



艾 瑞 咨 询

2024年中国虚拟现实（VR）行业研究报告

潜心蓄力，时势欲开

部门：企服研究五组

©2024 iResearch Inc.

CONTENTS

目 录

01 行业背景与发展概况

Background and Development Overview

02 VR产业环节特征总览

Industrial chain Overview

03 典型企业案例

Case study

04 VR行业发展趋势洞察

Development trend

ABSTRACTS

摘要

行业概况

- **发展阶段：**新旧玩家推陈出新，特别是Vision Pro产品的问世，极大带动行业参与者信心，行业未来发展方向渐进明晰，新品层出不穷，VR迈入快速成长期
- **现存卡点：**
 - **技术侧：**核心芯片、显示屏幕、光学方案、交互技术等均有突破，但VR硬件整体性能美中不足，算力、清晰度、产品良率、交互灵活性等仍有提升空间
 - **内容侧：**开发技术限制优质内容创作输出，加之内容市场环境成熟度欠缺，优质正版内容难以获得有效保护，反向冲击创作者信心，内容市场闭环待完善
- **市场规模：**2023年全球VR终端出货量为765万台，其中Meta、Sony、PICO、DPVR和Valve位居前五。艾瑞预估2024年全球出货将突破810万台。伴随生态成熟与新品迭现，特别是苹果迭代产品对于市场的引爆可能性，艾瑞预估，2027年全球市场将有飞跃式增长

产业环节

- **核心硬件：**
 - **芯片：**各品牌VR头显主控芯片基本被高通垄断，苹果、联发科等厂商正积极布局
 - **光学显示：**Pancake方案位居主流选择，FOV、光效、良率待提升；Micro OLED短期内受到更多厂商青睐，Micro LED商业落地仍需时间
- **交互技术：**呈现多点开花态势，手势追踪、眼动追踪、面部追踪等为厂商重点布局
- **软件技术：**
 - **操作系统：**以安卓系统为主，头部企业欲自建生态，提升产品差异化与生态壁垒
 - **渲染开发：**多种渲染技术协同，如注释点渲染、实时云渲染等，大幅缓解算力压力，提升渲染质量
- **内容应用：**
 - **内容服务：**扩充创作者队伍，巧用AI技术，加大自研与优质内容引进，丰润国内内容市场
 - **场景应用：**C端与B端同步发力，由基础场景实践如游戏、影视、文旅，向更为全面的进阶场景，如社交、工业、医疗延伸

趋势洞察

- **产品未来趋势：**全彩透视加持，MR将成为VR厂商新的竞争战场
- **内容未来趋势：**引入优质IP，并利用AIGC等智能技术提升创作效率；同时转换创作思维，设计初衷回归服务用户本身
- **产业价值洞察：**将现实世界导入虚拟世界，促进元宇宙体验的实体化
- **行业发展呼吁：**望行业多方参与者同舟共济，推动VR生态成形

01 / 行业背景与发展概况

集中回答：

- ✓ 行业目前进展如何？
- ✓ 推进卡点体现在哪里？
- ✓ 市场未来态势如何？

VR概念界定

新颖独到：隔离物理世界，实现虚拟场景中的沉浸式交互体验

虚拟现实（Virtual Reality，简称VR）是指利用计算机设备创建一个三维空间的虚拟世界，用户可以运用视觉、听觉等感知这个虚拟世界，并与虚拟世界中的场景、物品、虚拟人物进行交互。基于多源信息融合、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真，用户如同身临其境一般。广义的虚拟技术包括泛R（Reality）技术以及全息技术等虚拟技术；狭义的虚拟技术即指VR技术。相较于AR与MR，VR本质在于利用先进技术构造虚拟世界，侧重完整的虚拟现实体验，通过良好的VR体验让体验者忘记身处的现实；因此VR对图像的逼真度要求更高，尽可能让虚拟场景占满整个视野，避免真实场景画面进入眼睛。

VR/AR/MR特征对比

	硬件形态	体验特点	核心技术	应用场景
增强虚拟	 	<ul style="list-style-type: none">VR一体机主机/PC VR手机盒子	<ul style="list-style-type: none">沉浸感交互性构想性多感知性封闭式	<ul style="list-style-type: none">位置追踪眼、手、头跟踪感知交互实时三维图形计算..... <ul style="list-style-type: none">游戏社交影视教育旅游
虚实交互	 	<ul style="list-style-type: none">MR头盔	<ul style="list-style-type: none">虚实融合互动性真实感操控感	<ul style="list-style-type: none">3D建模人机交互场景注册SLAM..... <ul style="list-style-type: none">设计建筑工业制造展览
增强现实	 	<ul style="list-style-type: none">分体式AR眼镜一体式AR眼镜	<ul style="list-style-type: none">虚实结合实时交互三维配准实用性	<ul style="list-style-type: none">感知交互实时跟踪与定位计算机视觉机器学习..... <ul style="list-style-type: none">工业制造智慧零售社交广告

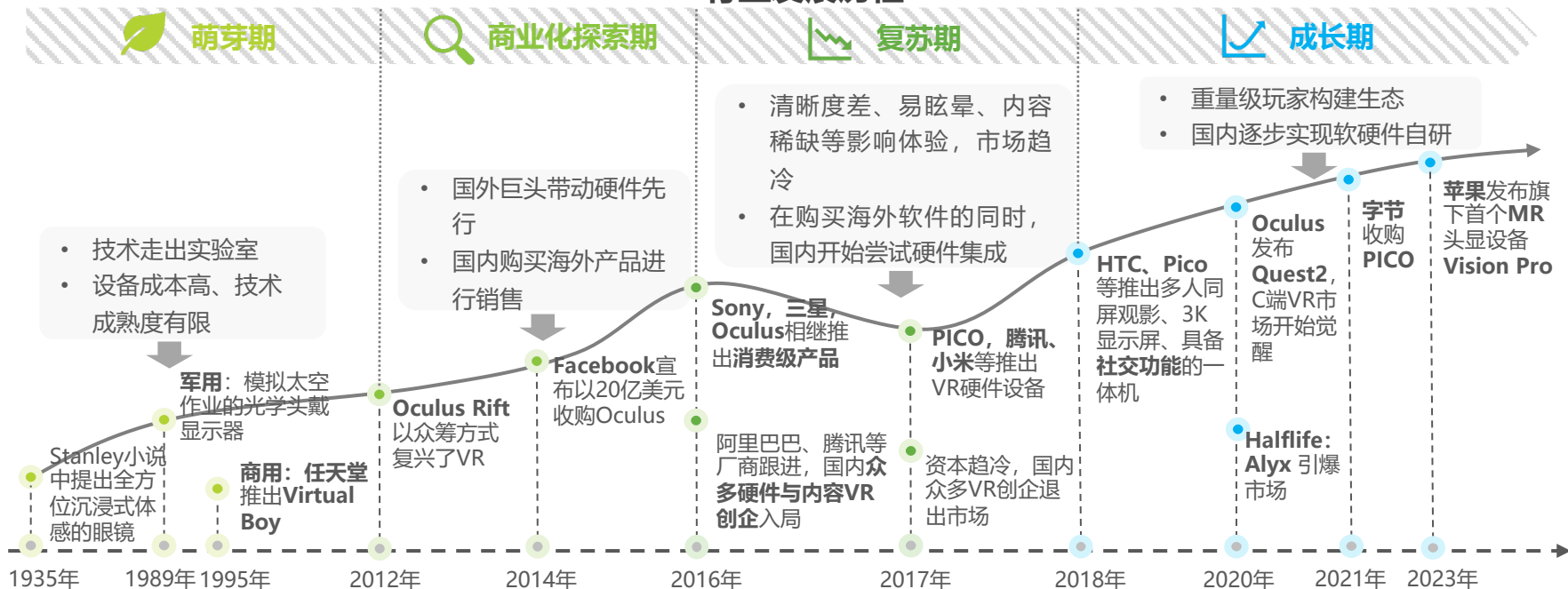
注释：AR（Augmented Reality，即增强现实）是将虚拟数字信息叠加到物理世界的技术，MR（Mixed Reality，即混合现实）是可实现虚拟数字信息物理世界交互的技术。
来源：公开资料，《2023年中国增强现实（AR）行业研究报告》艾瑞咨询研究院自主绘制整理。

VR行业发展里程碑

浮沉与共：新旧玩家持续推陈出新，VR产业将步入快速成长期

虚拟现实概念源于科幻小说，由任天堂等游戏厂商开启商业化之路。早期设备成本高，技术成熟度有限，游戏厂商的尝试都宣告失败。2016年是虚拟现实的元年，硬件巨头消费级产品的推出，叠加中国众多VR创企大力进军硬件端与内容端，短期市场呈爆炸式增长。但行业整体处于民用初期，受内容稀缺、设备易眩晕、屏幕清晰度差等影响，消费级市场整体发展放缓。伴随行业技术日趋成熟与产业玩家的扩容，行业在2020-2022年迈入发展的关键阶段，Quest销量迎消费级拐点。2023年苹果Vision Pro发布，其对全新交互方式的实践为业内玩家带来新的思考。作为现阶段顶配产品，Vision Pro的出现不仅极大拉动虚拟现实产业玩家信心，同时在市场激起的“浪花”，为行业带来更多关注。艾瑞认为，在可预见的27~28年，苹果二代甚至三代产品将贡献下一个里程碑，为产业带来新的爆发。

VR行业发展历程



注释：2021年10月28日Facebook更名为Meta。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR实现的重要载体类型

殊途同归：串流玩法下内容传输便捷且丰富，降低玩家高端VR体验门槛

VR产品是提供虚拟现实体验的硬件和软件的组合，当前市面上的主流VR硬件产品包括VR头显、VR手柄、全景相机、体感跑步机、VR互动游戏机等。VR头显性能对用户沉浸式体验存在直接影响，头显设备的成熟度对VR行业的整体发展至关重要。根据配置和使用方式，VR头显可分为移动端头显、一体式头显和外接式头显三类。目前市面上主流的VR设备以PC VR和VR一体机为主，其中PC VR硬件性能更优，但依赖主机、灵活度低；VR一体机小巧便捷、成本友好，性能瓶颈正在逐步突破。当前的VR一体机普遍具备连接PC主机实现串流Steam的能力，一体机+串流的形式是新手玩家低门槛、高性价比、无线化体验PC VR的最佳方案，弥补了现阶段相对匮乏的一体机内容生态，通过高阶VR玩法培养更多玩家入局。

VR头显设备类别



移动端头显（手机盒子）



特征：

- 无内置显示屏，需配合手机使用
- 设备结构简单，便于携带
- 具有明显的价格优势
- 体验效果一般

适用人群：

- 适用于初级用户的VR入门体验，目前基本被市场淘汰



一体式头显（VR一体机）



特征：

- 具有单独的处理器，无需依靠电脑、手机等输入输出设备
- 携带方便，没有数据线束缚，不受移动空间限定
- 但受限于处理器性能，体验感、流畅度不如PC VR

适用人群：

- 多用于个人及家庭场景



外接式头显（PC VR）



特征：

- 具有单独显示屏，需连接PC或主机使用
- 不便于携带，活动范围受限
- 体验效果最好，但价格较贵

适用人群：

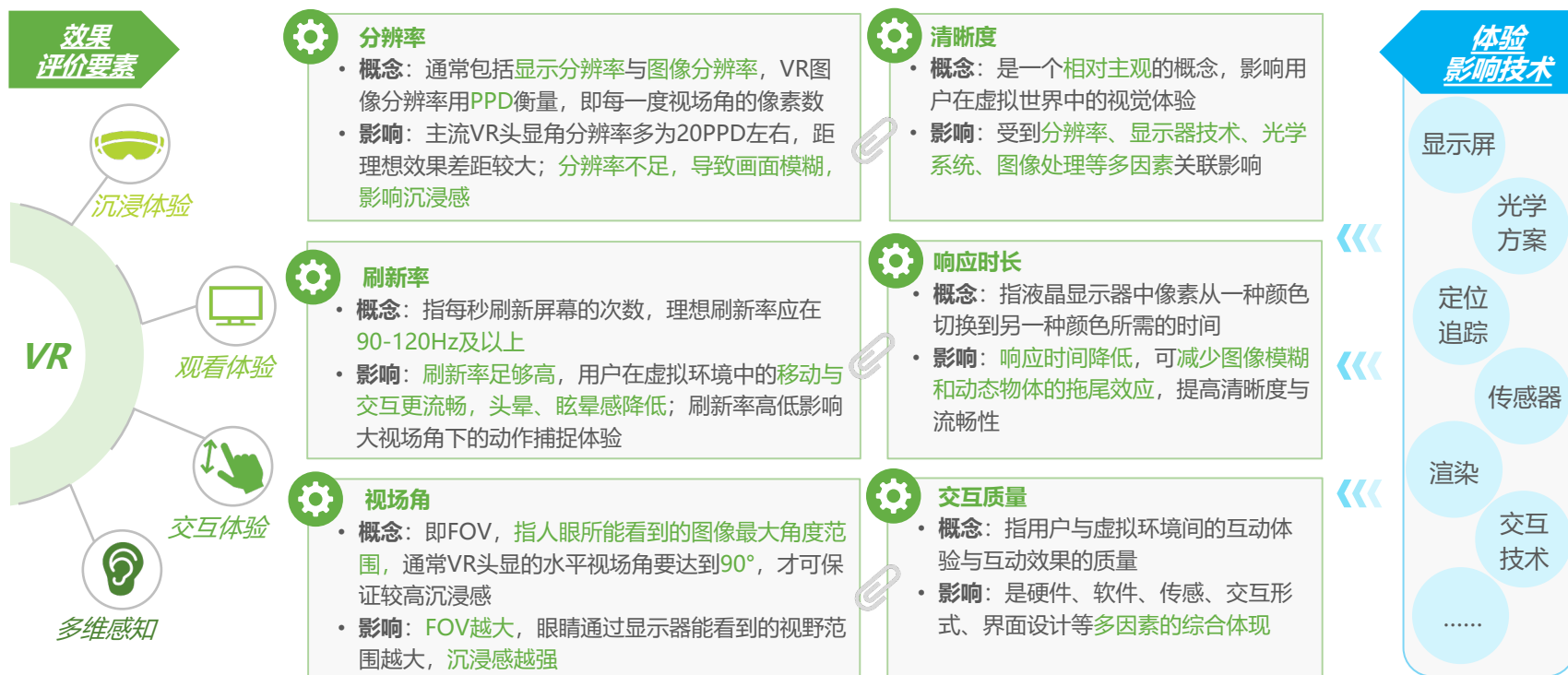
- 对设备性能要求较高的企业级用户

VR体验核心关注要素

秉要执本：分辨率、刷新率、视场角、清晰度主要影响VR体验感

由于虚拟现实体验涉及视觉、听觉、互动、舒适度等多个方面，用户在使用VR产品时，侧重关注沉浸感、观看效果、交互质量、灵活感知四个维度。尽管用户的需求与优先事项因个体而异，但便于开发者更好的改进VR设备与应用，业内通常使用分辨率、刷新率、清晰度、视场角、响应时长、交互质量等要素对VR体验效果进行定性或定量衡量。体验关注重点主导了产品的变更方向，结合VR产品设备结构与VR产品应用场景，产业链相关各方在显示屏、光学方案、感知交互、渲染等硬软层面同步发力，配套支撑技术更迭加快。




VR体验效果主要评价要素




VR新品迭现但美中不足


芯片、显示、光学、交互等多点技术初露锋芒，极致呈现待精益求精

VR头显性能综合评价

主流VR产品参数					性能指标	用户关注点	进展评价
Pico 4 Pro	Quest Pro	Quets 3	PS VR2	Vision Pro			
			外接PS5主机	M2、R1	芯片	显示效果	□分辨率：VR一体机已实现双目整体分辨率4K+，分辨率的提升拉高精细度，显卡压力增大 □屏幕：Micro-OLED基于小尺寸、高分辨优势开始投入使用，但量产规模较小，暂不支持大规模商用；Fast-LCD依旧是近年来主流选择
Fast-LCD	LCD+MiniLED	Fast-LCD	OLED	Micro-OLED	屏幕		
2160*2160	1800*1920	2064*2208	2000*2040	4K	单眼分辨率		
1200	1059	1218	>1600	3386	PPI	交互体验	□光学：Pancake方案位居主流，VR趋向轻薄化，减轻头显重量，体验舒适性增强；其难度较高的制作工艺推高模组价格，良率稳定性待提升
20.6	23	25	20	34	PPD		
72/90Hz	72/90Hz	120Hz	90/120Hz	90Hz	刷新率		
Pancake	Pancake	Pancake	菲涅尔	Pancake	光学方案	舒适性	□渲染：指标提高同步提升算力需求，受限于目前芯片性能，高画质渲染待突破 □多样交互：交互方式多样化，体验灵活性提升；但多项技术处于实践初期，技术稳定性与To C应用的性价比待提高 □成本：Pancake+ Micro OLED的配置组合渐成头部首选，产品BOM上升，影响售价友好性
105°	96°	110°	110°	120°	FOV		
头手6DoF	头手6DoF	头手6DoF	头手6DoF	无手柄	追踪		
√	√	√	√	√	手势识别	价格	
√	√	×	√	√	面部识别		
√	√	×	√	√	眼动追踪		
全重597g	全重722g	全重515g	全重560g	约650g	头显重量		
3799¥	1499\$	499\$	549.99\$	3499\$	售价		

图例：

 高通骁龙 XR2 Gen1

 高通骁龙 XR2 Gen2

注释：PPD：角分辨率，指视场角中平均每度夹角内填充的像素点数量。

来源：企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR内容质量待与日俱进

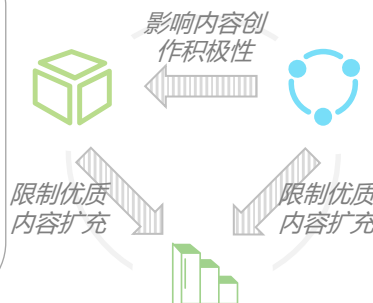
内容开发挑战限制精品内容扩充，内容市场闭环存在漏洞

VR内容呈现效果的影响因素较为多样，初期的创意构思，开发阶段的技术实现、成品效果展示和流入市场后的用户反馈等均为重要变量。当前硬件设备仍处于摸索迭代阶段，VR内容暂无较为完美的展示平台，这一定程度上限制了终端用户的体感。除此之外，内容设计十分消耗创作者的创意想法，加之如3D建模、渲染、交互等技术实现门槛较高，精品制作周期拉长。新颖内容吸引用户入手尝试，成功打破第一道拓展屏障；但留存用户需要符合用户视觉感、空间交互性预期的优质内容。目前以游戏为主的VR内容走在内容市场前列，但数量远不可与其他游戏类型相抗衡，VR整体内容量待扩充。对于内容市场，产权保护需要业内持续重视，盗版泛滥将直伤内容创作者热情，进而限制内容产出，严重阻碍内容市场的健康发展。

VR内容市场现存破局影响

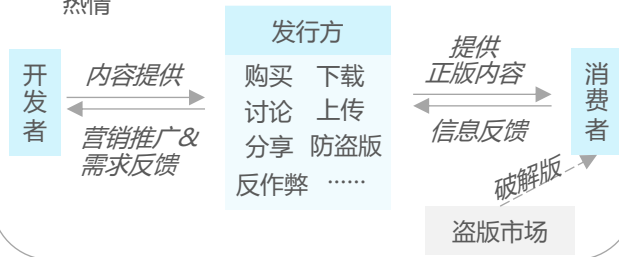
① 内容开发技术挑战

- **硬件支撑**：显示、光学、计算、重量等硬件性能待提升
- **创意思考**：设计欠缺创意，缺乏细节，题材老旧，内容故事对用户吸引力差
- **技术门槛**：融合3D建模、实时渲染、音频处理、人机界面设计、交互、动画等多技术
- **制作成本**：受场景复杂度、场地和设备等影响，重视细节的高标准内容制作成本偏高
- **交互体验**：用户对内容呈现及沉浸交互体验的满意度在内容上市前不可预知



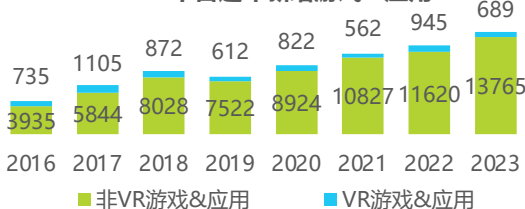
③ 市场闭环存在漏洞

- 内容平台版权保护能力影响下游内容市场质量
- 盗版泛滥冲击开发者、发行方利益，直伤内容方行业热情

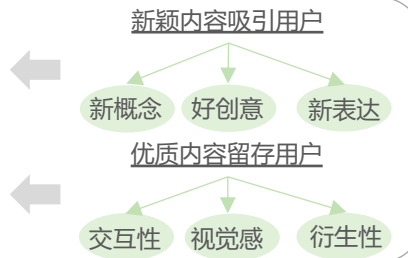


② 优质内容数量欠缺

Steam平台逐年新增游戏&应用



- **内容数量无法维持尝鲜需求**：以游戏为例，VR游戏数量虽逐年增长，但丰富度远不及其他类型；新颖的形式与表达吸引用户尝试，若数量不足，对用户的冲击性将逐步退减
- **内容品质暂未满足用户预期**：作为早期产品，VR内容对用户需求的洞察较弱，形式与题材相对匮乏，并未与用户产生深度连接，展现虚拟世界交互性，让VR成为用户生活、社交一部分



来源：Steam, VR陀螺, 公开资料, 艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

©2024.3 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

10

政策引导下的VR发展方向

宏观层高度重视，促进VR与多行业融合，创新消费体验，构建丰富业态

中国虚拟现实行业国家层相关政策（2016-2023）

首次提出大力推进虚拟现实产业，将VR放在超前战略位置

2016

- 国务院《“十三五”国家科技创新规划》
- 国务院《关于加快发展健身休闲产业的指导意见》
- 商务部《国内贸易流通“十三五”发展规划》
- 国务院《“十三五”国家信息化规划》

伴随多领域政策的出台，在教育、健康、文化、实训、制造业等多行业为VR产业营造良好发展环境

2017

- 国务院《国家教育事业发展规划“十三五”规划》
- 文化部《推动数字文化产业创新发展意见》
- 科技部《“十三五”现代服务业科技创新专项规划》
- 科技部 发改委等六部门《“十三五”健康产业科技创新专项规划》
- 科技部 中宣部《“十三五”国家科普与创新文化建设规划》
- 工信部《应急产业培育与发展行动计划(2017-2019)》
- 司法部 科技部《“十三五”全国司法行政科技创新规划》
- 国务院《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》

虚拟现实产业发展战略窗口期已形成，对未来五年虚拟现实与行业融合发展的重点任务进行详细部署

2018

- 中央网信办《数字中国建设发展报告(2017)》
- 发改委《关于发展数字经济稳定扩大就业的指导意见》
- 工信部《关于加快推进虚拟现实产业发展指导意见》

工信部提出到2025年我国虚拟现实产业整体实力要进入全球前列，明确在视频产业、信息消费、技术各方面发展方向

2019

- 科技部等六部门《关于促进文化和科技深度融合指导意见》
- 交通运输部《城市轨道交通运营突发事件应急演练管理办法》
- 工信部十三部门《制造业设计能力提升专项行动计划(2019-2022)》
- 工信部等《超高清视频产业发展行动计划(2019-2022)》

推动VR/AR终端、可穿戴设备等数字化产品与智慧旅游产品深度结合；以虚实相生的应用需求为牵引，推动元宇宙产业高质量发展

2023

- 文旅部《关于开展智慧旅游沉浸式体验空间推荐遴选培育试点工作的通知》
- 工信部、文旅部《关于加强5G+智慧旅游协同创新发展的通知》
- 工信部等五部门《元宇宙产业创新发展三年行动计划（2023-2025年）》

中央层面发布第二项虚拟现实产业专项政策，第一次提出量化指引

2022

- 国务院《“十四五”数字经济发展规划》
- 国务院《“十四五”旅游业发展规划的通知》
- 国务院《关于进一步释放消费潜力促进消费持续恢复的意见》
- 工信部等部门《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022-2026)》

加快云AR/VR头显、5G全景相机等智能产品的推广，促进新型体验类消费

2021

- 工信部《“双千兆”网络协同发展行动计划(2021-2023)》
- 工信部等十部门《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023)》
- 发改委《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》

虚拟现实技术逐步细化到数字化转型、新能源、对外贸易、展览等多业态

2020

- 工信部《中小企业数字化赋能专项行动方案》
- 商务部《关于进一步做好供应链创新与应用试点工作的通知》
- 商务部《关于创新展会服务模式 培育展览产业发展新动能的工作通知》
- 国家标准委等五部门《国家新一代人工智能标准体系建设指南》
- 国务院《新能源汽车产业发展规划(2021-2035)》

来源：国务院、工信部等，艾瑞咨询研究院整理绘制。

构成多元的行业玩家类型

刀光剑影：硬件头部较为集中，软件服务多依托成熟业务向VR延伸

VR行业参与者类型较为广泛，贯穿核心硬件、软件系统、交互技术、内容服务、头戴显示等产业链条各个环节。头部互联网企业通过投资或自研方式，定位VR行业潜力企业与技术赛道，展开行业布局并利用自身企业资源能力，起行业引领作用。专业VR企业为头显行业主力军，在显示与配套软、硬件技术侧发力，新品层出叠现。传统硬件厂商具备供应链整合优势，入局行业门槛低，但需要在VR技术侧不断积累，以提升产品性能。优质的内容服务与VR硬件拓展相辅相成，内容厂商与软件开发商通常具备在对应领域丰富积累，VR内容创作大多为其新业务拓展的一环，目前并非该类型企业主攻业务。

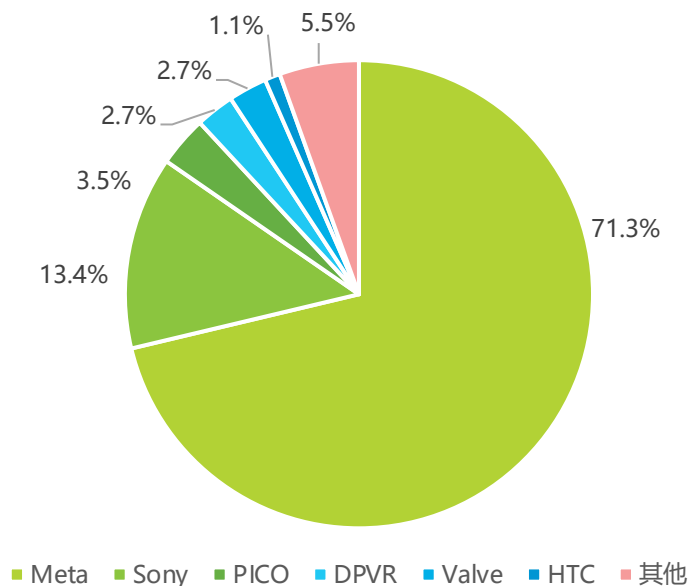
	互联网厂商	专业VR企业	硬件厂商	软件开发商	内容生产企业
企业类型	以头部互联网企业为主，是推动VR产业的中坚力量	以VR创企为主，涵盖VR终端、定位交互、外置设备等企业	以手机厂商为主，同时涵盖上游核心部件供应商及代工	以VR操作系统、开发引擎企业为主	主要由传统游戏、影视生产企业和独立内容工作室构成
核心优势	具备资金、流量、内容、产业关系链等多方资源，擅长对外投资、并购	持续创新，注重技术壁垒构建，产品更迭速度快	较强的供应链整合能力，具备成本下沉优势	具备完备开发工具，市场集中度高，客户依赖性强	创新性强，优质IP易于变现；场景定制能力强
业务模式	投资培育VR创企，利用自身资源，构建VR平台，扩大终端市占	VR设备的研发、制造与销售，同时提供针对场景的行业解决方案	面向消费者、企业售卖硬件，构建硬件、软件、应用商店等完整生态；向下游终端企业售卖核心部件	覆盖VR系统软件与工具软件；开发、销售VR应用；构建开发者平台；提供VR相关订阅服务	结合自身资源实力定位内容市场，并与软硬件厂商合作，互利共赢
代表企业	抖音集团、百度	大朋VR、NOLO	华为、小米	Unity、Nibiru	完美世界、爱奇艺

VR终端设备出货量

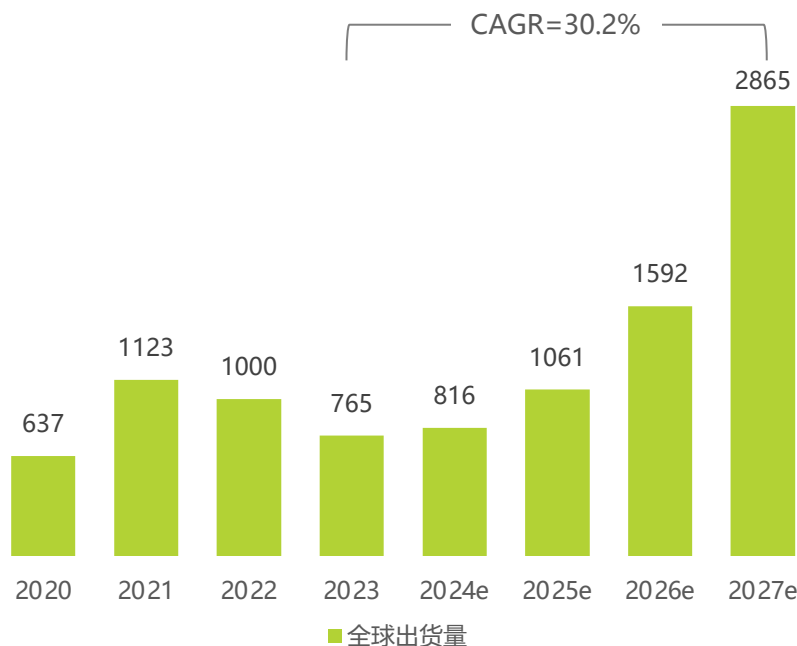
待硬件提质成熟与头部品牌持续迭代，2027年出货将实现飞跃式突破

2021年，得益于各路厂商快节奏的新品推出和多样营销方式的市场宣传刺激，加之“元宇宙”为当年最为火爆的科技热点，VR被视为元宇宙的入场券，全球出货突破千万台。但在过去一年，整个科技行业遇冷，国内外VR领头大厂均未公布市场利好消息。据艾瑞统计，2023年全球整体出货为765万台，Meta领跑市场，占比超70%。后移情时代，大众休闲娱乐选择更为多样化，性能尚未完善的VR设备难以吸引大量用户入手。年初Vision Pro的发售，对整个XR市场起到一定带动作用；但各路厂商需要时间完善硬件与内容生态，因此艾瑞预测，2024年全球出货较去年将有小幅上涨，预计超过810万台。屏幕、光学模组和芯片等VR核心硬件构成的工艺成熟与量产进程对设备出货有重要影响，叠加苹果等头部厂商的产品迭代规划，整体出货预计在2027年实现飞跃。

2023年全球VR品牌出货情况 (%)



全球VR终端设备出货量及预测 (万台)



来源：专家访谈，公开资料，艾瑞咨询研究院整理绘制。

来源：专家访谈，公开资料，艾瑞咨询研究院整理绘制。

02 / VR产业环节特征总览

集中回答：

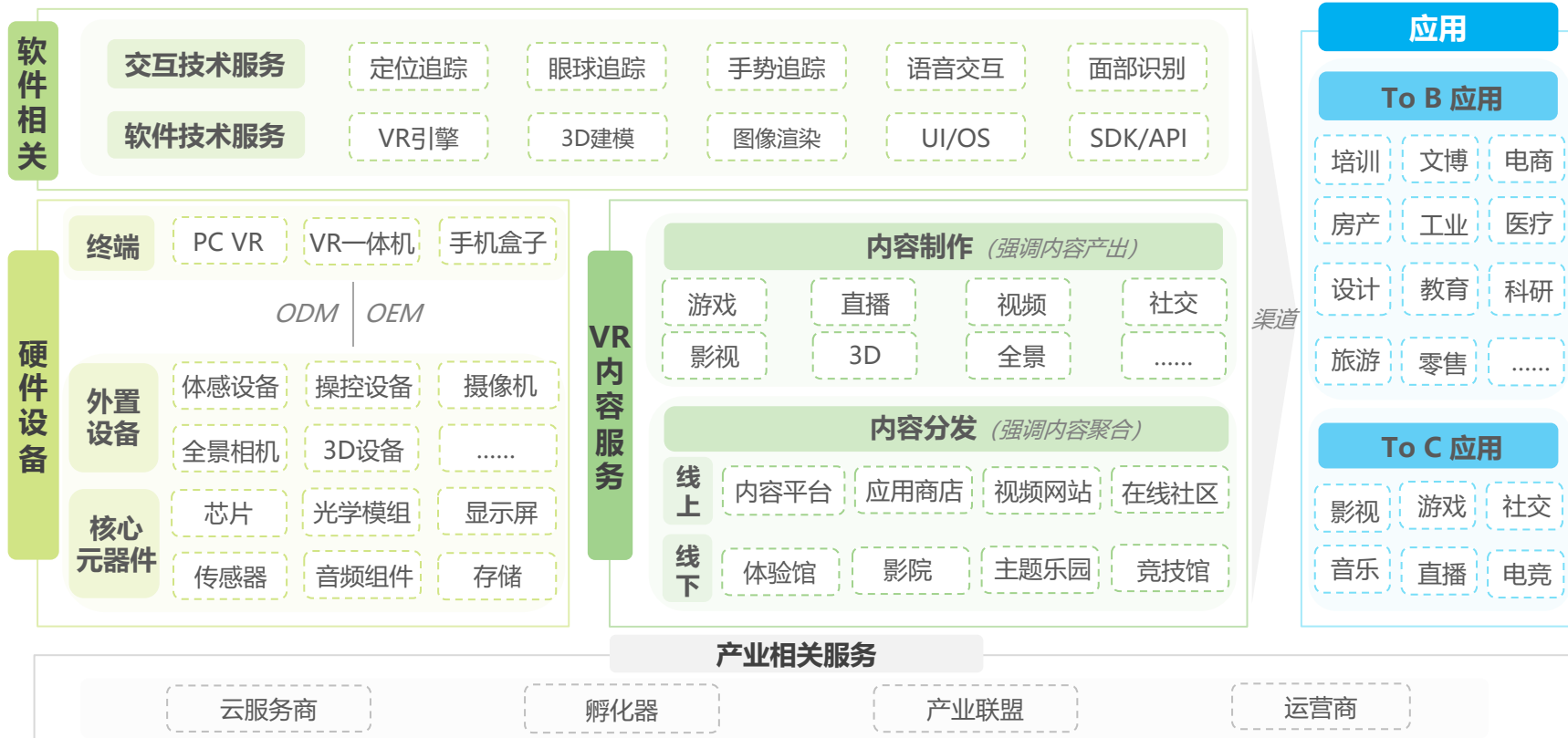
- ✓ 产业主要玩家有哪些？
- ✓ 核心硬件的最新突破？
- ✓ 软件交互发展进展如何？
- ✓ 应用市场拓展情况如何？

中国VR行业产业链

推波助澜：硬件、软件迭代加速，推动应用生态蓄势待发

VR产业具备相对完整与庞大的产业链条，主要由硬件、软件、内容服务及应用领域四部分构成。光学、显示与交互是VR硬件架构的核心构成。目前VR硬件条件基本支持VR游戏在设备上的流畅运行，但随着眼球追踪、手势追踪等交互技术的出现与发展，渲染技术对算力需求的提升，硬件与软件的适配性将直接影响用户体验。硬件与软件端的发力也带动起内容生态的繁荣，产业不再局限于游戏、社交，工业、医疗、零售等新业态也将加入，业态日趋丰富。

中国VR行业产业链



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

中国VR产业链图谱

中国VR行业产业链图谱

场景应用

消费级

企业级

内容服务

内容制作



内容分发



软件相关

软件技术

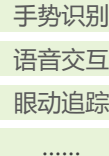
开发引擎



渲染处理



3D建模



感知交互

硬件设备

核心元器件

芯片



摄像头



声学器件



光学器件



显示屏



终端输出



外置设备



注释：图谱以国内企业为主，部分细分领域包含少数在国内活跃的海外典型企业。

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR产业关键环节聚焦与发展进展总览：

核心硬件

- **芯片**：在VR硬件成本中占比最大，除了苹果和少数芯片厂商布局外，**各品牌VR头显主控芯片基本由高通垄断**
- **光学方案**：**Pancake方案已经替代菲涅尔**成为VR头显主流选择，应用初期光效、伪影、FOV待优化
- **显示**：Micro OLED为当前厂商优先选择，Micro LED未步入市场化阶段

交互技术

- **技术类型**：交互技术基本覆盖人类多元感官，类型广泛且推进速度加快
- **重点突破**：**手势交互、眼动追踪、面部追踪**为厂商当前重点研究技术

软件技术

- **操作系统**：安卓依旧占据主导地位，但部分**头部企业自建系统生态意愿强烈**
- **渲染开发**：以提高效率为初衷，引入AI技术，开发广度大幅拓展；聚焦重点渲染区域，分摊渲染压力，在有限算力资源下提升渲染呈现

内容&应用

- **内容服务**：自研和引进同步发力，创作生态不断完善；**经济调整步入正轨，市场回暖，VR市场扩增有望**
- **场景应用**：应用趋向泛化，C端与B端需求逐步明晰，**社交、直播、医疗、工业**等潜力场景凸显

VR产业关键环节梳理

@ iResearch: 物联网研究团队

Section 1 – 核心硬件

- 核心芯片应用现状
- 光学显示方案主要类型
- Pancake光学方案应用现状
- 显示面板类型与特征
- 显示面板核心参数

Section 2 – 交互技术

Section 3 – 软件技术

Section 4 – 内容服务&场景应用



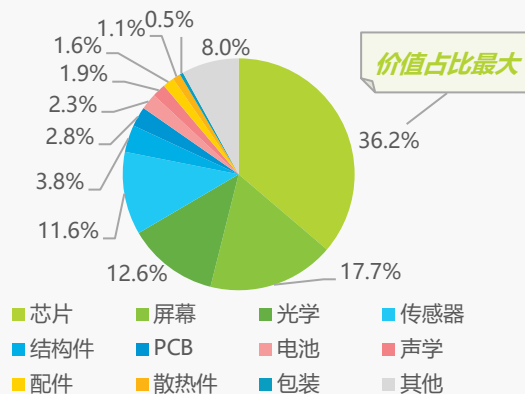
核心芯片应用现状

芯片是VR硬件的重要价值构成，暂由海外龙头主导，国内厂商积极抢攻

芯片为VR一体机价值占比最大的硬件构成，主要由SoC主控芯片、RAM运存、ROM内存和其他芯片（电源管理、通信芯片、解码芯片等）组成。得益于高通在手机芯片的技术积累与优势，其骁龙XR2芯片在CPU、GPU、视频处理及AI算力等多方面表现出强大性能，目前已成为VR一體机的主力芯片。苹果Vision Pro中搭载了自研的M2和R1芯片，M系列芯片的性能参数要优于骁龙XR2，因此成为高通在XR芯片的强大对手。国内芯片厂商碍于布局进度与产品性能，已实现搭载的VR机型较少；但伴随国产替代的浪潮和VR行业的成熟，国产芯片仍有望占据更大的VR市场。

VR设备芯片应用情况

PICO 4 BOM成本占比拆分



VR芯片特征

- 高算力：**更高算力以支撑VR设备在近眼显示与大视场角下对图像的高品质处理
- 强渲染：**匹配VR视频渲染的高刷新率与低延时需要
- 低功耗：**兼顾高算力与低功耗，散热性好
- 强融合：**芯片需实现设备多传感装置的信息融合处理

现状：各路厂商积极部署，提升VR综合性能

- 高通XR2芯片为XR设备的主力芯片**，经过骁龙820、骁龙XR1、骁龙XR2的性能迭代，目前已发布**骁龙XR2 Gen2平台**
- 苹果Vision Pro**搭载自研计算芯片M2和传感器处理芯片R1，分别负责12个摄像头的图像处理与5个传感器、6路麦克风的处理，**M2+R1的组合成为其产品的一大亮点**
- 国内企业如**瑞芯微**、**联发科**相继将产品搭载于**PICO**、**PS VR2**等设备，发力拓展VR行业产品布局

VR设备	Quest 2	HTC VIVE Focus 3	PICO 4	Quest Pro	PS VR2	PICO 4 Pro	Vision Pro	Quest 3
发布时间	2020.10	2021.6	2022.9	2022.10	2023.2	2023.4	2023.6	2023.9
SoC主芯片	高通骁龙XR2 Gen1	高通骁龙XR2 Gen1	高通骁龙XR2 Gen1	高通骁龙XR2 Gen1	高通骁龙XR2 Gen1	高通骁龙XR2 Gen1	苹果M2	高通骁龙XR2 Gen1

- 骁龙XR2平台是高通专门针对XR应用的芯片，具备**强大计算性能、低延迟、逼真的图像和音效体验**等特点
- 骁龙XR2 Gen2针对单芯片架构进行大幅优化，在**性能功耗、流畅交互和视频透视**方面显著提升

图例：
● 高通骁龙XR2 Gen1
● 高通骁龙XR2 Gen2
● 联发科VR芯片
● 苹果M2

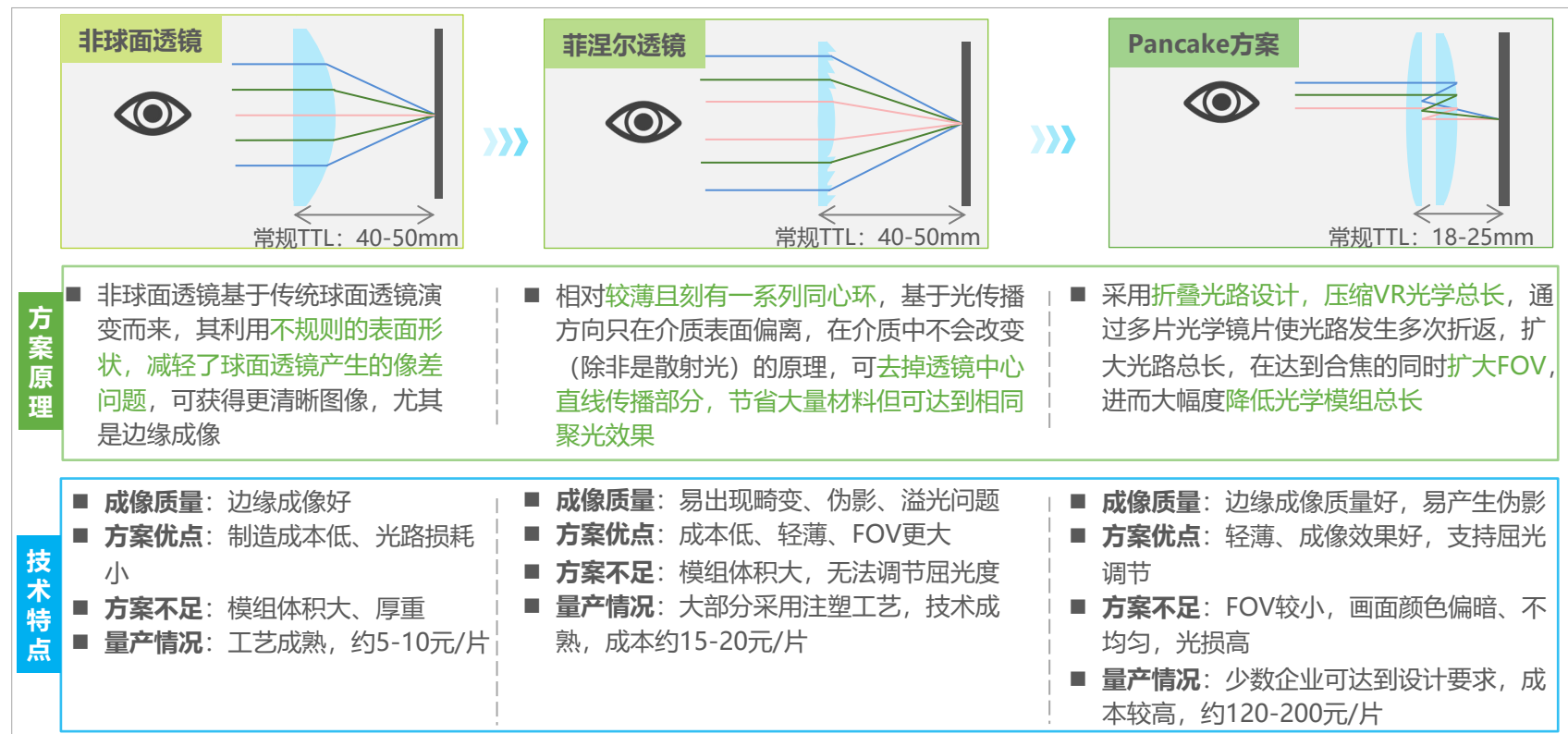
注释：VR硬件BOM占比拆分以PICO 4产品为例。
 来源：公开资料，企业官网，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

光学显示方案主要类型

轻便紧凑、成像优质，Pancake成为主流光学方案，菲涅尔透镜“出局”

伴随技术升级与需求演进，VR光学方案历经了非球面透镜、菲涅尔透镜和Pancake方案三个阶段。相较于早期VR头显使用的非球面透镜，菲涅尔透镜在透镜厚度、重量方面具备优势；同时菲涅尔透镜制造成本较低，利于头显厂商进行大规模生产，因此被部分厂商广泛应用。用户对佩戴舒适性与观影质量的精益求精，推动头显厂商不断迭代技术方案。作为VR/MR升级的方向，Pancake方案因其轻薄、成像质量高的优势得到包括Meta、PICO、创维等多家海内外头部企业的认可，各路厂商已纷纷在新品中尝试应用。

VR产品主要光学方案



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

Pancake光学方案应用现状

提高光效、弱化伪影、扩大FOV是Pancake实现快速普及待突破的难关

Pancake方案对头显的“瘦身”吸引了业内多方的关注，近2年已有多款企业级、消费级的头显产品问世，包括苹果推出的MR产品Vision Pro，再一次将Pancake带进大众视野。新方案的落地为VR市场注入新鲜活力，设备迭代加速，屏幕等配套设备相应升级，轻薄、成像质量好的佩戴体验进一步促进VR向大众市场渗透。但Pancake方案并非十全十美，基于方案设计本身，在光效、FOV等方面有所牺牲。为提升方案的使用性能，制造工艺难度提高，成本随之上升。故Pancake方案依旧是一个偏向过渡的产品形态，未来一段时间业内各方仍需在方案则选、产品体验与制造成本等多因素间寻找平衡。

Pancake方案应用情况



来源：wellsenn XR，各企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

显示面板类型与特征

高分辨率、高刷新率、高对比度、低功耗优势，驱动Micro OLED渗透

早期VR头显大部分采用LCD，碍于LCD响应速度慢，从2016年起，玻璃基OLED被尝试应用于VR设备中。当前的VR设备主要采用Fast LCD屏幕，该类型显示屏在响应速度、量产稳定性、良率与成本等方面均有所改善。伴随显示方案的步步迭代，2022年起，VR产业头部企业开始研发带有Mini LED的Fast LCD显示面板与Micro OLED面板，以求在对比度、刷新率、亮度、光效等方面获得进一步提升。显示屏亮度与对比度的提升，更好的适配了Pancake光学方案对高亮度的需求。值得一提的是，相较于Micro OLED的性能优势，Micro LED在屏幕轻薄度、光效、显示性能等方案更为出色，目前以苹果、三星为首的企业正积极布局，是未来VR显示面板的理想选择。

VR显示面板特征

	LCD	Fast LCD	Micro OLED	Micro LED
技术特征	<ul style="list-style-type: none"> 响应速度慢 LED作为背光源较为成熟 屏幕较暗、色彩饱和度低 屏幕厚 功耗高 	<ul style="list-style-type: none"> 响应速度快 有效控制漏光，对比度高，色域较广 亮度高 功耗相对较低 	<ul style="list-style-type: none"> 轻薄、响应速度快 结合CMOS与OLED技术 OLED自发光，发光效率高 适配Pancake光学方案，亮度高 功耗低 	<ul style="list-style-type: none"> 响应速度快 将传统无机LED阵列微小化 不需要滤光片与液晶层 亮度高 功耗很低
技术成熟度	<ul style="list-style-type: none"> 工艺非常成熟、可规模量产、性价比高 寿命较长 成本已达到最低现阶段很难再有下降空间 	<ul style="list-style-type: none"> 较高量产稳定性与良率 寿命较长 Mini LED依托成熟LCD生产，产业链成熟，供给能力强 	<ul style="list-style-type: none"> 初步量产，良率水平低 成本高，寿命较短 制备工艺技术要求高 	<ul style="list-style-type: none"> 制程要求高，检修难，工艺复杂，实验室阶段 寿命长 目前成本非常高，未来有下降空间

来源：公开资料，专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

显示面板核心参数

面面俱佳的Micro LED虽取得初期进展，但商业化推广受限于技术突破

作为VR头显近期的主流选择，Fast LCD(Mini LED)依托全新液晶材料与超速驱动技术，有效提升刷新率至75-90Hz。相较传统LCD屏幕，Fast LCD兼顾提高屏幕亮度和对比度，增强对暗部区域显示的控制，提高饱和度。Micro OLED在分辨率与刷新率方面的优势性能可分别有效缓解纱窗效应与余晖效应，降低眩晕感对用户体验的负面影响。尽管OLED长时间显示静止画面存在烧屏可能，但VR画面通常会随着佩戴者头部运动而变化，画面多数处于变化中，烧屏问题可得到缓解。Micro LED具备绝对亮度与对比度优势，相同功耗下可提供更长久的续航。综合多维度信息，Fast LCD与Micro OLED将在短期内不断渗透，特别是Micro OLED，量产后规模效应下成本将下降。而各维度更胜一筹的Micro LED，待巨量转移和全彩化方案等技术瓶颈突破后，在VR头显有望实现全面搭载。

VR显示面板参数对比

	LCD	Fast LCD (Mini LED)	Micro OLED	Micro LED
像素密度	>1000	1200	>2000	>5000
响应时间	ms	ms	μs	ns
刷新率	>60Hz	75-90Hz	120Hz	>240Hz
亮度	500nits	<1000nits	1000-6000nits	100000nit (全彩) 10 ⁷ (红/绿/蓝单色)
对比度	1000:1	10000:1	10000:1	100000:1
色域	75%	>72%	>100%	140%
寿命	60000hrs	80000-100000hrs	10000hrs	>100000hrs
厚度	厚	较薄	薄	薄
成本	低	较高	高	高
功耗	高	较低	低	低

图例



参数指标高低与色块颜色深浅正相关

注释：参数指标主要参考已面市的VR产品的面板材料情况，不同厂商间存在指标差异，本表格仅覆盖通常情况。

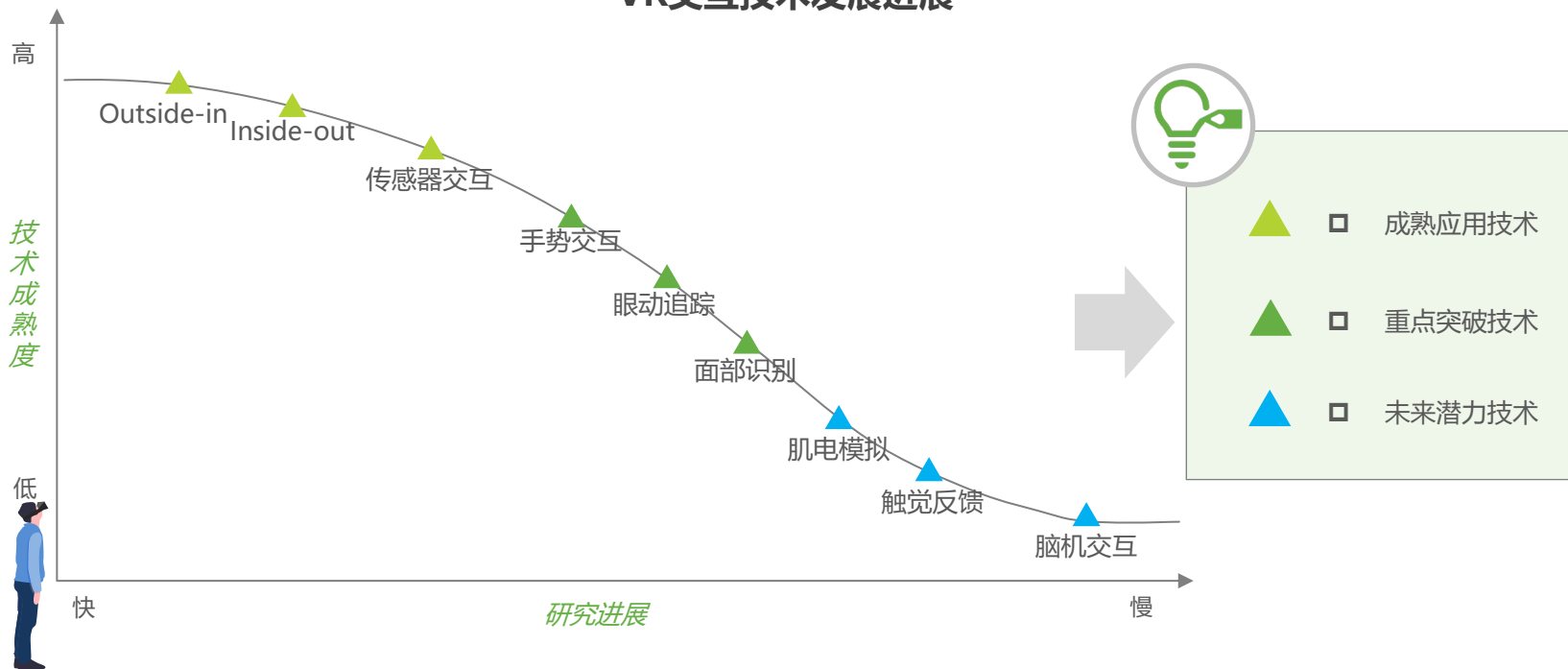
来源：专家访谈，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR交互技术发展进展

技术多点布局，手势、眼动、面部追踪进展显著，“全感VR”实现加速

交互技术是用户与虚拟世界互动的手段，扮演着连接用户与虚拟环境的桥梁角色。VR产业的爆发式发展，同步带来交互技术的更迭。为实现自然、沉浸的交互，技术单打独斗已无法满足现阶段需求；整合不同类型技术，将覆盖多角度、多领域采集信息，进而达到更为精准的交互效果，因此交互技术整体呈现融合态势。目前，发展最为成熟的6DoF头手追踪定位技术已广泛应用于国内外多款VR产品。依托传感器反馈的传感器交互与触觉反馈技术通常配置于VR控制器和VR穿戴设备，增强用户对虚拟物体的触感。手势交互、眼动追踪及面部识别等聚焦用户生理特征、动作行为的交互技术，极大的提高了用户参与度，为用户构建的虚拟角色和虚拟环境间的动作、情感响应提供支撑。交互技术的发展整体趋向无感化，肌电模拟、脑机交互这些直接从身体或大脑向虚拟环境传输指令的交互形式也是行业的兴趣所在。

VR交互技术发展进展

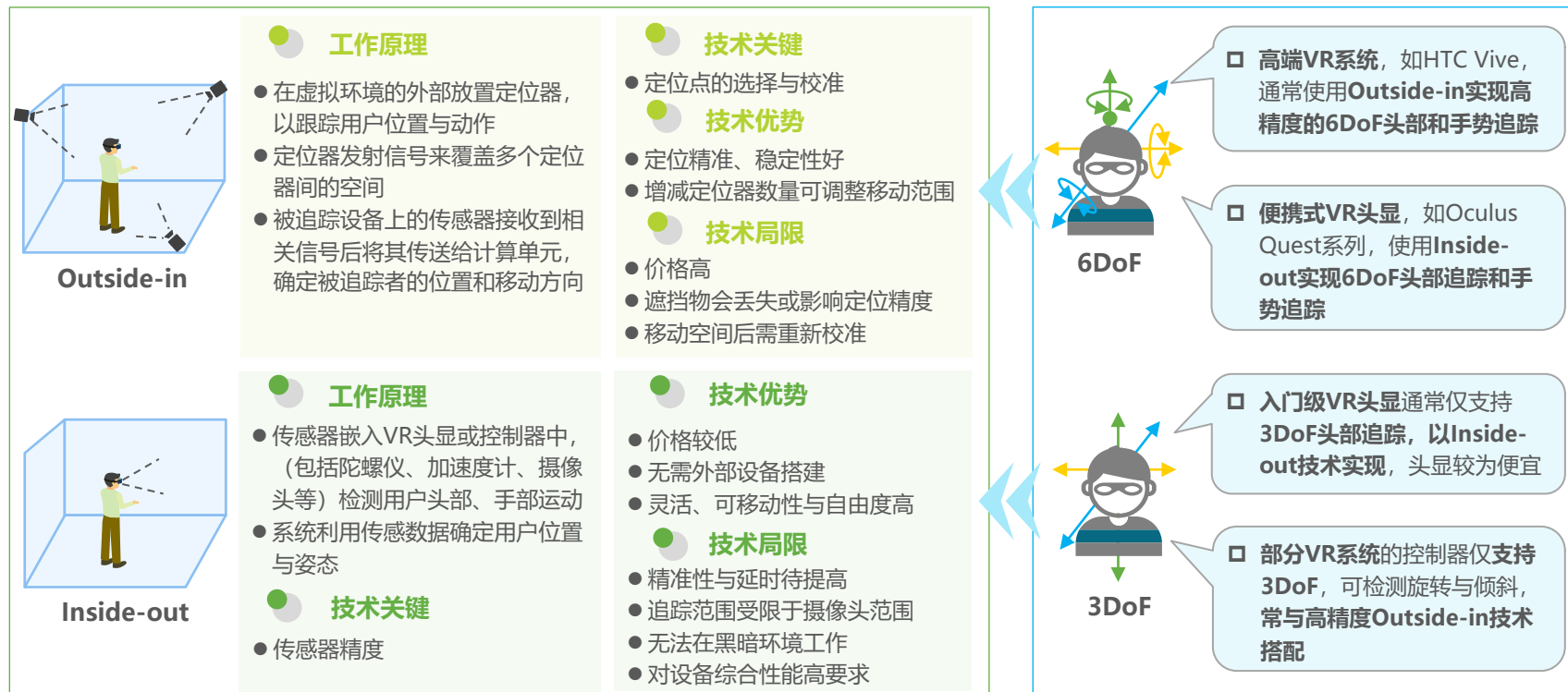


交互技术 | 追踪定位

灵活是VR交互的改进方向之一，Inside-out位居空间定位主流选择

佩戴VR头显后，用户处于封闭环境，若身体的视觉感知与运动感知不能实时匹配，用户会出现头晕等不适症状。定位是影响延迟的因素之一，是支持用户在虚拟环境中进行交互的基础，触摸、投掷、拾取等动作的实现增强用户对虚拟环境的身体感知。VR空间定位技术分为Outside-in与Inside-out，搭配3DoF或6DoF可创建不同水平的VR/AR体验。目前两种技术各有千秋，均在XR领域广泛应用。虚拟现实追求简单、灵活的交互，尽管Outside-in的定位效果更加精准，但Inside-out方式无需放置定位器，方便、灵活的优势使其成为当前市场的主流定位追踪技术。

虚拟现实空间追踪定位技术特征



注释：DoF：（Degree of Freedom），即自由度。3DoF可追踪用户左右摇摆、前倾后仰、水平转动三个方向的旋转；6DoF在此基础上，还可追踪上下、左右、前后三个方向的移动。

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

交互技术 | 手势交互

手势交互处于发展初期，其准确性需依靠有效数据、优化模型不断更迭

VR设备的手势交互技术发展较为缓慢，裸手交互和可穿戴设备交互仍处于初期阶段。针对不同应用场景，VR厂商的交互方案各有侧重，如Meta Quest系列的裸手交互基于计算机视觉获取数据，用户可快速体验裸手效果；HTC VIVE则依靠腕式追踪器，通过惯性传感器提高手势交互的准确性与可靠性。为了平衡裸手交互的沉浸感与手柄交互的高准确性，厂商们开始尝试基于惯性传感器或弯曲传感器的数据手套方式。目前手势交互更迭中需克服的难点主要来自（1）算法层面的数据质量：保证数据质量和一致性；（2）手势关键点的识别精度：确保数据实时高效，优化演绎模型；（3）交互设计的友好性：规避视觉死角，提升交互体验。

虚拟现实手势交互实现方案

裸手追踪

- 通过外置摄像头捕捉用户双手，模仿自然手部动作，在VR环境中形成对应的虚拟双手，实现手势同步互动、操作，无需任何控制器或穿戴式设备

产品举例：



PICO 4
Vision Pro
Quest3

手势交互实现方式

可穿戴设备

- 利用叠加了各种传感器与技术的可穿戴设备，实时捕捉用户手势、动作，将数据传输到计算机或VR系统中进行解释并映射到VR环境中进行交互

设备类型举例：



数据手套



腕带式追踪器



交互戒指

手势交互关键技术方案

成熟技术

工作原理

核心特点

视觉追踪

- 使用摄像头设备捕捉物体视觉特征，如形状、颜色、轮廓、纹理等，通过计算机视觉算法实时分析、识别并确定物体位置与运动
- 提供高精度位置信息
- 可跟踪多个物体
- 需较高计算资源
- 需相对复杂摄像设备与算法

惯性追踪

- 内置惯性传感器，如加速度计、陀螺仪，测量物体的线性加速度和角速度；通过积分测量数据，估计物体的位置和方向
- 对快速运动和短期变化敏感
- 低延迟
- 存在漂移问题

弯曲传感器追踪

- 利用柔性传感器测量物体的形状和曲率，捕捉物体形状和姿势
- 较低功耗与较小尺寸
- 精度、范围受限于灵敏度与分辨率
- 位置追踪功能较弱

手势交互 VS 手柄交互



定义区分

- 手势交互**：用户可使用真实手部动作在虚拟环境中进行交互控制
- 手柄交互**：利用专门设计的VR手柄（包含按钮、摇杆、扳机等物理控件）或控制器实现虚拟环境交互



优势差异

- 手势交互**：交互体验更为自然直接
- 手柄交互**：手柄上的按钮、控制杆允许用户进行特定输入，操作更为精确、可控



应用区别

- 手势交互**：常见于VR头显，允许用户通过手势来选择、移动、旋转或进行其他互动动作
- 手柄交互**：常见于VR应用和游戏，控制虚拟手中的物体、进行射击、操作菜单等

交互技术 | 眼动追踪

在精准、实时、高效、隐私等方面的优势推动眼动追踪渗透多元领域

人接收到的外界信息有80%来自视觉通道，并且会通过眼动行为反映思维或心理活动变化，因而眼动追踪是一种较为直观感知人类思维的有效途径。眼动追踪技术经历了从直接观察到侵入式再到非侵入式的发展过程，目前非侵入式瞳孔角膜反射技术应用最为广泛。叠加眼动追踪技术的VR设备实现了眼控交互，利用眼动锁定目标，比基于陀螺仪的头动感知方式更为高效和人性化；眼动追踪技术可以获得人眼的注释点，人眼和镜片的相对位置实现实时矫正，降低畸变影响；与此同时，基于眼球追踪的注释点渲染大幅降低渲染过程中的GPU负荷，降低VR设备对硬件的要求。

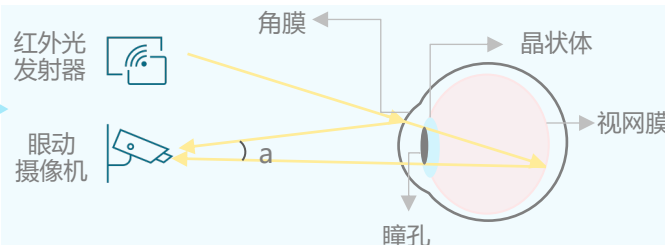
眼动追踪技术实现与应用场景

技术理解

- **技术原理**：用于测量眼睛的**注视点的位置**或**眼球相对头部的运动**而实现对**眼球运动的追踪**
- **配套设备**：眼动仪、配套软件等
- **捕捉信息**：
 - **注视信息**：注视时长、注视点数目等
 - **扫视信息**：扫视频率、扫视速度等
 - **眨眼信息**：眼睛闭合时间、瞳孔指标等

瞳孔角膜反射技术实现原理

「瞳孔角膜反射技术」



■ 眼动追踪过程：

- 利用一种**光源**对眼睛进行照射，产生明显反射
- **眼动摄像机**采集带有反射效果的眼睛图像
- 利用采集到的图像识别**光源在角膜和瞳孔上的反射**
- 通过**角膜与瞳孔反射光线的角度a**计算眼动向量，并结合其他反射效果计算**视线方向**

技术核心

- **精准性**：追踪系统需具备**高精度与准确性**
- **实时性**：系统提供**实时眼动数据**，确保虚拟环境及时响应用户的注视点与动作
- **自适应性**：适应年龄、眼球健康、文化背景等**差异化用户**的运动模式
- **隐私性**：眼动数据涉及**用户隐私**，追踪系统需具备**数据安全措施**

应用场景区

生物学

- ✓ 神经系统疾病诊断
- ✓ 视觉康复训练
- ✓ 注意力机制研究
- ✓ 认知过程研究

教育培训

- ✓ 教育研究
- ✓ 互动式教学
- ✓ 学习效果评估
- ✓ 培训路径优化
- ✓ 学习困难与认知障碍识别

工业

- ✓ 人机界面设计
- ✓ 工作流程改进
- ✓ 工人疲劳水平监测
- ✓ 可视化数据分析
- ✓ 设备维护重点记录

娱乐

- ✓ 注视点渲染
- ✓ 虚拟世界互动
- ✓ 玩家情感识别
- ✓ 游戏广告效果评估

交互技术 | 面部追踪

对精准识别、计算资源、隐私安全的高要求放缓面部追踪应用于VR头显的进程

不同于简单的表情识别，面部表情追踪在连续的图像帧中定位面部的运动情况，获取基于位置、速度、形状、纹理等有关特征量与面部表情的匹配信息。该技术应用到VR设备中，增加用户在虚拟交流平台的沉浸感，同时可通过VR设备传递人类情绪信息，进而判断人物心理与生理特征。目前，Vive Focus 3、Quest Pro和PICO 4 Pro等VR设备已支持面部追踪，并可结合眼动追踪丰富设备追踪细节。VR头显中面部追踪技术获取面部表情主要依赖传感器或摄像头的非接触式追踪方式实现，对用户干扰小，面部表情能较为准确体现心理活动。现阶段面部追踪待克服的难点主要集中在追踪准确性、技术实现成本和信息隐私安全。

面部追踪应用价值及技术挑战

技术理解

一种VR交互技术，利用摄像头、传感器与其他专业设备，监测、捕捉、模拟用户在虚拟现实环境中的面部运动与表情

关键步骤

Step1 人脸区域检测



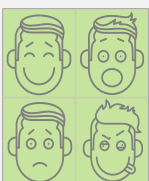
- 利用计算机视觉算法，在图像与视频中识别、定位人脸区域

Step2 面部关键点检测



- 对人脸区域的眼睛、嘴巴、鼻子等面部关键点进行检测

Step4 面部表情识别



- 结合面部关键点的位置变化，利用机器学习算法对人脸表情状态进行推断、识别

Step3 人脸姿态推断



- 根据关键点位置信息，辅以机器学习等技术，推测如头部旋转、倾斜等人脸姿态

应用价值

• 交互方式自然

用户通过眨眼、微笑、皱眉等面部变动实现选择、确认、交流等目的，形式较键盘、手柄等控制器输入更为自然

• 交互精度提升

面部追踪可捕捉到微小面部运动，利于精细操作，如绘画、手工等动作的完成

• 情感易于表达

快乐、惊讶、悲伤、愤怒等情绪可被面部追踪捕捉到，虚拟世界情感色彩更为丰富

应用挑战



隐私安全

- 面部生物采集数据被滥用风险
- 用户面部数据隐私同意和透明度问题
- 数据若不妥善保管，存在泄露风险



技术成本

- 高分辨率、高帧率的摄像头、传感器、显示器等设备成本较高
- 深度学习等算法技术增加依赖计算资源，进而增加硬件成本



准确性

- 光线、背景等因素影响追踪摄像头准确性
- 用户面部运动速度过快，无法准确追踪
- 追踪设备性能限制追踪效果

VR产业关键环节梳理

@ iResearch: 物联网研究团队

Section 1 – 核心硬件

Section 2 – 交互技术

Section 3 – 软件技术

- VR操作系统梳理
- 主流开发引擎特征
- VR渲染处理关键要求与技术

Section 4 – 内容服务&场景应用



VR操作系统梳理

以安卓系统为主，部分头部品牌自建系统生态，强化品牌差异化

底层的VR操作系统处于虚拟现实应用程序与硬件之间，承担管理硬件资源、提供驱动程序支持、处理输入与输出，协调传感器数据等任务。早期的VR一体机基本沿袭了手机端的计算芯片与操作系统，目前依旧以安卓系统为主，包括部分品牌机型的深度定制的UI。安卓系统为开源属性，拥有庞大的开发者支持，具备跨平台兼容性；利用安卓的现成基础，厂商可以自行定制修改，快速推出VR新品。虽然安卓在业内占据主导地位，但有部分制造商选择开发自己的专有系统，以满足特定需求或为产品提供差异化属性。目前，分体式的VR设备，包括PC VR、PSVR和华为VR Glass超短焦手机VR，操作系统以主机为主，同时涉及Windows MR、索尼PS和华为鸿蒙OS。苹果Vision Pro搭载的Vision OS是一款VR/AR操作系统，旨在提供沉浸式、交互性强的虚拟体验。Vision OS可兼容iphone和ipad数十万款应用，并内嵌了iOS和空间计算框架、空间音频引擎、注视点渲染引擎等。基于多年运营的生态优势，苹果可扩速扩张Vision OS，搭建围绕Vision OS的内容与开发者生态，对整个XR行业起拉动作用。

VR操作系统特征与性能优化关注重点



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

主流开发引擎特征

AI融入，提高引擎开发智能化、高效化与丰富度，大幅拓展内容创新性

引擎平台将软件系统分解为若干功能模块，以此来提高软件开发效率、降低开发成本并增强软件系统的可拓展性。VR产品强调交互体验，开发前期需要实验验证，确保核心设计点符合VR场景。目前应用于VR的开发引擎以Unity和Unreal为主，在物理模型创建、图像渲染、系统渲染等方面具备良好性能，因为该类型开发引擎具备一定使用难度，主要供程序员、开发者等专业人员使用。近两年来VR行业玩家均在积极推进内容生态的构建，加之元宇宙产业的迅速发展和AIGC刮起的新一轮科技热潮，企业鼓励普通用户自主生产内容，并提供开发门槛较低的创作工具，激发玩家进行UGC创作，同步强化内容与社交生态。

虚拟现实主流开发引擎特征

虚拟现实引擎重要构成

● 渲染引擎

- **功能：**负责将虚拟世界的场景、对象和效果转化为图像，以便在VR设备上显示给用户
- **代表厂商：**Unity、UE、Maya、Niriru

● 物理引擎

- **功能：**处理虚拟世界中的物理效果，包括重力、碰撞、运动等，以增强虚拟体验的真实感
- **代表厂商：**Unity、UE、Bullet Physics

● 声音引擎

- **功能：**处理虚拟世界中的音效，提供3D音频效果，增强虚拟环境的沉浸感
- **代表厂商：**FMOD、Wwise、Unity Audio

● 网络引擎

- **功能：**支持多人协作、联机游戏等功能，处理虚拟现实应用中的网络通信
- **代表厂商：**Photon、UE

VR开发引擎类型

➤ 普通开发引擎特征 (以Roblox Studio为例)

● 创作流程



开发者&创作者

内容创作
内容开发



Roblox Studio

内容发布



客户端

内容体验
社区社交



游戏用户

● 引擎价值

- 开发门槛较低，利于普通玩家开发创造
- 鼓励用户自主生产VR内容，丰富内容生态
- 发展基于UGC的社交等玩法，提升用户在VR中的留存率与游玩时间

➤ 专业开发引擎特征 (以Unity、Unreal为例)

● 开发门槛

- 用户界面友好，适合初学者或小型团队

● 渲染性能

- 性能良好，轻量化设计，特别适用于移动VR平台

● 平台兼容性

- 兼容性强大，几乎适合所有主流VR/AR平台；对于部分特定平台，需要额外优化工作

● VR代表作

- 《Beat Saber》《Zenith: The Last City》《Pixel Ripped 1978》

Unity

Unreal

- 工作流程复杂，对初学者难度较高，适合大团队、大制作

- 图形渲染强，适用于创建高度真实、精美的VR场景

- 广泛支持多平台，特定情况需额外配置与优化；对移动VR平台的性能要求较高

- 《Hubris》《行尸走肉：圣徒与罪人第二章》《穿越火线：塞拉小队》

注释：UGC (User Generated Content)：用户生成内容，VR中的UGC形式主要包括游戏、绘画、音乐、视频/直播等。

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

©2024.3 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

32

VR渲染处理关键要求与技术

多技术协同缓解算力压力，改善渲染效果

渲染处理主要涉及（1）内容渲染：在VR环境中创建、生成各种元素、场景、对象与效果和（2）终端渲染：对生成的内容进行畸变、色散等校正并呈现到用户终端设备。为匹配用户的进阶需求，当前的VR渲染处理已跨越初级阶段向部分沉浸阶段迈进，在画质、速度、成本等多方面寻求质量与效率间的平衡。相较于普通的3D渲染，VR渲染注重用户体验的全方位性，在帧率、延迟、交互控制、立体声视图、性能优化等方面均有更高要求。作为连接用户与虚拟环境的桥梁，渲染在VR中扮演重要角色，需要高规格硬件算力设备、成熟的XR可穿戴智能终端、优化的渲染算法及逐步系统化的云渲染模式等技术的协同推动。当前阶段，得益于眼动追踪技术的成熟，注视点渲染吸引更多业内玩家尝试，如Quest Pro、PS VR 2、PICO 4 Pro等越来越多的VR设备已在产品中配置。AI算法的成熟应用，为渲染模型提供大量图像、视频数据，VR场景质量更为逼真。云化架构将渲染能力导入云端，云边协同有助于降低终端配置成本，改善时延、抖动等问题。在硬件算力仍有不足的情况下，ATW、ASW等优化算法也成为VR产品标配，以降低虚拟世界的渲染复杂性，进而缓解延迟与滞后。

渲染处理



主要VR渲染参数



VR渲染处理要求与主流技术

主流渲染技术特征

注视点渲染

- **选择性重点渲染**：注视点中心最清晰，周围边缘清晰度降低
- **联动眼动追踪**：结合眼动追踪捕捉的用户注视点信息，高分辨渲染区域根据眼球运动实时变化，动态调节VR屏幕清晰度
- **节省计算资源**：确定用户当前注视区域，有效缩小高分辨渲染区域，节省GPU运算量

实时云渲染

- **计算能力卸载**：将图像计算任务从设备转移至云端服务器，减轻终端计算负担
- **高质量图形效果**：云端服务器通常配备高性能GPU与大量计算资源，提升VR体验逼真度
- **降低延迟**：实时云渲染减少渲染任务在传输中的延迟，终端设备更多承担接收渲染结果的角色，减少VR体验中的眩晕感

渲染优化算法

- **优化目标**：覆盖图形数据、头部运动、帧率等参数，优化图形渲染，缓解延迟、眩晕与计算压力，以确保VR环境中更真实、流畅、舒适的体验
- **主流算法**：异步时间扭曲（ATW）、异步空间扭曲（ASW）、多视图算法、运动插值、低延迟模式、预测性渲染.....

注释：抗锯齿技术用于减少渲染图像中的锯齿边缘；VR中的后处理效果包括景深、运动模糊、色调映射等；LOD（Level of Detail）指在不同距离下使用不同细节的模型和纹理。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR产业关键环节梳理

@ iResearch: 物联网研究团队

Section 1 – 核心硬件

Section 2 – 交互技术

Section 3 – 软件技术

Section 4 – 内容服务&场景应用 ★★★★★

- VR内容服务创作生态
- VR内容分发主要渠道
- VR泛化领域应用
- 场景应用与VR设备协同情况

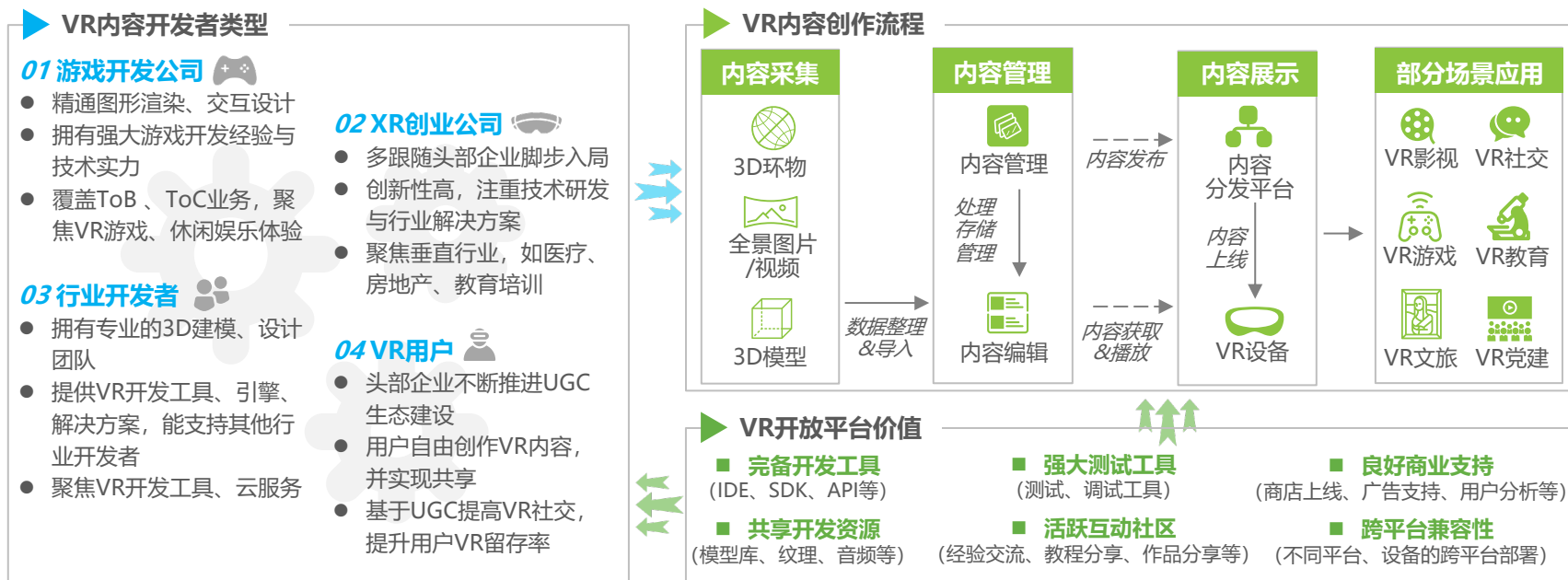


VR内容服务创作生态

内容创作渐成体系，开发者队伍不断壮大，用户互动性提高

VR/AR内容服务是虚拟现实产业链中较为复杂的一环，由内容制作与内容分发两部分构成。其中，内容制作指创建用于虚拟现实环境的数字内容，包括图像、视频、音频、社交元素等，覆盖游戏、影视、社交、直播、教育、房产家居、3D全景等多维度；内容分发则是将制作好的VR内容传递给最终用户的过程，使用户可在VR设备上访问、体验内容。目前VR内容的开发主体主要由VR游戏企业、XR企业和3D应用企业构成。在硬件终端不断突破的基础上，行业玩家将构建内容生态作为战略重点，纷纷推出VR开发者平台或VR开放平台；该种集成了开发环境和资源的平台为VR创作者提供了全面的开发工具，方便开发者获取、共享资源并可在不同VR设备上进行应用测试，进而确保各场景与设备上的稳定性。创作门槛的降低，吸引了更多VR用户参与内容创作，用户可通过社区互动分享作品、加强交流。互动性激发用户创作热情，叠加部分平台的奖励机制，促进优质内容产出，用户同时享受到更加丰富的虚拟体验。

VR内容创作与开发者生态



VR内容分发主要渠道

自研+引进，“国产平台”加速追赶；市场回暖，多样线下门店有望扩增

内容分发平台打破内容碎片化，聚合的丰富内容可匹配用户不同兴趣与需求。内容分发渠道分为：（1）线上：由内容分发平台主导，为用户提供在线购买、下载和体验服务。目前线上分发渠道以各硬件厂商自行搭建为主，暂未出现第三方内容分发平台布局。从内容数量角度，国外平台占主导地位，其中Steam作为传统游戏平台，凭借多年积累优势，VR内容数量一路领跑；国内VR应用商店加速追赶，尽管内容体量仍无法同海外头部厂商抗衡，但通过自研与引进两种模式，内容量快速扩充。数量并非绝对标志，但多样选择为呈现优质内容提供更大可能。（2）线下：多指B to C线下游艺门店，以VR体验店为主。伴随疫情开放，线下娱乐由停滞状态开始不断回温，逐渐受到更多关注；如能有效缓解用户与商家侧面临问题，VR体验店有望成为VR产品出货的重要支撑。

VR内容分发线上、线下主要通路

主要线上分发渠道

国内VR内容平台构建模式与特征

自行开发

- 以轻度游戏为主（如益智休闲、动作射击、运动健身等）

扶持团队

- 扶持、激励VR内容创作企业或工作室，提升内容质量

直接引进

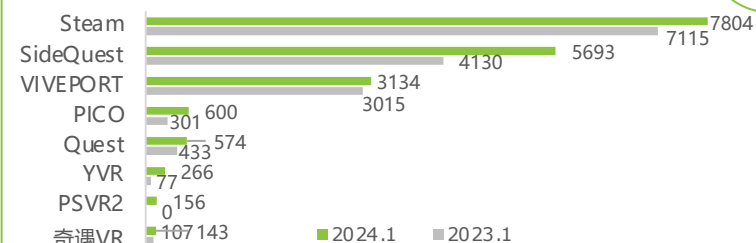
- 识别优质内容，同目标游戏厂商合作，引进重度3A大作

活用IP

- 同全球知名IP开展VR原生合作，扩充内容量并吸引用户



主流内容分发平台内容数量（单位：个）



主要线下分发渠道

体验店扩增驱动因素

市场推广渗透

推广、宣传积累引起用户变现

用户需求增长

用户兴趣伴随市场成熟愈加浓厚

体验门槛降低

用户无需购买设备即可体验

商业模式创新

引入更多创业玩家，完善业态

体验店扩增面临的问题

用户侧：

- 内容匮乏导致体感单一，复购率低
- 受众集中在孩童，自主消费能力低

商家侧：

- 较难持续推出独特服务，用户留存率低
- 设备、运营成本负担阻碍商家扩增计划

线上+线下

体验店类型	中岛体验店	大型空间综合体验店	VR主题乐园
门店规模	30-50m ² 约3台设备	100-150m ² 约8-10台设备	1000m ² +
体验价格/次	40-60元	150-200元	200元-400元
体验时长/次	10-15min	10-30min	30min+
内容类型	以观影为主	以密室、剧情、健身等游戏为主	以多人竞技对抗为主
优势	低成本，覆盖大量用户	自由度高，可小范围走动	多人交互，场景逼真
缺点	游戏简单、交互性低、吸引力匮乏	成本高，风险大；内容与位置追踪技术成熟度欠缺	建设成本高昂

注释：不同内容分发平台应用存在重合情况，App Lab上架未计入Quest统计数量，PSVR2 2023年上市，故2022年数量为0。

来源：VR陀螺，企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR泛化领域应用

直播、社交、医疗、工业等是未来可投入关注的进阶场景

VR泛化领域应用特点与成熟度

	领域应用案例	领域应用特征与亮点	成熟度
C端应用	VR 社交  《VRChat》  《Horizon Worlds》	<ul style="list-style-type: none"> 注重共享体验，虚拟化身份实现远程“面对面”，用户参与感提升 社交内容随用户需求不断更迭，用户可自建虚拟空间 	进阶娱乐
	VR 直播  《汪峰VR奇幻音乐漂流记乐享会》  VR春晚直播	<ul style="list-style-type: none"> 云化演出形式拓宽了观众体验方式，同时提高表演创新性 利用XR技术美化视觉呈现，赋能演出效果 跳出传统平面视频视角框定，内容观看主动权交由用户 	进阶娱乐
	VR 影视  爱奇艺VR视频  VR电影《The Key》	<ul style="list-style-type: none"> 画面概念围绕360°的3D全景画面，目前主要包括全景视频、通过全景相机拍摄的互动剧和VR影视 剧情设置简短完整，元素丰富，用户参与度高 	进阶娱乐
	VR 游戏  射击类《Half Life, Alyx》  冒险类《Green Hell VR》	<ul style="list-style-type: none"> 交互方式多样，较电脑端、移动端游戏体验感更为逼真 软硬件技术门槛较高，匹配用户期望的内容优、体验好的VR游戏仍需不断开发 	进阶娱乐
B端应用	VR 医疗  VR辅助手术  胃肠模块教学	<ul style="list-style-type: none"> 现阶段以医疗相关培训为主，包括教学、手术、诊断等 在康复、心理疏导等细分场景开始逐步实验，有望作为病人治疗的替代性手段 	应用健全
	VR 工业  安全隐患排查  VR生产线	<ul style="list-style-type: none"> 助力工业元宇宙落地，可覆盖研发、测试、生产等多环节 聚焦企业培训、设备巡检、质量控制、远程协助等细分应用 	应用健全
	VR 培训  VR警训  安全培训	<ul style="list-style-type: none"> 人员可在更加安全的虚拟环境中达到技能培训目的，尤其适合高危训练，节约培训成本，并突破场地、设备限制 目前主要应用于企业培训、安全模拟与作业实操训练等 	应用健全
	VR 文旅  观复博物馆云展览  互动纪录片《古籍寻游记》	<ul style="list-style-type: none"> 融入VR、全息影像、数字人等技术，沉浸体验，全方位向游客展示场馆、园区物景风貌 实时互动，提高景点可游览性，创新营销方式 	应用健全
	VR 教育  VR课堂  VR实验室	<ul style="list-style-type: none"> 利用VR设备及配套教学系统，优化K12教育课堂沉浸、互动体验 解决高等教育成本高、风险大、难演示等专业的实训问题 	应用健全

C端应用情况:

- VR在C端的落地围绕休闲娱乐展开，目前**游戏赛道**最为成熟，**依旧是拉动硬件出货的核心力量**
- 内容制作技术的提升，叠加VR独有特征，娱乐市场**不再局限于以游戏、影视为主的广义娱乐**，转而**延伸至如直播、社交、健身等进阶娱乐场景**

B端应用情况:

- VR在B端市场的应用以**培训为核心**，因而**教育、培训为先行市场**
- 基于**交互、仿真、沉浸**的特点，厂商将培训功能**拓展至多领域**，已在**专业培训、安全演练、技能实践**等场景达到**基础教培效果**，**但更为复杂的行业级应用仍待支撑技术突破**

来源：企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

场景应用与VR设备协同情况

C端需求与应用成熟度正相关，B端需求受场景价值主导

对于消费级领域，游戏是VR在C端落地最早且相对成熟的场景，VR游戏用户的行业教育程度最深，导致其对VR产品及服务的敏感性增强。行业后续衍生的C端场景中，直播、社交等聚焦动态与实时交互的细分应用对响应时长、交互质量更为关注。VR影视更多依赖预先开发内容，应用重点在于展示。对于行业级领域，工业、医疗等技术门槛高的场景较为关注VR设备的可操作性，因而与应用效果直接关联的各项参数，均为该场景的关注重点。在教育、培训等场景，VR技术与产品的应用价值多体现为对行业工作模式的改革创新，领域用户对VR技术、服务性能容忍度更高。

VR设备与应用场景的参数协同

核心参数	To C				To B				
	VR游戏	VR影视	VR直播	VR社交	VR教育	VR文旅	VR培训	VR工业	VR医疗
重量									
显示效果									
响应时长									
FOV									
交互质量									
设备价格									

图例：场景对核心参数的要求高低与色块深浅正相关

注释：“显示效果”参数为屏幕分辨率、清晰度、刷新率的综合呈现效果。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

C端用户画像与核心需求



◆ 游戏玩家

- ✓ **购买动机：**获得真实沉浸、实时交互的极致游戏体验
- ✓ **核心需求：**灵活移动、具备高性能、低延迟、强交互的VR设备



◆ 娱乐爱好者

- ✓ **购买动机：**获得有趣、新颖的娱乐体验
- ✓ **核心需求：**倾向性价比高、便携、兼容性高的VR设备



◆ 专业用户

- ✓ **购买动机：**获得更为专业的技能锻炼，提高工作、学习效率
- ✓ **核心需求：**高精度、高稳定性VR头显，倾向PC VR

B端应用需求与设备适配

◆ 耐用舒适

- ✓ **应用需求：**满足人员在特定环境的长时间佩戴，易用且耐用
- ✓ **设备适配：**优化结构如传感器配置、头戴设计等，改善设备重量

◆ 场景定制

- ✓ **应用需求：**注重在专业领域的解决方案，与应用场景强绑定
- ✓ **设备适配：**实时反馈、精度、追踪及互动等性能普遍高于C端需求，并结合领域针对性场景再现

◆ 广泛连接

- ✓ **应用需求：**实现与场景设备如医疗设备、建模工具等的有效链接
- ✓ **设备适配：**提供更多连接选项，便于与专业设备、系统集成

03 / 典型企业案例

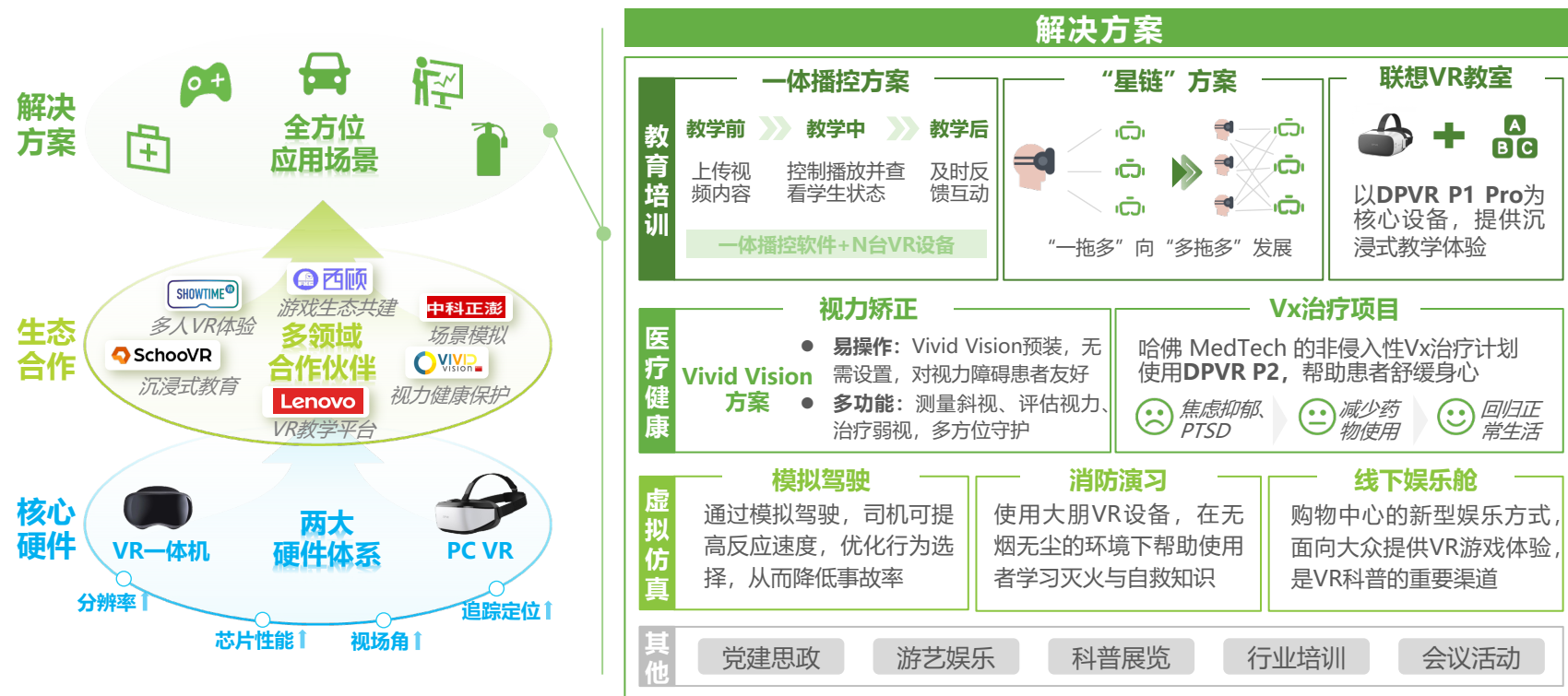
案例展示:

- ✓ 行业玩家如何积极布局?
- ✓ 发力领域聚焦在哪里?

VR硬件领航者，强化自研+外拓合作，探索VR在多领域的无限可能

大朋VR成立于2015年，专注于元宇宙基础设施建设，构建硬件、软件、内容一体的业务体系。硬件层面，大朋VR拥有PC VR和VR一体机两大产品系列，设备各维度综合性能优越，在国内市场处于业内领先地位，同时海外市场也稳步拓展。在软件与内容层面，大朋VR自研软件系统和内容分发平台，进一步提升用户体验头显的便捷性与易用性。企业级应用也是大朋VR的业务布局重点，较为成熟的一体播控方案和“星链”方案已成功落地教育行业，实现沉浸式先进教育场景的打造。目前，大朋VR已与多个VR内容厂商达成战略合作关系，共同建立“VR+”生态，延伸至教育教学、医疗、培训、娱乐等多领域，为各行业持续提供优质的解决方案。

大朋VR VR行业解决方案总览



来源：企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

©2024.3 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

40

持续沉淀VR交互技术，降低小型化、轻量化多元交互门槛

凌宇智控（NOLO）成立于2015年，是一家专注于XR领域集研发、生产、销售于一体的专精特新企业。NOLO深耕6DoF交互技术多年，其自研的定位解决方案“SodarTraq®”“PolarTraq®”处于全球领先地位；便携、低功耗、高精度等产品优势，相继吸引了Oculus、华为VR、爱奇艺VR、PICO、大朋等国内外VR厂商与其展开合作。VR交互一直是NOLO布局重点，除了交互戒指、手柄等部件，同步布局前沿创新技术，在微型6DoF交互方案、手势识别、微表情识别等范畴展开探索。“轻巧、便携、便宜”是NOLO对VR设备未来发展的定位，故其也对云化VR技术进行储备，同中国移动建立合作，以期打造5G云VR应用示范标杆。目前公司已发布产品覆盖6DoF VR一体机、6DoF VR交互手柄、VR加速路由器和3DoF交互套件，用交互方式的更迭实现用户随时随地在移动设备上的沉浸体验。

NOLO VR行业技术与产品布局



注释：GSXR（General Standard for XR）：由中国信息通信研究院、中国移动主导，联合产业伙伴发起并成立的中国XR通用标准。

来源：企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

交互技术 | 虚拟动点



虚拟动点
VIRTUAL POINT

iResearch
艾瑞咨询

专注空间算法与动作捕捉技术研发，以丰富数据积累延伸场景应用

虚拟动点成立于2017年，是利亚德集团全资子公司。公司自成立以来，深耕数字技术领域，积累了丰富的空间位置数据，并以数据资源为抓手构筑其核心技术壁垒，形成了以空间计算为主体，以AI大模型、硬件设备、空间数据为三大核心的“一体三核”发展战略。公司拥有多项空间计算算法技术、自研OptiTrack动捕系统技术水平处于行业领先地位。最新发布的LYDIA专业能力大模型，利用其在空间计算与动捕领域的长期积累，与其他AI大模型企业形成差异化优势，意图探索AIGC新模式。目前，公司已具备在工业、医疗、影视等九大领域的行业解决方案，覆盖工业仿真、数字人交互、远程医疗等数十种场景应用。

以“一体三核”为战略，全面布局虚拟现实产业



来源：企业官网，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

©2024.3 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

42

04 / 行业发展趋势洞察

思考与呼吁：

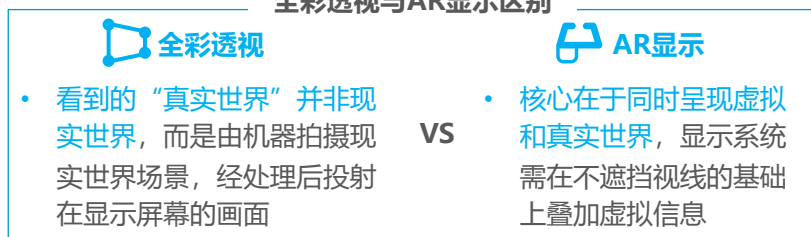
- ✓ 未来VR行业发展方向如何？
- ✓ 多元玩家如何共同牢筑产业生态

VR产品未来趋势洞察

全彩透视加持，VR迈向MR趋势明晰，MR将成为VR厂商新的竞争战场

Quest 3打开了MR的大门，Vision Pro的发布开启了MR时代。透视技术是MR的核心，其中，AR眼睛多采用OST方案，VST则更适合当前主流的VR产品形态。自2022年起，业内已有玩家开始在VR中引入透视功能，Vision Pro对VST的采用，将引导更多厂商对VR设备配置透视功能。VR注重用户的沉浸感，因此传统设备强调与真实世界的完全脱离；但若期望VR设备可以完全融入用户日常工作生活，同真实世界的正常交流不可避免。目前，VST已历经黑白透视、单目彩色方案迈入全彩透视阶段，全彩透视功能的实现促进虚拟现实体验向虚实融合迈进，用户可在虚拟环境中同现实世界产生交互。短期内彩色透视技术的普及应用仍然受限于多种因素，特别是来自算力资源、算法精度、技术成本等方面的压力，有待行业玩家，特别是头部企业持续实践推进。

全彩透视应用促进VR实现虚实融合



应用难题限制VR迅速实现融合呈现，待玩家持续解决



限制全彩透视快速应用难题



注释：VST (Video See-Through) 视频透视，通过将虚拟图像叠加在真实世界中的实时视频流，使用户可以透过显示屏或眼镜等设备观看到增强现实内容；OST (Optical See-Through) 光学透视，利用光学显示模组，通过透明显示屏或眼镜等设备将虚拟图像投影到用户的视野中，使用户能够同时看到真实世界和增强现实内容。

来源：Apple，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR内容未来趋势洞察

IP加持，改善一阶段内容生态匮乏局面；AI驱动，设计思维转换，二阶段创作初心回归用户

以AIGC为代表的自动生成式技术的出现，不仅对于VR行业，为整个数字内容产业的创作突破带来多样可能性。AI技术的引入可以加快复杂虚拟环境的开发效率，同时提升动态生成角色行为、动画的模拟程度，提高VR内容演绎的真实性。将AI作为工具，不仅可以辅助创作者进行构思，兼顾优化创作成本，一定程度缓解了现阶段VR内容开发成本高的困境。在内容类型方面，大型制作和小型精品都将是未来VR内容的布局重点。VR对于用户的吸引更多在于其新颖与创新，因此开发者需要不断扩充内容数量并提高质量来不断刺激用户，保持用户对于VR的新鲜感。在目前VR代表作品较为匮乏的阶段，化用IP资源引流将是短期更多玩家实践的方向。过去的创作者受限于传统游戏、影视注重画面的开发思路而忽视了VR交互特性，未能充分的发挥VR特性让用户体验到其特性。未来的创作将以VR特性为基点，强化用户第一视角玩家的体验。

VR内容创作领域演进趋势

Point 1 创作技术：AI融合加深

引入AI的内容创作优势：

- ◆ **效率提升**：AI通过自动化（如AIGC、Sora）过程加快内容创作速度，减少人力工作量
- ◆ **创意拓展**：利用AI生成内容变体，激发创作者创意
- ◆ **沉浸强化**：利用AI进行物理仿真、光照渲染、真实感语音合成等更为逼真
- ◆ **体验优化**：分析用户在VR中的行为数据，调整、优化体验

Point 2 内容类型：3A大作+独立小品并行推进；IP化驱动用户买单

- **3A大作**：通常由大型游戏开发公司制作，开发预算与资源丰富，具有高质量图形、声音和深度玩法
- **独立小品**由独立游戏开发者/小型团队制作，依赖创新玩法、独特艺术风格或原创故事情节吸引玩家
- ◆ **并行推进价值**：
 - ◆ 二者内容创意均较为独特
 - ◆ “小而美”产品开发周期较短
 - ◆ 迅速响应市场变化
 - ◆ 易于吸引、刺激VR用户
- ◆ **IP带动用户付费**：
 - ◆ **IP破圈**：吸引剧粉/影迷入手VR产品，实现破圈效应
 - ◆ **第一视角**：摆脱传统游戏/影视旁观者视角，“左右”剧情，沉浸体验升级

Point 3 设计聚焦：以用户为本，设计初衷倾向空间互动

内容市场僵局：

- **交互欠缺**：简单搬运内容IP，将2D界面与控制方案迁移3D环境，VR空间互动性弱
- **物理限制**：在VR中复制传统游戏或内容，忽略物理空间限制对操作的负面影响

创作思维转换：

- **基于VR特性**：从立体视觉、空间定位及各种交互技术入手，巧用VR交互方式，设计独特体验机制，利用物理空间中的移动、手势等控制、影响虚拟环境
- **创新叙事方式**：利用用户视角推进故事发展，引导玩家探索

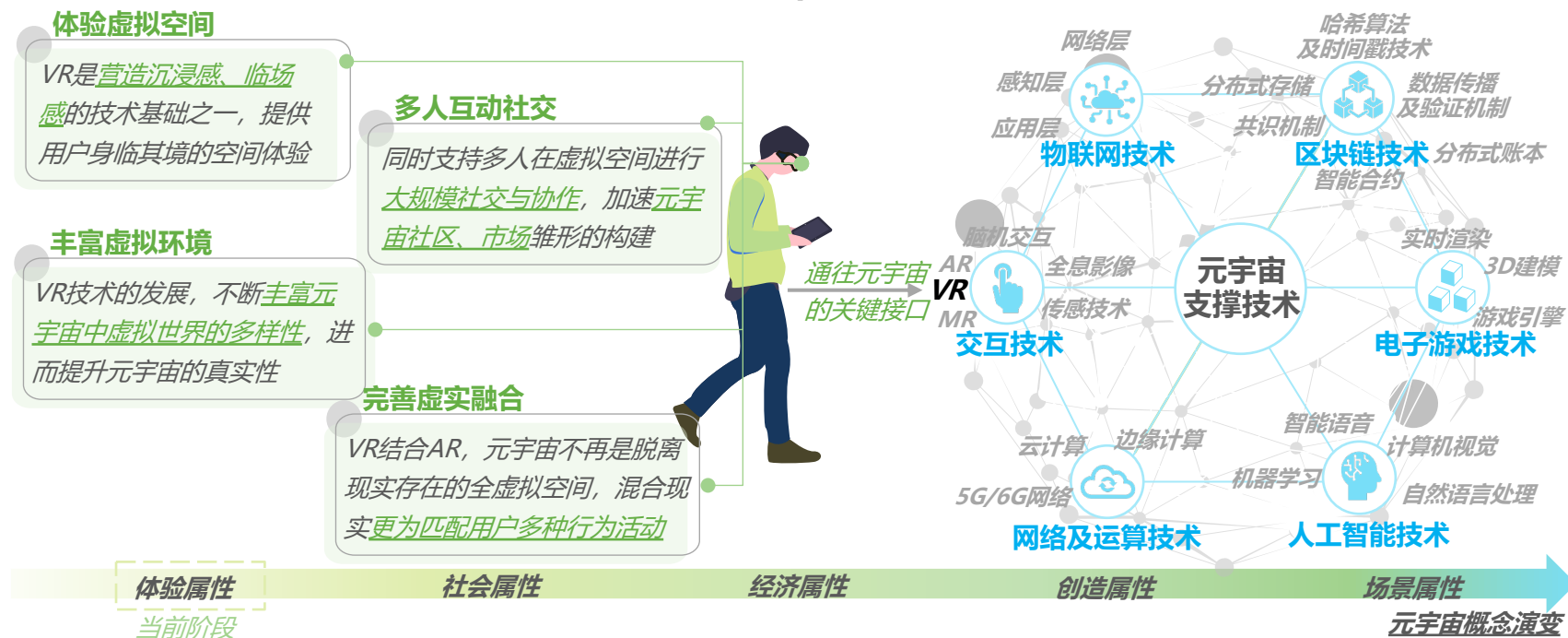


VR发展产业价值洞察

将现实世界导入虚拟世界，VR设备奠定基础，元宇宙体验实体化

元宇宙是一个由多种技术构成的生态系统，其并非是一个简单的虚拟空间，而是把网络、硬件终端、用户囊括进一个含有现实世界数字化复制物与虚拟世界创造物的虚拟现实系统之中。沉浸式体验是目前元宇宙最为明显的特征之一，从技术演进方向出发，现阶段的元宇宙最有可能依托VR来实现，借助XR设备，搭建元宇宙入口，让VR在突破社交娱乐的同时，触达如会议、办公等多场景，打开元宇宙在社会、企业中新的运作模式，切实辅助元宇宙对人类生产生活、组织架构方式的改善。业内认为元宇宙是互联网的下一代，而VR将现实世界导入虚拟世界，同AR、MR构建更为广阔的计算平台，进而帮助用户完成基于自身需求的交互与体验。

元宇宙中的VR



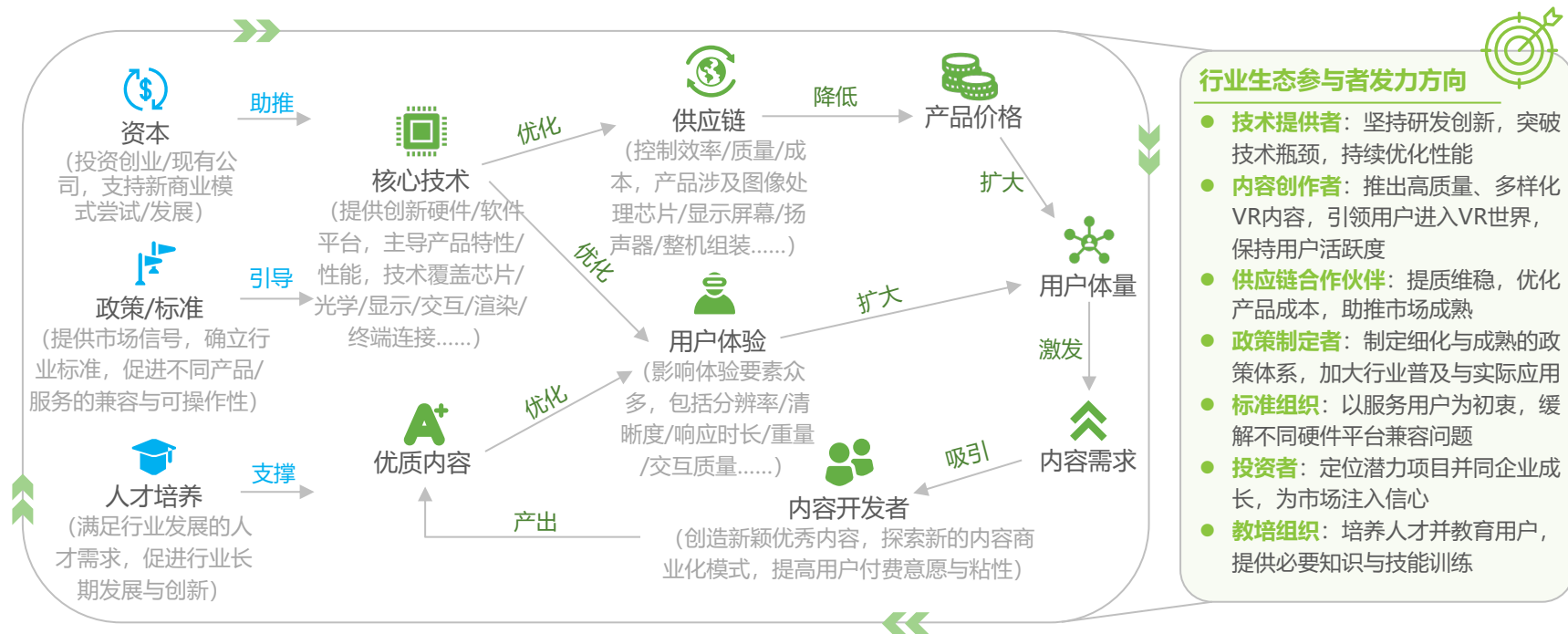
注释：XR（Extended Reality），即扩展现实，指通过计算机技术和可穿戴设备产生的一个真实与虚拟组合、可人机交互的环境，是VR、AR、MR等多种形式的统称。
来源：《元宇宙通行证》，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

VR发展呼吁：生态未成，同舟共济

强化技术+内容的产业核心，望行业多方参与者积极投身推动生态成形

国内VR产业虽处于快速发展阶段，但同美国、欧洲、日本这些全球最为活跃的VR代表相比，仍然处于早期，在资金投入、技术研发和市场推广等方面有待升级。为加快国内VR产业的成熟，行业各方参与者仍需共同努力，同全球产业玩家进一步攻克硬件设备挑战，为内容生态提供良好的展示平台。核心技术叠加优质内容，优化用户整体体验并吸引更多用户入手VR产品。用户的起量不仅为行业引领者注入持续发展的信心，同时将大量用户需求反馈给产品设计与内容开发者，形成正向循环。产业良性发展对于投资者是积极信号，吸引其采取更多的投资策略，坚定VR创业者尝试决心。政策支持与人才供给是产业持续发展的资本，帮助成长期VR玩家不断探索并提供清晰指引方向。

VR产业良性发展生态



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

©2024.3 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

47

BUSINESS
COOPERATION

业务合作

联系我们



400 - 026 - 2099



ask@iresearch.com.cn



www.idigital.com.cn

www.iresearch.com.cn

官 网



微 信 公 众 号



新 浪 微 博



企 业 微 信



LEGAL STATEMENT

法律声明

版权声明

本报告为艾瑞数智旗下品牌艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。



THANKS

艾瑞咨询为商业决策赋能