

# 3D 数字内容生产技术白皮书

# 虚拟现实与元宇宙产业联盟

2024年1月

eXtended Reality and Metaverse Alliance

## 前 言

随着数字经济的迅速发展，3D 数字内容正成为推动产业升级和创新的重要驱动力。无论是在游戏、影视、文旅还是教育等领域，对于逼真、交互性强的3D 数字内容的需求都在不断增长。3D 数字内容生产技术作为实现这一需求的关键环节，也在不断演进创新和发展。然而，尽管3D 数字内容生产技术在 全球范围内取得了显著的进展，我国在这一领域的起步相对较晚，目前正处于追赶阶段，需要加快发展步伐，以满足日益增长的3D 数字内容生产需求。

本白皮书将详细介绍3D 数字内容生产技术的关键环节，包括3D 建模、仿真动画、可视化渲染、感知交互和数据格式与数字资产等，梳理了3D 数字内容生产技术的发展背景和趋势，探讨了我国3D 数字内容生产技术面临的问题和挑战，提出了一些建议和措施，旨在加强我国在这一领域的创新能力、提高生产质量，并促进3D 数字内容产业的健康发展。

希望通过白皮书的为相关从业者、决策者和研究者提供有价值的参考，共同促进我国3D 数字内容生产技术的蓬勃发展。

本文件由虚拟现实与元宇宙产业联盟 (XRMA) 组织制订, 并负责解释。

本文件发布日期: 2024年1月26日。

本文件由虚拟现实与元宇宙产业联盟提出并归口。

本文件归属虚拟现实与元宇宙产业联盟。任何单位与个人未经联盟书面允许, 不得以任何形式转售、复制、修改、抄袭、传播全部或部分内容。

**本文件牵头单位:**

华为技术有限公司、寰宇信任(北京)技术有限公司、中国信息通信研究院

**本文件核心参编单位:**

艾迪普科技股份有限公司、北京航空航天大学、北京谋先飞科技有限公司、北京众绘虚拟现实技术研究院有限公司、恒信东方文化股份有限公司、平行云科技(北京)有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、中影年年(北京)文化传媒有限公司(排名不分先后)

**本文件参编单位:**

北京仓丰视感科技有限公司、北京度量科技有限公司、北京世纪好未来教育科技有限公司、北京松应科技有限公司、北京渲光科技有限公司、北京优锆科技股份有限公司、杭州优链时代科技有限公司、湖南快乐阳光互动娱乐传媒有限公司、咪咕文化科技有限公司、如你所视(北京)科技有限公司、上海极赫信息技术有限公司、唯艺(杭州)数字技术有限责任公司、维沃移动通信有限公司、讯飞幻境(北京)科技有限公司、友道科技有限公司、紫光展锐(上海)科技有限公司(排名不分先后)

**本文件参编人:**

赵鹏、李都伊、邵刚、王志刚、甘漠、尹青、赵泽雨、翟云、索文静、宋子昂、王一鹏、苏媛、李泽民、高阳、郝爱民、王怡然、金太阳、赵永涛、孟楠、李小波、仝仕京、李岩、付智丹、安岗、王宣、刘洋、许丽丽、苑朋飞、赵存喜、王宏伟、李登峰、雷景伊、田密、刘子韬、周大鑫、王婷、谢伟航、张小波、方顺、崔铭、冯星、钟志祥、林嘉禾、刘钰胜、蒋亚洪、尹潇、李文郁、李丽琼、曾建华、毕蕾、高山、潘慈辉、杨永林、施文博、程显昱、罗江、王玉洁、谢漪琚、徐有伟、王亚忠、戴钎、刘磊、郑紫阳、刘雨薇、王莹、刘廷涛、李丛蓉、朱勇旭

**免责声明:**

- 1, 本文件免费使用, 仅供参考, 不对使用本文件的产品负责。

# 目录

1. 发展背景 .....	5
2. 关键环节技术趋势 .....	8
2.1 3D 建模 .....	8
2.1.1 3D 建模的概念 .....	8
2.1.2 重点环节及关键技术 .....	9
2.1.3 技术趋势与展望 .....	12
2.2 仿真动画 .....	13
2.2.1 仿真动画概念 .....	13
2.2.2 重点环节及关键技术 .....	13
2.2.3 技术趋势与展望 .....	14
2.3 可视化渲染 .....	15
2.3.1 可视化渲染的概念 .....	15
2.3.2 重点环节及关键技术 .....	15
2.3.3 技术趋势与展望 .....	19
2.4 感知交互 .....	20
2.4.1 感知交互概念 .....	20
2.4.2 重点环节及关键技术 .....	21
2.4.3 技术趋势与展望 .....	26
2.5 数据格式与数据资产 .....	27
2.5.1 数据格式分类及其发展 .....	27
2.5.2 数据格式目前存在的问题 .....	33

2.5.3 3D数据资产流通及版权管理 .....	34
3. 产业发展趋势 .....	36
3.1 3D数字内容生产需求不断增长 .....	36

---

3.23 D数字内容生产呈“三低”趋势 .....	37
3.3新一代信息技术赋能 3D 数字内容生产 .....	38
3.43 D数字内容生产生态进一步完善.....	39
3.5国产化3D 数字内容生产工具奋力追赶 .....	40
4. 创新应用分析 .....	41
4.1在影视娱乐领域，3D 数字内容生产是推进影视工业化发展的关键技术 .....	41
4.2在教育培训领域，3D 数字内容生产助力打破教育资源壁垒.....	42
4.3 在文化旅游领域，3D 数字内容生产技术打造科技文旅新动能.....	43
5. 我国 3D 数字内容生产技术面临的问题及建议 .....	44
6. 附录 .....	45
6.1 缩略语.....	45
6.2 引用 .....	46



# 1. 发展背景

在当前数字世界和物理世界加速融合的大背景下，元宇宙、生成式人工智能、未来显示等未来产业持续升温，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。元宇宙沉浸式业态的构建与开放，有赖于已成熟的弱交互、2D 数字内容向强交互、3D 数字内容生态演进跃迁，以触发用户体验增量跃迁，3D 数字内容作为数字世界中内容构建的关键，3D 数字内容生产将迎来加速发展的全新机遇。



图 1 元宇宙触发数字内容新形态

3D 数字内容是未来数字世界的载体，是全球科技的核心领域，也是全球竞争的战略高地。3D 数字内容是指基于3D 图形技术，以3D 数据格式为载体的信息内容，3D 数字内容包含但不限于3D 场景、3D 数字人、3D 模型等，所包含的信息主要涵盖静态网格体、材质、纹理等。3D 数字内容生产技术支持3D 内容创作的核心技术，也是支撑虚拟现实、元宇宙沉浸式应用体验的关键之一。3D 数字内容生产对象涵盖环境、物体和人，涉及3D 建模、可视化渲染和仿真动画等关键技术。近年来，为促进3D数字内容产业发展，我国陆续发布了多项相关政策，各省市积极推动3D 数字内容创新应用发展，出台布局规划。这些政策和规划的出台，为3D 数字内容产业的创新应用和发展提供了有力的支持和引导。同时，各地也积极推动产业的发展，加强创新能力，培育人才，提升技术水平，推动3D 数字内容产业向更高水平发展。

表 1 3D 领域相关政策梳理

发布时间	发布部门	政策名称	重点内容
------	------	------	------

2023年	工信部、文旅部	《关于加强5G+智慧旅游协同创新发展的通知》	推动5G与物联网、虚拟现实、数字孪生等技术和产品的有效融合，引导5G+4K/8K超高清视频、5G智慧导览、5G+VR/AR沉浸式旅游等应用场景规模发展。
2023年	工业和信息化部办公厅、教育部办公厅、文化和旅游部办公厅、国务院国	《元宇宙产业创新发展三年行动计划（2023—2025）	到2025年，元宇宙技术、产业、应用、治理等取得突破，成为数字经济重要增长极，产业规模壮大、布局合理、技术体系完善，产业技术基础支撑能力进一步夯实，综合实力达到世界先进水平。

发布时间	发布部门	政策名称	重点内容
	资委办公厅、广电总局办公厅	年)》	
2023年	北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会、北京市经济和信息化局	《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)》	支持开展基于人工智能技术的3D建模技术研发,实现3D模型构建的流程自动化及批量生产,提高3D模型精度,提升互联网3.0的内容制作效率。
2023年	上海市科学技术委员会	《上海市“元宇宙”关键技术攻关行动方案(2023-2025年)》	研究跨平台、端云协同架构,突破多线程同异步加载均衡、多线程粒子计算、多核CPU资源调度等技术,实现低成本、低带宽设备上的高频数据渲染。到2025年,渲染效率和功耗等指标位于国内先进水平。
2022年	黑龙江省	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,前瞻布局元宇宙产业。
2022年	工业和信息化部、教育部、文化和旅游部、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。
2022年	国务院	《关于推动外贸保稳提质的意见》	加快中国进出口商品交易会(广交会)等展会数字化、智能化建设,加强与跨境电商平台等联动互促,积极应用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、大数据等技术,优化云上展厅、虚拟展台等展览新模式,智能对接供采,便利企业成交。
2022年	上海市人民政府办公厅	《上海市数字经济发展“十四五”规划》	加快虚拟现实生态布局,突破低时延快速渲染、虚拟仿真引擎等关键技术,发展软硬一体新型VR(虚拟现实)/AR(增强现实)、3D扫描等产品。

2022年	北京市经济和信息化局	《北京市促进数字人产业创新发展行动计划（2022—2025年）》	鼓励研发并推广虚拟现实、增强现实、混合现实终端设备及裸眼3D、全息成像等数字人显示解决方案。广泛应用语音识别、语音合成、自然语言理解等人工智能技术，研发智慧大脑、情感计算等新算法，提升数字人交互体验。
2022年	上海市人民政府	《上海市培育“元宇宙”新赛道行动方案（2022—2025）》	支持领军企业研制3D建模、计算机辅助设计、图形图像引擎等框架工具，以开源开放为导向，逐步扩大开发者群体。推进“东数西算”枢纽节点建设，打造一批国家级绿色数据中心集群。

发布时间	发布部门	政策名称	重点内容
		年)》	
2021年	文化和旅游部、中央宣传部、国家发展改革委、财政部、人力资源社会保障部等部门	关于进一步推动文化文物单位文化创意产品开发的若干措施	支持文化文物单位创新利用虚拟现实、增强现实、全息成像、裸眼三维图形显示(裸眼3D)、交互娱乐引擎开发、文化资源数字化处理、互动影视等技术,增强文化创意产品的文化承载力、展现力和传播力。
2021年	国务院	十四五规划和2035年远景目标纲要	强化国家战略科技力量”将新一代人工智能领域的前沿基础理论突破,专用芯片研发,深度学习框架等开源算法平台构建,学习推理与决策、图像图形、语音视频自然语言识别处理等领域创新列为科技前沿领域攻关重点。
2021年	广东省	广东省人民政府关于加快数字化发展的意见	强化VR(虚拟现实)、AR(增强现实)、MR(混合现实)、全息成像、裸眼3D等数字创意应用技术创新发展。
2020年	广东省工业和信息化厅、中共广东省委宣传部、广东省文化和旅游厅、广东省广播电视局、广东省体育局	《广东省培育数字创意战略性新兴产业集群行动计划(2021—2025年)》	大力推进数字技术应用。充分发挥5G、大数据、人工智能、区块链等数字技术在创意产业领域应用,鼓励将游戏引擎等数字创意技术拓展到工业、交通等领域。

3D 数字内容生产技术主要包括3D 建模、仿真动画、可视化渲染、感知交互等环节。3D 建模将实际或虚构的人、物、景转化为数字化的3D 模型,为3D 数字内容提供了基础形态。仿真动画通过对物体的形状、材质、动作和环境的模拟,产生具有真实感的动画效果,为3D 数字内容提供了生动的动态感。可视化渲染通过光照、阴影、材质和纹理等技术,使3D 数字内容呈现出逼真的外观和质感。感知交互通过手柄、传感器等,使用户与虚拟世界能够互动,为3D 数字内容提供交互基础。

3D 数字内容生产技术起步于上世纪七八十年代,经过几十年的迭代发展,形成了以 Autodesk、Maxon 等少数主流厂商为主的全球3D 数字内容生产软件市场格局。耳熟能详的3D 数字内容制作软件,例如3Ds MAX、Maya、Cinema4D、Zbrush 等等软件均都源自国外。近年来,随着虚拟现实、元宇宙、3D 交互等应用需求的增加,对实时3D 数字内容生产需求进一步增加,相关工具包括 Blender 等。目前,国外3D 数字内容生产工具牢牢占据着设计、制造、服务在内的中国市场,同时近年来美对中芯片出口限令造成专业显卡供应不足,对我国3D 数字内容生产已造成实质性影响。

3D 数字内容正在成为影视文化、沉浸式娱乐等行业转型升级的重点发展路径，以其逼真、沉浸式的特点，为多个行业领域提供了丰富多样的内容应用，使用户能够身临其境地体验虚拟世界，推动数字化营销和商业应用的创新，为数字经济注入了创新和创造力。我国3D 数字内容生产技术已有一定基础，目前处于应用探索阶

段，如何深入实现3D 数字内容生产核心技术的国产突围，打破国外企业垄断成为当务之急。随着近年来市场需求和国产化政策双重驱动，国产化软件迎来前所未有的发展机遇，一批拥有核心技术的数字内容生产领域技术和工具厂商正在快速崛起。本白皮书将从3D 数字内容生产环节关键技术入手，以3D 数字内容生产为重点，总结发展趋势，分析创新应用，为产业提供参考。

## 2. 关键环节技术趋势

### 2.1 3D 建模

#### 2.1.1 3D 建模的概念

3D 建模是3D数字内容生产的重要环节，主要用于创建三维模型，使得虚拟世界中的物体、场景或角色具备形状、纹理和运动等属性，目前3D 建模主要包含3D 扫描建模、直接建模、过程建模等方式。3D 扫描建模主要通过扫描仪等硬件设备以真实物体或等比缩放模型为对象，将实际物体的几何形状和纹理信息转化为数字模型；直接建模主要依靠建模软件使用几何元素绘制三维模型，可以通过绘制、拉伸、旋转等操作精确控制模型形状和细节；过程建模主要基于规则和参数化，自动生成三维模型，随着人工智能技术的发展，过程建模借助内容生成技术能够高效快速形成3D 模型。

表 2 3D 建模主要方式

	细分方式	方法	特点	应用场景
	自由形状建模	自由绘制、形状编辑工具	可以自由绘制和编辑形状 适用于创意性设计和个性化建模	数字艺术和造型设计 产品设计和个性化定制

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/688063002033006052>