

工业元宇宙发展洞察报告 (2023)

礼嘉链网智慧研究院
联通重庆5G融合创新中心
2023年9月

全网第一商业资料社群：

- 每日分享50+行业报告、思维导图、行业资讯、社群课程等
- 全行业覆盖：新零售、AR、房地产、人工智能、新基建、生鲜、物联网、母婴、机器人、新能源汽车工业互联网、直播短视频等 460+个行业
- 全网唯一终身制知识社群
长按识别右侧二维码，立即加入



长按二维码加入

版权声明

本研究报告版权属于礼嘉链网智慧研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：礼嘉链网智慧研究院”。违反上述声明者，本单位将追究其相关法律责任。

编写单位和编写组成员（排名不分先后）

中国信息通信研究院：李海花、池程、李琦琦、宋涛、王亦澎、景浩盟、录天凤、孙银、杨潇、曾峥、杨笃明、程名君、韩玲、刘柳、高信波、陈晓旭、李康男、曹禾、唐甜、李逸超、谭欣、严鸿伟、杨静、杜佳芮、何鸿康、李薇羽、张帝漆、刘畅

中国联通研究院：李红五、张建荣、宋雨伦、范济安

联通重庆 5G 融合创新中心：金涛、周华、邹昌俊、袁青松、唐尚禹、安岗

前 言

随着元宇宙概第一股 Roblox 上市，元宇宙迅速引发世界关注，国外脸书（Facebook）、微软（Microsoft）、英伟达（NVIDIA）等，国内腾讯、字节跳动、百度等科技公司纷纷布局该领域。元宇宙利用区块链、人工智能、扩展现实（XR）、数字孪生等技术实现对现实世界的有效数字拓展，完成对现实世界的空间延伸、时间延伸和价值延伸，实现虚拟世界和现实世界时空融合。

工业元宇宙基于元宇宙的关键特征、要素、相关技术与应用，将扩展现实、数字孪生为代表的新型信息通信技术与工业经济深度融合，从而构建工业元宇宙新型基础设施、应用模式和工业生态，服务于工业经济、赋能工业生产、促进工业领域数字化高质量发展，带动工业企业数字化转型新升级。

工业元宇宙通过打造与现实工业经济映射和交互的虚拟世界，构建起工业产品全生命周期的虚实共生、企业和消费者智能高效闭环下的全息智能制造、工业智能经济体系，解决工业多应用场景中的痛点问题。但由于工业元宇宙概念较为前沿，涉及的技术种类复杂，产业类型多，目前工业元宇宙的产业体系尚未建立完善。因此，为统一工业元宇宙的认识，明确工业元宇宙概念，促进工业元宇宙的产业集聚发展，结合《2022 中国工业元宇宙产业研究报

告》、《元宇宙通证》、《中国元宇宙白皮书》、《元宇宙发展研究报告 1.0》、《元宇宙特征与属性 START 图谱》等材料和权威专家观点，深入调研产业发展状况，针对工业元宇宙的概念、价值、政策、应用、关键要素、技术体系、产业体系以及重点问题进行了详细阐述，尝试定义了工业元宇宙概念、技术体系和产业体系，并对元宇宙未来发展进行了深入思考，希望为工业元宇宙的落地应用和产业发展提供参考和借鉴。

指导单位：

中关村区块链产业联盟

目 录

一、 元宇宙概述	1
(一) 元宇宙发展脉络	1
(二) 元宇宙基本内涵和特征	2
(三) 元宇宙的应用探索及成效	5
二、 工业元宇宙概念与价值	6
(一) 工业元宇宙概念	6
(二) 工业元宇宙的价值	8
三、 工业元宇宙国内外相关政策	9
(一) 工业元宇宙国外相关政策	9
(二) 工业元宇宙国内相关政策	12
四、 工业元宇宙应用探索	14
(一) 工业元宇宙变革生产者的操作模式	15
(二) 工业元宇宙优化设计者的创作过程	17
(三) 工业元宇宙提升经营者的管理效率	19
(四) 工业元宇宙丰富服务者的实施手段	22
五、 工业元宇宙关键要素及发展阶段	24
(一) 工业元宇宙关键要素	24
(二) 工业元宇宙发展阶段	25
六、 工业元宇宙关键技术	27
(一) 扩展现实技术	28
(二) 模型技术	29

(三) 数字孪生技术	29
(四) 区块链技术	30
(五) 数字资产与数字身份	30
(六) 人工智能技术	31
七、工业元宇宙产业体系	31
(一) 工业元宇宙产业布局	31
(二) 工业元宇宙参与主体	37
(三) 工业元宇宙主要产业	31
八、工业元宇宙需关注的重点问题	38
(一) 工业元宇宙监管形势将更为严峻	38
(二) 信息安全与隐私保护将更加困难	39
(三) 传统经济体系将迎来巨大冲击	40
(四) 工业元宇宙标准体系需求更加急迫	40
(五) 基础设施建设需要跨越式发展	41
附件 1: 元宇宙大事记	42
附件 2: 国内元宇宙政策汇编	45
参考文献	55

一、元宇宙概述

（一）元宇宙发展脉络

元宇宙理念很早就有萌芽，1990年，钱学森先生提出将“Virtual Reality”翻译为“灵境”。钱先生认为“灵境技术及多媒体能大大扩展人脑的知觉，因而使人进入前所未有的新天地，新的历史时代要开始了”。1992年，尼尔·斯蒂芬森（Neal Stephenson）科幻小说《雪崩》出版，在该书中作者首次使用了“Metaverse”一词。小说描述了一个通过“目镜”可进入，通过“化身”可跨时空交互，实现平行世界的自由穿梭的元宇宙世界。

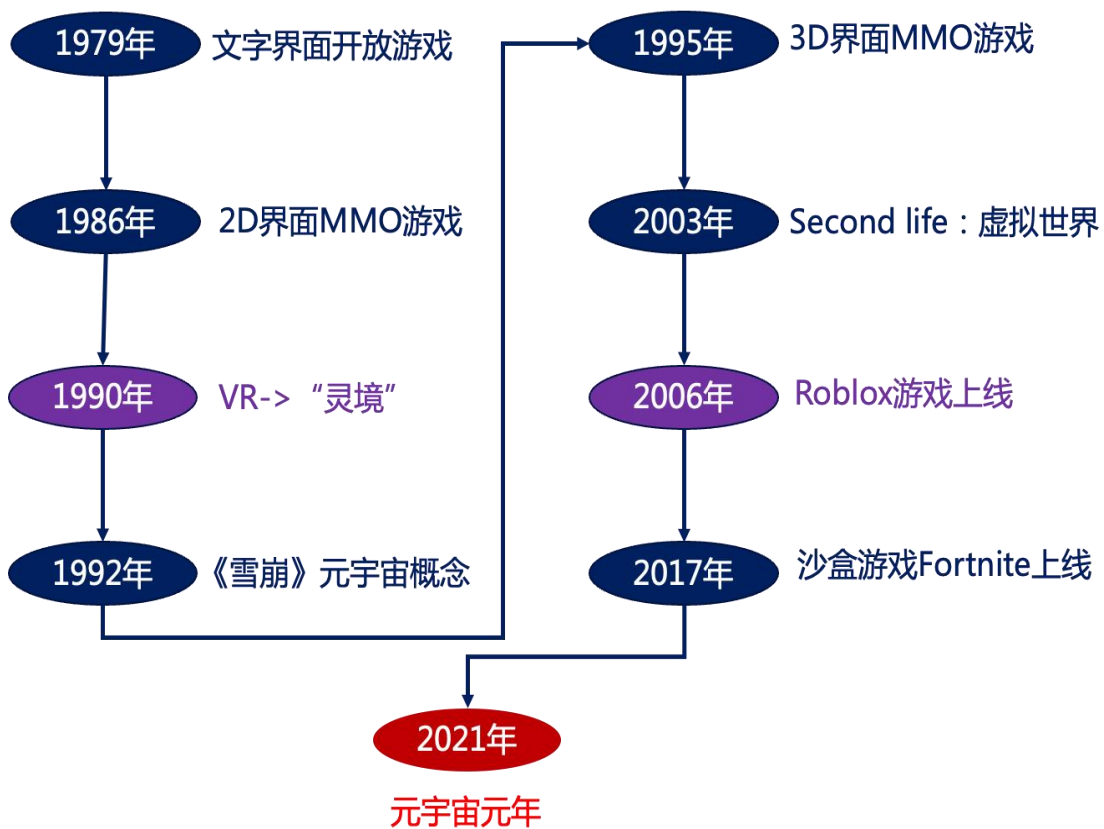


图1 元宇宙发展时间线

产业界围绕元宇宙开展了很多探索，特别是 3D 游戏、虚拟世界游戏。2021 年 3 月，随着元宇宙概第一股 Roblox 上市，元宇宙开始迅速传播，国外脸书、微软、英伟达等科技公司纷纷布局相关领域，国内腾讯、字节跳动、百度等公司也纷纷进入。2021 年 10 月份，脸书正式改名为 Meta 彻底拥抱元宇宙，使得元宇宙进入了公众视野并成为产业热点。2021 年以来，“元宇宙”这一概念的关注度呈现指数级暴涨，国内外相关要素厂商纷纷提出“元宇宙”发展战略规划，展现出超出想象的发展潜力。2022 年，元宇宙领域继续蓬勃发展，微软巨资收购动视暴雪继续为元宇宙打造添砖加瓦，谷歌与 NBA 合作推出元宇宙项目 Google Pixel Arena，Meta 发布四款 VR 原型机，众多科技巨头公司宣布成立元宇宙标准论坛。国内元宇宙市场整体规模持续扩大，据《中国元宇宙发展报告(2022)》显示国内元宇宙上下游产值已超过 400 亿。2022 年 9 月，世界人工智能大会元宇宙博览会在上海成功举办。

（二）元宇宙基本内涵和特征

元宇宙最初多以游戏的方式呈现，并逐渐整合互联网、数字化娱乐、社交网络等功能。长远看，元宇宙作为虚拟世界和现实世界融合的载体，将向整合社会经济与商业生产活动迈进。但总体上，元宇宙还处于萌芽时期，全球尚未对元宇宙的定义和理解形成统一标准。

Roblox 首席执行官 Dave Baszucki 表示，“我们对未来有个共同的愿景，这种愿景有时会被称为“元宇宙”。它能够给全人类带来非凡的体验，有朝一日，人们得以聚集在一起，社交、学习、娱乐、工作，惊叹于元宇宙的奥秘”。

Facebook 创始人扎克伯格认为，“你可以把元宇宙看作是一个具身性的互联网。在这里，你不再浏览内容——而是在内容中”。

中国信息通信研究院金键指出“元宇宙是全人类对科技发展、产业变革、社会治理、环境变化、宇宙认知等提出的新愿景新蓝图，也是高阶数字经济的空间形态”。

阿里巴巴达摩院 XR 实验室负责人谭平认为“元宇宙就是 VR/AR 眼镜上的整个互联网。VR/AR 眼镜是即将要普及的下一代移动计算平台，而元宇宙则是互联网行业在这个新平台上的呈现”。

综合业界对元宇宙的认识和阐述，我们认为，**元宇宙是构建在新型基础设施之上，实现虚拟世界和现实世界时空融合的新一代互联网应用和社会生态。**元宇宙利用区块链、人工智能、XR、数字孪生等技术实现对现实世界的有效数字拓展，可以完成对现实世界的空间延伸、时间延伸和价值延伸。

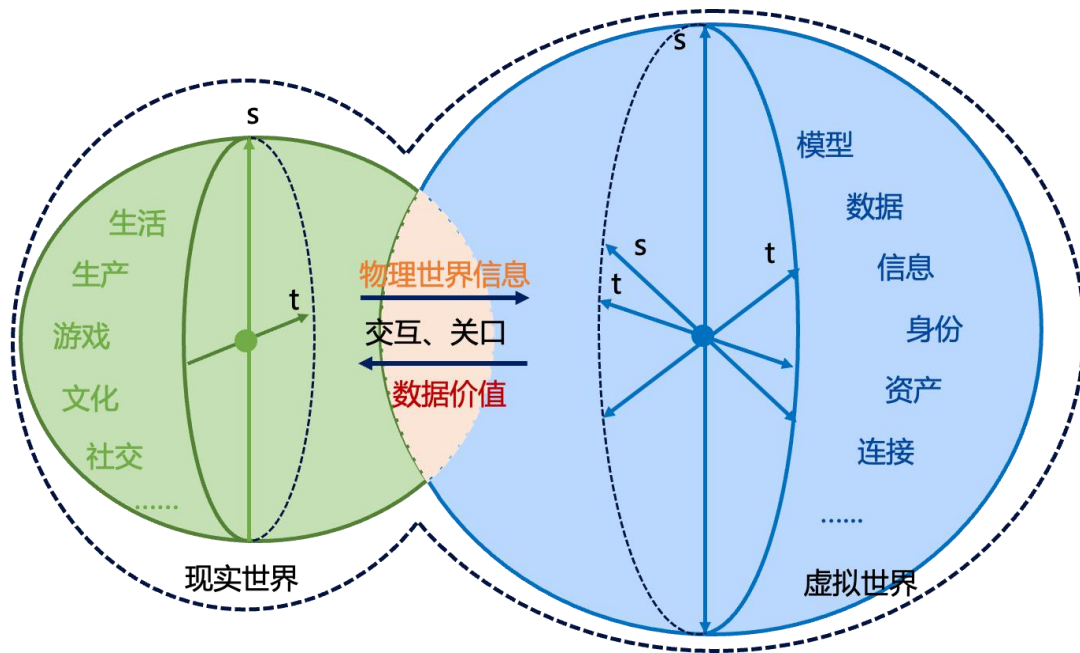


图 2 元宇宙概念图

元宇宙正在变革甚至重塑现有互联网生态体系。Roblox 公司首席执行官戴维·巴舒基提出了元宇宙所需具备的八要素：身份、社交、沉浸感、低延迟、多元化、随地、经济系统、文明。分析师 Matthew Ball 提出元宇宙应具有以下六个特征：永续性、实时性、无准入限制、经济功能、可连接性、可创造性。Beamable 公司创始人 Jon Radoff 提出元宇宙构造七个层面：体验、发现、创作者经济、空间计算、去中心化、人机交互、基础设施。清华大学《元宇宙发展研究报告 2.0》提到，元宇宙具有时空拓展性、人机融生性和经济增值性三大特征，以及生存空间拓展、视角纬度拓展、感观体验拓展和思想实践拓展四大拓展。

概括起来，元宇宙主要具备时空融合性、多元共生性、价值融通性和自主多样性等四大特性。时空融合性是

指元宇宙不仅完成对现实世界的数字拓展，更是在时间和空间上提供了多种发展的可能，时间和空间高度统一。多元共生性是指元宇宙可将多重身份进行统一，化身将成为元宇宙身份的主要特点。价值融通性是指元宇宙实现了现实世界和数字世界的价值流转和融合，新型经济体系将会出现。自主多样性是指元宇宙给予了用户充分的自主和自由，世界更加多样。

（三）元宇宙的应用探索及成效

当前游戏和社交领域仍是元宇宙应用的主要方向。游戏领域目前具备了物理、音视频以及一些特殊的内容创作平台，并在平台上产生了大量优秀作品，给予用户优秀的虚拟体验。

类型	引擎名称	研发商	母公司	代表游戏	特点
物理	Havok 	Havok	Microsoft	孤岛惊魂5、正当防卫4、命运2、塞尔达	目前最知名的物理引擎，3A大作常用
	PhysX 	Ageia	nVidia	辐射4、巫师3:狂猎	是nVidia GameWork的一部分，基本能力与Havok持平，且支持GPU加速
	Euphoria 	Natural Motion	Zynga	GTA5、荒野大镖客2	主要是R星旗下的游戏使用
音频	Wwise 	Audiokinetic	Audio kinetic	巫师3:狂猎、守望先锋、光环5、死亡搁浅	用于游戏开发和声音部署的工具，相较于FMOD可以添加更多的插件
	FMOD 	Firelight Technologies	Firelight Technologies	魔兽争霸3、流放之路、正当防卫2	用于游戏开发和声音部署的工具，UI更加简单，阶级更加平缓
图像	SimplyGon 	Simplygon Studios	Microsoft	巫师3:狂猎、光环5、狂怒2、最终幻想14	通过多边形网络减少以及其他技术建立LODs实行自动3D优化
	Mercuna 	Silicon Studio	Silicon Studio	宝可梦letsgo、最终幻想15、如龙6	用于游戏渲染，模糊模拟，可变光圈模拟
特殊	SpeedTree 	Interactive Data Visualization	Interactive Data Visualization	对马岛之魂、底特律变人、Forza地平线	用于游戏内植被的建模和渲染

图3 游戏引擎

在社交领域，传统的文字、视频等社交手段不断被新的方式所取代，虚拟世界、虚拟演唱会、虚拟毕业典礼等新的社交方式不断涌现。



图 4 社交应用

随着元宇宙概念的爆发，元宇宙在文旅、体育、房地产、办公等多个领域的探索如火如荼，元宇宙在工业领域的应用同步开启。

二、工业元宇宙概念与价值

（一）工业元宇宙概念

美国 4Sight 首席技术运营官 Wilhelm Swart 表示“**工业元宇宙是最具有竞争力的战场**”。德勤《元宇宙系列白皮书—未来已来 全球 XR 产业洞察》报告提到，“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。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”。其中，由实向虚方向，主要源于产业和工业的数字化转型需

求，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，工业元宇宙正是这一发展方向的重要内容。2022年3月，中国电子报刊登的《工业元宇宙：展现智能制造的未来形态》一文中提到，“工业元宇宙即元宇宙相关技术在工业领域的应用，将现实工业环境中的研发设计、生产制造、营销销售、售后服务等环节和场景在虚拟空间实现全面部署”。

工业元宇宙是元宇宙在工业领域的应用，是基于元宇宙核心基础设施和应用理念，构建的服务于工业经济的新型工业运行体系和工业模式。工业元宇宙通过区块链、人工智能、XR、数字孪生等技术，打通人、机、物、系统等领域的无缝连接，实现数字技术与现实工业结合，促进实体工业高效发展和变革发展。工业元宇宙将促进工业从全面的“务实”走向“虚实结合、共同发展”。一方面，工业元宇宙强化了现实世界与虚拟世界的联动，改变了生产、设计、经营、管理、维护等模式，推动工业的数字化转型。另一方面，工业元宇宙通过数字分身、社交体系、经济体系等，变革工业的组织模式、生产模式和价值链条。

工业元宇宙的意义和目的是产生具体产业应用实际价值。与消费场景下诞生超现实的内容创造和用户体验感相

比，工业元宇宙构建的场景和对象是一个确切物理系统，所要解决的问题、组织关系和任务都是明确的。

（二）工业元宇宙的价值

工业元宇宙促进工业数字化转型。工业元宇宙通过真实映射与模拟仿真，构建现实世界的拓展和延伸，通过虚实融合实现概念验证、产品测试、仿真运营、虚拟装配等，大幅度提升工业企业生产效率，减少试错和运营成本，解除生产上的空间限制，促进工业全球化生产模式的形成。

工业元宇宙激发技术创新。元宇宙中数字虚拟人、虚拟营销、虚拟会议等新模式正在向工业领域拓展，进一步带动区块链、人工智能、扩展现实（XR）、数字孪生等技术在工业中的应用，并通过虚拟世界建设汇聚在线资源，将激发巨大技术创新、产业创新和应用创新。同时，工业元宇宙将进一步带动大数据中心、算力基础设施、区块链、工业互联网等基础设施建设，加速构筑数字底座。

工业元宇宙加速数字经济发展。全球经济中数字经济的占比持续提升，元宇宙及工业元宇宙发展，将带动数字资产化及数字资产的全球化流动交易，多个国际知名咨询机构公开表示看好元宇宙的未来市场规模。如普华永道预计，2030年元宇宙市场规模将达到1.5万亿美元，彭博行

业则估计届时元宇宙市场规模可以达到 2.5 万亿美元；摩根士丹利预计，未来元宇宙潜在市场空间将超 8 万亿美元。根据《元宇宙》作者何超的预测：未来 80% 的数字财富将在元宇宙中创造。在工业元宇宙方面，亿欧智库《2022 中国工业元宇宙产业研究报告》提到“中国制造业正在面临制造业外流、地缘经济分裂、劳动力成本上升等‘灰犀牛风险’，元宇宙元年之后，褪去科幻外衣的元宇宙将成为未来 10-20 年的最强科技风口”。Trend Force 集邦咨询数据显示，工业元宇宙将催动全球智能制造市场规模于 2025 年达 5400 亿美元，2021 至 2025 年复合成长率达 15.35%。

三、工业元宇宙国内外相关政策

（一）工业元宇宙国外相关政策

美国率先提出“元界”概念，并持续关注数据安全和隐私保护问题。关于数据安全，美国商品期货交易委员会（U.S. Commodity Futures Trading Commission，CFTC）委员 Brian Quintenz 建议要加强对底层技术，尤其是区块链技术的监管，并通过追究技术开发者责任的方式来保护交易的安全。当前，美国政府对元宇宙相关热点，如 Web3、数字资产等持鼓励态度。2021 年 10 月，提出《政府对人工智能数据的所有权和监督法案》，要求对人工智能系统所涉及的数据特别是面部识别数据进行监管。2022 年 3 月 9

日，美国总统签署“关于确保数字资产负责任发展”的行政命令，要求各部门通力合作，就数字资产展开相关研究。2022年8月，美国国会研究服务局（CRS）发布题为《元宇宙：概念和国会应考虑的问题》的报告，阐述了元宇宙的相关概念，关键技术，以及重点企业布局，用以分析当下存在的风险及机遇。

欧盟在元宇宙上积极开展探索，以法国为代表，其依托政治、科技优势，在时尚领域以及游戏领域中率先形成消费级应用，同时在同质化通证（NFT）以及工业领域也有所布局。如法国西部卢瓦尔河大区的智能工厂创新科研中心，业务涉及航空、航海、陆运及能源等多个领域，配备虚拟现实工业中心，可通过虚拟现实（VR）技术来设计新型工厂、检测新机器、研究人体工学以及员工培训等，实现了工业元宇宙数字技术和工业生产领域的初步探索。2023年7月11日，欧盟委员会通过了名为《Web4.0和虚拟世界的倡议：在下一次技术转型中领先》的新战略。欧盟希望通过落实该战略，抓住互联网技术新风口，提高其国际话语权及竞争力。

韩国采用政府引领模式积极发展元宇宙，重点关注元宇宙城市、虚拟数字人、XR等方向，且给予了产业基金支持，并对金融、旅游业、公共服务等元宇宙应用方向有所侧重。2021年5月，韩国科学技术信息通信部发起成立了

包括现代、SK 集团等 200 多家韩国本土企业和机构的“元宇宙联盟”。2021 年 7 月，韩国公布《数字新政 2.0》推出数字内容产业培育支援计划，共投资 2024 亿韩元（11.6 亿元），其中 XR 内容开发、数字内容开发和 XR 产业基础共支援 760 亿韩元。2021 年 11 月 3 日，首尔市长提出首尔愿景 2030 计划，计划投资 30 亿韩元建设元宇宙首尔，未来服务领域涵盖包括经济、教育、旅游、通信、城市、行政、和基础设施 7 个领域。韩国产业界对元宇宙关注度极高，主要侧重于元宇宙平台、虚拟人、VR 等方面，并初步形成了游戏、虚拟偶像、虚拟世界等领域应用。2023 年 2 月，韩国科学技术信息通信部表示，政府将投入 2233 亿韩元（约合人民币 11.9 亿元）扶持元宇宙产业。对关键技术以及医疗、教育、防务、产业、经济等各领域的研发，元宇宙实验室人才培养投入资金，并建立元宇宙企业并购基金，积极支持国内元宇宙企业发展。

日本侧重对虚拟空间应用方向的布局，并对加密资产如虚拟货币、NFT 等展开了重点关注。2021 年 7 月，日本经济产业省发布了《关于虚拟空间行业未来可能性与课题的调查报告》，报告认为，政府应着重防范和解决“虚拟空间”的法律问题，并对跨国、跨平台业务法律适用条款加以完善；政府应与业内人士制定行业标准和指导方针，并向全球输出此类规范。2021 年 12 月，成立元宇宙的业界

团体“一般社团法人日本元宇宙协会”，启动市场构建，力争使日本成为元宇宙发达国家。2022年4月，日本成立面向应用推进研究和规则完善的“元宇宙推进协议会”。2023年，日本成立“元宇宙推进协议会”探讨关于网络虚拟空间运用的法律制度及相关政策建议。

（二）工业元宇宙国内相关政策

我国高度重视元宇宙的发展，2022年1月，工业和信息化部在中小企业发展情况发布会上提出要培育一批数字产业化专精特新中小企业，培育一批进军元宇宙、区块链、人工智能等新兴领域的创新型中小企业。2022年3月，工业和信息化部工业文化发展中心发布《关于征集首批工业文化数字藏品素材的通知》，提出将筹建工业元宇宙服务平台，并拟推出工业文化数字藏品。2022年10月，工业元宇宙协同发展组织在北京正式成立，并发布《工业元宇宙创新发展三年行动计划（2022-2025年）》，提出3年实现“三个100”目标，着力推进工业元宇宙全方位健康发展。

地方政府出台政策，加速布局元宇宙。截至2022年8月份，我国已有24个省市将元宇宙写入政府工作报告、产业规划及扶持政策中。截至2023年1月，全国范围内已有18个省级（含直辖市）单位及22个市级单位发布了约90项支持元宇宙产业的政策。其中，北京市于2023年3月发

布《关于推动北京互联网 3.0 产业创新发展的工作方案（2023—2025 年）》，提出北京将把握机遇，带动元宇宙等软硬件技术协同创新发展，推动北京率先建成具有国际影响力的互联网 3.0 科技创新和产业发展高地。上海市印发《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》，加强元宇宙底层核心技术基础能力的前瞻研发，推进深化感知交互的新型终端研制和系统化的虚拟内容建设，探索行业应用。为加快推动“元宇宙”领域关键技术的攻关突破，于 2023 年 6 月印发《上海市“元宇宙”关键技术攻关行动方案（2023—2025 年）》。重庆市在《渝北区元宇宙产业创新发展行动计划（2022-2024 年）》提出，抢抓数字经济和元宇宙发展新机遇，打造“元宇宙先导试验区”和“元宇宙生态产业园”，构建元宇宙治理与产业发展体系。重庆永川于 2023 年 1 月发布《重庆市永川区元宇宙产业发展三年行动计划（2023-2025）》，打造以数字内容制作为特色的全国知名、西部领先的元宇宙应用示范城市为目标。广州市发布《广州市黄埔区、广州开发区促进元宇宙创新发展办法》，对元宇宙相关项目提供专项支持，为广东省、广州市元宇宙领域产业发展提供试点经验和示范引领。武汉市政府于 2022 年 11 月发布《武汉市促进元宇宙产业创新发展实施方案（2022—2025 年）》，力争到 2025 年建成创新链、产业链、价值链协同发展的我国元宇宙创新发展

先导区与核心区。**南京市**在政府工作报告中提出，加快元宇宙产业链上下游各环节各主体的协同发展，促进元宇宙与区块链、人工智能、云计算的创新融合，积极构建新金融、新产业的强磁场，新技术、新产品的孵化器，新体系、新模式的试验田，推动更多应用场景落地。**成都市**在政府工作报告提出，大力发展数字经济，用好网络信息安全、超算中心等优势赛道，加快发展人工智能、大数据、云计算等新兴赛道，主动抢占量子通信、元宇宙等未来赛道，力争数字经济核心产业增加值占地区生产总值 12.8%以上，并于 2023 年 1 月印发成都首个聚焦元宇宙的政策文件《成都市元宇宙产业发展行动方案（2022—2025 年）》，旨在培育 100 家细分赛道核心企业，形成元宇宙企业梯度集群为目标，提出到 2025 年，成都元宇宙产业体系初具雏形，相关产业规模达到 1500 亿元。国内元宇宙相关政策详见附件 2。

四、工业元宇宙应用探索

工业元宇宙通过数字孪生、数字分身、数字资产、扩展现实等虚实融合手段，促进生产、设计、经营、服务等环节以及培训、销售、运维等配套服务和价值体系的变革，现已有相关探索。

（一）工业元宇宙变革生产者的操作模式

工业元宇宙具有时空拓展性，模糊了时空边界。例如，通过增强现实（AR）应用的可视化、可交互的特点，使得生产人员亲临现场感的远程作业模式成为主流，为生产者带来全新的操作模式。执行复杂维护程序的维护人员可以通过 AR 头盔看到每个步骤并把虚拟空间的操作指令映射到物理设备上，在最短的时间内提供更精确的情景信息，降低了出错风险并加快了执行流程。危化企业在生产过程中对人员实时定位，对人员规范、操作规范的把控，并对厂区和危化品进行 24 小时不间断监管。

场景一：宗申发动机智能产线

重庆忽米通过为宗申动力构建基于虚拟现实智能产线，实现了从仓储、车间物流、装配、总检下线的产线全面 3D 可视化管理及数据监测，不仅可以实时了解产线生产现状、产品质量等，还能多视角切换生产线可视化展示及数据监测场景。通过利用数字孪生技术与 PCS、SCADA、AGV 系统进行数据集成，实现整个产线区域的生产计划、物流、设备工艺参数、设备加工状态等数据的 3D 可视化管控，有效提高车间管控效率、辅助车间人员智能决策。宗申动力通过对该工厂摩托车发动机生产线智能化改造，其自动纠错防错能力提升了 10.6 倍，产品质量一次测试合格率从 96% 提高到 99%，作业自动化率增长了 10 倍。



图5 宗申动力1011 智能产线

场景二：海尔“首样质检”新场景

工厂首件产品检测对生产质量把控意义重大，如能及时发现首件产品问题就能够极大避免整体产线的产品质量问题，为企业规避损失。目前很多工厂采用人工检查并填报纸质单据的方式，检查过程用人多、效率低；报告及数据上传存在滞后、易出错、易遗漏等问题。

2021年，青岛中德智慧园区内的滚筒互联工厂引入AR智能眼镜和AR首件质检系统。质检员开始质检后，AR眼镜将自动开启全程录像。通过AR眼镜，质检员可以在检测现场查看到流程中每一步骤的检验内容、操作指导等数字信息、还可通过语音进行程序控制、质检项目选择、检测结果输入等。在完成整个场景后，将检验信息上传到质检后台，后台支持相关数据的查询、展示及报告的生成。AR首件质检实现了工厂工单无纸化、信息标准化、巡检电子化、管理可追溯等能力积累，助力海尔在首件质检中效率提升。



图6 海尔“首样质检”

（二）工业元宇宙优化设计者的创作过程

工业元宇宙下的研发设计将大大提高产品开发的效率，降低产品的开发成本。在产品设计方面，通过工业元宇宙可控制产品设计的前提条件，模拟产品使用的环境因素，并基于在工业元宇宙平台中设计的产品模型对产品各零部件的作用方式做出直观、精准的模拟，能够有效验证产品性能。在协同设计方面，工业元宇宙能够打破地域限制，支持多方协同设计，产品使用者也可在工业元宇宙平台上参与产品设计并体验产品。在个性化设计方面，使用者可以在工业元宇宙平台里上传需求数据，参与产品设计过程，使得产品更加贴近用户需求，并极大的增强用户体验。

场景三：英伟达与宝马联手打造虚拟汽车工厂

宝马的每条工厂生产线可以生产多达十种不同的汽车，而且每种汽车有 100 多种选项。因此在售的 40 多种宝马车型共有 2100 种可能配置，而宝马每年生产的 250 万辆汽车中有 99% 是定制的，这对汽车的设计和生提出了更高的要求。

英伟达针对不同类型用户构建了可在 Omniverse 软件中使用的不同类型的 Omniverse 应用，其中为建筑、工程和施工专业人员设计的 Omniverse View，兼容当前设计者多使用 Autodesk Revit、Dassault Systems、CATIA 和 Unity3D 等多种不同的软件工具。

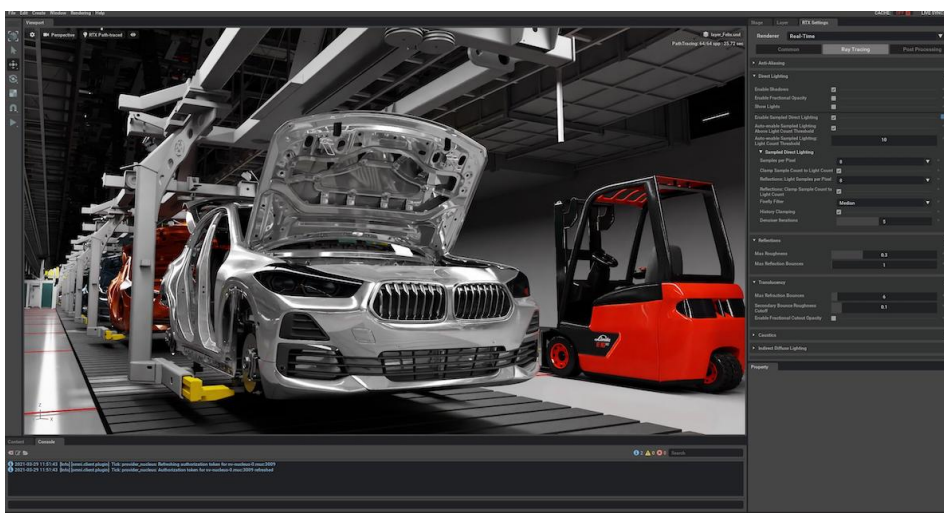


图 7 宝马工厂

通过 Omniverse 平台，设计者可以获得全球 31 座工厂的各类产品数据，有效解决了设计规划耗时、产品无法兼容和数据更新滞后的问题。在设计阶段可以体验建立后的真实工厂样子，可以基于模型进行优化设计；在物理世界中生产任何东西之前，基于提前设计并进行模拟生产。

场景四：酷特智能打造 C2M 的“服装智造”

酷特智能原来是经营西装、衬衫等正装系列产品的传统企业。早在互联网时代和定制消费潮流来临之前，敏锐把握市场需求变化，预先判断制造企业演变趋势，在没有成功的经验可循的情况下，主动开展“互联网+个性化定制”的转型。

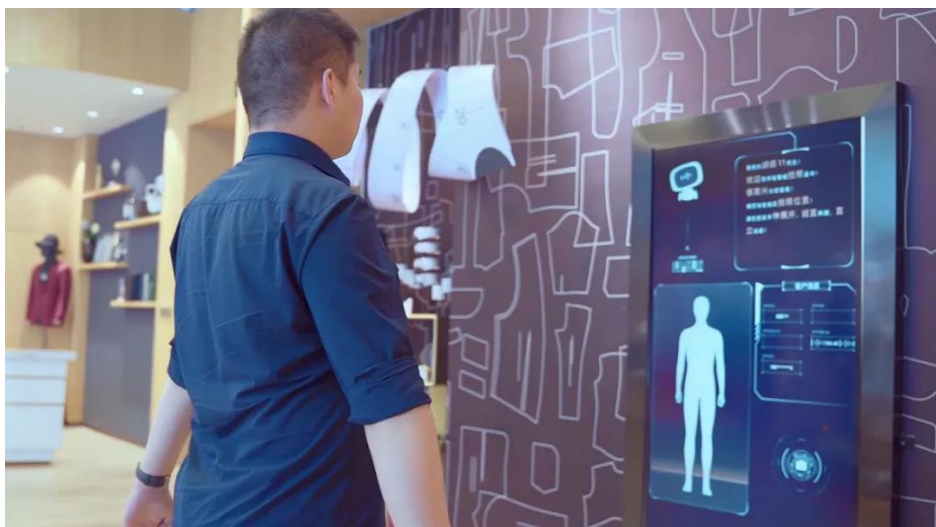


图 8 3D 智能量体

酷特智能在工业元宇宙发展浪潮下，推出了 3D 智能量体软件，可以在 7 秒内采集人体 19 个部位 22 个数据，并实现智能搭配和场景可视。酷特智能将服装大规模个性化定制领域的经验进行编码化、程序化，形成标准化的解决方案，实现“零库存、高利润、低成本、高周转”的运营能力。

（三）工业元宇宙提升经营者的管理效率

通过工业元宇宙平台，能够沉浸式体验虚拟智能工厂

的建设和运营过程，与虚拟智能工厂中的设备、产线进行实时交互，可以更加直观、便捷地优化生产流程，开展智能排产。在智能工厂建设前期，可利用工业元宇宙平台建设与现实智能工厂的建筑结构、产线布置、生产流程、设备结构一致的虚拟智能工厂，从而实现对产能配置、设备结构、人员动线等方面合理性的提前验证。在智能工厂运行阶段，生产过程中的任何变动都可在虚拟智能工厂中进行模拟，预测生产状态，实现生产流程优化。这将极大提升工程经营者的管理效率，不仅可以完成工厂 100% 的直观展示，还可进行全环节的数字管控和工业要素 3D 数字化的全描述展示和连接。

场景五：宝武钢铁“AR 智能运维系统”

以往，在需要原厂专家远程协助、后端专业技术人员与现场点检人员信息交流、检修作业的多岗协同场景下，往往只能采用邮件、电话、微信等方式进行信息交换和沟通协作。

宝武钢铁引入 AR 技术与应用，打造了“AR 智能运维系统”，为冶金企业带来了全新的设备运维工作方式。作为国内首批实现 5G 钢铁生产企业，宝武充分结合 5G、云计算、边缘计算、大数据、人工智能、AR 等新一代信息技术，借助 AR 智能运维系统，赋能运营维护、设备管理等各个环节，在发挥下沉式部署优势，保障数据安全的前提

下，实现关联设备的数字信息可视化、精准远程无障碍协作与高效过程记录管理，大大提高运维效率。



图 9 宝武钢铁

场景六：工厂安全生产训练考核

三原色携手至信工厂打造了基于虚拟现实技术的安全生产训练系统，将现实中难以开展的安全操作在一比一的虚拟生产车间中还原，实现具有针对性的安全工作、学习训练以及考核，并引入大数据和人工智能技术，对学员的训练考核结果进行评判，提高作业人员的规范化操作意识，掌握安全操作技能，有效避免实际生产过程中安全事故的发生，大大提高了工厂人员安全培训效率。

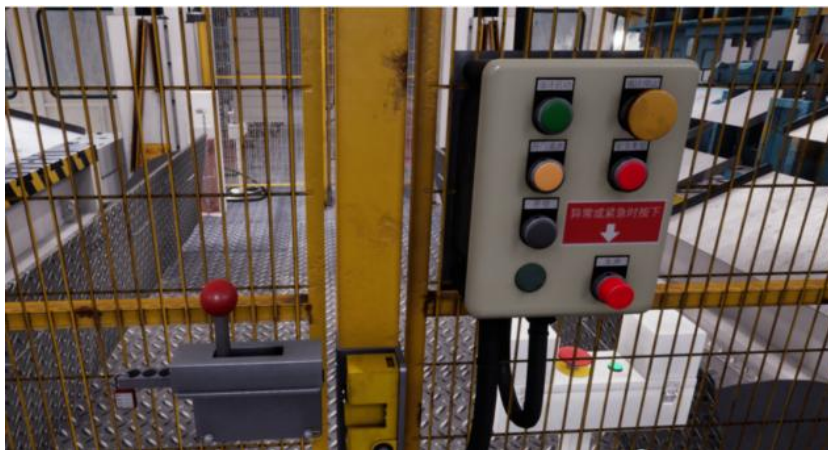


图 10 至信安全生产训练考核

（四）工业元宇宙丰富服务者的实施手段

工业元宇宙通过对物理世界的映射，借助数字孪生、人工智能、扩展现实等关键技术，可以为服务者提供多种虚拟化形象、虚拟场景，有效的打破服务者与用户间的时空界线，帮助服务者与用户进行更高效的交流。同时，工业元宇宙构建的新型经济体系也加速了资源流转的速度，产品形态和生产的组织模式发生了巨大变化，这为新服务领域的出现提供了可能。

场景七：三一集团打通数字化服务“最后一公里”

传统客户服务模式下，服务工程师需要反复奔赴现场，花费大量时间清除故障；而服务工程师还会因为经验不足，需向异地专家寻求技术支持，而异地专家又“看不到说不明”。现场的不可视直接导致双方往往“鸡同鸭讲”，难以高效排故。



图 11 三一重工

场景八：阿里巴巴每平每屋解决方案

家居家装是一个低频消费场景，对于消费者而言，在整个体验过程中，总是碰到信息不对称，服务过程中产生大量争议的苦恼。而在传统家装行业里，消费者和装修公司、家居商家存在难以逾越的鸿沟，客户需求的反馈往往得不到及时的跟进。在家居家装业科技创新方面，每平每屋基于 3D 设计、语音机器人、VR 展厅、社群营销工具等技术，不仅可以打造数字门店和数字展厅，还可以实现上线云量房，构建房屋模型和户型数据库，进而可以提供在线家居设计、一键出图、在线报价、在线下单等服务。在新型经济体系的支撑下，用户不到店也能与门店互动交易，数字门店及数字展厅的产品也可按需生产，实现一键下单，设计图直接到达工厂生产系统，一键拆解成生产工序，生成对应零部件模型生产数控设备加工代码，并通过工业互联网实现模型驱动数控设备对原材料进行加工。

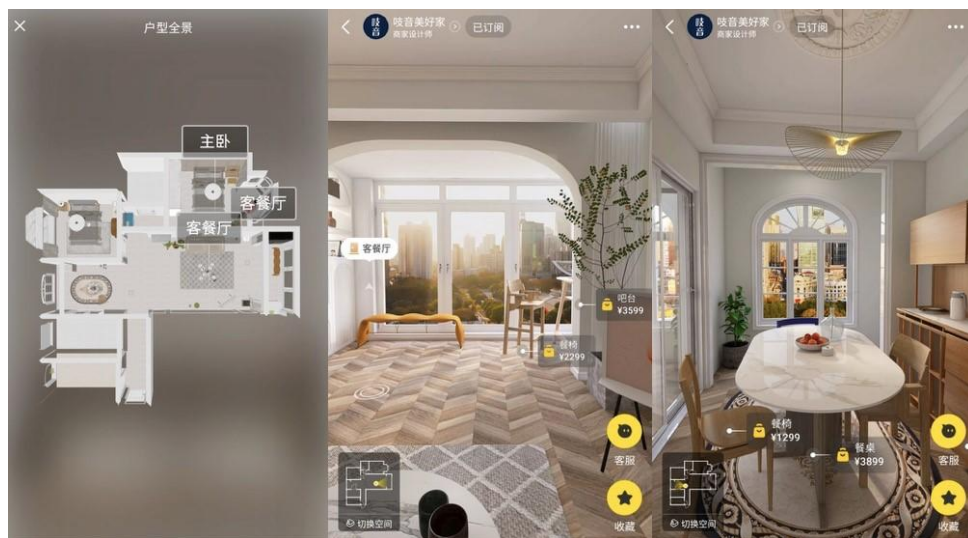


图 12 家装 3D 设计

五、工业元宇宙关键要素及发展阶段

（一）工业元宇宙关键要素

美国创投家 Matthew Ball 在《元宇宙框架》一文中提到，元宇宙分位 8 大范畴，7 个核心要素，包括硬件，算力，虚拟平台，网络，支付，内容、服务与资产，交换工具与标准等。德勤在《元宇宙综观—愿景、技术和应对》中提到，元宇宙中虚实世界是对现实世界的复刻，虚拟世界主要包含虚拟社会体、虚拟物品、身份识别、经济系统、生产系统、社会系统等基本要素。虚拟世界与真实世界要在统一的编码规则和识别系统、社交规则、价值对换、虚实支持、NFT 版权、文明规则、治理之争等方面达成一致。

结合针对元宇宙组成要素的这些阐述以及工业特点，我们将工业元宇宙的关键要素归纳为四个方面：一是工业元宇宙核心功能，包括基于区块链等技术的去中心化基础设施，提供数字孪生、XR、算力引擎、数字身份、工业微服务组件等使能要素的元宇宙平台，以及工业元宇宙应用。二是工业元宇宙关键体系，主要包括社交体系、数字身份体系、经济体系和安全体系，四大体系贯穿工业元宇宙各功能层级，支撑和保障工业元宇宙中信息交互和数字资产交易。三是对工业元宇宙的监管，主要包括政策、治理规则等，负责引导工业元宇宙的健康发展。四是工业元

宇宙的支撑基础，主要包括与工业元宇宙相关的技术、标准、产业、服务等。工业元宇宙的关键要素如下图所示。

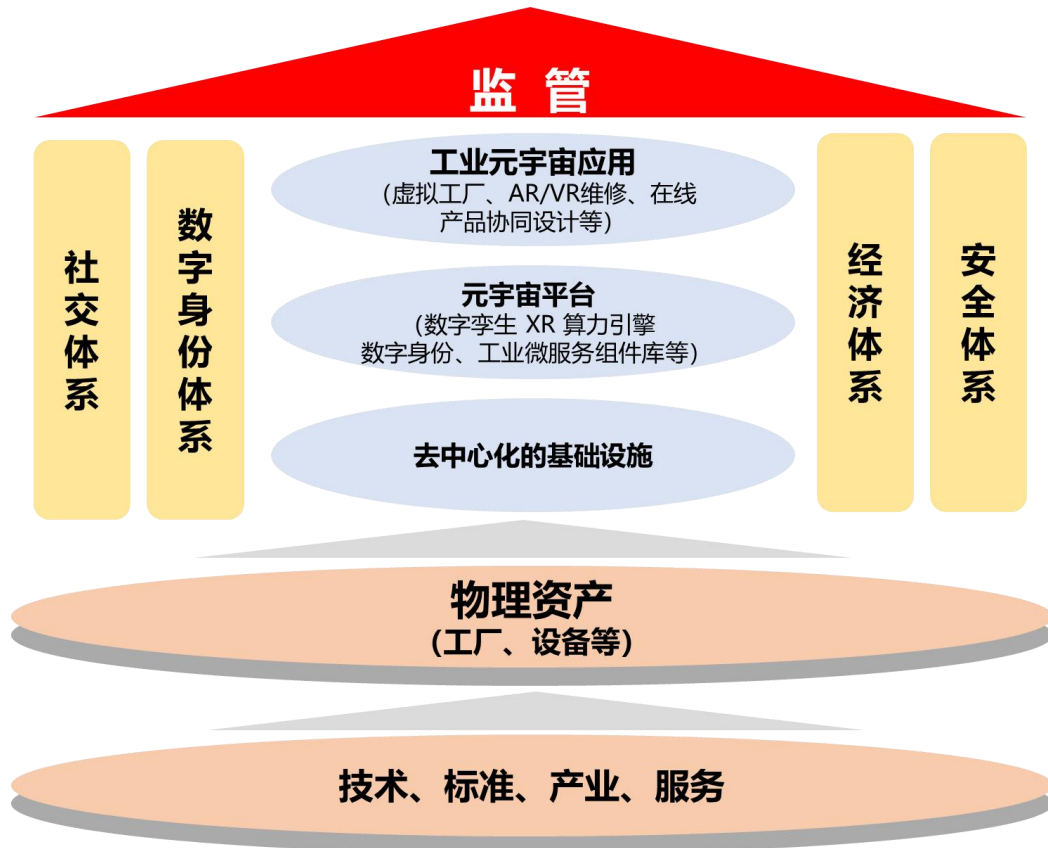


图 13 工业元宇宙关键要素

（二）工业元宇宙发展阶段

工业元宇宙的概念内涵将基于技术创新、应用探索和多元融合不断演变，针对元宇宙发展业界提出多种阶段划分方式，根据用户获取虚拟网络的内容形态的方式和互联网底座的技术基础，可分为 Web1.0、Web2.0 和 Web3，基于用户参与虚拟空间互动使用的 VR/AR/MR/XR 技术，可分为 VR/AR 主导阶段和 MR/XR 主导阶段；基于虚实融合的程度，可分为数字孪生、数字原生和虚实共生三个阶段。

段；德勤将元宇宙分成萌芽阶段、起步阶段、成熟阶段和终局阶段。

结合这些观点，我们根据虚实融合、生态连通、人机交互和信息交互等程度，将工业元宇宙的发展阶段划分为局部孪生、区域共生和全域融生三个阶段。

局部孪生阶段属于初期发展阶段。在该阶段中，现实世界的生产过程和需求结构尚未改变，线上与线下融合的模式将继续以沉浸式体验的方式加速进化。以工业巡检为例，早期只能通过人工方式进行巡检，随着信息化和数字化的不断推进，逐渐出现了信息化辅助工具以及数字化自动化巡检的方式进行巡检，一定程度上降低了信息偏差，提高了巡检效率。未来 XR 等技术广泛使用后，巡检人员可以直接看到数字化设备的实时数据和相关预警信息。表面上看，沉浸感是一种丰富感官体验的形式，从内核上分析，沉浸式体验其实秉承着和区块链类似的属性，即充分获取尽可能丰富而真实有效的信息，以此促进虚拟体验与现实世界的交互。

区域共生阶段属于快速发展阶段。该阶段中，数字化技术不仅将虚拟世界变得更真实，还将改造物理世界的生产过程。根据数据显示，截至 2020 年 12 月，受疫情影响，全年人均每天使用手机时长达到了 5.72 小时，大约占全天时间的 36%。可以预测在第二阶段人们在虚拟世界的

时间占比有望上升至 60% 以上。一方面，人工智能、大数据、工业智能化等技术的普遍应用极大提升了生产效率，现实世界的劳动力需求锐减。另一方面，虚拟世界的内涵不断丰富，不仅是娱乐，工作和生活也逐步向元宇宙迁移。人工智能、仿生人、基础引擎等业务将正式进入商用阶段。

工业元宇宙在全域融生阶段走向成熟。用户可在工业元宇宙里完成生活、生产等各个环节的活动，而且能够从中获利，甚至获取各种生活用品。工业产品与工业生产活动中的各个环节都可以通过工业元宇宙进行，如生产指令下发、生产活动追踪、生产结果查看、供应链物资追踪等，终端用户会有更真实的参与感。此外，通过元宇宙能够将生产的产品与生活相结合，不断满足个性化定制化需求，使得用户可在元宇宙和现实社会的无缝切换，反过来也促进了现实社会的发展，会有无数现实世界中无法想象的新产品出现。

六、工业元宇宙关键技术

元宇宙是技术的综合体，根据《元宇宙通证》描述，区块链、交互、电子游戏、人工智能、网络及运算和物联网等六大技术群共同构成元宇宙的技术底座，并强调元宇宙的发展不止依赖各个技术的成熟，还依赖各个技术之间的相互整合。工业元宇宙通过聚合生产设备、生产线等底

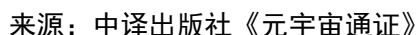


图 14 元宇宙 BIGANT 六大技术全景图

（一）扩展现实技术

扩展现实（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，是虚拟现实（VR）、增强现实（AR）以及混合现实（MR）等多种技术的统称。XR 技术是工业元宇宙的关键入口，在 XR 创建的虚拟空间中，现实和数字世界可随时进行切换，并将用户感知、记

忆以及认知放大，彻底颠覆传统的人机交互的模式。利用XR技术，工业元宇宙可完全根据场景所需定制交互环境，真正做到工业生产随时随地，无处不在。

（二）模型技术

模型作为虚拟世界所有数字映像和形象的载体，是虚拟世界搭建的基本元素。按照基本视图，工业元宇宙中的虚拟世界远远大于现实世界，虚拟世界的构建一方面需要以现实世界为依据，建立对应物体的数字映像，另一方面创作者也可根据需要建立虚拟世界的数字形象，这是虚拟世界构建的基础。因此，工业元宇宙作为工业生产中开放、共创和可交互的虚拟空间，模型是创造理和价值承载的关键。

（三）数字孪生技术

数字孪生是工业元宇宙的核心关键技术，也是工业元宇宙发展的一个必经阶段和关键内涵。数字孪生技术可以实现工业元宇宙中对现实世界一比一还原的关键内容，支撑工业元宇宙的搭建。按照基本视图，工业元宇宙中的虚拟世界远远大于现实世界，虚拟世界的构建一方面需要以现实世界为依据，建立对应物体的数字映像，另一方面创作者也可根据需要建立虚拟世界的数字形象，这是虚拟世界构建的基础。因此，工业元宇宙作为工业生产中开放、

共创和可交互的虚拟空间，数字孪生将是创造虚拟工业世界和价值承载的关键。

（四）区块链技术

区块链技术是工业元宇宙实现的关键。工业元宇宙是为工业生产进行服务的，当工业元宇宙覆盖到工业产业全链路时，经济利益将成为工业元宇宙需要解决的首要问题。而在有限的互联网经济框架下，中心化成为了威胁新型经济体系形成的主要原因。借助区块链技术，中心化带来的数据威胁被不断降低，工业元宇宙达成了永远在线、用户真正拥有数字资产等关键目标。

（五）数字资产与数字身份

数字资产与数字身份工业元宇宙价值实现的底座。工业元宇宙将是一个持久运行的虚拟世界，价值性是其存在的重要基础。在区块链技术的基础上，数字资产实现了虚拟世界对现实世界的价值延伸，并与现实世界的经济体系进行连接，保障了元宇宙的价值性。数字身份作为用户标识，是进入工业元宇宙的唯一凭证，关系着其权力和义务。工业元宇宙中数字替身为元宇宙中个体与他人发生关系提供可能性，而数字身份是个人与数字替身建立联系的唯一通道。

（六）人工智能技术

人工智能技术（AI）是建设和驱动工业元宇宙的关键。目前在预测维护、故障诊断、视觉检测、制造工艺优化等场景下都开展了大量的应用探索，工业元宇宙的发展对 AI 技术提出了更多的需求。**一是虚拟世界的创造需要 AI**，在工业元宇宙中，用户突破了时间和空间限制进行交流，但虚拟场景的搭建需要进行大量的工作，因此需要借助 AI 技术打造智能“大脑”以及创新内容，降低用户内容创作门槛。**二是虚拟世界的“数字人”生成需要 AI**，化身是工业元宇宙提供用户的主要功能，数字化身除具备与现实对应的数字身份外，还存在一些专为虚拟场景服务的“数字人”，这些角色需要 AI 技术赋予一定的智能来完成相应的职责。**三是工业元宇宙的自动化管理需要 AI**，自治是工业元宇宙运行的关键能力，在应对各种突发状况时，工业元宇宙能够进行自动调整，优化自身行为，保障自身的运转。

七、工业元宇宙产业体系

（一）工业元宇宙主要产业

工业元宇宙产业主要围绕虚拟世界、虚实融合、多感官集成互动等方面提升企业生产效率和用户的体验感受，提供创意、思想、意识交流，是新时代下体验经济、观念

经济、创意产业的数字化、网络化、智能化。

结合工业元宇宙相关智库和专家意见，我国针对工业元宇宙产业进行了深入调研和分析，尝试给出了工业元宇宙产业体系框架，主要包含基础设施、工业元宇宙平台、应用、交互前端、基础支撑产业、工业元宇宙安全 6 大方面，如下图所示。

基础设施是工业元宇宙实现的基础保障，主要包含边缘计算、算力节点、工业互联网、区块链、通信网络等，通过网络运营商、云服务商等提供保障和服务。

工业元宇宙平台是工业元宇宙的服务支撑体系，支撑工业元宇宙的应用开发和提供，包含应用开发环境、人工

工业元宇宙产业体系架构图

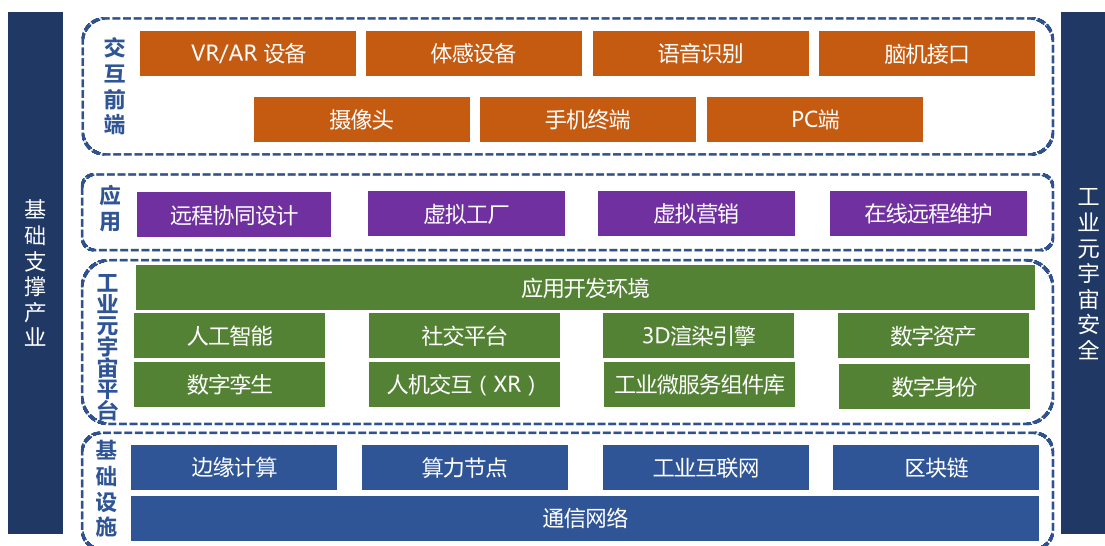


图 15 工业元宇宙产业视图

智能、社交平台、3D 渲染引擎、数字资产、数字孪生、人机交互（XR）、工业微服务组件库、数字身份等，主要通过元宇宙平台运营商及扩展现实服务商、引擎提供商、数

字资产服务商等提供服务。

工业元宇宙应用是工业元宇宙的价值体系，主要提供远程协同设计、虚拟工厂、虚拟营销、在线远程维护等应用，涉及解决方案提供商、系统集成商和各类应用服务商。

交互前端产业是工业元宇宙的入口端，是链接现实世界与虚拟世界的重要路径，包含 VR/AR 设备、体感设备、语音识别、脑机接口、摄像头、手机终端、PC 端等终端软硬件产品。

工业元宇宙安全是工业元宇宙安全稳定运行的重要保障，涉及各种安全保障能力建设以及相关软硬件产品。工业元宇宙对数据安全、隐私保护、数字资产可信交易等将提供更高要求。

基础支撑产业是支撑工业元宇宙发展通用性、基础性的各种软硬件产品和服务，如传感器、芯片、基础软件等。

（二）工业元宇宙产业布局

在元宇宙产业发展中，美国和中国占据主要优势，其次是日本和韩国。美国元宇宙产业不仅包括游戏、娱乐等消费场景，也包括研发设计等工业场景，并通过元宇宙驱动工业生产效率提升。

在硬件方面，主要是指提供用于开发、交互或使用元

宇宙产品物理技术和设施设备。VR/AR 设备作为元宇宙重要硬件载体，呈现出技术不断迭代，市场不断扩大，应用场景逐渐多元的繁荣景象。2022 年，VR 头显全球出货量达 1014 万台，AR 眼镜出货量较 2021 年销量增长 25.6%，共 45.2 万台。我国 VR/AR 头显出货量同比 2021 年增长 218%，且未来有不断增加的趋势。国外企业 Meta 依旧是 VR 领域的领导者，旨在开发能够取代笔记本电脑和工作环境，继续“赋能元宇宙”；科技巨头英伟达深耕 GPU 技术，卡位元宇宙世界硬件底层；微软 HoloLens 2 作为商用头显设备，面向多行业提高组织工作效率。国内企业也纷纷布局元宇宙，字节跳动 90 亿元收购国内头部 VR 设备厂商 Pico，阿里巴巴领投全球领先 AR 科技公司 Nreal。

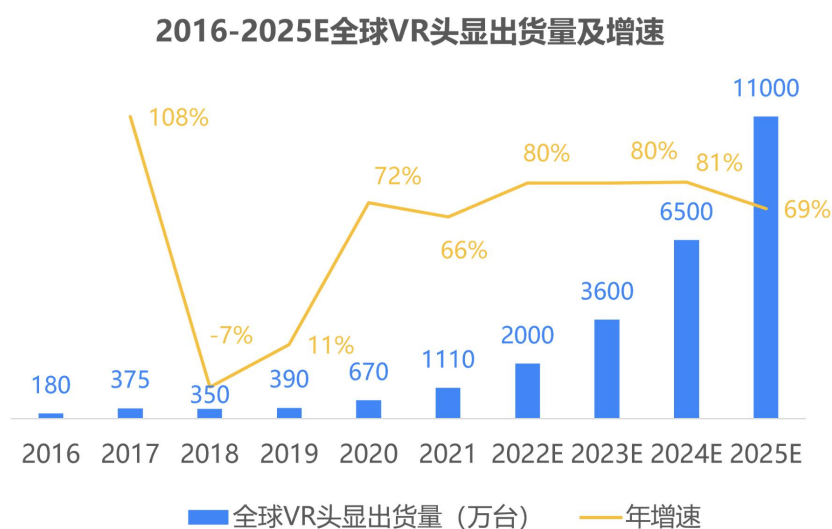


图 16 全球 VR 头显出货量及增速

在软件方面，能为硬件提供支持与赋能，实现物理计算、渲染、数据协调、人工智能等功能。虚拟引擎作为元

宇宙技术的中流砥柱，能够实现将现实世界虚拟化的重要功能。国外科技巨头 **Unity** 不断拓展引擎在多行业的应用，**Epic** 开发“虚幻”引擎软件为专业从业者提供高级实时 3D 创作平台，旨在降低使用门槛，为更多人提供服务。国内 3D 引擎开发商也不断发力，拥有多年的引擎底层技术能力与开发实践经验的 **Cocos** 打造“芯片+引擎”新模式，全方位满足创作需求。

在服务方面，提供承载用户线上身份核验平台，分发相连接的数字内容、数字资产，以及支持对应的数字金融业务等。其中，**Opensea** 作为世界第一个 NFT 交易平台，目前也是全球涵盖类别最广泛、数字商品最多的综合型 NFT 交易平台，随着不断的发展壮大 **Opensea** 正朝着成为互联网基础设施稳步前进。国内平台鲸探是蚂蚁集团旗下数字藏品售卖平台，作为国内数字藏品先驱开启了中国特色数藏市场，致力于推动数藏行业“以虚促实”模式，赋能实体经济。

在应用及内容方面，面向 B 端或 C 端消费者，提供医疗、教育、游戏等终端应用场景下的产品。其中，游戏作为元宇宙目前重要的呈现形式，国外代表应用 **Roblox** 被誉为“元宇宙第一股”，日活已达七千万，其目标是在未来打造一个完全沉浸的数字社区，朝着真正的“元宇宙”世界迈进。国内企业百度上线了首款国产元宇宙产品《希

壤》，成为了国内元宇宙世界的领跑者，致力于打通现实与虚拟之间的界限。

国内主要发挥用户基数优势，扩大市场规模并在底层技术上奋力追赶。在云计算方面，已完成跨越式发展。以阿里巴巴为例，其在云计算领域已处于全球领先地位，2022 年阿里巴巴在全球公有云 IaaS 市场份额中排名第三，占比为 6.2%（IDC 数据）。在 AI 算法方面，中国公司奋起直追。以百度为例，作为国内最早 AllinAI 的公司，百度在 AI 领域的积累尤为深厚。基于百度大脑的 VR2.0 产业化平台为产业提供全栈式行业场景应用开发，并提供全链路元宇宙内容生态和 AI 支撑下的元宇宙新业态。在人工智能方面，美国围绕人工算法基础框架开展了大量的研究与应用。谷歌、脸书、亚马逊、微软等科技巨头纷纷布局基础算法框架，开发了 TensorFlow、MXNet、CNTK、Caffe 等重要产品，其中谷歌所研发的 TensorFlow 已被大量人工智能项目所采纳。

从元宇宙布局看，美、中、日、韩差异较为明显。其中美国重视基础研究，尤其是在底层架构方面，整体领先水平较高。中国掌握用户基数与社交基因优势，并在后端基建和人工智能领域持续布局和发力。日本有丰富的 ACG（Animation、Comic、Game）产业基础，其应用已逐步由游戏向其他场景延展。韩国元宇宙由政府引领，应用场景

主要由“偶像经济”驱动，并在“虚拟数字人”上有一定的技术领先。

（三）工业元宇宙参与主体

工业元宇宙的参与主体主要包括用户、内容创作者、运营方、平台建设方、基础设施提供方和平台监管者。

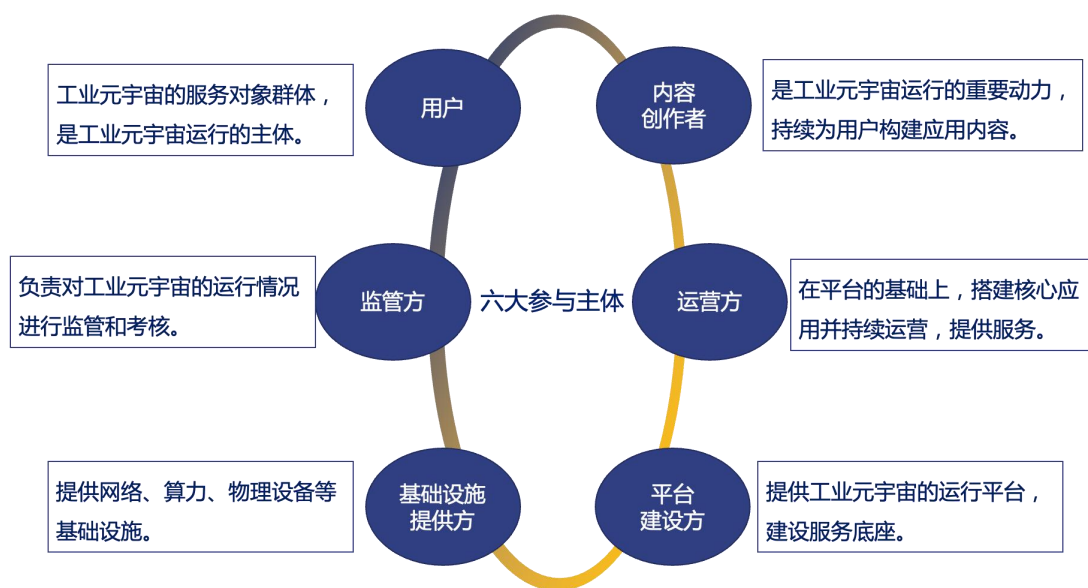


图 17 工业元宇宙参与主体

用户，是工业元宇宙需求的提出者，价值的创作者，也是最终的受益方，主要由各行业大中小型企业组成。用户需求促使了工业元宇宙的形成，并在工业元宇宙的支撑下持续不断创造价值，从而维护工业元宇宙的正常运转。

内容创作者，是工业元宇宙生态的拓展者，发展壮大的推动者，主要由富有创造性的工业应用开发商组成。内容创作者与工业生产紧密结合，能够快速发现用户需求并快速创建优质应用，帮助工业元宇宙拓展应用领域，解决用户的实际困难。

运营方，是工业元宇宙运行的保障者，秩序的制定者和维护者，主要由取得运行资质的运营商组成。运营方制定元宇宙运行的基本规则，为优秀应用提供运行的软件环境和基础保障，运营方同时也把控着现实世界与虚拟世界交互的接口，负责维护工业元宇宙的稳定运行。

平台建设方，是元宇宙生态的缔造者，技术体系的创造者和开发者，主要由大型的互联网平台企业组成。平台建设方大都拥有元宇宙所需的多项技术和庞大的用户基础以及丰富的应用场景，可构建统一的工业元宇宙应用运行环境，是工业元宇宙的“软基础”。

基础设施提供方，是工业元宇宙运行的底座，主要由网络运行商、硬件开发商等大型企业组成。基础设施提供方拥有工业元宇宙运行的一切底层资源，是工业元宇宙的硬件实体和现实依托。

监管方，是工业元宇宙权威的维护者和利益的保障者，主要由国家监管部门组成。监管方要为元宇宙制定符合现实需求的合理合法的运行秩序和规则，并对工业元宇宙发生的一切行为进行实时监控，并按时审核工业元宇宙的运行状态并对发生的违法违规的行为进行通报和处罚。

八、工业元宇宙需关注的重点问题

（一）工业元宇宙监管形势将更为严峻

工业元宇宙带来信息交互高度便利的同时，也带了很

多监管上的挑战。一是虚拟资产将逐渐成为工业元宇宙的经济系统支撑，而虚拟资产容易受到概念炒作的影响，监管部门需要快速接纳工业元宇宙，引导资金向基础技术研究层面投入，回避资本操纵风险。二是工业元宇宙容易受到非理性的舆论泡沫的影响，过多的舆论口号会影响到工业元宇宙的健康发展，舆论的监管和引导需要进一步加强。三是工业元宇宙除了技术支撑，同样需要社会运转的底层逻辑支撑，包括完整的货币系统、经济秩序、社会规则、管理制度、文化体系和法律约束等，而底层逻辑需要强大的中心化组织参与和监管，从而防止个别公司操作底层逻辑进而形成寡头，破坏工业元宇宙的运行。

（二）信息安全与隐私保护将更加困难

工业元宇宙是自由和开放的，如何对工业数据，尤其是工业资产和工业身份的保护，避免工业用户遭受不法侵害是需要关注的重点问题。工业元宇宙是基于工业的超越现实的虚拟空间，会对工业企业的企业属性、企业社会关系、企业生产现状等信息进行挖掘和分析，而企业数据的隐私以及映射关系的准确性是支撑元宇宙正确运行的底层资源。因此，需要防范元宇宙形态下，犯罪分子基于虚拟空间的新型犯罪形式，需要建立元宇宙空间里的确权和追责体系，避免虚拟资源、个人隐私、企业隐私、映射关系等被不法分子盗用和滥用。

（三）传统经济体系将迎来巨大冲击

工业元宇宙形成的不受时空限制的工业生产模式对传统经济体系的运行带来了巨大的冲击，对经济运行的效率提出了更高的要求，后续需要关注如何构建保障工业正常运转的经济体系。元宇宙的货币体系、经济体系并不完全和实体经济挂钩，但是在资本的推动下，虚拟资产可以和现实经济进行联动。当元宇宙世界中的虚拟货币相对于现实货币出现巨幅价值波动时，经济风险会从虚拟世界传导到现实世界，因此金融监管需要做好从现实世界扩展到虚拟世界的准备。此外，工业元宇宙打破中心化，势必要参与到经济全球化的进程当中，在面对外来势力的进入，相关部门也需要做好全球化的风险应对。

（四）工业元宇宙标准体系需求更加急迫

高速信息交互的前提是数据的互联互通，未来不仅要建立统一的数据标准体系，还需要对数据的管理规范、数据使用模式等提出统一的要求，构建统一的标准。元宇宙是互联网的未来发展方式，将对传统经济系统、社交系统、信任体系等进行融合演变，对人类未来生活方式带来彻底的改变。从技术角度而言，真正意义上的元宇宙集合了区块链、云计算、高算力、VR/AR 设备、人工智能、芯片等一系列人类社会的顶尖技术，而要将这些技术真正融

合发展，仍有一段长路要走。在这个过程中，如何把握元宇宙相关产业发展方向，如何为产业的持续发展提供规范性的支持指引，又如何避免资本大肆介入引发的泡沫冲击，逐步形成完善的元宇宙相关产业标准体系是一条必经之路。

（五）基础设施建设需要跨越式发展

工业元宇宙带来的数据量爆炸式的增长，全息通信、虚实互动、数字资产交易、去中心化交互等需求，以及塑造支撑工业元宇宙发展的社交体系、经济体系、数字身份体系等，都对现有信息基础设施提出跨越式的发展要求，网络带宽、传输时延、算力等方面需求的持续提高也对基础设施的建设带来了巨大的挑战，当前基础设施的建设尚不足以支持工业元宇宙发展。目前全球都在加速构建面向信任和价值传递的新型基础设施，各种公有链网络和跨链系统项目更是多达数百个，包括星火·链网、区块链服务网络 BSN、欧盟区块链基础设施 EBSI、印度国家区块链框架 NBF 等，构建未来工业元宇宙发展支撑和环境，需同步加快新型基础设施建设与布局。

附件 1：元宇宙大事记

表 1 元宇宙国外大事记（近三年）

时间	事件
2020 年 5 月	苹果收购虚拟现实公司 NextVR，悄然布局元宇宙
2020 年 8 月	硬币大小的 Neuralink 芯片植入猪脑，实时读取猪脑信息
2021 年 3 月	Roblox 顶着“元宇宙第一股”的光环，在美国纳斯达克上市
2021 年 4 月	美军花费 219 亿美元向微软公司购买 MR 头显
2021 年 5 月	谷歌 I/O 大会公布名为 Starline 的 3D 视频通话技术
2021 年 8 月	微软董事长兼 CEO Satya Nadella 官宣了“企业元宇宙”解决方案
2021 年 9 月	Facebook 宣布推出为期两年的 XR 计划并成立 5000 万美元的外部投资基金，用于研究元宇宙相关技术
2021 年 10 月	Facebook 改名 Meta,取自元宇宙 Metaverse 的前缀
2021 年 11 月	微软宣布将推出 Mesh for Microsoft Teams 软件，韩国首尔表示将成为第一个加入元宇宙的城市政府，英伟达推出 Omniverse Avatar，帮助元宇宙创作者建立虚拟人物形象，耐克携手 Roblox 建造虚拟世界 NIKELAND，迪士尼将以元宇宙作为未来发展方向，打造配套 IP 形象安迪克完成 3 亿美元融资，提出“打造真实世界元宇宙”
2022 年 1 月	微软以 687 亿美元收购动视暴雪
2022 年 3 月	Decentraland 举办了全球首届元宇宙时装周
2022 年 6 月	全球首个元宇宙国际标准联盟宣布成立
2022 年 7 月	Web3 元宇宙基础设施提供商 Nano Labs 开启元宇宙上市仪式
2022 年 8 月	Com2Us 旗下元宇宙平台 Com2Verse 得到来自韩国 SK 集团的 40 亿韩元的投资。Com2Verse 预计将于 2023 年第一季度开放企业服务元宇宙平台，2024 年第一季度开放个人服务。
2022 年 10 月	微软宣布成立新团队“工业元宇宙核心”（Industrial Metaverse Core, IMC）
2022 年 11 月	日本最大的银行机构之一三菱日联金融集团宣布了进军元宇宙的计划
2022 年 12 月	韩国游戏巨头公司 Nexon 与腾讯云合作推出元宇宙平台 Nexontown

2023 年 6 月	苹果首款 MR（混合现实）头显 VisionPro 发布
------------	------------------------------

表 2 元宇宙国内大事记（近三年）

时间	事件
2020 年 2 月	腾讯参投 Roblox 1.5 亿美元 G 轮融资，并独家代理 Roblox 中国区产品发行
2021 年 1 月	网易投资 3D 社交平台 lmvu
2021 年 4 月	字节跳动斥资 1 亿元投资了元宇宙概念公司代码乾坤。以 90 亿人民币高价收购 PICO，正式入局 VR 领域
2021 年 6 月	国内元宇宙搜索量开始暴涨
2021 年 8 月	第一批元宇宙书籍陆续出版：《元宇宙：互联网的未来就是元宇宙》 《元宇宙通证》 字节跳动 90 亿大手笔买下一家 VR 创业公司 Pico，正式入局元宇宙
2021 年 9 月	清华大学发布学界第一份元宇宙报告：《2020-2021 年元宇宙发展研究报告》
2021 年 10 月	阿里巴巴在旗下的达摩院研究所中建立了 XR 实验室，从事与元宇宙相关的研究
2021 年 10 月	第一批元宇宙产业委员会成立：中国移动通信联合会元宇宙产业委员会、中国民营科技实业家协会元宇宙工作委员会
2021 年 11 月	钱学森早期元宇宙概念上热搜：30 年前给“虚拟现实”取名“灵境”手稿曝光，上市企业凡宣布进入元宇宙领域股票即上涨，元宇宙板块约为 117 家企业，引起证监会关注
2021 年 12 月	新华社成立元宇宙联创中心：共建新一代互联网数字空间新生态，元宇宙领域出现最新招标：中国电信子公司拟采购“元宇宙数字人制作项目”，百度 create 开发者大会在百度元宇宙平台“希壤”中召开，上海市印发《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》，布局元宇宙
2022 年 1 月	江苏卫视举办首个元宇宙虚拟跨年演唱会
2022 年 2 月	北京发布城市副中心的“元宇宙八条”
2022 年 3 月	灵境藏品正式上线，首发藏品 10s 售罄

时间	事件
2022 年 4 月	中国首部元宇宙概念小说《元宇宙 2086》数字藏品发布会在京举行
2022 年 8 月	2022 中国工业元宇宙高峰论坛在重庆举办
2022 年 10 月	全国首个《发行 NFT 数字藏品合规操作指引》发布
2022 年 11 月	国内首个元宇宙智算中心在浙江青田开建
2022 年 12 月	中国联通发布元宇宙战略；腾讯获元宇宙虚拟社交专利获授权；淘宝推出首个元宇宙直播间
2023 年 2 月	《逆水寒》首个为 NPC 搭载人工智能引擎的手游，让智能 NPC 能与玩家自由生成对话，并基于对话内容，自主给出有逻辑的行为反馈。
2023 年 3 月	由虚拟现实与元宇宙产业联盟（XRMA），中国信息通信研究院牵头，商汤科技主编，OPPO、百度、北方工业大学、二六三、VIVO、虚拟动点、优链时代、SoulAPP 等作为首批参与单位，共同发起《可信虚拟人生成内容管理系统技术要求》
2023 年 6 月	中国移动元宇宙产业联盟正式成立，首批共 24 家成员

附件 2：国内元宇宙政策汇编

表 3 中央政策

发布时间	发布部门	文件名称	相关内容
2021 年 1 月	工信部	《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023 年）》	到 2023 年，产业链安全供应水平显著提升，面向智能终端、5G、工业互联网等重要行业，推动基础电子元器件实现突破。
2021 年 3 月	国家发改委	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	聚焦高端芯片、操作系统、人工智能关键算法、传感器等关键领域，加快推进基础理论、基础算法、装备材料等研发突破与迭代应用。
2021 年 3 月	商务部等 8 单位	《关于开展全国供应链创新与应用示范创建工作的通知》	加快物联网、大数据、边缘计算、区块链、5G、人工智能、增强现实/虚拟现实等供应链新技术集成应用,推进数字化供应链加速发展;推广应用需求预测系统、自动排产系统、智能补货系统、分销管理系统,提高供应链透明度与可控性;建设和完善各类供应链平台,充分发挥供应链平台的资源集聚供需对接和信息服务功能构建产业供应链发展新生态。
2021 年 6 月	工信部、中央网信办	《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》	明确到 2025 年，区块链产业综合实力达到世界先进水平，产业初具规模。区块链应用渗透到经济社会多个领域，在产品溯源、数据流通、供应链管理等领域培育一批知名产品，形成场景化示范应用。
2021 年 12 月	中央纪委	《元宇宙如何改写人	提出三大核心技术分别为扩展现实

	国家监委	类社会生活》	技术数字孪生技术及区块链技术，主要应用方向包括元宇宙社交和游戏方向、元宇宙零售和电商以及元宇宙基建和工业方向。
2022 年 1 月	中国人民银行	《金融科技发展规划（2022-2025 年）》	依托 5G 高带宽、低延时特性将 AR、MR 等视觉技术与银行场景深度融合，推动实体网点向多模态、沉浸式、交互型智慧网点升级。
2022 年 1 月	工信部	中小企业发展情况发布会	培育一批数字产业化专精特新中小企业，特别要注重培育一批深耕专业领域工业互联网、工业软件、网络与数据安全、智能传感器等方面的“小巨人”企业，培育一批进军元宇宙、区块链、人工智能等新兴领域的创新型中小企业。
2022 年 10 月	工信部	《工业元宇宙创新发展三年行动计划（2022-2025 年）》	在未来三年实现“三个一百”的目标，着力推动工业元宇宙的技术储备、标准研制、应用培育和生态构建全方位健康发展。
2022 年 10 月	工信部、教育部、文旅部、国家广播电视总局、国家体育总局	《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026 年）》	到 2026 年，三维化、虚实融合沉浸影音关键技术重点突破，新一代适人化虚拟现实终端产品不断丰富，产业生态进一步完善，虚拟现实在经济社会重要行业领域实现规模化应用，形成若干具有较强国际竞争力的骨干企业和产业集群，打造技术、产品、服务和应用共同繁荣的产业发展格局。
2023 年 2 月	国家标准化管理委	《国家技术标准创新基地申报指南	重点聚焦人工智能、量子信息、区块链、数字孪生、操作系统、高端

	员会	（2023—2025 年）》	芯片、高端装备、元宇宙、数字乡村、新一代信息技术、数字经济等新兴领域，以及生物技术、新型电力系统、碳达峰碳中和、生命健康、共同富裕、农业高新技术产业等经济社会发展重点领域。
--	----	----------------	--

表 4 地方政策

地区	发布时间	文件名称	相关内容
北京	2022 年 2 月	《关于加快北京城市副中心元宇宙创新引领发展的八条措施》	加快元宇宙相关技术与各行业深度融合,促进产业转型升级,重点围绕文化、旅游、商业等领域,提升元宇宙产业空间承载能力,打造"1+N"的产业创新集聚区。
	2023 年 3 月	《关于推动北京互联网 3.0 产业创新发展工作方案（2023—2025 年）》	北京将把握机遇,带动元宇宙等软硬件技术协同创新发展,推动北京率先建成具有国际影响力的互联网 3.0 科技创新和产业发展高地。
上海	2021 年 12 月	《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》	加强元宇宙底层核心技术基础能力的前瞻研发,推进深化感知交互的新型终端研制和系统化的虚拟内容建设,探索行业应用。围绕人工智能+大数据、云计算+边缘计算、5G+扩展现实、区块链+量子技术、云边端协同、数字孪生+数据中台等方面,推进技术协同攻关、标准规范制定和平台建设、应用创新等。
	2022 年 1 月	《上海徐汇区 2022 年政府工作报告》	以亚马逊云科技、腾讯、华为等头部企业为牵引,打造脑机融合、全息网络、虚拟空间等上下游生态链,形成元宇宙产业生态等措施。
	2022 年 2 月	《元宇宙产业发展行动计划》	奋力打造北外滩元宇宙发展和应用示范区,重点做好“六个一”:培育和引进一批元宇宙场景

地区	发布时间	文件名称	相关内容
			应用优质企业；建设一批元宇宙场景应用优质企业；建设一批元宇宙产业经济空间；打造一批硬件技术创新中心；构建一个良好数字经济生态圈；打造一批场景应用示范标杆项目；成立一个元宇宙产业党建联盟。
	2023 年 6 月	《上海市“元宇宙”关键技术攻关行动方案（2023—2025 年）》	以沉浸式技术与 Web3 技术为两大主攻方向，以自主创新和开放协同为推进路径，着力提升“元宇宙”领域科技自立自强能力。 到 2025 年，前沿优势领域相关科学问题研究取得重要突破，原始性创新成果持续涌现；聚焦技术优势和必争领域掌握一批关键技术，底层技术支撑能力持续提升；以重点场景需求为牵引，加快“元宇宙”技术体系化突破；科技成果转化和产业化水平不断提高，形成具有国际竞争力的“元宇宙”创新集群，保障创新链、产业链、供应链安全和韧性，为加快建设具有全球影响力的科技创新中心提供有力支撑。
浙江	2022 年 1 月	《关于浙江省未来产业先导区建设的指导意见》	提元宇宙与人工智能、区块链、第三代半导体并列，是浙江到 2023 年重点未来产业先导区的布局领域之一；并且将进一步高水平布局创新基础设施，加快脑机协作、虚拟现实、区块链等领域搭建开放创新平台，促进产业技术赋能、集成创新。
	2022 年 3 月	《2022 年杭州市政府工作报告》	加快推进人工智能、区块链、虚拟现实、元宇宙等新技术、新产业发展。成立元宇宙专委会；入选区块链创新应用综合性试点名单。
	2022 年 12 月	《浙江省元宇宙产业发展行动计划（2023—2025 年）》	到 2025 年，通过实施元宇宙 5 大重点任务和 5 大重点工程，技术创新、标准研制、应用培育、产业发展和生态构建取得显著成效，实现

地区	发布时间	文件名称	相关内容
		年）》	3 个“1050”：引育 10 个行业头部企业，打造 50 家“专精特新”企业；推广 10 个行业标杆产品，打造 50 个创新示范应用场景；建设 10 个产业平台，打造 50 个赋能创新中心，不断提升产业发展能级和竞争力。
	2023 年 4 月	《浙江省元宇宙产业发展 2023 年工作要点》	到 2023 年底，全省元宇宙产业创新能力明显增强、产业链条逐步建立、应用示范效应加快显现、产业生态初步构建，产业发展能级和竞争力有效提升；引育 4 个行业头部企业，打造 20 家“专精特新”企业；推广 4 个行业标杆产品，打造 20 个创新示范应用场景；建设 4 个产业平台，打造 15 个赋能创新中心。
河南	2022 年 1 月	《河南省数字经济促进条例》 《2022 年河南省政府工作报告》	大力发展“区块链+”新型业态、培育碳基新材料、第三代半导体等产业集群。 以大数据、区块链、人工智能、卫星产业、元宇宙为重点，大力发展新兴数字产业。
	2022 年 9 月	《河南省元宇宙产业发展行动计划（2022—2025 年）》	强化前沿基础研究，推进关键技术攻关；培育引进产业主体，构建梯次发展产业格局；拓展重点领域应用，推动经济社会融合创新；构建元宇宙产业生态，营造良好发展环境；完善数字基础设施，夯实产业发展基础。
江西	2022 年 6 月	《江西省“十四五”数字经济发展规划》	在南昌市九龙湖区域建设“元宇宙”试验区，打造以 VR 软硬件结合、总部企业集聚、科创文创迸发、绿色低碳宜居为标志的“元宇宙”试验区。
	2022 年 2 月	《2022 年江西省虚拟现实产业链工作要点》	2022 年全省 VR 及相关产业营收力争实现 800 亿，在全省教育、文旅、卫健、交通、司法、工业互联网等领域加速实现行业级规模应用。

地区	发布时间	文件名称	相关内容
	2022 年 1 月	《2022 年南昌市政府工作报告》	打造全国重要会展目的地，办好 2022 世界 VR 元宇宙产业大会。
山东	2022 年 3 月	《山东省推动虚拟现实产业高质量发展三年行动计划（2022-2024 年）》	将用三年时间在全省培育推广百项应用场景及解决方案,打造国内一流、具有国际竞争力的千亿级虚拟现实产业高地。
	2022 年 12 月	《济南市促进元宇宙产业创新发展行动计划（2022—2025 年）》	构建活力迸发、特色突出、健康有序的元宇宙产业生态，快速提升元宇宙产业综合竞争力，将济南打造成为全国元宇宙产业高地和应用标杆城市。
黑龙江	2022 年 3 月	《黑龙江省“十四五”数字经济发展规划》	推进元宇宙核心技术与主要应用领域关键技术研发应用，支持围绕近眼显示，实时交互、巨量通信、边缘计算、3D 建模与渲染、图像引擎等开展研发创新，构建元宇宙技术体系。同时推动元宇宙试验区建设，依托哈尔滨人工智能创新发展试验区和高校、科研院所等载体，构建元宇宙技术研发基地和产业孵化基地，构建全省体积视频公共服务平台。
安徽	2022 年 3 月	《安徽省“十四五”软件和信息服务发展规 划》	规划中将元宇宙列为新兴业态创新工程之一。支持企业开展虚拟现实、增强现实、3D 引擎、物联网等技术创新，引导企业积极布局元宇宙新兴业态,开展元宇宙平台建设,加速数字技术融合赋能实体经济。
	2022 年 1 月	《2022 年合肥市政府工作报告》	前瞻布局未来产业，瞄准量子信息、核能技术、元宇宙、超导技术、精准医疗等前沿领域，打造一批领航企业、尖端技术、高端产品。

地区	发布时间	文件名称	相关内容
	2023 年 2 月	《合肥高新区元宇宙产业发展规划（2023-2028）》	将元宇宙纳入未来产业发展战略，抢先布局数字经济新赛道，建设“长三角元宇宙创新发展第一区”，全力打造创新人才加速集聚、关键技术取得突破、创新主体活力迸发、应用场景持续涌现、产业集群加速形成的元宇宙生态。
深圳	2022 年 1 月	《2022 年深圳市政府工作报告》	大力发展数字新基建、数字新科技、数字新智造、数字新金融、数字新文化、数字新商贸六大数字产业，积极引进数字经济领军龙头企业和示范项目，推动区块链、量子信息、类脑智能等未来产业的技术转化成果加速落地，多领域拓展数字人民币、元宇宙等技术应用场景，扎实推进深圳数据交易中心建设，打造数字经济发展新高地。
	2022 年 6 月	《深圳市数字政府和智慧城市“十四五”发展规划》	2025 年，打造国际新型智慧城市标杆和“数字中国”城市典范，成为全球数字先锋城市；到 2035 年，数字化转型驱动生产方式、生活方式和治理方式变革成效更加显著，实现数字化到智能化的飞跃，全面支撑城市治理体系和治理能力现代化，成为更具竞争力、创新力、影响力的全球数字先锋城市。
广州	2022 年 4 月	《广州市黄浦区、广州开发区促进元宇宙创新发展办法》	粤港澳大湾区首个元宇宙专项扶持政策，聚焦数字孪生、人机交互、AR/VR/MR(虚拟现实/增强现实/混合现实)等多个领域,将推动元宇宙相关技术、管理、商业模式的产业化与规模化应用，培育产业新业态、新模式。
	2022 年 6 月	《广州南沙新区（自贸片区）推动元宇宙生态发展九条措施》	“元宇宙九条”政策从技术攻关支持、创新平台资助、产业集聚扶持、研发投入补助、应用场景构建、创新生态建设、人才引进补贴、科技金融支撑、知识产权促进等九个方面对南沙元宇宙产业发展给予全方位支持。

地区	发布时间	文件名称	相关内容
重庆	2022 年 4 月	《渝北区元宇宙产业创新发展行动计划（2022-2024 年）》	抢抓数字经济和元宇宙发展新机遇，打造“元宇宙先导试验区”和“元宇宙生态产业园”，构建元宇宙治理与产业发展体系。力争到 2024 年，在工业、交通、文旅、商贸、教育、医疗、会展、政务等领域，构建形式多样的元宇宙新模式新服务新业态，元宇宙技术研发和应用推广取得明显进展。
	2023 年 1 月	《重庆市永川区元宇宙产业发展三年行动计划（2023-2025）》	力争到 2025 年，将永川打造成为以数字内容制作为特色的全国知名、西部领先的元宇宙应用示范城市。元宇宙产业园区成熟运营，元宇宙技术应用日趋成熟，元宇宙产业生态基本形成，数字内容制作能力全国领先，元宇宙技术研发和应用推广取得明显进展，引入培育一批掌握关键技术、营收上亿元的元宇宙企业，构建科技影视、虚拟数字人、数字藏品等多领域元宇宙新模式新服务。
江苏	2022 年 1 月	《2022 年南京市政府工作报告》	加快元宇宙产业链上下游各环节各主体的协同发展，促进元宇宙与区块链、人工智能、云计算的创新融合,积极构建新金融、新产业的强磁场，新技术、新产品的孵化器，新体系、新模式的试验田，推动更多应用场景落地。
	2022 年 4 月	《太湖湾科创带引领区元宇宙生态产业发展规划》	注重应用引领和场景驱动相融合，推动元宇宙技术在多领域深度应用；推动元宇宙产业上下游各环节、各主体协同发展，加快元宇宙与集成电路、区块链、人工智能、云计算等技术融合创新发展。
	2022 年 11 月	《昆山市元宇宙产业创新发展行动计划（2022—2025 年）》	到 2025 年，昆山元宇宙相关产业规模达到 1000 亿元，建成 15 项以上典型应用场景项目，培育 5 家以上具有国际竞争力的领军企业、100 家以上元宇宙“专精特新”中小企

地区	发布时间	文件名称	相关内容
			业，建成辐射全国的元宇宙产业创新研究院，加速打造元宇宙产业集聚高地、技术创新高地、行业应用示范高地和政策先行先试高地，全力打响“打造元宇宙产业看昆山”“发展元宇宙产业来昆山”的产业创新集群品牌。
成都	2022 年 1 月	《2022 年成都市政府工作报告》	加快发展人工智能、大数据、云计算等新兴赛道，主动抢占量子通信、元宇宙等未来赛道。
	2023 年 1 月	《成都市元宇宙产业发展行动方案（2022—2025 年）》	成都首个聚焦元宇宙的政策文件，以培育 100 家细分赛道核心企业，形成元宇宙企业梯度集群为目标，提出到 2025 年，成都元宇宙产业体系初具雏形，相关产业规模达到 1500 亿元。
海口	2022 年 1 月	《2022 年海口市政府工作报告》	加快国际数字港、国家文化出口基地、国家区块链技术和产业创新发展基地、元宇宙产业基地、集成电路公共服务平台等项目建设。
保定	2022 年 1 月	《2022 年保定市政府工作报告》	结合首都都市圈发展规划，全面对接北京产业链，大力实施“京保协作五个一”行动，积极谋划集成电路、人工智能、拓展现实和超高清显示、区块链、交互娱乐、元宇宙、新型细胞治疗、基因编辑等未来产业，努力让前沿科技率先突破、先进理念率先应用、未来生活率先体验，全力建设开放共享的产学研用试验场。
武汉	2022 年 1 月	《2022 年武汉市政府工作报告》	提升数字经济发展水平。加快壮大数字产业，推动元宇宙、大数据、5G、云计算、区块链、地理空间信息、量子科技等与实体经济融合，建设国家新一代人工智能创新发展试验区，打造小米科技园等 5 个数组经济产业园。
	2022 年 11 月	《关于印发武汉市促进元宇宙产	为加快促进武汉市元宇宙产业创新发展，开辟经济发展新领域新赛道，结合武汉市实际，特

地区	发布时间	文件名称	相关内容
		业创新发展实施方案（2022—2025 年）的通知》	制订本方案。围绕强化元宇宙技术创新、鼓励元宇宙内容创作、加速元宇宙产品培育、推动元宇宙行业应用、加强元宇宙平台建设等五个方面，出台 11 条相关政策和 5 项保障措施。
厦门	2022 年 3 月	《厦门市元宇宙产业发展三年行动计划（2022-2024 年）》	提出围绕元宇宙重点领域关键技术实施重大科技专项。强化部、省、市联动，积极争取国家、省重大科技专项布局并实现成果落地转化。鼓励企业、高校及科研院所采用“赛马机制”和“揭榜挂帅”方式，对 NFT、VR/AR、脑机接口、智能芯片、智能算法等元宇宙关键技术进行协同攻关，支持元宇宙领域的前沿技术突破。
沈阳	2022 年 6 月	《和平区元宇宙产业创新发展行动计划》	力争到 2024 年构建元宇宙产业发展的“产学研用政金”一体化新模式，搭建元宇宙产业创新生态体系，建设东北元宇宙创新发展第一区。围绕元宇宙 7 大核心技术，即区块链技术、交互技术、电子游戏技术、网络及运算技术、人工智能技术、物联网技术、工具软件技术的发展。

参考文献

1. 《2022 中国工业元宇宙产业研究报告》 亿欧智库
2. 《元宇宙通证》 中译出版社
3. 《中国元宇宙白皮书》 北京信息产业协会 龚才春
4. 《元宇宙发展研究报告 1.0》 清华大学
5. 《元宇宙发展研究报告 2.0》 清华大学
6. 《2022 年元宇宙全球年度报告》 北京大学
7. 《元宇宙特征与属性 START 图谱》 北京大学 陈刚、董宇浩
8. 《工业元宇宙：展现智能制造的未来形态》 赛迪顾问
9. 《2021-2022 元宇宙报告》 腾讯，复旦大学
10. 《元宇宙产业链生态白皮书》 中国电子信息产业发展研究院
11. 《元宇宙综观—愿景、技术和应对》 Deloitte
12. 《元宇宙系列白皮书—未来已来全球 XR 产业洞察》 Deloitte
13. 《工业元宇宙白皮书》 金山顶尖 李正海
14. 《2021-2022 年中国元宇宙行业用户行为分析热点报告》 艾媒咨询
15. 《工业元宇宙 初探》 工业互联网产业联盟

共话工业元宇宙 共创发展新机遇