

 |  首都在线

赞助商：英特尔（中国）有限公司

# 渲染技术 成为数字业态升级基石

渲染算力云2.0：

云渲一体 | 云渲一体技术与应用深度解析的白皮书

2023

---

## 渲染技术成为数字业态升级重要组成

- 1.1 中国业态全面升级，市场数字化投入持续加大 .....02
- 1.2 渲染是业态升级过程中提升体验的重要技术 .....03
- 1.3 渲染技术市场发展现状 .....04

## 渲染技术支撑的典型新兴场景

- 2.1 渲染技术应用的新场景 .....09
- 2.2 消费级场景创新应用 .....09
- 2.3 企业级场景创新应用 .....12

## 渲染的关键技术

- 3.1 渲染关键技术 – 图形引擎 .....15
- 3.2 渲染关键技术 – 数字人集成解决方案 .....16
- 3.3 渲染关键技术 – 算力基础设施.....17
- 3.4 云渲染技术应用：云渲染成为渲染技术服务模式的新热点，渲染算力走向标准化易用化 .....20

## 渲染技术成功实践

- 4.1 平行云：为 XR 行业提供云渲染解决方案，解放终端设备 .....22
- 4.2 彼真科技：撬动云渲染技术，提供实时互动的虚拟空间优质方案 .....24

## 渲染技术未来展望

- 5.1 未来渲染科技发展趋势 .....27
- 5.2 渲染算力基础设施市场将迅猛发展.....28



## 第一章

# 渲染技术成为数字业态升级重要组成

## 1.1 中国业态全面升级，市场数字化投入持续加大

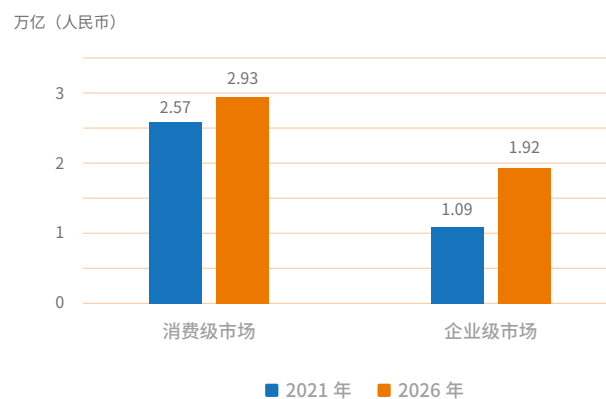
当前，我们正处于一个数字化变革的时代。“十四五”数字经济发展规划明确了发展目标：“到2025年，数字经济迈向全面扩展期，数字经济核心产业增加值占GDP比重达到10%。”数字化已经成为社会前进的目标、企业发展的动力，中国业态正在进行全面的数字化升级。综合利用各项先进技术，实现企业数字业态变革、产业数字化升级，促进效率提升、产业协同，正迎来难得的历史发展机遇。

在数字化转型的驱动下，无论是个人消费者买单的消费级市场，还是以公司为支出单位的企业级市场，两者在新兴技术、数字化产品、数字化基础设施、服务解决方案等方面的投入都将呈现迅猛态势。IDC从消费级市场与企业级市场两个维度对未来五年的数字化支出情况做出预测：

消费级市场是中国数字化投入的主力群体，其规模已经占到整个行业在ICT支出的70%以上。根据IDC预测，未来五年中国消费级市场支出规模将保持良好增长态势，从2021年的US\$389B（约合人民币2.57万亿）增长为2026年的US\$443B（约合人民币2.93万亿）。

与此同时，中国企业级市场在数字化升级方面的投入也将呈现亮眼的增长速度。根据IDC数据，未来五年中国企业级市场支出规模将从2021年的US\$165B（约合人民币1.09万亿）飞跃为2026年的US\$290B（约合人民币1.92万亿），五年复合增长率将达到12%。这一增长率将显著高于全行业支出5.8%的增速，也高于全球7.1%的复合增长率，中国企业级市场将成为中国数字经济发展的源动力。

图 1：中国消费级及企业级市场数字化投入支出



来源：IDC, 2022

## 1.2 渲染是业态升级过程中提升体验的重要技术

通过数字化投入实现业态升级已经成为各个行业在数字化浪潮下生存发展的必经之路。在具体的投资战略规划中，企业负责人需要围绕公司业态升级的主要目标，主次分明、循序渐进地对不同的技术产品进行投入。IDC 认为，数字业态的升级目标涉及流程增效、产品创新、服务升级、体验升级四个维度。其中，体验感的提升是个人用户与新兴商业发展的共同需求，是企业在数字化投入中需要重点考虑的方向。

图 2：企业数字业态升级目标



来源：IDC, 2022

- 对个人用户：当前，数字经济蓬勃发展，叠加疫情导致人员流通受限，虚拟工作、虚拟生活逐渐为公众所接受，人们花费越来越多的时间在虚拟空间进行工作、社交、生活。例如在虚拟空间中进行多人会议、在仿真的景区旅游、在元宇宙中参与演唱会等。诸多场景都要求产品和服务提供商能够带来更低延时、高质量、高真实感的人物和场景，为用户带来更好的视觉效果和使用体验。此外，数字原生代逐渐成长为消费市场的主力军，无论是日常生活还是娱乐体验，新生代都对体验的高效性、个性化、定制化、智能化、沉浸式等方面提出越来越高的要求。对于企业员工而言，日常使用的数字工具如果能够做到可视化、体验优化，将有效推动员工的工作积极性，有助于增加企业工作的效率，甚至带来产品或业务流程的创新。
- 对企业模式创新：企业运用可视化、具有体验感的模式平台，赋能设计、开发验证、生产运营、

市场销售等环节，能够完成具有新鲜感、沉浸感的营销活动，将有效提升获客效率并增加用户的粘性，打造全新的商业运营模式。

**在高精度可视化、沉浸感打造、体验感提升方面，渲染是重要生产工具：**渲染是一项将三维立体模型转换为具有真实性的、可视化二维画面的技术。渲染技术能够以真实的亮度、光影、材质还原现实世界的环境、建筑、人物、产品，渲染后的画面能够以动态、多视角、细节扩大等各类形式呈现在用户面前。除此之外，渲染技术还能够用于创造虚拟的空间或人物主体，把人们关于未来的想象变为现实。

在渲染技术的支持下，更多的人物、物体形象能够活灵活现地进行展示，部分流程实现也能够从抽象走向可视化，虚实融合的技术能够让使用者仿若亲历般，在视觉、感受上得到极大满足，让沉浸式成为可能。

## 1.3 渲染技术市场发展现状

### 渲染技术发展迎来政策利好、技术成熟两大重要推力：

#### 一、虚拟现实等技术政策、数字创意文化产业发展政策带动渲染产业创新：

虚拟现实的技术实现、突破、广泛渗透与渲染技术密不可分，与其相关的利好政策也成为渲染技术创新的新引擎。早在 2018 年，《工业和信息化部关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》就提出了发展渲染处理技术的重要任务，提出“突破新一代图形接口、渲染专用硬加速芯片、云端渲染、光场渲染、视网膜渲染等关键技术，推动渲染处理技术向高画质、低时延、低功耗方向发展”的发展任务。2022 年，工信部等五部门落地《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026 年）》，明确“到 2026 年虚拟现实在经济社会重要行业领域实现规模化应用”的发展目标，并提出将“渲染处理”作为关键细分领域技术重点发展突破。

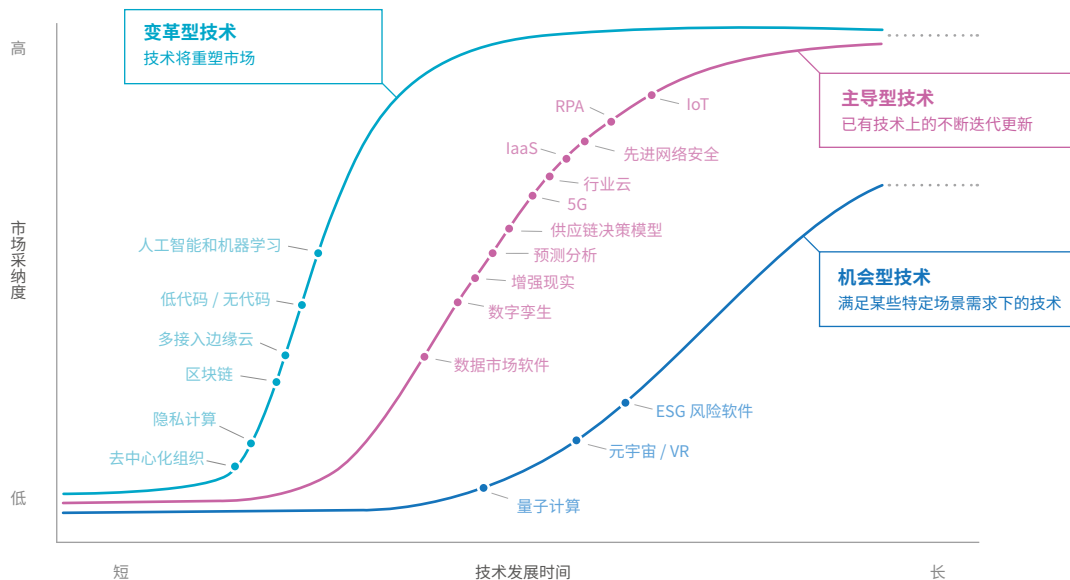
政策层面更加强调数字文化、数字创意产业的具体应用场景发展，为渲染技术的发展提供了巨大的平台和发展机遇。例如，2020 年《文化和旅游部关于推动数字文化产业高质量发展的意见》提出“支持开展数字展馆、虚拟景区等服务”的沉浸式业态发展规划；2022 年，“十四五规划”强调营造良好数字生态，重点发展“场景式、体验式学习”等智慧教育以及“沉浸式体验、虚拟

展厅”等智慧文旅场景；《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》提出“发展数字化文化消费新场景，大力发展线上线下一体化、在线在场相结合的数字化文化新体验”的重点任务。

## 二、技术成熟为渲染应用拓展打下基石：

- 渲染技术升级：渲染方程不可微而带来的参数缺失、部分优化工作难以推进、迭代不优化等问题持续困扰着渲染技术的升级，也阻碍着相关产业的自动化、智能化。而近年可微渲染框架的诞生与开源，使得整个渲染过程可微分，助力各类模型优化。
- 更高规格的硬件设备：渲染的实现需要强大的算力支持，GPU 等底层硬件在性能上不断提升，手机、主机、PC 等设备端 CPU 能力不断优化，各方面支持帧率、分辨率、卡顿等指标不断提升，显著提升渲染处理质量与用户应用体验。
- 更成熟的 XR 及可穿戴智能终端设备：随着虚拟现实技术的成熟，更加智能、小巧的 XR 设备不断推陈出新，头盔、眼镜等设备能够提供越发丰富的游戏、电影、互动应用，设备也能支持更高效的渲染效率、更高的清晰度。

图 3：AR/VR 设备成熟度



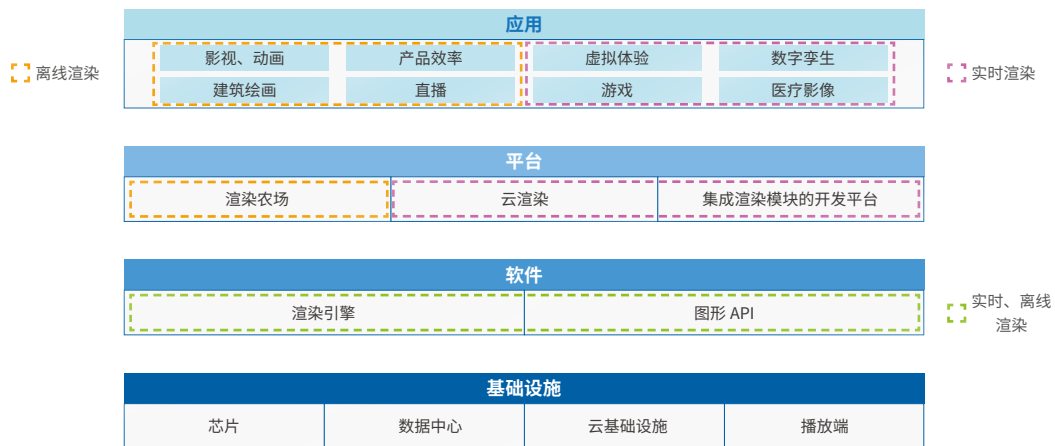
来源：IDC, 2022

- 更成熟的云渲染服务模式：端侧应用对渲染算力提出极高要求，催生云端、边缘端的渲染算力供给。技术提供商为了更好服务于渲染相关应用，推出能够灵活调配渲染算力资源的实时云渲染一体化平台。随着渲染应用的普及，云渲染产品逐渐成熟，接口不断优化，具备更多可选的算力类型，网络构建、算力智能调度等能力不断提升，实时交互和视频传输效率持续突破。云渲染产品的不断升级为低延时、高分辨率、低卡顿的实时渲染效果展示提供了必不可少的技术基础。

## 中国渲染技术市场格局初成，传统空缺市场及新兴市场呈现活跃发展态势

IDC 将渲染市场分为基础设施、软件、平台、应用四部分。其中，底层基础设施是渲染发挥能力的硬件基石，包含 CPU、GPU 芯片、提供计算资源的数据中心、云基础设施及用户端播放设备。软件层是输出渲染能力的关键维度，依据提供的渲染能力丰富度分为图形 API、渲染引擎。平台层是依托于云基础设施、提供渲染服务的各类平台，包括云渲染平台、渲染农场以及集成整体渲染能力的其他应用开发平台。最终，渲染的能力将在各个应用场景输出实现，目前较为常见的场景包括游戏渲染、数字孪生渲染、影视动画渲染、直播渲染等。

图 4：中国渲染市场产业格局



来源：IDC, 2022

在基础设施维度，中国的云计算基础设施市场规模仅次于美国，在全球处于领先地位。但在渲染软件层面，中国渲染技术起步较晚，在图形 API、渲染引擎产品上相对缺失，技术引领性上的话



话语权仍有巨大的发展空间。IDC 注意到，近几年中国资本市场对中国渲染软件层的关注开始走高，相应的技术公司陆续完成 B 轮融资。得益于中国云基础设施的良好发展基础与上层实时渲染应用需求的走高，平台层的发展逐步走向成熟且热度持续攀升，正在成为技术提供商的竞争热点。一方面，独立的渲染技术提供商提供能够兼容多算力设施、快速部署的平台，另一方面，云厂商巨头依托于算力设施优势，发力“算力 + 渲染”的云渲染平台，为实时渲染场景提供一体化的扎实技术底座。应用层面，在虚拟现实、元宇宙等概念的推动下，以虚拟体验、数字孪生为主的实时渲染应用场景迎来新的发展期。围绕强调交互与沉浸感的新兴实时渲染应用，市场上涌现出一批专注于实时数字内容创作的服务提供商。此类企业开始广泛与基础设施、软件及平台提供商展开合作，积极落地各类项目。



## 第二章

# 渲染技术支撑的典型新兴场景

## 2.1 渲染技术应用的新场景

得益于渲染技术能够为用户带来全新的视觉与使用体验，在诸如元宇宙、数字孪生等强调体验感的应用场景，渲染技术已经被广泛使用。

## 2.2 消费级场景创新应用

IDC 认为，元宇宙是一个高度沉浸式的未来环境，利用物理规则与各类数字新兴技术构建具有存在感、互动感和连续性的工作和生活场景。元宇宙强调逼真、可互动的人物、建筑，而渲染技术能够实时完成精致的场景可视化，极大地丰富用户体验、增强用户粘性。当前，基于渲染技术打造的元宇宙场景已经逐步在诸多领域展开实践，而这些场景也在以迅猛的发展速度、改写着当前人们的娱乐生活习惯。IDC 将其总结为四大场景：

### 新商业：增加客户体验的同时，打造营销新玩法，助力新品发布与业务拓展



- 元购物：通过 3D、渲染等技术，打造 1:1 还原购物中心的商业场景，用户能够在虚拟购物场景中自由完成逛街、挑选、买单等一系列现实世界中的购买行为。相比于传统的线上购物模式，元购物场景能够提供更多的产品细节，也能够设置更多餐饮、娱乐设施，为原本单一的购物界面增加了互动感、体验感、娱乐感。此外，设计师或者品牌方也能够打造超脱于现实的未来城市，融合自然、交通、娱乐等更多购物之外的场景，增添游戏、直播等各类购物新玩法，有机融合线下购物的真实感与线上购物的多样形式，以开放世界的形式营造全新的娱乐购物氛围。元购物形式增加了用户购物的新鲜感、沉浸感、自由感、个性感、归属感，缩短了品牌与用户之间的距离，正逐渐成为诸多知名奢侈品牌、零售品牌、个性主播的重要营销途径。



- 元会展：元会展为活动品牌主办方举行数字展览、品牌宣传、在线洽谈、实时交易提供了一个虚拟主题空间。在这一空间内，企业不仅能够超越时空提供宣传，让全球各地的用户随时实现接入，同时能够对接各类产品展示系统，更加细致地展示自身的产品特色，为用户提供试用、交流等各类服务。尤其是疫情当前，众多传统会展活动举办受阻，以元会展的线上形式举办更为新颖的会展交流成为企业的新选择；在提高企

业面对风险的韧性的同时，更是带来了新的创意与发展机会。当前，游戏、艺术珍品、时装、科幻等主题的元会展都已经实现落地。



- 元论坛：同城路程、异地出差、疫情管控等阻碍，让线下会议的开展面临更多挑战，也增大了协调难度。以线上虚拟的形式举行会议、论坛，世界各地的同事都可以在远程办公的情况下以虚拟形象出现在同一个会议室、完成交流互动，受到距离、时间阻碍的人也能从四面八方而来、参加同一个沙龙或会议交流。目前，企业的内部会议、券商的路演已经陆续尝试以元论坛、元会议的形式开展，让线上参会者不再只是面对冰冷的屏幕，而是能仿佛置身精美的会议室、与其他参会者互动。在改善参会者体验的同时，也为会议、论坛主办方的前期宣传打下铺垫，为活动效果的提升提供保障。

## 新教育

- 元课堂：教师与学生均以数字身份，在虚拟的空间中完成互动。元课堂将原本限定于教室的范围边界进行扩大，能够让学生无缝接入到自然场景、海洋馆、实验室等各类教学空间。同时，更多的实验、自然场景能够以更加真切的方式展示在学生面前。比如以 VR 的形式将生物的血管、细胞等微观结构直观地展示在学生面前；又如，将天体运转“搬到”学生身边；再如，让学生身临其境地体验一个宏大的历史事件。这些形象的画面将带来比文字更高的视觉冲击力，助于激发学生的探索热情，丰富他们的想象力与创造力，也能够帮助教师及校方节省相应的布置成本并降低组织风险。此外，元课堂也将不受空间限制，让更多不同背景的学生可以身处同一课堂，展开交流讨论。相应的教学 VR 设备和将数字内容进行制作渲染的软件都将成为元课堂场景下的发展热点。



- 元培训：在一些专业技能培训的场景中，元宇宙的真实场景有助于进行实训模拟。比如，员工接受工厂培训时，一个实时的环境能够让工人直观了解工厂的布局、机器的使用规则与风险。又如，对法律方向的学生展开培训时，一场灵活可控的线上模拟法庭将有助于学生理解审判各环节。在人数众多、场景高危或场地受限的领域，以虚拟体验的方式完成培训将是一种更优可行方案。



## 新文旅



- 元演艺：受到疫情影响，许多线下的演唱会、音乐节、大型娱乐活动被迫取消。而线下狂欢的受阻催生了大量的线上演出，“虚实结合”“自由互动”“连接一切”的元演艺形式雏形渐成。利用全息投影、体感交互等技术，打造沉浸式“云现场”，在线上构建华丽的演出场景，升级传统演艺赛事体验，让众多演艺明星在科技的加持下为观众带来视听盛宴。与此同时，虚拟偶像悄然兴起，而虚拟的演出空间为数字偶像冲破次元壁、奉上极致演出提供平台，为文娱产业进一步打开想象空间。文娱巨头、技术公司等纷纷加码布局，元演艺正成为下一个娱乐生态的风口。



- 元旅游：基于增强现实导览、渲染等技术，构建历史文化风貌区、博物馆、艺术馆、主题乐园等地标性建筑和景点，让用户无论身处何处，都能够领略到不同时间、不同季节、不同视角的历史古迹、宏伟建筑和趣味乐园。在元旅游场景中，游客甚至可与历史人物隔空对话、看到复原重建的遗迹等。三维的场景、高品质的视觉效果突破用户的感官限制，为其提供全新的旅游体验。通过虚拟场景、融合打卡、数字藏品等多种元素，元旅游为文旅产业发展带来新活力、新机遇，为全景旅游提供新模式，也为地区特色文化走向大众、走向世界提供通道。

## 新娱乐

- 元游戏：元宇宙游戏在强调电影级的画质、流畅的晋级制度之外，更加强调玩家在游戏中的自主性。游戏玩家不仅能依照游戏既定情节进行探索，更能利用游戏的工具和素材库，进行数字内容的创作，进而衍生出不同的迷你游戏场景、社交空间、经济系统、互动交流体验。可以说，元游戏的提供商提供的不仅是游戏，更是一套创造虚拟世界和游戏工具的平台。为了在给予玩家自主性与创造性的同时保障游戏的公平、维持游戏的正常运转，部分元游戏会将整套游戏搭载在区块链系统上。利用区块链技术不可篡改的特性，确保玩家的个人信息、游戏资产等记录能够真实可信地流转。
- 元社交：元社交平台以游戏化、场景化的方式，为用户的虚拟身份提供各种各样的社交场景，以兴趣为导向，鼓励用户建立持续的、深度的社交关系。



## AIGC



- AIGC 即 AI 生产内容，其特点是辅助人们高效地自动化生产内容。2022 年，随着 OpenGPT 应用的火爆，AIGC 发展速度惊人，迭代速度更是呈现指数级爆发；另外，深度学习模型的不断完善、开源模式的推动、大模型探索的商业化，也进一步助推了 AIGC 发展“加速度”。其中，AI 生成图片内容是 AIGC 主要的应用场景类别，即利用 AI 技术进行图片编辑或端到端的图像创意生成。在此类场景中，对于光影的调整、文理的修改、以及各类模型向 3D 效果的转换都会大量使用到渲染技术，完成 AIGC 任务的推演。

## 2.3 企业级场景创新应用

随着数据的积累，企业也越发强调在生产、管理、决策环节的体验感，通过可视化、可交互的场景或 3D 应用，为企业分析、管理、展示、互动体验提供基础。当前，企业为了提升体验感，已经着重在数字孪生与医疗影像方向发力：

### 数字孪生

IDC 认为，数字孪生是仿真模拟和可视化在数字化转型组织中的扩展应用，能够帮助组织实现更好的沟通和协作。技术提供商通过对传感器数据、运行历史等数据进行建模与渲染，形成可视化、可交互的场景或 3D 应用，为企业分析、管理、展示、互动体验提供基础。当前细分的应用方向包括数字孪生工厂、数字孪生城市等。

- 数字孪生工厂：企业能够利用建模、渲染、虚拟仿真等技术，在虚拟环境规划和重现工厂、工业设备、工业产线。企业能够对虚拟世界中的对象进行状态的监控、实时更新，并用其进行规划预测，一方面能够对现有的设备或工厂情况进行细致的监测，提升运营效率、减少故障时间，另一方面也能够从虚到实，以更短的时间进行新产品、新工厂的设计与规划。



- 数字孪生城市：IDC 认为，数字孪生城市指城市中各种要素的数字模型或者数字化版本。通过综合利用传感器、地理信息技术、计算机图形、人工智能、物联网、仿真、三维建模及渲染、AR/VR 等综合技术，获取城市信息、构建孪生城市，以可视化方式全方位展示从建筑和交通等基础设施到人、物和资源的变化，在提供对城市现状直接展示的同时，能辅助预测城市系统将如何应对变化和事件。目前，全球已有包括新加坡、多伦多、纽约、巴黎、东京、雄安、赫尔辛基在内的众多城市开展相对成功的数字孪生城市项目。



IDC 于 2021 年底发布的《IDC FutureScape：2022 全球智慧城市与社区预测》报告中预测，“到 2026 年，全球 50% 的中等规模城市将采用数字孪生技术，以实现城市的可持续发展，提高城市运行效率，改善城市环境质量，达到碳排放目标。”

在数字孪生城市场景中，对城市环境与相关模型进行实时渲染，动态生成数字可视化空间场景，是构建数字孪生系统的重要一步。而模型渲染效率对于数字孪生系统的性能至关重要，尤其是在城市级规模的场景下，模型的高效渲染是实现高性能数字孪生系统的关键。

## 医疗影像



- X 光成像、计算机断层扫描 (CT)、磁共振成像 (MRI)、超声成像 (US) 和正电子发射断层扫描 (PET) 等成像技术提供了大量的医疗影像，在医疗临床实践中发挥重要作用。传统医疗影像仍以 2D 图像居多，且不可进行旋转、缩放等操作。渲染技术提供商通过提供渲染平台或服务，将医疗数据转换为更加逼真的、可供变换的 3D 解剖结构，为医疗人员精准诊断或手术分析提供可视化支持。

The background features several large, teal-colored gears of varying sizes, some overlapping. A network diagram with nodes and connecting lines is visible in the upper portion. A blue rectangular box with an orange border is centered on the page.

### 第三章

## 渲染的关键技术



渲染技术在元购物、元会展、元教育、数字孪生等各个新兴场景的应用正在走向普及，而这些应用普遍具有以下特点：在线人数众多，场景由人物、建筑等多类主体构成，实时，强调互通性、高画质、沉浸感。这些特征令元宇宙场景及数字孪生场景能够满足用户的特色需求，但是也对渲染技术的处理速度、画质反馈提出了超高的挑战。

当下，随着应用场景的越发精细化，对底层算力的资源量、灵活性等都提出了更高要求，渲染技术本身以及算力基础设施都成为关键技术。IDC 将渲染的关键技术具体分为图形引擎、数字人、云算力平台三大领域，每一部分的发展都影响着渲染最终的呈现效果：

### 3.1 渲染关键技术 – 图形引擎

图形引擎，或图形 API，即图形编程接口。它是软件层访问调用底层硬件资源的接口，能够有效调配 CPU、GPU 等底层资源，是渲染软件发挥功能的基础与核心要素。

由于图形 API 是软硬件的桥梁，不同的图形 API 适用于不同端。如 OpenGL 适用于计算机资源，OpenGL ES 适用于设备的图形处理如安卓、iOS，DirectX 适用于 windows 系统。

从实现技术、实现效果差异等角度看，图形引擎可以归为实时渲染图形引擎以及离线渲染图形引擎两类。

- 实时渲染图形引擎：主要运用光栅化技术，整个渲染管线包括：1) CPU 进行应用层处理确认渲染对象，输出图元；2) GPU 对图元进行几何变换、光栅化、像素着色等流程。大部分操作代码已经提前在硬件中写好，现代 GPU 围绕顶点和像素的着色已经实现可编程操作。
- 离线渲染图形引擎：主要运用光线追踪技术，该技术从视点出发反向追踪光线，找出与视线相交的物体表面点，由此展示每个像素点的光线强度。光线追踪不适合硬件并行化，主要依赖 CPU 进行处理，计算速度相对较慢。

表 1: 实时渲染与离线渲染技术对比

	实时渲染	离线渲染
依赖的底层资源	GPU	CPU
主要支撑技术	光栅化	光线追踪
技术特征	实时性、互动性	渲染质量
参数	~ 每秒可以生成 30 帧, 否则为离线	~ 一帧 10K CPU 小时
主流应用场景	游戏渲染、虚拟互动场景	影视、动画、产品渲染
演化形态	更强调端侧能力、云渲染	渲染农场

来源: IDC, 2022

### 3.2 渲染关键技术 – 数字人集成解决方案

数字人, 通常指以 AI 技术或真人驱动的、存在于数字虚拟世界中的人物形象。通常集成强大的捕捉、建模、渲染等技术。数字人已经从外观的数字化逐渐深入到行为的交互化、思想的智能化。

按照应用范畴可以分为娱乐型数字人(虚拟偶像)以及企业级服务数字人, 后者如教育行业的虚拟教师、助手型数字人(如虚拟客服、虚拟导游、智能助手)、影视数字人(如替身演员或虚拟演员)等。数字人的应用价值体现在多个方面: 1) 降低成本: 数字人能够长时间持续工作, 甚至替代人类执行 7\*24 小时的工作任务; 2) 助于创新: 数字人的可塑性更强, 能够形成更加贴合品牌或宣传口径的形象; 3) 增强体验: 随着用户对于体验感、沉浸感的强调, 在虚拟数字空间中以一个数字虚拟形象为主体进行体验交互成为越来越多用户的刚需。数字人在各场景、各行业的应用具有一定的普适性, 也有望成为渲染技术输出的一个通用型解决方案。

2022 年开年以来, 数字人几乎成为 AI 第一热门赛道。在 2021 年, 即有 20 家以上的企业凭借数字人获得新一轮的融资, 且都在数千万人民币以上的规模。未来, 随着各类数字人在金融、政府等企业级场景大放异彩, 渲染技术也将迎来爆发。

## 3.3 渲染关键技术 – 算力基础设施

### 3.3.1 渲染面临计算资源挑战，算力就是生产力

渲染的过程是将三维坐标转换为二维坐标并显示在屏幕上的过程，其中需要进行顶点着色器、图元装配、几何着色器、光栅化等过程，每一个像素点的亮度、材质感的呈现绘制都需要消耗大量的计算资源，是一项典型的计算密度大、耗时久、消耗资源的技术。而近年来，用户对分辨率、材质纹理、光线模拟、粒子系统、体积采样等视觉信息精细度的要求与日俱增；此外，用户也更加强调实时性与互动性，360度全景空间任何视角都可能成为用户的直接视点。更精细的画质、实时性意味着每秒需要绘制的像素点更多，需要执行的计算量也显著增加。除了资源消耗量大，渲染业务的需求也存在较大波动性，自配渲染资源也存在费用高、运维复杂等各类问题。未来，渲染应用将对底层算力提出更有挑战性的要求。

### 3.3.2 云算平台：更多渲染任务将转向云端完成，对于云算力的需求将呈现增长

传统方式上，渲染更多利用本地的资源。比如，影视制作等大规模离线渲染通常使用影视动画公司自身的服务器计算资源，产品渲染效果图则是由设计师使用自己的本地电脑进行渲染工作，而诸如游戏等实时渲染场景都基于用户手机端、PC端、主机端等设备的渲染能力完成渲染工作。随着用户对渲染效果的要求越来越高，渲染应用对底层算力需求呈现迅猛增长，单一的、本地的计算资源已经难以满足渲染工作的新需求。

此外，算力已经经历了性能优化的阶段，芯片制作正在接近物理极限，研发成本不断升高。单靠芯片的提升已经难以满足渲染技术对算力的需求。因而，具有充足算力资源池、智能调度、可弹性扩容的云算力平台成为必需。

云计算是将存储、计算、网络等物理资源集中化、池化、虚拟化，以灵活可租用的形式向用户提供基础设施资源。用户使用云计算可以快速、按需地从服务商处获得不同层级的算力服务，包括计算、网络、存储等，并能够基于实际业务需求自动部署、弹性伸缩、可信备份等，从而实现资源的灵活共享。

以云即服务形式为用户提供底层算力基础设施（IaaS），一方面为渲染技术使用者调动算力资源提供了更灵活的方案，也以可租用的模式显著降低使用成本。当前，已经有越来越多的影视渲染

效果制作是基于云计算资源完成的，而游戏、音视频直播渲染工作流程云化也成为必然的发展趋势。

### 3.3.2 算力基础设施发展新趋势：算力网络、异构计算、边缘计算

为了最大限度地满足渲染的计算资源需求、低延时要求，普通的中心云计算服务也演化出算网一体、异构计算、边缘计算等新架构。资源的规模、资源的调配、资源的部署结构、资源的效率发展都将迎来新的突破。当前，渲染技术下的算力基础设施发展呈如下趋势：

#### 一、算力网络：从“算网融合”逐步过渡到“算网一体”，扩大算力边界

渲染需要足够的算力资源，这要求算力提供商在能够提供广泛分布的服务器集群以支撑大规模计算需求的同时，还能通过网络连接算力，以此突破单点、单技术提供商的算力上限，形成算力资源的智能分配、充分调动。

“算力 + 网络”形成的算力网络是通过网络控制面分发算力服务节点的算力、存储、算法等资源信息，并结合用户需求，提供最佳的资源分发、交易、调配的优化方案，能够将分布的计算节点智能连接起来，形成计算资源可感知、可调度的网络。算力网络可以通过构建社会算力泛在连接、智能调度能力和可信交易等技术，盘活新建和存量算力资源，实现全社会算力的充分利用。

算力网络的发展将经历“算与网的泛在协同”“算与网的逐步融合”“算与网形成一体”三个阶段，而智能调度系统的发展与成熟将是决定市场发展进程的核心因素：

- 智能调度系统纳管多技术提供商节点以及中心云、边缘云等各类算力节点，通过分布式云架构实现资源的统计、调配、管理与运维。算网泛在协同是整体起步阶段，这一阶段整个体系仍以算力为中心，能够实现跨地域、跨机构、跨空间的算力资源供给。在第二阶段，算和网仍是两个主体。在“算与网形成一体”阶段，算与网的边界将被打破，形成算与网的统一控制、编排与管理。算力将被融入网络路由，形成“网络 + 计算”的算力路由。同时，部分计算任务也将由计算设备中卸载到闲散的网络设备中，形成边走边算的在网算力。

#### 二、边缘节点：云 - 边 - 端将成为降低渲染任务时延的必备基础架构形式，算力走向分布式

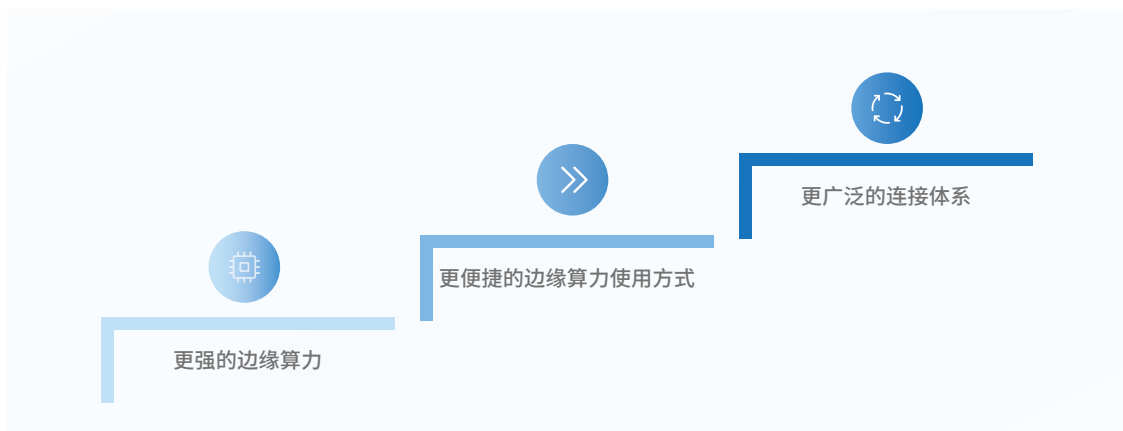
依托于云端进行渲染，中心化的云服务可以提供大量的计算资源，但是云服务节点往往部署在少数几个一线城市区域，位于下沉市场或距离中心节点较远的用户通常会遇到时延的问题，用户

体验受到极大挑战。随着渲染应用场景的广泛渗透，将有全球、全国各地的企业用户提出渲染计算任务请求，将所有计算任务请求都汇集到中心节点显然是不可行的，也难以满足用户低时延渲染的要求。

边缘云是服务商或用户基于业务需求，将公有云服务或私有云解决方案由少数或单个计算节点（中心节点）向边缘节点自然延伸而形成的服务或解决方案。通过建立边缘节点，构成“云-边-端”的体系架构，将计算或存储任务下沉至边缘，提升边缘资源利用效率，将数据下沉到边缘，节约回源带宽成本。与此同时，基于边缘节点资源，重构部分或全部IT功能，实现基于边缘的数据闭环，提供时延更低、网络质量更好的产品与服务，提升用户体验。

IDC认为，支撑渲染的基础架构将从过去传统的云到端部署，演进为云-边-端协同无处不在的新型计算架构，越来越多的企业将寻求更加灵活、地理分散的基础架构资源，以此更高效地完成自身的渲染业务。

图 5：中国渲染市场产业格局



来源：IDC, 2022

### 三、异构算力：面向渲染计算密集型任务时，CPU+GPU 成为主流方案，CPU+GPU+DPU 有望形成新趋势

渲染是一类计算密集型任务，需要计算速度快、并行高，以此达到低延迟、稳定、高分辨率的画面输出。CPU 强调通用性、全局调度、管理、协调能力。为此，CPU 需要通过引入大量的分支跳转和终端处理以支持复杂的逻辑判断，因而 CPU 中存储单元与控制单元比重较大，计算单元

的占比降低，因而 CPU 不擅长高效处理并行数据任务。

传统的 x86、ARM 等以 CPU 为单一计算单元的通用算力难以满足渲染并行能力的要求，而通过引入不同类型指令集、不同架构的计算单元来执行并行和分布式计算的异构计算方式正在成为主流解决方案。

除了 CPU 外，典型的计算资源还包括 GPU、ASIC、FGPA 等。根据资源类型的不同组合，异构计算架构可以组合为 CPU+GPU、CPU+FGPA 等多种类型。其中，GPU 芯片采取单指令、多数据处理方式，采用数量众多的计算单元和超长的流水线，主要用于实现视频数据的处理。CPU+GPU 的方案广泛应用于图像渲染领域。

CPU+GPU+DPU 有望形成新趋势：随着云原生应用的发展，数据中心网络传输带宽持续升级，而带宽的逐步增大意味着有更多的网络数据需要处理，这将给 CPU 带来更多的成本消耗。DPU 主要作用是提升数据中心等算力基础设施的效率，为 CPU 分担网络协议数据处理、存储相关的高速接口标准协议处理等工作。将云平台虚拟化工作及 I/O 功能卸载给 DPU，能够构建更加高效的计算方案，支持更大规模、更高性能需求的场景。

### 3.4 云渲染技术应用：云渲染成为渲染技术服务模式的新热点，渲染算力走向标准化易用化

云渲染是在云计算概念出现后的一种新型渲染处理模式，云渲染通常以 IaaS+PaaS 的形式对用户提供服务，在云基础设施上直接兼容主流的渲染引擎，为数字内容制作企业提供直接可用的弹性渲染平台。整个云渲染过程中，用户只需要提交渲染任务，调度节点能够智能分配渲染所需的计算资源，用户能够在平台实时查看渲染进度、下载渲染结果、进行资产管理等。

该方法将原本在单机上进行的渲染过程转移到分布式集群体系，并以视频方式对渲染结果进行回传，实现规模化、加速渲染效果。依托于云计算架构，云渲染解放本地资源，让内容创作者能够更加聚焦在创意，也实现最终用户终端渲染任务的轻量化。在打破端侧能力限制的同时，云渲染形式需要更快的视频回传以避免卡顿问题，这对技术提供商编解码能力、网络能力、边缘云能力提出更高要求。

## 第四章

# 渲染技术成功实践

## 平行云：为 XR 行业提供云渲染解决方案，解放终端设备

平行云公司成立于 2016 年，是国际领先的 Cloud XR 概念倡导者与技术先行者，致力于加速改变世界信息交互的方式，助力 XR 应用高效上云。

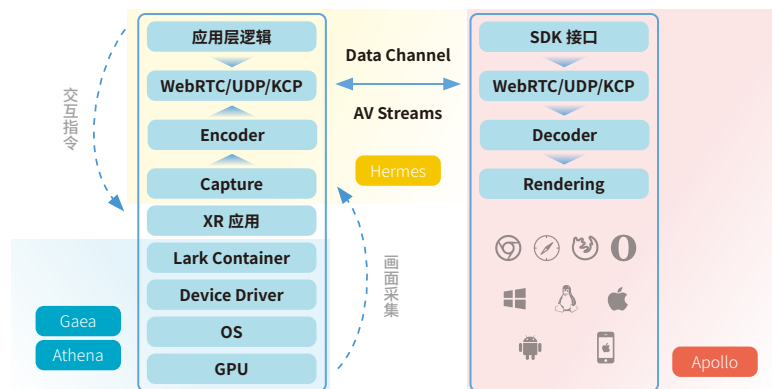
XR 行业强调输出真 3D 且具有沉浸式、可交互的高精场景及应用。该类场景需要强大的独立显卡驱动以此完成用户的交互访问。然而在面向消费者的传统场景下，用户的平板、手机等设备算力较低，难以支撑相应的高精画面及背后的渲染任务。围绕这一痛点，平行云构建云渲染方式，将算力要求较高的任务转移到云端进行解决，突破用户设备端算力瓶颈，让 XR 内容场景得到规模化、低门槛的使用，促进应用的商业化落地。

平行云自主研发的 Cloud XR 解决方案 LarkXR，具有功能组件强大、泛终端、多引擎、行业延展性高、部署灵活、可二次开发等特点。

产品端，LarkXR 解决方案包括 Athena、Hermes、Apollo、Gaea 系列产品和面向多场景的功能组件：

- Athena：实现 GPU 显卡动态池化，做到一张卡跑多路并发，帮助客户降低算力成本。
- Hermes：实现网络传输优化，能够将时延降低到 10-20ms。致力于让用户能够高码率低延迟访问应用，将每一帧画面都能够做到高精度还原。

图 6：平行云产品结构



来源：平行云

- Apollo：支持 Windows 或 Linux 设备以及各类 ARVR 设备等多终端访问。同时兼容 Unity、UE、数字冰雹等国内外多类渲染引擎。
- Gaea PaaS 平台：集成 XR 应用管理、算力管理、系统监控、二次开发 SDK 等丰富功能的强大工具及管理平台。



除此之外，LarkXR 提供互动模式、协同模式、智能语音交互、数据通道、视频通道、直播推流等面向多场景的功能组件，满足各行各业的 XR 应用的落地需求，打造 LarkXR 成为通用型的 XR 应用运行底座。

LarkXR 部署方式灵活，平行云为 XR 内容制作商提供公有云 PaaS 的集成方案，用户也可选择将平台部署在私有云服务器上。在公有云方面，平行云解决方案适配首都在线、AWS、阿里云、腾讯云、华为云等多家公有云厂家。平行云与公有云厂商共同构建工具层，为行业 XR 内容、场景开发公司提供低成本、便捷的服务，使其专注渲染应用场景的打造。

当前，平行云在全球范围内已吸引近千家企业用户和数万名独立开发者，产品及解决方案成熟应用于教育培训、数字孪生、医疗健康、虚拟直播、数字人、云活动、云游戏场景，可为企业级客户、生态合作伙伴、开发者提供匹配其不同需求的产品服务模式和交付体验。例如，支持阿里妈妈双十一“逻戈斯计划”2060 虚拟演出第一场曼塔沃斯，为数十所高等院校建设校级 / 院系级虚拟仿真实验教学平台，以及在广西、福建等工业互联网平台项目中落地工业互联网数字孪生云平台。

图 7：阿里妈妈双十一“逻戈斯计划”2060 虚拟演出



来源：平行云

## 彼真科技：撬动云渲染技术，提供实时互动的虚拟空间优质方案

彼真科技是提供 3D 实时互动虚拟空间的创建、发布和交易的服务商，旗下的彼方城是虚拟空间平台。彼真科技致力于为创作者打造开箱即用的虚拟空间解决方案，帮助音乐人、策展人、品牌方或其他主办者高效快捷地举办各类虚拟活动。

虚拟空间的创建过程中涉及到大量的渲染工作。过去，开发者需要结合用户不同的 PC 端、移动端进行适配开发数字内容，由于用户的设备端种类多样且显卡等计算资源配置参差不齐，需要进行大量适配开发，同时播放、体验效果较多依赖于用户端的硬件。随着渲染技术与云计算的结合越发紧密，云渲染成为彼真科技提供数字内容的首选技术底座方案。基于云渲染平台直接完成渲染任务，彼真科技能够专注于高精度数字内容的开发创建，也能为自身用户提供更加灵活可靠、优质效果的数字内容。

技术架构上，彼真科技与云基础设施 IaaS 提供商、云渲染 PaaS 平台提供商合作，基于充足的显卡资源、广泛部署的计算节点、灵活的 PaaS 平台开发接口进行虚拟空间的内容建设。客户侧，彼真科技与音乐人、展会主办方、品牌方等深度交流，结合用户的活动举办需求，为其搭建具有创新性、沉浸感的虚拟空间。

当前，彼真科技聚焦场景复杂程度较高的虚拟演唱会场景，基于云渲染平台打造支持多端的线上音乐会空间，以高稳定、高可靠、低延时的服务支持百人到千人实时在线规模的演唱会。观众无需下载客户端，可通过链接直接接入虚拟线上音乐会。用户除了以虚拟身份加入观看、欣赏艺人表演，还能与其他观众进行语音交互、合作完成任务、与音乐人进行交互等，在虚拟空间中得到极高的互动体验感。

图 8：新武林——RT3D 云渲染 3D 实时虚拟演唱会



来源：彼方城

图 9: RESURGENCE WORLD 虚拟世界



来源：彼方城

2022年，彼真科技已经为多个项目提供数字空间建设服务，涉及演唱会、会展等多种类型，包括“新武林——RT3D云渲染3D实时虚拟演唱会”；与顶尖电子音乐厂RESURGENCE合作完成RESURGENCE WORLD虚拟世界；以及“深港双城双年展”“虚拟深双-植物生长”虚拟展和“德必水贝元宇宙”等多个活动。未来，彼真科技也将延伸支持文博、展览等更丰富的应用场景，将单一事件型活动逐步拓展到更多持续时间长、技术要求高的场景，进一步服务于虚拟世界的创新。

## 第五章

# 渲染技术未来展望

```
asm volatile ( __ex_clear(ASM_VMX_VMREAD_RDX_RAX, 0)
              : "=r"(value) : "g"(rdax) : "cc");
```

```
return value;
```

```
#include <stdint.h>
int main(int argc, char *argv) {
    intb4_t src = argc;
    intb4_t dst;
    volatile
    asm
    {
        rdx = src;
        vmread rdx, rax;
    }
    return dst;
}
```

## 5.1 未来渲染科技发展趋势

**渲染技术越发追求极致：渲染质量效率兼顾的精细化将是未来渲染技术迭代的重要方向。因此，实时光线追踪以及神经渲染等技术都将迎来快速发展：**

渲染效率提升——实时光线追踪技术：实时光线追踪技术充分利用光栅化、光线追踪各自的优势，选择在每一个渲染环节中具有优势的技术形成混合管线，以此形成高效渲染且不失效果的渲染结果。当前，市场上已经推出具备实时光线追踪加速功能的硬件设备。

渲染效果提升——神经渲染：一种能够以显式或隐式（人工可控 / 不可控）控制照明、相机参数、相机姿势、几何关系、外观和语义结构等属性的深度图像或视频生成方法。这是一类基于深度学习实现的渲染方法。其中火热的细分方向莫过于神经辐射场 NeRF（Neural Radiance Fields）。NeRF 渲染方法不需要渲染前序的三维建模过程，仅根据一些分散的多角度图集，即能“拼接”渲染出更加复杂、新视角的 3D 图像。该技术将本不可微的渲染方程近似为一个可学习的、连续的辐射场，弥补渲染方程因为不可微而丢失的信息，因而运用该方法能够呈现更优质的渲染效果。不过，NeRF 渲染的运算量巨大，且目前仅适用于静态场景。

### 云渲染平台将成为互动应用在智能终端普及的核心基础设施

未来，具有互动性、沉浸感的应用将逐渐成为应用主流，而终端用户的设备能力参差不齐，不仅可能影响数字互动内容高质量的效果呈现，也给数字内容的开发带来了大量的适配工作。此外，随着 AR/VR 产业的发展，互动应用也将从 PC 端、移动端更多地转移至 AV/VR 设备端。设备能力不足、应用需要多端适配等技术挑战逐渐成为互动应用在用户端广泛渗透的瓶颈。

IDC 认为，能够集成多厂商、多节点优质算力资源，并提供统一、灵活渲染开发接口的云渲染平台能够有效解放用户端的能力上限，将成为互动应用在全球智能终端普及的核心基础设施。

### 渲染算力调配方式升级——东数西算

2021 年 5 月，《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》提出布局建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，加快实施“东数西算”工程。当前我国数字经济发展快速进行，全社会数据总量爆发式增长，社会、企业对数据及相关应用的需求不断攀升。但是，数据与算力总体

呈现为东部一二线城市数据资源量大、计算应用需求高，西部拥有较低能耗成本、能耗限制的局  
面。为此，以“东数西算”的方式可以统筹调度东西部算力的需求与供给，形成规范化导流。在  
“东数西算”这一发展理念下，越来越多的技术提供商在西部开展数据中心布局。

西部的计算、存储资源具有高可靠、低成本的特性，对于需要进行渲染这一计算密集型任务的影  
视公司而言，远程高效地调动西部算力完成渲染不失为一个更优的选择。IDC 认为，随着基础设  
施的落地、算力网络的成熟，未来通过调用西部算力完成渲染任务将成为越来越多影视企业的选  
择。

渲染发展深度依赖算力成为必然趋势：无论是新的渲染场景，还是渲染技术本身前进发展的迭代方向，或者  
是云渲染的演进、升级的渲染算力调配方式，渲染技术在未来都将对底层的硬件效率、计算资源、资源调配  
能力提出更高的要求，渲染与算力深度结合、协同发展成为必然的趋势。

## 5.2 渲染算力基础设施市场将迅猛发展

- 算力资源规模上升：在渲染支撑的娱乐场景、游戏场景、数  
字孪生场景的带动下，企业在算力基础设施方向的投入也逐  
步攀升。以企业自建及第三方服务商在数据中心投入规模作  
为衡量算力资源的维度，IDC 预测，2026 年中国数据中心  
基础架构市场规模将达到 US\$57.4B (约合人民币 3,803 亿)，  
未来可期。
- 当前，中国边缘计算、异构算力、算网融合市场发展都仍处  
在起步阶段，但渲染丰富的应用场景及对算力的需求已经让  
相关技术提供商看到了未来的发展机遇。算力是渲染发展必  
不可缺的重要基石，而边缘节点、异构算力、泛在调度等多  
样化的算力形态无疑是厂商重要的演进与持续投资方向。

IDC 预计，2021-2026  
年中国边缘计算服务器  
整体市场规模年复合增  
长率将达到 23.1%。

- 未来渲染行业需要新兴算力服务商：为了满足渲染技术对于大算力、灵活算力、低延时等的各类要求，未来渲染底层算力服务商不仅需要能够提供基础的云计算资源，更需要具备边缘节点覆盖、分布式存储、算力智能调度等各项突出能力。同时，算力技术提供商围绕渲染引擎或图形 API 深度集成相应的硬件或兼容加速设备，也将成为技术提供商的潜在特色优势，其发展也将成为趋势。

---

## 关于 IDC

国际数据公司（IDC）是在信息技术、电信行业和消费科技领域，全球领先的专业的市场调查、咨询服务及会展活动提供商。IDC 帮助 IT 专业人士、业务主管和投资机构制定以事实为基础的技术采购决策和业务发展战略。IDC 在全球拥有超过 1100 名分析师，他们针对 110 多个国家的技术和行业发展机遇和趋势，提供全球化、区域性和本地化的专业意见。在 IDC 超过 50 年的发展历史中，众多企业客户借助 IDC 的战略分析实现了其关键业务目标。IDC 是 IDG 旗下子公司，IDG 是全球领先的媒体出版，会展服务及研究咨询公司。

## IDC China

IDC 中国（北京）：中国北京市东城区北三环东路 36 号环球贸易中心 E 座 901 室

邮编：100013

+86.10.5889.1666

Twitter: @IDC

[idc-community.com](http://idc-community.com)

[www.idc.com](http://www.idc.com)

## 版权声明

凡是在广告、新闻发布稿或促销材料中使用 IDC 信息或提及 IDC 都需要预先获得 IDC 的书面许可。如需获取许可，请致信 [gms@idc.com](mailto:gms@idc.com)。翻译或本地化本文档需要 IDC 额外的许可。获取更多信息请访问 [www.idc.com](http://www.idc.com)，获取更多有关 IDC GMS 信息，请访问 <https://www.idc.com/prodserv/custom-solutions>。

版权所有 2022 IDC。未经许可，不得复制。保留所有权利。