



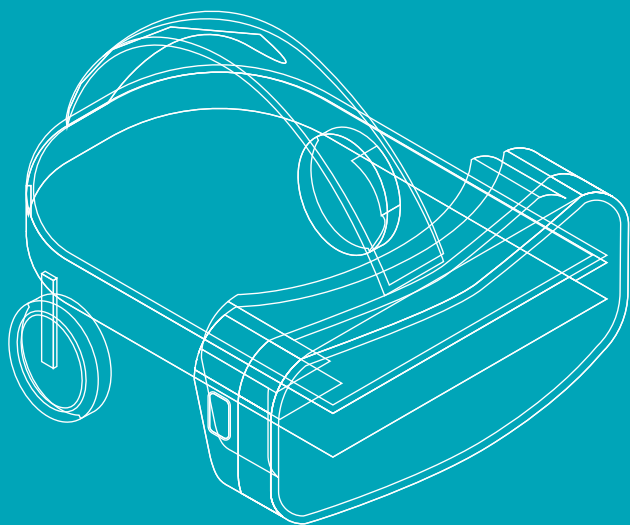
元宇宙系列白皮书—未来已来 全球XR产业洞察

2021年12月
德勤中国

因我不同
成就不凡

始于1845

前言	03
元宇宙：放飞想象，握紧现实	05
XR——元宇宙虚与实的交汇点	11
XR远景应用畅想	13
未来已来	17
XR步入快速发展前的酝酿期	17
类比智能手机发展历程，逼近高速发展的拐点阶段	18
科技巨头纷纷布局XR产业，卡位下一代计算平台	20
XR产业生态日渐丰满	23
技术的持续突破助力硬件体验和生态完善	23
下游应用场景日渐丰富	25
内容-硬件-生态的正向循环初步形成	27
XR产业投资正当时	31
资本热度回暖，退出渠道逐渐清晰	31
硬件、软件、内容及应用全产业链条投资机会涌现	34
关键技术全球投资补齐短板	36



前言

2021年3月Roblox的上市让 Metaverse 元宇宙概念引爆市场，近400亿美元市值彻底打开了“元宇宙”行业的想象空间。Metaverse中，用户不再刻意区分物理性的真实存在还是数字化的虚拟存在，更重要的是，元宇宙创造了一个用户与他们的家人、朋友、宠物、喜爱的物品和体验都被虚拟连接的全新环境，是下一代社交世界的载体。

Metaverse的概念最初来源于1992年美国科幻小说家尼奥·斯蒂文森的《雪崩》，描述了一个平行现实世界的网络世界-Metaverse，所有现实世界的人在Metaverse中都有一个化身，在其中交往和生活。Metaverse包含5G、AI、区块链、内容制作等多种元素，其核心是通过**虚拟体验XR (Extended Reality, 扩展现实)**，XR技术及设备的持续迭代来不断优化用户的数字化生活体验；基于XR的数字化服务将围绕各类场景不断渗透，将为颠覆性沉浸式的元宇宙数字生活体验带来突破，成为开启元宇宙时代的重要载体。本报告为元宇宙系列报告的第一篇，聚焦XR产业发展趋势。

除了在C端元宇宙的终极体验，XR在企业级也有诸多应用。工业制造、医疗、零售业等涉及到远程培训、实施指导、工艺管理以及知识沉淀等场景，XR都是重要的生产力工具，且不断在更多的场景加速渗透，深入影响人们生活的方方面面。

XR产业经历了资本狂热到迅速降温，经历了几年的蛰伏和缓慢爬坡，当下XR的发展阶段可类比智能手机产业苹果iPhone 4上市前夕的行业拐点阶段。2021年XR全球出货量预计超过1,000万台，已然达到扎克伯格提到的“出货量超过1,000万台，市场潜力就足以推动开发人员持续投入”的行业发展拐点。此外，产业链和技术不断发展，内容应用逐步繁荣，生态参与者加速入局，整个元宇宙生态正在持续丰满，XR终端出货量有望迎来爆发。

2021年8月，字节跳动巨资收购国内领先的VR（虚拟现实）创业公司硬件设备企业Pico，再次引发市场热议，体现了字节跳动进入元宇宙领域的决心，也让科技公司纷纷在XR领域的布局进入大众视野。苹果、脸书（Meta）、微软、谷歌、华为、腾讯、字节跳动等都在纷纷构建XR生态，战略卡位“下一代计算平台”。

元宇宙产业链条长而复杂，硬件、软件、内容及应用各个环节都孕育着丰富的投资机会，同时，越来越多的产业资本涌入赛道，加上Roblox的上市，为产业退出提供了明确的路径。从专利技术看，中国、美国、韩国及世界知识产权组织具有丰富的专利技术储备，元宇宙的投资机会应放眼全球，依托中国自身的优势，博采众长，助力产业繁荣的同时孕育独角兽企业。



元宇宙：放飞想象，握紧现实

继PC连接的桌面互联网时代、智能手机连接的移动互联网时代之后，元宇宙引爆了下一个信息互联时代的想象，通过虚拟与现实的完美连接，打造理想的虚拟世界。元宇宙 (Metaverse) 的概念最初来源于1992年美国科幻小说家尼奥·斯蒂文森的《雪崩》，描述了一个平行于现实世界的网络世界 - Metaverse，所有现实世界的人在Metaverse中都有一个化身，在其中交往和生活。沙盒游戏平台Roblox作为“元宇宙第一股”在其招股说明书中再次提出元宇宙概念，并就此引发资本及相关行业的热烈讨论及追捧，随后脸书更名为“Meta”进一步激发了市场对于元宇宙概念的热情，将科幻的元宇宙概念迅速拉进了现实生活。

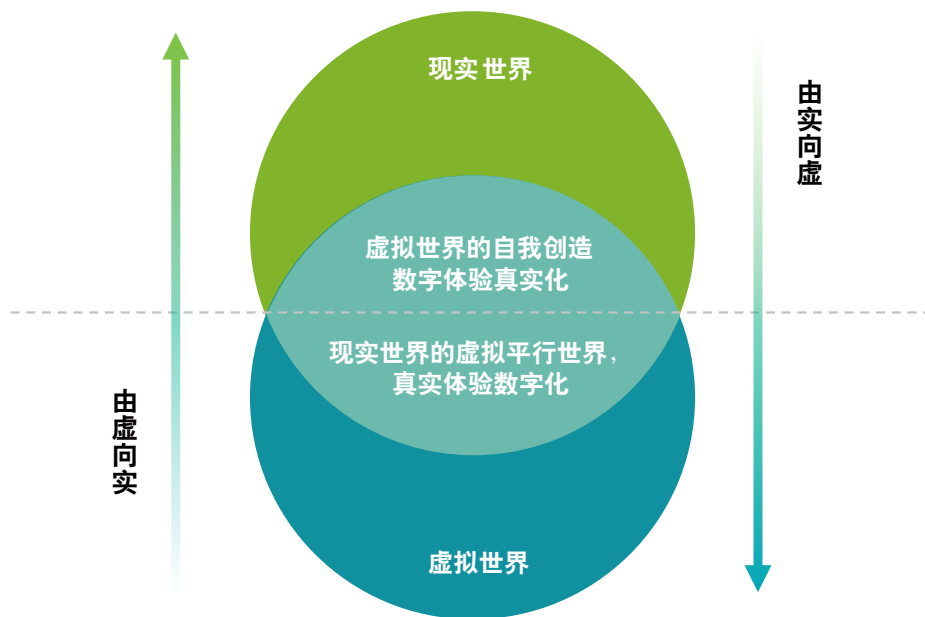
虚实相生是元宇宙的关键特征，体现在六个核心要素上，包括沉浸感、虚拟身份、数字资产、真实体验、虚实互联及完整社会系统。未来，元宇宙的发展一方面由实向虚，实现真实体验数字化，另一方面由虚向实，实现数字体验真实化。

元宇宙的发展路径包括两个方向：

一是由实向虚，基于虚拟世界对于现实世界的模仿，通过构建沉浸式数字体验，增强现实生活的数字体验，强调实现**真实体验的数字化**。在移动互联网时代，主要通过文字、图片、视频等2D形式建立虚拟世界，而未来在元宇宙时代，将真实物理世界在虚拟世界实现数字化重造，建立完全虚拟化的平行世界。

二是由虚向实，超脱对于现实世界的模仿，基于虚拟世界的自我创造，不但能够形成独立于现实世界的价值体系，还能够对现实世界产生影响，强调实现**数字体验的真实化**。如增强现实游戏《Pokemon Go》通过设置与品牌联动特定地点发放限量购物券的方式，帮助品牌方吸引消费者关注，实现数字体验对真实消费的带动。

图1：元宇宙的两个发展路径



资料来源：德勤研究与分析

人类社会的发展始终围绕物质文明与精神文明两个主轴，两者相辅相生。德勤认为元宇宙的核心价值也将植根于此，围绕两个主轴发展：提升物质文明发展的效率，丰富精神文明发展的空间。具体的，未来元宇宙的发展会形成以推进物质世界生产效率为核心的产业元宇宙和以丰富个人精神世界为核心的消费者元宇宙的双中心生态体系。

根据元宇宙服务的对象不同，元宇宙将会形成以推进物质世界生产效率为核心的产业元宇宙，及以丰富个人精神世界为核心的消费者元宇宙的双中心形态，以虚实相融的两条发展路径逐步融合发展，最终形成物质世界与精神世界的闭环生态。

由实向虚的过程，是提高现实世界感受及效率的过程。

对于产业元宇宙而言，由实向虚是指不同行业布局数字化、线上化，可借助虚拟场景的使用及帮助，提高物理世界的实际效率。例如，职业教育引入仿真场景及仿真车间等应用场景，构建虚拟化的数字车间场景，为学生提供真实的技术动作指导及训练，为学生提供高效练习的方式。同时，在工业设计领域，3D仿真模型的应用，可以加快工业设计的流程，并且大大降低试验阶段的安全隐患及资源成本的消耗。

对于消费者元宇宙而言，由实向虚是指通过数字化的虚拟体验，实现现实增强，从而丰富对物理世界的感受。例如，未来可通过AR眼镜在人眼观察到实际道路的同时，通过眼镜屏幕提供道路导航功能，从而实现个人出行导航。又如《王牌特工》中描绘的场景：通过AR眼镜，可以实现世界各地的人在同一个虚拟办公室中共同开会。

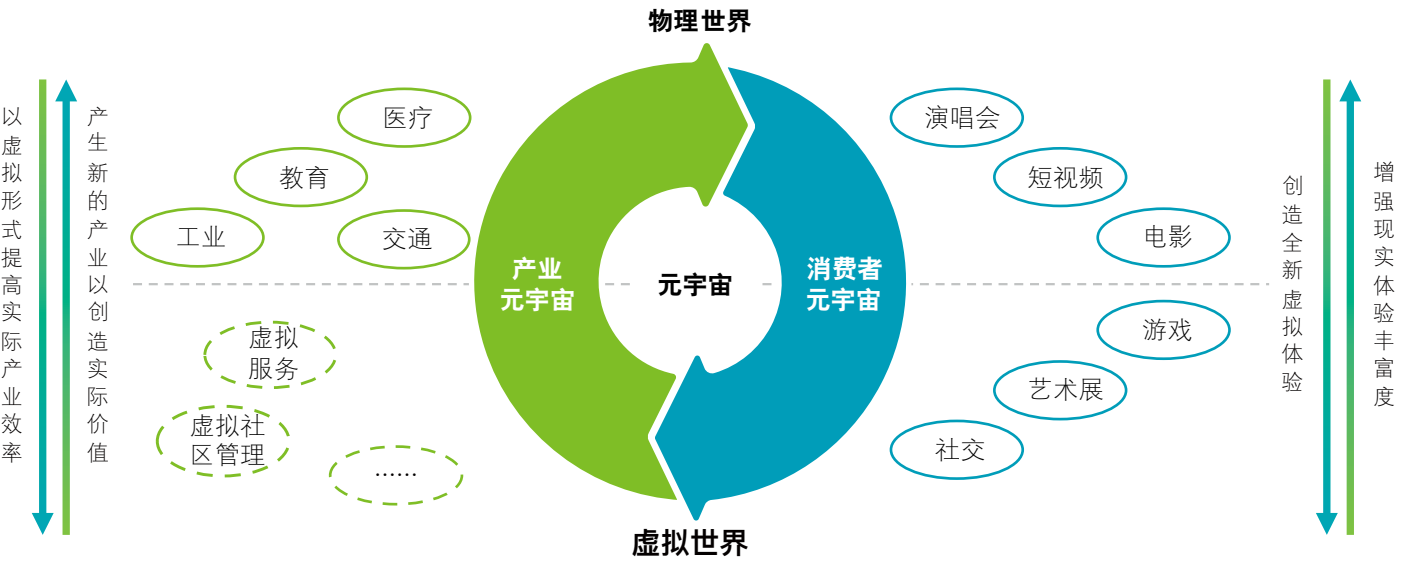
由虚向实的过程，是创造开拓新的生产及消费场景的过程。

对于产业元宇宙而言，由虚向实是指虚拟世界的新兴产业既可以在虚拟世界中进行流通、展示、使用，同时也可以物理世界产生切实运用，对物理世界形成影响，并创造实际经济价值。例如，手游开发公司Larva Labs打造“Meebits”虚拟角色形象作为虚拟艺术品进行销售。Larva Labs根据自定义算法创建了虚拟NFT系

列“Meebits”角色形象，该系列包括超过20,000个独特的3D体素NFT角色，可通过以太网平台进行拍卖交易购买。不仅如此，凡购买Meebits虚拟形象的所有者可以对虚拟角色进行编辑、渲染，并允许在动漫、电影或其他非虚拟场景下使用并产生经济价值，为相关文娱产业带来新的价值点。

对于消费者元宇宙而言，由虚向实是指通过在新兴虚拟场景中为个人带来真实的多元交互体验，以满足个人的精神需求，同时个人也可以在虚拟世界中发挥创造力，创造实际社会及经济价值。以虚拟偶像为例，经历了几年的发展已有“破圈”之势。虚拟偶像阿喜，凭借其真人质感的皮肤，生动丰富的表情，上线仅13个视频，即收获了近30万的粉丝。阿喜的短视频给人带来温暖和治愈感，很多用户甚至与她倾诉烦恼，交换想法，带来情感精神层面的交互。

图2：个人元宇宙及产业元宇宙的生态



资料来源：德勤研究与分析

多元融合是元宇宙的演变趋势：由于产业的多元与分散，德勤认为元宇宙的发展需要依托现有产业基础自下而上地发展与融合，而很难通过统一标准自上而下构建完整体系。因此在元宇宙发展的起步阶段，预计将会形成以各行业为核心的分散化、多中心的元宇宙小生态体系，随后相近的小生态之间开始逐步打通数据与标准，实现相似相融的整合，而成熟阶段的元宇宙目前仍充斥的大量不确定的想象。

德勤认为元宇宙包括萌芽阶段、起步阶段、成熟阶段、终局阶段四个发展阶段，目前行业已经出现的各种数字化和智能化的概念可以认为是元宇宙的萌芽，未来5-10年随着相关技术的进一步成熟以及元宇宙概念的不断深化，有望进入起步发展阶段。

萌芽阶段为2016年至2020年，虽然还没有出现元宇宙的概念，但不同行业都在进行一些技术单点的线上化、数字化与虚拟化的尝试，可以认为是元宇宙的雏形：

- 产业元宇宙板块，以构建数字化、线上化、搭建部分仿真场景为主要应用。例如，波士顿医生培训公司Osso VR开发了一系列可以创建虚拟手术室的软件使得医生可以放心地进行更多更为复杂的手术操作培训；日本人工智能株式会社开发的流水线仿真软件RaLC，以3D动画为载体，对多个物流系统元素搭建仿真验证模型。
- 消费者元宇宙板块，以实现2D呈现形式的虚拟体验为主。例如，任天堂、The Pokémon Company、Niantic Labs联合开发的手游“宝可梦GO”，通过在智能手机上进行AR技术应用，实现在物理世界

发现虚拟宝可梦形象，并进行抓捕和战斗的娱乐游戏；美国纽约健康科技公司Peloton将AR与动感单车结合，集成电子屏幕并为运动者提供健身课程，达成2D成像的虚实融合，提高用户的沉浸式体验。

起步阶段为2021年至2030年，其实质是不同行业对于线上化、数字化与虚拟化的进一步深入应用与技术沉淀，实现以单个行业为基础的各个独立元宇宙，形成元宇宙分散化、单行业、多中心小生态的阶段。德勤认为在该阶段：技术布局上，核心需要实现平台基础设施与关键连接设备的开发，如XR设备；在应用开发上，仍然主要以具体热门行业的应用功能实现为主。

- 产业元宇宙中，主要实现基础技术应用，并深入垂直行业内形成全产业链、全行业虚拟化应用。例如英伟达积极布局虚拟3D仿真及渲染等基础技术，并应用于工业设计行业。目前可基于通用场景描述技术 (Universal Scene Description) 打造的虚拟协作平台主要应用于数字协作和实时仿真场景，为元宇宙在未来工业设计领域的延申奠定了技术基础。

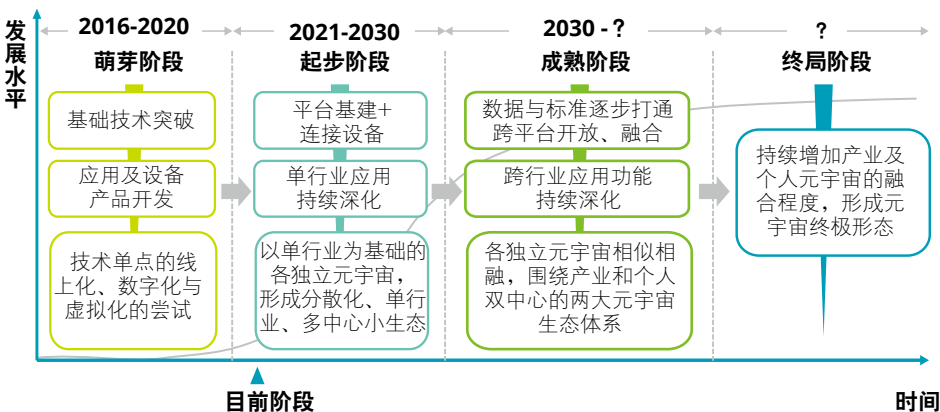
- 消费者元宇宙中，主要实现各种独立IP的虚拟体验的进一步深化，不断开发优化连接物理及虚拟世界的硬件设备，提升虚拟体验的真实感，并逐步搭建虚拟社会体系。例如，元宇宙游戏鼻祖“Roblox”，玩家可以通过游戏币与现实货币的兑换实现虚拟和物理世界的真实经济交换，并提供多元社交形式，为用户提供多端打通的沉浸式体验，为元宇宙用户长时间在线互动和社会性互动提供了开拓思路。

发展阶段从2031年开始，其实质是不同独立行业的元宇宙开始逐步打通数据与标准，实现相似相融的整合阶段。德勤认为在发展阶段，元宇宙将会出现跨平台、跨行业的生态互通及融合，逐步由分散式、多中心的小生态融合形成聚合式、围绕产业和个人双中心的两大元宇宙生态体系。德勤认为在该阶段，统一的数据标准、支付体系与身份认证是实现跨平台开发融合的关键。

- 产业元宇宙中，各个相近行业的独立元宇宙或将逐步打通数据与行业标准，并实现多行业共享互通的融合趋势。例如不同的工业领域的工业互联网可能逐步统一数据标准并融合形成工业元宇宙，又如智慧社区、智慧楼宇、智慧交通可能逐步统一数据标准并融合形成智慧城市元宇宙。

- 消费者元宇宙中，各种独立IP的虚拟体验不再以割裂的形式出现，通过打通个人虚拟生活中的多个场景与虚拟元素，构建完整的虚拟生活场景及内容，并实现多个平台虚拟资产及信息的流通及共享，例如漫威英雄、孙悟空和韩国女团的虚拟演唱会可能出现在同一个虚拟时空。

图3：元宇宙的发展阶段



资料来源：德勤研究与分析

扩展现实是元宇宙的探索入口：扩展现实设备（XR）是元宇宙连接虚拟与现实的关键设备，目前元宇宙起步阶段需要实现的支撑性技术要点，在于对基础设施及设备的建设及开发，其中XR是现阶段的关键产品，需完成产品开发及基础功能的应用。

根据Jon Radoff提出的元宇宙七层构成要素（The Seven Layers of the Metaverse），元宇宙的实现从底层技术到生态应用需要7个层面的发展实现落地，其中以基础设施、人机交互主要为硬件、软件等**基础设施及设备**实现布局，去中心化、空间计算为**开发工具**的布局，创作者经济、发现、及体验为**应用产品及运营生态**的布局。

结合元宇宙的四个发展阶段，德勤认为，未来在起步阶段中，将会重点围绕**基础设施及设备**、以及**开发工具**两大部分要素实现布局。特别是在**基础设施及设备**环节，奠定了元宇宙生态构建的基本技术框架和关键设备。

从技术储备程度来看，XR设备相关技术的发展程度有望实现元宇宙现阶段的发展需求。

根据Garnter 2021年发布的各国ICT技术成熟曲线分布图，以及中译出版社《元宇宙通证》提出的“元宇宙六大支撑技术”，结合上文中识别的元宇宙发展四个阶段，德勤认为XR相关技术储备的发展程度可以支持元宇宙起步阶段的应用及产品需求。

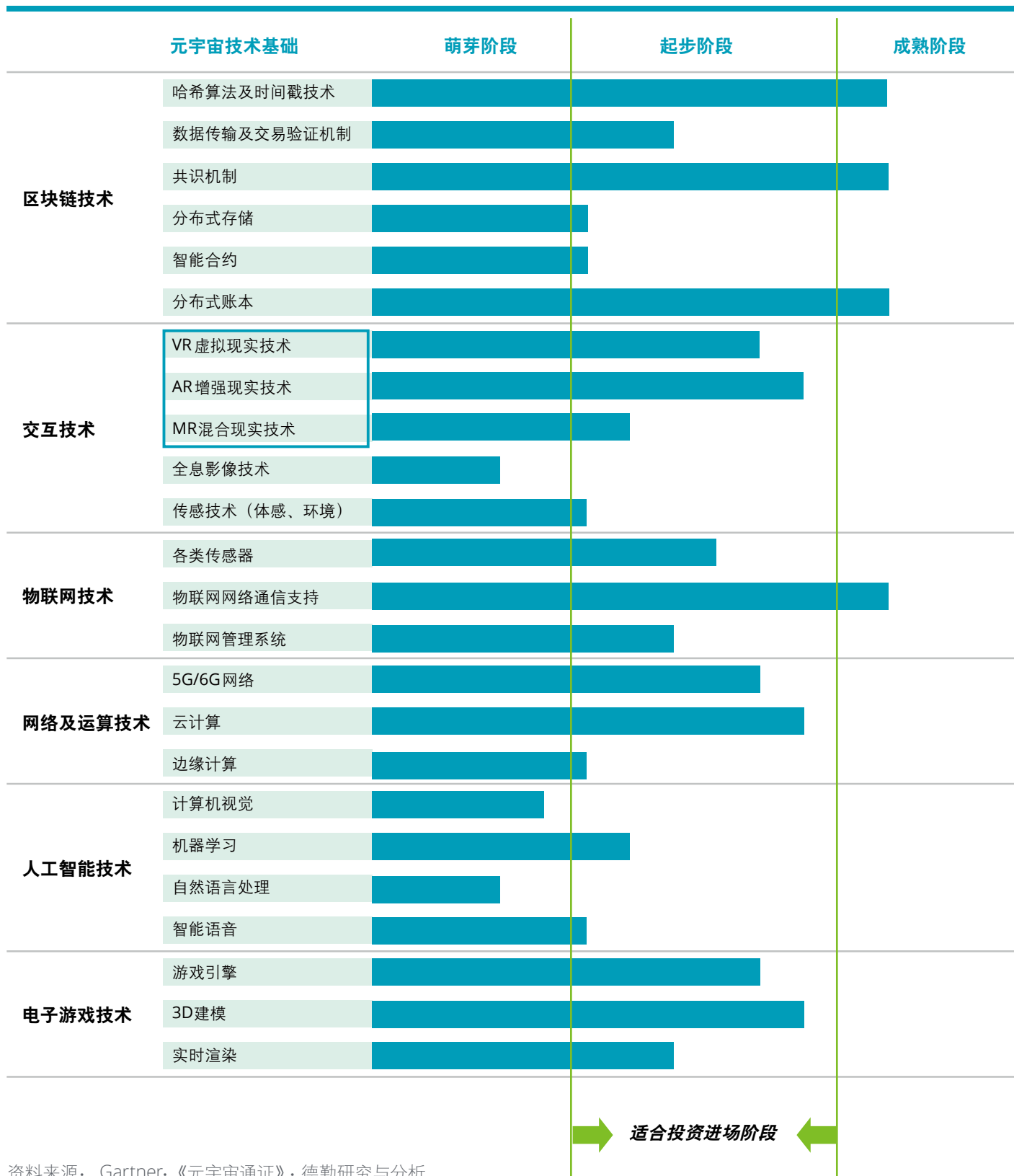
XR设备以其三维化、自然交互、空间计算等完全不同于移动互联网的特性，被认为是元宇宙生态的**关键连接设备**。目前，元宇宙的搭建仍主要停留在平面二维呈现，距离真正的三维沉浸式体验仍有较为明显的距离。同时，XR设备将会为元宇宙的实现提供虚实连接的入口，也将会成为**触达用户的核心抓手**。本篇将以XR设备作为元宇宙系列的开篇，围绕XR设备的产业发展情况，进行梳理及分享。

图4：元宇宙七层构成要素



资料来源：Jon Radoff；德勤研究与分析

图5: 元宇宙不同技术的发展阶段



资料来源：Gartner；《元宇宙通证》；德勤研究与分析



XR——元宇宙虚与实的交汇点

XR是指通过计算机将真实与虚拟相结合，打造一个人机交互的虚拟环境，是VR (Virtual Reality虚拟现实)、AR (Augmented Reality增强现实)、MR (Mixed Reality混合现实) 等多种技术的统称。

VR和AR是XR概念的主体，两者都带来虚拟世界的体验，但技术实现路径存在较大差异：VR是利用设备模拟一个虚拟世界，利用计算机生成一种模拟环境，强调用户与虚拟世界的实时交互，带来封闭式、沉浸式的虚拟世界体验；而AR则借助计算机图形技术和可视化技术产生真实世界中不存在的虚拟对象，并将虚拟对象准确“放置”在真实世界中，使用户处于真实世界与虚拟世界的交融中，带来感知效果更丰富的环境体验。

总体而言，AR技术成熟度稍落后于VR。一方面，AR面临着与VR类似的发展难点，例如，真实感、虚拟场景绘制、传感设备和交互设备的性能等；此外，AR还需解决虚拟物体和真实环境精确对准定位，将虚拟场景与真实环境融为一体的显示设备挑战。目前市场已经推出了多款VR头显和眼镜设备，一定程度获得了C端消费级市场的认可；而AR眼镜方面，依然需要克服诸多技术障碍。

当前应用市场看，VR设备占近一半的市场份额，AR大约占三分之一，剩下市场则由MR占据。

随着5G技术及5G网络的发展赋能更多的应用场景，AI技术和计算视觉的融合驱动，行业玩家的创新硬件功能驱

动，VR、AR技术和应用也呈现融合互通趋势，MR、XR等概念应运而生。从最终用户感知看，VR、AR都是为用户的虚拟体验服务。本报告将从市场需求与发展的角度探讨XR市场的投资潜力与投资机会。

后文内容均采用更为广义的XR或虚拟现实描述，不对VR、AR、MR等概念进行明确区分。

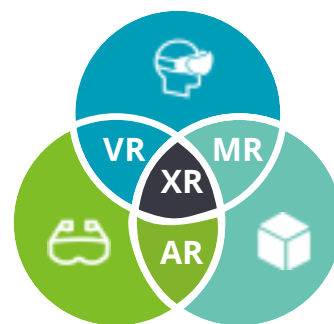
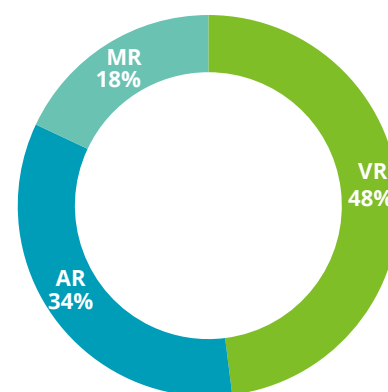


图6: VR与AR的区别

	VR	AR
技术原理	通过计算机技术产生的电子信号，将其与各种输出设备结合使其转化为能够让人们感受到的现象	计算机基于对现实世界的理解绘制虚拟图像，显示方面强调与现实交互
终端形态	头显设备、定位追踪设备、动作捕捉设备、交互设备等	借助摄像头或成像设备实现与现实的交互、AR眼镜等
体验特点	封闭式、沉浸式体验，用户与虚拟世界实时交互	增强现实体验，用户处于现实与虚拟世界的交融之中

资料来源：德勤研究与分析

图7: XR市场规模按技术应用占比 (2020)



资料来源：Mordor Intelligence, 德勤研究与分析



XR远景应用畅想

“只有当我们生活在一个由虚拟和真实交织在一起的世界时，以人为本的计算才能真正发挥出完全的潜力，而不是说通过平面端口与虚拟世界交互，这就是AR和VR的全部意义所在。这将成为第二次大浪潮，除非事实证明我们几乎不可能创造出足够好的虚拟体验，否则增强现实和虚拟现实就是未来，就像个人计算机一样……”

——《Inventing the Future (发明未来)》，Oculus首席科学家迈克尔·亚伯拉什

几十年前我们可能完全无法想象，每天的生活中，会像穿着衣物一样几乎24小时随身携带一个计算工具，随时随地与之交互，或通过手指敲击或通过语音下达指令，将它用于社交、娱乐，工作和生活的方方面面。我们都知道这个计算工具就是移动互联网时代的集成者——智能手机。在2D世界上，我们通过智能手机，实现了随时随地与虚拟世界的交互。

站在当下，不妨设想一下不久的将来，我们每天的生活会全天候携带一个更强大的计算工具，不一定是当下我们看到的任何一种硬件形态，但它带来一个虚拟与现实完全交融随时切换的全新世界：我们可以按照更加自然的交互方式来下达指令，或挥挥手或打一个响指，或仅仅转动脑袋，视线看向的方向，即会出现想要的信息并完成决策；通过肌电图、脑机交互

的方式，你只需想一想，它即领会了你的意图，并开展下一步操作。很多时候它甚至不需要你下达具体的指令，通过对周边环境的感知以及复杂的人工智能算法，主动地为你筛选信息，甚至协助你做出决策。这就是XR将带来的全新的世界、全新的体验。

XR, 它将创造一个虚拟和现实完全交融的世界, 在这个世界中, 完全以人为中心, 不需要你在现实和数字世界之间做出选择, 随时随地切换虚拟与现实; 它支持你超越空间, 随意召唤物体和装置, 并将你的感知, 记忆和认知放大到超人般的水平。它将彻底颠覆人机交互的方式, 完全自然完全根据场景所需, 甚至让你感受不到的交互的存在, 真正做到随时随地, 无处不在。

60年前, 心理学家约瑟夫利克莱德提出了计算机的愿景: 未来的世界中, 人类将能够直接和计算机进行交互以提升人类的能力。60年来, 我们享受了以太网、互联网、个人计算机、智能手机, 实现了随时随地在2D维度与虚拟世界交互。60年后的当下, 展望未来, XR将带来虚拟和现实完全交融的世界, 这个世界中, 以人为中心与之交互, 提升人的能力边界, 创造全新的体验。

马克扎克伯格认为XR是下一代计算平台, 并将XR作为脸书未来10年战略的关键, 长期持续地进行投入。XR之所以被称之为下一代计算平台, 不仅仅在于XR能带来全新的世界, 它同时也是计算时代关键技术的集大成者。它不仅需要人工智能、区块链、大数据等当前的关键技术能力, 对算力、算法、数据的黄金三角有着较高的要求, 同时对光学、芯片、传感、感知交互技术、操作系统等软硬件能力更是提出了更高精细度、更高体验标准的要求。XR设备作为需要融入消费级日常生活的硬件载体, 对每一项技术能力的水平都提出更高稳定性、精确性、实时性、用户友好度、更低成本等更高更广泛的要求。

VR的重要一步将是将现实世界导入虚拟世界。VR头显可以配备能够实时重建现实世界模型的传感器, 然后对其进行装饰、修改、增强和共享。虚拟图像可以与现实世界混合以增强现实世界, 而反映真实人物外型, 运动和独特特征的虚拟化身可以共享这个空间。AR则将虚拟融合到现实世界, 创造独特的体验。走在路上查找哪里可以购物、哪里可以吃饭, 在AR设备的辅助下可以很清晰的显示周边的购物中心、餐馆的分布情况, 还可以实时提供路线导航; 进入超市购物, 通过AR设备可以清晰地看到每种商品的详细介绍、生产过程、原料成分及来源, 甚至是使用介绍, 极大地增强信息获取效率。通过AR设备, 未来现实环境中的物体不再需要具有辨识度, 建筑墙体可以是空白的, 道路可以是干净的, 商品可以不需要标签, 广告、标识、红绿灯等一切标志都不再需要, 世界由AR重新塑造, 周边的一切将变得生动活跃, 并且保持实时的更新。

AR和VR一起构成了这样一个广阔的平台, 通过XR的形式影响生活的方方面面。虽然现在对于XR最终的用户界面还没有形成一个统一的判断, 但对于未来与XR的交互方式也有多种讨论。VR场景下, 用户交互服务于用户的沉浸感与体验感, 而在AR场景下, 解放用户双手的情况下在任意场景与现实进行交互。目前尚在研究的手势操控、眼动追踪、沉浸声场等都有各自优势, 但没有一种模式可以满足所有的需求, 主要挑战在于可以设计一个可以在各场景间无缝切换, 多模融合并能够由用户自由决定切换的方式。神经感知与脑机交互或许是XR场景下的终极解决方案, 虽然现在技术尚不成熟, 但目前发生的一切正在证明未来正在逐渐实现。

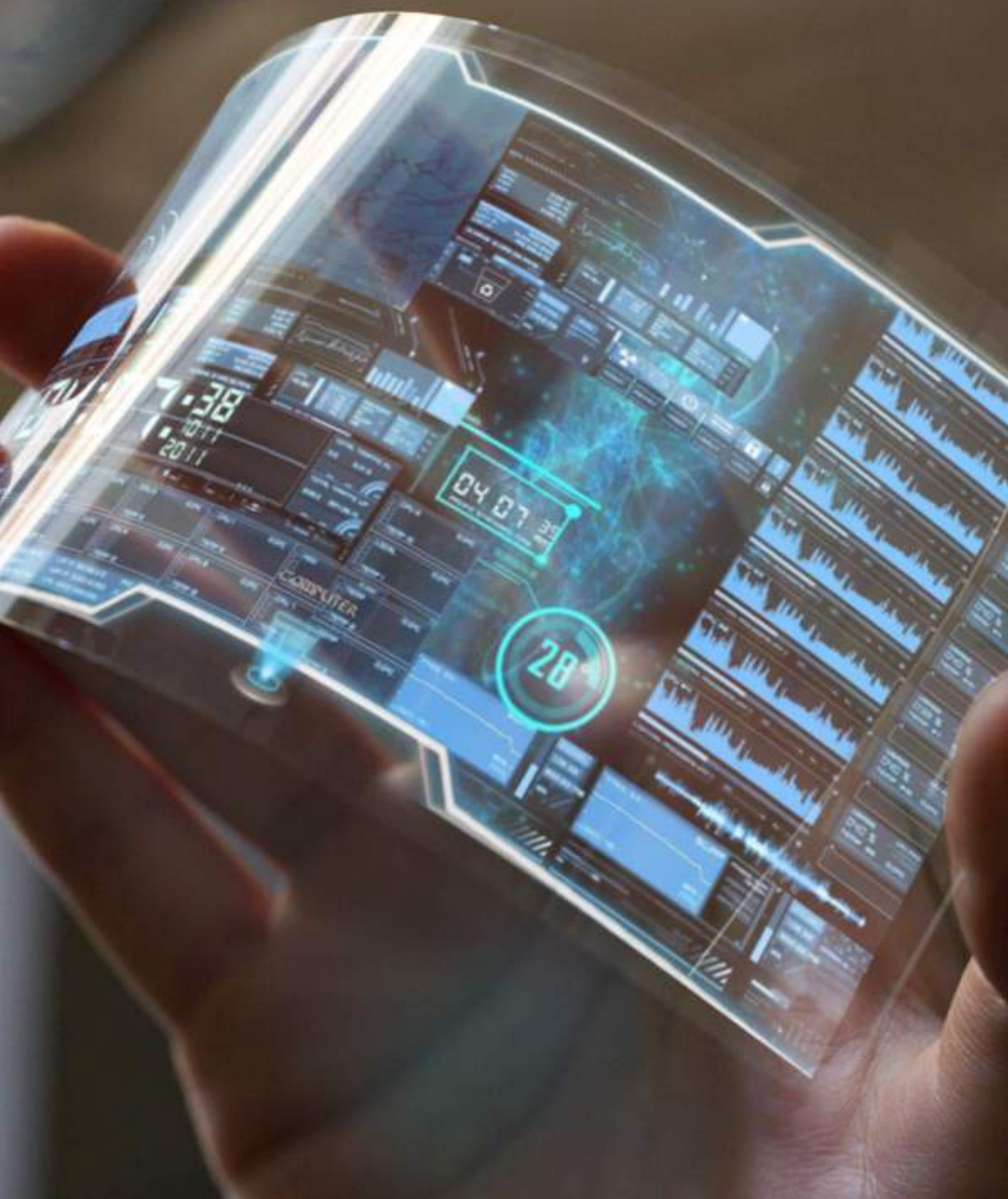
远景应用畅想——XR设备将构建起全新的世界

工作场景：戴上一个头盔设备，工作中不再需要办公室的物理概念，所有的工作都可以通过虚拟环境完成。虚拟世界中，我们有真实感的工位，更加高端与多样性的显示设备，高度定制化的工作环境。所有会议都可以通过线上的方式完成，不需要再有任何耗时耗力的线下通勤，仅需一个会议邀请就可以与客户、同事创建“面对面”的身临其境的体验。

教育场景：学习将以一种全新的方式呈现。教育资源的线上化可以让所有学生最大化的享受到最优质的教育资源，虚拟世界中呈现方式的多样化也丰富了教学内容。例如，化学实验上，学生可以通过AR眼镜近距离地观察化学反应变化，外语学习中可以“面对面”体验与母语使用者的互动对话，文学学习中可以通过数字化方式真实还原文字内容，彻底将教育变为一个有趣、高效、互动、个性化的行为。

生活场景：业余、课余生活中VR可以带来的功能更加丰富多彩，虚拟世界构建的社交环境可以让人随时随地和朋友举办派对，举杯共饮，与远在他乡的亲人进行亲切交谈，游戏、影视作品也将极大的加强互动性与表现力。2018年大热电影《头号玩家》为观众描绘了一个无比真实的游戏世界，而电影中描绘的未来世界正在一步步的成为现实。未来XR将整合所有的信息、社交、资讯、娱乐资源，不再需要电视机、游戏机、电脑、电子书等独立设备，在XR构建的世界中可以方便的获取任何需要的内容，而且在这个过程中将能大大降低设备的购置与换新成本：XR中仅需要支付软件使用费即可购买虚拟大屏幕电视，而不是在客厅安装昂贵的实体机。

医疗场景：XR在医疗领域将有广泛及深入的应用场景：未来的医疗手术将更大程度上依赖AR设备及技术，虚拟影像和真实手术场景叠加，提供实时诊疗的最佳方案推送和操作支持，显著减少病情诊断时间，优化诊疗效果；未来的医疗培训场景里，AR全息影像则可能成为培训的主角，大大提升医生之间的交流效率，实现医疗资源的有效复制。



未来已来

XR步入快速发展前的酝酿期

虽然远景让人憧憬，但XR的发展现实也经历了一番波折。纵观XR的发展历程，整体可划分为四个阶段：**技术发展期、资本狂热期、退潮低谷期与行业复苏期。**

技术发展期

虚拟现实的概念最早在上世纪就诞生了。整个20年代及21世纪最初十年，社会各界对虚拟现实技术及相关应用做出了不断尝试，但由于技术远不成熟，一直没有成功的产品诞生。2012年Oculus Rift的问世让公众第一次感受到虚拟现实的场景，同年Google Glass的发布也在AR领域掀起浪潮，两个标志性事件引导产业进入了下一个发展阶段。

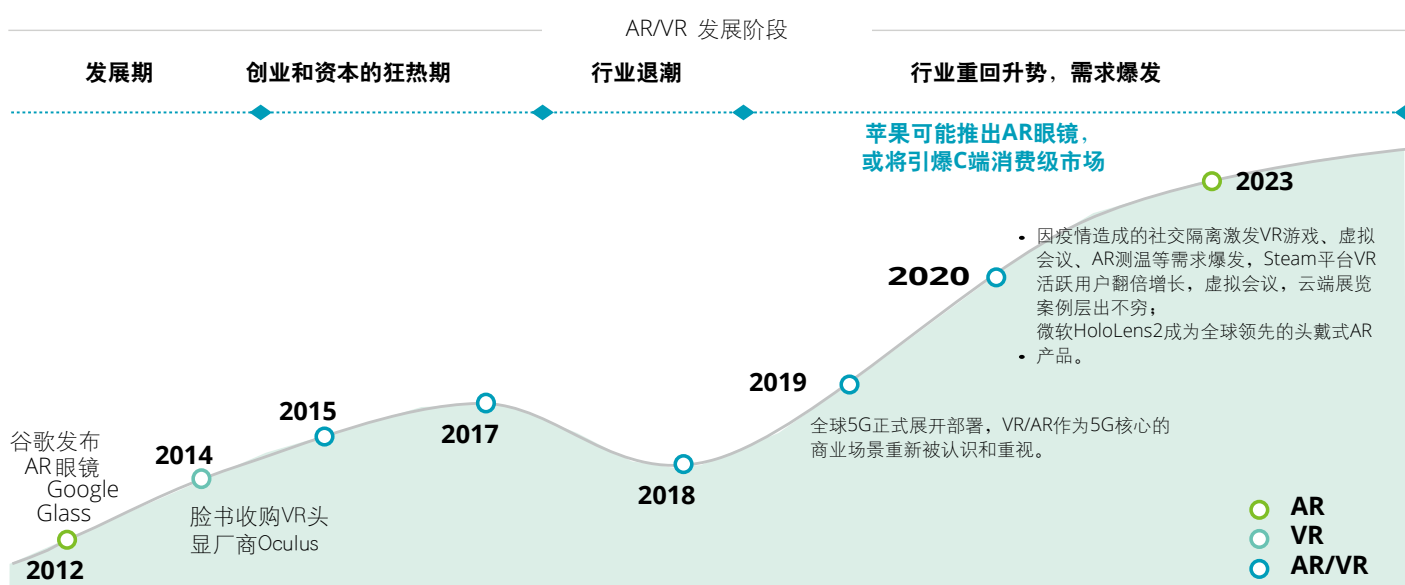
资本狂热期

2014年脸书以30亿美元收购Oculus引发了市场热议，引起了产业界和资本界的普遍关注，以脸书、谷歌、索尼、HTC、三星为代表的智能终端大厂纷纷加码XR。作为全新形态的消费电子娱乐终端，XR热潮快速袭来。根据IDC数据，2016年全球XR出货量同比攀升383%至904万部，中国VR市场2016年出货量为20.4万台，环比增长367.9%。全球资本热钱快速涌入XR市场，2015年全球XR融资事件达152起，中国大陆关于XR融资事件也高达64起。

退潮低谷期

2017年初行业已经出现了投资过热迹象，仅2016至2017年，中国一年就产生了超过3,000支创业团队，VR相关应用数量增长十倍。然而，当时的技术及生态难以支撑市场的高速增长。受制于硬件、软件以及网络环境等因素，已经投入市场的XR终端设备并未能满足用户的佩戴感受及使用体验，销量不理想，2018年全球VR头显出货量从上年375万台下滑至350万台，而AR眼镜出货量则从45万台暴跌至26万台，XR市场由此进入低迷期。

图8: XR发展阶段



资料来源：德勤研究与分析

行业复苏酝酿期

随后的两年，XR产业一大批玩家退场，坚守的厂商在硬件迭代和内容开发方面苦练内功，逐渐克服一个又一个短板，行业呈现复苏迹象。2019年以来，5G 高速网络的部署有效地降低时延带来的眩晕感，硬件设备引入菲涅尔透镜、Fast LCD、VR 专用芯片等提升设备清晰度，软

件开发者站在用户角度开发XR应用，各项因素帮助XR产品体验不断提升。在此基础上，叠加 2020 年初以来迅速且持续蔓延的新冠疫情，催化消费者居家时间的延长、娱乐需求提升、远程办公场景爆发，2021年Metaverse概念的爆发也助力XR行业站上风口，预计在未来5年XR产业将迎来高速发展。

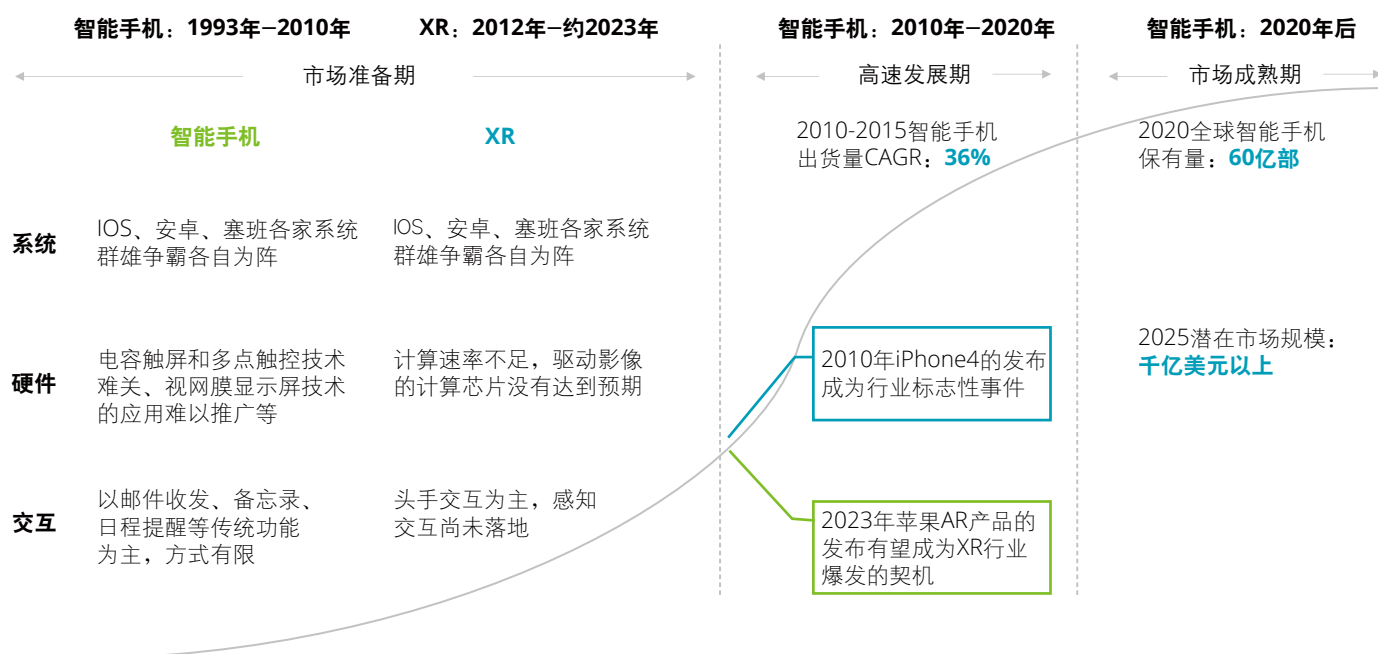
此外，业内普遍认为，2023年左右苹果将推出硬件终端AR眼镜，而这或将像移动互联网时代的智能手机一样引爆XR时代的C端消费级市场。

类比智能手机发展历程，逼近高速发展的拐点阶段

梳理XR和智能手机的发展历程，两者存在较多相似之处。智能手机早在1993便有了雏形，2007年苹果发布初代iPhone，统一了智能手机的标准，行业经历了百花齐放的技术突破期；2010年苹果发布iPhone 4，标志着智能手机行业步入高速发展期的拐点，智能手机出货量呈现爆发式增长，头部效应逐渐显现，最终形成“苹果华米OV”的格局；当前行业正处于成熟稳定期，智能手机厂商也开始积极寻找新的硬件载体。

XR作为下一代硬件载体，当前的发展的状态十分类似于智能手机进入高速发展期的拐点阶段，且随着元宇宙概念的出圈，诸如游戏《半衰期：爱莉克斯》等爆款内容及市场反馈较优的硬件产品的上市，**市场已接近高速发展的拐点**。我们将从操作系统、硬件终端、交互方式三个维度展开分析。

图9：智能手机及XR的发展轨迹



资料来源：市场公开信息；德勤研究与分析

操作系统方面，早期智能手机操作系统市场各家系统群雄争霸各自为阵。在此期间，IOS和安卓尚未对市场形成垄断，塞班系统、微软WM、诺基亚Meego、黑莓BB OS等都在竞相抢占市场份额。早期手机霸主诺基亚发布的塞班系统，2007年还占据全球智能手机操作系统63.5%的市场份额；谷歌发布的安卓系统，通过搭载开源系统，吸引了众多手机品牌，依靠三星智能手机系列的强势崛起，一路抢占市场份额。而日后成为新一代智能手机霸主的苹果也仅在2007年才发布自研IOS，随着第一代iPhone打开市场份额。反观XR市场，目前安卓系统仍然占据主流，剩余市场份额由微软发布的WMR、索尼发布的PS以及其他少数独占平台占据，硬件尚未爆发前，谁是主流的操作系统平台也尚未有定论。

硬件层面，早期智能手机也面临了一系列难以突破的技术瓶颈。首先硬件层面，大屏幕带来了电容触屏和多点触控的技术难关，视网膜显示屏技术的应用难以推广，导致早期智能机屏幕分辨率低（800*400），显示屏小，信息承载能力差，早期高性能芯片也没有应用到小设备上的经验，芯片性能欠佳。从产业配套层面，2010年前3G在中国普及率有限，移动通信基站及终端设备数量还没有形成规模，而当年3G网络的数据传输速率也仅能支持图片、语音和互联网接入，无

法支持传输高质量的视频图像。目前XR产业在技术层面虽有所突破，但距离良好的沉浸体验仍存在一定差距。以VR为例，VR内容依然需要依赖PC计算机、智能手机或者VR一体机为载体呈现，而现有主机存在计算速率不足、不能完全虚拟出一个能够足以欺骗大脑的环境与反馈互动，且驱动影像的计算芯片也没有达到成熟的水平。此外，移动设备存储空间、传输速度、电池技术、散热等方面也尚不成熟，限制了VR的使用场景。

交互方式层面，如今智能手机已经充斥着生活的方方面面，但在早期受制于硬件、应用、基础设施等问题，人机交互的方式也十分有限。智能手机诞生之初仍以邮件收发、备忘录、日程提醒等传统商务信息应用功能和简单的娱乐功能为主，由于系统的闭塞与第三方场景的交互难度也较高，仅能作为传统手机的进阶版，远远没有达到颠覆的程度。如今XR面临的场景也类似。以VR为例，目前融合头动（Inside-out 6DOF）及手柄（6DOF）交互的“6+6”的交互路线仍是主流方案，但略显笨重的头显设备及相对简陋的手柄操作还难以给用户带来“沉浸式”的体验。感知交互层面，已经有多家公司在空间扫描建模、空间定位追踪、全身动捕、眼动追踪、手部追踪、面部追踪等前沿技术领域潜心研究，但目前尚未有较为落地的方案产生。

智能手机的发展历程中，iPhone4的发布是具备跨时代意义的事件，引发了大屏幕、多点触摸、应用商店等风潮，促进了应用生态的丰富和人机交互方式的迭代。首先，iPhone 4自带正面摄像头和500万像素摄像头，手机的拍照功能摆脱了之前的从属地位，成为手机硬件配置中最被消费者重视的一环。其次，拥有极高屏幕分辨率的Retina显示屏在iPhone 4上实现大规模商用，以屏幕为突破口，“超大屏幕+多点触控”的双重创新引爆了消费者的手机替换需求。而应用商店的兴起驱动手机的生态边界不断拓展，众多内容供应商将其提供的内容和应用从电脑终端融入了通信终端，丰富的软件功能以应用程序的形式存在，手机从通信工具成为万能的场景性工具。GPS、陀螺仪、电子罗盘、NFC等各种传感器的加持，让衣食住行医疗健康等生活信息和交易信息也成为手机重要的功能。

事实证明iPhone4的大获成功带领智能手机进入全面爆发增长期，智能手机年出货量在2010年后屡创新高，2017年出货量已经超过15亿部，智能手机渗透率超过八成。在XR领域，苹果也很早就开始在硬件、软件、内容生态等方面全面布局，并在手机生态的良好基础上拓展XR生态。苹果预计将在2023年推出的AR头戴式显示设备，有望成为取代iPhone的颠覆性产品，预计此后XR也将进入与智能手机类似的爆发式增长轨道。

科技巨头纷纷布局XR产业，卡位下一代计算平台

2021年8月，VR（虚拟现实）创业公司Pico披露该公司被字节跳动收购。此前，字节跳动已在VR/AR领域进行了长期的研发投入，在交互系统、环境理解等方面收获许多技术成果。字节跳动本次的巨资收购引发市场热议，体现了进军XR领域的决心，也让科技公司纷纷布局XR产业的战略举措进入大众视野。苹果、脸书（Meta）、微软、谷歌、华为、腾讯、字节跳动等都在纷纷构建XR生态，战略卡位“下一代计算平台”。XR产业生态的布局上，不同科技巨头依据自身特征从不同角度切入市场拥有不同的发展路径，构建差异化的XR生态版图。

苹果：手机之上架构完整XR生态，AR硬件或将引爆C端消费级市场

苹果在个人电脑、智能手机时代都推出了颠覆性的硬件产品，在XR硬件产品上，市场也普遍预期苹果2023年左右推出的AR眼镜硬件，极大地推动整个XR行业的繁荣。实际上，苹果已经布局了完整的XR生态，并依托手机逐步向消费者推出AR体验和服务。

2010年，苹果就陆续收购了一系列面部识别、室内定位、动作捕捉、MicroLED 显示

等相关技术；2015年以来，加速XR领域全面的技术布局，收购了大量AR与AI技术的软硬件公司，并且在近期逐渐开始收购内容端公司。

通过自研与收购齐头并进，苹果已经建立一条核心技术专利的护城河，作为苹果布局XR行业的重要保障，仅2020年1月，苹果公司就获得了增强现实与3D重建技术方面的59项专利，截至目前已经拥有330多项公开可查的XR关键专利。

此外苹果还在不断拓展其在AR领域的生态合作伙伴，通过硬件和应用等各方面，合作开发新工具和技术，在为用户打造更好的应用体验的同时，与相关开发者建立紧密联系，打造闭环生态体系。

至此，苹果手握覆盖全球10亿+活跃用户的操作系统、领先行业水平的AR Kit 软件平台以及硬件软件内容生态全面布局，颠覆性产品的推出蓄势待发，引爆AR/VR消费级市场的发展。

图10：苹果在XR领域布局情况



资料来源：市场公开信息；德勤研究与分析

脸书：XR行业重要的布道者，维持XR时代的社交王座

由社交媒体起家的脸书是XR领域重要的布道者，XR是“下一代计算平台”，XR代表着“第二次计算浪潮”的诸多说法都出自于脸书。2014年收购了Oculus，之后不遗余力地布局XR生态：硬件、软件、内容和应用领域都全面深耕。如今Oculus凭借自身的技术优势已经成为目前出货量最高的VR头显设备，为脸书在XR领域的下一步布局打下良好的基础。此外，收购Oculus五年后，脸书在2019年的OC6大会上发布了VR社交平台《Facebook Horizon》，并于2020年正式推出，这被外界认为是其向元宇宙迈出的重要一步。在Horizon中，用户可以创建角色，和朋友聚会、娱乐，每个人都有能力构建自己独特的内容，为脸书成为下一代社交平台带来极大的想象空间。

华为：XR作为跨领域、高集成的技术应用场景，是华为战略储备的关键技术之一。硬件方面，2016年发布首款VR眼镜“HUAWEI VR”，支持手机、电脑和Cloud VR三平台终端的华为VR2头显也于2017年上市，2020年进一步强化产品性能，发布附带6DOF功能的HUAWEI VR Glass游戏套装。此外，海思陆续发布了支持8K高清解码功能的XR专用芯片及内置高性能GPU的AR眼镜为Rokid Vision。软件方面，华为在2018年华为开发者大会上发布了通用AR引擎“华为AR Engine”，推出全新的AR内容开发工

具Reality Studio。生态建设方面，举办5G+AR全球线上线下峰会，联合全球运营商、合作伙伴等，通过第三方应用生态共促5G+AR繁荣发展，引领行业发展。

腾讯：2020年刊《三观》提出“全真互联网”概念，围绕全真互联网构建，发力面向开发者的底层平台发力，打通硬件、软件、内容等关键环节。2020年2月，腾讯参与了“元宇宙第一股”Roblox 1.5亿的G轮融资，并独家代理Roblox中国区产品发行。2021年4月，腾讯旗下持股48.4%的游戏公司Epic获得新一轮10亿美元融资，主要用于开发元宇宙，同年6月，腾讯旗下投资公司拟投资3500万英镑购买XR触觉模拟技术的英国厂商Ultraleap部分股权。从腾讯的一系列动作可以看出，移动互联网时代终将过去，下一代互联网将是与“元宇宙”息息相关的虚拟世界。

此外，阿里、百度也在XR领域不同程度布局相关生态。目前阿里的XR入口更多的在于未来购物，从2020年公布的“Buy+”计划到阿里“造物神”、投资Magic Leap，以及即将推出的VR支付，可以看出阿里为XR设定了第一个应用场景。百度将2018年上线的百度VR浏览器进行了业务重组，品牌改为百度VR，增加了技术开放平台、VR广告平台、VR行业解决方案等，从单一APP应用扩展成为百度旗下的VR项目生态聚集地。

此外，众多硬件厂商也在发力硬件开发、升级与内容构建，加速推动行业发展。HTC在数年前就推出了全球首个提供订阅服务的虚拟内容平台-VIVEPORT VR内容商店，成功颠覆VR内容平台的商业模式，并陆续纳入更多类型的优质内容，满足终端消费者需求。HTC在2021年5月宣布推出的全新VIVE Business平台，为企业提供了从硬件、软件与整合服务的解决方案，创新VR商业模式。小米基于其产业链优势，推出高性价比的VR一体机设备，结合其内置应用商城生态与AI智能系统，将XR产业作为小米生态链重要的一环。XR核心器件芯片领域，小米、OPPO和Vivo也不约而同大力投入研发，在智能手机的不同领域已经交出一份不错的成绩单，预计在未来XR时代，国产品牌也将呈现百家争鸣、共同成长的良性发展局势。



XR产业生态日渐丰满

技术的持续突破助力硬件体验和生态完善

XR作为众多前沿技术的集成者，当前产业发展受限也源于技术的限制。XR产业包含近眼显示技术、感知交互技术、网络传输技术、渲染计算技术以及云内容制作与分发五大关键技术。每类技术又是多项技术的集成或存在多条技术路径，需满足各类应用场景需求尤其是C端消费级体验需求。

图11: XR五大关键技术

关键技术		关键细分技术及成熟度			较成熟	发展中	起步中
端 (终端)	近眼显示技术	自由曲面、新反式、超薄VR、OLEDoS、LCOS、快速响应液晶	光波导、Micro LED、LBS激光显示	全息显示			
	感知交互技术	Inside-Out、Outside-In	虚拟移动、沉浸声场、手势追踪、气味模拟、触觉反馈、语音识别、眼球追踪、三维重建、环境理解、云AR	肌电传感、脑机接口			
管 (5G)	网络传输技术	接入网、承载网、预处理、数据中心、监控运维					
云 (内容应用)	渲染计算技术	多分辨率渲染、异步时间扭曲、异步空间扭曲、畸变补偿渲染、MultiView	深度学习渲染、注视点光学、注视点渲染	混合云渲染、实时路径追踪、光场渲染			
	云内容制作与分发	常态化VR直播	支撑技术、虚拟化身(半身)、个性化视频、六自由度视频	全身型虚拟化身			

资料来源：市场公开信息；德勤研究与分析

XR的五大关键技术可以从云、管、端的架构来看。“端”主要包含近眼显示技术和感知交互技术。终端硬件上近眼显示和感知交互技术的优化，能有效解决当前硬件画质清晰度不足、视角场视觉体验受限、晕眩感等主要体验痛点，带来更优秀的终端沉浸体验。

近眼显示技术的发展主要受光学系统和显示器件的升级驱动。光学系统方面，光波导被认为是当前性能最优的光学方案。虽然当前存在一定的量产难度，但众多国

内外公司均在积极研发，预计2-3年技术可进一步成熟。显示屏幕方面Micro LED技术作为强大的图像的元器件，能有效解决光波导显示亮度低的弊端，目前正处于量产突破的前夕。MicroLED+光波导被认为当前最优的组合方案。

近眼显示技术当前的主要关注点包括光学系统尽可能增大终端设备场视角，显示屏不断提升分辨率和刷新率以降低功耗；光波导为当前性能最优的光学显示镜面，但量产难度高；MicroLED当前制造

成本较高，未来上游半导体厂商和下游设备厂商将进一步配合，利用上下游供应链提升研发资源与效率。

XR被称为下一代计算平台，相较于当前计算环境的提升主要体现在维度和感知的提升，要求XR设备必须具备空间扫描建模、空间定位追踪、全身动捕、眼动追踪、手部追踪、面部追踪等前沿技术集成能力，这主要体现在感知交互技术能力。感知交互系统的优化也能有效改善“晕动症”，缓解辐辏调节和多感官冲突。当前眼动追踪及相关衍生技术是当前发展热点。

表1: 感知交互技术类型及发展阶段

感知交互技术	发展阶段
追踪定位	感知交互的基础能力，各厂商都积极投入，日趋成熟
沉浸声场	听音辨位、空间混响、通感移觉等成为发展重点，脸书、微软、英伟达、杜比、谷歌、高通等厂商都在积极投入
手势追踪	初步成熟，将成为ARVR输入交互新模式
眼动追踪	AR/VR终端的新标配，眼球追踪+多焦显示+注视点渲染的技术组合有望成为提升虚拟现实沉浸感的关键技术组合
环境理解和3D重建	将成为ARVR感知交互领域技术内核之一
肌电感EMG	研发阶段，脸书在研发EMG加速腕带式神经接口与ARVR结合
脑机交互	脸书、Valve、Neurallink 都有所布局，未来长远发展的交互方式

感知交互强调与近眼显示、渲染计算、内容制作、网络传输等关键领域的技术协同，高度集成光学显示、传感、图像识别和算法等高精尖技术能力，技术难度门槛高，是各领先厂商布局的关键点。苹果通过自研、收购在感知交互技术方面全面布局，包括眼动追踪技术、面部识别、手势交互、动作捕捉等。

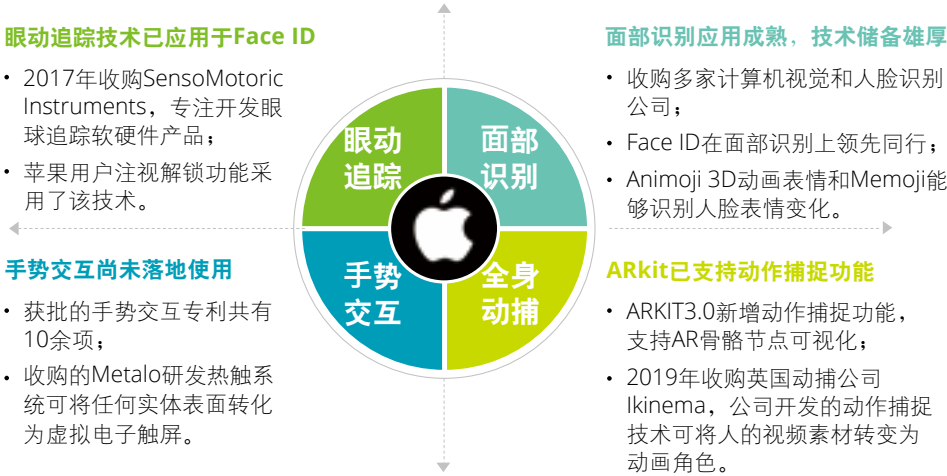
感知交互技术中应对辐辏调节冲突的感知交互方案仍未成熟，将是未来发展重点；眼球追踪+多焦显示+注视点渲染的技术组合有望成为提升虚拟现实沉浸感的关键技术组合。

“管”主要指网络传输技术，通过5G网络高速率、低延时和大带宽的特点，赋能内容和应用云端化边缘化计算和处理得以实现。5G网络特性结合边缘计算、AI等技术将极大推动AR/VR应用落地。

“云”端主要包含渲染计算和云端内容制作与分发。

- 5G技术下，云化渲染聚焦云网端协同渲染，解决实时海量数据的处理，实现硬件终端的轻量化独立化，同时借助AI技术提高渲染的质量和效率。
- 内容的发展核心受限于下游应用和终端设备的渗透率，而非技术成熟度，随着近眼和感知交互技术不断成熟，硬件出货量增加，内容生态有望快速发展，而内容制作与分发的云端化则有利于进一步推动内容生态圈的发展与繁荣。

图12: 案例：苹果在感知交互领域的技术布局



资料来源：市场公开信息，德勤研究与分析

下游应用场景日渐丰富

不同于5年前VR刚诞生时的情景，XR目前已经形成了广阔的下流应用，不断渗透进多个场景。2020年 XR 支出最多的下游应用来自于2C消费级，占据超过一半的份额，包括VR/AR游戏、影视、娱乐教育等。2B级的应用则以工业制造、医疗、零售业为主。

C端市场想象空间巨大，脸书积极布局XR领域，打造虚拟世界社交生态的构想引发了行业对于XR在C端应用的美好想象。此外，XR带来的高度沉浸感强、私密性高、定制化个人体验等特点使其天然适用于C端场景应用，例如游戏、社交、视频娱乐等。当前“元宇宙”概念已成功“出圈”，视频娱乐领域更是实现了较多的落地应用。基于当前市场热度较高的游戏和影

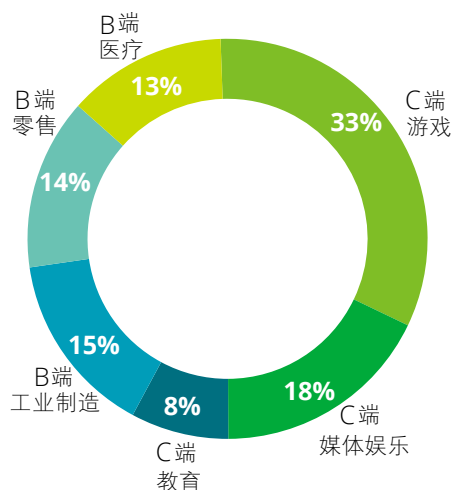
视场景挖掘个性化推荐内容，触发用户购买行为和付费意愿并引发用户粘性和自发传播等行为，打造爆款内容形成流量入口是当前业内XR企业的主流模式，并有望在短期内持续解锁直播、购物、旅游等消费场景。

B端用户的需求则以更好地服务于生产经营为导向，更关注如何通过XR实现降本

增效、营销推广等，寻求定制化、专业化解决方案，应用场景分散且差异较大。按照市场渗透率、未来XR产业增速及现有XR产值来看，XR在医疗、工业制造以及零售业具有相当大的发展潜力，其中涉及到远程培训、实施指导、流程管理以及知识沉淀等场景，XR都是重要的生产力工具，且不断在更多的场景加速渗透。

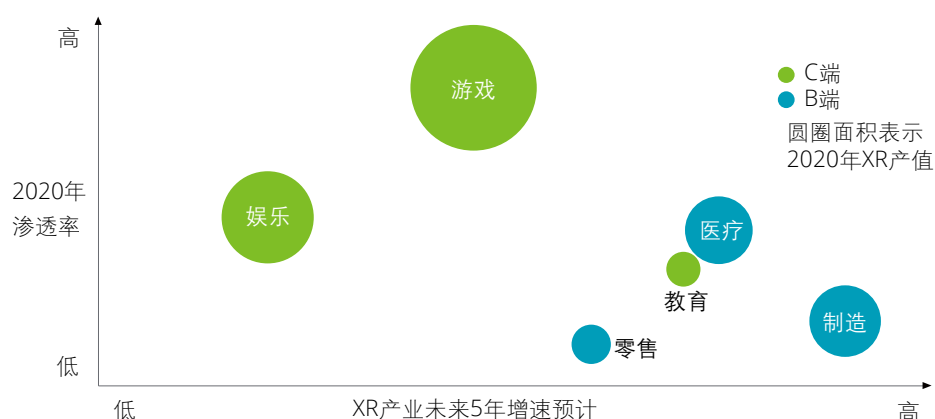
根据Capgemini2020年展开的一项针对企业级XR应用调研，709位企业用户的受访者中，有40%的受访者表示自身企业正在积极的参与通过XR展开的活动中，其中57%的受访者认为XR的应用提高了企业效率，53%的受访者则认为提高了企业安全性。根据微软HoloLens数据，HoloLens在B端应用能带来30%的装配耗时改进，50%的店铺空间节省，80%的设计验证时间节省，85%的整体培训时间节省，90%的服务维修工作更高准确性，97%的信息传递时间节省，且目前绝大部分财富500强公司都购买了HoloLens AR产品。

图13: 全球XR下游应用行业支出占比 (2020年)



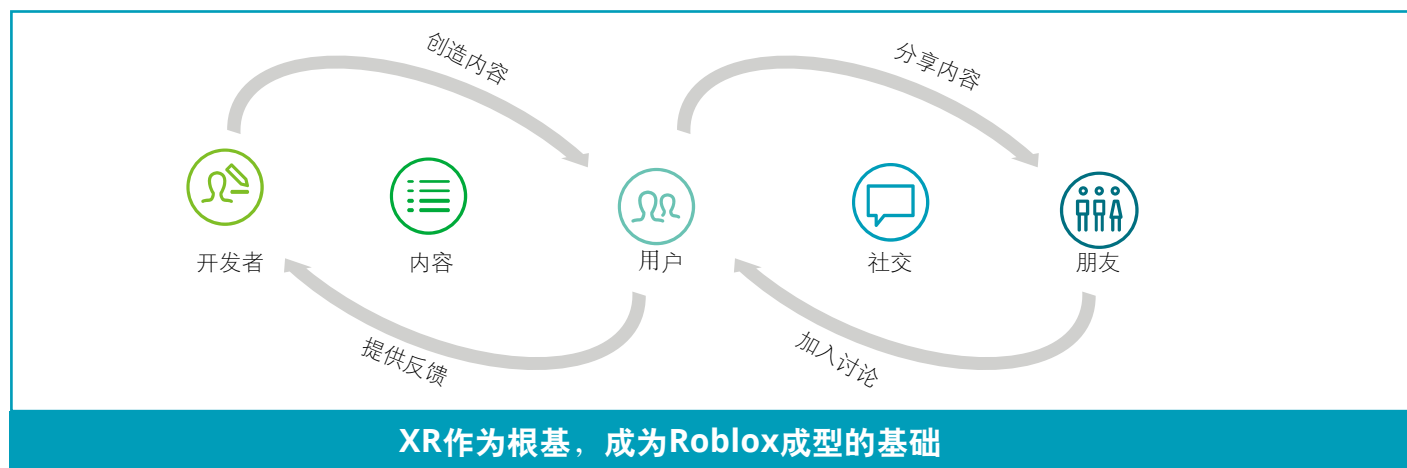
资料来源: Motor Intelligence; 德勤研究与分析

图14: XR行业下游应用场景概览



资料来源: BIS Research; Statista; World Bank; 德勤研究与分析

图15: Roblox的商业模式



资料来源：Roblox招股说明书；德勤研究与分析

C端应用：元宇宙“出圈”、游戏娱乐XR引领新风潮

2021年3月10日“元宇宙概念第一股”Roblox上市，作为全球最大的互动社区之一及大型多人游戏创作平台，Roblox积极布局VR领域，早在2016年就开放了VR功能，并逐步实现了VR游戏的跨平台、跨设备适配，游戏玩家们可以通过电脑、手机、Xbox、Oculus等各终端设备体验VR游戏。Roblox的商业模式是创造一个元宇宙世界，通过游戏将全世界连接在一起，让任何人都能探索全球社区开发者建立的数千万个沉浸式3D游戏，因此承载沉浸体验和互联网具象化的沉浸感至关重要，通过XR乃至脑机互联真正实现未来线上与线下、真实世界与模拟世界之间的无缝融合，使得Metaverse广泛渗透进日常生活。

此外，视频娱乐领域也有越来越多的XR应用。2020年4月美国歌手Travis Scott在人气射击生存游戏《堡垒之夜》中举办了一场线上虚拟演唱会，全程使用XR技术呈现表演，共吸引了超过2,770万名玩家前往观看。受此活动影响，《堡垒之夜》手游版

在2020年4月吸金4,400万美元，安装量增长了600万，入围App Store手游畅销榜前十，环比增长89%。

B端应用：工业领域应用深入，医疗行业想象空间巨大

B端应用方面，XR能否有应用前景看三个方面：XR解决方案能否场景化、产品化，具备可复制性；能否真正解决痛点问题，而非伪装需求；场景市场空间是否足够大，从而支撑技术开发。

工业领域，XR已经成为基于工业互联网、物联网平台实现数字孪生的核心技术之一。以工业软件巨头PTC为例，PTC将其在产品、PLM领域积累的核心优势整合至内部XR平台，依托开放生态中的平台软件，推出以数字化映射为基础的整体框架和整套解决方案。数字孪生帮助PTC在虚拟空间中构建出与物理世界完全对等的数字镜像，通过收集产品研发、生产制造、商业推广等维度的数据并进行分析，为下一步的产品设计、生产工艺、市场投放等关键环节打下基础。

XR在医疗行业亦带来了巨大的价值。手术操作训练中，XR技术可以通过显示、触感、力反馈等设备，使接受培训的医生沉浸在虚拟场景中，进行手术操作和练习，体验真实的临床手术过程，可以有效提高医生诊断病情和制定治疗方案的能力，同时能够大幅降低传统培训中的器材、标本等成本。此外，XR在远程医疗、诊疗技术提升等方面也将发挥重要作用，改善医疗资源不均的问题。

XR在行业中的多点开花为从业者注入了一剂强心剂，虽然多数产品仍然难以达到稳定的盈利水平，但是也摆脱了过去完全依赖于投资者的局面，形成了有力的造血来源。未来随着C端用户数量的不断提升，B端应用开发的愈发丰富，将加速XR在下游应用的发展。

内容-硬件-生态的正向循环初步形成

随着光学器件等技术和系统的升级，带来XR硬件终端更好的产品体验；爆款内容和应用的不断涌现，则驱动XR硬件出货量不断上升，也吸引了更多的内容和应用厂商参与到生态中。多个迹象均表明XR生态正在进入良性循环的发展阶段。

爆款内容应用对设备销量带来显著提升

内容为王是消费市场的长期逻辑，优质内容一直是生态中重要的一环，在XR市场也不例外。《半衰期：爱莉克斯》是由Valve（一家专门开发电子游戏的公司，也是Steam平台的开发者）开发并于2020年3月发行的一款VR独占游戏，该作品综合虚拟现实、FPS（First-person Shooting Game，第一人称射击游戏）、解谜等多种游戏元素，高画面品质与强物理交互打造深度沉浸感。

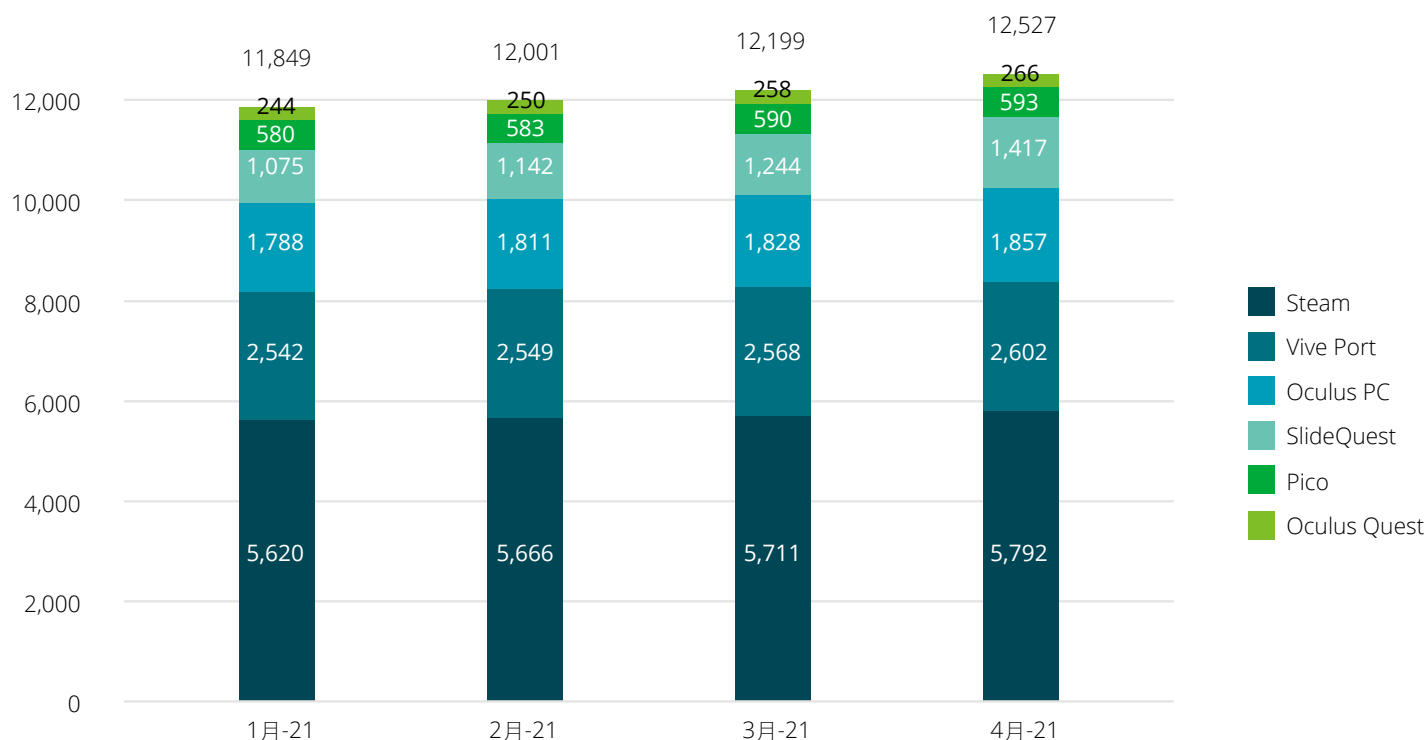
由于《半衰期：爱莉克斯》是VR独占，且Valve采用购买Valve Index头显设备附赠《半衰期》游戏预售的销售策略，很快带

动一批VR设备的销售。根据尼尔森2019年Q4公布数据，由于2019年Q4《半衰期：爱莉克斯》开启预售，售价999美元的Valve Index VR设备在2019年末相继在31个国家售罄，全年销量达到14.9万份。2020年3月24日，《半衰期：爱莉克斯》正式在Steam平台发布，上线仅一天即获10,654份好评，好评率超过95%。在《半衰期：爱莉克斯》的推动下，2020年3月Steam平台VR在线用户数量大幅攀升，3月及4月平台VR用户数分别为25.58万人和45.29万人，月涨幅高达77%，占Steam平台用户总数的比例攀升至1.91%，远高于整体VR游戏用户渗透率。

2021年，多个平台内容不断扩充，游戏与应用数量以月为单位快速增长，多款重磅VR游戏也亟待上线，如《生化危机4》、《细胞分裂》等，有望进一步促进用户大幅增长。爆款应用除了在短期内会带来极大的市场需求攀升，更重要的还会在长期为市场发展带来坚实的基础。设备销售数量的提高让更广泛的人群有机会接触XR，应用的成功让更多的市场参与者看到行业发展的机会从而投入更多资源，形成生态的正向循环。

图16: 2021年全球 VR 内容平台游戏与应用数量 (2021年1月-4月)

单位: 个



资料来源: Statista; 德勤研究与分析

设备出货量初具规模

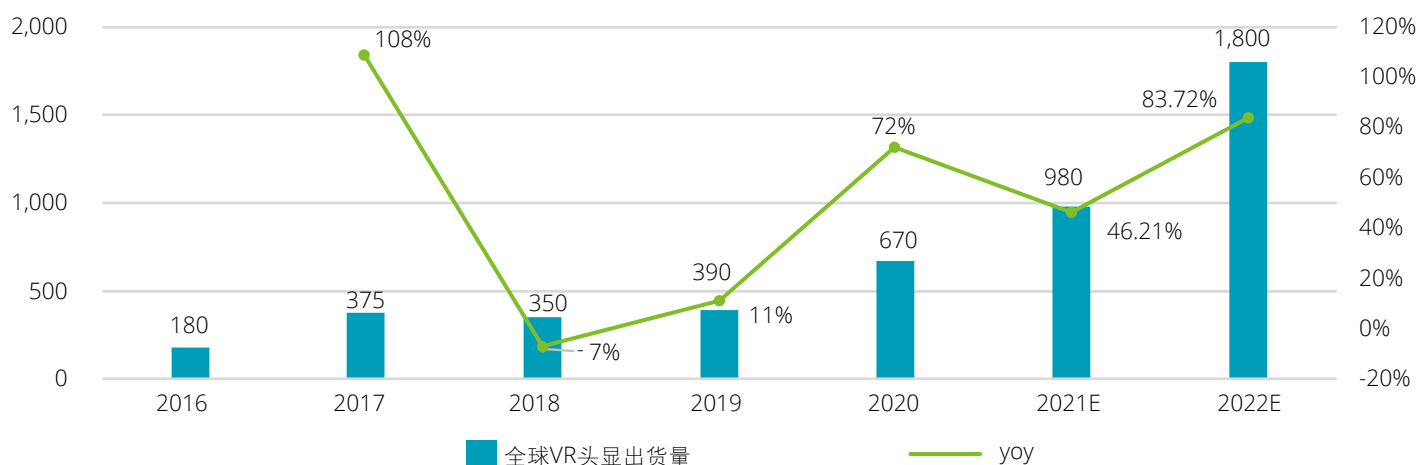
蛰伏10余载，XR设备出货量有望在短期内迎来爆发。在VR设备方面，根据IDC数据，2020年全球VR出货量同比增长72%至万部，是2017年行业低估出货量连续下降以来首次重回正。其中美国地区VR出货量同比增长58%至284万部，约占全球份额的51%，引领全球VR需求复苏。而在AR设备方面，2020全球AR出货量28.7万部，消费型于商用型AR占比分别为25.2%、74.8%。

以脸书Oculus发布的Quest2产品为代表，该产品2020年10月底发布，发布3个月销量已经达到300万台，月销量突破万台。据映维网预测，2021年全年Oculus Quest 2的全年销量有望达到700万台，与次世代主机PS5的差距正在缩小。此外，苹果、华为、索尼等科技巨头都已公布了新品发布计划，优质的内容、日益成熟的硬件将不断为市场带来活力。

脸书创始人扎克伯格认为当活跃用户达到1,000万时，VR市场将达到开发人员持续为之投入的发展阶段。参照这一标准，2021年XR产业有望进入转折点，行业迈进繁荣发展期。

图17: 全球VR设备出货量及预测 (2016-2022E)

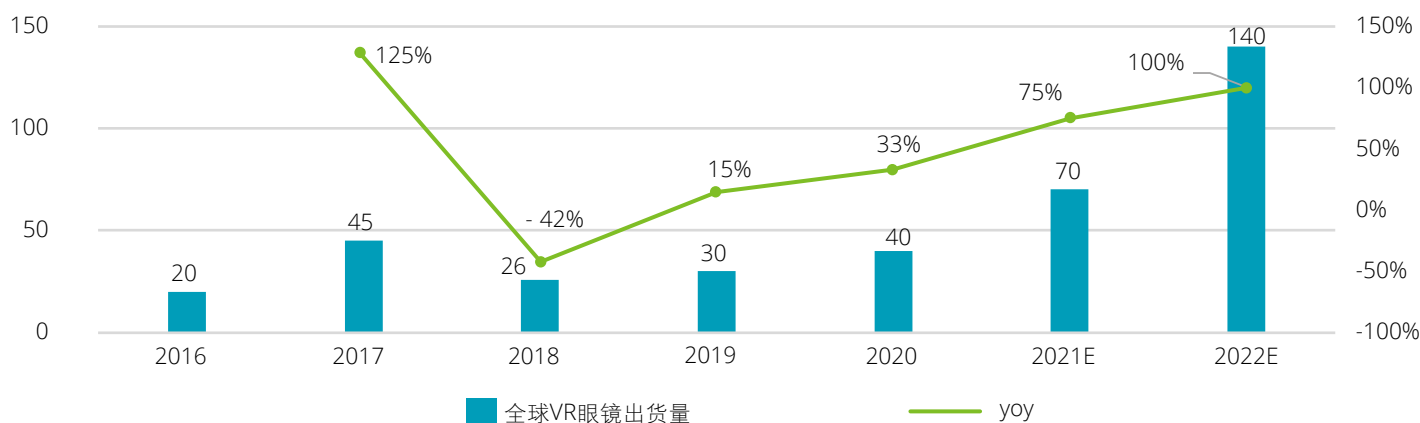
单位: 万台



资料来源: IDC; 德勤研究与分析

图18: 全球AR设备出货量及预测 (2016-2022E)

单位: 万台



资料来源: IDC; 德勤研究与分析

XR生态趋于完善

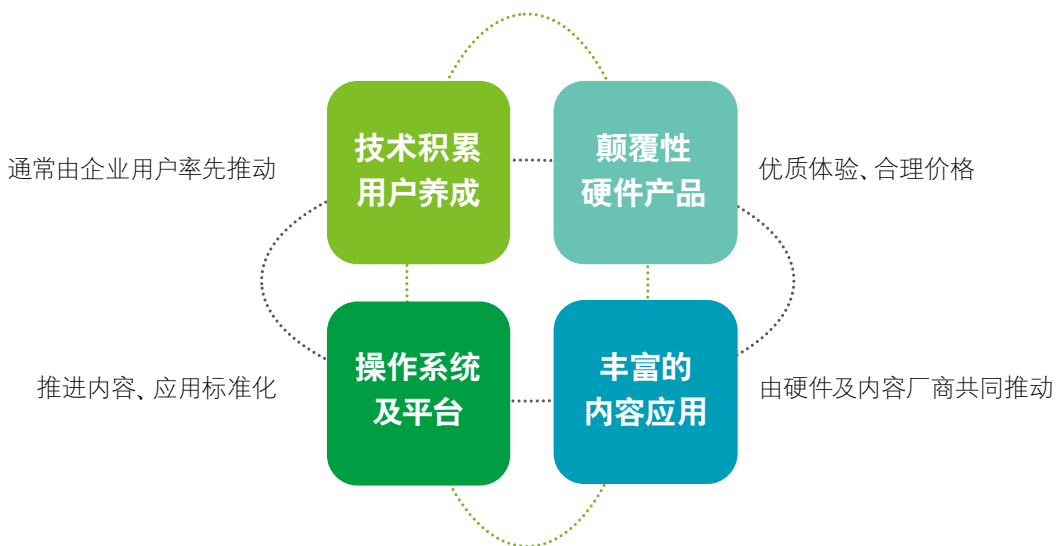
在市场蓬勃发展中，XR已经逐渐构建出由计算平台、硬件供应商、内容应用厂商和用户等多方参与者构成的完善的生态体系，移动运营商、云服务供应商、网络服务提供商等基础设施供应商也是生态良性发展的重要根基。

- 计算平台：苹果、谷歌、索尼等拥有一定产业基础的巨头公司；
- 设备厂商：包括芯片、传感器等核心器件、感知交互、终端设备及设备外设为主的独立厂商和OEM厂商；

- 内容应用厂商：C端主要为各大影视平台、游戏公司、社交媒体，B端主要为教育机构、医疗机构、广告公司等；
- 用户：为XR设备、内容应用买单的C端消费者和B端企业级用户；
- 生态合作伙伴：主要包括提供5G网络产品或解决方案的移动运营商，提供云服务的云厂商，提供AI、物联网等技术支持的科技公司等。

经历了早期的技术研发与突破、资本入场、轻量化硬件出产、初步用户群体产生等重要阶段，XR产业现在已经由过去的硬件厂商、应用开发商等少数公司单打独斗发展成为了多方共建的生态合作模式，参与方共同努力共筑蓬勃发展的生态环境，生态各方正在加速融合创新。

图19: XR产业生态



资料来源：德勤研究与分析



XR产业投资正当时

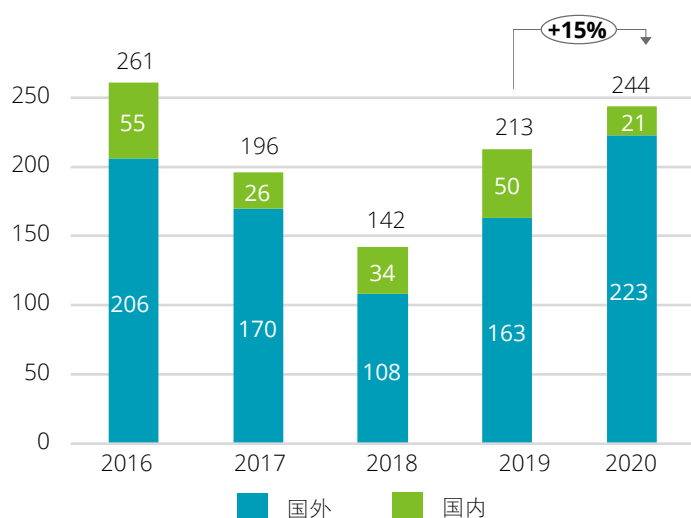
资本热度回暖，退出渠道逐渐清晰

经历过2018年行业低谷后，全球XR融资明显回暖。据不完全统计，2018-2020年全球XR融资并购规模年复合增速达31%，由2018年行业低点的142亿元快速增长至2020年244亿元，融资并购数量也由2018年的109起增长至2020年的166起。2021年回暖迹象更加明显，上半年全球融资并购额达229亿元，较2020年上半年已经增长108%。

从区域市场看，资本在海外市场先行，引领全球回暖趋势。2018-2020年国内资本仍然略显颓势，2019年主要由亮风台、Sandbox、数字王国、爱奇艺智能等完成的亿元级融资提振市场，2020年整体仅完成21亿元融资并购额，同比下降58%。而受全球资本热度回暖情绪影响，中国XR融资也在2021年迎来复苏，无论是爱奇艺VR的数亿元人民币巨额融资，还是理湃光晶数千万元人民币的A轮融资，都表明行业走向复苏。

图20: 全球XR融资并购规模 (2016-2020)

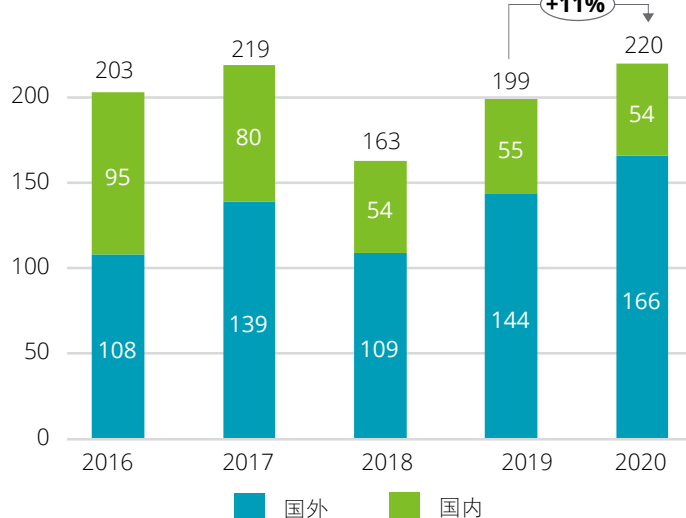
单位: 亿元



资料来源: VR陀螺; 德勤研究与分析

图21: 全球XR融资并购数量 (2016-2020)

单位: 个



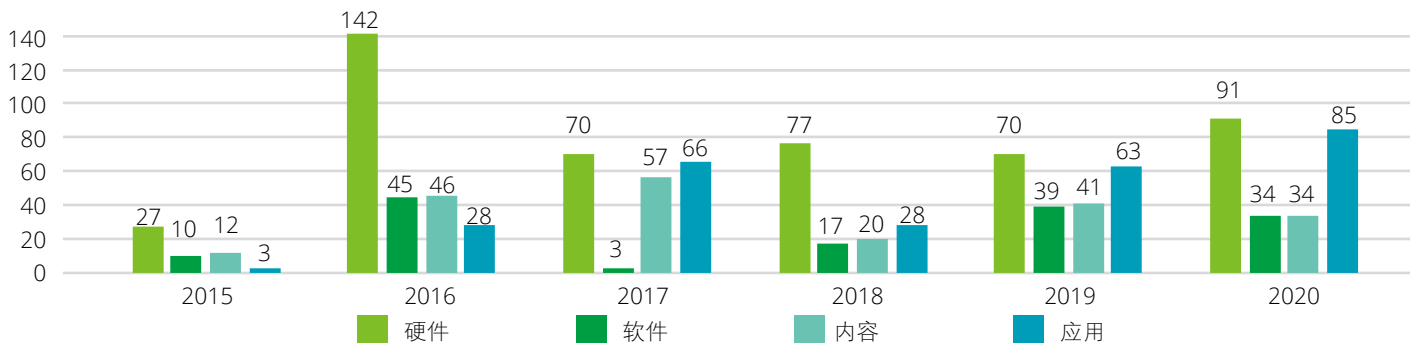
资料来源: VR陀螺; 德勤研究与分析

从投资方向看，当前全球资本集中在硬件和应用两个产业链环节：硬件方面，资本较多关注AR眼镜和光学器件；应用环节则重点关注教育培训、医疗健康及解决方案。

图22: 全球VR/AR产业链各环节融资并购金额及数量

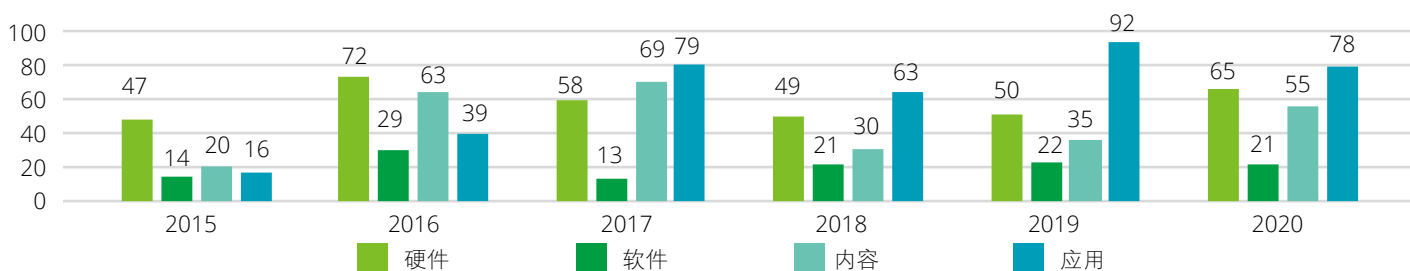
全球VR/AR产业链各环节融资并购金额

单位：亿元



全球VR/AR产业链各环节融资并购数量

单位：起



资料来源：IDC；VR陀螺；德勤研究与分析

2020年VR/AR硬件融资并购以AR眼镜和光学器件为主：

- AR眼镜被认为是下一代通用计算平台，但现阶段尚未出现真正意义上的消费级产品，资本仍在集中布局该赛道；
- 光学器件是AR眼镜走向消费级的关键零部件，也备受资本关注。

2020年VR/AR应用领域融资并购则集中在教育培训、医疗健康和解决方案等领域

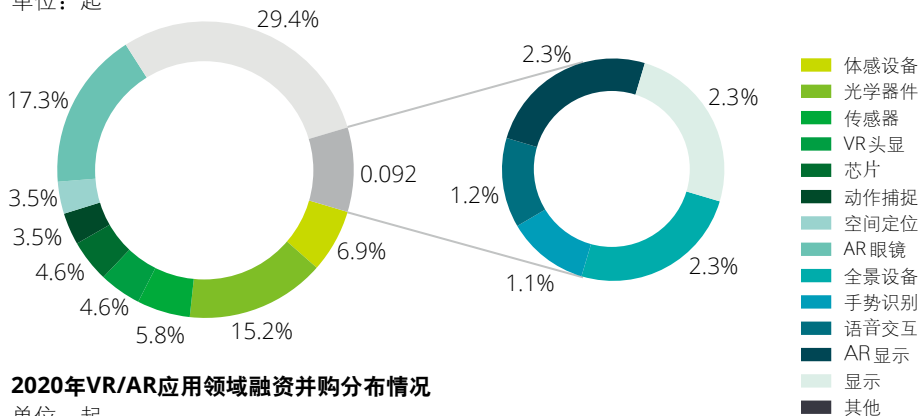
- AR/VR教育培训是当前最主要的B端落地场景；
- 医疗健康领域，AR/VR能够帮助医生更好的开展分诊治疗和更有效的帮助患者康复。

退出渠道逐步清晰：2020年全球XR融资轮次情况来看，除了种子轮、A轮等财务投资人主导的投资外，战略投资及并购是资本市场中最主要的交易类型。2020年发生的220起融资事件中，战略投资高达54起，并购案例也有38起，达到总体融资事件的41.8%。以谷歌为例，近年来谷歌针对XR领域开展多起投资并购，如2020年以1.8亿美金收购加拿大AR眼镜制造商North；2019年投资AR初创公司Hello TeamSolar 5%股权来开发增强现实技术；2017年6月底战略投资1,500万美元取得Micro LED制造商Glo的13%股权，力图打通全产业链底层技术。在产业链趋于成熟，巨头相继发力的市场环境下，预计初创企业也将获得更多被巨头企业战略投资或并购的机会。此外，Roblox2021年成功上市，为XR资本市场退出提供了典型案例。

图23：2020年VR/AR硬件及应用领域融资并购分布

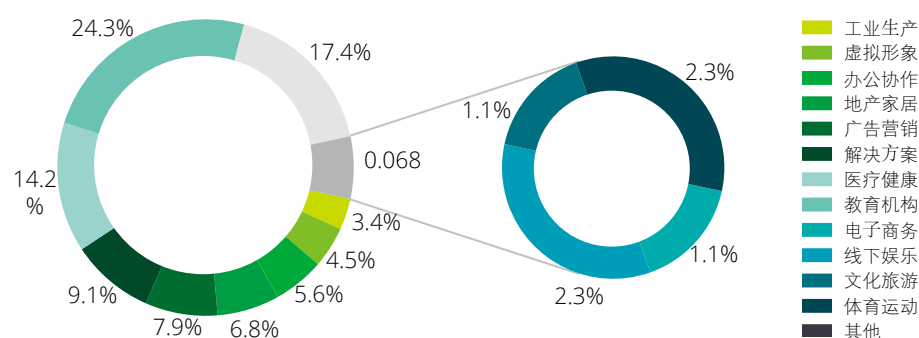
2020年VR/AR硬件领域融资并购分布情况

单位：起



2020年VR/AR应用领域融资并购分布情况

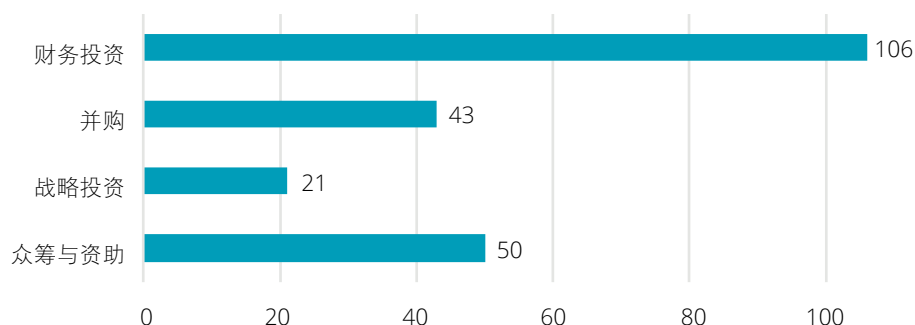
单位：起



资料来源：IDC；VR陀螺；德勤研究与分析

图24：XR全球融资情况细分

单位：起



资料来源：VR陀螺；德勤研究与分析

硬件、软件、内容及应用全产业链条投资机会涌现

XR产业包含硬件、软件、内容以及应用四大产业链环节，每个环节又包含多个子环节。整个产业链环节众多，且各环节相互交融环环相扣。XR产业整体的发展繁荣需要各个产业链环节和生态的协同成长。

从投资的角度而言，产业生态崛起的过程中孕育着产业链环节多点开花的机会。除了普遍关注的下游应用和头显眼镜等硬件终端的投资价值，产业链硬件、软件、内容、生态的各个细分领域都孕育着诸多投资布局与战略卡位的机会。

以硬件中的关键核心器件为例，包含光学、屏幕、处理器、存储、摄像头、电池等。拆解Oculus VR头显的成本结构可以发

现，光学和屏幕占硬件成本的40%，是关键核心器件。芯片亦是重要的布局环节，处理器和存储分别占成本的30%和15%，高通在该领域占据较大份额；但作为巨头兵家必争之地，海外巨头苹果、谷歌、微软、脸书、索尼等都在自研相关芯片，国内以华为为首的国产厂家也在投入进行芯片开发，力求在XR这个下一代计算平台和智能终端上不再受制于第三方，同时借此形成差异化竞争优势。

软件方面，操作系统和开发引擎也是重要的布局关键点，能够助力构建高效的开发者生态的能力也是产业所关注的价值；内容方面，任何能够降低创作门槛提高内容生产效率的能力，构建活跃内容生态的能力也都是产业布局的重点。

图25: XR产业全产业链



资料来源：德勤研究与分析

表2: XR细分领域领先公司示例

企业类型	企业名称	主营业务
技术	Tobii Technology	瑞典公司, 领先的眼动追踪与眼动控制技术提供商
	CREAL	瑞士公司, 专注于AR/VR领域的光场显示技术开发商
	Ultraleap	Ultrahaptics和Leap Motion2019年合并的公司, 专注于手势交互技术开发
硬件	Nreal	中国公司, MR智能眼镜开发商
	Mira	美国公司, AR眼镜厂商, 为日本环球影城任天堂AR卡丁车项目AR眼镜的供应商
软件	Unity3D	美国上市公司, 游戏引擎开发商, Unity3D支持主流ARVR设备的实时内容开发平台
	Vection	澳大利亚公司, 专注于为工业4.0带来3D、AR、VR解决方案的实时软件公司
应用	Librestream	加拿大公司, 企业移动视频协作解决方案提供商
	Augmedics	美国公司, AR手术可视化系统的开发商
	Poplar	英国公司, AR内容厂商

资料来源: 市场公开信息; 德勤研究与分析



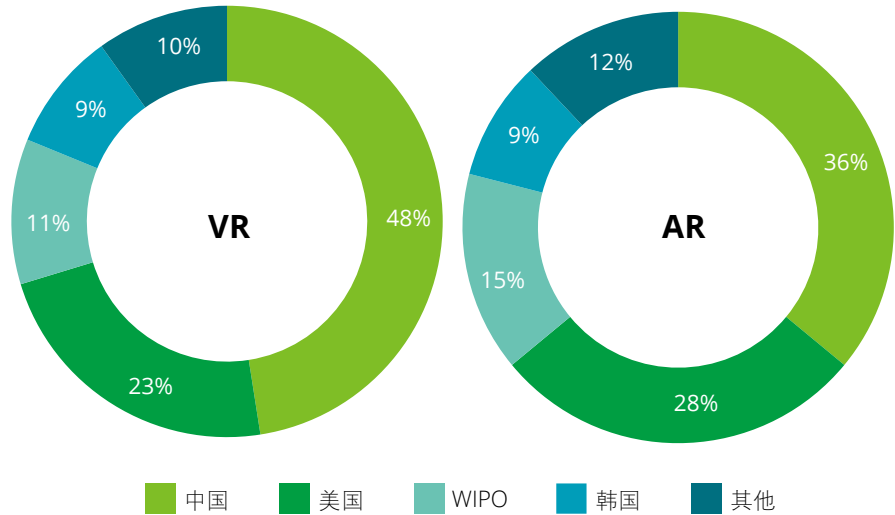
关键技术全球投资补齐短板

XR领域的投资机会可放眼全球，依托中国自身的优势，博采众长，助力产业繁荣的同时赢得投资回报。

尽管中国专利技术申请全球领先，但在前瞻性研究方面，特别是关键技术领域的感知交互、渲染计算、内容制作与分发等方面，中国与全球领先水平相比仍有差距。

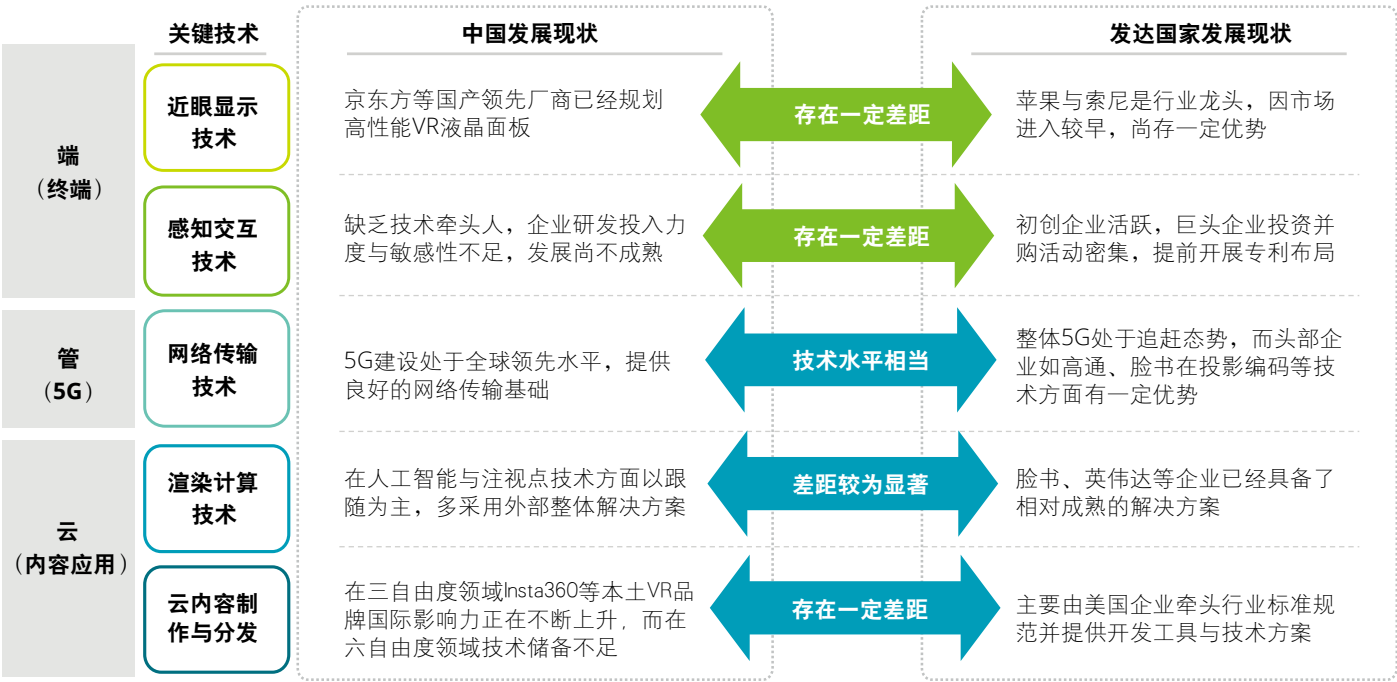
- 渲染技术和感知交互技术方面，海外巨头企业，例如谷歌、脸书、苹果等科技巨头早期已经通过自研、并购等多种方式提前布局，在XR跨越了沉浸体验的初始门槛后很快和其他企业拉开差距；
- 云内容制作与分发方面，在弱交互内容制作的三自由度领域，国产品牌 Insta360等本土全景品牌影响力正日益上升，而自由度更高的六自由度强交互内容制作领域，国内与海外仍然存在一定差距，技术实现以套用国外领先企业的技术方案为主。
- 近眼显示技术方面，京东方等国产屏幕企业的强势崛起下国内与海外一流水平整体差距已经在缩减，但在部分前瞻性的技术布局上还有所欠缺。

图26: VR和AR相关专利数量在全球分布¹ (2017-2020总计)



资料来源: BIS research; 德勤研究与分析

图27: 中外在XR关键技术方面的发展状况



资料来源: 德勤研究与分析

注释1: WIPO (World Intellectual Property Organization), 即世界知识产权组织, 是联合国的常设机构, 总部设在瑞士日内瓦。

德勤中国联系人

林国恩

德勤中国科技、传媒和电信行业领导合伙人
电子邮件: talam@deloitte.com.cn

廉勋晓

德勤中国科技行业领导合伙人
电子邮件: mlian@deloitte.com.cn

罗伟雄

德勤中国并购服务主管合伙人
电子邮件: slah@deloitte.com.cn

濮清璐

德勤中国科技、传媒和电信行业华东区领导合伙人
德勤中国并购服务商业战略与研究合伙人
电子邮件: qlpu@deloitte.com.cn

谢似君

德勤财务咨询科技、传媒和电信行业领导合伙人
电子邮件: trxie@deloitte.com.cn

白皮书编写团队

濮清璐

德勤中国并购服务商业战略与研究 合伙人

庞瑜萍

德勤中国并购服务商业战略与研究 经理

彭博

德勤中国并购服务商业战略与研究 经理

胡佳男

德勤中国并购服务商业战略与研究 经理

张琰迪

德勤中国并购服务商业战略与研究 高级顾问

办事处地址

北京

北京市朝阳区针织路23号楼
国寿金融中心12层
邮政编码: 100026
电话: +86 10 8520 7788
传真: +86 10 6508 8781

长沙

长沙市开福区芙蓉北路一段109号
华创国际广场3号楼20楼
邮政编码: 410008
电话: +86 731 8522 8790
传真: +86 731 8522 8230

成都

成都市高新区交子大道365号
中海国际中心F座17层
邮政编码: 610041
电话: +86 28 6789 8188
传真: +86 28 6317 3500

重庆

重庆市渝中区民族路188号
环球金融中心43层
邮政编码: 400010
电话: +86 23 8823 1888
传真: +86 23 8857 0978

大连

大连市中山路147号
申贸大厦15楼
邮政编码: 116011
电话: +86 411 8371 2888
传真: +86 411 8360 3297

广州

广州市珠江东路28号
越秀金融大厦26楼
邮政编码: 510623
电话: +86 20 8396 9228
传真: +86 20 3888 0121

杭州

杭州市上城区飞云江路9号
赞成中心东楼1206室
邮政编码: 310008
电话: +86 571 8972 7688
传真: +86 571 8779 7915

哈尔滨

哈尔滨市南岗区长江路368号
开发区管理大厦1618室
邮政编码: 150090
电话: +86 451 8586 0060
传真: +86 451 8586 0056

合肥

合肥市政务文化新区潜山路190号
华邦ICC写字楼A座1201单元
邮政编码: 230601
电话: +86 551 6585 5927
传真: +86 551 6585 5687

香港

香港金钟道88号
太古广场一座35楼
电话: +852 2852 1600
传真: +852 2541 1911

济南

济南市市中区二环南路6636号
中海广场28层2802-2804单元
邮政编码: 250000
电话: +86 531 8973 5800
传真: +86 531 8973 5811

澳门

澳门殷皇子大马路43-53A号
澳门广场19楼H-L座
电话: +853 2871 2998
传真: +853 2871 3033

蒙古

15/F, ICC Tower, Jamiyan-Gun Street
1st Khoroo, Sukhbaatar District,
14240-0025 Ulaanbaatar, Mongolia
电话: +976 7010 0450
传真: +976 7013 0450

南京

南京市建邺区江东中路347号
国金中心办公楼一期40层
邮政编码: 210019
电话: +86 25 5790 8880
传真: +86 25 8691 8776

宁波

宁波市海曙区和义路168号
万豪中心1702室
邮政编码: 315000
电话: +86 574 8768 3928
传真: +86 574 8707 4131

三亚

海南省三亚市吉阳区新风街279号
蓝海华庭 (三亚华夏保险中心) 16层
邮政编码: 572099
电话: +86 898 8861 5558
传真: +86 898 8861 0723

上海

上海市延安东路222号
外滩中心30楼
邮政编码: 200002
电话: +86 21 6141 8888
传真: +86 21 6335 0003

沈阳

沈阳市沈河区青年大街1-1号
沈阳市府恒隆广场办公楼1座
3605-3606单元
邮政编码: 110063
电话: +86 24 6785 4068
传真: +86 24 6785 4067

深圳

深圳市深南东路5001号
华润大厦9楼
邮政编码: 518010
电话: +86 755 8246 3255
传真: +86 755 8246 3186

苏州

苏州市工业园区苏绣路58号
苏州中心广场58幢A座24层
邮政编码: 215021
电话: +86 512 6289 1238
传真: +86 512 6762 3338 / 3318

天津

天津市和平区南京路183号
天津世纪都会商厦45层
邮政编码: 300051
电话: +86 22 2320 6688
传真: +86 22 8312 6099

武汉

武汉市江汉区建设大道568号
新世界国贸大厦49层01室
邮政编码: 430000
电话: +86 27 8538 2222
传真: +86 27 8526 7032

厦门

厦门市思明区鹭江道8号
国际银行大厦26楼E单元
邮政编码: 361001
电话: +86 592 2107 298
传真: +86 592 2107 259

西安

西安市高新区锦业路9号
绿地中心A座51层5104A室
邮政编码: 710065
电话: +86 29 8114 0201
传真: +86 29 8114 0205

郑州

郑州市金水东路51号
楷林中心8座5A10
邮政编码: 450000
电话: +86 371 8897 3700
传真: +86 371 8897 3710



关于德勤
Deloitte (“德勤”) 泛指一家或多家德勤有限公司, 以及其全球成员所网络和它们的关联机构(统称为“德勤组织”)。德勤有限公司(又称“德勤全球”)及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体, 相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为及遗漏承担责任, 而对相互的行为及遗漏不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 www.deloitte.com/cn/about 了解更多信息。

德勤是全球领先的专业服务机构, 为客户提供审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询、税务及相关服务。德勤透过遍及全球逾150个国家与地区的成员所网络及关联机构(统称为“德勤组织”)为财富全球500强企业约80%的企业提供专业服务。敬请访问www.deloitte.com/cn/about, 了解德勤全球约330,000名专业人员致力成就非凡的更多信息。

德勤亚太有限公司(即一家担保有限公司)是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体, 在亚太地区超过100座城市提供专业服务, 包括奥克兰、曼谷、北京、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

德勤于1917年在上海设立办事处, 德勤品牌由此进入中国。如今, 德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力于中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家中国本土成立的专业服务机构, 由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问 www2.deloitte.com/cn/zh/social-media, 通过我们的社交媒体平台, 了解德勤在中国市场成就非凡的更多信息。

本通讯中所含内容乃一般性信息, 任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构(统称为“德勤组织”)并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前, 您应咨询合资格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何(明示或暗示)陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。

© 2021. 欲了解更多信息, 请联系德勤中国。
CQ-033SC-21

