



电子

优于大市（维持）

证券分析师

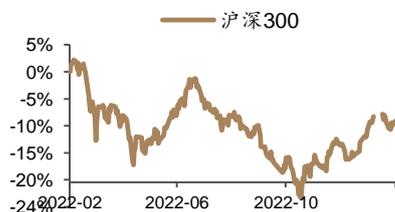
陈海进

资格编号：S0120521120001

邮箱：chenhj3@tebon.com.cn

研究助理

市场表现



相关研究

- 1.《赛腾股份(603283.SH):消费电子与半导体全面开花,业务版图扩张加速》,2022.11.11
- 2.《VR行业专题:Pancake光学落地加速,把握硬件创新机遇》,2022.9.15
- 3.《歌尔股份(002241.SZ):VR龙头,引领消费电子创新新周期》,2022.9.13

检测维度与精度大幅提升, XR 检测设备腾飞在即

投资要点:

- **XR是消费电子行业正在快速增长的重要创新方向,光学显示系统、交互传感系统是核心的产品升级方向,且升级持续性强。**XR具备巨大的成长潜力、行业发展进入良性循环,出货量有望高速增长。主要升级方向中,光学显示以及传感系统是核心升级方向。从价值量看,Quest Pro中屏幕/摄像头/光学合计BOM成本占比约40%、HoloLens中合计占比57%。从创新方向上,显示和光学沿着沉浸感/成像质量/体积及重量/成本四个维度前进,不同显示和光学的搭配带来更多的整机方案;多维交互的增加对摄像头需求大增,Quest Pro摄像头数量高达16颗,并且品类众多。从升级持续性上看,目前的XR设备的显示效果依然不够理想,Quest Pro的PPD仅为22,相比60PPD的视网膜级别差距巨大,此外亮度等其它指标升级空间也较大。我们认为,光学/显示/传感等方向是XR长期追求的持续创新升级方向。
- **持续创新升级期间,XR光学检测设备需求预计接近XR产能增长,而非产能二阶导。**XR光学检测设备通过模拟并量化人眼对颜色和亮度的感知来进行显示特征的检验。光学系统、显示系统、摄像头为主的传感系统都需要XR光学检测设备。XR测试设备的更新换代频率取决于客户具体产品的性能和技术更新换代的频率。由于光学显示方案未来长时间预计都是密集创新期,我们认为每一代终端XR产品的光学测试设备之间复用性较差,需要新设备。因此我们认为XR光学检测设备需求增长预计较长时间更加接近XR产能增长率,而非XR设备产能二阶导。
- **全新的挑战,检测维度、精度大幅提升预计提升XR检测设备价值量。**沉浸式的显示需求带来空间图形、角度视场、近眼位置和定位追踪等多种测试需求。由于多样化的视场角/屏幕曲率/双眼一致性/对焦难/消费者个体差异/人体自由活动多样性等原因,XR设备对检测内容/精密驱控技术/设备灵活性/算法提出了很高的要求。如杰普特为多个北美大客户开发的VR镜片/模组/整机光学性能检测设备,其检测内容包括成像畸变、瞳孔游移、镜片焦距、成像清晰度、对比度、鬼影等,同时内部集成多种高精度量测和校准仪器以适应用户不同使用条件下的检测需求。检测精度上,以Quest Pro为例,2.48英寸的Fast LCD屏幕集成1890*1920的像素密度,单个像素物理尺寸极小。而在光学系统放大后用户显示缺陷容忍度低,因此在检测分辨率和可检测最小屏幕缺陷尺寸上要求极高。以上检测要求对设备的精准性和效率的平衡提出了极高的要求,单位产能的XR产线的光学检测设备价值量极高。
- **投资建议:**受益于XR出货的增长和光学显示方案的持续创新,XR光学检测设备需求有望长时间维持高增长。建议关注:智立方、华兴源创、杰普特。
- **风险提示:**宏观经济波动风险、客户出货不及预期、消费电子客户创新不及预期

内容目录

| | |
|---|----|
| 1. XR：消费电子行业快速增长的重要创新聚焦区 | 4 |
| 2. XR 光机技术路线多样，预计长时间处于密集创新期 | 6 |
| 2.1. 显示、光学与摄像头：打造 XR 沉浸感和交互的价值核心 | 6 |
| 2.2. 光学与显示：高速前进的技术快车，多种搭配满足不同目标群体 | 6 |
| 2.3. 多维交互增加摄像头需求量 | 8 |
| 3. XR 光学检测设备充分受益光学显示持续升级 | 9 |
| 3.1. 原理：模拟人眼的视觉感知，量化亮度和颜色坐标 | 9 |
| 3.2. 检测设备需求增长预计接近 XR 产能增长 | 9 |
| 3.3. 相比传统消费电子检测设备，XR 检测设备检测项目大量增加 | 10 |
| 3.4. XR 检测对精准度要求极高 | 13 |
| 4. 投资建议 | 14 |
| 4.1. 智立方 | 14 |
| 4.2. 华兴源创 | 15 |
| 4.3. 杰普特 | 16 |
| 5. 风险提示 | 16 |

图表目录

| | |
|---|----|
| 图 1: XR 在 C 端市场主要应用场景 | 4 |
| 图 2: VR 行业发展进入良性循环上升通道 | 4 |
| 图 3: 全球 VR 年度出货量 (万台) | 5 |
| 图 4: 全球 AR 年度出货量 (万台) | 5 |
| 图 5: VR 硬件成本拆分 (Quest Pro) | 6 |
| 图 6: AR 硬件成本拆分 (Microsoft HoloLens) | 6 |
| 图 7: XR 光学系统核心追求 | 6 |
| 图 8: VR 光学方案分类 | 7 |
| 图 8: 目前主要 VR 光学方案对比 | 7 |
| 图 9: 现有 VR 显示方案总结 | 8 |
| 图 11: VR 成像检测示意图 | 9 |
| 图 12: XR 显示器特点 | 10 |
| 图 13: VR 和 AR FOV 差异较大 | 10 |
| 图 14: VR 中不同设备 FOV 也不同 | 10 |
| 图 15: VR 光学畸变类型 | 11 |
| 图 16: XR 检测设备需要对比双眼感知图像的一致性 | 11 |
| 图 17: XR 液态镜头焦距动态变化示例 | 11 |
| 图 18: 人造头骨模拟真实用户自由运动, 对 XR 屏幕进行测试 | 12 |
| 图 19: VR 光电检测研发自动化设备示意图 | 12 |
| 图 20: 瑞淀光学 XR 检测设备配套分析软件 | 12 |
| 图 21: 成像系统的分辨率要求比显示器更高 | 13 |
| 图 22: 智立方营收及归母净利润 (亿元, %) | 14 |
| 图 23: 智立方利润率 (%) | 14 |
| 图 24: 赛腾股份营收及归母净利润 (亿元, %) | 15 |
| 图 25: 赛腾股份利润率 (%) | 15 |
| 图 26: 杰普特营收及归母净利润 (亿元, %) | 16 |
| 图 27: 杰普特利润率 (%) | 16 |
| 表 1: VR 空间交互所需摄像头数量及价值量 (Quest Pro) | 8 |
| 表 2: 消费电子自动化设备更新频率取决于客户产品指标变化 | 9 |
| 表 3: VR 显示参数 (Quest Pro) | 13 |

1. XR：消费电子行业快速增长的重要创新聚焦区

成长的潜力：XR是消费电子重要创新方向。消费电子产品具有消费品和科技双重属性，行业容量大、弹性高，技术创新驱动产业进步。当前，智能手机创新正在走向天花板，换机周期拉长，手机链高增长红利已经接近尾声。从消费电子产品本质角度思考，计算力和交互维度的提升是产品创新升级的基础支撑和发展脉络，产品成本下降、受众面推广、内容生态繁荣是产业走向爆发的边际必要条件。随着芯片算力提升、5G网普及，消费电子产品创新周期正在走向万物互联，VR/AR在B端和C端市场的应用场景均十分广阔，是下一阶段确定性较高的创新方向。

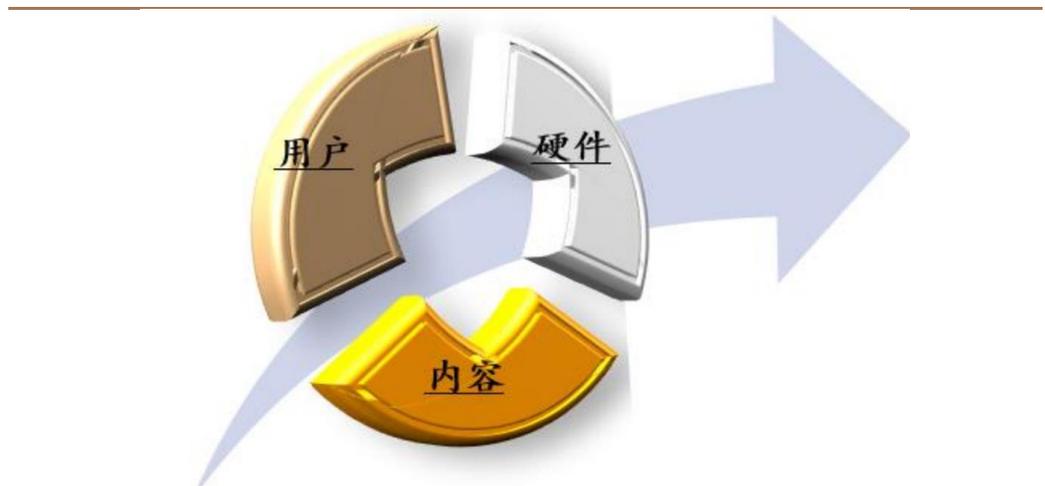
图 1：XR 在 C 端市场主要应用场景



资料来源：Steam 官网，《“Cloud VR+” 场景白皮书》，德邦研究所

成熟的契机：出货量跨过 1000 万台生态繁荣门槛，行业进入“硬件+内容”良性循环上升通道。经过多年的技术积累和产品迭代，目前 VR 头显硬件已经能够满足应用基本要求。2020 年 9 月，Oculus Quest2 发布，体验感升级、价格亲民、Oculus 内容生态共同把该款头显推向爆款。根据 IDC 数据，2021 年全球 AR/VR 头显出货量达 1123 万台，其中 VR 头显出货量达 1095 万台，迈过了 1000 万台的行业重要拐点，这意味着 VR 中小开发者有机会实现盈利，行业进入“硬件迭代升级-内容生态繁荣-用户数量渗透率持续增加”的良性循环上升通道。

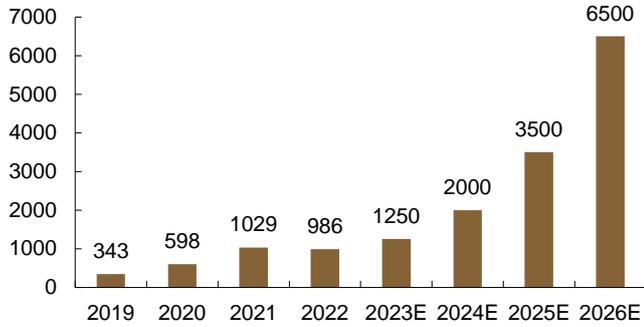
图 2：VR 行业发展进入良性循环上升通道



资料来源：德邦研究所绘制

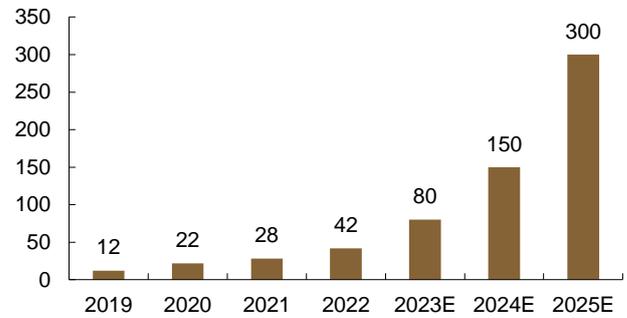
XR 设备出货量快速增长。我们认为 2023 年 XR 行业巨头入局，整体出货量将摆脱 2020-2022 年以 Meta 为主的市场格局造成的随主力产品生命周期的出货量年度波动，叠加全球消费电子行业筑底回升，XR 行业 2023 年开始有望进入百花齐放的快速增长期。根据 Wellsenn 数据，2026 年全球 VR 出货量有望达到 6500 万台，2022-2026 年 CAGR 高达 60%；2025 年全球 AR 出货量有望达到 300 万台，2022-2025 年 CAGR 高达 93%。

图 3：全球 VR 年度出货量（万台）



资料来源：Wellsenn XR 公众号，德邦研究所
注：Sell out 口径统计，不含 VR 盒子

图 4：全球 AR 年度出货量（万台）



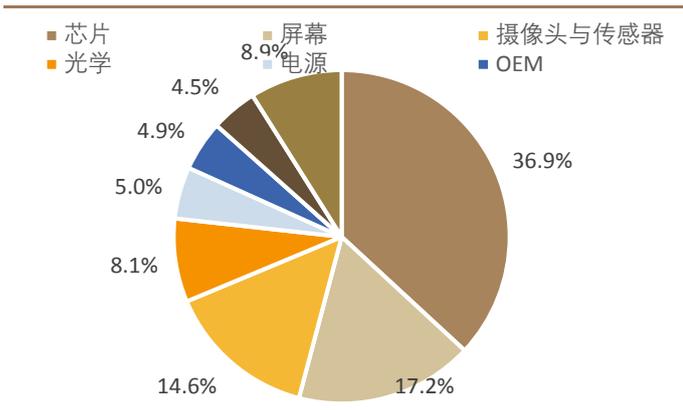
资料来源：Wellsenn XR 公众号，德邦研究所
注：Sell out 口径统计，不含无屏 AR

2. XR 光机技术路线多样，预计长时间处于密集创新期

2.1. 显示、光学与摄像头：打造 XR 沉浸感和交互的价值核心

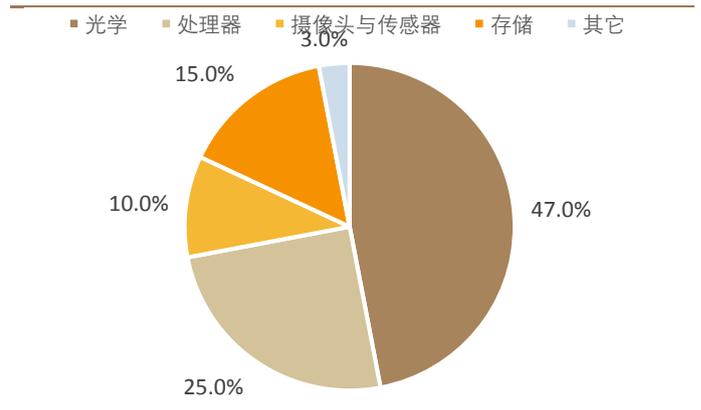
显示、光学和摄像头是 XR 头显的核心价值环节。光学与显示共同组成 VR 光机模组，是打造 VR 沉浸感和佩戴舒适性的关键。摄像头作为 VR 感知外界的主要方式，数量和种类也大幅提升。根据 Wellsenn 数据，屏幕/摄像头/光学分别占 Quest Pro 硬件成本的 17%/15%/8%，合计占比约 40%。根据莫尼塔数据，HoloLens 1000 美元版本中，光学/摄像头与传感器成本分别为 470/100 美元，成本占比分别为 47%/10%。

图 5: VR 硬件成本拆分 (Quest Pro)



资料来源: Wellsenn XR 公众号, 德邦研究所

图 6: AR 硬件成本拆分 (Microsoft HoloLens)



资料来源: 莫尼塔, 德邦研究所

2.2. 光学与显示：高速前进的技术快车，多种搭配满足不同目标群体

显示与光学系统不断进行技术迭代，未来将沿着成像质量、沉浸感、舒适性和成本四方面持续优化。显示与光学是 XR 头显主要创新升级，对于设备能否满足各种应用场景具有关键影响。VR 作为目前 XR 中的出货主力，长期以来，VR 光学基于屏幕与光学元件的配套升级，不断在权衡取舍中实现更大的视场角，更佳成像质量，更小体积，并伴随着工艺成熟和良率提升，推动成本端下降。我们认为未来 XR 光学与显示系统还将是 XR 的核心升级点，在技术方案持续创新，在参数上持续升级。

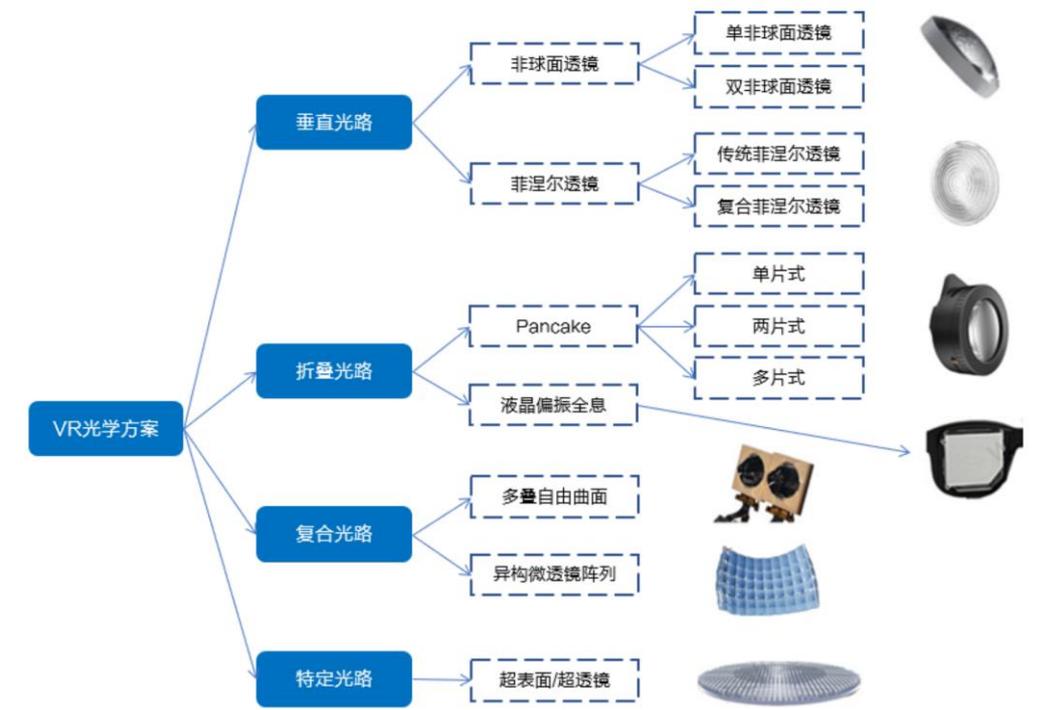
图 7: XR 光学系统核心追求



资料来源: GOOVIS, siweivr, 德邦研究所绘制

XR 光学和显示方案选择根据终端产品的目标场景和客户差异较大，未来将是持续的创新期，光学和显示方案彼此组合光机方案百花齐放。XR 光学与显示各自有多种方案，彼此组合带来光机系统的多样性。以 VR 光学为例，VR 光学方案是实现 VR 硬件轻薄化的重要助力，目前技术路径沿着传统透镜-菲涅尔透镜-折叠光路方向升级。折叠光路 (Pancake) 基于当前的技术的下一步发展方向，包括可变焦，单片式等。此外，液晶偏振全息方案、追求超大视场角的异构微透镜阵列光学、多叠折返式自由曲面光学等未来都有望成为产业追逐的潜力赛道。VR 显示方案也有 Fast-LCD、Mini LED、硅基 OLED、Micro LED 等多种方案。AR 光学与显示目前也有多种方案，未来也存在着诸多发展方向。我们认为未来长时间都将处于多种光机方案百花齐放的技术创新期。

图 8: VR 光学方案分类



资料来源: Wellsenn XR 公众号, 德邦研究所

图 9: 目前主要 VR 光学方案对比

| | 原理 | 优势 | 劣势 | 量产价格 | 代表机型 | 发展阶段 |
|--------------|--|-----------------------------------|----------------|----------|----------------------------|---------|
| 传统透镜 | 非球面透镜, 表面设计有平凸, 有效减少球差 | 结构简单, 成本低廉, 成像质量有保障 | 元件尺寸较厚, 佩戴舒适度低 | 5-10元 | PSVR | 淡出市场 |
| 菲涅尔透镜 | 去掉传统透镜直线传播而保留折射的曲面, 省下大量材料的同时达到相同的聚光效果 | 生产工艺较为成熟, 成本较低, 相对于传统透镜更轻薄 | 容易产生伪影和畸变 | 15-20元 | Oculus Quest2 Pico neo3 | 主流选择 |
| 折叠光路 Pancake | 通过让光路在镜片间多次折返实现屏幕与镜头之间成像工作距离的变相缩短 | 大幅降低VR尺寸, 对于VR头显整体方案设计的空间预留形成有效支撑 | 成本高, 屏幕亮度需求高 | 120-180元 | 苹果MR Pico neo4 | 即将大规模应用 |

资料来源: Wellsenn XR, 青亭网, 德邦研究所

图 10：现有 VR 显示方案总结

| | 原理 | 优势 | 劣势 | 成本 | 代表机型 | 发展阶段 |
|----------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|----|---------------|----------|
| FAST-LCD | 使用全新液晶材料和超速驱动技术，有效提升响应速度 | 技术成熟，成本低，亮度、像素密度、响应速度满足需求 | 仍存在响应延迟限制，功耗相对较高 | 低 | Oculus Quest2 | 主流选择 |
| Mini-led | 通过缩小LED灯珠尺寸，使同面积面板中灯珠数量更多，从而提升亮度 | 高亮度，高对比度，高分辨率，在成本端具有优势 | 功耗较高，本质依然是LED背光，屏幕厚度和重量优化有瓶颈 | 中 | Pimax Reality | 即将大规模应用 |
| 硅基OLED | 采用单晶硅晶圆作为有源驱动背板，实现高密度高对比度 | 高对比度，像素密度更高，功耗较低 | 亮度较低，成本较高 | 高 | 苹果MR | 未来高端机型选择 |

资料来源：Oculus 官网，ofweek 维科网，CINNO，VR 陀螺，德邦研究所

2.3. 多维交互增加摄像头需求量

XR 与物理世界交互需求带来摄像头数量和多品类需求，Quest Pro 单机摄像头数量高达 16 颗。XR 和物理世界交互需求较传统的消费电子明显增加，摄像头作为 XR 的“眼睛”数量和种类明显增加。以 Quest Pro 为例，其支持头部空间定位、手柄 6 DOF 自追踪空间定位，支持眼动追踪、面部追踪、视频透视等。多样性交互的背后是追踪定位摄像头、深度识别摄像头、透视 VST 摄像头、面部/眼动追踪摄像头等，头显和手柄合计配置 16 个摄像头。

表 1：VR 空间交互所需摄像头数量及价值量（Quest Pro）

| | 数量 | 单价（美元） |
|------------------------|----|--------|
| Quest Pro 头显摄像头 | | |
| 眼动追踪摄像头 | 2 | 6 |
| 面部识别摄像头 | 3 | 6 |
| VST RGB 摄像头 | 1 | 5 |
| SLAM 摄像头 | 2 | 5 |
| VST 深度摄像头 | 2 | 5 |
| Quest Pro 手柄摄像头 | | |
| 摄像头 | 6 | 5 |

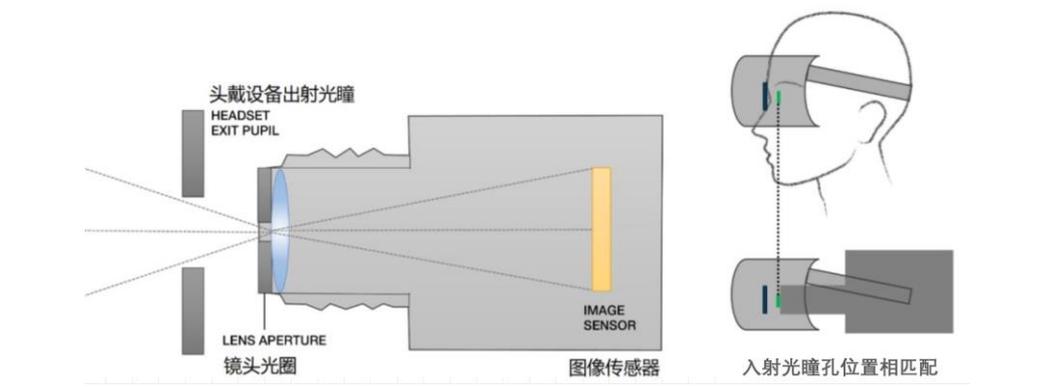
资料来源：Wellsenn XR 公众号，德邦研究所

3. XR 光学检测设备充分受益光学显示持续升级

3.1. 原理：模拟人眼的视觉感知，量化亮度和颜色坐标

XR 光学检测需要模拟人眼并量化人眼对亮度和颜色的感知。XR 光学检测通过模拟人眼的锥光仪系统的近似大小、位置和视场角的特征，从而模拟人眼的视觉感知。检测设备基于在实际空间采集到的虚像的光学信息，利用视觉算法对拍摄出的 XR 产品显示效果的图形进行分析，来检验包括亮度、色度及其均匀性、图像对比度、FOV 等一系列显示特征。XR 光学系统、显示系统、摄像头为主的传感系统都需要 XR 光学检测设备。

图 11：VR 成像检测示意图



资料来源：RADIANT，德邦研究所

3.2. 检测设备需求增长预计接近 XR 产能增长

密集创新期预计自动化设备以全新设备为主。XR 测试设备的更新换代频率取决于客户具体产品的性能和技术更新换代的频率。由于光学显示方案未来长时间预计都是密集创新期，各类显示和光学技术方案、关键尺寸大小、参数指标变化都会很大。参考主营产品为光学测试设备的智立方招股书，客户产品性能和各项指标需求发生重大变化时，需要根据客户需求提供新制设备以满足需求。我们认为每一代终端 XR 产品的光学测试设备之间复用性较差，需要新制自动化测试设备。

表 2：消费电子自动化设备更新频率取决于客户产品指标变化

| 场景 | 应对策略 |
|---------------------------------------|--|
| 客户产品性能及各项指标需求发生重大变化 | 原有设备无法继续使用，公司根据客户需求为其提供新型号、规格、性能指标的新制自动化设备，以满足客户需求 |
| 客户产品性能及各项指标需求发生较小变化 | 原有设备经小幅升级后可继续使用，公司根据客户需求提供改制自动化设备，以满足客户需求 |
| 客户产品性能及各项指标需求无变化 | 原有设备继续使用 |
| 客户产品性能及各项指标需求无变化，但原有设备数量无法满足客户的产能提升需求 | 公司为其提供原有型号、规格、性能指标的新制自动化设备，以满足产能提升需求 |

资料来源：智立方招股书，德邦研究所

XR 光学检测设备需求增长预计较长时间更加接近 XR 产能增长率，而非 XR 产能二阶导。我们认为由于每一代设备之间复用性较差，因此未来长时间内 XR 检测设备都会以全新设备为主。因此，以 XR 换代周期统计的 XR 检测的需求增长在较长时间内都会与 XR 出货量成比例，而非 XR 产能的增长。

3.3. 相比传统消费电子检测设备，XR 检测设备检测项目大量增加

沉浸式的显示需求带来空间图形、角度视场、近眼位置和定位追踪等多种测试需求。XR 相比手机等消费电子，除了在亮度颜色要求上进一步提升外，还引入了空间图像、角度视场、近眼位置等检测内容，此外曲面屏幕带来曲面成像畸变，眼动追踪等交互需求带来各类识别和定位用模组测试需求。

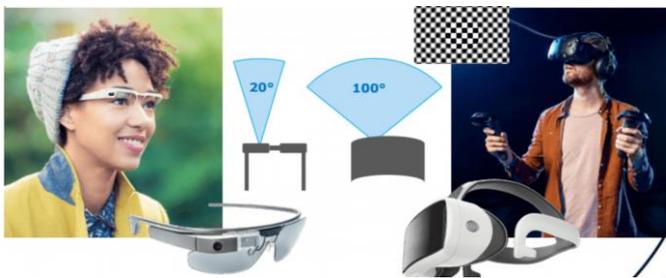
图 12: XR 显示器特点



资料来源: RADIANT, 德邦研究所

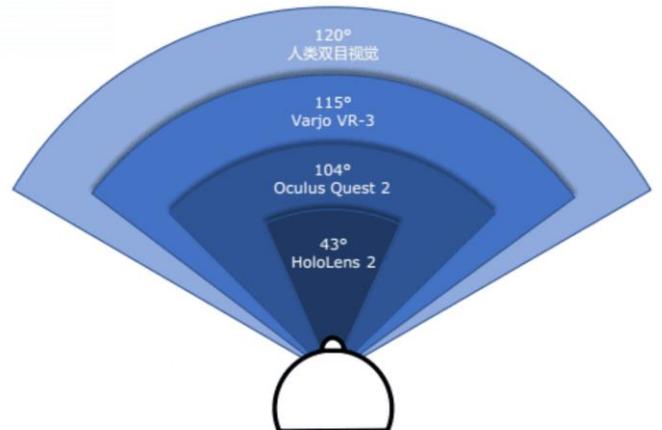
多样的视场角对坐标标定和算法提出全新的要求。AR 和 VR 对 FOV 的要求差异较大，为了更好的沉浸感，VR 的 FOV 值明显大于 AR。同时，VR 内部不同设备由于应用场景和技术水平的差异，FOV 值也不尽相同。检测设备需要复制出出瞳位置的人眼 FOV 以及空间坐标的转化，多样的 FOV 值对于检测设备的空间坐标标定和算法都提出了多样化的需求，对设备厂商的研发和协作能力提出了较高的要求。同时对更大视场角的追求也产生了更加严重的图形畸变，需要根据具体设备型号选择合适的反畸变方案进行检测，进而对光机显示方案做出相应的调整和优化。

图 13: VR 和 AR FOV 差异较大



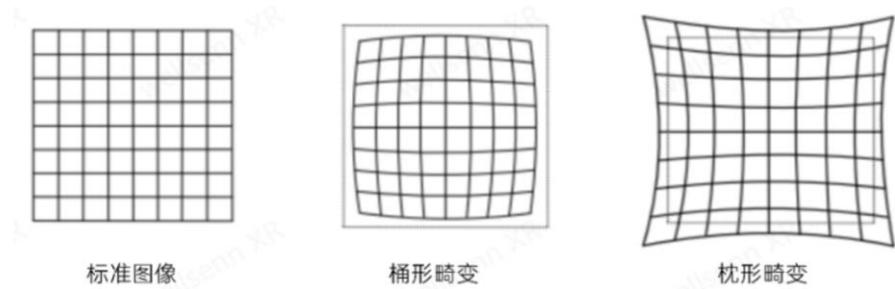
资料来源: RADIANT, 德邦研究所

图 14: VR 中不同设备 FOV 也不同



资料来源: RADIANT, 德邦研究所

图 15: VR 光学畸变类型



资料来源: Wellsenn XR 公众号, 德邦研究所

双眼一致性和对焦难度大增加检测难度。在现实世界中, 我们每一只眼睛有着非常不同的视角, 大脑将两者结合起来, 形成一个 3D 立体图像, 是我们大脑处理深度线索的一种, 这就是立体视觉。在 XR 显示中, 图像也应该视差正确的显示在双眼中, 以防导致知觉错误, 尤其是曲线透视/相对标度等单眼深度视觉线索较少的情况下。XR 检测设备需要对比双眼之间显示一致性, 对同一头戴设备中的两个显示区域同时测试对比分析。

同时, 同一个 XR 虚像, 可能存在着多个不同的焦点; 同一个 XR 产品, 焦距可能在较宽的范围内动态变化, XR 设备需要焦点正确的采集图像信息, 为后续的分析提供精准的数据。

图 16: XR 检测设备需要对比双眼感知图像的一致性



资料来源: RADIANT, 德邦研究所

图 17: XR 液态镜头焦距动态变化示例



资料来源: RADIANT, 德邦研究所

人体运动的多样性以及消费者个体形体差异要求测试设备具有良好的灵活性和精密驱控技术。真实 XR 用户的自由活动会带来图像感知的差异, 检测设备需要在模拟运动下进行屏幕检测, 如 Optofidelity 开发的 XR 专用测试设备就包含一个人造头骨, 其内含 2 个摄像头用于模仿人眼对头显进行检测。其框架可以模仿前后、上下、左右、点头、滚动和偏航(侧身转动)的真实用户自由运动, 检测不同情况下的光机系统工作情况。

以眼球运动追踪为例, 根据智立方招股书披露, 在研的眼动追踪测试系统通过摄像头等追踪终端获取眼球的位置及其进行的运动。XR 设备使用者具有的尺寸和轮廓等生物形体差异, 如不同的瞳距等, 对于同一图像的感知也有所差异, 这就要求产品具有良好的灵活性, XR 测试设备往往需要调整参数进行多次测试。智立方在研项目主要包括高精度三轴移动平台、高精度旋转轴、虚拟眼睛等, 通过虚拟眼睛的精密移动对摄像头眼动追踪的精度进行校准, 相关的运动精度可达 0.005mm。

图 18: 人造头骨模拟真实用户自由运动, 对 XR 屏幕进行测试



资料来源: 新浪 VR, 德邦研究所

光学性能检测设备运用于 VR 镜片/模组/整机生产环节, 测试内容大幅增加, 设备内部也集成了新的量测仪器。参考杰普特为多个北美大客户开发的 VR 镜片/模组/整机的光学性能检测设备, 其检测设备内容包括: 成像畸变、瞳孔游移、镜片焦距、成像清晰度、对比度、鬼影等, 设备集成了自动变焦自准直仪、锥光镜头等精密光学仪器, 同时也可基于六足位移台的 VR 镜片相对于检测相机的高精度光轴校准。同时, 杰普特协助客户开发的下一代 VR 检测设备, 计划加入更多的光学检测项目, 例如 MTF、偏振、光谱、色彩均匀性等。瑞淀光学 XR 检测设备的配套使用软件也显示了检测内容的多样性, 既包括传统光学检测的亮度、色度、均匀度等内容, 新增了专属于 XR 设备的棋盘格对比度、畸变、虚像距、双目一致性、出瞳直径、离焦 MTF、FOV 等检测内容。

图 19: VR 光电检测研发自动化设备示意图

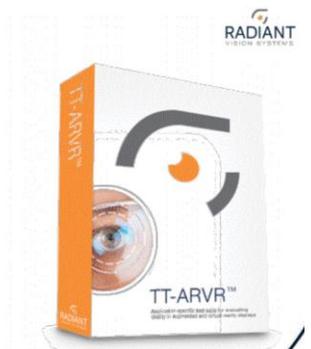


资料来源: 杰普特微信公众号, 德邦研究所

图 20: 瑞淀光学 XR 检测设备配套分析软件

TT-ARVR™ 分析软件

- 亮度
- 色度
- 均匀性
- 序列对比度
- 棋盘格对比度
- 畸变
- 虚像距
- 双目一致性
- 出瞳直径
- MTF (线对、LSF、斜边)
- 离焦 MTF
- Mura 缺陷及其他缺陷
- 显示器视场 (FOV)



资料来源: RADIANT, 德邦研究所

3.4. XR 检测对精准度要求极高

XR 显示对成像质量要求高，目前距离理想效果仍较远。随着显示图像通过光机系统被放大填充至用户的视野，显示缺陷问题对于眼睛距离屏幕仅有几厘米的用户来说感知更加明显，因此 XR 显示设备的检测精度要求也大幅提高。PPD (Pixels Per Degree) 角分辨率，指市场角中的平均每 1° 夹角内填充的像素点的数量， $PPD = \text{像素点数量} \div \text{FOV}$ 。视网膜级别为 60 PPD，部分沉浸式体验普遍要求 120° 视场角。Quest Pro 分辨率已经达到双眼 4K，但是 PPD 值为 22，比 Quest 2 高 10%。目前在较理想 FOV 值下，行业技术水平距离 60 PPD 的视网膜级别仍遥远。同时 XR 显示的亮度、刷新率要求较传统消费电子也较高。

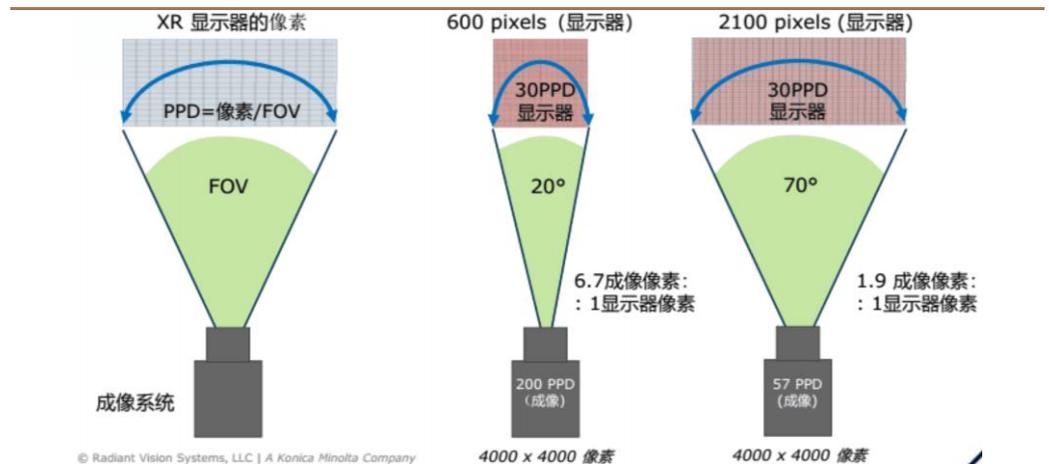
表 3: VR 显示参数 (Quest Pro)

| | |
|-----|--|
| 屏幕 | 2.48 英寸 Fast LCD+MiniLED 背光×2 |
| 分辨率 | 4K 分辨率，双屏设计，单目分辨率 1800×1920，反向旋转 21 度以提高视场 |
| FOV | 22 |
| 刷新率 | 72Hz/90Hz |
| 视场角 | 106° H×96° V |

资料来源: Wellsenn XR 公众号, 德邦研究所

XR 检测设备精细度要求极高，是对软硬件的综合考验。成像系统的分辨率要求比显示器更高。从硬件上对镜头、亮色度计等规格要求提升，在软件上对厂商的算法效率、稳定性提出更高要求。

图 21: 成像系统的分辨率要求比显示器更高



资料来源: RADIANT, 德邦研究所

4. 投资建议

4.1. 智立方

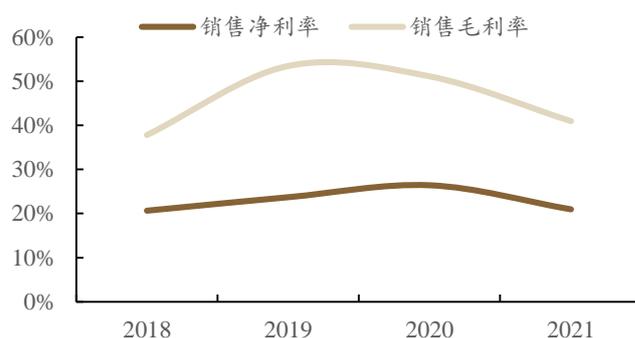
智立方成立于 2011 年，公司一直专注于工业自动化设备领域。公司坚持“3×2”战略，在三大赛道（消费电子、半导体、雾化电子）和两大工艺（自动化测试、自动化组装）作深度的发展和延伸。2018-2021 年，营收从 2.85 亿增长至 5.49 亿，CAGR 为 24%。归母净利润持续向上，2021 年实现归母净利润 1.15 亿，2018-2021 年 CAGR 为 25%。2018-2021 年，公司平均毛利率为 45.8%，平均净利率为 22.9%。

图 22：智立方营收及归母净利润（亿元，%）



资料来源：Wind，智立方公司公告，德邦研究所

图 23：智立方利润率（%）



资料来源：Wind，智立方公司公告，德邦研究所

深度受益消费电子的持续创新，深度绑定及服务优质客户。公司工业自动化设备是营收主力，2021 年营收占比 87%。公司自动化设备中以满足客户新性能和指标需求的新制作自动化设备为主，营收占比约为 90%，显示公司强大的研发及交付能力，充分享受消费电子行业的产品创新红利。公司深度绑定苹果产业链，2019-2021 年，公司对苹果公司及其指定电子产品智能制造商营收占比分别为 75.83%、68.82%和 72.59%。苹果公司占据消费电子行业主要利润空间，单机型大出货量和工艺要求高，果链自动化设备企业深度受益。

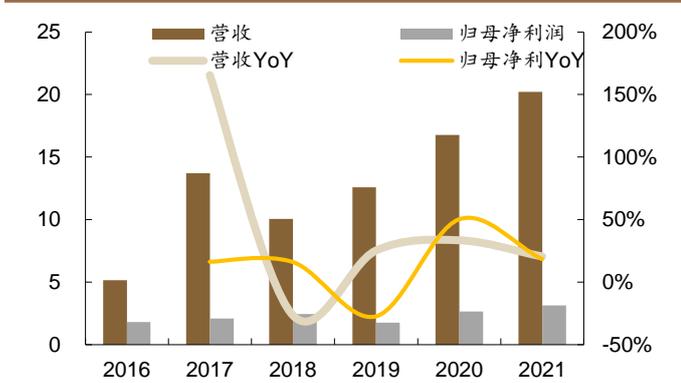
光学测试设备为主，19-21 年平均收入占比超 60%。公司产品以光学测试设备为主，19-21 年平均营收占比超过 60%，主要应用于智能手机、平板电脑、可穿戴设备等的光学识别、光学感应测试环节，可测试包括照度、辐射能量、辐射波长、光敏性、色敏性、分辨率等指标。

积极布局 XR 光学测试设备，有望第一波受益 XR 检测高成长红利。根据公司 22 年中发布的招股书，公司在研项目包括曲面屏幕测试系统和眼动追踪测试系统，且公司明确指出该项目应用于 XR 领域。公司 XR 测试设备在研设备项目需要内置高精度驱控技术，曲面屏幕测试系统项目的测试位置精度可达 0.02mm，眼动追踪测试系统的相关运动精度可达 0.005mm。我们认为公司的在研 XR 项目精度高，单价价值量大，并且有望运用于龙头消费电子客户的 XR 新产品，第一波受益 XR 光学检测设备的成长红利。

4.2. 华兴源创

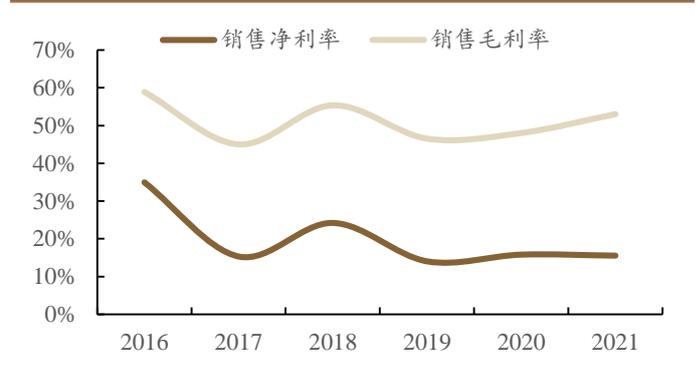
华兴源创成立于 2005 年 6 月，是行业优秀的工业检测设备与整线检测系统解决方案提供商，检测设备可用于平板显示、智能穿戴、半导体、汽车电子等领域。2016-2021 年，华兴源创营收 5.16 亿增长至 20.20 亿，CAGR 为 31.4%。2021 年实现归母净利润 3.14 亿，2016-2021 年 CAGR 为 11.7%。2016-2021 年，公司平均毛利率为 51.2%，平均净利率为 20.0%。

图 24：华兴源创营收及归母净利润（亿元，%）



资料来源：Wind，华兴源创公司公告，德邦研究所

图 25：华兴源创利润率（%）



资料来源：Wind，华兴源创公司公告，德邦研究所

优质客户群，涵盖 XR 生产各个环节。2013 年以来公司一直为苹果指定的手机屏幕检测设备供应商，自主完成历代苹果手机屏幕部分检测工序所需检测设备，与苹果建立了持续、稳定的合作关系。根据 21 年年报，公司已经成为苹果、三星、索尼、LG、夏普（鸿海）、京东方、立讯精密、歌尔股份、富士康等优质企业的合作伙伴。公司的客户群涵盖 XR 屏幕生产、模组组装、整机组装和多个终端客户。

公司平板显示检测需求有望充分受益，Micro-OLED 系列检测设备已获批量订单。平板检测业务是公司的第一业务，包括触控检测设备、电路检测设备、老化检测设备等。公司紧跟面板显示迭代技术，平板显示检测技术全面向 OLED 屏幕提升，Mini LED、Micro-LED 及 Micro-OLED 等新一代检测技术储备不断升级。2021 年公司 Micro-OLED 获得终端客户首条试验线订单，目前已经取得 Micro-OLED 批量订单。

4.3. 杰普特

杰普特成立于 2006 年，公司主营激光器、激光/光学智能装备、光纤器件，在核心的激光、精密量测、机器视觉、运动控制等核心技术领域长期坚持自主创新。2016-2021 年，杰普特营收从 2.53 亿增长至 11.99 亿，CAGR 为 36.5%。公司归母净利润波动较大，主要系激光切割市场同质化竞争带来毛利率下降，公司激光器业务转向焊接用连续激光产品后毛利率有所恢复。2016-2021 年，公司平均毛利率为 33.5%，平均净利率为 9.1%。

图 26：杰普特营收及归母净利润（亿元，%）



资料来源：Wind，杰普特公司公告，德邦研究所

图 27：杰普特利润率（%）



资料来源：Wind，杰普特公司公告，德邦研究所

公司为苹果公司提供智能光谱检测机，具备消费电子领域光学检测技术积累。公司智能装备可应用于被动元器件生产、激光加工和精密光学检测领域。其中公司向苹果公司提供智能光谱检测机，用于 3C 消费电子产品的屏幕质量检测，包括透光/反光性能、颜色检测等主要指标，显示杰普特在光学设计、视觉算法及运动控制领域的多年技术积累，检测设备可满足客户的高准确度和高重复性的测试需求。

公司已为多家北美大客户开发 XR 光学性能检测设备，22 年已逐步交付，下一代产品及国内客户持续拓展。至 22 年 11 月，杰普特已为多个北美大客户开发了 VR 镜片/模组/整机的光学性能检测设备，检测设备内容包括：成像畸变、瞳孔游移、镜片焦距、成像清晰度、对比度、鬼影等。设备集成了自动变焦自准直仪、锥光镜头等精密光学量测仪器，同时也可实现基于六足位移台的 VR 镜片相对于检测相机的高精度光轴校准。同时，杰普特也在协助客户开发下一代 VR 检测设备，计划加入更多的光学检测项目，例如 MTF、偏振、光谱、色彩均匀性等。

2022 年杰普特逐步向客户交付 VR/AR 等诸多领域的光电检测研发自动化设备，陆续完成验收。同时，参与国内市场 VR/AR 项目立项开发设备中，客户与合作伙伴涵盖国内外知名厂商。

5. 风险提示

宏观经济波动风险、客户出货不及预期、消费电子客户创新不及预期

信息披露

分析师与研究助理简介

陈海进，电子行业首席分析师，6年以上电子行业研究经验，曾任职于民生证券、方正证券、中欧基金等，南开大学国际经济研究所硕士。电子行业全领域覆盖。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

| 类别 | 评级 | 说明 |
|--|------|--------------------------------|
| 1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅； 2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。 | 买入 | 相对强于市场表现 20%以上； |
| | 增持 | 相对强于市场表现 5%~20%； |
| | 中性 | 相对市场表现在-5%~+5%之间波动； |
| | 减持 | 相对弱于市场表现 5%以下。 |
| 行业投资评级 | 优于大市 | 预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上； |
| | 中性 | 预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与 10%之间； |
| | 弱于大市 | 预期行业整体回报低于基准指数整体水平 10%以下。 |

法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（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。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，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。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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦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。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。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。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。