

当元宇宙遇上半导体：基础设施投资

华泰研究

2022年1月19日 | 中国内地

深度研究

元宇宙建设，信息基础设施先行

我们认为一个能提供良好用户体验的元宇宙需要长期的信息基础设施投资。元宇宙基础设施主要包括互操作系统、价值结算系统、信息基础设施、内容生产系统等环节。参考移动互联网的发展规律，我们认为元宇宙投资会沿着引擎芯片等设施、AR/VR终端、元宇宙平台、应用的顺序发展。建议投资人关注（1）提供底层支撑的高性能计算芯片和服务器（工业富联），（2）提供深度沉浸体验的近眼显示（京东方），（3）摄像头等传感器（舜宇，韦尔，歌尔），（4）提供高速率低时延通信的光模块（中际旭创）和边缘计算企业。

高性能计算芯片：元宇宙有望大幅提升AI、图像渲染、区块链需求

我们认为完全沉浸式的虚拟环境需要高性能计算作为底层基础设施支撑，在元宇宙需求的推动下，数据中心作为计算和存储的重要硬件设施将有望保持10%以上增速，带来高性能计算方面三个主要投资机会：1) 人机交互、语音语义方向的应用将逐步走向成熟，对应AI芯片需求提升；2) 云端渲染将逐步代替终端渲染，突破三维建模、图形渲染等应用面临的终端硬件限制，对应所需GPU等架构下的高性能计算芯片需求持续增加；3) 去中心化趋势明显，带动分布式计算日平均算力使用量的提升，对应存储需求持续扩张。

近眼显示：硅基OLED/MicroLED被寄予厚望

AR/VR作为元宇宙与物理世界的两种接口，最直观的区别在于是否能够通过自然光观察外部环境，这也对显示系统提出了不同的要求。VR旨在为用户提供沉浸体验，当前显示系统主要采用Fast-LCD屏，而硅基OLED屏因为清晰度高、对比度好、功耗低、超轻薄、响应速度快等优势，有望在苹果第一代MR高端产品中得到应用。AR要求为用户展现虚拟影像和真实世界相结合的场景，整体显示系统更加复杂，且技术路线众多，但目前都存在亮度、对比度、光机体积等痛点。目前来看MicroLED+光波导的方案与AR产品设想最贴近，被行业寄予厚望。

交互传感器：人机交互方式拓展带来增量机会

过去三十年，人机交互方式随着计算平台的变革而迭代，持续向人类本能交互方式进化。我们看到元宇宙时代，VR/AR或成为新一代计算平台，带动人机交互从2D到3D，从图形命令界面到手势、眼动、语音等持续升级。交互方式的升级，需要更多样信息的支撑，为运动类、生物类、环境类各型传感器提供增量机会，摄像头，ToF、LiDAR、工业三维测量技术等3D感知视觉技术，加速计、陀螺仪、磁强计、振动传感器等运动类传感器，肌电测量电极、血压、血氧传感器等都有广泛的应用空间。

通信光模块与边缘计算：支持内容高速率低时延的传输

通信是元宇宙发展的重要基础设施。随着云渲染等应用持续渗透，针对元宇宙“低时延、沉浸感”的特征，未来网络与计算将深度融合发展，实现云边端的高效协同，为用户带来极致体验。光模块作为传输的基础，将从400G向800G迭代以满足网络带宽的持续增长及实现网络架构的平稳过渡；同时在元宇宙的需求下，算力快速增长将推动边缘计算将持续增长。

风险提示：元宇宙技术开发进度不及预期，疫情升级致3C需求不及预期，创新品渗透不及预期。

电子 增持 (维持)
通信 增持 (维持)

研究员 **黄乐平, PhD**
SAC No. S0570521050001 leping.huang@htsc.com
SFC No. AUZ066

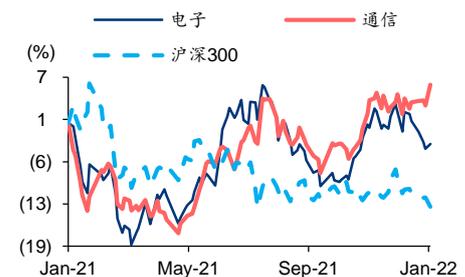
联系人 **姚逊宇**
SAC No. S0570121060040 yaoxunyu@htsc.com

联系人 **王兴**
SAC No. S0570121070161 wangxing@htsc.com
+86-21-38476737

联系人 **黄礼悦**
SAC No. S0570121070191 andrewhuang@htsc.com
SFC No. BRH099

联系人 **陈钰**
SAC No. S0570121120092 chenyu019111@htsc.com

行业走势图



资料来源：Wind，华泰研究

重点推荐

| 股票名称 | 股票代码 | 目标价 (当地币种) | 投资评级 |
|--------|-----------|------------|------|
| 工业富联 | 601138 CH | 19.04 | 买入 |
| 歌尔股份 | 002241 CH | 69.00 | 买入 |
| 舜宇光学科技 | 2382 HK | 255.00 | 买入 |
| 韦尔股份 | 603501 CH | 321.00 | 买入 |
| 京东方A | 000725 CH | 5.88 | 买入 |
| 中际旭创 | 300308 CH | 49.17 | 买入 |

资料来源：华泰研究预测

正文目录

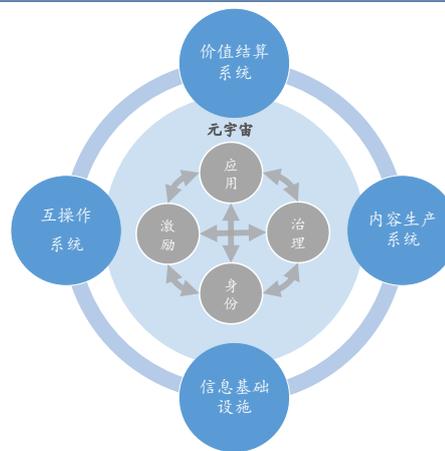
| | |
|--|----|
| 元宇宙投资，半导体先行..... | 3 |
| 方向 1：元宇宙有望大幅提升 AI、图像渲染、区块链需求 | 7 |
| 机会 1：元宇宙高算力提升数据中心及高计算芯片等基础硬件需求 | 8 |
| 机会 2：元宇宙将端游体验推向手游，推高渲染相关 GPU 用量 | 9 |
| 机会 3：分布式记账和存储：以太坊生态加速繁荣，催生存储需求 | 10 |
| 方向 2：近眼显示成为新增长点 | 12 |
| VR 显示：Fast-LCD 是目前主流，硅基 OLED 有望在苹果 MR 实现商用 | 13 |
| AR 显示：多种技术处于研发阶段，Micro LED 被寄予厚望 | 14 |
| 方向 3：交互方式拓展带来传感器增量机会 | 16 |
| 方向 4：元宇宙时代光模块和边缘计算有望迎来快速增长 | 19 |
| 5G 融合云边端构筑构建计算网络基础设施，助力 VR/AR 行业普及 | 19 |
| 光模块及边缘计算在元宇宙推动下快速增长 | 20 |
| 推荐公司表 | 22 |
| 风险提示 | 23 |
| 文中其他提及公司 | 24 |

元宇宙投资，半导体先行

我们认为，一个技术成熟、稳定运转的元宇宙仍需要 5-10 年的软硬件基础设施建设。人们理想中的元宇宙指一个脱胎于现实世界，又与现实世界平行、相互影响，且始终在线的虚拟世界，能够为用户提供沉浸式娱乐体验和-content 社区综合体。当前我们仍然处于元宇宙的概念期，离这样的设想仍然十分遥远。想要建成这样一个成熟的虚拟世界仍然需要持续的 5-10 年的基础设施建设。

基础设施建设主要聚焦于互操作系统、价值结算系统、信息基础设施、内容生产系统四个方向。我们认为元宇宙世界将由包括应用、治理、身份、激励的一系列要素构成，而这些要素都需要建立于基础设施上，未来主要建设方向包括互操作系统（ARVR 终端）、价值结算系统（区块链）、信息基础设施（数据中心、云计算、通信光模块、边缘计算）、内容生产系统（游戏引擎等）四个方向。

图表1：元宇宙架构

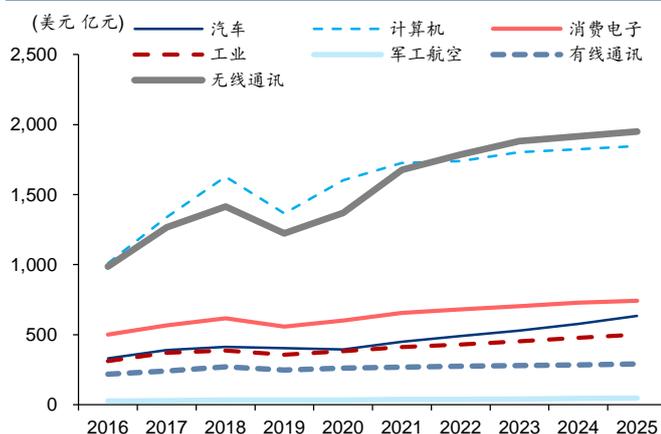


资料来源：万向区块链，华泰研究

4G 时代设备商、手机终端等板块建设率先进行。回顾 4G 时代，从产业链角度看，历史上板块发展顺序依次为设备商（华为、爱立信、中兴、诺基亚），手机终端（华为、苹果），电信服务（中国电信、中国联通）与移动互联网应用（腾讯、阿里巴巴、京东、百度）。

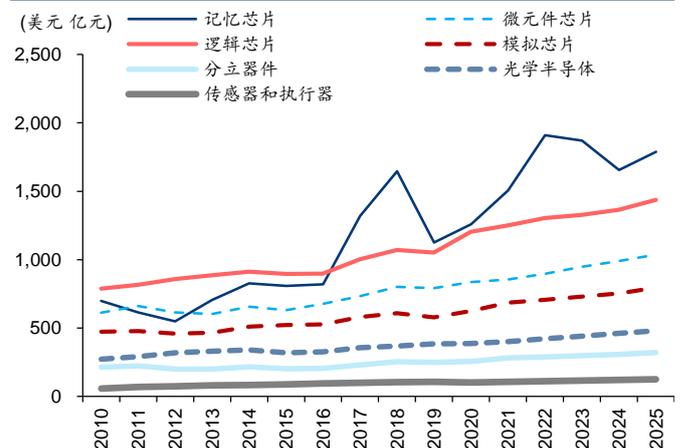
半导体需求随 4G 普及持续扩张。引领生活方式发生改变的是科技硬件的持续创新和随之而来的半导体需求的不断扩张。过去五年，随着 4G 的普及，移动互联网平台的成熟，以及 5G+AI 的不断渗透，无线通讯与计算机领域半导体销售额持续大幅增长。根据 IDC，2016 年全球半导体行业销售额约 3,384 亿美元，2021 年达 5,224 亿美元，CAGR 为 9%。

图表2：2016-2025E 年全球半导体销售额（按下游应用）



资料来源：IDC，华泰研究

图表3：2010-2025E 全球半导体销售额（按上游分类）



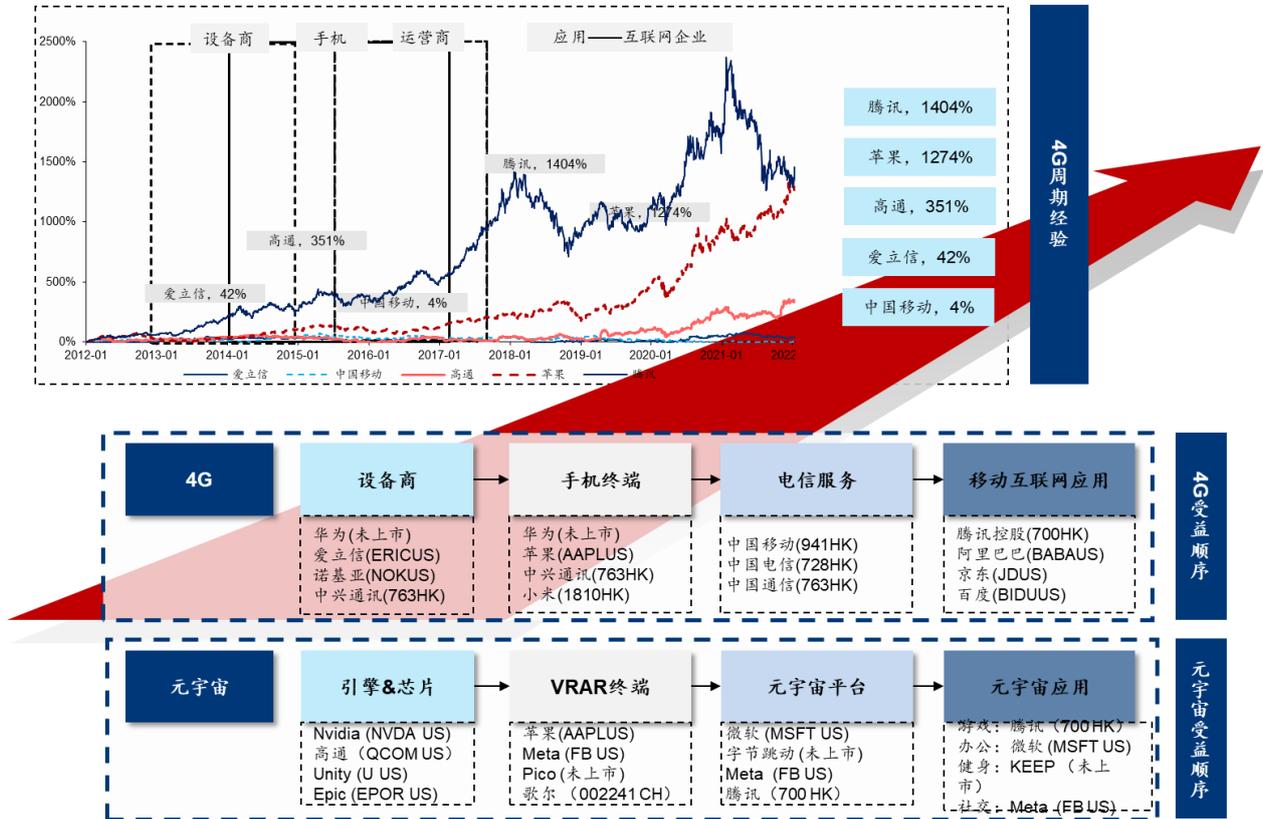
资料来源：Omdia，华泰研究

找报告，上“数据理河”

微信小程序、知识星球、www.bj-xinghe.com、微信群（18610100296）同步分享更新

类比 4G 时代，我们认为元宇宙相关硬件基础设施如引擎和芯片、VRAR 终端发展也将率先开始，带来半导体需求的继续扩张。类比 4G 时代，我们认为元宇宙产业链板块的发展顺序将会为软硬件设备商（英伟达，高通，Epic，Unity），VRAR 终端（苹果，Meta），元宇宙平台（微软，字节跳动，Meta，腾讯），以及元宇宙应用（微软，腾讯，Keep，Meta 等）。硬件基础设施和 VRAR 终端的率先铺开将显著带动半导体需求，根据我们测算，2021-2030 年间，全球半导体市场仍会维持 5% 左右的复合增速。

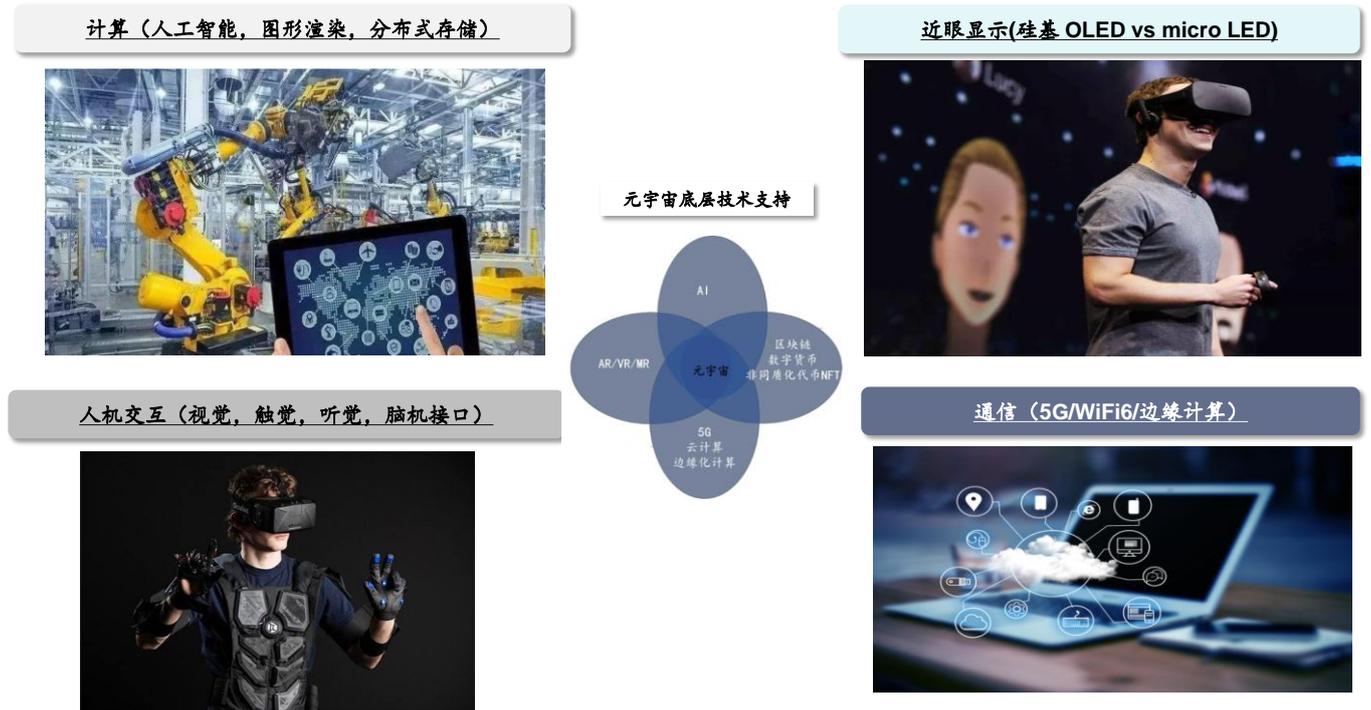
图表4：从 4G 看未来投资机会



资料来源：Wind，华泰研究

具体来看，元宇宙对计算/近眼显示/人机交互/通信四个方向提出了全新的需求。我们认为元宇宙的底层核心技术包括 AI/区块链/通信技术/硬件接口。随着各类技术的持续投入和元宇宙应用拓展，从信息硬件基础设施角度来看，分别对高新能计算/近眼显示/人机交互/通信四个方向提出了全新的需求：需要高性能计算作为底层基础设施支撑生产出高质量的虚拟内容，需要的高带宽、灵活调度的通信能力支持内容高速率低时延的传输，需要多样化的传感器为人机交互和内容生产提供海量数据，需要高性能的近眼现实屏幕提供更具有沉浸感的体验。

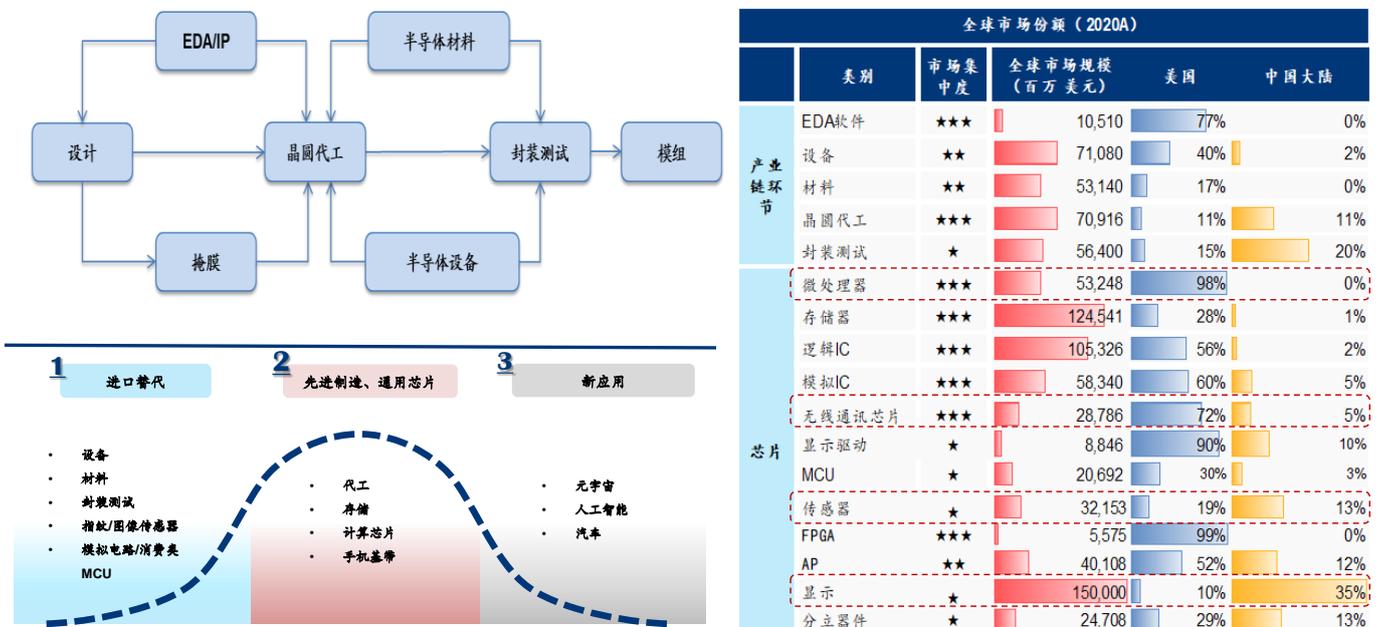
图表5：元宇宙信息基础硬件设施建设方向



资料来源: Questmobile, 华泰研究

对应微处理器、无线通讯芯片、传感器、显示相关半导体投资机会。与4G/5G/ AI时代一致，元宇宙终端需求的升级也将带动半导体应用的扩张，显示、微处理器、无线通讯芯片、传感器等行业国内外厂商都将迎来成长机会。

图表6：半导体企业的元宇宙机会在哪里：计算，显示，感知，通信



资料来源: IDC, 华泰研究

图7：相关产业链公司梳理

| | 发展方向 | 中国相关产业链公司 | 全球相关产业链公司 |
|-------|------------------|--|--|
| 高性能计算 | GPU 等 | | 英伟达 (NVDA US) 英特尔 (INTL US) 超威半导体 (AMD US) 以太坊 (PESTH) |
| 近眼显示 | Micro LED | 三安光电 (600703 CH) 京东方 (000725 CH) TCL (000100 CH) 友达光电 (2409 TT) 群创光电 (3481 TT) 华灿光电 (300323 CH) | LG Display (034220 KS) 首尔半导体 (046890 KS) 三星 (005930 KS) |
| | 硅基 OLED | 利亚德 (300296 CH) 京东方 (000725 CH) 合肥视涯 (未上市) 奥雷德 (未上市) 国兆光电 (未上市) 创视界光电 (未上市) 清越科技 (未上市) 湖畔光电 (未上市) | LG Display (034220 KS) 索尼 (6758 JP) eMagin (EMAN US) Kopin (KOPN US) Microoled (未上市) |
| 传感器 | RGB/ToF/眼动追踪摄像头 | 舜宇光学 (2382 HK) | LG Innotek (011070 KS) |
| | 红外传感器 | 韦尔股份 (603501 CH) | AMS (AMS AG) |
| | 磁力计 | 歌尔股份 (002241 CH) | STM (STM US) |
| | 麦克风 | 高伟电子 (1415 CH) | Primax (2336 TT) |
| | 马达 | | 大立光 (3008 TT) |
| | 其他运动类、生物类、环境类传感器 | | 玉晶光 (3406 TT) |
| 通信 | 硅光模块 | 亨通光电 (600487 CH) | 英特尔 (INTL US) |
| | 边缘计算 | 网宿科技 (300017 CH) | 思科 (CSCO US) |
| | | 光迅科技 (002281 CH) | Fastly (FSLY US) |
| | | 芯旻科技 (未上市) | Oudflare (未上市) |

资料来源：彭博，华泰研究

方向 1：元宇宙有望大幅提升 AI、图像渲染、区块链需求

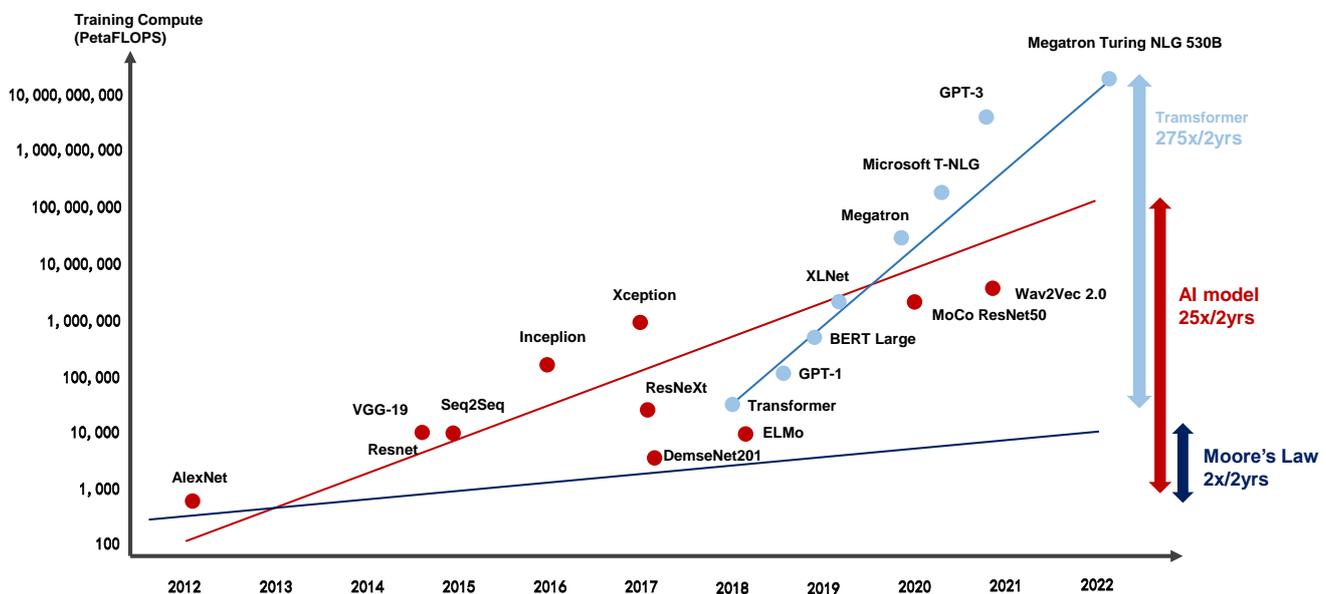
在深度学习理论等算法，大数据，以及 GPU 等新芯片架构的发展的推动下，过去几年高性能计算实现质的飞越。而元宇宙虚拟和现实的创作和体验也需要高性能计算作为底层基础设施支撑。元宇宙推动下，数据中心作为计算和存储的重要硬件设施将有望保持 10% 以上增速，打破周期性波动。算力需求推动 AI 芯片市场持续扩大，国内创业公司有望打破国际大厂垄断迎来机遇。游戏作为最接近元宇宙的应用形态，有望通过云游戏的方式将本地渲染搬移到云端，降低对终端硬件设备算力的要求，将端游体验推向手游。而我们认为，云游戏将是一个突破口，未来更多应用的出现都将带来算力上的庞大需求，从而在形态上相较过去有新的变化。此外，随着元宇宙、NFT、Web3.0 的繁荣，区块链技术被广泛应用，将会促使 IPFS 带动存储需求，从而带来 SSD 相关的存储需求。

高性能计算趋势（HPC）：数据膨胀，算力、算法迭代更新速度加快

根据 OpenAI 测算，自 2012 年以来，全球头部 AI 模型训练算力需求 3、4 个月翻一番，每年头部训练模型所需算力增长幅度高达 10 倍。算力革命超越摩尔定律，对应集成电路中的晶体管数量大约每两年翻一番。深度学习正在逼近现有芯片的算力极限，人工智能发展正在进入加速阶段。随着运算规模的不断扩大，预训练模型在文本、图像处理、语音、视频等领域实现突破性进展，2020 年 OpenAI 以 1750 亿参数的 GPT-3 直接将参数规模刷到千亿级别，而微软和英伟达在 2021 年 11 月联手发布了 5300 亿参数的 Megatron-Turing 自然语言生产模型（MT-NLG）再次突破极限，模型进化速度再不断加快，成为元宇宙的主要支撑。

英特尔高级副总裁 Raja Koduri 在英特尔 RTC 2021 上表示，理想中元宇宙可供数十亿人实时访问，因此需要将计算能力从目前最先进水平再提高 1000 倍。现在虽然处在元宇宙旅程的最初阶段，但从开始就会呈指数级增长，并期待在接下来的 5-6 年看到从 1% 到 90% 的发展。

图表 8： AI 训练模型算力增速超越摩尔定律



资料来源：NVIDIA 2021GTC，华泰研究

元宇宙场景下，AI、图像渲染、区块链成为高性能计算的主要用途。元宇宙所需要达到的完全沉浸式虚拟环境，要求对底层海量资源调动更加高效。从元宇宙架构上看，芯片、服务器、区块链等核心资源将充分受益，算力需求将持续扩大。元宇宙在高性能计算方面的投资机会主要把握三个方向：1) 深度学习和机器视觉技术发展程度相对较高，而自然语言处理技术仍在提升阶段，未来在人机交互、语音语义方向的应用将逐步走向成熟，对应 AI 芯片和应用场景落地需求提升；2) 相较于传统场景，元宇宙更注重三维立体效果，需要应用三维建模、图形渲染等通用技术，随着所需 GPU 算力提升，类似云游戏的云端渲染可快速突破硬件限制；3) 去中心化趋势明显，存储需求扩大，带动以太坊日平均算力使用量的提升。

图表9：元宇宙在高性能计算方面投资机会



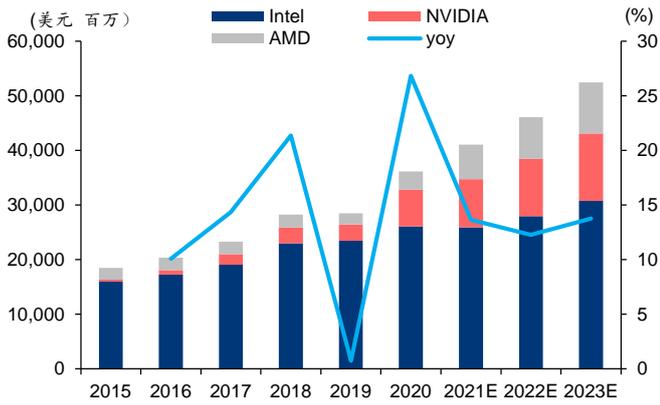
资料来源：NVIDIA 2021GTC，华泰研究

机会 1：元宇宙高算力提升数据中心及高计算芯片等基础硬件需求

数据中心回暖，全球超过 400 亿美金市场，是支撑元宇宙发展的重要基础设施。目前数据中心成为主要的 AI 算力落脚点，主要承载元宇宙新应用所需的计算、存储等需求，以支撑虚拟世界和现实世界的融合。根据 Factset 一致预期，Meta、苹果、谷歌及微软四者合计资本开支 2021/2022 年有望分别同比增长 24%/22%，其中 Meta 拟加码在元宇宙、数据中心等领域的投入，2022 年资本开支同比增幅预计达 52% (2021E: +26%)。下游资本开支拉动数据中心呈现快速发展趋势，预计 NVIDIA、Intel 和 AMD 三家公司在数据中心方面的收入在 2022 年将接近 450 亿美元，年平均增速将保持在 10% 以上。

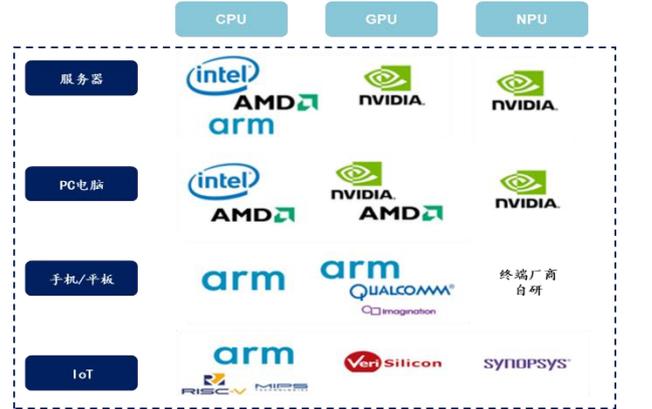
在 AI 元宇宙等新应用推动下，数据中心用高计算芯片(HPC)也呈现加速发展趋势。服务器和数据中心用的处理器芯片市场规模不断增长，目前计算仍主要依赖 CPU。随着 AI 算力需求的提升，数据中心算力呈现多样化趋势，主要用于 AI 计算的 GPU 或 ASIC 占比不断提升。据我们测算，目前全球服务器 GPU 占据服务器级处理器的市场份额小于 20%，预期未来三年 CAGR 约为 25%。目前我们看到，一方面英伟达等龙头厂商正积极从计算芯片提供商，向元宇宙和人工智能软件平台提供商拓展。另一方面，中国也出现了大量创业公司致力于 AI 芯片设计。这些企业通过和客户合作克服英伟达的软件壁垒，长期有望在快速扩大的 AI 芯片市场取得一定份额。

图表10: Intel、英伟达、AMD 数据中心收入及增速彭博一致预期



资料来源: 彭博, 华泰研究

图表11: 各厂商芯片产品布局

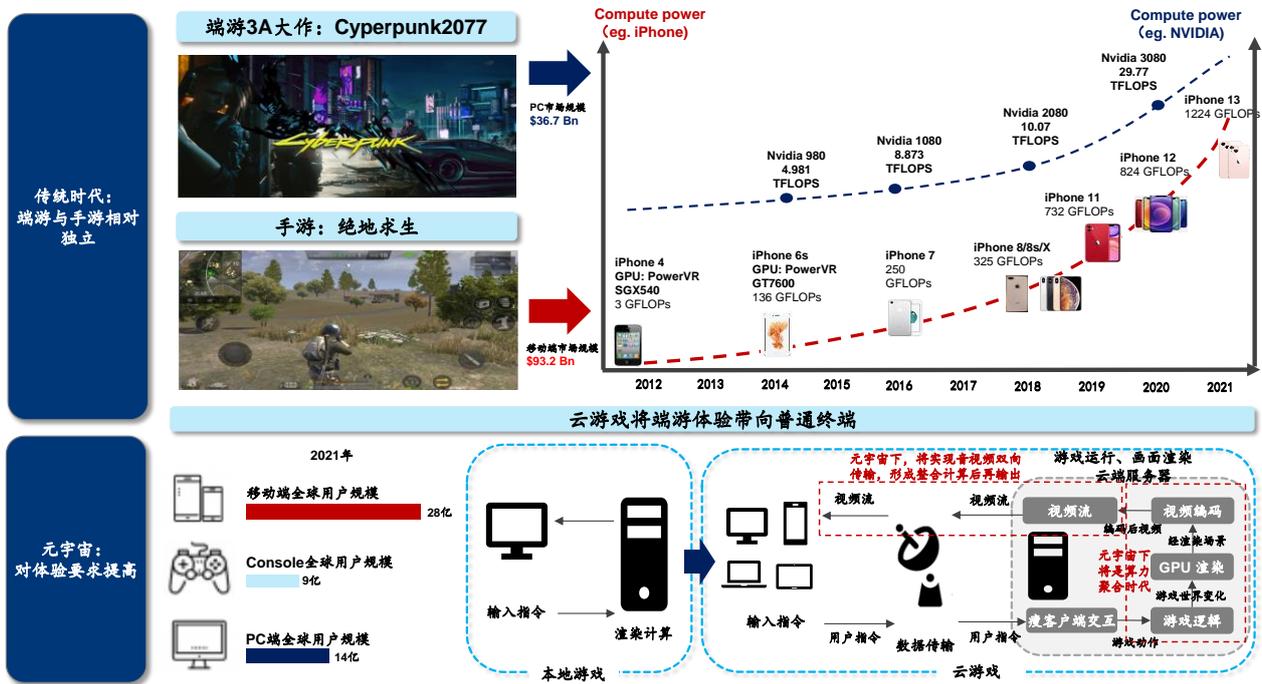


资料来源: 各公司官网, 华泰研究

机会 2: 元宇宙将端游体验推向手游, 推高渲染相关 GPU 用量

目前全球移动端游戏用户已经成长为 PC 端游戏用户人数的两倍, 伴随游戏向重度游戏发展, 对于硬件设备的性能要求愈发提高, 硬件配置成为玩家获得优质游戏体验的一大门槛。过去十年间手机芯片算力从 iPhone4 的 3GFLOPS 提升至 iPhone13 的 1224GFLOPS, 与 PC 显卡算力差距保持 40 倍左右。云游戏将端游体验带动终端, 强调将大量渲染所需算力从本地迁移到云端, 可快速实现硬件设备的限制, 用手机即可流畅运行 3A 大作; 同时云游戏的高同步性使得在各个终端获得“无缝切换”的游戏体验, 无需下载, 点开即玩。云端服务器也能更好地对游戏所需算力进行充分分配, 减少冗余算力消耗, 节约了整体成本。作为元宇宙最早实现的载体, 未来云游戏将在算力聚合、音视频整合计算双向传输等方向不断完善。

图表12: 元宇宙将端游体验推向手游

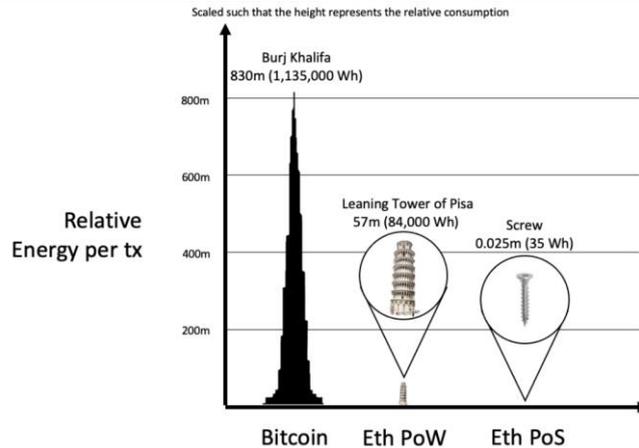


资料来源: NVIDIA, Apple, 华为官网, 华泰研究

机会 3：分布式记账和存储：以太坊生态加速繁荣，催生存储需求

区块链作为元宇宙的基础设施之一，具有去中心化，安全，可信等特点。其中与元宇宙联系最紧密的当属以太坊，历经 6 年发展，以太坊已然成为最重要的区块链基础设施之一。从 2015 年以太坊网络启动到 2020 年以太坊 2.0 上线，以及 2021 年的持续发展。以太坊经历 The DAO 事件、企业级以太坊联盟成立、ICO 泡沫、DApp 游戏热潮、DeFi 兴起、NFT 兴起等多个关键节点，其公平性、灵活性、简洁性等特点组件深入人心，大量企业开始基于以太坊开发应用。同时以太坊也在致力于从 PoW（工作量证明）切换到 PoS（权益证明），届时全网能耗将降低至少 99.95%，进一步推动以太坊生态繁荣。

图表13：比特币及以太坊每笔交易能耗



资料来源：ethereum，华泰研究

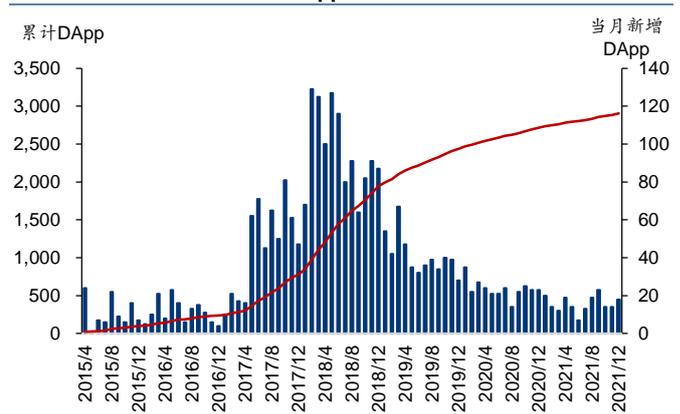
以太坊 DApp 变化明显，NFT 占据榜首。DApp 是基于区块链的去中心化应用，截止 2022 年 1 月 10 日，全球 DApp 总数达到 3853 个，其中 2903 个基于以太坊，占比高达 75.3%。DApp 生态也在朝着多样化方向发展，Top10 排行榜中，由 2020 年的金融、交易所为主发展到 2021 年 NFT、金融、DeFi、游戏、交易所等多种类别共同发展。其中 NFT 交易平台 OpenSea 占据榜首。

图表14：2020年12月~2022年1月top10以太坊应用

| 项目名称 | 分类 | 7日链上交易额 (ETH, 2020/12/28) | 项目名称 | 分类 | 7日链上交易额 (ETH, 2022/01/06) |
|-----------|------|---------------------------|----------------|------|---------------------------|
| MakerDAO | 金融 | 171,360 | OpenSea | NFT | 269,642 |
| NEST | 金融 | 152,600 | Oasis | 金融 | 169,449 |
| Compound | DeFi | 144,940 | Solstarter | DeFi | 68,829 |
| Aave | 金融 | 80,210 | ShibaTokenGift | 游戏 | 61,440 |
| Tokenlon | 交易所 | 63,340 | Compound | DeFi | 55,237 |
| dYdX | 交易所 | 35,020 | Lido | DeFi | 25,638 |
| Uniswap | 交易所 | 6,056 | Crypypunks | 交易所 | 18,967 |
| dice2.win | 博彩 | 5,300 | Disperse | 金融 | 4,279 |
| Disperse | 金融 | 4,650 | SuperRare | 交易所 | 1,639 |

资料来源：State of the DApps，华泰研究

图表15：2015-2021 以太坊 DApp 数量变化



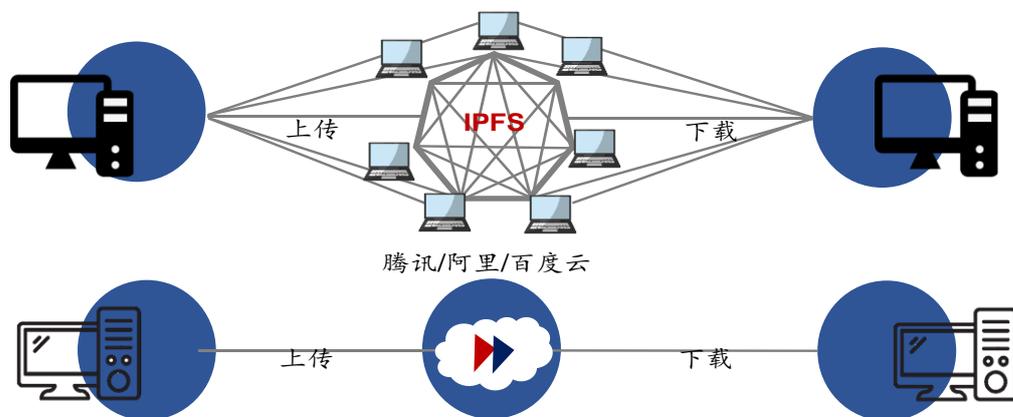
资料来源：State of the DApps，华泰研究

NFT 支撑元宇宙数字资产确权。NFT 全称 non Fungibletoken，中文一般翻译为“非同质化通证”。是基于区块链发行的数字资产，其产权归属、交易流转都被记录在了不可篡改的分布式账本上。未来，万物皆可 NFT。无论是艺术品、收藏品、游戏道具、域名、门票，还是任何具有独特性的财物，都可以通过上链成为 NFT。NFT 的出现，让元宇宙中每个人都可以轻易拥有数字物品的所有权。NFT 不仅有唯一、不可篡改、永久保存的特点，最主要解决了数字物品的产权确权和交易流转等问题，从而扩大了流通范围，进而提升了流动性。同时随着 NFT 的兴起，也带来了相关的存储需求。

IPFS 催生存储需求。从用户被动接受内容的 Web1.0 到用户参与创建互联网内容的 Web2.0，流量入口与利益分配均被各个互联网巨头公司把控。同时作为一个中心化系统，在出现安全漏洞时，服务器这个中心节点出现单点故障的影响也会波及到整个用户群。作为元宇宙搭建的重要一环，Web3.0 是一个去中心化的网络形式，每一个人都是网络建设的参与者，数据去中心化存储、无法篡改、信息加密等特点。相比于中心化存储更加安全，可信。同时作为 Web3.0 数据存储的核心技术，IPFS(星际文件系统)是一个基于区块链的分布式存储系统。NFT 相关的文件，如艺术品的图片文件，也可存储在 IPFS 网络上。

在传统的中心化存储系统上，用户上传和下载数据均与服务器进行交互。而在 IPFS 上，用户上传和下载数据会与整个网络上的众多节点进行交互。在存储用户上传的数据时，相同数据只会存储一次，这一点与传统的百度云等网盘节省空间的策略相同。但为了摆脱中心化系统所带来的风险，IPFS 需在多个节点上复制相同的数据文件，以保证当部分节点下线之后文件依然安全且在线。我们认为未来随着元宇宙、NFT、Web3.0 的繁荣，将会促使 IPFS 带动存储需求，带来 SSD 相关的存储需求。

图表16： IPFS 原理演示



资料来源：云际解说，华泰研究

方向 2：近眼显示成为新增长点

大尺寸显示领域目前以 LCD 为主，2020 年全球市场规模约为 690 亿美金。21 世纪 LCD 逐渐取代 CRT 成为大尺寸显示市场的主导技术。LCD 较 CRT 在成像质量和体积等方面存在明显优势，目前仍然是电视、PC 等大尺寸领域的主流显示技术。根据 Omdia 的数据，2020 年大尺寸显示市场规模达 690 亿美金，LCD 出货量份额占比达 98.9%，主要厂商及对应份额为京东方（27.0%）、群创光电（15.1%）、LGD（13.9%）、友达光电（13.6%）、TCL（5.6%）等。

OLED 在小尺寸显示领域中的渗透率不断提升，2020 年全球智能手机显示市场规模为 430 亿美金。LCD 是小尺寸领域最早的显示技术，三星于 2010 年发布第一款搭载 OLED 屏幕的手机，由于其质量体积、对比度及色彩表现较 LCD 更好，且具备可弯曲的特点，OLED 在智能手机中的地位迅速提升，苹果在 iPhone X 首次采用 OLED 屏幕后沿用至今。目前 OLED 屏幕被广泛应用于智能手机、智能手表、笔记本电脑、VR 等设备。根据 Omdia 的数据，2020 年全球智能手机显示市场规模达 430 亿美金，2021 年搭载 OLED 的智能手机出货量占比约 39.9%，Omdia 预计 2025 年将增长至 43.8%，目前智能手机面板厂商主要包括三星、京东方和 LGD 等，2020 年按营收市场份额分别为 50/15/8%。

微显示领域存在较大成长潜力，将成为全球显示行业新增长动能。微型显示器指具有微型尺寸（小于 1 寸）和足够分辨率（4K、8K）的小型化显示单元，主要技术包括 LCoS、DLP、LCD、硅基 OLED 及 Micro LED 等。由于其尺寸小、便携性等特点主要用于近眼式显示系统和投影显示，在军事、VR/AR、工业、安防、医疗等领域有广泛的应用。根据 QY Research 的数据，2020 年全球微显示市场规模为 7.3 亿美金，与大尺寸及小尺寸市场规模相比仍然较小。由于 TV、PC、智能手机等传统显示应用领域为成熟市场，其市场规模增长较为缓慢，微显示领域作为新兴市场，有望借 VR/AR 的快速放量实现高速增长，根据 IDC 的数据，2020 年全球 VR/AR 出货量分别为 555/29 万台，我们预计 2025 年将分别增长至 5,000/500 万台，CAGR 分别为 55%/77%。我们认为微显示将是未来显示行业的新增长动能。我们观察到索尼、eMagin、奥雷德、合肥视涯、三安光电等厂商正在微显示领域大力布局。

图表 17：全球显示行业演变、技术路线、市场规模及主要厂商

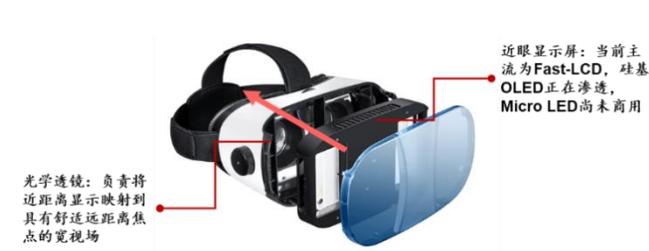


资料来源：IDC, Omdia, QY Research, IHS, 华泰研究

VR 显示：Fast-LCD 是目前主流，硅基 OLED 有望在苹果 MR 实现商用

Fast-LCD 为当前 VR 主流显示技术。VR 显示系统主要包括光学透镜及近眼显示屏，光学凸透镜作用在于增大视角、将显示屏的画面放大、增强立体效果。早期由于没有 VR 专用显示方案，OLED 脱颖而出，2016 年推出的 Oculus Rift 和 HTC Vive 均采用双 AMOLED 方案，OLED 为自发光原理，其响应速度较快，可有效减少画面延迟，同时对对比度优异，但缺点在于分辨率不足而造成“纱窗效应”，同时成本较高。2020 年 Oculus Quest 2 推出，采用单块 Fast-LCD 方案替代上一代 Quest 的 OLED 方案，明显改善分辨率不足的问题，同时具备低成本的优势，响应时间上也能基本满足市场需求，目前已成为 VR 主流显示技术。

图表18：VR 显示系统及原理



资料来源：Oculus 官网，华泰研究

图表19：VR 近眼显示技术路径



资料来源：各公司官网，华泰研究

Fast-LCD 技术仍有痛点，中短期硅基 OLED 有望逐步成为主流显示技术。Fast-LCD 作为被动显示技术，痛点在于质量较重且体积大，并且在对比度、视角、功耗、响应速度等方面仍存在不足，无法完全满足现有 VR 需求。硅基 OLED 采用成熟集成电路 CMOS 工艺，并结合了 OLED 技术的优点，相比于 Fast-LCD 具有 1) 轻薄；2) 高分辨率 (4K-8K)；3) 高对比度 (100,000:1)；4) 低功耗；5) 工作温度范围宽 (-50~70 摄氏度)；6) 响应速度快等优势。我们预计硅基 OLED 有望在苹果 MR 实现商用，中短期来看硅基 OLED 渗透率将会提升，有望取代 LCD 成为 VR 主流显示技术。eMagin 预计 2025 年采用硅基 OLED 方案的 VR/AR 设备出货量占比将超过 40%。

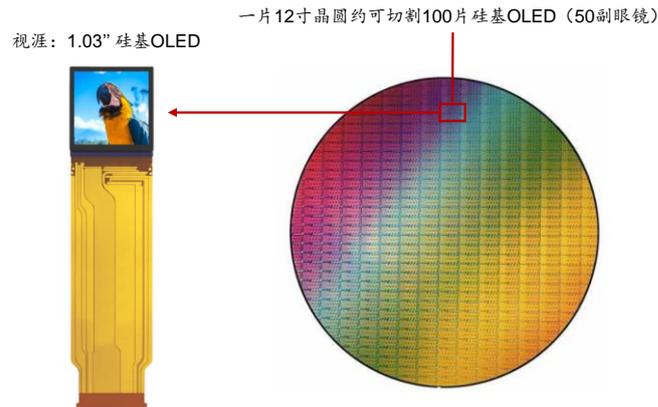
图表20：主要 VR 近眼显示技术对比

| | Fast-LCD | 硅基 OLED | Micro LED |
|-------|-----------|----------------|---------------|
| 光源实现 | 需要背光源 | 自发射 | 自发射 |
| 体积 | 大 | 小 | 小 |
| 分辨率 | <1,500dpi | 1,500-3,000dpi | 3,000dpi |
| 反应速度 | RT<5ms | RT<0.1ms | RT: ns |
| 对比度 | 200:1 | 100,000:1 | 100,000:1 |
| 色彩 | 一般 | 好 | 好 |
| 亮度 | 3,000nits | 1,500nits | 1,000,000nits |
| 光源利用率 | 低 | 高 | 高 |
| 工作温度 | 0-60 度 | -50-70 度 | -100-120 度 |
| 寿命 | 长 | 中 | 长 |
| 功耗 | 高 | 低 | 低 |
| 成熟度 | 高 | 中 | 低 |
| 成本 | 低 | 中 | 高 |

资料来源：《硅基有机电致发光微显示关键技术研究》徐洪光等；《硅基微显示技术》代永平等，华泰研究

硅基 OLED 普及可能会大规模推高全球硅片用量。按照 1 寸大小的硅基 OLED 计算，一片 12 寸晶圆约可切割 100 片硅基 OLED，若一副 VR 眼睛采用双硅基 OLED 屏幕的方案，5,000 万台 VR 销量将消耗 10 万片/月的 12 寸晶圆产能。根据中芯国际 2021 半年报，截至 1H21 底，等效 12 寸产能约为 24.96 万片/月。由此可见，若 VR/AR 快速放量，且硅基 OLED 逐步成为其主流显示技术，将大幅推高全球硅片用量。

图表21： 硅基 OLED 原理及实物图

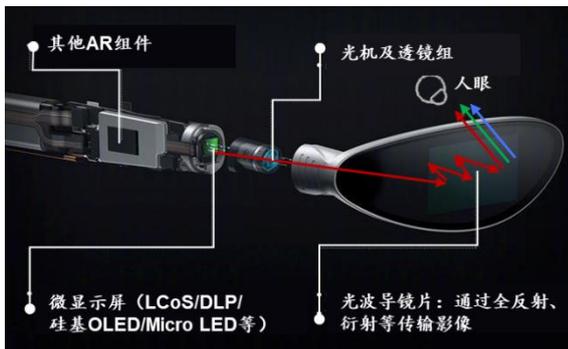


资料来源：合肥视涯官网，华泰研究

AR 显示：多种技术处于研发阶段，Micro LED 被寄予厚望

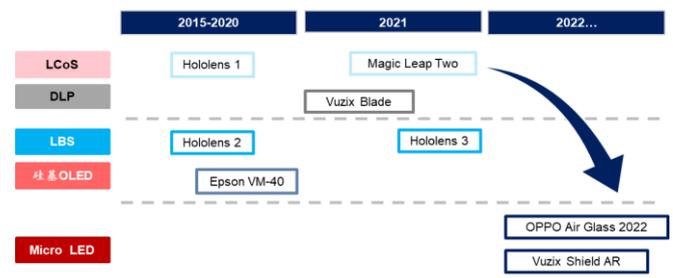
AR 显示系统较 VR 更加复杂，技术路线众多。AR 显示系统主要涉及微显示屏、光机、透镜组及镜片等器件，微显示屏作为图像源器件，由其产生图像后投射到分光棱镜后通过 Prism、Free-space、birdbath、光波导等光学显示器件中，再经反射进入人眼，镜片同时也透过自然光使得人眼能看到真实世界，从而为用户展现虚拟影像与真实世界相结合的场景。当前主流技术及代表产品为 LCoS (Hololens 1)、DLP (Vuzix Blade)、LBS (Hololens 2/3) 和硅基 OLED (Epson VM-40) 等。

图表22： AR 显示系统及原理（光波导技术）



资料来源：OPPO 官网，华泰研究

图表23： AR 近眼显示技术路径



资料来源：华泰研究

LCoS、DLP 等当前主流 AR 显示技术均存在明显弊端，Micro LED 被寄予厚望。LCoS 是 AR 早期的显示技术，具有明显的局限性，例如对比度低、必须和 PBS 配合使用而限制了整体光机的小型化和轻量化进程、低温下无法工作等，2018 年以后 LCoS 正逐渐淡出微显示领域。DLP 存在设计难度大、结构复杂、生产成本低、体积大等劣势，且德州仪器几乎垄断该技术。LBS 技术较 LCoS 等在对比度、响应时间具备优势，但其限制在于分辨率低且显示质量一般。硅基 OLED 具有 LCoS 分辨率高、功耗低的优势，还弥补了 LCoS 对比度较低、极低温下无法工作、体积较大的缺陷，在市场上有对 LCoS 逐步替代的趋势，但是由于亮度劣势，不足以满足户外 AR 场景，同时成本较高。我们认为 Micro LED 将是 AR 显示的最佳解决方案，2021 年 OPPO、Vuzix 等公司相继推出 Micro LED 的 AR 显示解决方案。

图表24：主要 AR 近眼显示技术对比

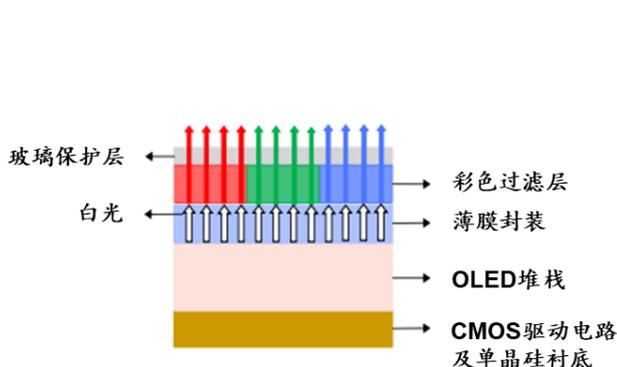
| | LCoS | DLP | 硅基 OLED | Micro LED |
|-------|-----------|--------|----------------|--------------|
| 光源实现 | 反射式 | 数字微镜阵列 | 自发射 | 自发射 |
| 体积 | 大 | 大 | 小 | 小 |
| 分辨率 | 5,000dpi | 低 | 1,500-3,000dpi | 3,000dpi |
| 反应速度 | 一般 | 快 | RT<0.1ms | RT: ns |
| 对比度 | <1,500:1 | 低 | 100,000:1 | 100,000:1 |
| 色彩 | 中 | 差 | 好 | 好 |
| 亮度 | >5,000nit | 高 | 1,500nit | 1,000,000nit |
| 光源利用率 | 低 | 中 | 高 | 高 |
| 工作温度 | 低温下失效 | 低温下失效 | -50-70 度 | -100-120 度 |
| 寿命 | 长 | 长 | 中 | 长 |
| 功耗 | 低 | 中 | 低 | 低 |
| 成熟度 | 高 | 中 | 中 | 低 |
| 成本 | 低 | 中 | 中 | 高 |

资料来源：《硅基有机电致发光微显示关键技术研究》徐洪光等；《硅基微显示技术》代永平等，华泰研究

Micro LED 较现有技术具有超高亮度(1000,000nits)、超高对比度(100,000:1)、低功耗、自发光、工作温度宽、结构简单、寿命长等广泛优势。Micro LED 是一种基于微型发光二极管(LED)的新型自发光显示技术。显示原理为将 OLED 中的有机自发光二极管替换成无机材料的 LED 灯珠，并将 LED 结构薄膜化、小型化(像素级)、矩阵化，并在一个芯片上高度集成的固体自发光显示技术。Micro LED 显示具有自发光、高发光效率、低功耗、高亮度、寿命长、高对比度等优点，被市场认为是中长期的主流显示技术。此外，**Micro LED 的响应速度极快(纳秒级别)、能够在超小尺寸下实现超高分辨率、设计结构简洁等特点使其为 AR/VR 设备未来的最优屏幕选择。**

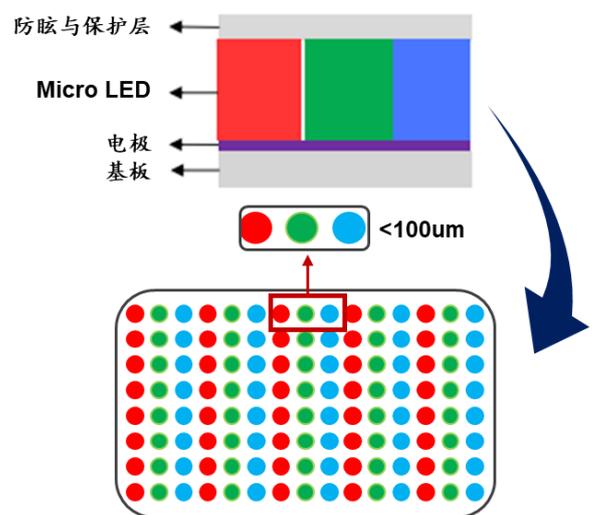
Micro LED 的发展瓶颈在于良率低带来的高成本、巨量转移、全彩化等技术问题尚未解决。Micro LED 的生产包括芯片和背板制造、巨量转移、接合、驱动和检测维修等环节，由于其晶粒尺寸在微米级，生产单个成品即需要处理数百万甚至数千万晶粒，对技术的效率和良率提出了极为严苛的要求，制造完成后需要将微米级的晶粒转移到驱动电路基底上，现有技术水平还无法满足其量产需求。Micro LED 晶粒的发光效率、波长一致性和良率也尚未达到 MicroLED 彩色化显示的要求。由于技术难题及成本原因，现有搭载 Micro LED 屏幕的产品价格高昂，2020 年三星推出的 4K 110 寸 Micro LED 电视报价达 1.7 亿韩元(102.5 万元)。

图表25：硅基 OLED 工作原理



资料来源：IEEE，华泰研究

图表26：Micro LED 工作原理



资料来源：Trendforce，华泰研究

方向 3：交互方式拓展带来传感器增量机会

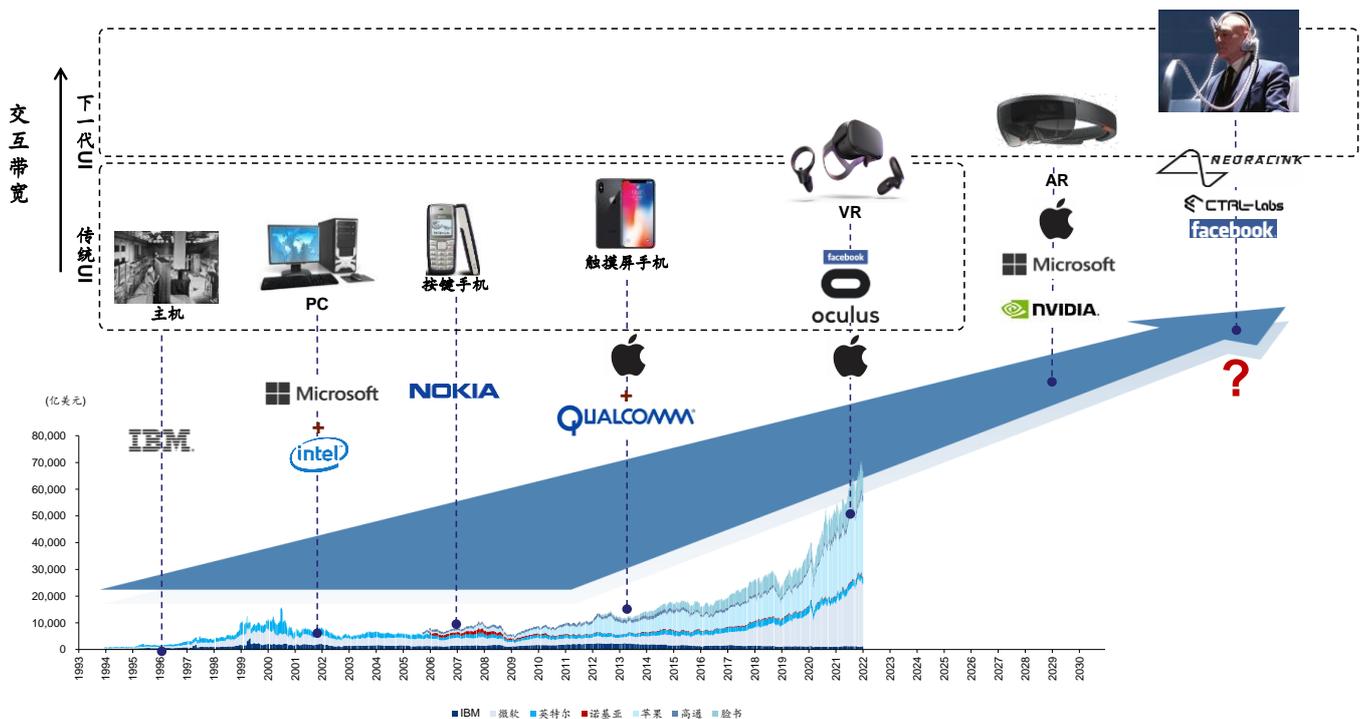
人机交互方式随着计算平台的变革而迭代，持续向人类本能交互方式进化。主机时代，人机交互需要通过键盘，键入文本命令来实现交互，这要求使用者记住大量的命令语言，门槛很高。伴随着图形界面和鼠标的出现，计算机进入个人 PC 时代，通过使用鼠标加键盘，结合“点/敲击、滚动、拖拽”等动作，使用者可向电脑发布指令以实现互动。而在手机时代，伴随交互平台从按键手机向触摸屏手机发展，人机交互模式则经历了从“实体按键+按键输入”（按键输入）到“触摸屏/虚拟按键+轻拍/滑动/缩放”（触控输入）的转变。

元宇宙时代，VR/AR 或成为新一代计算平台，交互方式不断丰富。VR 设备为用户带来虚拟世界中的沉浸式交互体验；AR 设备则通过将虚拟对象“叠加”到现实世界中，为用户带来真实世界和虚拟世界相融合的交互感受。相较于 PC 和手机，VR/AR 设备在交互模式上有以下变化：

- 1) **屏幕互动转向空间互动。**无论是 PC 还是智能手机，人们都只能和虚拟世界实现基于显示屏的 2D 画面互动，而 VR/AR 设备通过使用计算技术构建三维场景，可为用户提供基于立体空间的 3D 交互。
- 2) **从 CLI、GUI 交互转向 NUI 交互。**相较于主机的命令行界面（CLI，Command Line Interface）和个人 PC 及手机的图形界面（GUI，Graphical User Interface），VR/AR 设备使用自然用户界面（NUI，Natural user interface），通过手势、眼动等一系列更加自然的人机交互。

ARVR 设备以后，脑机接口技术可能成为下一代人机交互技术，交互方式向更微观的肌电、神经电等方向发展。目前，Neuralink、Ctrl-labs 等公司均已积极布局脑机接口领域，对大脑的认知已经有了一定的积累。对于这些公司来说，对大脑结构和其对应的功能的认知、以及电极等材料学上的研发是技术核心。虽然这些公司已经对这些核心技术有了初步应用，脑机接口平台的成型仍需要长时间的等待。

图表27：元宇宙推动人机交互平台升级



资料来源：Wind，华泰研究

找报告，上“数据理河”

微信小程序、知识星球、www.bj-xinghe.com、微信群（18610100296）同步分享更新

交互方式的升级，需要更多样信息的支撑。随着人机交互由 2D 走向 3D，交互方式逐渐多样化，向人类本能发展，手势交互、姿势交互、眼动交互、语音交互，甚至结合生物信号、周围环境交互的方式不断进化，这对更多种类的信息提出了要求，用户运动类、生物类信息，以及其他环境信息都将为人机交互提供底层支持。

大量信息需求为运动类、生物类、环境类各型传感器提供增量机会。当前苹果手机、手表广泛运用多种运动、生物型传感器，与之对比，VR 爆款产品 Oculus quest 2 头显仅搭载了 4 颗黑白摄像头，手柄配备了两组陀螺仪加速度计传感器。未来，为实现更深度沉浸和更便捷交互，测距摄像头、眼动追踪摄像头、精细化压力传感器，甚至生物型、环境型传感器，都将逐渐配备。

图表28：交互方式持续丰富，推动多重传感器升级



资料来源：苹果官网，Meta 官网，华泰研究

机会 1：追踪模式升级，摄像头种类、数量持续提升。当前主流 VR 设计大都搭载了 4 颗黑白摄像头用于追踪头手 6DoF 移动。未来，为实现眼动追踪和全彩混合现实功能，眼动追踪摄像头、全彩摄像头、ToF 摄像头等都可能将在头显上搭载。正如我们在《[从 Oculus 看 2022 VR 产品发展](#)》(2021/12/16) 提到的，下一代 Meta 头显产品或搭载 7 颗左右摄像头，手柄或各搭载 3 颗摄像头，而苹果的第一代 MR 头显产品也或将搭载超过 10 个摄像头。

机会 2：3D 重建、全身动作捕捉带来更多传感器应用需求。为了在虚拟世界中精确重构现实空间与物品，iToF、双目、dToF、LiDAR、工业三维测量技术等 3D 感知视觉技术应用空间广阔。同时，各类全身动作捕捉技术也都需要传感器的支持。比如通过读取神经肌肉信号和运动惯性信号的动作捕捉装置，需要肌电图 (EMG) 传感器、机械肌图 (MMG) 传感器、超声肌图 (SMG) 传感器以及加速计、陀螺仪、磁强计、振动传感器配合工作；而红外追踪等装置也需要配备红外光、无线电磁发射和接收器的支持。

机会 3：视觉、听觉、触觉、温觉多重沉浸为传感器打开想象空间。为了提供更具有临场感的沉浸式体验，视觉、听觉、触觉、温觉等对传感器提出了不同要求。比如沉浸声场要求音频跟随着场景变化和人的运动进行切换，精细化触觉手套要求能够读取入手部动作与压力，并根据虚拟场景进行反馈。每一类沉浸式模拟都对传感器和对应的执行器打开了想象空间，也提出了全新要求。

机会 4：“元宇宙+健康”为生物型传感器带来机会。Meta 等在游戏、社交、办公之外，同样为消费者规划了“健康+健身”相关应用。参考 Apple Watch，为实现血氧、心率甚至血糖的非侵入式测量，需要搭载各类 LED、晶体电极、光电二极管传感器。我们认为未来随着“健康+健身”类应用的发展和人们各类生物信息，如血压、心率、体温在内容加工中的应用，生物型传感器也将迎来成长机会。

图表29： 应用场景拓展为传感器带来的增量机会



资料来源：Meta、苹果官网，华泰研究

方向 4：元宇宙时代光模块和边缘计算有望迎来快速增长

通信是元宇宙发展的重要基础设施。针对元宇宙“低时延、沉浸感”的特征，5G 的高速率低时延支持元宇宙的大量应用创新。未来 6G 时代网络与计算深度融合发展，将实现云边端的高效协同，为用户带来极致体验。光模块作为传输的基础，将从 400G 向 800G 迭代以满足网络带宽的持续增长及实现网络架构的平稳过渡；边缘计算则作为算力的主要承担部分，根据 GIA 的数据，全球市场规模将从 2020 年的 34 亿美元增长至 2026 年的 152 亿美元。

5G 融合云边端构筑构建计算网络基础设施，助力 VR/AR 行业普及

通信是支持元宇宙发展的重要基础设施。移动通信自 20 世纪 80 年代发展以来，经历了 1G 的模拟语音时代、2G 的数字语音时代、3G 的图像网络时代、4G 的视频网络时代，到如今的 5G 万物互联时代，传输速率提高的同时也丰富了应用场景。5G 时期峰值速率可达数十 Gbps，提供了 eMBB（增强移动宽带），mMTC（大规模物联网）及 URLLC（低时延高可靠连接）三大场景。

图表30：网络基础设施的发展



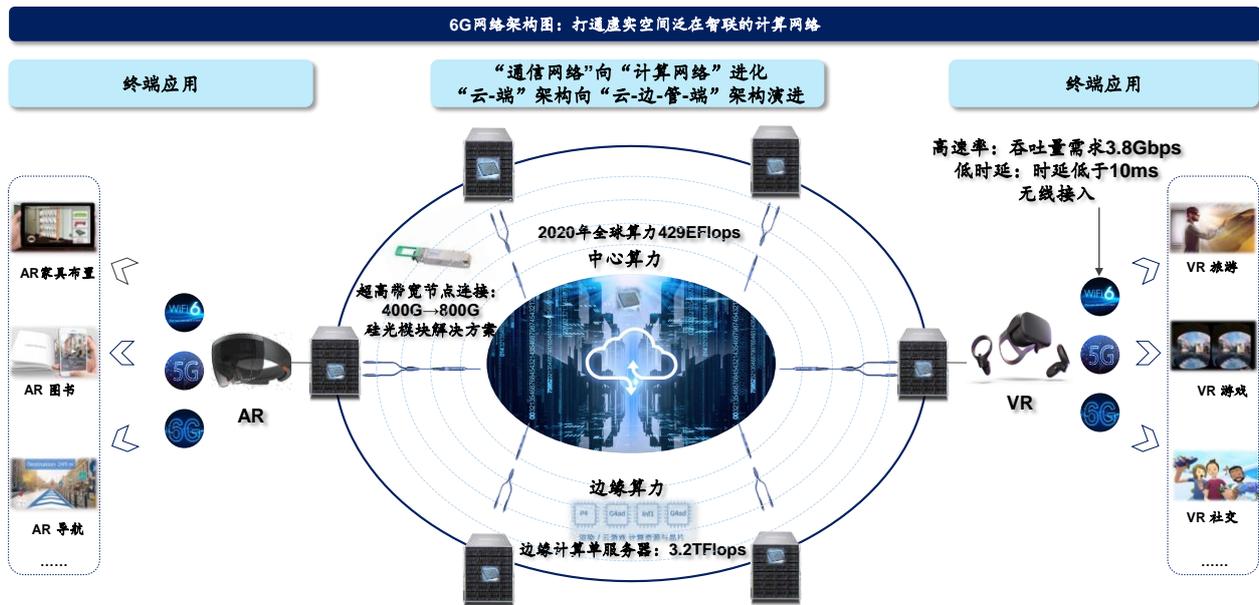
资料来源：Wind、《5G 概念白皮书》、华泰研究

5G 的高速率在网络上保障了 VR/AR 数据传输的稳定性。5G 提供 1Gbps 的用户体验速率、数十 Gbps 的峰值速率，相比 4G 实现了近百倍的提升。大带宽、高传输速率有利于 8K 及以上超高清内容的实时传输和播放，有效解决当前 VR/AR 因网络传输速率低所导致的内容质量不佳、画面不清晰问题，可极大提升用户的沉浸感和使用体验。

5G 低时延减少了 VR/AR 眩晕等难题。根据 IMT2020 推进组在 2015 年发布的《5G 概念白皮书》，5G 能够提供 1ms 的空口时延及 ms 量级的端到端时延。5G 通过将用户面网元及业务处理能力下移到网络边缘，实现了分布式的业务流量本地处理，避免了流量的过度集中，从而大大降低了对核心机房和集中网关的规格要求。同时边缘计算也缩短了回程网络的距离，降低了用户报文的端到端传输时延和抖动，使得云 VR 等超低时延业务在移动网络的部署成为可能，减少因时延而导致的用户眩晕等问题。

“通信网络”向“算力网络”演进以实现云边端高效协同。元宇宙对算力提出了更高的要求，为了满足未来网络新型业务以及计算轻量化、动态化的需求，网络和计算的融合已经成为新的发展趋势。根据 IMT-2030 (6G) 推进组 2021 年发布的《6G 网络架构愿景与关键技术展望白皮书》，6G 网络将对内实现计算内生，对外提供计算服务，重塑通信网络格局。在网络和计算深度融合发展的大趋势下，网络演进的核心需求需要网络和计算相互感知，高度协同，算力网络将实现泛在计算互联，实现云、网、边高效协同，提高网络资源、计算资源利用效率，进而实现实时准确的算力发现、服务灵活动态调度、用户体验一致性。

图表31： 6G 时代元宇宙网络架构图



注：边缘计算单服务器算力按照 Intel® Xeon® Scalable Processors 计算

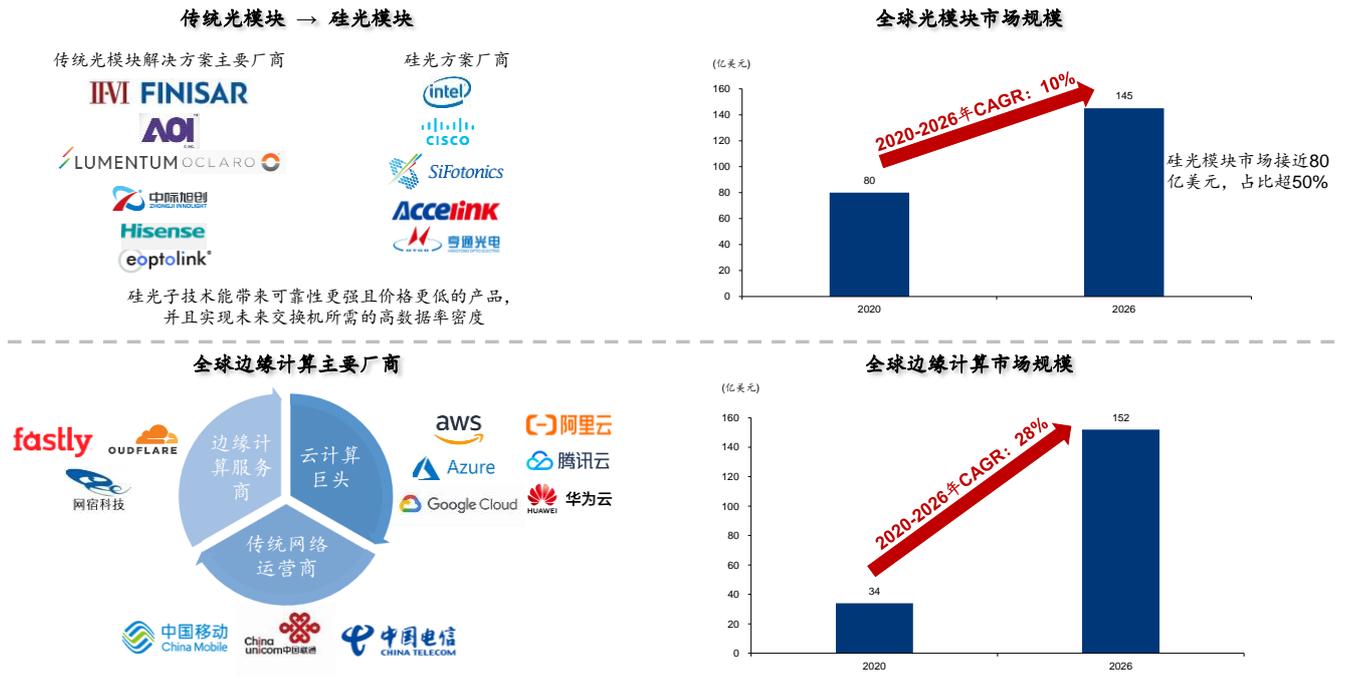
资料来源：中国信通院，华为，英特尔官网，华泰研究

光模块及边缘计算在元宇宙推动下快速增长

超大带宽发展下光模块向 800G 迭代。光模块作为云-边-端高速网络传输的基础，为了满足元宇宙下网络带宽的持续增长及实现网络架构的平稳过渡，未来将由 400G 向 800G 硅光模块迭代。根据中际旭创官网，公司将根据产品类型和客户需求，在 2021 年第四季度或 2022 年第一季度陆续进行 800G 产品的批量生产。根据 LightCounting 的数据，如果全球局势能够保持稳定，预计光模块市场将从 2020 年的 80 亿美元增加到 2026 年的 145 亿美元，CAGR 达 10.42%。

算力网络下边缘计算市场快速增长。传统的集中式云计算受到带宽及计算资源的限制，随着计算和存储等资源下沉至边缘节点，未来的网络架构将更趋于分布式边缘计算，各科技巨头纷纷布局。亚马逊于 2019 年发布 AWS Local Zones 及 Wavelength 两个新型云基础架构模型，使数据处理更接近边缘；微软于 2020 年初推出了 Azure Edge Zones，以扩大其在边缘计算领域的影响力。未来在元宇宙时代算力快速增长的推动下，边缘计算的需求将持续增长。根据 GIA 的数据，全球边缘计算市场规模在 2020 年达到 34 亿美元，预计 2026 年将达到 152 亿美元，2020-2026 年 CAGR 达 28%。

图表32： 6G 时代元宇宙网络架构图



资料来源：Yole, GIA, 各公司官网, 华泰研究

推荐公司表

图表33: 重点公司表 (EPS 为华泰预测)

| 证券代码 | 公司 | 交易货币 | 财报货币 | 目标价 (元) | 收盘价 (元) | 总市值 (亿元) | EPS (元) | | | PE (倍) | | |
|-----------|-------|------|------|---------|---------|----------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | | | | | | 2021E | 2022E | 2023E | 2021E | 2022E | 2023E |
| 2382 HK | 舜宇光学 | HKD | CNY | 255.00 | 219.80 | 2,417.46 | 5.28 | 6.68 | 8.42 | 34.14 | 26.98 | 21.41 |
| 002241CH | 歌尔股份 | CNY | CNY | 69.00 | 48.32 | 1,736.52 | 1.27 | 1.73 | 2.16 | 38.05 | 27.93 | 22.37 |
| 601138 CH | 工业富联 | CNY | CNY | 19.04 | 11.34 | 2,268.59 | 1.02 | 1.12 | 1.22 | 11.12 | 10.13 | 9.30 |
| 603501 CH | 韦尔股份 | CNY | CNY | 321.00 | 277.05 | 2,544.86 | 5.35 | 6.42 | 7.93 | 51.79 | 43.15 | 34.94 |
| 000725 CH | 京东方 A | CNY | CNY | 5.88 | 4.97 | 1,922.29 | 0.63 | 0.65 | 0.72 | 7.89 | 7.65 | 6.90 |
| 300308 CH | 中际旭创 | CNY | CNY | 49.17 | 39.07 | 321.24 | 1.49 | 1.96 | 2.49 | 26.22 | 19.93 | 15.69 |
| 平均数 | | | | | | | | | | 28.20 | 22.63 | 18.43 |

资料来源: Wind, 华泰研究预测

图表34: 重点公司最新观点

| 公司名称 | 最新观点 |
|---------------------|--|
| 舜宇光学 (2382 HK) | <p>12月数据: 手机和汽车镜头持续疲弱 (1/9)</p> <p>舜宇光学 1月8日发布12月出货量数字。摄像头模组出货量同比增长14.6%，环比增长14.7%，连续4个月同比倒退之后首次转正。手机镜头出货量同比下降7.3%，环比下降2.2%，汽车镜头出货量同比下降15.5%，环比下降3.5%，表现持续疲弱。2021年舜宇的摄像头模组、手机镜头和汽车镜头业务出货量分别同比增长14%、下降6%和增长21%，不及原先增长20-25%、0-5%和30-35%的指引。我们仍在观察舜宇2022/2023年出货量预测情况，并相信舜宇在ADAS和ARVA等新兴领域仍处于有利地位。我们维持人民币5.28/6.68/8.42元的2021/2022/2023年EPS预测，以及基于SOTP得出的目标价255港币。</p> <p>各分部估值如下：</p> <p>给予摄像头模组50港元目标价（18倍2022年PE），与可比公司平均水平（18倍）一致。</p> <p>给予手机镜头70港元目标价（26倍2022年PE），我们预计随着公司手机镜头业务进入果链，收入将持续增长，给予高于可比公司平均水平（12倍）117%溢价估值。</p> <p>给予汽车镜头84港元目标价（40倍2024年PE），主要由于我们预计公司业务将快速增长，并在2024年左右业务逐渐成熟。假设分部净利率不变，以2023/2024年37%收入增速计算，对应2022年75倍估值，稍低于可比公司平均水平（80倍）6.3%，主要由于斯达半导IGBT业务涨幅较大将整体板块估值水平拉高。</p> <p>给予新业务51港元目标价（40倍2024年PE），主要因为我们预计汽车模组、LED、激光雷达、抬头显示等业务未来将迎来高速增长，将支撑起公司高估值水平，给予与汽车镜头相同估值水平。</p> <p>风险提示：行业竞争加剧；电动汽车行业发展慢于预期。</p> |
| 歌尔股份 (002241 CH) | <p>3Q21 业绩保持强劲增长, 4Q21 预告符合我们的预期 (10/27)</p> <p>歌尔公布1-3Q21业绩: 营收527.9亿元 (52% yoy), 归母净利33.3亿元 (65% yoy), 位于此前预报59-72% yoy的中值。对应3Q21单季度营收225亿元 (17.5% yoy), 归母净利16亿元 (29% yoy), 符合市场预期。同时公布2021全年业绩预报, 净利润42.4-45.3亿元 (49-59% yoy)。按中值, 4Q21单季度10.6亿元 (28% yoy), 在原材料和人力成本上涨、限电、消费电子需求放缓的不利环境下, 4Q依旧保持乐观指引。随着VR+元宇宙产业链逐步成熟和公司多条产品线的推进, 我们认为公司有望中长期取得更大发展, 维持21/22/23年EPS为1.27/1.73/2.16元 (CAGR 38%) 不变。考虑到歌尔作为VR龙头核心供应商的领先优势, 给予22年40倍PE (可比公司23倍), 维持目标价69元和买入评级。</p> <p>风险提示: TWS耳机销量不及预期; VR/AR终端需求不及预期。</p> |
| 工业富联 (601138 CH) | <p>工业富联: 关注元宇宙受益机会 (12/13)</p> <p>根据Digitimes报导, 苹果有望于明年下半年推出其第一代MR产品, 2H24有望推出基于AR技术的二代产品, 受到市场的广泛关注。我们预计公司作为金属结构件的供应商之一, 有望持续受益。根据IDC预测, 2021-2025E全球VR头显产品出货量有望维持54.6% CAGR的复合成长, 到2025年全球有望达到4,965万台的出货量。我们看好工业富联等供应商受益于AR/VR新品推出, 迎来新的发展机遇。随着市场对AR/VR+元宇宙关注度的提升, 公司作为元宇宙领域基础建设和终端结构件的核心标的有望持续受益。我们维持对21/22/23年归母净利润预测为202/222/242亿元, 给予工业富联17倍2022年PE估值 (可比公司Wind一致预期平均: 17x 22年PE), 目标价19.04元, 维持买入评级。</p> <p>风险提示: 海外疫情升级风险, 宏观下行风险, 创新产品渗透不及预期风险。</p> |

| 公司名称 | 最新观点 |
|----------------------------|--|
| 韦尔股份 (603501 CH) | 3Q21 业绩符合预期，毛利率/现金流保持韧性 (10/31) 韦尔股份三季度实现营收 58.66 亿元，环比-5.9%，同比略降 1.0%，主要受报告期内手机销量疲软拖累，单季度毛利率为 35.49%，创历史新高，主要得益于非手机 CIS 盈利贡献，3Q21 归母净利润为 12.75 亿元，环比/同比分别+6.0%/73.1%，毛利率提升的同时投资收益环比显著提升进一步增厚利润。三季度公司存货提升至 71.8 亿元，但现金流仍然保持强劲，经营性现金流净额达到 14.0 亿元。公司 3Q 业绩符合我们预期（12.07 亿元），我们看好公司多产品线并行发展弥补手机需求的负面影响，调整 2021/22/23 年盈利预测至 46.51/55.82/68.90 亿元，对应 2021/22/23 年 EPS 为 5.35/6.42/7.93 元，维持“买入”评级且调整目标价至 321 元，基于 50 倍 2022 年 PE，处于行业均值。 风险提示：智能手机等终端需求不及预期，CIS 行业竞争加剧。 |
| 京东方 (000725 CH) | 下行周期影响显现，韧性好于同业 (11/2) 京东方三季度实现营收 559.93 亿元，环比-2.8%，同比+46.8%，主要受报告期内大尺寸 TV 面板价格大幅下滑及 TV、手机销量不佳拖累，归母净利润为 72.53 亿元，环比-4.3%，同比+441.1%，符合我们预期（72.01 亿元），3Q21 单季度毛利率为 33.55%，环比基本持平，我们认为主要得益于公司产品组合相对分散，且龙头规模效应较强。考虑到公司作为全球显示面板龙头，在周期波动中业绩表现有望持续好于同业，下调 2021/22/23 年盈利预测 0.6%/9.1%/15.6%至 241.7/250.8/275.1 亿元（前值：243.3/275.8/325.8 亿元），对应 EPS0.63/0.65/0.72 元，维持买入，调整目标价至 5.88 元（1.7 倍 22 年 PB），高于可比公司 Wind 一致预期均值（1.2 倍 22 年 PB），溢价基于公司为全球面板龙头。 风险提示：韩厂产能退出慢于预期，下游需求不及预期，产能爬坡慢于预期。 |
| 中际旭创 (300308 CH) | 营收微增，看好公司长期发展 (10/26) 公司 Q1-Q3 实现营收 53.22 亿元（YoY+2.25%），实现归母净利润 5.60 亿元（YoY-6.63%），Q3 单季度实现营收 20.24 亿元（YoY+3.27%），实现归母净利润 2.19 亿元（YoY-6.58%），前三季度利润下滑系公司持续加大研发投入及实施第二期限制性股票激励计划，报告期内股权激励费用对净利润的负向影响较去年同期相比增加约 5000 万元，增幅约 150%。我们认为下半年国内 5G 建设将会提速，叠加国内外云厂商资本开支维持高位，我们维持预计公司 21-23 年 EPS 分别为 1.49/1.96/2.49 元，21 年可比公司 Wind 一致预期均值 PE29.95x，考虑到公司光模块龙头地位，我们给予 21 年目标 PE33x，对应目标价 49.17 元，维持“买入”评级。 风险提示：100G 数通市场竞争加剧；海外 400G 光模块需求不及预期；800G 及相干光模块研发及市场拓展不及预期。 |

资料来源：华泰研究预测

风险提示

元宇宙技术开发进度不及预期。元宇宙的实现是 5G、AI、AR/VR/脑机接口、云计算等多种前沿科技协同发展的结果，目前仍然处于早期阶段，若技术的发展进度不及预期，则会进一步影响用户体验，降低沉浸感。

疫情升级致 3C 需求不及预期。在新冠疫情海外持续蔓延情况下，宏观经济下行或导致消费二次探底、3C 需求持续疲弱，因此行业公司仍面临疫情升级背景下 3C 需求不及预期、业绩下滑的风险。

创新产品研发不及预期。前沿科技领域部分产品仍在研发阶段，可能存在无法商业化以及无法量产落地的风险。

文中其他提及公司

图表35：提及公司表

| 公司名 | 代码 |
|---------------|-----------|
| 华为 | 未上市 |
| 爱立信 | Eric US |
| 中兴 | 000063 CH |
| 诺基亚 | NOK US |
| 苹果 | AAPL US |
| 小米 | 1810 HK |
| 中国电信 | 601728 CH |
| 中国联通 | 600050 CH |
| 腾讯 | 1810 HK |
| 阿里巴巴 | 9988 HK |
| 京东 | 9618 HK |
| 百度 | 9888 HK |
| 英伟达 | NVDA US |
| 高通 | QCOM US |
| Epic | EPIC US |
| Unity | U US |
| 中兴通讯 | 000063 CH |
| Meta | MVRS US |
| Pico | 未上市 |
| 歌尔股份 | 002241 CH |
| 微软 | MSFT US |
| 字节跳动 | 未上市 |
| Keep | 未上市 |
| II-VI 贰陆 | 未上市 |
| 得捷电子 | 未上市 |
| AOI | 未上市 |
| Lumentum | LITE US |
| Oclaro | 未上市 |
| 中际旭创 | 300308 CH |
| 海信 | 921 HK |
| EoptoLink 新易盛 | 300502 CH |
| 英特尔 | INTL US |
| 芯暘科技 | 未上市 |
| 光迅科技 | 未上市 |
| 亨通光电 | 600487 CH |
| Fastly | 未上市 |
| Oudflare | 未上市 |
| 网宿科技 | 未上市 |
| 亚马逊 | AMZN US |
| Azure | AZRE US |
| 谷歌 | GOOGL US |

资料来源：华泰研究

免责声明

分析师声明

本人，黄乐平，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告所载资料是仅供接收人的严格保密资料。本报告仅供本公司及其客户和其关联机构使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司及其关联机构（以下统称为“华泰”）对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，华泰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。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。华泰不保证本报告所含信息保持在最新状态。华泰对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司不是 FINRA 的注册会员，其研究分析师亦没有注册为 FINRA 的研究分析师/不具有 FINRA 分析师的注册资格。

华泰力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华泰及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。华泰不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

华泰及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，华泰可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

华泰的销售人员、交易人员或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。华泰没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。华泰的资产管理部门、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。投资者应当考虑到华泰及/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信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使华泰违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人（无论整份或部分）等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并需在使用前获取独立的法律意见，以确定该引用、刊发符合当地适用法规的要求，同时注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》及其附属法律规定的机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
- 有关重要的披露信息，请参华泰金融控股（香港）有限公司的网页 https://www.htsc.com.hk/stock_disclosure 其他信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

美国

在美国本报告由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司根据《1934年证券交易法》（修订版）第15a-6条规定以及美国证券交易委员会人员解释，对本研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受FINRA关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师黄乐平本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。本披露中所提及的“相关人士”包括FINRA定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 亨通光电（600487 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前的12个月内担任了标的证券公开发行或144A条款发行的经办人或联席经办人。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数），具体如下：

行业评级

- 增持：**预计行业股票指数超越基准
- 中性：**预计行业股票指数基本与基准持平
- 减持：**预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

- 买入：**预计股价超越基准15%以上
- 增持：**预计股价超越基准5%~15%
- 持有：**预计股价相对基准波动在-15%~5%之间
- 卖出：**预计股价弱于基准15%以上
- 暂停评级：**已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策
- 无评级：**股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

华泰证券股份有限公司**南京**

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/
邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852-3658-6000/传真: +852-2169-0770

电子邮件: research@htsc.com

<http://www.htsc.com.hk>

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约哈德逊城市广场10号41楼(纽约10001)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

<http://www.htsc-us.com>

©版权所有2022年华泰证券股份有限公司