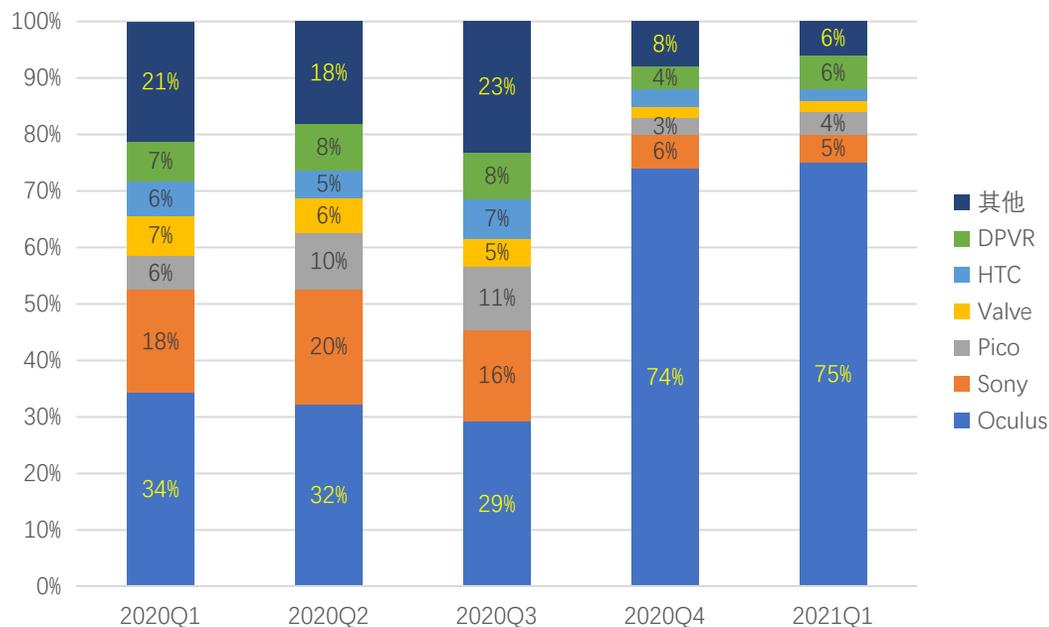
VR品牌：Quest系列领跑，中国品牌紧随其后

- 从产品形态来看，以Quest2、Pico Neo3为代表的VR一体机是消费级VR的主流形态。从芯片角度看，以高通骁龙865为基础的高通骁龙XR2是VR一体机的绝对主力，性能得到较大改善。从显示分辨率来看，4K分辨率已经普及，刷新率达到70-90Hz，5K以上分辨率逐步装机。从光学系统看，视场角可达100°的菲涅尔透镜方案已经成熟，而可以进行屈光度调节的短焦方案也在逐步兴起。从交互方式看，摄像头+IMU空间定位方案成为当前主流配置，完美配合骁龙XR2芯片。
- **Quest 2成为市场绝对主力，Meta借助VR迈向元宇宙：** Quest 2被汇丰认为是整个VR行业的转折点。其出色的性能、改善的分辨率、提供超过2000个应用程序和不高于300美元的优惠价格受到消费者追捧，上市仅三个月出货量就突破了250万台，市场占有率超过70%，一家独大。

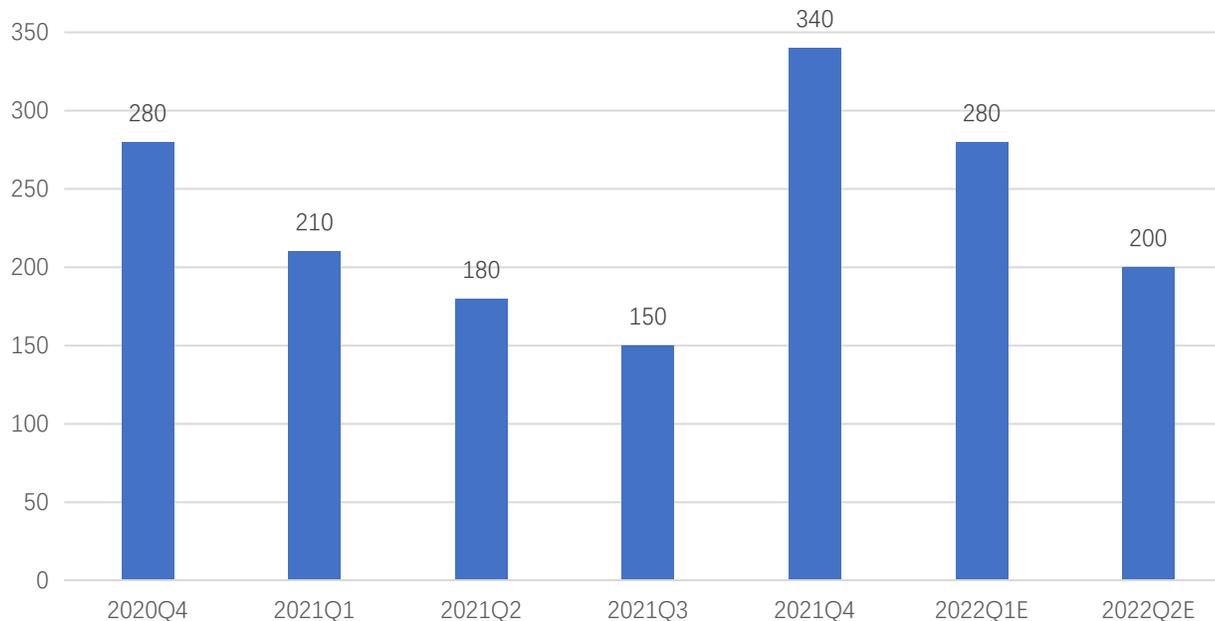
图表：VR头显产品对比

图表：Oculus Quest 2季度出货量

2020Q1-2021Q1全球VR头显销量市场份额



Quest 2季度出货量（万台）



VR：百家争鸣，共同扩大市场规模

产品名称	国家/地区	公司	发布时间	产品形态	处理器	分辨率	刷新率	光学方案	视场角	自由度	重量	定价
奇遇Dream尊享版	中国	爱奇艺	2022-02	VR一体机	高通骁龙XR2	3.6K	72/90Hz	双非球面镜片	72	6DOF	348g	RMB2699
XTAL 3 Virtual Reality	捷克	VRgineers	2022-01	分体式VR	-	8K	75Hz	菲涅尔透镜	180	-	600g	USD8900起
PlayStation VR2	日本	索尼	2022-01	主机VR	-	4K	90Hz/120HZ	-	110	6DOF	-	-
MeganeX	日本	松下子公司	2022-01	分体式VR	高通骁龙XR1	2K	120Hz	短焦	-	6DOF	250g	USD900
NIO×NOLO VR Glasses	中国	蔚来&NOLO	2021-12	分体式VR	-	4K	-	短焦	-	6DOF	-	-
YVR DK1	中国	玩出梦想	2021-12	VR一体机	高通骁龙XR2	2K	90Hz	菲涅尔透镜	100	6DOF	595g	RMB3999
奇遇Dream	中国	爱奇艺	2021-12	VR一体机	高通骁龙XR2	3.6K	72Hz	双非球面镜片	93	6DOF	348g	RMB1999
CM1	中国	中国移动&NOLO	2021-11	VR一体机	高通骁龙845	4K	72Hz	菲涅尔透镜	101	6DOF	-	-
华为VR Glass新版	中国	华为	2021-11	分体式VR	-	3.2K	90/70Hz	短焦	90	6DOF	166g	RMB999
HTC VIVE Flow	中国台湾	HTC	2021-10	分体式VR	高通骁龙XR1	3.2K	75Hz	超短焦	100	头6手3	189g	RMB3888
Pimax Reality	中国	Pimax	2021-10	VR一体机	高通骁龙XR2	12K	200Hz	复合透镜	200	6DOF	83g	USD2399
雪麒麟音乐VR	中国	傲雪睿视	2021-10	分体式/一体式VR	高通骁龙845	3.2K	90Hz	短焦	105	6DOF (接外设)	100g	-
曼恒数VR一体机 7光	中国	曼恒数字	2021-09	VR一体机	高通骁龙XR2	4K	90Hz	菲涅尔透镜	115	6DOF	-	-
骐骥	中国	趣立科技	2021-09	VR一体机	高通骁龙XR2	4K	90Hz	菲涅尔透镜	95	6DOF	-	-
奇遇3	中国	爱奇艺	2021-09	VR一体机	高通骁龙XR2	4K	90Hz	-	115	6DOF	340g	RMB3499
大朋P1 Ultra 4K	中国	大朋VR(DPVR)	2021-08	VR一体机	高通骁龙845	4K	-	菲涅尔透镜	94	3DOF	450g	RMB3899起
大朋P1 Pro行业入门版	中国	大朋VR(DPVR)	2021-07	VR一体机	高通骁龙B21	2.5K	70Hz	菲涅尔透镜	100	3DOF	-	RMB2299起
Pico Neo3	中国	Pico	2021-05	VR一体机	高通骁龙XR2	6.8K	98Hz	-	-	6DOF	395g	RMB2499
HTC Vive Pro2	中国台湾	HTC	2021-05	PC VR	-	5K	90Hz/120HZ	-	120	6DOF		RMB6888
HTC Vive Focus 3	中国台湾	HTC	2021-05	VR一体机	高通骁龙XR2	5K	90Hz/120HZ	-	120	6DOF	785g	RMB9888
Oculus Quest 2	美国	Meta(Facebook)	2020-10	VR一体机	高通骁龙XR2	3.4K	90Hz	菲涅尔透镜	-	6DOF	503g	USD299

Meta：利用社交生态，加大XR研发，扩展内容与应用生态

- **重金投资，打造Reality Labs，引领XR算法和技术：**自2019年9月起，包括Oculus在内的AR/VR团队被重新命名为Reality Lab，2021年Facebook有近一万名员工在从事VR/AR相关的工作，占全部员工比例近20%。我们预计，Reality Labs 在2021 年的研发费用大约为100 亿美元。
- **扶持XR内容生态，扩张XR的使用场景，包括提供虚拟居家场景的Horizon Home，虚拟远程会议和办公的Horizon Workroom，以及具有用户自主创作功能的游戏社交平台Horizon Worlds。** Meta近两年收购6家VR公司和游戏工作室不断丰富对于VR和游戏的内容制作能力，组建世界一流的研究开发人员和工程师团队。为打造开放世界和UGC平台，2021年10月，在Connect2021大会上，公司宣布将投入1.5 亿美元用于培育下一代创作者学习构建沉浸式虚拟内容。
- **研发触感手套等XR配套设备：**2021年11月16日Facebook发布了触感手套的最新研究进展，让使用者在VR世界中再现抓握物体或用手在表面上滑动等感觉，这是元宇宙的AR/VR大图的另一部分，将视觉、声音和触觉融合在一起，使增强的数字世界更加逼真。Reality Lab 在软制动器(actuators)和微流体的新兴领域（分别用于假肢和 PoC 诊断设备的技术）取得突破性进展，提高了触感手套的舒适度和使用感。

图： Messenger AR通话展示



图： Horizon系列应用



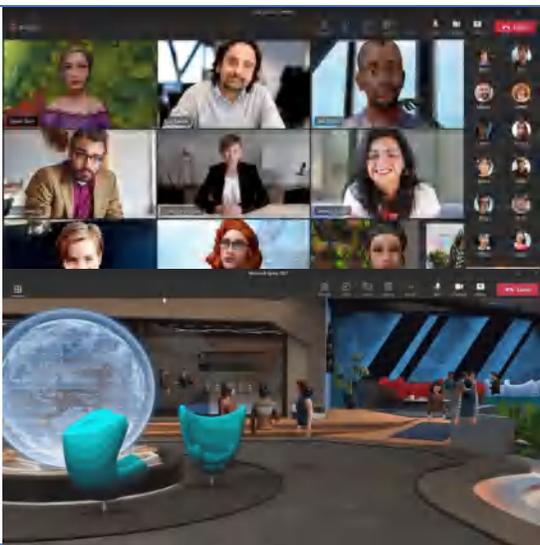
图： 触感手套的使用场景



微软：拥有成熟的MR产品HoloLens

- **Hololens是微软推出的一款较为成熟的具有MR功能的智能眼镜。**初代发布于2015年，二代发布于2019年。Hololens2通过采用蝴蝶式设计的表面浮雕光栅波导，得到了52°的视场角（FOV）。系统级芯片为高通骁龙850，同时搭载了全新的HPU2.0，2K分辨率，120hz刷新率。光学成像技术上，Hololens2选择了比较流行的折叠光路系统。
- **Hololens价格约为2.5万人民币，主要应用到办公、艺术和国防领域。**在办公领域，Hololens主要被用来展示四维数字化模型、培训员工业务操作、调用注释和操作复杂视图以完成远程协助、基于云计算的企业办公软件平台可视化、对现实世界进行测量和数据捕获、远程操作和运行机器设施、设计和制造一体化等。同时Hololens还可以连接Azure和Skype，以完成数据的上传、存储、实时共享和远程协作。2021年3月，Hololens获得美国军方价值219亿美元的合约，向陆军提供12万个定制Hololens耳机，以及相关的云和边缘计算服务。
- **Microsoft Mesh是微软推出的结合全息虚拟影像的协作与通信平台，可跨VR、AR、MR、PC和智能手机多种设备，实现元宇宙办公。**在Mesh平台上，用户可以跨越空间距离，远程以真人全息影像或3D虚拟形象的形式参与虚拟会议，和同事共同操作、设计可视化的数据和模型，沉浸式地与同事沟通协作以提高工作效率。同时，Mesh结合了Microsoft Azure和Microsoft Account来提高通过Mesh进行通信协作时，用户之间交互的便利性，以及账户、个人信息、工作数据存储的安全性。

图：微软 Mesh 与 Teams 的融合示意图 图：微软的AR产品HoloLens 2 及应用场景示意图



小鸟看看Pico：背靠字节跳动，加快发展速度

- **小鸟看看（英文名Pico），成立于2015年3月，是全球领先的具备独立创新和研发制造能力的VR/AR品牌。硬件产品包括Neo系列、G系列。其中Pico G系列定位为2000元价位段一体机VR消费产品，主打观影、轻交互的使用场景，代表产品为Pico G2 4K版，用户可以在Pico自研巨幕影院中选座观影，也可以在多人影院中边看边聊，还可以体验3DoF VR游戏。Neo系列产品支持头手6DOF交互，在游戏和商业应用领域等都有广泛的应用。最新一代产品Pico Neo 3采用高通骁龙 XR2 平台，拥有强大的数据处理能力和硬件驱动能力。轻松实现了4K 级别的高清屏幕分辨率，同时自研的 6DoF定位追踪算法配合丰富的光学传感器，不仅拥有超低延迟，而且空间定位更精准。软件产品包括Pico UI、PicoVR助手、Pico 游戏串流助手以及PicoVR开放平台。**
- **背靠字节跳动，Pico有望补齐算法与应用市场的短板而获得快速发展。**与Quest 2相比，我们认为Pico的主要差距在于算法（定位以及眼动追踪等）以及应用生态。被字节跳动收购后，Pico可利用字节的算法和软件开发团队，补齐相应的短板。Pico 2021年出货量约为50万台，我们预计2022年Pico的年出货增速可达100~200%。

图表：Pico Neo系列产品

©Pico



pico neo



pico neo2



pico neo3

图表：Pico Neo全新PUI智能识别高度与边界



宏达国际电子HTC：从高端设备入手，提供解决方案

- 宏达国际电子HTC源自中国台湾的跨国消费性电子产品公司，成立于1997年，是一家主要从事智能手机和虚拟现实（VR）设备的公司，还会从事穿戴式装置以及物联网（IoT）等业务。2017年，HTC的手机业务作价11亿美元打包出售给科技巨头谷歌，虽然保留了手机品牌和部分产品，但整体的发展重心已经转移，重金投入VR产业。
- 早在2015年，HTC董事长就已表态“VR是引领往后十年重要发展的产品”。随后，HTC联合电子游戏场商Valve推出了头戴式虚拟现实产品HTC Vive，同时也开始了软件生态建设，推出了在线应用商店Viveport。2021年，HTC在VR产品研发迭代、对外营销上已经下足了功夫：一季度推出了新一代Vive移动定位器和Vive表情侦测套件，二季度发布两款全新VR产品和VR商用解决方案，三季度推出旗舰型PC VR装置HTC Vive Pro 2和Styly VR创作平台。
- 元宇宙概念引爆后，HTC也围绕VR和元宇宙，进行了大量布局。一方面，21年9月，虚拟演唱会平台Beatday相继在PC端和移动端上线，单场价格大致定在60-130元不等，主要费用来源为定制头像和音乐会入场门票。线上演唱会受疫情波动小，能够节省大量人力、时间成本，具备可复制性和更容易进行流程化管理，获得了不少企业和消费者的青睐。另一方面，HTC计划发力VR社交，打算在原有的Vive Sync之外，再打造一个全新的元宇宙社交平台Viveport Verse，未来将对标Meta的Horizon Worlds。

图表：Vive Flow产品



图表：Vive Pro系列产品



图表：Vive Cosmos系列产品



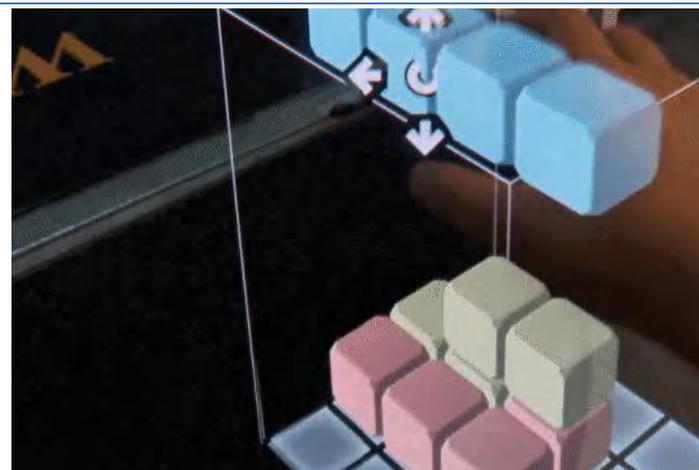
影创科技：自有产品+解决方案并行

- 影创科技集团成立于2014年8月，主要业务为混合现实、人工智能、半导体领域基础科学与应用技术及产品的研发。集团总部位于上海，在青岛、北京、重庆、成都、南昌、南京等多地设有产业基地，研发及生产场所占地面积超过2万平方米，实现全产业链布局，形成闭环生态。影创科技是高通集团在XR（扩展现实）行业全球最大的客户与技术合作伙伴之一。集团与中国移动、中国联通、中国电信三大运营商均达成合作，是中国移动“5G终端先行者产业联盟”、中国联通5G创新中心、中国电信智慧家庭生态圈重要成员。
- 影创科技拥有与微软HoloLens类似的MR产品，如鸿鹄系列以及Action One系列，售价都在2.5万元左右，主要用于B端市场。
- 影创科技一直致力于自然手势识别技术的研发。鲁棒性好、低功耗、低时延、视场角大，在行业中属于世界领先水平。影创科技的全自由度自然手势基于30个自由度以及用户个性化的手掌参数，为用户创造更“本能”更“真实”的交互体验，可以不受固定姿态的限制，以任意手姿势与虚拟对象进行交互，学习成本低。而手势识别功能的增加，在VR与AR相融合的时代，将提升用户的交互体验，VR设备的移动性及实用性都将逐步提升。
- 影创推出了自研的操作系统，通过Turn-Key模式对外输出技术能力。Tesseract OS集成上述所有自研算法与技术，从而实现高性能、低延迟、丰富功能，也是目前全球唯一能够提供一站式解决方案的操作系统。相信就像Windows之于PC，Android之于手机，Tesseract OS将赋能VR成为新生产力工具。趣立科技是影创集团对外输出Turn-Key方案的平台，在底层算法和技术方面有雄厚积累，是国内唯一一家提供VR/AR全栈产品级算法与系统的公司，并将这些技术开放授权给合作伙伴。

图表：影创的产品Action One



图表：影创的自然手势识别系统



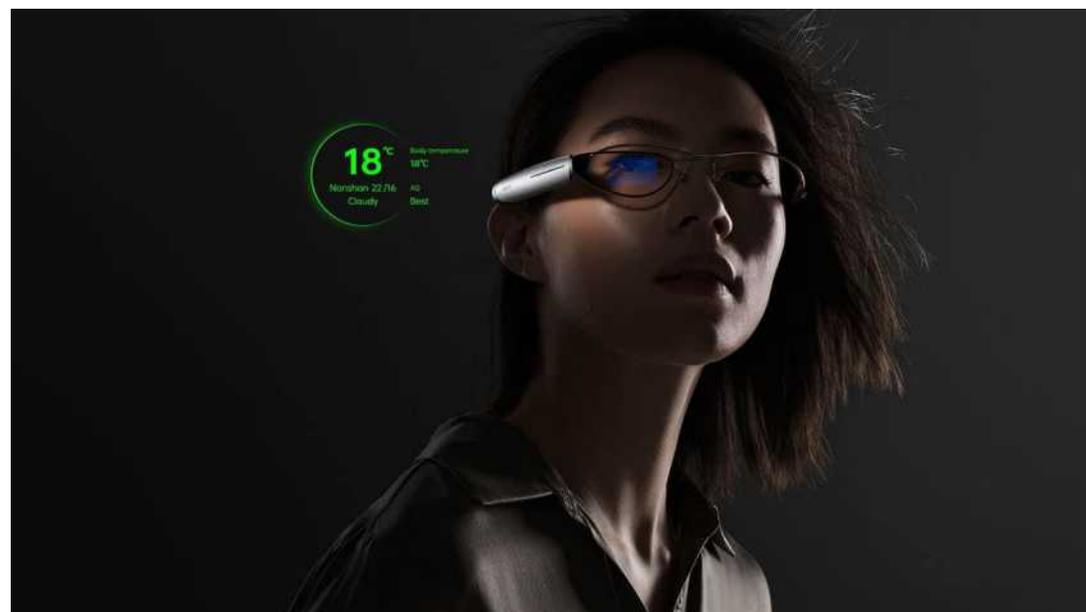
图表：影创的MR会议系统



OPPO：布局轻量级AR产品，进行市场化尝试

- **OPPO**采用与手机联动、注重便携的思路可能为**AR**眼镜带来更快的普及。OPPO推出多款AR眼镜，也是目前国内手机厂商中唯一一家已经向开发者批量提供AR眼镜开发样机的厂商。公司在2019年的未来科技大会上发布了首款AR眼镜，并于2020年再次推出了第二代AR眼镜产品OPPO AR Glass，采用了全新的“分体式”产品形态，但这款产品并没有在C端市场获得很强的关注度。OPPO于 Oppo Air Glass预计于2022年第一季度登陆中国大陆市场，这是公司探索扩展现实(XR)可能性的突破性尝试，力求创造一款消费者真正负担得起的智能产品。Oppo Air Glass重量为30克，设计简约，是一款配备触控条的单眼波导设备，其设计灵感来自蝉的翅膀。用户不仅可以安装不同的应用程序，如天气、日历、导航等，也设计了应用程序提词器，允许自适应显示文本。

图表：Oppo Air Glass产品





- 1、XR概览：2021年出货量已超千万，2022年增速有望突破100%

- 2、硬件：减重+提升观看效果，提升用户渗透率

- 3、软件：提高内容丰富度，搭建生态系统

- 4、整机组装：延续消费电子产业逻辑

- 5、XR品牌：国外品牌领先，国内有望快速跟进

- 6、风险提示

- **技术风险：**XR技术研发所需时间具有不确定性，技术路线尚未确定，尚不存在先发优势。
- **法律风险：**虚拟世界监管缺失导致出现法律漏洞；利用XR进入元宇宙的用户行为规范未确立，需要相关法律规范。
- **元宇宙仍处于发展早期，相关公司存在炒作概念风险。**

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于大盘5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对大盘-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于大盘5%以上。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街5号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园