

成本下降+体验提升，AR-HUD放量在即 ——汽车行业全景图HUD篇

2023年7月31日

行业评级

汽车 强于大市（维持）

证券分析师

王德安 投资咨询资格编号：S1060511010006

研究助理

王跟海 一般从业资格编号：S1060121070063

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

投资要点

- **汽车抬头显示（HUD）产品形态变迁：从C-HUD到AR-HUD。**汽车抬头显示经历三代技术变迁，从C-HUD到W-HUD，再到AR-HUD，AR-HUD主要技术模式是将图像与现实事物拟合叠加，而为实现深度融合，AR-HUD相比传统HUD需要更长的投影距离和更大的视场角，这带来了技术端和成本端的挑战，尽管多家主机厂推出搭载AR-HUD的车型，但目前仍然处于小规模试水阶段，AR-HUD除了带来成本上升外，还带来了体积变大、阳光倒灌等技术问题。此外AR-HUD由于在显示内容、人机交互方面有较大提升，对软件能力的要求也更高。
- **AR-HUD产业链梳理：产业链本土化总体可控，部分核心部件仍由外资把控。**PGU是（光学成像单元）是HUD的核心部件其成本约占HUD总体BOM成本的30%~50%，国内供应商数量较多且包含多种技术路线，可以较大程度上满足国内AR-HUD的需求，在成像芯片方面，除DLP方案的DMD芯片由德州仪器独供外，其他路线的芯片供应商较为充足，且国内厂商都有所布局。在光学设计端，目前自由曲面镜、抬头显示玻璃等部件均可实现国内厂商供应，但为消除重影问题的楔形PVB膜则主要由外资厂商把控。
- **体验提升和成本下降成为推动AR-HUD加速渗透的关键因素。**HUD可能会成为未来汽车实现人机交互的主要窗口之一，而AR技术的应用极大丰富了HUD的使用体验，将加速HUD替代传统仪表。在成本端，随着渗透率提升、产业链成熟稳定，其成本会有较大的下降空间，我们预计未来AR-HUD可能会进入千元机时代。此外我们认为搭载HUD车型的热销也将加速其渗透进程。我们预计到2025年国内HUD出货量有望达到800万套左右，市场规模有望达到100亿元，相比2022年市场规模增长约3.5倍。
- **投资建议：**我们看好HUD在未来的增长空间，尽管目前HUD份额仍由日系等外资厂商把控，但在AR-HUD领域国产厂商已取得一定先机，同时本土厂商在服务响应、本土化研发、成本控制能力均具备不俗的竞争力，看好国内相关产业链的投资机遇，推荐华阳集团、经纬恒润、福耀玻璃，建议关注水晶光电。
- **风险提示：**1) HUD成本下降节奏可能低于预期，导致渗透率节奏变慢；2) 车企出于成本考虑可能对搭载HUD比较谨慎；3) 国内HUD厂商数量增多，导致本土厂商竞争环境恶化；4) 海外巨头加速本土化进程，侵蚀本土供应商市场份额。



目录CONTENTS

● 汽车抬头显示：从C-HUD到AR-HUD

● AR-HUD产业链梳理

● 产品体验和成本下降带来AR-HUD的普及

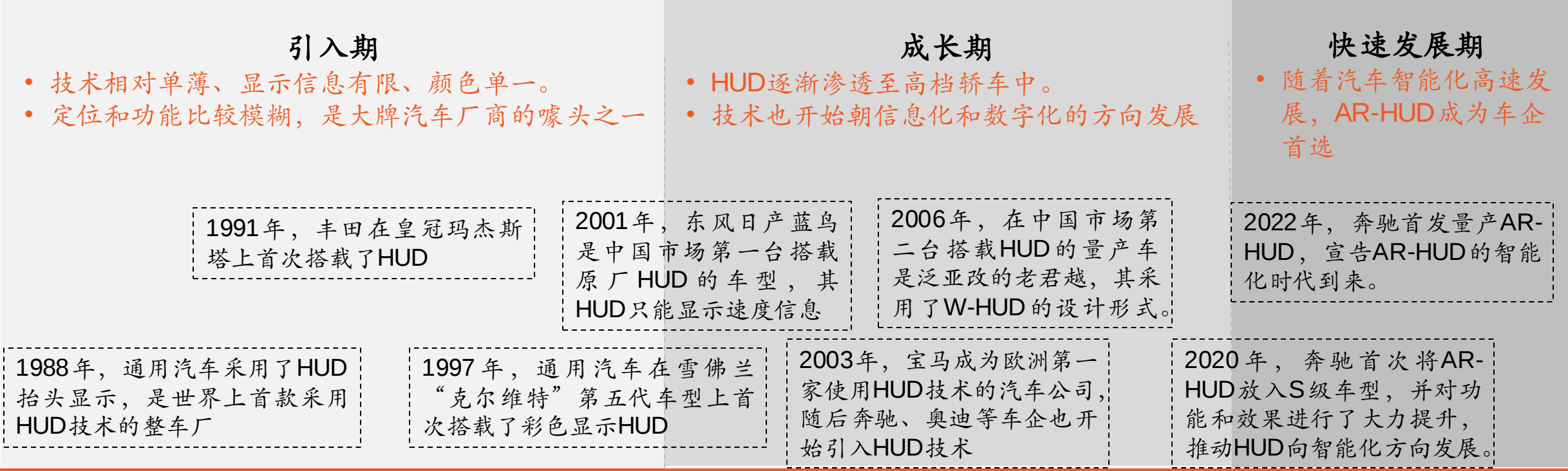
● 国内AR-HUD主要Tier1情况

● 投资建议与风险提示

1.1 汽车抬头显示：从天空到地面的迁移

➤ HUD日渐成为汽车人机交互的重要组成部分。抬头显示（HUD）是一种光学器件，其工作原理与投影仪基本相同，将需要显示的信息投影到驾驶员前方的透明介质上。HUD最早被应用在军用飞机上，随着技术的发展，HUD技术逐渐渗透至汽车产业。HUD提高了驾驶安全性，缓解驾驶员疲劳，而随着AR技术的应用HUD也逐渐成为汽车人机交互的重要组成部分。

● 车载HUD发展历程



1980 1990 2000 2010 2020

1.2 产品形态变迁：车载HUD的技术发展

➤ 需求驱动下的车载HUD技术发展。HUD产品根据实现方式和产品形态不同大致可以分为三类：1) C-HUD 由于成像效果差、成像尺寸有限且存在安全隐患，正逐步被淘汰；2) W-HUD 相比 C-HUD 在成像尺寸、成像质量等方面均有所提升，技术相对成熟，是目前主流的HUD方案；3) AR-HUD利用了增强现实技术，极大扩展了HUD的使用场景，比如行车时可以将导航的道路信息显示到HUD上，并融合周围实际的路况场景进行显示，也能结合ADAS功能，提供前向碰撞预警、车道偏离预警及交通标志线识别等提示，及时预告路况和行人预警信息，此外还可将行车电脑中的车辆数据与道路实景有机结合，进行AR呈现。我们认为AR-HUD的使用场景更加丰富，未来HUD将逐步由W-HUD向AR-HUD过渡。

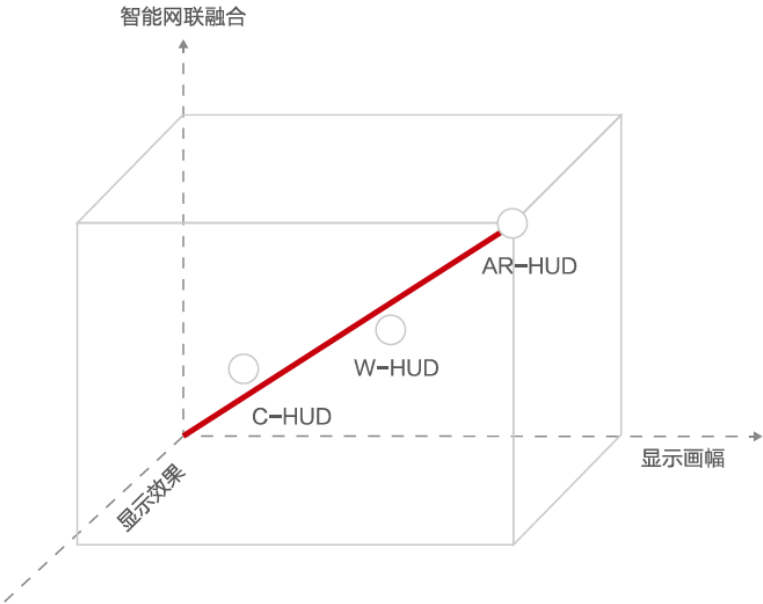
● 不同类别HUD对比

对比项目	C-HUD	W-HUD	AR-HUD
名称	Combiner HUD 组合型HUD	shield HUD 挡风玻璃HUD	Augmented Reality HUD 增强现实HUD
视觉显示区域	透明树脂玻璃	前挡风玻璃	前挡风玻璃
产业应用情况	后装或前装，已实现量产	前装，已实现量产	前装，少量量产
主要优点	成本较低	一体化显示， 节省车内空间	驾驶安全性高， 显示效果更加真实
主要缺点	发生事故时透明树脂玻璃容易对 驾驶员造成二次伤害	易造成驾驶疲劳 沉浸感不佳	技术难度大 制造成本高
代表厂商	Navdy等	大陆、博世等	华为、大陆等

1.3 产品形态变迁：从C-HUD到AR-HUD

➤ AR-HUD将与智能网联技术深度融合，显示内容极大丰富。C-HUD 只是车辆仪表信息简单的图形和文本显示，W-HUD 则是简单图形显示；AR-HUD 则是利用增强现实技术，与智能网联数据深度融合，实现虚拟图像与现实的叠加显示。而未来HOLO HUD结合3D技术和AR显示，可实现内容更加丰富，形式更加生动的全视场显示。价格方面，根据未来黑科技创始人徐俊峰透露，目前普通的W-HUD大概在1000元区间，2D AR-HUD可能达到2000-3000元。

● 不同类型抬头显示的特征分布



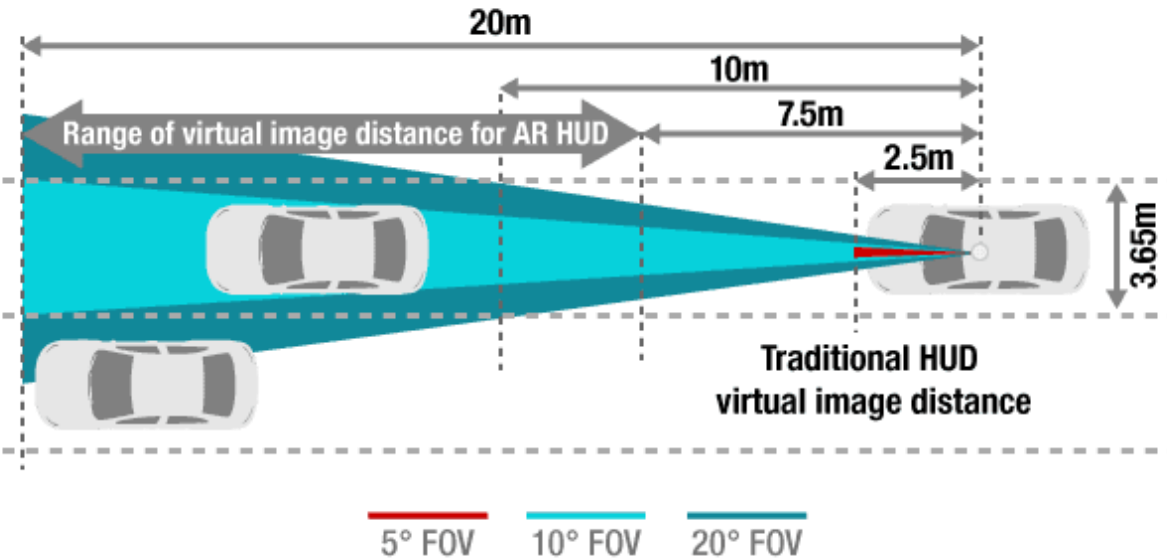
● 车载抬头显示的代际定义



1.4 长虚像距离和大市场角是AR-HUD的发展重点

➤ 长虚像距离和大视场角是AR-HUD发展重点。AR-HUD主要技术模式是将图像与现实事物拟合叠加，为实现深度融合，AR-HUD要求在驾驶员前方至少7.5m处投射虚像。当VID>7.5m且FOV>10°，AR-HUD会输出更大的显示范围以及更丰富的显示信息。但我们认为仅从光学参数的角度无法完全定义AR HUD，未来黑科技首席科学家吴慧军认为，AR增强现实的定义包括三个要素：
(1) 真实和虚拟物体形状、位置等关键要素被精确地感知和呈现；(2) 真实和虚拟世界的完美融合；(3) 实时交互。

● AR-HUD虚像距离



● AR-HUD不同FOV覆盖范围示意图



1.5 AR-HUD对软件的能力要求更高

➤ 软件的持续升级是AR-HUD发展的重要一环。相比于传统的W-HUD，AR-HUD需要整合摄像头、雷达、高精度地图等车辆获取的信息，继而在前挡风玻璃上实现箭头导航、人像指引等功能，这就要求AR-HUD在获取图像后，在毫米级时间内生成图像，对软件算法以及硬件要求均较高。此外AR-HUD需要保证实时渲染的稳定性，对软件算法及光学成像要求非常高。亿欧智库认为AR-HUD软件升级主要在显示信息量、内容可读性以及人机交互性中体现。

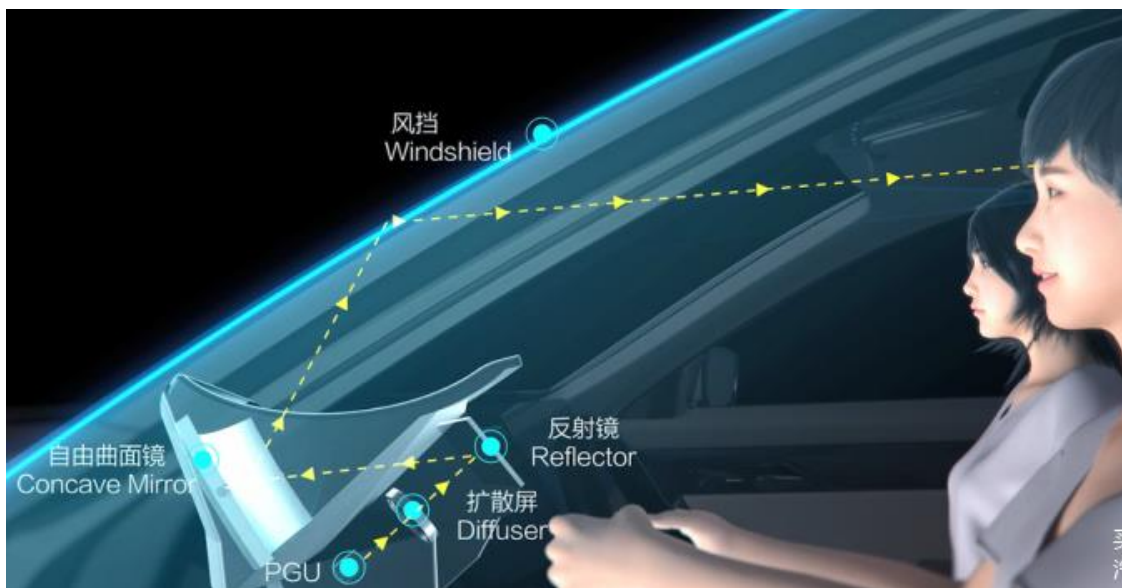
● AR-HUD软件升级主要方向

 显示信息量 除了显示传统的行车、导航信息外，还能与ADAS功能深度融合，能够实现车道偏离、汽车碰撞、行人预警、超速提醒等高级功能，并将显示信息与周边环境相融合。 核心要点：AR-HUD软件升级在信息的显示中，信息量逐渐多元化。 实现难度较小 - 易形成标准化 - 迭代周期短	 内容可读性 AR-HUD的VID更长、FOV更大，成像尺寸更大，并且可以将行车信息更好地与HUD显示内容融合，能够让驾驶员更加便捷地获取信息，带来更佳的使用效果。 核心要点：AR-HUD软件升级在内容的显示中重点提升内容清晰度、渲染美观度。 实现难度较大 - 风格差异较大 - 迭代周期较长	 人机交互性 AR-HUD通过车内传感器捕捉驾驶员眼睛位置，对成像进行实时调整，保障显示的清晰和稳定。此外AR-HUD功能与语音、蓝牙等座舱功能进行交互，实现驾驶高效性、安全性。 核心要点：AR-HUD软件升级在人机交互中重点提升内容精确性、图像实时性、渲染稳定性。 实现难度大 - 风格差异很大 - 迭代周期长
---	---	---

1.6 AR-HUD带来技术端和成本端的挑战

- **AR-HUD硬件结构主要包含PGU成像和空间光学两部分。**PGU输出可视图像，经反射镜将图像投射到自由曲面镜上。自由曲面镜将原图像放大并适配风挡玻璃完成光学畸变矫正并投射到风挡玻璃上，风挡玻璃将图像反射进入眼椭圆范围。
- **大FOV、大VID带来技术和成本挑战。**尽管多家主机厂推出AR-HUD车型，但仍然处于小规模试水阶段，AR-HUD的宽视角除了带来成本上升外，还带来了体积变大，以及阳光倒灌等技术问题。目前W-HUD的体积仅有数升，而AR-HUD的体积多在10升以上，曾搭载在奔驰S级上的HUD，其体积甚至达到了20升以上。

● AR-HUD结构示意图



● 奔驰S级AR HUD尺寸达到27L





目录CONTENTS

● 汽车抬头显示：从C-HUD到AR-HUD

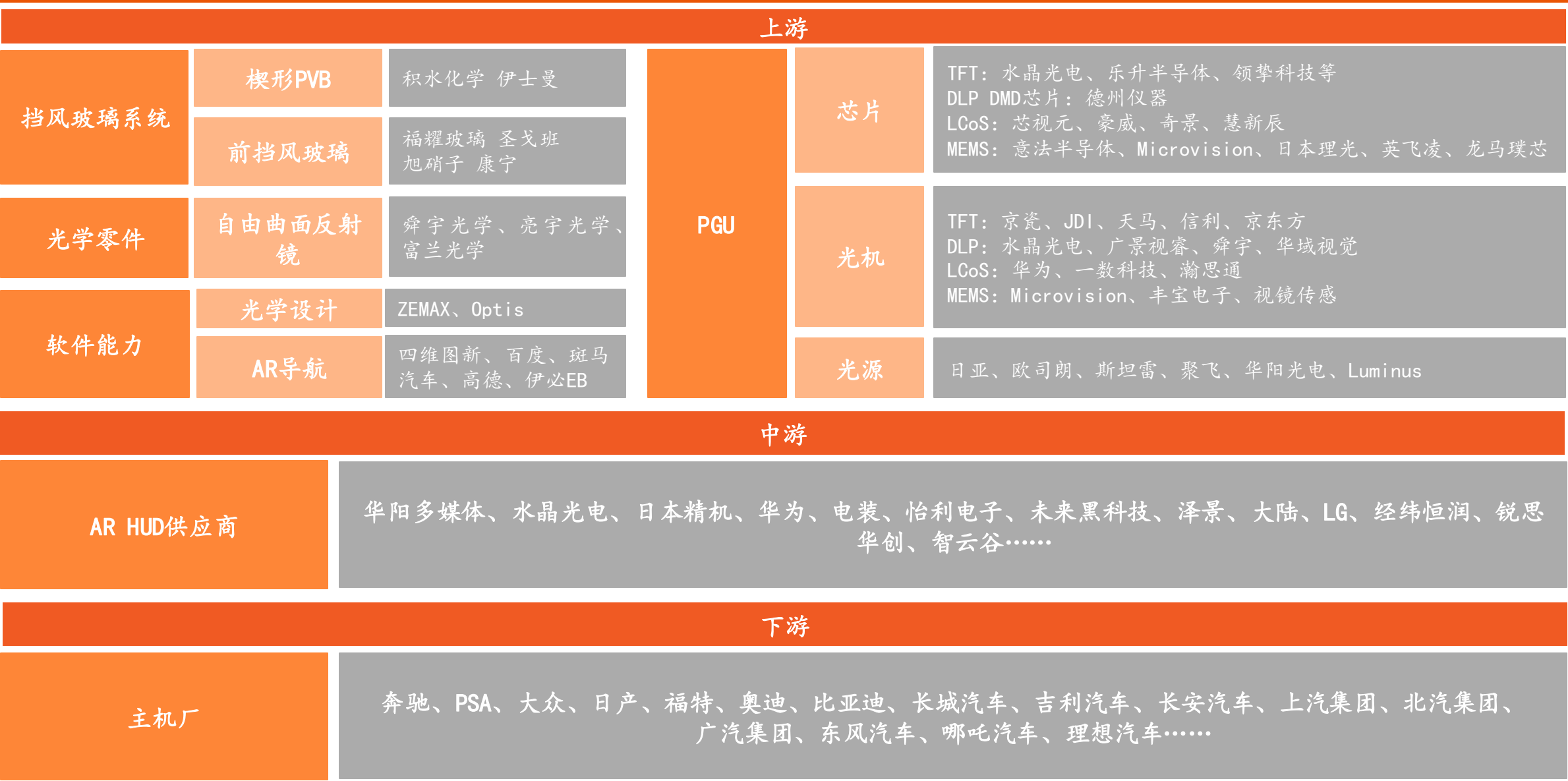
● AR-HUD产业链梳理

● 产品体验和成本下降带来AR-HUD的普及

● 国内AR-HUD主要Tier1情况

● 投资建议与风险提示

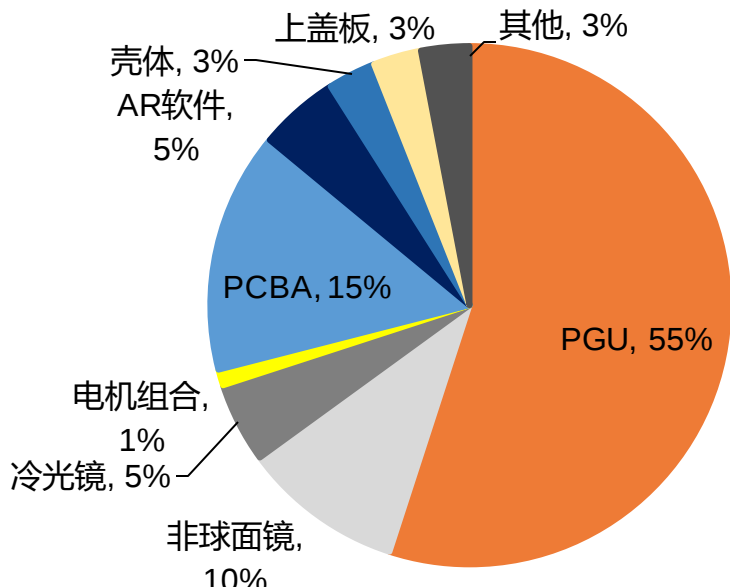
2.1 AR-HUD产业链概览



2.2 AR-HUD总成本：TFT<LCoS<DLP，PGU可占BOM成本的30%~50%

- PGU是HUD的核心部件，占AR-HUD整机BOM的30%~50%。PGU(Picture Generation Unit) 成像单元是AR-HUD的关键部件，直接影响HUD的成像效果与产品化成本。在AR-HUD成本中，PGU价值占比最大，可达整机BOM的30%~50%。目前PGU主流成像技术主要有以下：TFT-LCD、DLP、LCoS和LBS，成像技术的工作原理不同，在HUD上的应用表现存在很大差异，根据盖世汽车的统计的数据显示，TFT路线的PGU占总成本的30%左右，LCOS路线的PGU占总成本40%左右，DLP路线的PGU占总成本50%以上。

● 典型DLP方案的AR-HUD成本分析



- AR-HUD成本中，PGU价值占比最大，可达到整机BOM的30%~50%以上，其中TFT路线的光机占总成本的30%左右，LCoS路线的光机占总成本的40%左右，DLP路线的光机占总成本的50%以上；
- 从芯片看，DLP的DMD芯片为德州仪器独家供应，价格更贵，TFT和LCoS包括MEMS芯片可实现国产化；
- 作为核心组件之一的自由曲面镜，实现高精度、高良率的加工是HUD量产的重要前提，近几年国内同样涌现出一批具备开模资质的企业；
- 几种路线方案对比，TFT成本最低，而LCOS方案未来随量产能力提升或有望将成本降为DLP的7成左右，MEMS路线的激光光机目前尚处在实验阶段，未来可能成为低成本光机备选。

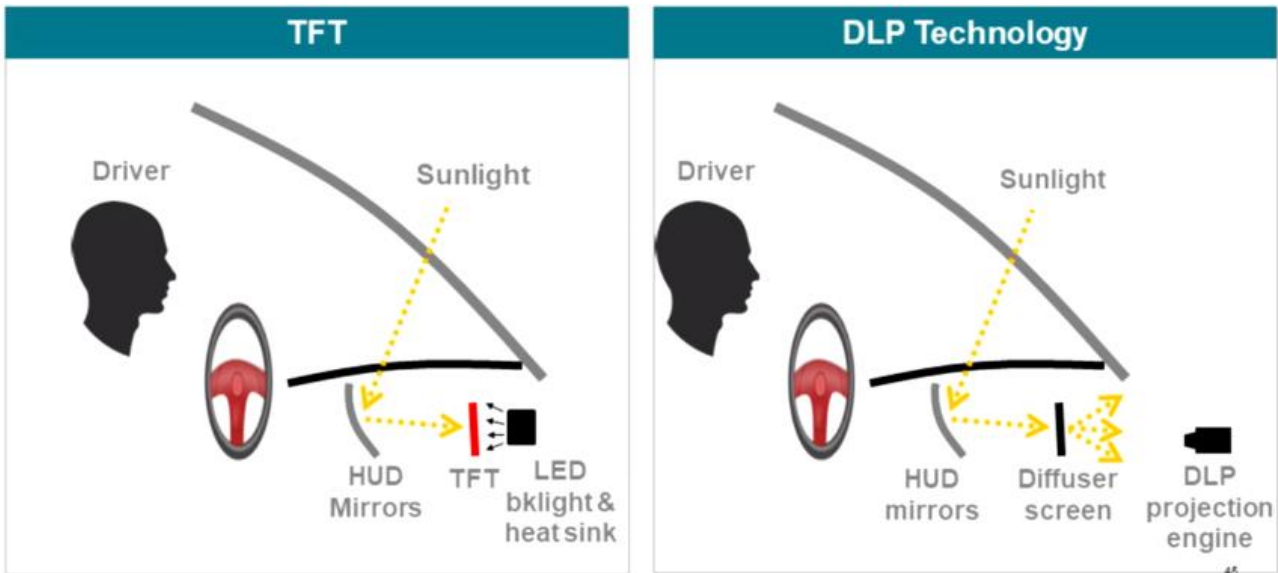
2.3 PGU技术演进：TFT是目前主流

- **TFT-LCD显示技术：**TFT是LCD液晶显示的一种，指图像是由集成在LCD面板每个像素点背后的薄膜晶体管(TFT)驱动改变光源偏振状态进行显示的。TFT-LCD抬头显示的原理是背光光源照亮LCD，并由TFT驱动像素点的光源偏振状态改变，呈现不同的明暗度，然后通过RGB滤色片呈现彩色的图像。TFT-LCD是最常见且应用最广泛的抬头显示光机类型，具有技术成熟、成本低的优势，但是同时也存在热管理难度大、亮度对比有限、清晰度有限的问题。

● TFT显示芯片结构示意图



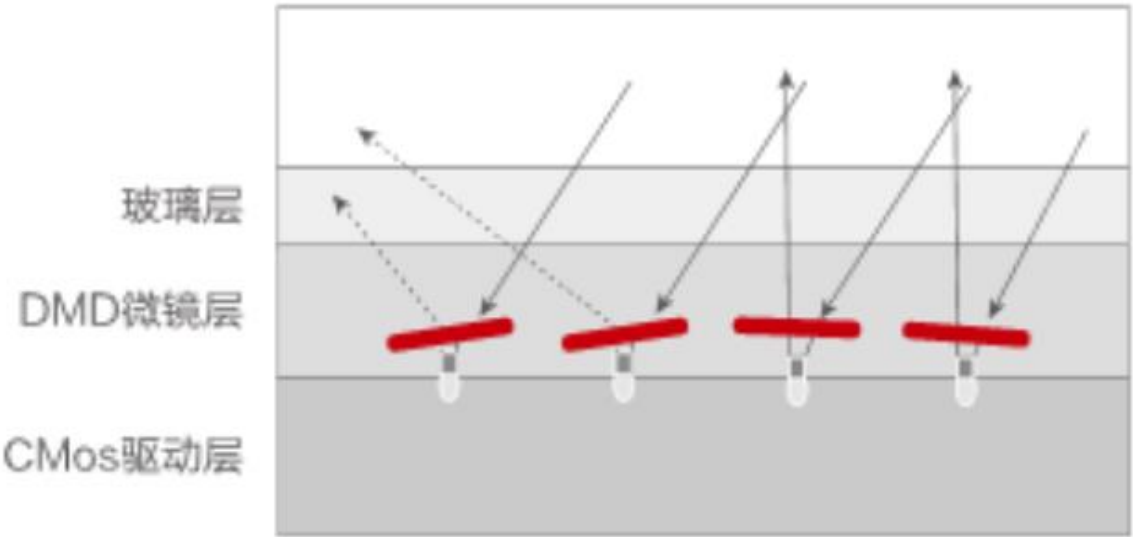
● TFT与DLP方案应对阳光倒灌的解决方案



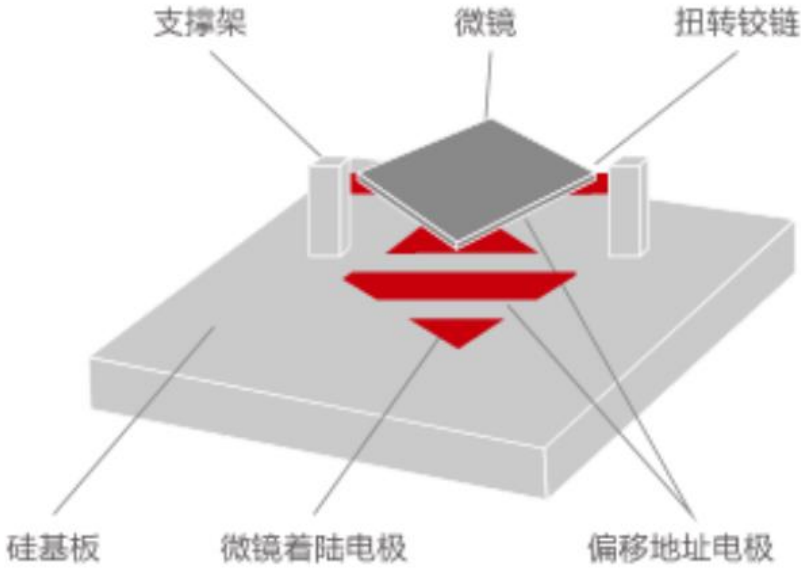
2.4 PGU技术演进：DLP成像效果佳，但成本较高

➤ **DLP显示技术：**DLP的核心是DMD即数字微镜芯片。在DMD中微反射镜是最小工作单位，微反射镜可以在 -12° 和 $+12^{\circ}$ 之间倾斜，从而实现信号投影的开关。当DLP光机工作的时候，需要进行投影的图像最终转化为二进制信号输入到DMD，图像的每一个像素将会由反射镜进行精确的控制和映射。一块DMD通常是由数百万个铰链安装的微反射镜组成的矩形阵列，每一个微反射镜对应一个像素，通过倾斜角度的方式控制像素的显示效果。DLP相较于TFT方案显示效果更佳，同时可有效解决阳光倒灌问题。但DLP是TI(德州仪器)的专利技术，因此下游厂商的议价权有限，成本也较高。

● DLP显示芯片结构示意图



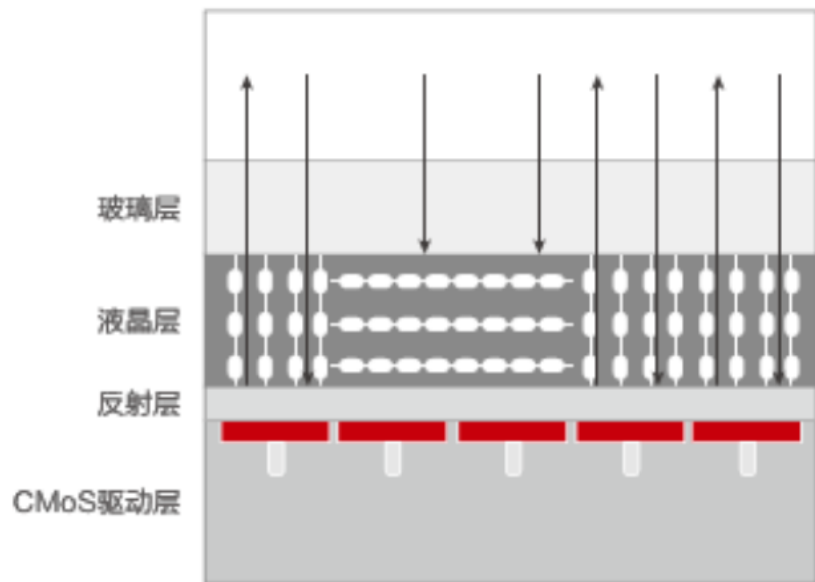
● DMD微反射镜结构示意图



2.5 PGU技术演进：LCoS方案取得车规级突破

- **LCoS显示技术**：LCoS (Liquid Crystal on Silicon) 是一种新型的反射式投影技术。LCoS光机工作时，需要对入射光做启偏处理形成偏振光（比如S光），光线进入LCoS面板到达反射层后全部原路返回。控制LCoS背板的电极可精确控制经过每个液晶像素中的S光转换为另一偏振方向的线偏振光（例如P光）的比例，成像光路中仅处理P光最终实现可是图像生成。相较于TFT和DLP方案，LCoS方案发展成熟的方案较短，目前有华为、一数科技等企业布局。2022年搭载华为AR-HUD的飞凡R7正式上市，代表着LCoS方案正式实现车规级量产。

● LCoS芯片结构示意图



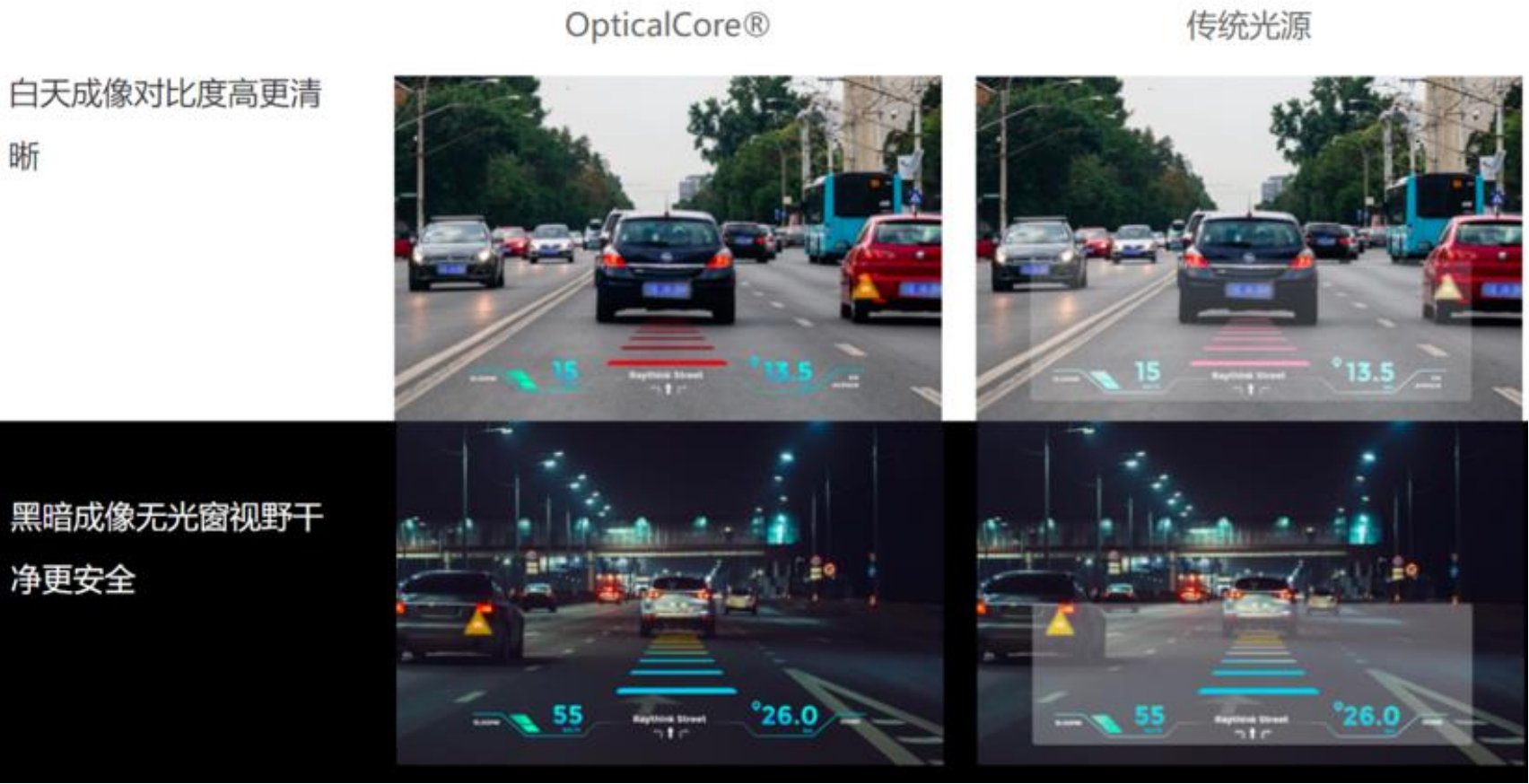
● 华为AR HUD（LCoS方案）已搭载到飞凡R7中量产



2.6 PGU技术演进：LBS方案成本低、效果好，但成熟度相对较低

➤ **LBS显示技术：**激光扫描投影
(LBS) 是将RGB三基色激光模组与微机电系统 (MEMS) 结合的投影显示技术方案，其方案结构包括三色激光模组+MEMS 振镜+滤光片。其优点是成本低，对比度好，无光窗问题，主要缺点是该方案成熟度较低，激光二极管中的红色激光器对温度较敏感，实现车规级较难，目前日亚的激光光源较为成熟。此外LBS方案存在散斑问题。目前国内以LBS为主攻方向的Tier1厂商是锐思华创，成像芯片较为成熟的国内厂商是龙马璞芯。

● LBS（左侧）与其他方案成像效果对比



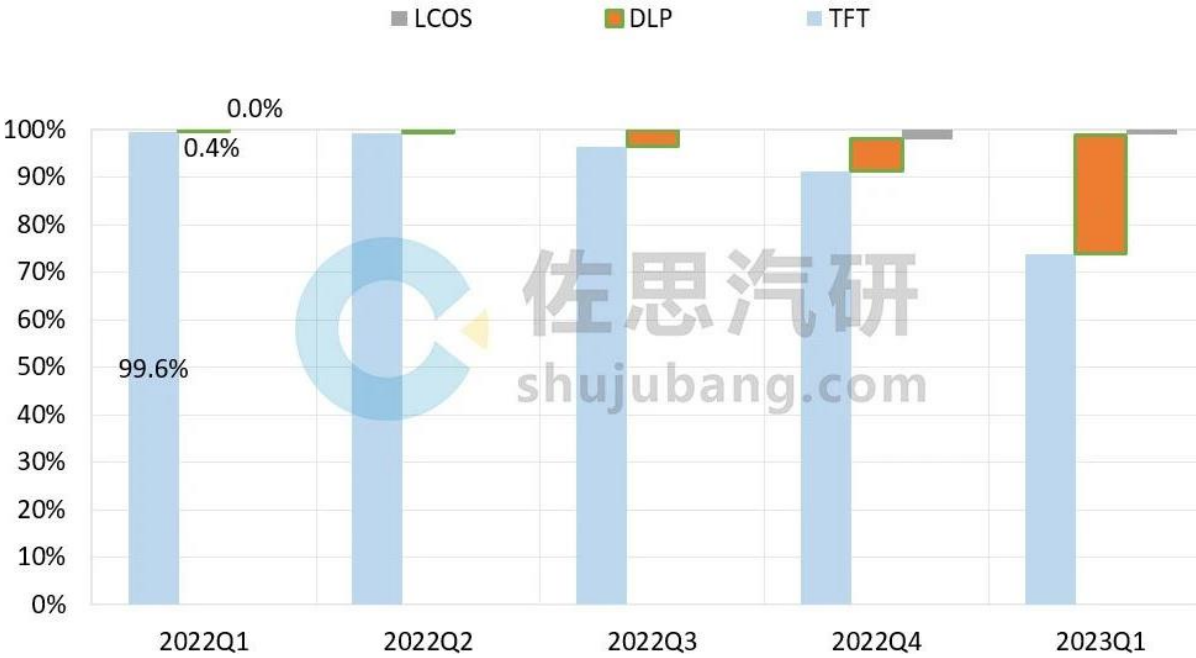
2.7 各类PGU性能对比总结

➤ **DLP、LCoS方案渗透率逐渐提升。**目前TFT/DLP和LCoS方案都已经实现量产落地，LBS方案由于成熟度不高暂时不是主流的技术方案。对比来看，TFT-LCD的显示效果一般，温升控制表现不佳，但其成本较低；DLP方案可以较好地解决温升问题，但DLP由于其固有的技术特性，在图像分辨率提升上具有一定的局限性，同时成本相对较高；LCoS实现了图像分辨率的提升以及成本的一定程度降低，并且已实现量产装车。

● AR-HUD显示技术方案性能对比

性能参数	TFT-LCD	DLP	LCoS
成效效果	一般	好	好
光源	LED	激光/LED	激光/LED
体积	小	大	中
成本	较低	高	一般
防阳光倒灌能力	弱	强	强
工艺难度	低 (成熟面板技术)	高 (特殊立体蚀刻工艺)	中 (成熟半导体工艺)
良品率	高	中	高
机械稳定性	全固态不易振动	机械结构易振动	全固态不易振动
像素尺寸	>48μm	最小5.4μm	最小2.5μm

● 2022Q1-2023Q1中国乘用车AR-HUD销量占比（不同成像单元）



2.8 国内PGU厂商已可以满足AR-HUD光机需求

➤ 国内PGU厂商技术方案多样，可满足国内AR-HUD发展需求。根据盖世汽车数据中心统计的信息显示，PGU国外供应商主要是京瓷、JDI等光学显示公司，国内供应商数量较多且包含多种技术路线，但仍以TFT和DLP方案为主，而随着以华为为代表的LCoS方案日渐成熟，国内PGU供应商的技术路线会更加丰富，可以较大程度上满足国内AR-HUD的需求。

● PGU供应商企业情况

公司名称	产品方案	客户资源
京瓷	TFT-LCD光机	京瓷作为较早把LCD搭载应用到汽车上的零部件厂商，目前在HUD专用液晶屏领域积累了诸多先进技术和经验。
JDI	TFT-LCD光机	苹果，主要客户为各家智能手机厂商，各家车载OEM、Tier1厂商，以及VR、HMD、智能可穿戴厂商。中小型TFT-LCD占有率19.9%，车载占18.9%
Waveoptics	LCoS光机	歌尔、三七互娱、Snap
华为	LCoS光机	一汽、长城、比亚迪、广汽、长安、高合、合创、江铃、东风等多家车企
京东方	TFT-LCD光机	广汽埃安、哪吒汽车
天马	TFT-LCD光机	三星、LG、鸿海精密。已形成国内外主要Tier1和整机厂客户全覆盖
水晶光电	DLP光机	红旗、长安、比亚迪等
华域视觉	DLP光机	上汽大众、上汽通用、上汽乘用车、一汽大众、东风日产
信利	TFT-LCD光机	OPPO、vivo、金立、TCL、三星、索尼、HTC、仁宝
一数科技	LCoS光机	已成为两大央企和造车新势力Tier1供应商
舜宇	DLP光机	三星、索尼、小米、华为、苹果
广景视睿	DLP光机	广景与全球众多知名品牌建立了长期深入的合作关系

2.9 DLP方案德州仪器独供，国产芯片厂商布局全面

➤ DLP方案的DMD芯片由德州仪器独供，其余方案成像芯片国内厂商都有所布局。根据盖世汽车数据中心统计的信息显示，除了DLP路线的DMD芯片为德州仪器专利独家特供外，TFT、LCoS、MEMS等路线芯片供应商较为充足，且国内厂商都有所布局。

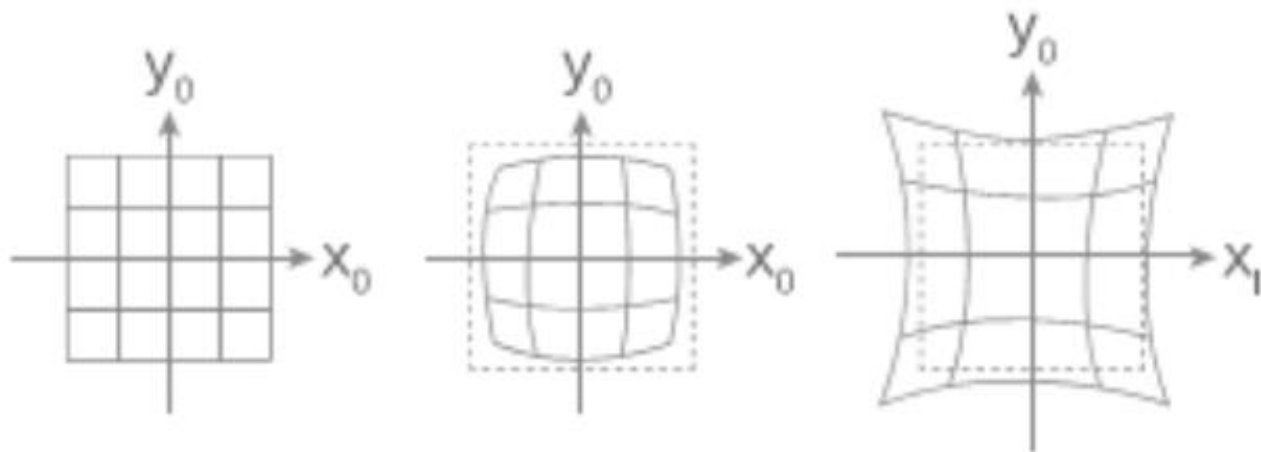
● 成像芯片供应商企业情况

公司名称	产品方案	客户资源
豪威	LCoS芯片	珑璟光电、华为、小米、OPPO、VIVO、特斯拉、宝马、奔驰、大众、丰田、本田、海康威视、大华
意法半导体	MEMS芯片	
日本理光	MEMS芯片	作为最早探索数字图像输出技术的厂家之一，理光在美国，欧洲和日本市场处于领先地位。
HLDS	MEMS芯片	通用、本田、菲亚克莱斯物、沃尔沃、Apple、HP、Dell、Lenovo、Asus、Acer、NEC、SONY等
英飞凌	MEMS芯片	歌尔微电、比亚迪、浪潮电子、无锡盛邦、北京航博新能科技、精博电子等
Ultimems	MEMS芯片	
德州仪器	DLP核心DMD	
MicroVision	MEMS芯片	微软、意法半导体
水晶光电	TFT芯片	红旗、长安、比亚迪等
奇景光电	LCoS芯片	LCoS显示器的设计和生产已有十多年历史，并获得多个顶级品牌及公司采用
慧新辰	LCoS芯片	与灵犀微光、珑璟光电等光波导显示模组企业合作。
乐升半导体	TFT芯片	京东方、秋田微、品讯光电、美的、小米等
龙马璞芯	MEMS芯片	博世、安波福、华为、欧菲光、舜宇、炽云科技
领擎科技	TFT芯片	

2.10 自由曲面反射镜：国内光学镜面供应商具备较为成熟的研发能力

- **消除画面畸变——自由曲面镜。** HUD的第二个技术壁垒在于内置的自由曲面反射镜，挡风玻璃由于是不规则的自由曲面，正常投射的影像经过挡风玻璃反射后会形成画面畸变，这时候就需要自由曲面镜匹配汽车挡风玻璃面型以消除静态畸变、动态畸变、双眼视差等问题。自由曲面镜模具需要用精密仪器制造，做成纳米级，非球面镜需要一次成形，材料一般为PC或者COC塑料材质，要求高面型精度，高反射率，良好的耐候性能。目前国内具备自由曲面镜生产能力的供应商如舜宇光学、亮宇光学、福建富兰光学等。

● 图像画面畸变示意图



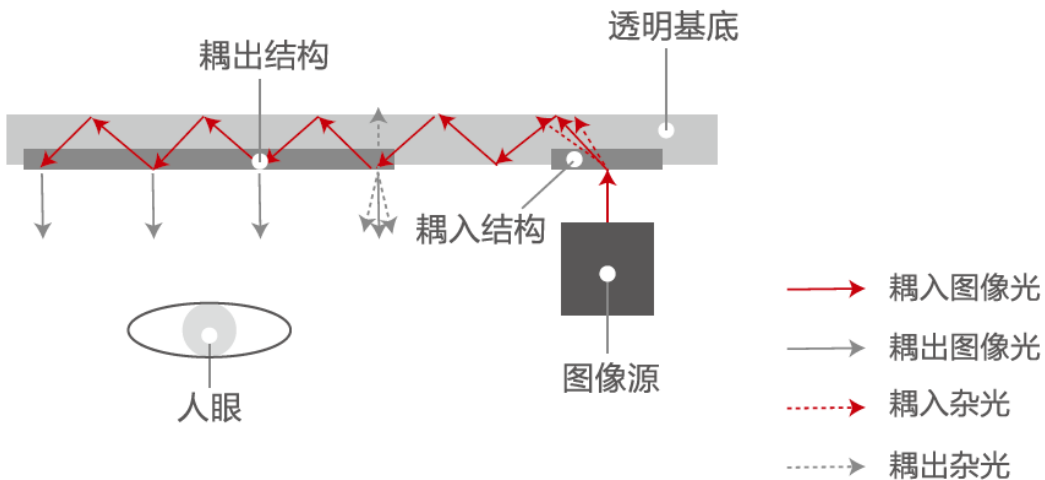
● AR-HUD自由曲面镜



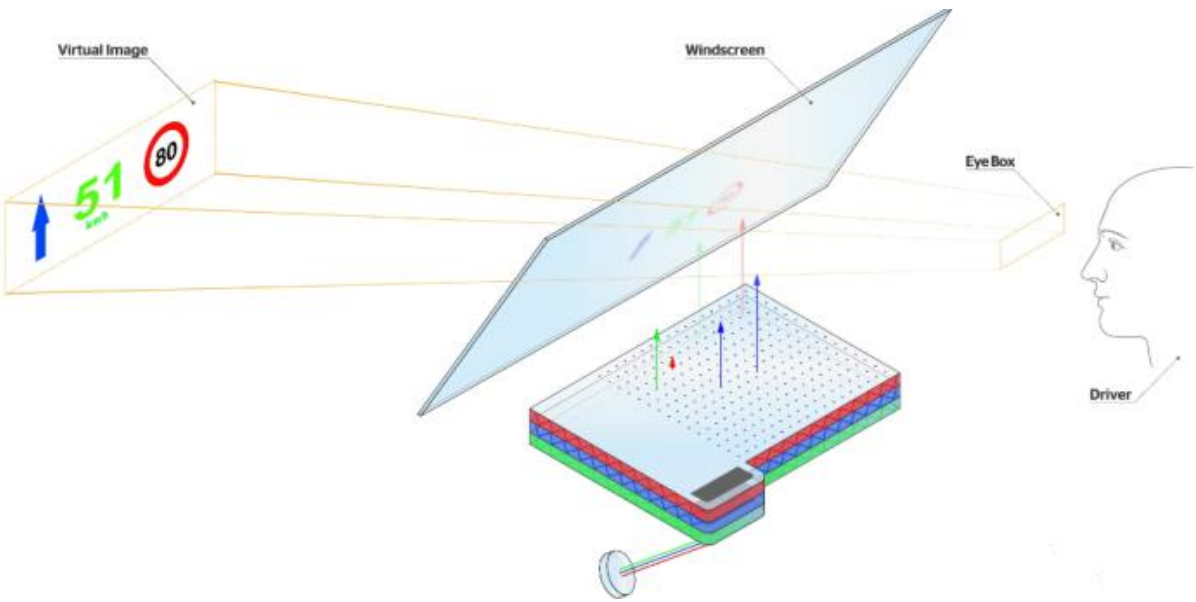
2.11 光波导技术减少AR-HUD的体积要求，是未来重要的发展方向

➤ 光波导技术减少AR-HUD的体积要求，是未来HUD重要的发展方向。AR-HUD大视场角、长投影距离带来了体积过大的问题（自由曲面反射镜尺寸变大），而光波导技术凭借平板超薄结构和极大的二维扩瞳能力可以简化传统HUD内部的机械光学机构，直接将光源信息投射到风挡玻璃之上。其占用体积可以是传统机械方案的1/10。此外，光波导方案还具有透光度 high、视场角大、显示效果好等优势。光波导技术分为几何光波导和衍射光波导，其中衍射光波导技术是AR-HUD发展的主要方向。目前国内本土厂商如苏大维格、至格科技等均在布局光波导技术方案。

● 光波导技术成像原理图



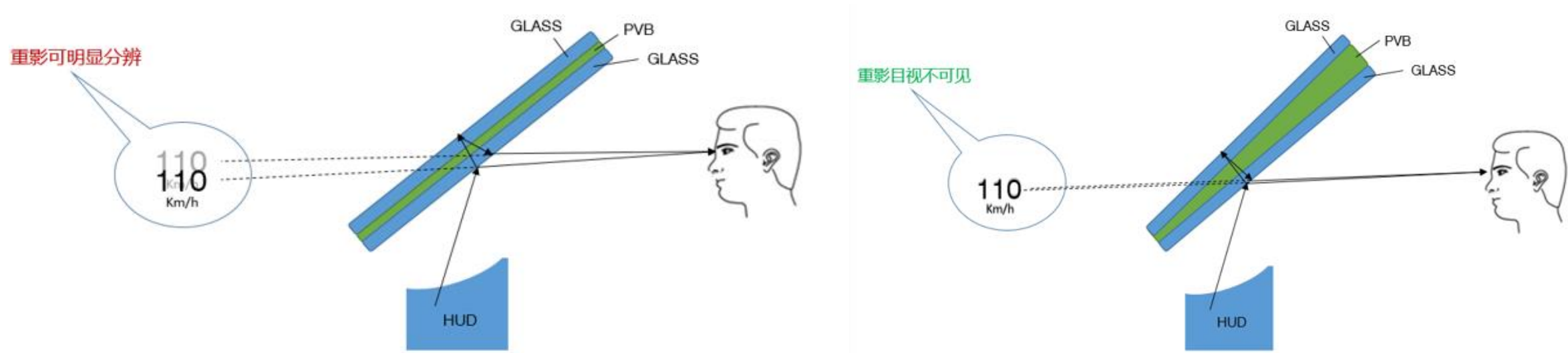
● 光波导HUD空间布置



2.12 PVB楔形膜：主要由外资厂商把控

- **消除重影——楔形PVB膜。** HUD光源需要将现实的图像投射到挡风玻璃上，然后反射入人眼中，然而挡风玻璃有内外两层，当同一光线照射在玻璃上就会出现两条反射光线，造成“重影”，目前主要解决方案是采用楔形PVB膜夹层玻璃来调整反射光线，国内外的玻璃厂商福耀玻璃、圣戈班、旭硝子、康宁也都有研发适用于HUD的抬头显示玻璃。
- **PVB楔形膜主要由外资厂商把控。** 抬头显示玻璃最大的壁垒在于楔形PVB膜，由于形状特殊，因此制造成本较高，目前带有楔形PVB膜的前挡风玻璃成本比普通前挡风玻璃成本大约高350元左右。此外由于技术壁垒，目前楔形PVB膜主要由外资厂商供应，如积水化学和伊士曼，国内PVB膜供应商则更偏向普通PVB膜。

● 利用PVB楔形膜消除重影





目录CONTENTS

● 汽车抬头显示：从C-HUD到AR-HUD

● AR-HUD产业链梳理

● 体验提升和成本下降带来AR-HUD的普及

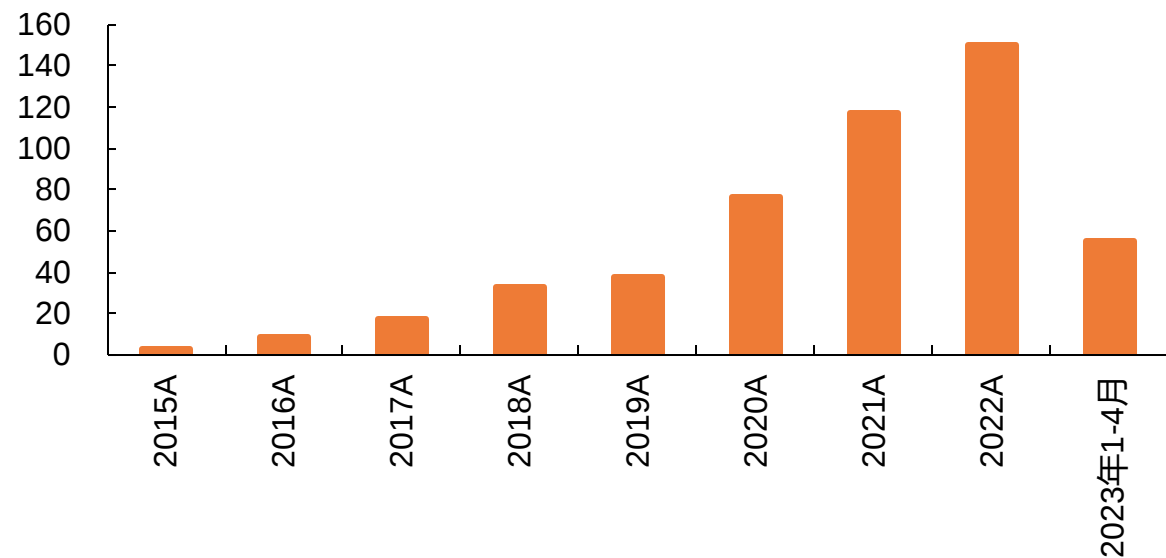
● 国内AR-HUD主要Tier1情况

● 投资建议与风险提示

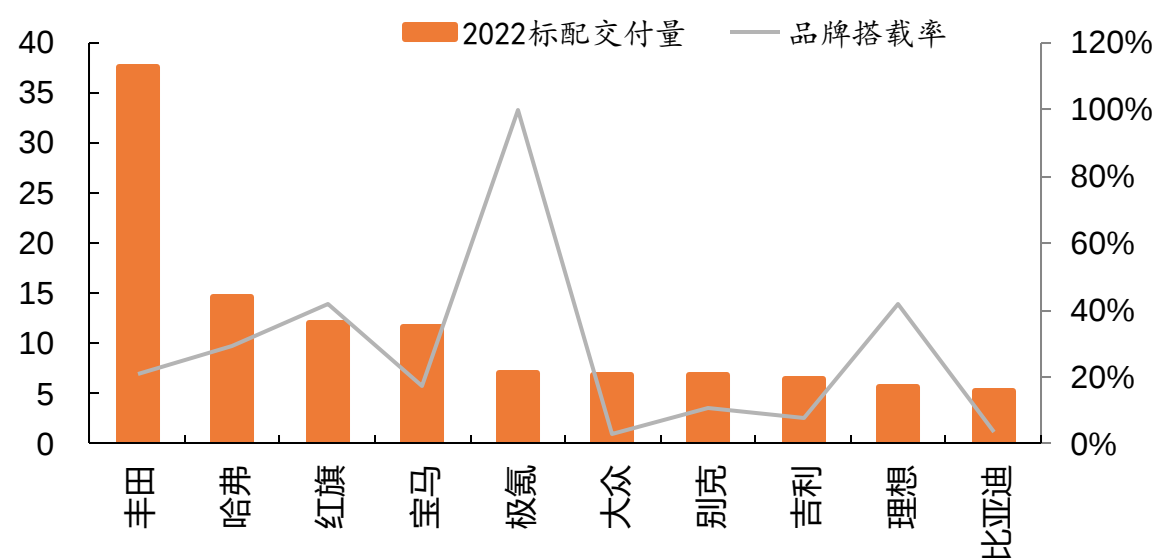
3.1 HUD渗透率低，未来增长空间较大

- HUD目前渗透率仍低，未来增长空间较大。根据高工智能汽车数据显示，2022年中国市场（不含进出口）乘用车前装标配搭载W/AR HUD交付150.04万台，而如果考虑选装数据，2022年全年HUD总出货量预计超过200万套，渗透率不足10%。具体到AR-HUD方面，2022年中国市场（不含进出口）乘用车前装标配搭载AR-HUD达到10.96万套，同比增长115.75%，呈现高速增长态势，但渗透率仍然很低。
- 不同品牌的HUD搭载率有较大差异。目前日系车型的HUD装配率最高，2022年中国市场丰田前装标配HUD的销量达到37.6万台，搭载率达到20.75%，国内自主车企中哈弗、红旗、极氪、吉利、理想、比亚迪等品牌搭载HUD的销量较高。

● 2015~2022年国内乘用车前装HUD配套量 单位：万套



● 2022年中国市场乘用车前装标配HUD交付数据 单位：万台



3.2 AR技术的应用带来HUD的体验提升

➤ HUD或将取代前仪表屏成为下一代的主要交互窗口。我们认为AR技术的应用将是催化HUD成为下一代主要交互窗口的关键技术。传统的W-HUD仅是仪表内容的重复显示，对用户体验提升有限。而具备“充分信息展示+沉浸式体验”的AR-HUD或将成最终解决方案，AR-HUD实现了更远距离和更大画幅的显示，信息更加丰富多维，在汽车智能化发展的进程中，AR-HUD将成为更多信息的显示载体，成为车内信息显示最主要的方式之一。而随着智能即使技术的进步，整个风挡玻璃可能会成为交互载体，可以提供游戏、观影等娱乐需求。

● 各类视觉显示硬件信息显示内容

显示屏	车况	路况	导航	娱乐		通讯		ADAS
				音乐	视频	视频通话	电话信息	
仪表	✓							部分
中控		✓	✓	✓	✓		✓	部分
普通HUD	✓	✓	✓	✓			✓	强相关
AR-HUD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3.3 成本下降以及标杆车型的示范作用将加速HUD的渗透

- 未来AR-HUD可能会进入千元机时代。当前制约AR-HUD应用的另一大因素是成本，但随着HUD渗透率提升、产业链成熟稳定，其成本会有较大的下降空间。根据锐思华创CEO卢睿的观点，AR-HUD与W-HUD并没有很大的硬件结构差别，在未来AR-HUD会进入到千元机时代。我们认为如果AR-HUD在未来降到千元左右，其渗透率有望加速增长。
- 标杆车型的热销可能会成为加速HUD替代传统仪表的另一重要因素。理想在L9上率先利用HUD取代了传统仪表，深蓝S7则同样采用了类似L9的技术方案。此外宝马官方也发布了全新一代HUD（BMW Panoramic Vision全景视觉），将会在宝马NEUE KLASSE新世代车型上配备，宝马CEO在23年CES展上更是直言未来宝马车型将取消车内的大屏。

● 理想L9利用HUD取代传统仪表



● BMW Panoramic Vision全景视觉（2025年量产）



3.4 AR-HUD呈现向主流大众市场渗透趋势

➤ **AR-HUD由豪华车型快速向主流大众市场渗透。**随着技术成熟和成本下降，AR-HUD呈现出向主流大众市场渗透的趋势，目前国内车企更乐于搭载AR-HUD并将其作为卖点之一，国外车企倾向于选择国外供应商，国内车企则倾向于选择国产厂家。

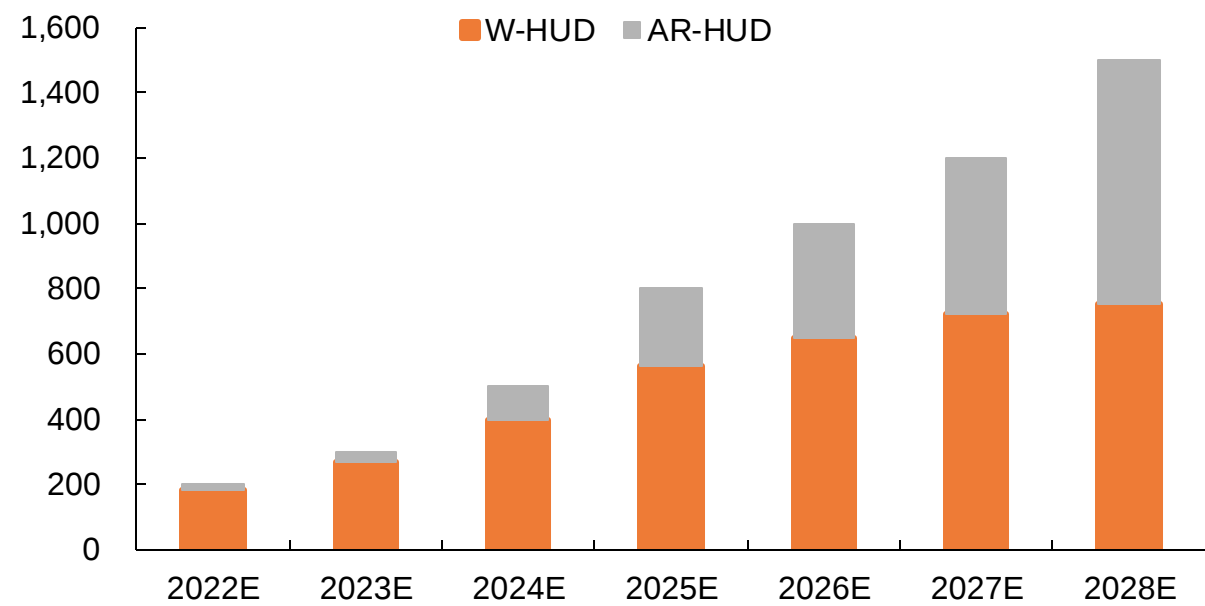
● 国内量产AR-HUD相关车型汇总

车型	上市时间	VID/m	投影尺寸/英寸	成像方式	供应商
红旗EHS-9	2020年12月	7.5	44	TFT	水晶光电
奔驰S级	2021年1月（国内）	10	10° x5° /77	DLP	日本精机
大众ID系列	2021年3月（国内）	10	约70	TFT	LG
长城WEY摩卡	2021年5月	13	75	TFT	MAXELL
奥迪Q5e-tron	2021年11月（国内）	10	约70	TFT	LG
广汽传祺第二代GS8	2021年12月	8	60	DLP	华阳多媒体
现代艾尼氪5	2022年2月	7.5	/	/	现代摩比斯
深蓝SL03	2022年7月	8.5	61	TFT	水晶光电
北汽魔方	2022年7月	8	60	DLP	疆程
哪吒S	2022年7月	7.5	10° x4° /49	DLP	重庆利龙
飞凡R7	2022年9月	7.5	13° x5° /70	LCoS	华为
长安锐程Plus	2022年9月	7.5	52	TFT	华阳多媒体
奇瑞星途瑶光	2023年2月	7.5	50	TFT	华阳多媒体
上汽MG7	2023年3月	/	59	DLP	上海浦创汽车
岚图追光	2023年4月	7.5	60	TFT	智云谷
深蓝S7	2023年	7.5	53	TFT	水晶光电
长安启源A07	2023年4季度	7.5	50	TFT	华阳多媒体
问界M9	2023年4季度	7.5/10	13° x5° /70、96	LCoS	华为

3.5 HUD市场空间测算

➤ 到2025年国内HUD搭载量有望达到800万套。根据佐思汽研《2023Q2 HUD数据与公司跟踪分析报告》预计中国乘用车2025年标配HUD将达到486.5万套（不含选配），但若考虑实际选装，我们预计实际出货量有望达到800万套，以2025年2500万台乘用车销量计算，渗透率有望达到32%（高工智能汽车研究院预测到2025年W/AR-HUD搭载率将突破30%）。以800万套出货量、AR-HUD占比达到30%测算，到2025年我国HUD市场规模有望达到100亿元，相比2022年市场规模增长约3.5倍，年复合增速达到65%。

● 2023-2028年中国乘用车HUD/AR-HUD销量预测 单位：万套



● 2025年HUD市场空间测算假设及测算结果

	2022E	2023E	2024E	2025E
W-HUD搭载量/万套	185	270	400	560
W-HUD单价/元	1000	1000	1000	1000
W-HUD市场规模/亿元	19	27	40	56
AR-HUD搭载量/万套	15	30	100	240
AR-HUD单价/元	2500	2250	2025	1823
AR-HUD市场规模/亿元	4	7	20	44
HUD总搭载量/万套	200	300	500	800
HUD均价/元	1113	1125	1205	1247
市场规模/亿元	22	34	60	100



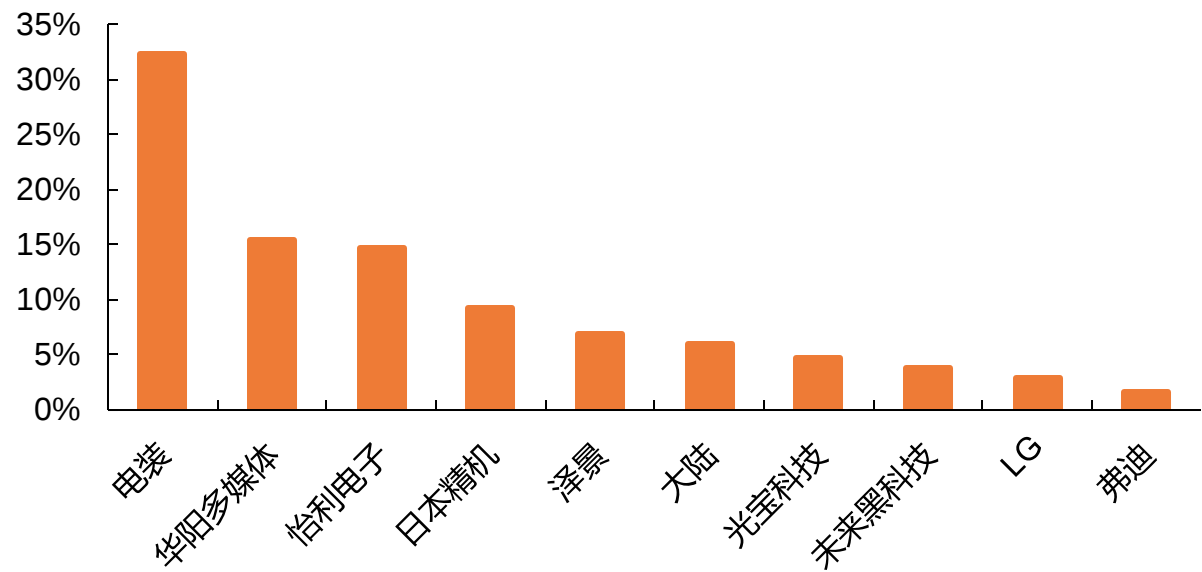
目录CONTENTS

- ① 汽车抬头显示：从C-HUD到AR-HUD
- ② AR-HUD产业链梳理
- ③ 产品体验和成本下降带来AR-HUD的普及
- ④ 国内AR-HUD主要Tier1情况
- ⑤ 投资建议与风险提示

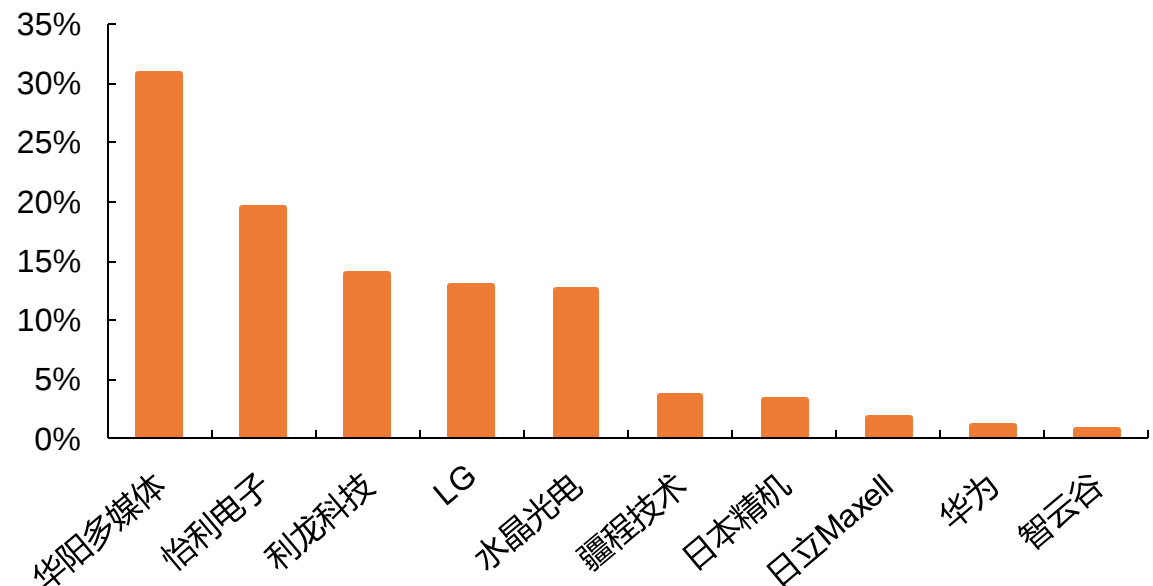
4.1 日系HUD供应商具备技术先发优势

➤ 日系供应商具备技术先发优势，国内本土厂商受益于自主车企崛起上量迅速。日系供应商在HUD领域具备技术先发优势，根据高工智能汽车统计数据，2022年日本电装以32.3%的市场份额居第一位，国内HUD供应商近几年受益于自主车企崛起也逐渐崭露头角，华阳、泽景、怡利、水晶光电、未来黑科技等厂商已实现量产供货，在国内HUD厂商中处于领先地位。

● 中国市场乘用车HUD供应商2022年市场份额



● 23Q1中国乘用车AR-HUD供应商市场份额排名



4.2 多家本土厂商已实现AR-HUD量产装车

➤ 自主供应商有望凭借AR-HUD实现超车。根据佐思汽研数据显示，2023年一季度中国乘用车市场（不含进出口车型）共有10家供应商向14个汽车品牌20余款车型落地了2.5万台AR-HUD。华阳多媒体、台湾怡利电子及重庆利龙科技为前三位。从供应关系来看，自主品牌车型搭载的AR-HUD也基本由本土供应商进行供应。从技术方案和量产配套情况来看，华阳集团（华阳多媒体）目前覆盖多种技术路线，出货量领先国内其他厂商，其他厂商如水晶光电、未来黑科技、泽景受益于下游配套客户搭载HUD车型的销量增加，HUD出货量也实现快速增长。

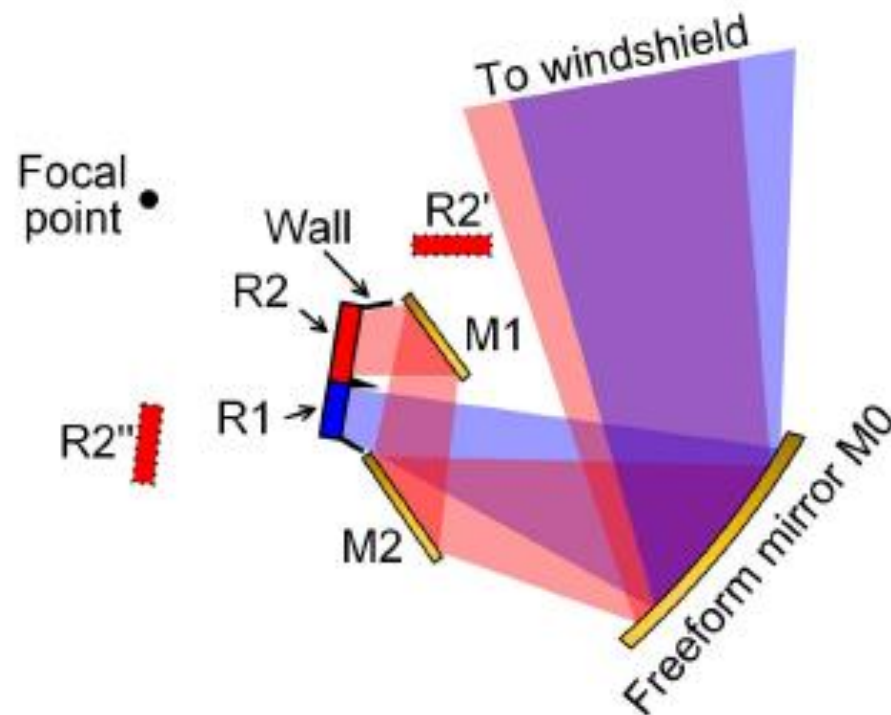
● 国内主要HUD Tier1厂商及下游客户分布情况

公司名称	技术方案	2022年HUD出货量	HUD产品对应的下游客户（不完全统计）
华阳集团（华阳多媒体）	TFT\DLPLCoS	超过40万套	长城、长安、广汽、北汽、问界、奇瑞、极氪、蔚来等
水晶光电	TFT	近4万套	一汽、深蓝、比亚迪（供应PGU）、捷豹路虎
台湾怡利电子	/	/	吉利汽车
未来黑科技	TFT	6.8万套	理想、上汽大通
泽景	TFT\DLPL	21年9.6万套，23年5月单月出货量超过4万套，累计出货量超过60万套	蔚来、理想、上汽通用、吉利、北汽
疆程	DLP/TFT/LCoS	/	北汽魔方
重庆利龙	DLP	/	哪吒
锐思华创	LBS	/	/
经纬恒润	DLP	2023年量产	吉利领克、上汽大通
华为	LCoS	/	上汽飞凡、问界
智云谷	TFT	/	东风岚图、23年6月获新能源头部车企AR-HUD项目定点

4.3 华阳集团：国产HUD龙头，技术储备丰富

- **HUD领域技术积累雄厚，出货量领先国内其他供应商。** 华阳在HUD领域已有10年的研发经验，目前已经推出成熟的W-HUD和AR-HUD产品及解决方案，先后拿下了长城、长安、上汽、吉利、广汽、奇瑞、蔚来、东风本田等诸多车企的前装定点，2022年华阳HUD出货量超过40万套，居国内HUD供应商第一位，而据高工智能汽车信息，截至23年7月华阳HUD出货量已经超过100万套。
- **AR-HUD技术路线丰富，双焦面、斜投影AR-HUD取得突破。** 华阳AR-HUD目前已经实现TFT、DLP和LCoS成像技术的全面布局，同时开启光波导技术预研，其基于DLP技术开发的AR-HUD成功在广汽传祺GS8上实现了量产供货，是国内首家（全球第二家）实现基于DLP技术的AR-HUD量产供应商。2022年，华阳基于单PGU设计方案，打造了一款体积、显示效果、BOM成本等方面都具备优势的双焦面AR-HUD，目前已经获得定点项目，成功填补了国内市场的空白。而传统的双焦面技术大多采用双PGU或者双光路设计来实现两个不同的投影距离，该方案不仅成本较高，体积也会更大。此外华阳斜投影AR-HUD也在推广中，斜投影AR-HUD体积小，成本相对低，同等参数条件下可实现更好的AR显示效果。

● 双焦面HUD结构示意图（PGU分成两个逻辑单元R1和R2）



4.4 水晶光电：消费电子光学龙头切入车载HUD赛道

- 布局HUD多年，AR-HUD获国内多家主机厂定点。水晶光电在2013年组建HUD研发团队，2016/2017年进入HUD后装市场，2020年公司AR-HUD供货红旗EHS9，正式进入HUD前装市场，2022年其AR-HUD供货长安深蓝SL03，全年HUD出货量近4万台，2023年全系搭载水晶光电AR-HUD的深蓝S7也正式上市交付。目前公司储备多个HUD定点项目，其PGU产品也已切入比亚迪供应体系。
- 技术实力获国际大厂认可，但供应链能力略逊于华阳。23年5月，水晶光电发布公告称公司收到捷豹路虎全球下一代EMA电气化平台多个车型的第三代和第四代多款W-HUD和AR-HUD定点通知书，项目采购周期为2025年-2029年，交付价值约6亿元人民币。我们认为水晶光电切入车载HUD领域中可以继续发挥其在光学领域中的技术优势，但目前水晶光电的HUD量产规模依然较小，正式进入的时间也不长，其供应链能力可能略逊于华阳。

● 水晶光电基于TFT方案的W-HUD



● 水晶光电基于DLP方案的PGU

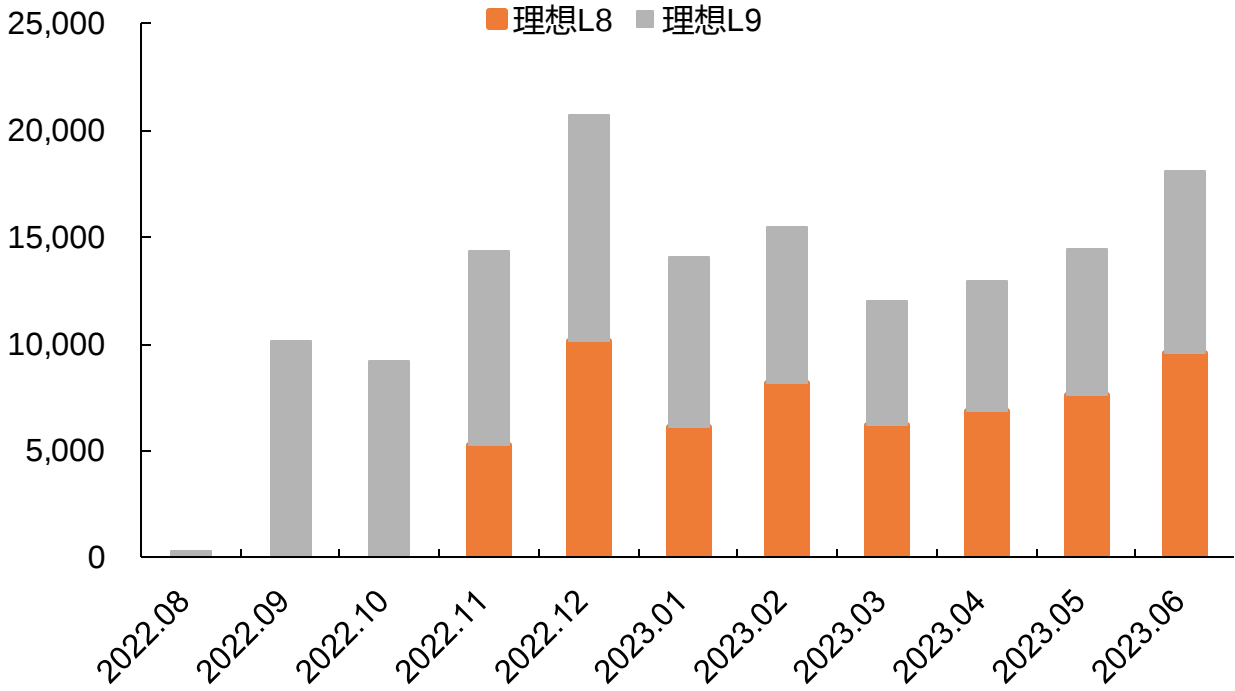


4.5 未来黑科技：受益于理想爆发，HUD出货量快速增长

➤ HUD产品供货理想汽车，2023年出货量目标35万套。

未来黑科技成立于2016年，创始人徐俊峰曾任职于富士康、莱尔德于贝尔罗斯等世界500强企业，在微波通讯、声学 and 光学领域拥有10余年研发与管理经验。目前公司主要产品为W-HUD和AR-HUD。员工总数约300人，其中研发团队人数超过75%。2022年未来黑的HUD产品正式配套理想L9/L8两款车型，随着理想车型的热销，未来黑科技2022年HUD出货量达到6.8万套，而截至23年4月底，该公司HUD累计交付量达到12.2万套，同时该公司预计2023年其HUD出货量将达到35万套。为满足HUD出货量爆发式增长需求，公司位于重庆的生产基地二期扩建项目已经启动，预计完成后年产能将到达78万套。同时该公司位于北京的生产基地也将在23年进入生产阶段并实现量产供货。

● 搭载未来黑HUD的理想L9/L8交付量 单位：台



4.6 泽景：预计到23年底其HUD装车量达到100万台

➤ HUD交付量累计已超过60万套。泽景成立于2015年，主要产品包括W/AR-HUD、CMS、透明A柱、透明窗口显示等智能座舱相关产品，目前拥有理想（HUD产品供货理想L7）、蔚来、吉利、北汽、奇瑞等量产客户。公司总部和制造中心位于江苏仪征，21年其HUD出货量达到95553套，23年5月其单月HUD出货量超过4万套，目前泽景HUD产品累计交付已超过60万套，预计到2023年底其HUD累计装车将超过100万台。2023年泽景将量产交付一款大画幅AR-HUD，采用了TI DLP5530，具备130万像素。

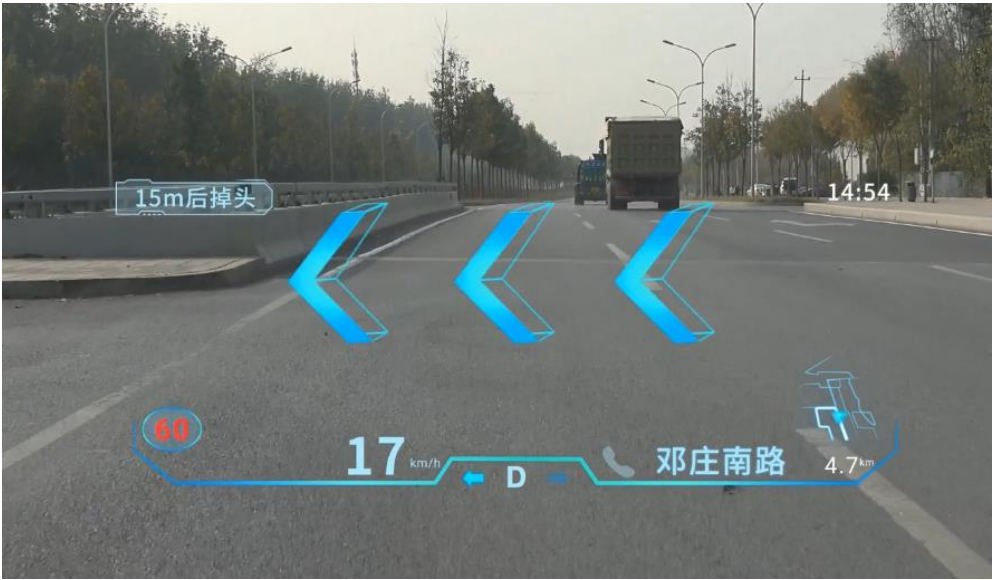
● 泽景W-HUD和AR-HUD性能参数对比

性能参数	W-HUD	AR-HUD
视场角	4.5° ~9°	≥13° ×4°
图像大小	7~30英寸	70英寸
图像距离	2~4.5米	>7.5m
眼盒范围	/	130*50±50毫米
下视角	3° ~5°	-1° ~-3°
最大亮度	/	≥12000nit
体积	3~9升	≈10升

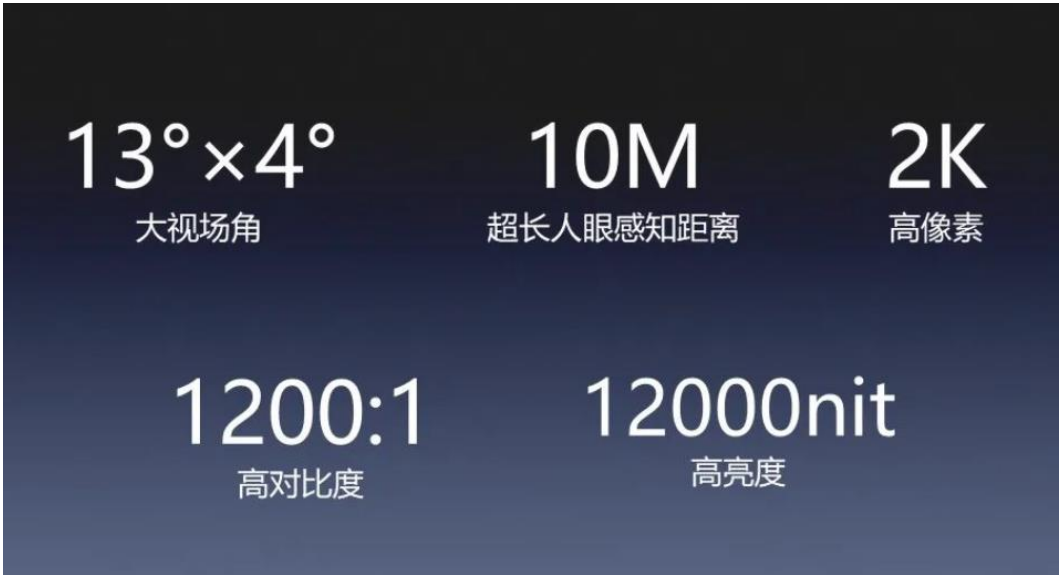
4.7 经纬恒润：国产汽车电子龙头业务再拓展，AR-HUD即将量产

➤ 基于DLP方案的AR-HUD将于2023年量产供货。经纬恒润是一家综合型汽车电子服务商，主营业务包括汽车电子、研发服务和高级别智能驾驶整体解决方案。经纬恒润ADAS市占率处于国内供应商第一梯度，且已实现多项域控制器量产，HUD则是经纬恒润在智能座舱领域的主力产品之一，经纬恒润基于DLP技术方案开发了AR-HUD产品，预计在2023年将在吉利领克、上汽大通两家客户中量产落地。经纬恒润的AR-HUD视场角最大可达到 $13^{\circ} \times 4^{\circ}$ ，可涵盖多个车道，图像距离可以达到10m以上，预计售价约2000-3000元左右。

● 经纬恒润AR-HUD显示效果



● 经纬恒润AR-HUD产品参数





目录CONTENTS

- 汽车抬头显示：从C-HUD到AR-HUD
- AR-HUD产业链梳理
- 产品体验和成本下降带来AR-HUD的普及
- 国内AR-HUD主要Tier1情况
- 投资建议与风险提示

投资建议

- **汽车抬头显示（HUD）产品形态变迁：从C-HUD到AR-HUD。**汽车抬头显示经历三代技术变迁，从C-HUD到W-HUD，再到AR-HUD，AR-HUD主要技术模式是将图像与现实事物拟合叠加，而为实现深度融合，AR-HUD相比传统HUD需要更长的投影距离和更大的视场角，这带来了技术端和成本端的挑战，尽管多家主机厂推出搭载AR-HUD的车型，但目前仍然处于小规模试水阶段，AR-HUD除了带来成本上升外，还带来了体积变大、阳光倒灌等技术问题。此外AR-HUD由于在显示内容、人机交互方面有较大提升，对软件能力的要求也更高。
- **AR-HUD产业链梳理：产业链本土化总体可控，部分核心部件仍由外资把控。**PGU是（光学成像单元）是HUD的核心部件其成本约占HUD总体BOM成本的30%~50%，国内供应商数量较多且包含多种技术路线，可以较大程度上满足国内AR-HUD的需求，在成像芯片方面，除DLP方案的DMD芯片由德州仪器独供外，其他路线的芯片供应商较为充足，且国内厂商都有所布局。在光学设计端，目前自由曲面镜、抬头显示玻璃等部件均可实现国内厂商供应，但为消除重影问题的楔形PVB膜则主要由外资厂商把控。
- **体验提升和成本下降成为推动AR-HUD加速渗透的关键因素。**HUD可能会成为未来汽车实现人机交互的主要窗口之一，而AR技术的应用极大丰富了HUD的使用体验，将加速HUD替代传统仪表。在成本端，随着渗透率提升、产业链成熟稳定，其成本会有较大的下降空间，我们预计未来AR-HUD可能会进入千元机时代。此外我们认为搭载HUD车型的热销也将加速其渗透进程。我们预计到2025年国内HUD出货量有望达到800万套左右，市场规模有望达到100亿元，相比2022年市场规模增长约3.5倍。
- **投资建议：**我们看好HUD在未来的增长空间，尽管目前HUD份额仍由日系等外资厂商把控，但在AR-HUD领域国产厂商已取得一定先机，同时本土厂商在服务响应、本土化研发、成本控制能力均具备不俗的竞争力，看好国内相关产业链的投资机遇，推荐华阳集团、经纬恒润、福耀玻璃，建议关注水晶光电。

重点公司盈利预测与投资评级

证券代码	公司名称	EPS(未评级者使用wind一致预期)				PE(股价对应20230731)				评级
		2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	
002906.SZ	华阳集团	0.80	1.09	1.48	2.02	43.4	31.7	23.5	17.2	推荐
688326.SH	经纬恒润	1.96	2.61	3.53	4.31	75.7	56.6	42.0	34.4	推荐
600660.SH	福耀玻璃	1.82	1.95	2.37	2.87	20.8	19.4	16.0	13.2	推荐
002273.SZ	水晶光电	0.41	0.50	0.61	0.71	27.7	22.8	18.8	16.1	未评级

备注：水晶光电2023~2025年EPS来自于一致预测值

风险提示

- HUD成本下降节奏可能低于预期，导致渗透率节奏变慢；
- 汽车消费需求不足导致车企经营情况恶化，车企出于成本考虑可能对搭载HUD比较谨慎；
- 国内HUD厂商数量增多，导致本土厂商竞争环境恶化；
- 海外巨头加速本土化进程，侵蚀本土供应商市场份额。

股票投资评级:

- 强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于沪深300指数20%以上）
- 推 荐（预计6个月内，股价表现强于沪深300指数10%至20%之间）
- 中 性（预计6个月内，股价表现相对沪深300指数在±10%之间）
- 回 避（预计6个月内，股价表现弱于沪深300指数10%以上）

行业投资评级:

- 强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于沪深300指数5%以上）
- 中 性（预计6个月内，行业指数表现相对沪深300指数在±5%之间）
- 弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于沪深300指数5%以上）

公司声明及风险提示:

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。市场有风险，投资需谨慎。

免责条款:

此报告旨为发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。