

国内空间计算发展趋势及对广西的建议

空间计算作为继个人计算机、移动互联网后的新一代计算范式，通过融合三维感知、智能交互与数字孪生技术，构建数字与物理世界无缝融合的智能系统，推动人机交互从二维平面向三维空间深刻变革，已在工业制造、智慧城市等领域展现出显著的赋能潜力。广西正处于产业转型升级的关键阶段，应聚焦空间技术体系与本地禀赋深度结合，担当“技术集成者”与“场景创新者”角色，加快推动技术落地。

一、空间计算技术发展趋势

空间计算发展从单一硬件或软件迭代，向交互终端、软件平台和基础设施技术体系协同融合方向演进。

（一）交互终端向高性能集成与自然交互升级

硬件终端重点解决沉浸感、舒适性与交互自然性的核心矛盾。一是通过异构计算架构平衡算力与功耗。例如，苹果 Vision Pro 采用“M2+R1”双芯片设计，由专用协处理器 R1 实时处理传感器数据，实现毫秒级响应的流畅体验。二是多模态自然交互成为主流。采用眼动、手势、语音等交互方式，形成以用户意图为中心的操控系统，从而取代传统控制器。例如，Meta 公司在原型设备中探索通过肌电手环识别手势，支持更隐秘自然的输入方式。

（二）软件平台从“三维重建”向“空间智能”跃升

软件核心算法从构建静态模型，转向创造可理解、可交互的动态数字空间。一是实时三维重建技术驱动数字孪生普及。例如，“3D 高斯泼溅”（3DGS）等技术以更高效率从图像生成高质量、可实时渲染的动态三维场景，为大规模数字孪生应用奠定基础。二是生成式人工智能（AIGC）通过文本或图片自动生成三维模型与场景，有效破解高质量三维内容匮乏的生态瓶颈。

（三）基础设施向“云边端天”协同化调度发展

底层基础设施朝着全域协同方向发展，以满足海量空间数据实时处理需求。一是渲染架构从本地计算转向“端云协同”，通过将图形渲染任务在云端与边缘侧动态分配，满足元宇宙级复杂场景与高并发访问需求。二是通信网络向“空天地一体化”和“通感算智融合”演进，5G-A 及 6G 网络深度融合通信、感知、计算能力，提供确定性网络保障。三是将算力部署于卫星，实现“在轨实时处理”遥感数据的空天地一体化“太空计算”。

二、国内空间计算发展布局

各地空间计算的应用普遍遵循“统一数字底座、聚焦特色场景、布局未来生态”路径，围绕解决现实产业与治理痛点，出台相关政策，牵引技术落地与场景应用，并引导和培育产业发展。

（一）跨区域协同治理

针对跨域数据壁垒与管理协同难题，各地从统一空间基准与数据标准入手，构建时空信息平台，为一体化治理奠定基础。长三角生态绿色一体化发展示范区¹以“制度创新+技术贯通”为实践核心，建设一体化在线坐标转换系统，将沪苏浙测绘坐标转换时间缩短至几分钟，实现跨域空间数据的“同图同规”。同时，构建“水乡客厅”等重点区域的高精度数字孪生场景，实现了规划、建设、运营管理的跨域一体化可视化管控²。京津冀地区以水利为切入点，推进数字孪生流域建设。海河水利委员会会同京、津、冀水利部门，推动永定河数字孪生流域的数据资源共建共享，在水利工程基础数据、防洪调度、地理空间信息等方面打破数据壁垒，提升了流域协同治理能力。粤港澳大湾区则着力构建“数字湾区”统一空间底座。通过制定跨城市的空间数据标准与共享机制，支持城市规划、交通管理、应急联动等跨城业务协同，为大湾区一体化发展提供时空信息支撑。

（二）工业与能源智能升级

各地将空间计算技术深度融入工业设计、生产、运维全流程，追求可量化的降本增效与模式创新，出台政策明确支持工业元宇宙、数字孪生工厂等方向。上海市出台《关于加

¹ 《长三角生态绿色一体化发展示范区总体方案》发布，经济日报，https://www.gov.cn/zhengce/2019-11/20/content_5453710.htm

² 《水乡客厅江南圩田、桑基鱼塘、水乡湿地等生态综合整治工程（三园建设工程）专项规划》草案公示，中共嘉善县委、县人民政府，http://www.jiashan.gov.cn/art/2022/4/11/art_1229373860_4910722.html

快推动前沿技术创新与未来产业培育的若干措施》³，明确支持数字孪生、空间计算等技术的研发应用。聚焦“工业元宇宙”赋能高端制造，推动 AR/VR 技术进入飞机、汽车、船舶等复杂产品的设计评审、装配培训和远程运维环节。例如，商飞通过 AR 眼镜提供实时三维作业指导，显著降低飞机布线中误操作率，提升装配效率。浙江省发布《关于促进智算云创新发展的实施意见（2025—2027 年）》⁴，建设数字孪生等所需的智能算力体系。在化纤、电气等产业，推广全要素数字孪生工厂，实时映射与动态优化生产流程。在能源领域，利用无人机激光扫描与三维重建技术，对电网线路进行自动巡检与风险建模，解决设备管理、安全巡检、能耗优化等业务痛点。

（三）特色产业融合创新

各地结合本地独特资源与文化，打造具有辨识度和示范效应的特色应用，形成差异化优势。陕西省聚焦文物活化与文旅沉浸体验。利用高精度三维扫描与 AR 技术，进行文物数字化存档与虚拟复原，开发沉浸式互动体验项目，创造新的文旅消费产品。福建省开展智慧海洋与近海养殖。利用“空天地海”一体化观测网与数字孪生技术，对海域环境、养殖筏架进行动态监控与管理，提供精准化服务。北京市在《关于支持北京未来数字空间创新试验区建设的若干措施》⁵中，

³ 上海市人民政府办公厅印发《关于加快推动前沿技术创新与未来产业培育的若干措施》的通知，上海市人民政府网站，<https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20251011/6b29e980fd8741eea2b9408b2877019c.html>

⁴ 网经社，<https://www.100ec.cn/detail--6649815.html>

⁵ 北京市人民政府，https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zcjd/202510/t20251028_4241910.html

明确提出依托文化科技融合优势，推广虚拟现实、空间计算等技术，打造沉浸式文化体验示范场景，构建数字空间产业生态。

（四）前沿设施与生态布局

各地前瞻布局下一代基础设施与产业生态，争夺未来规则制定权。北京市与浙江省竞逐“太空计算”新赛道，两地均瞄准“在轨实时智能处理”领域，构建“天地一体化”的智能计算架构。北京中科星图与中科曙光合作研发太空计算专用核心部件，其政策层面提出“拟将大规模 AI 算力搬上太空”的远期规划；浙江之江实验室则发射“三体计算星座”试验星。上海市则利用游戏、影视、设计产业基础，大力发展三维数字内容生产工具与 AIGC for 3D 平台，形成了“硬件+内容+工具”生态。深圳市出台《加快打造人工智能先锋城市行动计划》⁶，将“空间智能模型”列为关键突破方向之一。凭借消费电子产业优势，在 VR/AR 硬件制造与核心元器件领域发力。

三、广西空间计算发展建议

广西应聚焦于空间技术体系与本地禀赋深度结合，担当“技术集成者”与“场景创新者”角色，推动技术“用起来、效果好、可推广”。

（一）聚焦关键使能技术，开展定向引入与适配

引入 3D 高斯泼溅（3DGS）等轻量化技术，优化高效率

⁶ 深圳政府在线，https://www.sz.gov.cn/cn/xxgk/zfxxgj/tzgg/content/mpost_12052799.html

低成本建模方案，解决文旅、国土、应急领域数字孪生底图构建瓶颈。部署 AIGC for 3D 等生成式工具，快速生成民族文化遗产数字化、特色农产品三维展示、工业设备培训课件，丰富应用生态所需的内容供给。探索“云边端”协同渲染算力落地模式，将大型文旅等元宇宙场景的渲染任务放在边缘云或中心云，降低终端设备性能要求促进应用普及。

（二）围绕核心产业链，设计“技术-流程”深度耦合的标杆场景

一是在汽车、工程机械等高端制造运维中，落地“自然交互+远程辅助”融合应用，引入 AR 眼镜、Meta 肌电手环、HoloLens 远程协作方案，设计“手势+语音”操控的 AR 作业指导程序，建立远端实时标注、音视频通讯的标准流程，提高生产效率降低制造成本。二是在西部陆海新通道等重大工程中，规划集成低轨卫星遥感、无人机巡检、地面物联网等多源感知网络，构建“空天地”数据融合调度系统，研究遥感数据在轨或边缘端处理技术，提升工程管控与安全水平。三是在糖蔗、水果等特色农林业中，整合无人机测绘、多光谱/高光谱传感、气象数据与 AI 图像识别，构建作物长势、病虫害监测、肥水需求分析模型，实现“看见—看懂—指导”闭环。

（三）创新生态构建机制，打造面向应用的“集成验证与推广中心”

一是设立“空间计算解决方案集成验证中心”，提供技

术选型、集成测试和适用性评估服务，帮助企业快速启动 POC（概念验证）和试点。二是策划“产业需求—技术方案”对接的常态化平台，举办聚焦行业痛点闭门研讨会或挑战赛，促成产学研合作。三是构建“中国—东盟特色场景资源库”，梳理农业、港口、文旅等领域的需求，吸引企业设立面向东盟的解决方案和展示中心，打造技术“适配基地”“样板间”。

（执笔人：覃炜革）