

附件：2024 年度自然资源科学技术进步奖公示信息

项目名称	室内外实景建模国产技术装备
主要完成人	魏占营、艾海滨、朱元彪、刘洋、王庆栋、孙钰珊、杨东辉、许烈平、许梦兵、刘国辉、李俊、付康、李燕、王立意、杨然
主要完成单位	中国测绘科学研究院、北京远见知行科技有限公司、武汉智觉空间信息技术有限公司、绘见科技(深圳)有限公司、首都师范大学、云基智慧工程股份有限公司、陕西天润科技股份有限公司
成果简介	<p>近年来，实景三维建设已成为自然资源系统的重要工作之一。当前，空中及地面开阔场景的数据获取与处理技术已基本成熟，但在室内外等非暴露空间（即 GNSS 信号受限场景）的数据采集与处理方面仍面临诸多挑战，而这些空间与人类的生产、生活联系更为紧密。</p> <p>本项目针对上述难题，依托刘先林深圳院士工作站项目、国家重点研发计划项目，开展了多项技术攻关，成功研发了系列化轻扫式点云采集硬件、点云精细建模软件、交互式 AR 平台等适用于室内外等非暴露空间的“采-建-用”全流程的国产化软硬件装备。</p> <p>主要创新成果如下：</p> <p>（1）系列化轻扫式点云全景采集系统：研制了涵盖手持、背负、轻载、车载、固定站等全规格的轻量级移动激光采集装备。针对复杂场景下精度退化、外业控制成本高等问题，国际首次提出并实现了“物理锚点”+“虚拟锚点”的体系化精度增强技术，实现了轨迹可编辑，大幅减轻甚至完全摒弃了繁重的外业控制工作。针对多线点云固有的杂乱、粗糙问题，提出“有向吸引力点云精化”算法，实现了点云毫米级厚度的精细化处理，并达成了“无痕彩色点云”技术。这些创新成果相互配合，有效提升了室内外等非暴露空间点云采集的效率和精度。</p> <p>（2）基于点云的精细化三维建模软件：国内首款无需依赖 3DMAX 即可实现基于点云进行精细化三维建模的软件。与 3DMAX 相比，本软件具备基于“深度图+全景”的几何建模、纹理自动映射、点线面体多维度编辑等功能。针对点云无序性、稀疏性等问题，构建了人工智能辅助的建模框架，能够可靠地提取“墙、梁、板、柱”等建筑结构。并结合 3DGaussSplatting 技术，开发了全自动、高逼真三维建模模块。</p> <p>（3）交互式 AR 三维平台：针对当前三维平台以单向展示为主、交互不足的问题，开发了“交互式 AR 三维平台”。提出“卫星-惯导-视觉”多模态信息鲁棒性估计及融合方法，进而实现了基于“RTK+IMU+VPS+VSLAM”的分层定位技术，并研制了“ARHub”硬件系统。研发的高性能三维平台，可承载 10TB 级测绘成果，借助 ARHub 实现了“数实融合、实时交互、秒级响应”，为用户带来了更加便捷、高效的交互体验。</p> <p>（4）形成国产化全流程解决方案：构建了一套完整的室内外等非暴露空间“采-建-用”全流程国产化解决方案。项目方案已在北京、重庆、西安、深圳、香港等地得到广泛应用。</p>

	<p>本项目成果丰硕，共获得 15 项发明专利授权、10 项软件著作权登记，发表 SCI 论文 7 篇。项目成果已服务了数百家用户，有力支撑了一批实景三维建设、行业数智化升级等项目的实施，产生了显著的经济社会效益，具有极为广阔的推广应用前景。</p>
<p>推荐意见</p>	<p>本项成果由中国测绘科学研究院牵头，联合 6 家来自国内上下游的知名企业、高校和产业公司共同完成。在自然资源部大力推进部件级实景三维建设的背景下，项目团队紧密围绕行业市场需求，依托院士工作站基金和国家科技计划支持，开展技术攻关，构建了适用于非暴露空间（即 GNSS 受限空间）的“采（数据获取）- 建（数据处理与建模）- 用（行业数智化应用）”全流程国产化软硬件测绘装备体系。</p> <p>该成果在技术创新、应用效果和推广潜力方面优势显著，为我国非暴露空间的实景三维建设和行业应用提供了完整且成熟的解决方案，在交通、电力、建筑、能源等关键行业的数智化转型升级中发挥了重要支撑作用。通过提供精准、详实的空间数字底座及虚实融合的信息增强服务，助力这些行业提升效率，实现智能化发展。</p> <p>在技术突破方面，本成果围绕非暴露空间的测绘地理信息获取、建模和应用等核心环节，成功研发了系列化国产轻扫式点云采集硬件、国内首款点云精细建模软件以及首款国产行业 ARHub 软硬件平台。其中，多项技术达到国际领先水平，填补了国内相关领域空白，部分技术属国内首创。这些关键技术已在国内诸多重大和重要项目中得到充分验证，以其高性能和高可靠性，赢得了数百家用户的认可，创造了显著的社会经济效益，推动了我国相关领域的技术进步和产业发展。</p> <p>综上，推荐本项成果申报 2024 年度自然资源科学技术进步一等奖。</p>
<p>客观评价</p>	<p>1. 科技成果评价意见</p> <p>2024 年 3 月 25 日，中国测绘学会组织由陈军院士、宋超智教授领衔的专家委员会，对本项目成果进行评定。评定结果显示：本项目紧密围绕室内外等非暴露空间（GNSS 受限场景）三维信息高效率获取、处理和应用的重大需求，成功攻克高可靠点云采集及高性能点云处理等关键难题，研发出轻扫式硬件装备、精细三维建模软件以及交互式 AR 平台，显著提升了该类硬件装备的国产化水平。经综合评估，项目成果总体达到国际先进水平，其中，轻扫式点云采集精度增强技术、AR 融合定位技术更是处于国际领先地位。</p> <p>2. 科技查新</p> <p>项目研究成果经教育部科技查新工作站出具的科技查新报告（编号：J20245001259115729）表明：该项目中提出的 SLAM 精度增强技术、多线激光点云精化技术、离散全景与点云的自动配准及无痕彩色点云生成技术、高平滑 AR 定位技术等四个查新点，在国内外公开发表的文献中均未见相同报道，具备显著的新颖性。</p> <p>3. 成果软硬件测试</p> <p>项目的三大核心成果 —— 轻扫式点云采集系统、svsGeoModeler 点云精细建模软件、CyberSpace 平台，均已通过第三方专业测评，确保了成果的质量与可靠性。</p>

4. 成果应用推广证明

本项目成果已在多个领域得到广泛应用和推广，相关证明材料包括：首台轻扫系统验收报告（2021.07）、国家级实景三维西安试点用户报告、国家级实景三维嘉兴试点用户报告、香港数字孪生用户报告、国网北京电缆隧道数字化用户报告、深圳交通 BIM 一张图用户报告、信图智行 AVP 扫描系统比选报告等，充分彰显了成果的实用性和市场价值。

主要知识产权目录

发明专利

序号	知识产权名称	授权号	权利人所属单位
1	一种多激光空间标定方法	202310558027.1	中国测绘科学研究院
2	基于全连接图编码及双重扩张残差的点云语义分割方法	202211384104.8	中国测绘科学研究院
3	一种基于单环结构的坡屋顶建筑物三维重建方法	202010190483.1	中国测绘科学研究院
4	室内停车场高精度地图采集装置	202211076398.8	北京远见知行科技有限公司
5	一种基于大模型的 SLAM 激光点云与全景影像自动配准方法	202410404412.5	北京远见知行科技有限公司
6	一种基于平面特征的 SLAM 精度增强方法	202410418294.3	北京远见知行科技有限公司
7	一种融合非连续 TLS 的 SLAM 精度增强方法	202411035118.8	北京远见知行科技有限公司
8	虚拟内容信息批量推送方法、装置、计算机设备及存储介质	202111289874.X	绘见科技(深圳)有限公司
9	坐标的可视化测量方法、测量设备及存储介质	202311753354.9	绘见科技(深圳)有限公司
10	激光SLAM实时精度评估方法、装置、介质和设备	202311764432.5	绘见科技(深圳)有限公司
11	虚拟相机的视场角标定方法及装置、设备及存储介质	202311754031.1	绘见科技(深圳)有限公司
12	基于大空间视觉地图剖分与快速检索的定位方法和设备	202311764417.0	绘见科技(深圳)有限公司
13	基于单天线确定设备绝对位姿的方法、MR设备及介质	202311764424.0	绘见科技(深圳)有限公司
14	基于MR的CAD文件查看方法、装置、介质和设备	202311764436.3	绘见科技(深圳)有限公司
15	激光点云拼接方法、装置、介质和设备	202311764435.9	绘见科技(深圳)有限公司

软件登记

序号	软件著作权名称	登记号	所有者
1	中测点云建模软件V1.0	2021SR0336127	中国测绘科学研究院
2	知行点云采集系统V1.0	2021SR0229149	北京远见知行科技有限公司
3	知行点云制图软件V1.0	2021SR0229147	北京远见知行科技有

			限公司
4	武汉智觉空间地理实体建模软件[简称: SVSGeoModeler]V2.0	2023SR0626084	武汉智觉空间信息技术有限公司
5	武汉智觉空间地理实体批量建模软件[SVSCreateModel]V1.0	2023SR1642016	武汉智觉空间信息技术有限公司
6	武汉智觉空间地理实体全景贴图软件[SVSGeo-Panorama]V1.0	2023SR1640575	武汉智觉空间信息技术有限公司
7	CyberSpace三维扫描数据管理平台	2023SR0111595	绘见科技(深圳)有限公司
8	CyberXR开发平台	2023SR0532675	绘见科技(深圳)有限公司
9	MR高精地图平台软件	2021SR1071127	绘见科技(深圳)有限公司
10	三维实景城市数字化平台	2020SRE024712	绘见科技(深圳)有限公司

SCI 论文

序号	论文名称	主要作者	刊登论文期刊和期刊发表日期	检索情况
1	A multi-source heterogeneous point cloud fine registration method for large-scale outdoor scenes	Mengbing Xu, Xueting Zhong, Ruofei Zhong.	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2025	SCI
2	A high-accuracy multi-temporal laser point cloud registration method for providing a detailed expression of the urban environment	Mengbing Xu, Xueting Zhong, Hao Ma, et al.	Sustainable Cities and Society. 2024	SCI
3	A method for automatic extraction and individual segmentation of urban street trees from laser point clouds	Mengbing Xu, Xueting Zhong, Ruofei Zhong.	Optics and Laser Technology. 2024	SCI
4	Fast and accurate registration of large scene vehicle-borne laser point clouds based on road marking information	Mengbing Xu, Hao Ma, Xueting Zhong, et al.	Optics and Laser Technology. 2023	SCI
5	A method for accurately extracting power lines and identifying potential intrusion risks from urban laser scanning data	Mengbing Xu, Xueting Zhong, Jiahao Huang, et al.	Optics and Lasers in Engineering. 2024	SCI

	6	A precise registration method for large-scale urban point clouds based on phased and spatial geometric features	Mengbing Xu, Youmei Han, Xueting Zhong, et al.	Measurement Science and Technology. 2024	SCI
	7	MFGaussian: multi-modal data fusion based 3D Gaussian splatting for accurate and robust scene representation	Ran Yang, Yang Liu, Ruofei zhong, Zhanying Wei., et al.	International Journal of Digital Earth	SCI