



中国联通
China unicom

中国联通元宇宙科技创新 及产业应用白皮书

编制单位： 中国联通 | 联通在线信息科技有限公司

2022年12月

版权声明

本白皮书版权属于联通在线信息科技有限公司，并受法律保护，转载、摘编或利用其他方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：联通在线信息科技有限公司”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

致 谢

在中国联合网络通信集团有限公司的指导下，本白皮书由联通在线信息科技有限公司撰写发布，在编写过程中的有关内容得到了中国信息通信研究院的专业支持。



中国联通
China unicom



中国联通
China unicom



中国联通
China unicom



中国联通
China unicom



中国联通
China unicom



中国联通
China unicom



中国联通
China unicom

前 言

习近平总书记曾指出，“数字经济发展速度之快、辐射范围之广、影响程度之深前所未有，正在成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量”。发展数字经济已经成为国家战略。在当前数字世界和物理世界加速融合的大背景下，“元宇宙”概念持续升温，成为各国政府高度关注的新方向、产业界竞相探索的新赛道、学术界广泛热议的新焦点，是未来数字经济发展的重要载体和综合场景。对我国而言，抢抓元宇宙发展新机遇，全面构筑中国特色社会主义新时代数字“新基建”底座，将成为“十四五”全面拉动数字经济产业发展的国家战略和重要举措。

为推动元宇宙技术与产业创新发展，全面展现通信运营商在元宇宙领域的重要地位，联通在线信息科技有限公司组织编写了《中国联通元宇宙科技创新及产业应用白皮书》。白皮书创新勾勒出元宇宙产业视图，从基础设施、软硬件支撑、平台服务、行业应用等维度梳理了元宇宙发展现状及趋势，重点分析了通信运营商在元宇宙产业中发挥的关键作用，系统介绍了中国联通“7大引擎+1大平台+1个联盟”的元宇宙实践思路和方法，最后总结与展望了元宇宙未来发展方向和中国联通未来工作设想。编者希望通过白皮书的发布，能为社会各方提供有益参考。由于元宇宙仍在飞速创新发展，我们对元宇宙的认识还有待进一步深化，白皮书中存在不足之处，敬请大家批评指正。

目 录

一、元宇宙成为未来互联网发展样式	1
(一) 元宇宙横空出世，多方共促迎来爆发	1
(二) 元宇宙的爆发是人们对数字世界依赖加深与底层技术的迭代共同作用的结果	2
(三) 元宇宙是数字经济与实体经济融合的高级形态	3
二、元宇宙产业视图	4
(一) 基础设施层	4
(二) 基础软硬件支撑层	7
(三) 平台服务层	9
(四) 行业应用层	13
三、通信运营商将成为元宇宙探索的中坚力量	15
(一) 元宇宙的实现需要网络基础设施的指数级突破	15
(二) 元宇宙的落地需要数字技术的融合创新及工程化推进	16
(三) 元宇宙的发展离不开产业生态的聚合	17
(四) 通信运营商在元宇宙赛道具备良好基础和领先优势	17
四、中国联通将成为国内元宇宙产业创新引领的国家队、主力军和排头兵	18
(一) 中国联通紧扣新定位、新战略、新主业，构建元宇宙新生态体系	18
(二) 中国联通依托算网构建七大引擎元宇宙底座	18
(三) 中国联通元宇宙平台驱动产业发展	24
(四) 中国联通聚焦数字经济产业场景化落地	28
五、总结与展望	33
(一) 未来应用场景的壮大将推动元宇宙向更开放的方向演进	33
(二) 中国联通未来设想	35

图 目 录

图 1 各方元宇宙布局历程	2
图 2 互联网演进历程	3
图 3 元宇宙产业视图	4
图 4 中国元宇宙领域各子行业融资总数量与金额	10
图 5 中国企业数字人布局	10
图 6 全球主流沉浸式内容业务平台对比	11
图 7 中国联通元宇宙布局	18
图 8 中国联通算力引擎	19
图 9 中国联通 AI 引擎	20
图 10 中国联通数据引擎	21
图 11 中国联通 XR 引擎	22
图 12 中国联通 3D 引擎	23
图 13 中国联通数字身份引擎	23
图 14 中国联通智能算力系统	25
图 15 中国联通智能 OS 系统	26
图 16 中国联通智能影像系统	26
图 17 中国联通数字空间系统	27
图 18 中国联通数字资产系统	28
图 19 中国联通营业厅元宇宙布局	29
图 20 中国联通展馆元宇宙布局	29
图 21 中国联通城市元宇宙布局	30
图 22 中国联通景区元宇宙布局	31
图 23 中国联通乡村元宇宙布局	31
图 24 中国联通教育元宇宙布局	32
图 25 中国联通商圈元宇宙布局	32
图 26 中国联通通信元宇宙布局	33

图 27 元宇宙未来展望.....	34
图 28 中国联通对元宇宙未来演进路径的预判.....	36



一、元宇宙成为未来互联网发展样式

(一) 元宇宙横空出世，多方共促迎来爆发

元宇宙自概念提出以来，热度持续攀升，政府、行业组织、科技企业、通信运营商纷纷入局。政府层面，中、美、日、韩等国政府高度关注元宇宙，国内北京、上海等地方政府积极跟进，相关政策持续出台。行业组织层面，ITU“元宇宙联络组”、“元宇宙标准论坛”等元宇宙行业组织接连成立，发力元宇宙标准制定。科技企业层面，被称为“元宇宙第一股”的游戏公司 Roblox 在 2021 年 3 月登陆纽交所，其在招股书中提到的“Metaverse（元宇宙）”，受到了热衷于追逐新概念的中美互联网与科技行业巨头的广泛关注和热烈追捧。2021 年 10 月，Facebook 正式更名为 Meta，宣布全面进军元宇宙，引发业界大讨论，将热度推向高潮。随后国内外互联网巨头，如微软、腾讯、字节跳动、百度等知名大厂纷纷跻身元宇宙大军，彻底引爆了资本市场。通信运营商层面，中国移动发布谷爱凌数智人 Meet Gu、UFC 数智达人尤子希，并联合厦门打造“元宇宙生态样板城市”；中国电信发布“天翼云图”和“2022 盘古计划”全面卡位元宇宙赛道；中国联通推出自主研发、全栈国产化的元宇宙平台和新一代超写实数字人“安未希”，战略布局元宇宙。在多方共同促进和推动下，元宇宙产业迎来爆发。

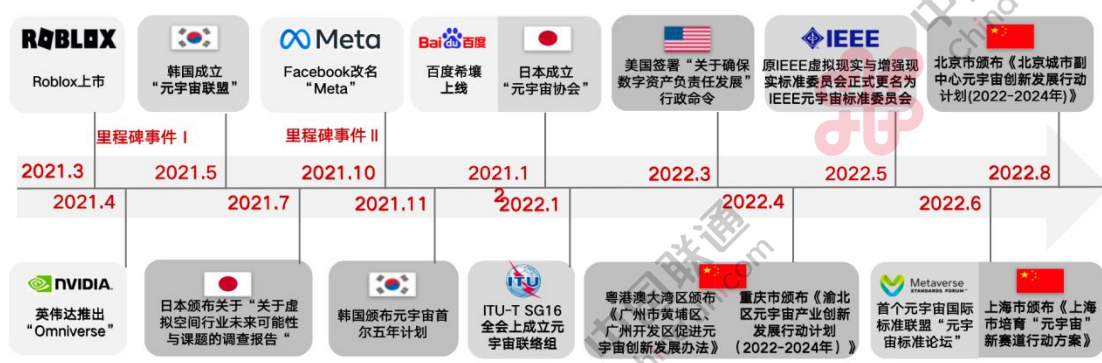


图1 各方元宇宙布局历程

（二）元宇宙的爆发是人们对数字世界依赖加深与底层技术的迭代共同作用的结果

从需求端来看，新冠疫情加速了全社会数字化转型的步伐，加重了人们对数字世界的依赖。基于互联网的数字化发展改变了传统经济的生产方式和商业模式，极大拓展了人们的生活半径，打破了地域阻隔和时空限制，叠加疫情的影响，人们的生活重心不断向虚拟世界转移，远程办公、在线教育为代表的线上业务需求全面爆发。根据国内大数据研究咨询机构 Mob 研究院的数据统计，2020 年新春复工期间，中国共计超过 4 亿用户使用远程办公应用，其中日新增用户逐步走高，2 月 10 日当天突破 400 万，而 2019 年远程办公人数还只有百万规模。在线教育更是成为刚需，疫情期间在线教育行业的日活跃用户数量从平日的 8700 万上升至春节后的 1.27 亿，升幅达 46%。从供给端来看，底层技术迭代引发互联网变革。随着终端设备、通信网络、计算存储等核心科学技术的发展迭代，互联网形态已经完成了从 PC 互联网到移动互联网的变革。在未来，AR/VR、脑机接口、5G/6G、边缘计算等更多新兴技术成熟，必将催生更加沉浸交互、互联互通、实时同步的互联网形态出现。

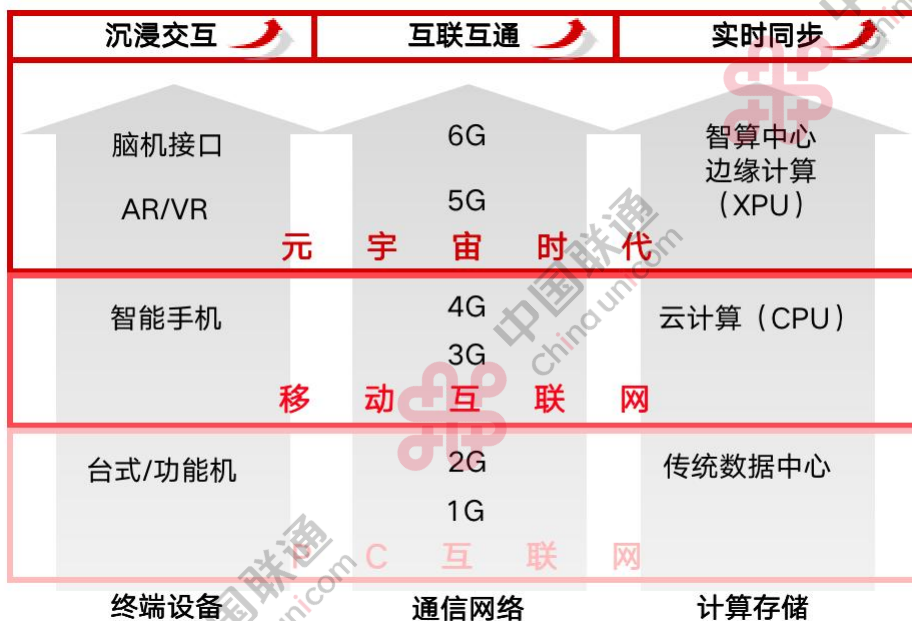


图 2 互联网演进历程

(三) 元宇宙是数字经济与实体经济融合的高级形态

当前，产学研各界对于元宇宙的理解拥有各自的诠释与侧重，元宇宙概念边界仍在持续探索。综合产学研各界理解，对于元宇宙的定义主要包括两个方面：一方面强调面向用户入口的前端技术应用，以提升用户体验为基础，强调扩展现实（XR）等技术的应用，通信网络演进路线决定了其发展水平，随着网络从固定宽带、移动互联网到5G、6G等高速移动通信技术的发展，用户侧能够实现的前端沉浸式交互应用愈发丰富；另一方面强调面向组织架构的后端技术体系，以分布式架构为基础，强调区块链等技术的应用，互联网演进路线决定了其发展水平，随着互联网从平台化的Web 1.0，用户生产传播内容的Web 2.0，到用户对身份、数据及算法拥有更多自主权的Web 3.0新体系，区块链技术能够使用户对于自己的身份及财富等拥有更为自主的控制。

基于以上定义，本白皮书认为，元宇宙是数字与物理世界相互融

通作用的沉浸式互联网，是数字经济与实体经济融合的高级形态，凡是符合以上两方面定义中任意一个的应用都可泛指为元宇宙应用，而严格意义上的元宇宙指的是同时满足以上两方面定义的应用。

二、元宇宙产业视图

元宇宙的技术架构可用两大部分进行描述，分别对应元宇宙前端和后端的两方面定义。首先是沉浸交互，由终端入口、数字化身、沉浸内容构成；另一个是交易与经济，以分布式为核心理念，基于区块链技术创新性重构了传统的中心化经济体系。总体来看，元宇宙依托新一代信息基础设施和基础软硬件支撑，通过完善并扩充沉浸交互体系，创新性重构交易及经济体系，打造并融通平台服务，并在生产制造、生活消费、公共服务等场景开始了相关探索，其产业生态如图所示。



图3 元宇宙产业生态视图

（一）基础设施层

该层包括了信息通信基础设施和核心技术基础设施。其中信息通

信基础设施主要包括元宇宙所需的网络、计算、存储，负责数据的实时传输与分发、存储计算与处理。核心技术基础设施是指支撑元宇宙构建和运转的核心技术，包括图形图像、数字孪生、人工智能、区块链等技术。具体来看，元宇宙基于图形图像技术构建虚拟图像世界；基于区块链技术搭建虚拟经济体系；基于数字孪生技术实现环境从物理世界到虚拟世界的迁移；基于人工智能技术为元宇宙中用户与用户、用户与系统、不同系统之间的沟通与交流提供技术理论和应用框架。

信息通信基础设施发展水平将决定元宇宙沉浸业态。目前，网络、计算、存储等方面的基础设施均已有良好的基础，但仍需进一步升级。网络方面，中国联通实现了 5G 精品网、千兆宽带精品网、政企精品网和算力精品网“四张精品网”的建设，全面实现万兆到楼、千兆到户能力，全面实现重点乡镇以上区域千兆 5G 和千兆光纤“双千兆”全覆盖，全面实现核心网一朵云，支持业务一点开通、全网可达。算力存储方面，根据中国信通院统计，我国数据中心机架规模稳步增长，按照标准机架 2.5kW 统计，截止到 2021 年年底，我国在用数据中心机架规模达到 520 万架，存储容量达 800EB，算力总规模超过 140EFlops。但整体上，现有网络、计算、存储等信息基础设施还难以支撑元宇宙沉浸业态对超高内容拟真度、超实时交互自由度、超大规模时空在线连接数方面的需求。如在网络方面，以高分辨率、低时延画面传输实现为例，实现理想元宇宙终端至少 8K 的分辨率，传输速率需要达到 288 至 960 兆每秒；在算力方面，中国工程院院士刘韵洁预测，元宇宙相关技术实现依靠超强算力，未来在 AR/VR、区块链、AI 方面的算力分别需达到 3900、5500、16000EFLPOS。同时，

未来数据规模也将呈指数级增长趋势。据 IDC 报告，全球数据总量 2020 年约为 64ZB，2025 年预计达到 180ZB，其中中国也将增长到 41ZB。未来信息基础设施的升级将成为关键。

四类需求驱动技术创新。数字社会的发展衍生出四大新需求，**一是身临其境的体验需求。**从单一的文字传输到百花齐放的多媒体应用，对于数字世界更具沉浸感的交互体验新需求持续涌现，未来人机交互从依托屏幕的二维视觉向依托 VR/AR 设备、全息投影等多模态沉浸式交互转型需求将日益旺盛。**二是海量的内容需求。**随着数字经济与实体经济融合程度不断加深，人类对数字内容总量和丰富程度的整体需求不断提高。传统内容生产手段受限于人力有限的制造能力，逐渐无法满足消费者对于数字内容的消费需求，供给侧产能瓶颈日益凸显。**三是数据可信流通的需求。**面向数据要素的交易流通机制与工业时代形成的经济体系具有显著差异，甚至需要重构式创新才能够满足数字社会的资本要素新需求。**四是高带宽低时延的网络需求。**数据实时传输、实时音视频通信、多人同时在线的需求，对网络传输的带宽、延迟、可靠性提出新的要求。**元宇宙是解决这些需求的一个尝试，将推动多领域技术跨界协同发展。**身临其境的体验需求将驱动视、听、嗅、触等各类感知体验的多模态融合，支撑实现元宇宙中的五感融为一体沉浸式体验；海量的内容需求将驱动人工智能与内容生产技术融合，提升内容复刻增强、编辑驱动、自主创作等方向的智能化水平，加速元宇宙的内容供给；数据可信流通需求将驱动区块链与云计算技术融合，构建可信开放数字底座，支撑元宇宙中身份认证、内容确权、广泛协作等业务需求；高带宽低时延的网络需求将驱动实时音视频与

人工智能、扩展现实等技术深度融合，支撑打造高稳定、高拟真、超低时延的实时互动服务引擎。

（二）基础软硬件支撑层

基础软硬件支撑层分为软件和硬件两部分。软件包括工具软件和系统软件。工具软件是指开发引擎、建模软件、渲染引擎、仿真引擎等元宇宙建设工具。建模软件能够对元宇宙中的人物场进行三维建模。渲染引擎能够对模型的纹理、颜色、光影等进行渲染，主流引擎包括 Unity 3D、Unreal Engine 等。仿真引擎包括物理仿真引擎、人因仿真引擎等。物理仿真引擎能够通过为刚性物体赋予真实的物理属性的方式来计算运动、旋转和碰撞反映，让虚拟世界中的物体运动符合真实世界的物理定律。人因仿真引擎主要用于人体体力作业的动态、静态模拟和分析。系统软件是指元宇宙终端所需的操作系统等。硬件包括芯片、显示器件、传感器、声学器件、光学器件等，主要支撑元宇宙交互终端，如 XR 头显、裸眼 3D 等终端设备；手柄、摄像头、体感设备等视觉/触觉/力反馈设备；脑机接口、气味模拟系统、味觉模拟器等前沿设备等。

国外领先企业已在基础软硬件方面建立深厚技术壁垒。总体来看，元宇宙基础软硬件所需技术实现要求高、开发成本大，目前市场主流产品由国际巨头企业垄断，而我国行业起步晚，整体处于后发跟随状态，需要加大研究投入，提高自身商业成熟度与市场渗透率。工具软件层面，国内发展尚处襁褓，国外已占领市场高地。国外引擎行业双巨头 Unity 及 Unreal 引擎工具已占据 70% 以上市场份额，超过 60% 的 VR/AR 内容均基于 Unity 打造；Bentley、ANSYS、微软、达索

等国际巨头掌握成熟数字孪生平台，美国空客、洛克希德马丁、Space X 等企业持续研究优化数字孪生精度。国内头部厂商自研引擎多限于内部游戏使用，代表性产品仅有在开源基础上构建的 Cocos 引擎；工业仿真软件国产率水平有待提高，目前关键环节占比不足 5%，代表性产品有阿里巴巴城市大脑、腾讯智慧交通仿真平台。系统软件层面，国内仍多以安卓系统为主要操作系统，字节跳动等少数厂商开展自研尝试。在国外，自研操作系统成为企业战略制高点。如微软的 HoloLens2 正是采用其自研的全新多平台操作系统 Windows Core OS；Magic Leap 自研专为空间计算设计的 Lumin OS；Meta 也加大投入构建完整 AR/VR 操作系统。硬件层面，国外企业深耕行业多年，已经形成了较为深厚的技术壁垒，如高通骁龙 XR2 芯片成为行业主流选择。在国内，近眼显示器件成为我国企业布局重点。京东方拟投资 290 亿元建设第 6 代新型半导体显示器件生产线项目，着力布局 VR 显示产品市场。

元宇宙将为国产化 XR/3D 引擎带来新机遇。元宇宙有望唤醒游戏娱乐以外的其他应用场景，或将为面向新型终端和场景的国产化 XR/3D 引擎带来新机遇。在主机和移动端游戏领域，Unreal 和 Unity 分别占据了绝对的领先优势，通过丰富的扩展插件、活跃的社区氛围、强大的跨平台适配能力构筑了坚固的竞争壁垒。元宇宙时代的到来和新型终端的出现，提供了游戏娱乐之外的全新赛道，涌现出工业仿真、虚拟营业厅、虚拟导览、虚拟实验室、远程医疗等应用场景，有望唤醒工业、金融、文旅、教育、医疗等更多行业领域对 XR/3D 内容的需求。多重利好给面向新型终端和场景的国产化 XR/3D 引擎市场的

“破土”提供了契机。

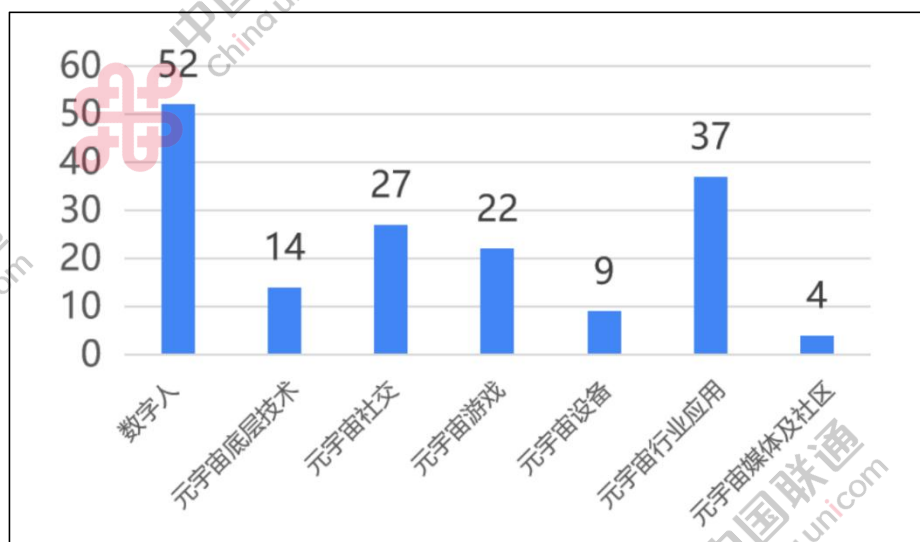
（二）平台服务层

平台服务层包括沉浸交互平台、交易与经济平台。沉浸交互平台主要为元宇宙中的沉浸交互提供技术能力，涉及终端入口、数字化身、沉浸内容等方面。交易与经济平台则是用以保障元宇宙中数字资产和数字身份安全，同时保证系统规则的透明可信执行。需要注意的是，沉浸交互平台和交易经济平台的协同，是元宇宙社会闭环运行的关键。而这也需要两大平台在技术、数据及应用层面的打通和配合。

XR 终端是国内外共同布局热点。VR/AR 等元宇宙终端入口已成为国内外布局的共同热点。陀螺研究院数据显示，从 2020 年起，国内外 VR/AR 行业投资情况同频共振，无论金额还是数量均保持逐年递增的态势。2022 年上半年，海外融资并购发生金额已达 250.7 亿元，发生数量 104 起；国内融资并购发生金额已达 61.9 亿元，发生数量 68 起。但在 XR 的关键技术方面，我国目前与全球领先水平相比还存在较大提升空间。海外 XR 产业起步相对较早，已有苹果、脸书、英伟达等龙头企业在各个领域储备了相对成熟的解决方案，拥有显著领先优势。相比之下，我国在前瞻性研究方面，特别是近眼显示、感知交互、渲染计算、内容制作与分发等关键技术领域，与全球领先水平相比仍有差距。

数字人市场规模有望在我国迎来爆发式增长。随着数字人理论和技术日益成熟，其应用范围与场景不断扩大，我国数字人市场规模有望在近几年迎来爆发式增长。一是多项突破实现技术可用。近几年，在人工智能、虚拟现实等新技术浪潮的带动下，数字人的制作过程得

到有效简化，可实现文本、语音、视频的智能驱动，技术可用性大幅提高。二是元宇宙刺激产业应用。在元宇宙概念的刺激下，数字人正加速从技术创新走向产业应用。据 IT 桔子统计，截至 10 月 27 日，2022 年我国数字领域人投资数量为 52 起，成为我国元宇宙领域中投融资数量最多的子行业。三是产业积极布局数字人。国内互联网头部企业、终端企业、重点行业企业、AI 企业、初创企业等纷纷布局数字人领域，陆续推出一系列产品，包括虚拟主播、虚拟服务、虚拟偶像等典型应用。



来源：IT 桔子

图 4 中国元宇宙领域各子行业融资总数量与金额



图 5 中国企业数字人布局

沉浸式内容业务平台初见端倪。随着元宇宙概念的兴起与各类沉浸式技术的演进，虚拟与现实从相互隔绝走向交融，呈现出虚拟效果真实化的虚中向实、与真实叠加虚拟效果的实中有虚两大类业务路径，催生出一批沉浸式内容业务平台，包括 Meta Horizon World、微软 Mesh 混合现实平台、百度希壤、网易瑶台、华为河图等，提供构建多人互动的虚拟世界或与现实融合的数字世界的的能力。在商业模式上，国内外沉浸式内容业务平台呈现出用户对象差异化发展的趋势。国外整体倾向于 C 端个体用户，依托技术基础布局硬件产品，以此在对 C 端用户出售平台使用权的同时，捆绑销售硬件并抽取服务费用。国内主要针对 B 端企业用户，围绕企业对各类传统终端、不同应用场景的需求，对 B 端用户出售平台使用权及各类应用场景的方案部署等

服务。

	公司	平台	支持系统	平台定义	商业模式
虚中向实	Meta	Horizon World	Meta Quest系列	社交娱乐的虚拟世界	服务捆绑Quest硬件设备出售给C端用户，最高月活达30万，并向用户创作者抽取47.5%的销售佣金。
	Baidu 百度	希壤	Pico系列 Windows Android IOS	多人互动的虚拟世界	为B端用户提供各类业务解决方案盈利，与蓝色光标合作的蓝宇宙共吸引110万用户围观浏览。
	网易瑶台	瑶台	Windows Android IOS	沉浸式数字活动平台	通过为B端用户提供各类业务解决方案盈利，获得100+国家和地区参会者的肯定，数十万用户参与其中。
实中有虚	Microsoft	Mesh	HoloLens 2 HTC VIVE系列 Windows	跨空间混合现实协作平台	服务仅能在微软生产的硬件上运行，目前处于体验版，暂不收费。
	华为云	河图	Android IOS	与现实融合的数字新世界	通过对B端用户出售平台使用权及各类解决方案盈利，与敦煌莫高窟、上海南外滩等文旅区均有合作。
	Google	Project Starline	依赖于专业化定制硬件设备	全息视频聊天技术	该技术及其应用处于早期反馈阶段，尚未落地应用。

图 6 全球主流沉浸式内容业务平台对比

国内外元宇宙经济体系呈现差异化发展路径。首先，国外基于公链的经济体系更为开放和多元。公链的使用，实际上是对于加密货币发行、流通和使用采用了人人平等的无差异化对待，多种加密货币构成的经济体系更具开放和鲁棒性，所涵盖的交易场景也更为多元和丰富。国内基于联盟链或数字人民币的经济体系有待探索。由于对于公链代币的强监管举措，我国元宇宙经济体系或将围绕数字人民币或联盟链进行探索。但数字人民币的使用实际上仍会让元宇宙经济体系运转高度依赖现实世界；可管可控的联盟链底层平台可以实现对元宇宙实名、备案等监管要求，同时满足性能、可扩展性等技术要求，但相较公链仍存在商业模式和技术能力的差距，能否构建理想的元宇宙经济体系有待进一步探索实验。

（四）行业应用层

行业应用层是指元宇宙对各领域的渗透形成“元宇宙+”的行业应用终端、系统、配套软件或行业解决方案，然后切入各种场景，为用户提供个性化、精准化、沉浸式服务，深度赋能生产制造、生活消费、公共服务等领域。

产业元宇宙聚焦工业产品全流程优化革新。产业元宇宙面向汽车、钢铁、高端装备制造等重点领域，覆盖技术研发、生产运维、供应链管理全流程，推动关键环节的优化和革新，加速制造业的数字化、网络化、智能化升级。一是推动制造业技术研发革新，实现极端场景、高危场景、高试错成本场景的仿真模拟及测试验证，降低新产品新技术的研发成本，提升研发测试效率和精度。如沃尔沃利用 Omniverse 进行汽车设计，实现各场景下的仿真模拟，有效降低研发、培训成本，提升测试验证效率。二是推动制造业生产运维革新，通过建立现实工厂和元宇宙工厂实时交互能力，形成高效可视、信息共享、高效协同、供需互动的制造业虚拟世界，达到对现实工厂运行的实时远程监控、管理和优化，打造虚拟与现实深度融合的制造业生产运维体系，提高生产和运维效率。如宝马利用 Omniverse 改进其生产系统，实现人、场的实时交互，加快零部件诊断、系统维护等环节的数字化升级，提升设备运维效率和能力。三是推动制造业供应链管理革新，通过建立统一元宇宙供应链平台，全方位、立体、可视化、安全地展示全供应链信息，提高供应链管理效率和准确率，促进供应链实现安全可控。如某汽车品牌利用虚拟工厂管理平台实现供应链数据管理与全球的生产系统的统筹协调，有效缩短生产规划时间。

生活消费元宇宙聚焦沉浸体验升级。元宇宙在生活消费领域的应用重点围绕社交、游戏、办公、生活等领域，借助实时音视频、扩展现实等关键技术，聚焦提升多场景下的多感官沉浸式体验。在社交方面，Meta、字节跳动等企业积极发布元宇宙社交平台与应用。2021年，Meta正式开放元宇宙社交平台 Horizon Worlds，构建起了一个由整个社区设计和构建的、不断扩展的虚拟体验宇宙。在游戏方面，Roblox、Epic 等企业积极拓宽传统游戏新场景。Epic 堡垒之夜在游戏内成功举办虚拟演唱会，利用强大的实时音视频技术，支撑起 1230 万玩家同时在线的沉浸体验。在办公方面，Meta、微软等企业积极推出远程办公协同平台。微软推出企业办公元宇宙平台 Mesh，实现能够在多种设备上统一全息虚拟协作的多人通信。在生活方面，Meta、华为等企业积极研发扩展现实类生活助手。华为推出 AR 平台河图、敦煌 3D 文物复原游览助手等应用，利用先进的“3D 地图+空间计算+视觉识别”技术，实现虚实融合的全新交互体验。

公共服务元宇宙聚焦服务效能的提升。公共服务元宇宙重点围绕政务、教育、医疗、金融等领域，已初步涌现出结合数字人客服、虚拟营业厅等新产品的公共服务新形式，大幅度提高了交互体验与服务效率。如政务领域，韩国首尔政府通过构建结合数字人客服、虚拟营业厅、实景导航的元宇宙政务厅，使市民可以通过手机 APP，创建虚拟化身，进入 3D 虚拟市政大厅和市长办公室，利用市民意见收集平台向市政府提出建议。教育领域，虚拟教室、虚拟实验室等虚拟教学环境允许学生更加立体、生动地观察三维模型，让学生在虚拟的三维环境下进行实验和实训练习，实现高危险、高污染实验的仿真教学，

有效控制时间、空间和金钱成本。医疗领域，可通过 VR 头显等设备搭载手势识别、语音控制、定位追踪等功能，在手术过程中辅助医生查看患者 3D 身体影像等资料，应用于临床诊治、康复护理、远程医疗等场景。金融领域，中国工商银行等各大银行均推出虚拟营业厅等元宇宙应用，允许用户在虚拟营业厅中自由行走，以手柄或体感动作代替触屏等传统物理交互，提供全景全时、高效便捷、广泛覆盖、个性化的元宇宙金融服务。

三、通信运营商将成为元宇宙探索的中坚力量

（一）元宇宙的实现需要网络基础设施的指数级突破

元宇宙成熟是一个长期演进的过程，与其相伴的是无线通信技术的长期演进。5G 并不能完全满足元宇宙对无线通信的需求，未来 6G 时代，无线通信将在很大程度上针对元宇宙的愿景形成底层数字底座。以沉浸式云 XR 为例，云化 XR 系统将实现用户和环境的语音交互、手势交互、头部交互、眼球交互等复杂业务，需要在相对确定的系统环境下，满足超低时延与超高带宽才能为用户带来极致体验。现有的云 VR 系统对头动响应时延的要求不高于 20 毫秒，而现有端到端时延则达到了 70 毫秒。面向 2030 年及未来，基于云化 XR 的总时延将至少低于 10ms。再以全息通信为例，未来的全息信息传递将通过自然逼真的视觉还原，实现人、物及其周边环境的三维动态交互，极大满足人类对于人与人、人与物、人与环境之间的沟通需求。而全息通信将对信息通信系统提出更高要求，在实现大尺寸、高分辨率的全息显示方面，实时交互需要峰值吞吐量约为近 150Gbps，按照压缩比 100 计算，平均吞吐量需求约为 1.5 Gbps。由于用户在全方位、多角度的

全息交互中需要同时承载上千个并发数据流，由此推断用户吞吐量则需要至少达到 Tbps 量级。再如智慧交互要实现情感思维的互通互动，传输时延要小于 1 毫秒，用户体验速率将大于 10Gbps，可靠性在很多情况下甚至要达到 99.99999%；数字孪生要实现物理世界的数字镜像，需要网络拥有万亿级的设备连接能力并满足亚毫秒级的时延要求，以及 Tbps 的传输速率以保证精准的建模和仿真验证的数据量要求。面对这些要求，未来 6G 有望通过内生智能新型网络、增强型空口技术、新型物理维度无线传输技术、太赫兹、空天地一体化等技术，实现无线网络能力的显著提升。这些技术也正是未来元宇宙场景实现的核心底层技术¹。

（二）元宇宙的落地需要数字技术的融合创新及工程化推进

元宇宙的落地需要以新一代信息技术融合创新为驱动，通过底层技术的变革推动应用/软件的研发和升级，通过应用/软件的盈利反哺技术，进入“技术创新-产业发展-技术迭代”的正向循环。一方面，未来元宇宙并不仅仅是基于单独某一项技术的发展，关键是用技术和生态把“点”连成“线”，不断融合创造大量新价值，实现倍增效应。如通过推动区块链和隐私计算技术融合，保障元宇宙中数据流通全过程隐私安全，促进数据流通向分布式、多层次、市场化的方向发展。另一方面，元宇宙整体还处于起步培育的初级阶段，若要从宏大概念落地现实，创造出实实在在的经济价值，需要用工程化的思路推进，加速使其进入正向循环，即底层技术推动应用研发和升级，促进市场需求提升，从而反哺底层技术持续进步迭代。

¹ 信息来源：中国 IMT-2030(6G)推进组《6G 总体愿景与潜在关键技术》白皮书

（三）元宇宙的发展离不开产业生态的聚合

元宇宙的发展需要聚合运营商、设备提供商、技术服务商、云平台厂商等产业力量，形成产业闭环。当前元宇宙概念边界仍在持续探索，存在关键技术瓶颈有待突破、现实应用场景不甚明朗、标准规范较为滞后等突出问题。没有良好的产业生态做支撑和可持续的资金注入，难以“玩转”元宇宙。元宇宙产业生态建设离不开上下游产业资源的联动、产业创新要素的聚合以及产业载体的建设，需要充分聚合各方力量，在市场、人才、金融等方面为领域内相关企业提供助力，共同推进元宇宙技术应用落地和商业化落地，实现由头部企业参与带动，形成核心产业链的集聚，助力元宇宙产业蓬勃发展。

（四）通信运营商在元宇宙赛道具备良好基础和领先优势

纵观“元宇宙”产业链上下游，多环节通信运营商主导或重要参与。同时，通信运营商在连接、传输、算力、市场、生态等方面均具备领先优势。在连接能力方面，通信运营商通过网络连接千家万户、千楼万园、千企万厂、千场万景，并接入了数量众多且种类丰富的终端设备，具备终端连接入口资源；在传输能力方面，通信运营商在基础网络资源占有和网络基础建设方面都具有绝对优势；在算力能力方面，通信运营商的数据中心可用资源池数量和云计算算力规模在国内领先；在市场能力方面，通信运营商拥有海量的个人用户和政企用户；在生态能力方面，通信运营商的产业链资源丰富，可以聚合链接通信设备商、终端设备商、云服务厂商、软件服务商等。以上多维度的能力基础都将在未来的元宇宙建设中发挥积极的作用，通信运营商将成为元宇宙产业的中坚力量。

四、中国联通将成为国内元宇宙产业创新引领的国家队、主力军和排头兵

（一）中国联通紧扣新定位、新战略、新主业，构建元宇宙新生态体系

在全球数字技术快速发展的浪潮下，中国联通承接新时代赋予的使命，挺进数字经济主航道，以“数字信息基础设施运营服务国家队、网络强国数字中国智慧社会建设主力军、数字技术融合创新排头兵”为发展定位，将公司战略升级为“强基固本、守正创新、融合开放”，积极构建元宇宙新生态体系。

在生态体系中，构建以云网能力为基础，支撑涵盖智能算力、智能 OS、智能影像、数字空间、数字资产的元宇宙平台核心能力，打造面向通信、数字文化、互联网，以及其他行业和场景的生态圈。



图 7 中国联通元宇宙布局

（二）中国联通依托算网构建七大引擎元宇宙底座

中国联通结合元宇宙常见的应用场景，推进核心技术的全面自研和国产化，依托虚拟化、云原生的技术架构，构建网络、算力、AI、

数据、数字身份、3D、XR 开发七大引擎，打通现实世界与元宇宙连接的通道。

1. 构筑超高速率、超低时延、超大容量的 5G/6G 毫秒级高速网络引擎，提供链接元宇宙的高速公路

为破解 5G 建设难题，中国联通携手中国电信，建成了全球首张规模最大、网速最快的 5G SA 共建共享网络，实现了高中低多频协同技术突破，为全球 5G SA 部署提供了应用示范，为搭建通向虚拟世界的“干道”提供了理论和实践基础。目前，在网络规模方面，中国联通全国骨干网带宽已超 100Tbps，可支撑实现网络弹性敏捷，秒级连接，动态调整，百 T 数据分钟迁移；在网络可靠性方面，中国联通不断优化网络结构实现高可靠，京津冀可抗 13 次断纤，保持业务不中断；在低延迟网络方面，中国联通积极构建全光算力目标网架构，推动枢纽间全光互联，打造 20ms 枢纽间连接，在枢纽内打造主要城市算力网关到枢纽内集群 5ms 时延圈，在城市内增加光锚点覆盖，实现用户到算力网关的一跳接入，实现城市内 1ms 时延圈。

2. 构筑大规模集群算能力引擎，为元宇宙的云调度、云存储、云渲染、云创作，塑造算力基础

目前，中国联通已经构建云网边一体化的智能调度体系，在全国建成数据中心 880 余个，机架总规模超过 30 万架，承载超百万台服务器。为给中国联通元宇宙平台打造“计算大脑”，中国联通从算力供给、输送、调度和服务四方面规划建设算力网络，打造架构先进、安全可靠、服务卓越的算网融合新布局。

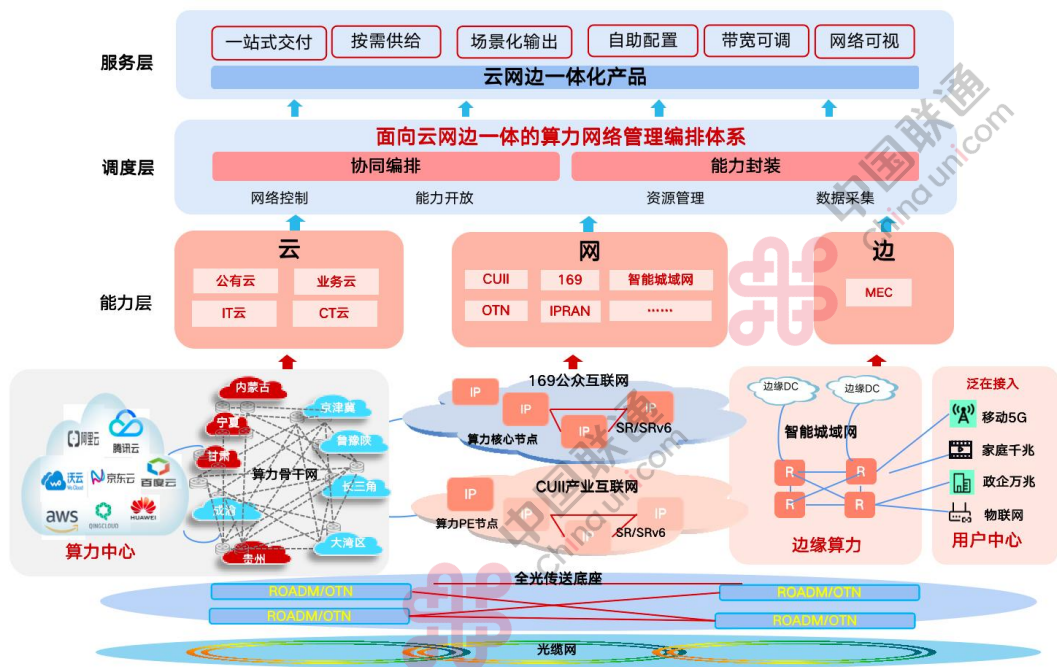


图 8 中国联通算力引擎

其中，在算力供给方面，中国联通打造的“5+4+31+X”多级算力中心及算力资源布局，实现全国主要城市全面覆盖，算力资源超前储备；在算力输送方面，中国联通优化网络结构，着力打造全光网底座，具备超宽、超快、超安全、超灵活的承载能力，还将建设一张具备泛连接、低时延、广覆盖、优服务等特点的 IP 承载网络；在算力调度方面，中国联通正在构建算网一体化编排调度体系，实现统一管控、协同编排、智能调度等能力；在算力服务方面，中国联通打造 1 个基础算网一体服务+多个场景化增值服务，实现跨域协同、域内协同、多云协同、一站服务。

3. 构筑高效智能算法 AI 引擎，为图片、影像、语音、处理和检索等元宇宙应用场景提供算法支持

结合图片、影像、语音、文字处理和检索等元宇宙应用场景，利用人像提取、人脸合成、人脸替换算法和 AI 对话系统架构，打造虚拟数字主播生成和互动模型；使用 CLIP 算法实现跨模态信息检索；使用人脸和物品识别算法，实现人脸识别和物品打标。



图9 中国联通 AI引擎

4. 构筑数据智能引擎，为元宇宙提供国产化的数据、运营和技术基础

中国联通沃音乐打造的自有知识产权的数据库 uniDB 建立从国产数据库、大数据治理、数据应用到运维一体化数据智能系统，适配国内外主流芯片和操作系统。

uniRDS数据智能统一管理系统	应用	智慧大屏	智能建模	智能营销	智能推荐	数据安全										
	深度监控	统一开发	uniETL低代码开发 → 汇聚、开发和调度所有计算引擎													
	动态升级	计算引擎	uniBase HSTAP数据引擎													
			uniDB OLTP数据库高并发(OLTP)	uniDB OLAP数据库PB级界面化分析	uniDB AI影像数据库	uniHadoop大数据仓库PB级数据批量运算	uniHadoop实时流运算PB级数据毫秒级运算									
			MySQL二次开发	列式存储	海量影像向量化	适配最新Hadoop版本	0代码入流									
一键安装		存算分离	PB级数据多维分析	毫秒级跨模态搜索	SparkSQL低代码	SQL实时流处理										
	分布式存储	uniLake数据湖														
全面适配和管理服务器	芯片	英伟达	IBM	中科曙光	兆芯	飞腾	鲲鹏	申威	龙芯	OS	open Euler	银河麒麟	统信软件	Centos	Red Hat	ubuntu

10 中国联通数据引擎

在国产化芯片适配方面，已与鲲鹏、兆芯、海光、飞腾、申威、龙芯等国内芯片，麒麟、统信等操作系统，华为鲲鹏泰山等服务器完成兼容性测试；在数据库性能方面，OLTP具备高并发性，可支持金融级两地三中心异地容灾方案，同城双活毫秒级同步，具备水平折

分、动态扩展、快速恢复、分布式事务、MySQL 协议、并行计算、读写分离等分布式事务数据库优势；可实现 PB 级数据复杂运算、PB 级数据毫秒级处理和 PB 级数据界面化分析；在易用性方面，支持实现全栈数据智能一键部署，提供国产数据库、大数据治理到大数据应用等全套数据智能安装模板，实现分钟级高质量敏捷交付，支持覆盖服务器、全套数据智能等监控；并支持同时实现零代码采集、低代码实时流数据开发，实现 10+万 workflows 任务大并发调度。

5. 构筑全链条敏捷交互开发 XR 引擎，为开发者提供低门槛、高效率的开发平台

开发引擎由中国联通研发，目前已兼容海思、amlogic、高通等芯片；适配市场主流 VR 眼镜、一体机、工作站、收集 APP 等 XR 软硬件；以 Linux 为内核，研发了包括 VR 位置姿态适配、UI 视野自定义、UI 自适应布局、头控、手势控制、语音指令、多媒体资源虚拟化等核心功能的操作系统；提供图像识别、物体识别、大空间建图、小空间建图等 SDK；支持 AR/VR 内容的输出。



图 11 中国联通 XR 引擎

6. 构筑云端实时渲染的 3D 引擎，让元宇宙世界的场景、人物、模型渲染更丰富多彩

中国联通提供 2D/3D 视频引擎、3D 物体模型引擎、3D 人物模型引擎、场景模型引擎，实现对元宇宙中虚拟场景、虚拟物体、虚拟人物，以及场景中文字的模式构建。在建模过程中，通过自研 uni3D 自有引擎，结合 blender、MAYA 云渲染等，完成元宇宙中的虚拟场景建模。



图 12 中国联通 3D 引擎

7. 构筑数字身份引擎，为元宇宙世界提供海量数字资产，为数字资产创作、保护、交易提供更多便利

联通链 BaaS 平台具备底层跨链协同、跨云部署、存证溯源等完整区块链能力，提供身份管理、数据存证、数据流转、信息溯源、多方协作、资产交易、隐私计算、区块链 SIM 卡 8 种通用服务组件。BaaS 平台和通用服务组件共同构成区块链能力基座。依托区块链能力，原创作者的权益和创作热情得到保护，知识产权保护、取证和维权的成本及时间有效降低。目前，联通数字资产平台已经成为推动国内数字资产产业规范化升级和健康有序发展的排头兵。



图 13 中国联通数字身份引擎

（三）中国联通元宇宙平台驱动产业发展

中国联通元宇宙平台已经形成了包含智能 OS、智能算力、智能影像 Studio、数字空间、数字资产管理交易平台的 5 个核心系统，赋能和驱动国内元宇宙及其周边产业发展。

1. 网边端算一体集成智能算力，提供云调度、云渲染、GPU 等资源能力

中国联通搭建的覆盖全国主要省、直辖市共计 60 余个算力节点、分布式大存储和超大网络带宽形成了全国首屈一指的基础设施资源，配合边缘计算平台形成了涵盖计算、存储、传输一体的云网能力；同时，中国联通依托云调度平台，实现算力的统一管理、调用，完成边缘侧计算，实现灵活、弹性的资源调用。面向元宇宙平台，中国联通开放云网能力和调度系统，提供云存储、云渲染、云桌面、云创作能力，承接海量内容存储读取、云化计算、云端创作的任务，有效降低了元宇宙创作者的资源成本和创作门槛。



图 14 中国联通智能算力系统

2. 全栈国产化 OS，提供 AI、数据智能、新通信、XR 能力引擎

AI 未来影像系统包括云影、云播、云像、云映四个核心子系统，提供 8K 视频拍摄、4K 超高清直播、裸眼 3D 视频制作、AR 影像和数字人智能创作能力；uniBase 海纳数据智能系统集国产数据库、大数据治理、数据应用和智能运维于一体，全面适配国产芯片和操作系统，提供高效数据管理、计算能力；uniXR 低代码开发平台具备素材管理、三维内容制作、仿真交互和智能编辑等功能，实现环境建模、物理模拟和快速渲染的组件式低代码可视开发，提供 AR 应用开发、上架、分发、使用的全流程管理功能，以及 VR 内容编辑制作工具；智能调度系统提供 GPU 资源调度提高元宇宙创作者效率，同时提供云导播等能力，为创作者提供便捷易用的创作环境。中国联通 uniOS 借助优秀的国产化适配能力，为元宇宙开发者提供了高效便捷的开发能力，在元宇宙发展的浪潮下带动了软硬件产业链的全面发展。



图 15 中国联通智能 OS 系统

3.全域内容生产引擎智能影像 Studio，提供 3D、超高清音视频、AR、VR，全息、数字孪生等内容生产引擎

依托 5G+云化计算和存储能力，配合深度学习框架和算法，支撑中国联通未来影像应用系统运行，提供超高清数字内容的创作、加工和数字建模系统，支撑音视频剪辑制作、4K/8K 和 3D、VR 内容创作，虚拟人、数字人、AI 音乐生成，能够实现 1 天 1 个写实数字人、1 天 1 个虚拟场景、2 天 1 条裸眼 3D、1 分钟 1 条数智人视频、1 个月 1000 首 AI 歌曲的高产能输出。



图 16 中国联通智能影像系统

4.虚实结合数字空间，提供虚拟人物、空间建模生产交互能力。

中国联通云映 XR 数字空间以 IoT 传感器、XR 硬件设备配合云渲染调度系统，配合 XR 引擎构成数字空间技术底座，提供 XR 互动空间、数据可视化、数字孪生等产品，面向智慧城市、数据治理、XR 教育办公、XR 商圈、虚拟营业厅等提供解决方案。其中，XR 引擎集成 Unity、Unreal 等知名引擎的开发建模能力，结合 BIM、ArcGIS 等数据和空间管理、分析工具，提供动作捕捉、数字人直播、可视化交互等产品核心功能，为元宇宙内容开发和创作提供了易用的平台。



图 17 中国联通数字空间系统

5. 全民众创数字资产管理平台，提供数字 IP 的创作、确权、经营能力。

中国联通数字资产平台以 IP 商店为核心，提供 500 余个数字 IP 和三维组件、100 余个数智人和三维场景、1000 余个裸眼 3D 素材，以及超过 100 万条的超高清内容的在线交易；同时充分整合联通链、联通法务能力，打造国内领先的数字内容知识产权保护平台，通过著作权登记、区块链存取证、版权维护，为创作者的权益护航。此外，资产管理平台随着技术的阶段性成熟，推出适应性应用，涵盖从元宇

宙平台建设、实体行业应用、虚实融合的平行应用，到虚拟空间的孪生应用，为不同类型的元宇宙创作者提供资源、技术、平台支持和权益保障，努力构建健康发展的元宇宙产业生态。



图 18 中国联通数字资产系统

(四) 中国联通聚焦数字经济产业场景化落地

在应用层面，中国联通聚焦场景化落地，着力打造一系列元宇宙产品应用和解决方案：在通信元宇宙领域，推出了元宇宙通话、元宇宙会议、数字人客服、数字人秘书等应用；在数字文化元宇宙领域，推出了文旅、文体、文教、文博、文创等场景化解决方案。在未来，还将持续围绕互联网元宇宙、垂直行业元宇宙推出一系列产品服务，推动互联网和垂直行业的元宇宙转型。

1. 打造营业厅元宇宙，带来全新的营业厅体验。

在营业厅场景中，提供涵盖户外展示、虚拟空间、沉浸式体验的解决方案。其中，在户外展示方面，提供大屏裸眼 3D、光影特效、冰屏特效产品，制造震撼视觉效果；在虚拟空间体验方面，提供 AR 营业厅导览讲解和路线导航、XR 互动智能家居沉浸体验，提供线上

线下融合的营业厅营销新模式；在智能互动方面，提供数字人迎宾、数字人直播、业务讲解、客服互动能力，提升营销效果。



图 19 中国联通营业厅元宇宙布局

2. 打造展馆元宇宙，营造数据物品展示的新方式。

提供智慧展厅、博物馆、党建的内容展示，包括 XR 互动导览、数字人客服迎宾，以及科学馆、博物馆展品 MR 交互体验；提供企业数字化展厅，以实时大屏、视频交互等方式展示企业经营数据，提供交互式沙盘。通过展馆元宇宙产品，为物品、数据的展示提供全新的更为生动的方式。



图 20 中国联通展馆元宇宙布局

3. 打造城市元宇宙，带来城市管理宣传新模式。

通过数字孪生，仿真还原城市景象，构建城市三维模型，服务城

市、园区和场馆管理运营、治安维护的效率；通过超高清视频技术，服务于城市宣传片、文化纪录片拍摄，配合地标大屏宣传，打造城市文化宣传的新方式；通过 XR 技术，推动城市文化资产全面数字化，构建城市级元宇宙商圈和社区，打造城市超级名片，推动智慧城市向着更高级的阶段发展。



图 21 中国联通城市元宇宙布局

4. 打造景区元宇宙，带来游览游玩新体验。将 8K 超高清、裸眼 3D、XR 等技术有机结合，完成景区超高清视频拍摄、VR 景区导览、AR 沉浸式景区宣传讲解和互动导览，给游客带来全新游览体验。使用数字孪生技术，对景区内设施、游客轨迹和偏好进行分析，提升景区管理效率和能力，提升游客游玩体验。使用数字人生成技术，为景区定制数字人、IP 形象，促进景区品牌在社交场景下传播；打造景区衍生 IP 及周边产品，拉动景区品牌宣传和营销效果。



图 22 中国联通景区元宇宙布局

5. 打造乡村元宇宙，助力乡村振兴战略。一是通过数字社区建设，增强乡村治理和管理能力；二是使用数字人技术、建模技术，打造乡镇级、乡村级主播、代言 IP 和导游，展示乡村历史文化、民俗风采、发展成果，打造乡村人文、特产、旅游 IP，促进美丽乡村形象展示和推广，带动乡村游业务发展，拉动经济。同时通过 5G+XR，促进文化艺术在乡村的传播；三是依托沃家智能产品，推动智能电器、智能教育、智能娱乐等在乡村家庭落地，为乡村居民打造品质智能生活。



图 23 中国联通乡村元宇宙布局

6. 打造教育元宇宙，推动教学管理就业水平提升。构建校园数字

孪生，提升校园管理能；通过校园云桌面，实现校内云盘信息互通；通过数字化教材、远程教学直播，提升教学数字化水平，为学生提供灵活便捷的实操环境；通过 XR 技术，打造虚拟校园、虚拟实验室，增强教学互动性和趣味性。同时通过 AR+5G，打造企业、学校、学生三位一体，覆盖学习、实践和评价的人才培养闭环。



图 24 中国联通教育元宇宙布局

7. 打造商圈元宇宙，推出营销引流新模式。通过 XR 技术，打造商超 AR 导航、商品试穿，提供 MR 导购、互动式营销体验，增强顾客线下购物感观和体验，吸引新鲜客源；通过虚拟数字人、虚拟建模技术，打造商超虚拟主播、商家云店，提供品牌营销新思路，给用户带来新的交互和购物体验。



图 25 中国联通商圈元宇宙布局

8. 打造通信元宇宙，开启多彩通信生活。在通话交流方面，使用虚拟建模技术打造虚拟会议室，为企业提供线上会议的新方式；使用XR技术，营造通话特效和可视化互动效果，增强通话过程中互动的趣味性和交流过程中的效率。在个性化装扮方面，打造5G视频名片、视频彩铃和NFT视频名片，为用户提供独一无二的身份特征。

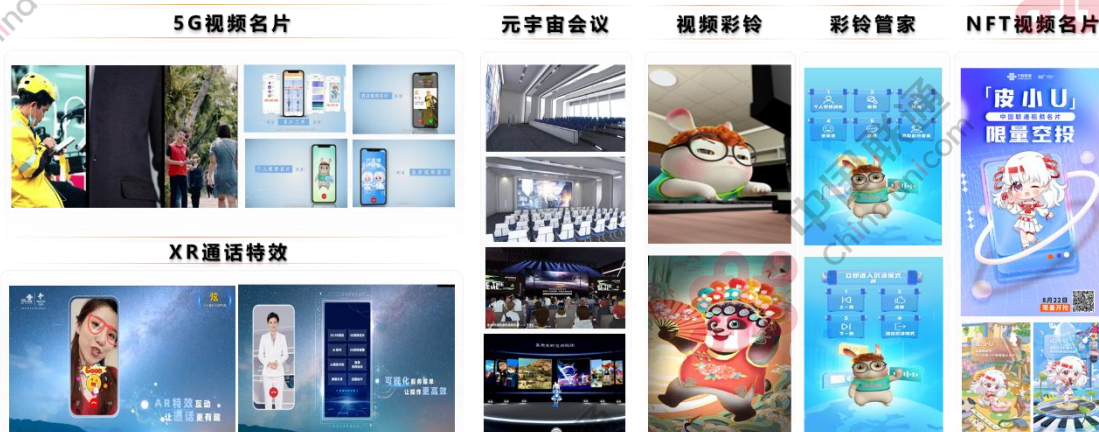


图 26 中国联通通信元宇宙布局

五、总结与展望

(一) 未来应用场景的壮大将推动元宇宙向更开放的方向演进

今日互联网的繁荣根本上归功于其“开放性”的设计理念。“开

放”是为了更大规模的“互联”，“互联”是“开放”的基础和保障，二者之间相互成就。作为新一代沉浸式互联网，随着应用场景的不断壮大，元宇宙产业发展也将进入“更开放”的路径。

首先是技术标准更开放。通过保持数据格式、行为控制和物理模拟规则等的一致性，推动元宇宙虚拟空间之间的互联互通和无缝切换。国外已经开始进行相关探索，如国际老牌图形图像标准化组织

Khronos 推出了一套 3D 内容的格式标准 glTF，已于 2022 年 8 月作为 ISO/IEC 国际标准发布。苹果与 Pixar 基于 USD 技术共同研发 3D 文件格式 USDZ。英伟达推出的 3D 仿真与协作平台 Omniverse，则采用 USD 作为统一格式融合打通了各类建模软件。2022 年，Khronos Group 发起成立元宇宙标准论坛，推动开放元宇宙所需的互操作性标准。

其次是数字资源更开放。通过将数据所有权从平台转移给个体用户，保障数据所有者能够自主授权个人数据是否允许他人使用，以此实现从数据滥用到数据自主可控的转变，促进数据可信流通。

再次是内容创作更开放。随着未来内容创作门槛大幅降低，内容创作方和用户将获得更为自由地表达空间。近年来，内容自动化生产已取得初步进展，如阿里云的卡通智绘项目可基于单张人脸照片自动化生成虚拟形象。百度、华为、腾讯等企业都推出商品自动化 3D 建模服务，支持在分钟级的时间内完成商品的 3D 拍摄和生成，精度可达毫米级。

Google Maps 基于图像的 3D 重建技术开发出的全新 3D 渲染地图。此外是**商业模式更开放。**通过将数字内容的所有权归还给用户，让创作者更容易从自己的数字劳动和创作中获益，将激发作者生产内容的积极性，以更持续的创作收益、更开放的创作模式推动内容创作的体制

革新，建立全新的创作者经济模式。

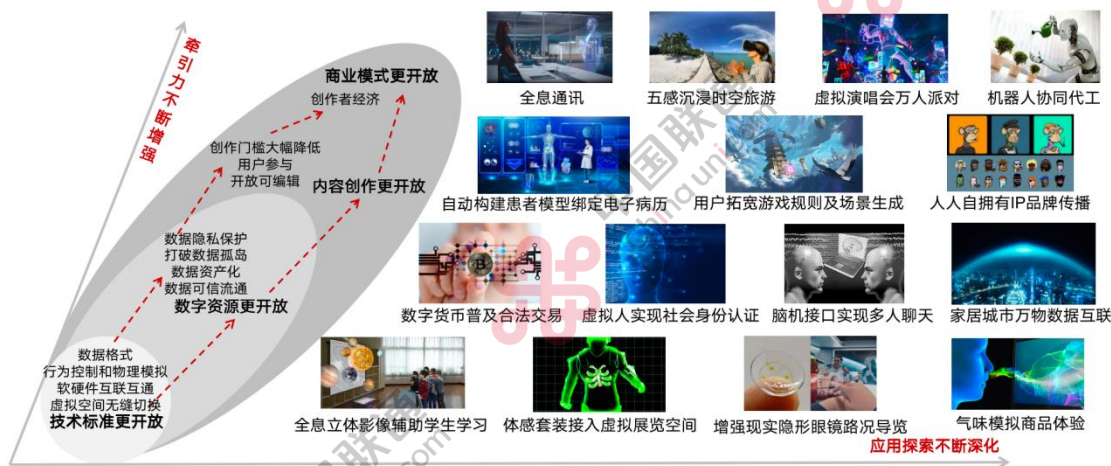


图 27 元宇宙未来展望

(二) 中国联通未来设想

1. 未来元宇宙未来的演进路径预判

长期来看，我们认为元宇宙的发展会历经四个关键阶段。2022~2023年，是元宇宙的启蒙期和躁动期，会涌现出大量尝试性探索。从形态层面来看，我们认为元宇宙的发展会从数字身份开始，每个人都拥有自己数字分身；从业务层面来看，整体还是传统互联网；从网络层面来看，随着我国“东数西算”以及多层次数据中心布局的逐步推进，网络将真正迈向云网一体；从技术层面来看，数字人技术会在该阶段走向成熟。2023~2025年，正值我国“十四五”规划纲要实施的收官之年，将形成一些阶段性成果。在该阶段，数字孪生将得到蓬勃发展。同时在3D、XR、交互等技术的加持下，我们将更加完整看到3D互联网时代的到来。网络方面，会进入云智一体，智能化算力、智算中心会成为主流。技术方面，数字空间构建技术将走向成熟。2025~2028年，网络即服务的数字原生将得到发展。在该阶段，

AI 和智算技术将会走向成熟和消费级，真正进入智能互联网时代。同时，6G 技术也将逐步成熟走向商用，网络将迈向空天地一体。2028~2030 年，将形成真正意义上的元宇宙，进入虚实融合、数字共生的原生互联网阶段。在该阶段，将形成万物互联、天地一体的网络空间，同时虚实应用技术才真正成熟。

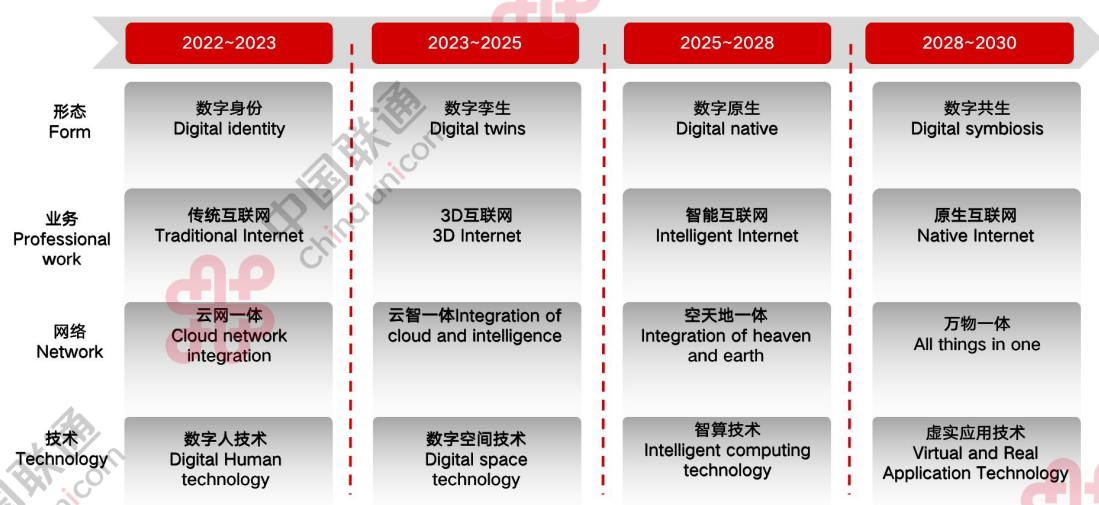


图 28 中国联通对元宇宙未来演进路径的预判

2. 推动元宇宙算力、引擎、服务的全面云化和国产化

经过前期的工作，中国联通已经构建了元宇宙云网能力等七大技术引擎，提供了 unilcc 智能算力、uniOS、uniStudio、uniCreator、众创平台开放能力以及和场景化产品服务能力。未来，中国联通将全面承接新时代赋予的新使命，迎接元宇宙新浪潮，围绕算力、引擎、服务，实现全面云化与国产化，助力千行百业“上云用数赋智”，推动元宇宙时代的新发展。一方面，中国联通将构建云网一体、安全可信、专属定制、多云协同的“联通云”，形成数网协同、数云协同、云边协同、绿色智能的多层次算力设施体系，实现“全覆盖、全在线、全云化、绿色化、一站式”数字化服务。另一方面，中国联通将紧紧围绕

科技创新这个核心，聚焦核心技术，聚焦关键应用，持续做大做强元宇宙底座，推进核心技术的全面自研和国产化。

3.整合行业资源，建立开放型的生态平台

中国联通元宇宙平台的建设，离不开广大合作伙伴同心同力的协同与支持，我们已经聚合了一大批合作伙伴携手共进。在基础技术领域，我们聚合了操作系统、网络引擎、算力引擎、数据引擎等众多合作伙伴；在平台技术领域，我们聚合了3D/XR引擎、AI能力引擎、互联网平台等合作伙伴；在产品应用领域，我们聚合了内容、垂直行业等合作伙伴，服务覆盖多个领域。未来，中国联通将围绕“大联接、大计算、大数据、大应用、大安全”主责主业，打造扁平、协同、敏捷、生态的平台型组织，构建一体化协同运营服务能力，加快构建“多元共建、互补互促、跨界融合、竞合共生”的数字生态。中国联通将与联盟合作伙伴一道，持续做实做深底座技术、提升引擎能力和性能、拓展垂直领域和服务场景、丰富和完善产品体系，发挥好产业联盟协同作用，将平台更广泛、更好的服务更多行业和客户，为中国数字经济发展贡献联通力量！

4.打造全行业全场景服务能力

基于中国联通的平台和引擎技术能力，我们推出了全场景元宇宙产品和服务；在过去的一年里，我们的元宇宙产品陆续商用，服务各行各业的客户，积累了广泛的市场基础。中国联通也将基于平台能力和产业联盟，提供5大开放能力，助力元宇宙产业快速发展。我们将向平台方开放智算能力，提供国家队服务保障，帮助平台降低生产创作成本，提升效率；向终端厂家开放全面国产、全域自研的uniOS系

统，形成软硬一体协同、自主可控的终端生态体系；向广大开发者开放全栈云化的低代码开发工具 Studio，提升开发者的开发、创作效率；向创作者开放 Creator 创作平台，降低创作门槛提升创作效率，让每个人都可以成为专业创作者；向数字 IP 内容运营方开放众创平台，提供全链条创作模板工具，提供作品版权认证确权、交易功能服务，激活数字资产的创作效能、服务数字资产的权利保障，提升数字资产的交易规模。总体来说，中国联通将依托裸眼 3D、数字人、XR 应用、数字空间、数字资产等能力与资源，提供全行业全场景覆盖的标准化产品与定制化服务交付。通过全真 3D，让每个人都能够轻松进入元宇宙的“视界”；通过面向个人客户的数字人产品，让每个人都拥有自己的数字分身；通过 XR 交互，打造虚实融合共生的空间互动；通过数字空间服务，让每个企业都拥有专属的虚拟空间。

中国联通愿以最优的能力、最精的技术、最好的服务发挥产业联盟优势，推动元宇宙的探索，助力中国数字经济的繁荣发展！

东西智库 | 专注中国制造业高质量发展

东西智库，专注于中国制造业高质量发展研究，主要涵盖新一代信息技术、数控机床和机器人、航空航天、船舶与海工、轨道交通、节能与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、医疗器械等制造强国战略十大领域，并提供战略咨询、规划编制、项目咨询、产业情报、品牌宣传等服务。

欢迎加入东西智库小密圈，阅览更多制造业精选信息

 知识星球

微信扫码加入星球小密圈

交流 | 分享 | 研究

赠1万+制造业精选资料

