



迎接未来云 AR/VR





目录

1. 探究AR/VR的未来	01
1.1 建立AR/VR实境体系	01
2. VR技术及其演进路线——云AR/VR的问世与兴起	06
2.1 PC、VR、移动VR与2D AR	07
2.2 云辅助VR与3D AR/MR	08
2.3 云AR/VR的开端	09
2.4 云VR与MR	10
2.5 5G推动AR/VR	11
3. 移动运营商的商业机遇	14
3.1 内容、服务与商业模式	14
3.2 过渡至后期阶段	18
3.3 云AR/VR的后期阶段	18
4. 总结与收获	19
4.1 AR/VR创造经济和社会效益	19
4.2 总结	20



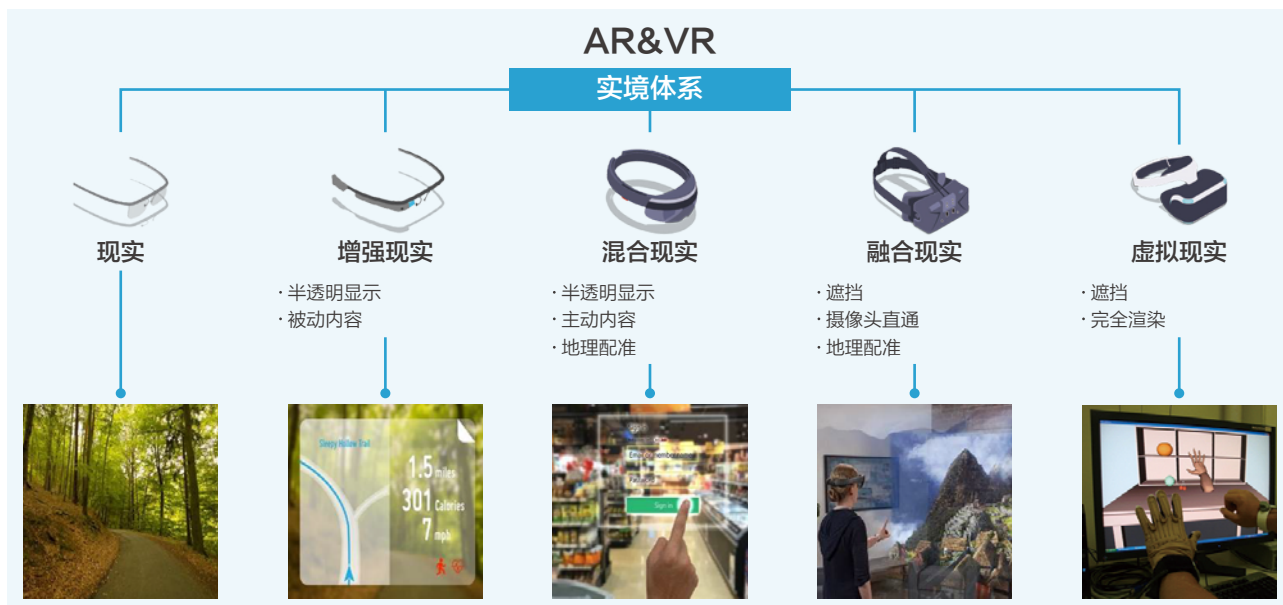
1 探究 AR/VR 的未来

增强现实 (AR) 与虚拟现实 (VR) 是能够彻底颠覆内容消费与通讯消费的变革性技术。这变革不仅体现在消费领域,更体现在许多商业和企业市场中。本文将详细探讨新兴AR/VR市场的发展,5G等关键技术的驱动,以及发挥全部潜在价值所需的里程碑式的进展。据华为无线应用场景实验室 (Wireless X Labs) 和ABI Research估计,到2025年AR/VR市场将创造2920亿美元的价值 (AR: 1510 亿美元,VR: 1410 亿美元)。

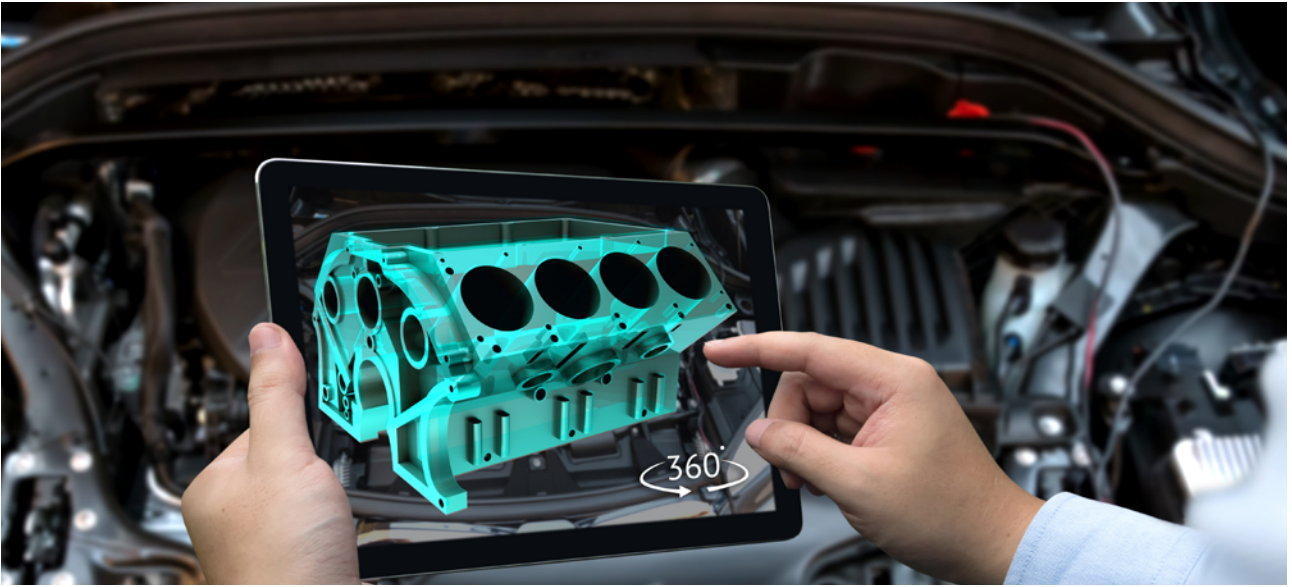
随着市场的不断变化,服务与内容供应商将通过反复的试验和调整并按着现有的商业模式引入新业务,最大程度地发挥AR/VR及辅助技术的潜能。目前,AR与VR的体验相对独立,界限清晰,但未来这两种体验的融合将通过一系列的技术进展来实现。

1.1 建立 AR/VR 实境体系

下图中的实境体系将整个AR/VR领域划分为几个部分,从非虚拟物件或内容 (现实) 至全沉浸式VR。



AR & VR实境体系 (来源: Wireless X labs, ABI Research)



1.1.1 AR

AR能够补充或增强用户眼中的现实世界。迄今为止，大部分的AR头戴式显示器（HMD）市场活动都来源于商业和企业。未来，基于智能手机、平板的移动AR，以及轻便的HMD会在大众市场中表现出强劲的发展势头。AR智能眼镜可被进一步细分为单眼应用和双眼应用。

1.1.2 VR

VR的目的不同于AR，VR往往通过遮挡用户的现实视线，将其感官带入一个独立且全新的虚拟空间，为用户提供更深入、代入感更强的体验。VR市场可进一步细分为移动VR（使用智能手机作为屏幕和处理器/传感器）、有线VR（使用控制台或PC进行外部处理）、以及单机VR（一体化设备）。

移动VR的典型代表包括谷歌的Cardboard和Daydream，三星的Gear VR。这些设备售价较低，多数不超过100美元，而且经常有促销活动。目前的互动式体验仅限于坐式体验（三个自由度，又称“3DOF”）。房间范围（六个自由度）的体验才能弥补移动VR和其他类型VR之间的差距。

单机VR包括x86和移动硬件配置平台（例如高通骁龙平台），构成一体化的全套设备。相比于移动HMD，VR设备定价较高，但低于高端PC和整套有线VR设备的价格。中国是单机VR设备的初期领导者。据预测，该领域的年均复合增长率（CAGR）高于其他HMD市场细分领域。单机VR设备的产品生命周期有可能与平板相似，使OEM可以基于目标应用和产品来平衡成本与性能。有线VR通过外部处理（例如PC）打造目前家庭甚至商业领域中VR体验的巅峰。整套设备价格昂贵，但微软正协助OEM推出中等有线HMD设备。Oculus等VR主流玩家也已经降低新产品的价格，这得益于HMD价格下降和对PC硬件要求降低，并且会比电脑游戏更加能够推动企业可视化与设计的发展。

1.1.3 混合现实与融合现实

AR和VR虽有上述不同，但从根本上看都是同时将现实与虚拟带入同一个共享体验。随着技术的进步，市面上会出现更多趋同的硬件设备和用例，由此产生现实体系中的混合现实与融合现实。

混合现实与融合现实的设备为终端用户提供类似的体验，但由于目前技术的限制，进入市场时受到AR/VR终端的影响。Acer和HP等PC制造商会发布融合现实HMD，向VR设备靠近，而Meta和微软HoloLens的混合现实解决方案则更接近于AR。



1.1.4 市场潜力

2016年, AR和VR市场总值超过10亿美元, 预计在2017年到2025年期间以70.9%的CAGR增长。其中, VR的CAGR为60.9%, AR为90.4%。

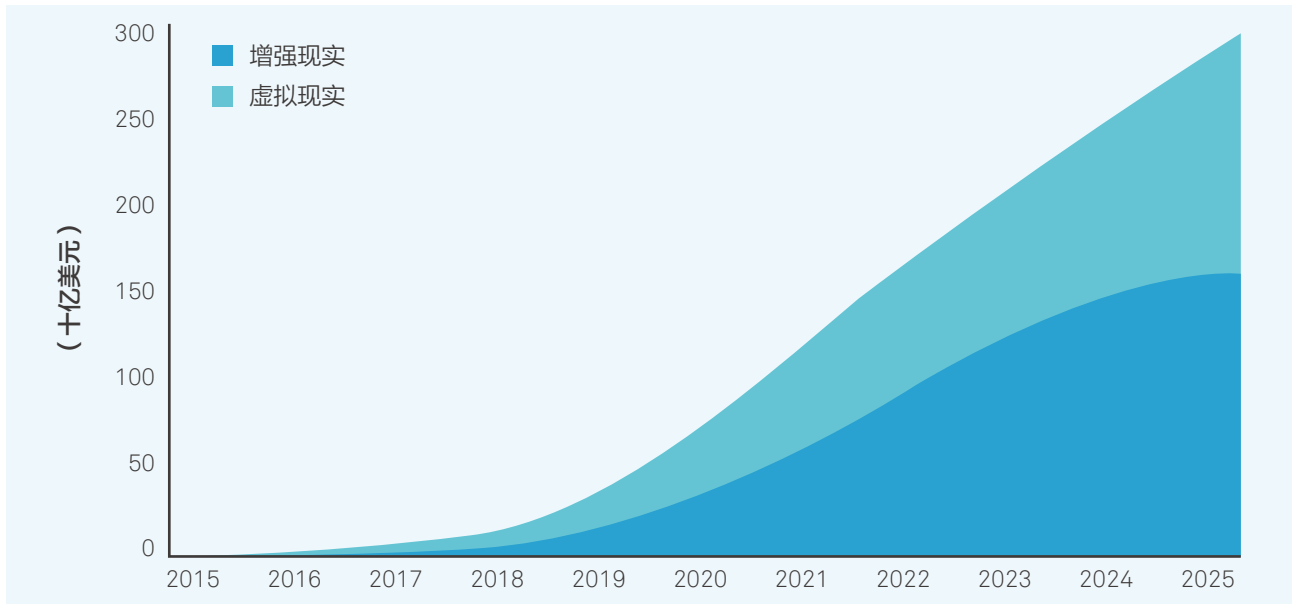


Figure 1-2 AR & VR 市场总收入
全球市场, 2015-2025 年预测 (数据来源: Wireless X labs, ABI Research)

消费者应用、教育应用和企业应用之间需要保持平衡。各公司会利用公共技术平台, 采用不同的内容与市场进入策略。下一节将介绍预测与演进路线, 在该路径后期, VR和AR的融合将为MR应用创造商机。

出货量最大的VR设备将从依赖移动设备的低成本HMD (例如Cardboard) 转型为升级版移动设备 (例如三星Gear VR、谷歌DayDream), 再转型为单机HMD。在AR市场中, 随着应用程序的不断增多, HMD成本越来越低, 智能眼镜的数量也会大幅增长。此外, 微软HoloLens等MR设备也会进一步扩大AR市场。到2025年, 整个AR/VR市场将达到近3亿台设备, 其中VR HMD约2.5亿, 智能眼镜约5000万。



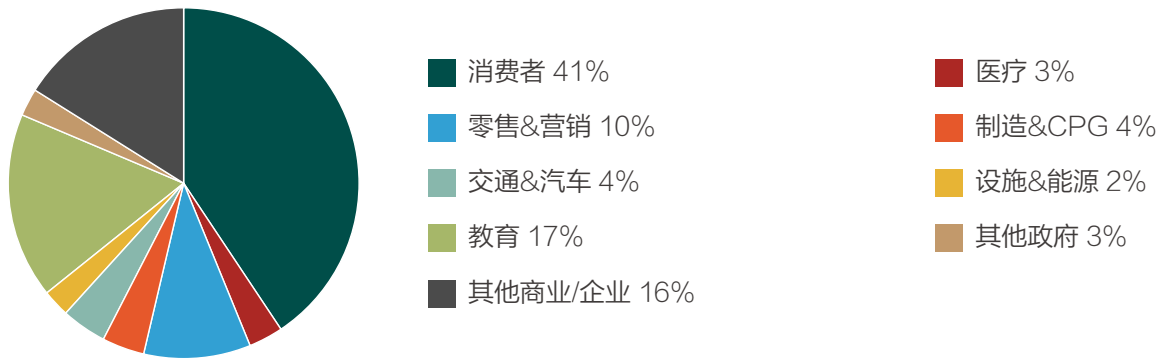


Figure 1-3 行业划分, AR & VR HMD 发货量
全球市场, 2025 年 (数据来源: Wireless X labs, ABI Research)

随着价格逐渐下降的和设计越加讨喜, 消费者AR将加速增长, 于2019/2020年进入快速发展阶段, 预计消费者市场仍会占比最大。同样, 截至2025年, 低价的移动VR设备将持续增长。VR设备可以辅助互动式和沉浸式学习, 强力推动教育等垂直行业。最终, MR应用和生产力的增长将帮助这项技术渗透到其他商业和政府机构中。

消费者市场预计在VR市场的软件与服务中占比最大, 超过50%。到2025年, 游戏仍是最大的VR市场, 占VR软件与服务总收入的35% (超过300亿美元), 但相比其2016年所占份额 (54%) 略有下降。视频起步晚于游戏市场, 截至2025年, 预计将占据软件/服务市场的19%, 超过166亿美元。

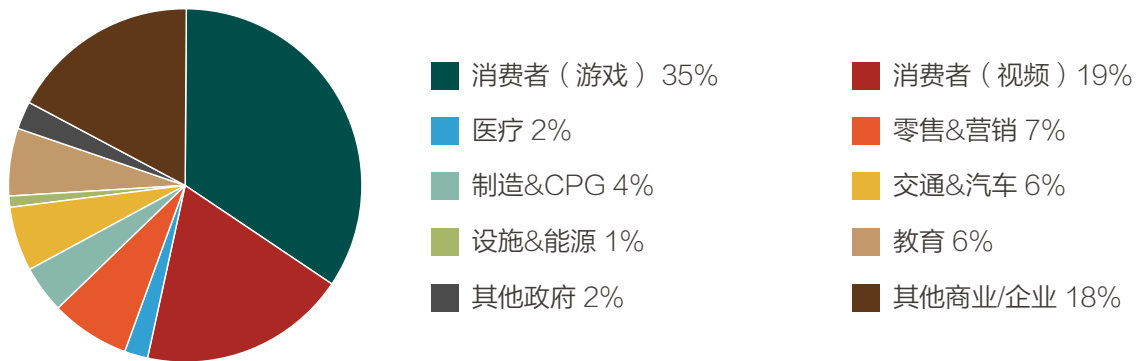


Figure 1-4 行业划分, VR 软件 & 服务收入
全球市场, 2025 年 (数据来源: Wireless X labs, ABI Research)

据预测, 从现在到2025年, AR/VR技术将连续经历多个演进阶段, 有利于AR/VR市场的发展 (下一节将对此展开详细讨论)。不论是本地还是云端, 连接性都是非常关键的。当今市场中, 大量的内容 (尤其是非视频内容) 都以应用程序的形式被下载或发布。未来几年将会转向云端发布的内容和服务, 最终推动云AR/VR的崛起。移动VR与云端发布十分契合, 因为这些设备得益于智能手机, 既能连接Wi-Fi也能连接蜂窝网。(本文默认此类设备具备这些功能。)

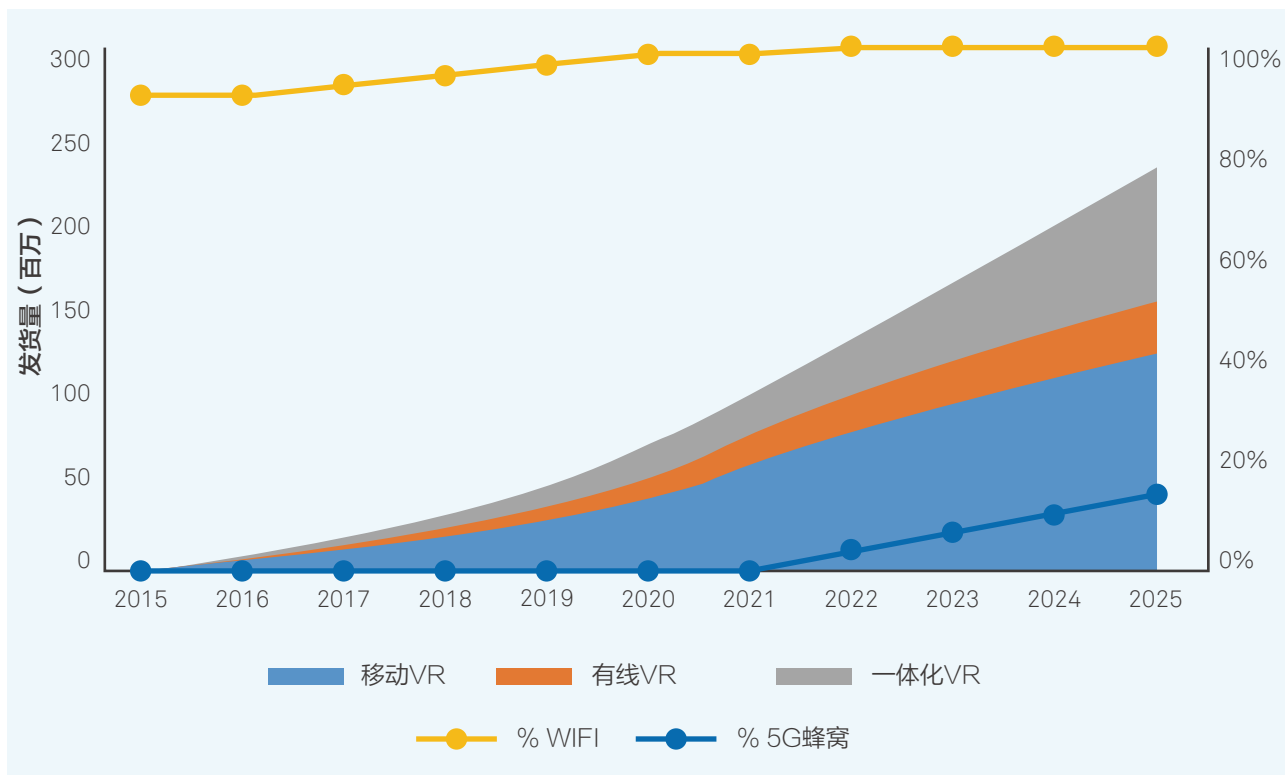


Figure 1-5 VR HMD 连接与发货量
全球市场, 2015-2025 年预测 (数据来源: Wireless X labs, ABI Research)

一体化VR HMD将从2018年起开始迅猛发展。虽然早期设备只支持Wi-Fi连接, 不支持蜂窝网络, 但是与混合现实、融合现实的结合将衍生出新应用, 创造新价值。设计本身也必须更好地适配户外和公共场合的应用场景。2020年之前, 5G将迅速发展, 适应更广泛更多样的新产品。如果5G发展的节奏加快, 随着5G普及而兴起的HMD也会提早问世。



2 VR 技术及其演进路线

——云 AR/VR 的问世与兴起

随时随地体验蜂窝网带来的高质量AR/VR，并逐步降低对终端和头盔的要求，实现云端内容发布和云渲染，是未来的发展趋势。依赖于AR/VR自身相关技术、移动网络演进和云端处理能力的进步，Wireless X Labs提出云AR/VR演进的五个阶段。其中5G能帮助云AR/VR缓解该领域所面临的设备和成本压力。

云AR/VR演进和连接需求				
	阶段0/1		阶段2	阶段3/4
VR应用及技术特点	PC VR	移动VR	云辅助VR	云VR
	 <p>游戏、模拟 (动作本地闭环, 本地渲染)</p>	 <p>360视频、教育 (全景视频下载, 动作本地闭环)</p>	 <p>沉浸式内容、互动式模拟、可视化设计 (动作云端闭环, FOV (+) 视频流下载)</p>	 <p>光场视频空间体验、实时渲染/下载 (动作云端闭环, 云端CG渲染, FOV (+) 视频下载)</p>
VR应用及技术特点	2D AR		3D AR/MR	云MR
	 <p>汇编指令、游戏、定位、远程办公、零食/营销可视化 (图像和文字本地叠加)</p>		 <p>空间不断扩大的全息可视化高度连接的公共安全AR应用 (图像上传, 云端响应多媒体信息)</p>	 <p>基于云的混合和融合现实应用用户密度和连接性增加 (图像上传, 云端图像重新渲染)</p>
连接需求	以Wi-Fi连接为主 4G和Wi-Fi流媒体 20Mbps 50ms时延		4.5G流媒体 40Mbps 20ms时延	5G流媒体 100Mbps-9.4Gbps 2-10ms时延

Figure 2-1 AR/VR 连接需求及演进阶段 (数据来源: Wireless X labs)



随着 AR 和 VR 在内容、服务和应用方面的发展（例如从家庭 / 办公室扩展到公共场所的无缝使用），远距离多地点的应用将需要更高的带宽及服务连续性。当前的移动网络和固定网络能够支撑现有的 AR/VR 应用，但受到视频应用带来的冲击以及未来硬件设施带来的压力，当前的移动网络（甚至固定网络）将不堪重负。此外，从内容下载转

变为云端依赖需要更可靠、覆盖更广泛的网络连接，尤其是在位置服务和广告业务繁多的人口密集地区。

本文探讨的演进阶段是基于目前的市场预期和推出的产品，但是如果各公司和网络运营商采用的新技术比预想的更先进或者未能达到预期，该时间线也可能有所变化。

2.1 PC VR, 移动 VR 与 2D AR

目前，VR/AR市场中的HMD支持使用移动设备的坐式/站立VR，以及使用有线外置追踪设备的房间范围VR体验。360° 流视频以外的多数内容都是在本地下载处理的，如智能手机或PC。相比之下，AR市场的产品更加多样化，覆盖更广。但是目前的市场更倾向于可替代平板的免持装置，如使用波导微型显示器的单眼智能眼镜。这类装置以2D为主，3D相对受限。

现在的VR市场中，谷歌和三星领军移动VR，索尼、HTC和Facebook/Oculus则是HMD领域的领头羊。在中国这样的庞大市场中，应用商店和平台上市遇到的障碍较少，HMD供应商数量也因而尤其多。VR面临的挑战不仅包括价格高昂、内容有限、消费者体验优劣不一，还有用户接受缓慢的问题。

AR市场则更加多样，一定程度上区分为硬件供应商和软件平台供应商。其中Vuzix、ODG、谷歌、微软和爱普生等是智能眼镜市场的领头羊。PTC、Wikitude、UpSkill和Atheer等公司是领先的平台供应商，苹果公司的ARKit同样具备极大的潜力。同时，还有一些公司在研究集成系统，例如微软（HoloLens）、谷歌（Glass/Android）和平台（ODG/ReticleOS）。

目前AR和VR市场都缺乏行业统一的标准，主要由上述市场领导者共同推动发展。后续阶段中，即使没有具体标准，也会出现更多的通用指导方针，将相对碎片化的市场整合起来。





2.2 云辅助 VR 与 3D AR/MR

第二阶段标志着硬件、软件和服务的第一次演进，基于云的动作处理和基于动作的适当视场（FOV）下的图像传输扮演了越来越重要的角色。尤其是在VR空间中，硬件将从坐式/站立体验转变为整个房间范围的体验。这一转变需要通过外置追踪装置（或是使用外部摄像头，或是使用植入式视觉解决方案，例如Tango或英特尔的RealSense）。除房间范围的追踪以外，室内定位也会在AR和VR中发挥越来越重要的作用。

对服务和内容而言，这意味着更高水平的互动和浸入体验，内容定价会因此抬高。VR在广告中的应用仍处于试验阶段，虚拟对象以及连接传统广告的虚拟门户需要在虚拟环境中运行。一旦内容供应方和广告公司锁定了消费者接受度最高的互动广告类型和交付模式，VR广告将逐渐定型并步入正轨。以谷歌和Facebook为例，他们已经向开发商和内容供应方展示了新平台，探索变现方案（例如在VR环境、公共场所等地展示2D视频/广告）。VR用例仍会集中在家庭和办公室环境中，而AR将渗透到公共环境。随着消费级智能眼镜和智能手机的AR应用普及，公共环境下的AR市场机会也会随之增长，标志着混合现实时代的开启。

教育系统将会更多地使用VR提供沉浸式学习体验，激发学生的学习兴趣，提高课堂的影响力和参与度。教学项目

与计划，例如旨在推动STEM的教学项目，能通过VR和AR激发学生的好奇心和学习兴趣，从而发挥更大的影响力。虚拟体验并不会完全取代亲身体验，而是让学生能够探索在现实的教学环境中无法涉足的地域和文化。高等教育同样会得益于AR和VR技术，先进的实验室工作和更有代入感的教学情境可以让学生更好地融入现实世界，参与到现实活动中。

凭借互动式体验，AR/VR未来也会被职场人士视作得力的工作助手。AR/VR势必成为计算机运算的未来。要实现这一愿景，整个领域需要从第二阶段开始便奠定基础。在第二阶段，各类实验应该已经十分普遍，通过光场（覆盖一个场景内的所有光线，捕捉光线强度和方向的信息，实现空间映射）等技术解决一些悬而未决的问题，例如视觉辐辏调节冲突。

采纳创新技术提高内容处理和传播效率有利于减少现有传播渠道的障碍。比如，混合型云处理可以大大降低房间视频体验对处理能力和带宽的要求，解决网络时延的问题。移动边缘计算（MEC）能实现蜂窝网络边缘的云计算，可用于公共场所和企业其他业务的内容传输（例如，可以出售体育馆或音乐会的高级门票，让观众可以从多个视角观看）。在5G到来之前，这些技术弥补技术发展和现实需求的差距。



2.3 云 AR/VR 的开端

第三阶段是云AR/VR的开端，跨度约3年，直至2022年，也标志着AR/VR发展5-10年黄金时代的开端。第二阶段仅涉及视频匹配，而第三阶段的不同之处在于引入基于云的电脑制图（CG）虚拟图像实时渲染。用户不再依赖游戏机或本地计算机的GPU，而是像接收任何其他流媒体一样，从云端服务器接收视频游戏或虚拟内容。该技术可以为更多样、互动性更强的VR素材带来机遇，降低用户设备的价格，并让用户设备变得更轻便，且无需连线。在此阶段，光场显示和房间范围的视频体验等新技术应该已经出现，并且越来越风靡，主流设备的分辨率至少为8K。在前三个阶段中，屏幕分辨率会不断提高，直至无法区分虚拟和现实世界。这将彻底解决VR显示中的现有问题，如纱窗效应或像素化。

眼动追踪和视网膜凹式渲染（降低外围视觉的图像质量限制对数据和处理的需求）等技术对高分辨率HMD而言至关重要，但是带宽和时延要求将促使市场越发需要5G技术。5G时代会出现更完善的业务，满足家庭内外的需求。很多电信运营商已经着手准备，刺激消费者的感官体验，保证运营商和客户收益最大化。

至此，消费级AR智能眼镜应该已经迎来转折点，用户基数会加速增长。智能眼镜有利于增强市场冲击力，推动室内定位和基于位置的服务。头戴式设备在日常活动中将更加普遍。公司和运营商也将更频繁地评估广告、内容和服务的运营模式，确保更精确地匹配这些设备。5G将成为这类服务的关键使能技术和辅助技术，确保运营商为终端用户提供最佳体验。随着内本身容的改良（例如有平移运动的视频），单用户的连接设备将越来越多（智能手机、智能眼镜、智能手表等等），对移动网络的需求也将越来越高，尤其是在日间高峰时段和人口密集地区。

某些高端内容会依赖云端服务器缓解带宽和本地处理的压力。仅基于云的服务此时应该已经出现，混合型云服务能够为其奠定基础，将用户体验转移至云端，有望使低成本的“轻薄型”HMD（主要是显示屏和传感器）成为可能。服务和平台将与硬件解耦，消费者能够从不同的设备中获得相对一致的用户体验，这很大程度上取决于数据服务的质量。





2.4 云 VR 与 MR

最后一个阶段将出现于黄金5-10年之后,此时AR/VR应该发挥了最大的增长潜力。这一潜力通过以下多种技术进步来实现:5G、云服务、潜在的硬件优化,例如从不透明的VR显示器到半透明的AR显示器。

这一阶段的技术不确定性最多,比如,同时满足AR和VR应用需求的新型显示器此时已经具备一定的市场潜力,但是技术问题仍然是一种可能会成为阻碍。虽然支持视频直通的VR HMD能实现AR体验,但是笨重的显示器会让多数用户不愿在公共场所使用(基于位置的VR服务除外)。VR和AR的结合能为用户提供最广泛的内容和服务,并实现未来AR/VR市场应用的宏伟蓝图。

显示器分辨率和高度沉浸的内容也会大大推动用户去寻找更完善的数据服务。FOV的范围在单眼1080*1200到单眼视网膜VR显示(6600*600)之间,要求低端数据速率(30 FPS)和高端数据速率(120 FPS)在100 Mbps到9.4 Gbps之间。当然,混合型云渲染和视网膜凹式渲染等技术有利于应对带宽要求,但是不论带宽如何,现有的移动网络将无法满足不同阶段的多种应用需求。



移动时延(motion-to-photon latency,从头部运动开始到显示更新完成的时间)一直是个难题,随着5G网络的到来,该问题将迎刃而解。5G网络边缘的时延预计在1ms到4ms之间,而4G网络的时延通常为几十毫秒,大大高于5G(总时延低于20ms时,VR体验最佳)。到2025年,AR/VR的应用将广泛地渗透到日常生活,无人驾驶汽车等革命性应用将为用户带来更多的AR/VR体验,远距离支持这类设备将成为5G时代的另一个典型应用。

从零阶段到第四阶段,整个领域需要完成很多突破。要让AR/VR成为下一个伟大的计算平台,实现云AR/VR,网络连接也许是最关键的一环。目前,要满足广大用户和企业的AR/VR需求,5G无疑是最佳的解决方案。





2.5 5G 推动 AR/VR

5G有望实现广覆盖，大幅提升速度，降低时延，这些对于AR/VR应用都十分关键。降低数据传输成本也是5G的一大优势。AR/VR诉求与5G承诺的能力和功能有很多相似之处，尤其是在速度和时延方面。对于AR/VR的长期发展而言，5G是关键推动力。

据推断，目前的4G/LTE网络以及LTEAdvanced Pro将很难为AR/VR应用提供一致的用户体验，尤其当市场进入后两个阶段时。市场将无法提供一个可信的商业案例来支撑AR/VR。5G能够一举扭转局势，为这些应用的存在和演进提供有力的支撑。AR/VR将改变全球市场的运营模式，5G有能力实现这一转变。

现有4G/LTE网络支持的最大连接数很快将无法满足AR/VR的要求。虽然LTE Advanced Pro有望实现1 Gbps的速率，但很多应用仍需要更高的速度来实现理想的体验效果。另外，当前的时延水平无法呈现令人满意的AR/VR体验，无法应用于以云为中心的场景。按计划，5G将于2020推出，Wireless X Labs和ABI Research将其视为打开AR/VR广阔市场机遇的关键。成功抓住这一机遇需要高可靠、低时延的无线宽带基础设施，必须满足AR/VR对超高速度和超大容量的需求。5G的时延目标为1ms，用户看到的AR/VR影像能够随着用户头部的移动立即进行更新和调整，甚至能根据用户视野或视角的微小变化进行调整。

5G能提供以下能力：

- › 使用新空口(NR)，整合授权、未授权、共享频谱，利用现有技术统一的连接平台上提供20Gbps的峰值速率。
- › 大大增强容量和覆盖，支持每平方公里100万台设备的连接。
- › 即使在小区边缘也能保证100Mbps的速率：当视网膜VR的数据速率较高时，使用混合型云计算、轻度压缩、凹式渲染能够在云VR架构中实现较低数据速率的无缝连接，保证高水平的用户体验，让蜂窝系统实现了全地区的高度覆盖。目前对该话题的讨论主要集中在上行链路和下行链路的解耦，由于上行链路受制于终端用户设备的传输能力，所以需要使用低频频段增强覆盖。
- › 支持1TB/s/km²区域容量，适应更密集的用户群，尤其是人口密集的城区。
- › 1ms空中时延，实现近实时用例，包括无人驾驶、AR/VR、专业仪器的远程操控等。

与4G相比，5G能够使吞吐量提高10倍，时延降低10倍，流量容量增长100倍。对于最先进、最创新的AR/VR应用而言，5G不仅是锦上添花，而是必不可少。



2.5.1 5G 的预期 KPI

5G具有诸多亮点,尤其是连接的可靠性、稳定性、安全性方面。其中,安全性是考量新技术最常提到的一个关键要素。根据目前的市场发展趋势,Wireless X Labs 和ABI Research预期基于5G的VR设备将在2021年之前实现大规模应用。如果网络上线和服务计划比预期更快进入市场,VR设备的普及率也将顺势提前。

运营商在AR/VR中的可参与空间(SAM)十分可观,到2025年将超过930亿美元,约占AR/VR总价值的30%。连接包括AR/VR的移动数据套餐和固定蜂窝数据业务

(家庭Wi-Fi)。依据5G的部署时间和方式,若能加速实施战略或积极开展营销,SAM市场的价值几乎可以翻倍。

内容和平台的收入很大程度上取决于服务发布、内容协议和空间活动。Sky、Verizon、SK Telecom和MTG等移动运营商已经开始针对VR/AR开展内容和平台活动。内容和平台包括消费者和商业/企业的云计算、增值服务(会议、存储等)。服务和内容包括:客户支持、见我所见、培训、远程监控、可视化和设计。

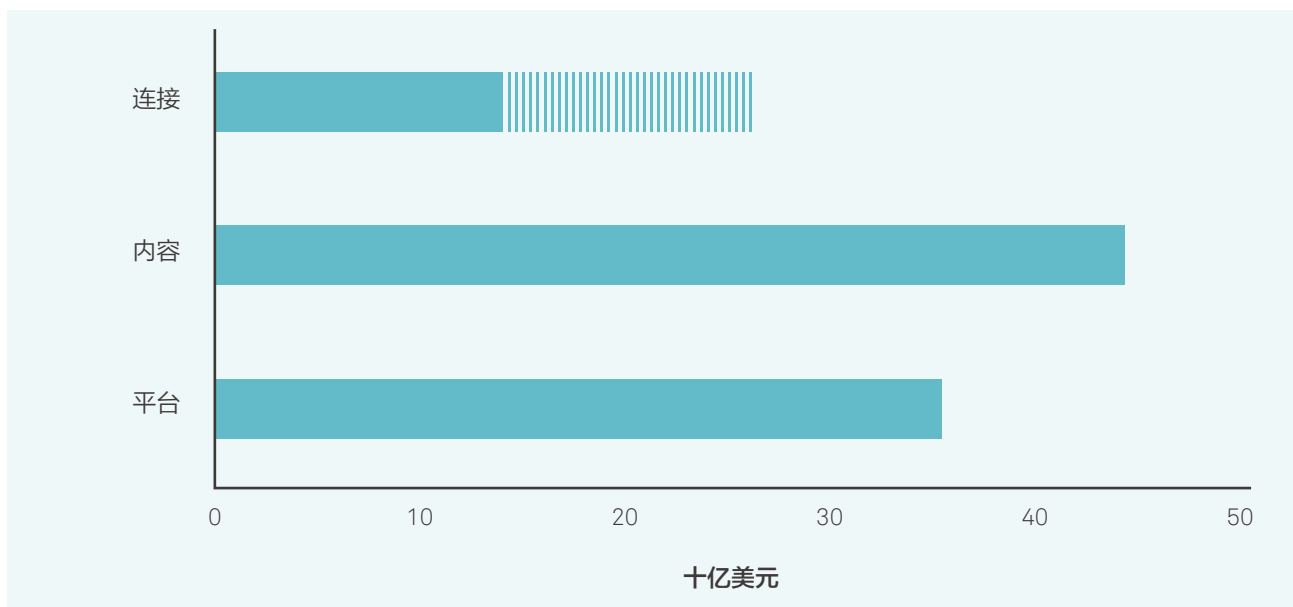


Figure 2-2 AR/VR 运营商可参与空间
全球市场, 2025 年 (数据来源: Wireless X labs, ABI Research)

下一节将总结 5G 如何成为 AR/VR 市场中的革命性力量。



2.5.1.1 视频与容量

AR/VR设备极度依赖视频技术的进展和功能，又对带宽提出了很高的要求。为了满足AR/VR应用的需求，带宽也会相应提升。360° 视频等新格式的出现和演进需要增加带宽。目前，4G处理360° 视频的速度为4K 30fps（帧每秒），5G应该能够将视频体验的速度提升至8K 90fps（混合型云计算和凹式渲染能实现更高的分辨率和帧率），使用户享受更丰富的视频体验。

2.5.1.2 网速

AR/VR本身也会越来越复杂，4G网络Gbps的峰值速率很快将无法满足其要求。随着5G容量的提升，应用程序可以在高频频段上运行。5G新空口（NR）也会进入最后的发展阶段，这一技术有望将网速提升至几十Gbps，从而满足AR/VR应用对网速的要求，更有效地应对超高数据量的要求，使AR/VR用户享受更加一致的体验。

2.5.1.3 时延

AR/VR应用覆盖线上游戏、纪录片、娱乐和运动等诸多领域。除了上文提到的移动时延以外，还涉及到VR其他方面的时延问题。以线上游戏为例，时延问题可能导致“击杀对手”变成“被对手击杀”。5G的超低时延或许可以解决这一难题，加速的数据处理有望为用户呈现更创新、更强大的实时体验。

2.5.1.4 统一和稳定的体验

AR/VR越来越复杂，现有的连接标准难以实现连续可靠的用户体验。AR/VR用户需要持续、强劲、稳定的信号。任何形式的时延或服务中断都可能严重破坏AR/VR用户的体验。要克服这一挑战，业者需要依赖5G所提供一个统一网络，使用多天线（小站）来保证用户覆盖，让网络边缘的用户也能从中获益。

2.5.1.5 提高能源效率

最后，5G将允许更多的设备同时接入，在移动和固定无线宽带上使用超高速的海量数据，同时减少能源消耗。据估计，通过基站的极简设计、先进的波束赋形技术、无线通信接口的用户面与控制面分离、网络功能虚拟化和云化等技术，5G能源效率将比现有LTE网络提升90%。更强大更稳定的网络覆盖还能辅助信号检测和滞留，延长设备电池的使用寿命。



移动运营商的商业机遇

上文介绍了AR/VR技术的演进，以及计算环境更加普及以后（通过5G和云AR/VR）服务与内容的变化。上述的每个阶段都为MNO（移动网络运营商）和其他运营商带来无限机遇。

3.1 内容、服务与商业模式

早期AR/VR的目标人群各不相同：谷歌眼镜等先驱产品受到消费者热捧，随后AR在商业和企业应用中占得一席之地，VR则主要被消费者所采用。VR在商业和企业领域也有极大潜力，Wireless X Labs和ABI Research预计到2025年这部分市场会占总收入的46%以上，占VR HMD发货量的近55%（2016年分别为26%和41%）。同样，随着产品价格和设计规格越来越适应消费者的口味和偏好，消费级AR智能眼镜也会在未来几年内势头大涨。

除了有线VR和为数不多的单机设备，大部分的VR体验都局限于坐式或站立，不涉及平移运动（即3DOF三个自由度）。平移运动（例如站立和下蹲、前后移动、左右移动）可以极大增强代入感，为用户提供更自然真实的体验。

3.1.1 VR

目前VR市场在游戏和视频/广告领域举足轻重。体育赛事（例如英特尔True VR）和现场活动（例如Next VR）等精选体验已经帮助VR跳出简单的日常体验。用于推广各类优质内容/事件的VR体验已经主导了视频市场。电信运营商和

付费电视/宽带运营商同样也开始探索VR的各种可能：

- › BT引入360°体育内容MTG发布VR平台（ViaReal）MEO开创VR服务，作为其多屏电视业务的一部分（使用三星Gear VR）Orange发布Android和iOS智能手机的HMD（定价50欧元），以支持其Orange VR 360应用。
- › SK Telecom于2017年MWC上发布“360自适应VR直播平台”，并计划在2018年冬奥会上提供360°全景直播。
- › Korea Telecom同样将在2018年冬奥会期间展示VR和5G技术。
- › Telia已经与诺基亚合作，利用其多址边缘计算平台，展示体育赛事VR直播。
- › Sky已经尝试VR业务并发布一款名为“Sky VR”的应用。





同样，日本的5GMF（第五代移动通信促进论坛）和韩国的5G论坛等移动工作组已经将AR/VR定为5G网络的关键用例和商机。AR/VR不仅位列5G的13项关键用例之中，同时5G论坛认为AR/VR是5G的五大商机之一。在这些网络发布并普及之前，VR内容将经历数年的发展过程。

360° 视频这样的VR游戏市场比较适合提供比核心游戏和OTT观影更短或更有限的体验。内容供应方仍需经历一条学习曲线才能创造出最佳的沉浸式VR体验，解决消费者们不愿意长时间佩戴HMD的问题（每段VR一般20分钟以内）。

虽然VR技术在商业和企业空间中尚未普及，但已经具备强劲的发展势头。Surgical Theater等医疗公司正助力外科医生更好地为手术做准备。其他公司则重点关注锻炼和治疗（例如焦虑症和创伤后应激障碍）。医疗行业的其他活动包括：

- › 洛杉矶的Cedars-Sinai医院引入VR减轻患者的痛苦和压力。其内容包括美景观赏、与鲸同游以及艺术工坊。
 - › 学术期刊也刊登了类似的牙科疼痛管理研究。研究显示，海景比城市风景更有助于缓解疼痛。
 - › MindMaze已获得FDA的批准并推出中风患者复健系统。
 - › Give Vision通过基于手机的HMD帮助视力障碍人士。
- 大型汽车制造商和经销商正尝试通过虚拟展示厅和VR体

验来提升人们对汽车品牌的兴趣。房地产公司也为有意向的国际客户提供虚拟游览服务（例如中国ConductorVR的VRoom）。虚拟旅游可以让参与者能体验异国他乡的景致，或者在购买机票和度假套餐之前抢先领略目的地的风光。其他用例还包括：

- › 位于德克萨斯州西部的Betenbough Homes利用VR系统为潜在买家提供虚拟房产参观服务，体验不同的内部设计方案，让买家在下单之前就能看到个性化设计的效果。
- › 建筑师通过Yulio等自助工具和头戴式视图设备显示模型，提升客户探索3D建筑设计的体验。

在零售领域，各家公司已经在B2B和B2C中使用VR。沃尔玛已经使用VR培训，约14万员工将从STRIVR设计的项目中获益。百度已经推出了VR虚拟店面。Kantar Retail和InContext Solutions等公司使用VR让客户在正式上线之前在虚拟环境中测试市场店面布局和上架等。VR硬件供应商和零售商已展开合作，通过店内演示或应用程序来展示产品和服务，开展营销活动。基于位置的VR已经覆盖所有地区，其中，北美、亚太和西欧的势头最为强劲。这些地区的盈利水平与按次或按时收费标准颇为一致。VR设施包括专门的娱乐中心、游乐场以及公共场所等。美国的IMAX等影院已经添置VR游乐场来进一步提高收入，吸引新顾客。除此之外，VR还渗入了公共交通服务，例如法国国营铁路公司SNCF（采用Skylights VR HMD）和欧





洲高铁“欧洲之星”。整个公共交通是AR/VR的重点之一，将大大得益于下一代移动网络服务，适应更高的数据消费，满足远距离持久连接的需求。

政府、军队和安全领域同样为该市场的早期发展做出了重要贡献，事例如下：

- › 美国军方正在积极使用VR来模拟战时跳伞。该模拟项目是特种部队跳伞训练的一部分，让士兵们在虚拟任务环境中练习跳伞，帮助他们更好地在现实场景中完成任务。
 - › Visualize开发了四段VR训练视频，协助英国军方招募新兵。
 - › Lockheed Martin利用VR系统中的3D影像在生产线上实现设计可视化，提供维修培训，此举每年可以节省1000万美元。
- 沉浸式体验在突出学习过程方面的潜力已经引起了教育机构的注意，并已经在高等教育（大学和研究生培训）和较低水平教育中进行了尝试，旨在丰富课程，激发学生兴趣。具体事例包括：
- › 新加坡教育部正在利用VR系统为学生实现境外虚拟游览，采用虚拟导游进行教学。
 - › 凯斯西储大学（Case Western Reserve University）计划从2019年开始使用VR进行解剖。这样既能节省成本，又能提升灵活性，解决医疗培训中的道德难题。



3.1.2 AR

AR智能眼镜市场目前重点关注商业和工业领域，用于分拣包装（及相关的库存/操作应用）、见我所见和培训。具体事例如下：

- › DHL在仓库中测试AR应用，在包装环节提升效率25%。
- › 空客在生产中使用MR，将检查机身支架的时间从300小时缩减为60小时。
- › 波音使用AR培训，第一批尝试的受训者学习速度提升30%，准确度提升90%。
- › 第一响应者和医疗专业人士已经将AR试用于见我所见、培训、以及为健康专业人士提供额外视觉信息（例如额外的摄像信号、生命体征等）中。智能眼镜也应用于帮助视觉缺陷人士进行导盲（例如eSight、NuEyes、OrCam、OxSight等）。

使用广角镜片的AR在Pokemon Go等移动领域取得了巨大成功。零售商（例如Lowes）计划发布AR应用，为消费者实现家居可视化。苹果公司也发布了为开发者设计的ARKit，这将在各行业和市场应用中广泛激发对AR（也可能包括VR）的投资热情。Facebook和三星等VR空间先驱者正在积极瞄准AR市场。在早期阶段，混合现实应用还需等待硬件的部署，而MR HMD的到来将开启AR和VR融合的时代，这一趋势已经在本文中反复提及。

3.1.3 商业模式

在视频领域，多数360° 视频都具有宣传性质，其余的则尽量少用广告，毕竟多数用户只会短时间使用VR。服务供应商也已使用VR和360° 来区分业务（例如，Sky的VR应用包括20多段360° 视频内容），减少用户流失。但在多数情况下，这些只能作为补充性功能。市场进入第二阶段之后，会出现更多优质内容（订阅和PPV/TVOD）。

目前处于试验阶段的应用会开始趋于成熟，与这些活动和应用相关的ROI也因而逐渐明晰。游戏市场一直以来遵从传统定价模式（按每部作品收费），但未来虚拟世界将出现新型定价模式，例如订阅和免费游戏/虚拟产品。

在以消费者为中心的游戏和视频市场以外，商业和企业领域已经开始在市场中部署VR/AR解决方案，通常按每用户每HMD的月套餐或年套餐进行收费。百度等公司已经着手在VR空间销售产品，但虚拟市场空间仍然处于起步阶段。





3.2 过渡至后期阶段

高级定价模式（PPV、EST、TVOD、SVOD）和广告都将在此阶段取得大幅进展。更多360°视频服务将发布和推出，使内容更加充实。特别是体育赛事和音乐会等现场活动，会给用户带来不一样的体验（例如多视角体验、沉浸式体验、统计数据等额外内容）。360°视频广告将继续在现有的虚拟空间2D广告的基础上演进，并使用更多互动式特色，比如“选择你自己的路（Choose Your Own Path）”。

虽然电子商务领域可能会进一步推动VR购物的发展，但

Wireless X Labs和ABI Research认为，接下来的阶段更有可能是零售商的目标所在。VR购物的虚拟化产品将吸引大量尝试和投资，该投资最好在后期阶段进行。而在这一阶段，零售商要利用基于位置的广告、室内定位以及相关技术，提供更好的服务和个性化购物体验（例如帮助消费者在商店中寻找想买的物品）。基于消费者的AR（智能眼镜和手机）将变得至关重要。零售商已经开始尝试结合电子商务市场和实体店。AR的普及将进一步实现个人数字档案和用户购物体验的多方面融合。

3.3 云 AR/VR 的后期阶段

第三阶段为运营商（尤其是移动运营商）带来无限机遇，把最符合终端用户使用习惯的服务和硬件进行打包。对某些人而言，高数据速率和低时延最能满足他们对移动VR的需求，而其他人（例如AR用户）则可能利用运营商在固定网络与移动网络融合（FMC）方面所做的努力，从无缝、稳定连接的体验中获益。引入下一代移动网络功能还能加速AR/VR在公共场合（例如公共交通）和办公场所的普及。

在这一阶段，VR内容（视频和游戏）的分布很可能仍然对现有企业有利，移动运营商的商机（与区域相关）将逐渐明朗，进入关键的第四阶段。

AR应用会继续覆盖更多业务和零售商，让运营商为用户提供新服务和新功能。例如，见我所见和遥控应用会大大得益于高可靠和低时延业务，让运营商赚取额外收益。在后期阶段，云技术应该已经全面商用，推动连接的普及和连续性的提升，这两个因素常常是优质用户体验的绊脚石。在5G网络中有望实现成熟的AR应用。



4 总结与收获

AR/VR 的市场潜力才刚刚开始显现。虽然新兴市场都会存在不确定性，但是产业各方都已表现出大力支持的态度，消费者会越来越接受 AR/VR 应用。如果这些技术在商业和企业领域能够部署，将会产生经济和社会效益的双丰收。

4.1 AR/VR 创造经济和社会效益

随着5G的兴起，AR/VR带来的经济和社会效益主要分为三类：可及性与通讯、效率与生产力、情境化与沉浸体验。

4.1.1 可及性与通讯

从见我所见应用到虚拟旅游，AR/VR有望显著拉近人与人、地区与地区之间的距离。例如，远程医疗可以让专业人士接触到更遥远的城市地区，这些地区可能原本缺乏专家、定期后续跟进和预约。VR还被应用于精神健康和公益活动中，例如防止酒驾。使用VR HMD模拟醉酒的状态能够帮助人们理解其危害以及对驾驶等活动造成的影响。

基于智能手机和智能眼镜的AR能帮助用户在日常生活中与各行各业的专业人士联络，获得专业建议或接受职业培训。承包商或供应商只需提供容易上手的电子管道覆盖层或插座等，就能在虚拟环境下远程指导客户进行维修。在办公场所，无需花费交通成本邀请专家亲临现场便可进行培训或咨询。从各个方面来看，通讯服务将无处不在，交流更深入。

消费者可以在虚拟场景中与专业人士会面，讨论银行业务、法律问题、金融规划等等，不用承担行程延误及其他相关的成本。随着越来越多的用户接受这些技术，通讯形式也会越来越丰富，5G能很好地满足由此产生的额外需求。

4.1.2 效率与生产力

对从事设计或创造性工作的专业人士而言，使用AR/VR能够大幅降低实体模型和测试的需求，从而加快上市时间。随时把“电脑”呈现在用户眼前将颠覆现有用例，并最终改变用户接受新软件和服务的意愿。

企业案例显示，及时向员工提供信息可以有效减少培训时间，提高准确性，提升员工活力。员工能够接触到更广泛的培训任务，培训新员工的时长和成本也可以减少。

4.1.3 情境化与沉浸体验

通讯障碍将继续减少，AR/VR让信息传递变得更有效，内容更具有冲击性。阅读一条信息并呼唤救援是一回事，但亲身体验（例如一场集会或目睹某地区遭遇自然灾害）能让信息冲击内心，引导更多人采取行动。

AR/VR作为工具，会以下一代计算平台的角色参与竞争，而5G将全面助力AR/VR发挥最大潜能。AR/VR的时间线显然会发展较慢，并需要许多年来解决技术难题，但整个领域也需要准备和调整来进行最后冲刺。因此，当前的投资有利于保障各公司和运营商的领先地位。





4.2 总结

AR/VR作为潜在的计算平台，不仅活跃在沉浸式内容市场，无疑还将冲击消费者和商业/企业领域。市场发展速度极度依赖于流入AR/VR市场的持续、健康投资。下一代5G网络的部署也同等重要，5G有能力支持未来大量的AR/VR应用。虽然Wireless X Labs和ABI Research认为AR/VR市场前路漫漫，但限制因素并非恒定不变，其发展速度有可能超出目前的预期。

为了最大程度地发挥市场潜能，本文重点探讨了以下突破：

- › 更低价的解决方案：市场已经在朝这个方向发展，基于云的HMD等新产品将进一步降低价格。
- › 更高的屏幕分辨率：一定程度上属于智能手机市场的范畴（移动HMD），但整体市场正在朝4K和8K屏幕发展。
- › 设计规格：除了价格，AR智能眼镜还受到设计规格的制约。一旦这些设备趋同于传统眼镜，消费者市场将开始逐步成型。如果光场显示和/或透明OLED显示等新技术能够让AR/VR市场的设计规格有更多共同之处，市场将开始融合。每一台HMD都将创造额外价值，整个市场将朝混合现实发展。
- › 网络：AR/VR领域的很多技术进步都需要更高的数据要求和服务连续性要求（降低时延是永恒的需求）。5G在满足以上需求的同时，还将为运营商创造新收入和业务机会。
- › 内容：内容和应用的总量会持续增长，但是用例的覆盖比率和广度将高度依赖上述技术。





Wireless X Labs是一个全新的平台，旨在将电信运营商、技术供应商和来自垂直行业的合作伙伴聚集在一起，探索未来的移动应用场景，推动业务和技术创新，建立一个开放的生态系统。Wireless X Labs建立了三个实验室，探索三个主要领域：人与人之间的连接，垂直领域的应用和家庭应用。



ABIresearch®

ABI Research是科技市场情报领域的领航者。本公司的分析师们助力全球最具创新型企业，协助他们加速整体决策过程，可以更高效和有信心地执行战略。通过对市场的评估，我们不断探索崭新趋势，在技术日新月异的时代提供独特见解并界定未来战略技术。欲知更多信息，请游览www.abiresearch.com。

版权所有 © 华为技术有限公司2017。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

 HUAWEI、华为、 是华为技术有限公司的商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其他商标、产品名称、服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华为技术有限公司
深圳市龙岗区坂田华为基地
电话: (0755) 28780808
邮编: 518129

www.huawei.com