资源导刊 信息化测绘

国际标准连续出版物号：ISSN 1674-053X 国内统一连续出版物号：CN 41-1389/D

2026 第10期 总第540期



深耕时空底座 筑牢治理根基

——河南省国土空间基础信息平台摘金纪实

河南省印发地理信息产业高质量发展指引

实干促发展 匠心绘蓝图

——周口市规划建筑勘测设计院工作扫描

ISSN 1674-053X

9 771674 053074 10

中旬 定价：10元

扫码关注微信

河南省测绘地理信息技术中心传达学习习近平总书记重要讲话重要指示精神

本刊讯 9月24日，河南省测绘地理信息技术中心召开党委会议，传达学习习近平总书记重要讲话重要指示精神，研究贯彻落实意见，安排部署重点工作。

会议传达学习习近平总书记在中共中央政治局会议上的重要讲话精神、关于发展先进制造业的重要指示精神，强调要纵深推进全面从严治党，始终牢记“国之大者、省之要者、责之重者”，压紧压实管党治党主体责任，紧盯廉政风险点，健全内部监督管控机制，营造风清气正政治生态。

会议指出，要扎实开展“学论述 强党建 抓攻坚”活动，不折不扣抓好工作推进实施，确保取得实效。要主动赋能先进制造业发展，立足测绘地理信息技术优势，拓展服务实体经济应用场景，为园区建设、产业发展提供时空信息支撑。要推动重点任务落地见效，围绕落实省政府领导赴中心调研座谈讲话要求，统筹推进实景三维河南收官、自然资源“一张图”提质、军民融合项目实施，引导干部职工在项目攻坚、市场开拓、测绘援疆工作中担当作为，以实干推动事业高质量发展，确保全面完成年度目标任务。

会议传达河南省纪委监委驻省自然资源厅纪检监察组关于廉洁过节工作提醒，部署“双节”安全生产、信访稳定、党风廉政建设有关工作，强调要压紧压实责任链条，抓实抓细“双节”各项工作。要聚焦安全生产关键环节，严格执行工作规程，抓好消防安全，加强人身安全教育，开展安全隐患排查整治，做好值班值守。要做好信访稳定工作，紧盯关键时间节点，加强沟通协调，全力维护大局和谐稳定。要抓实党风廉政建设工作，严守纪律底线，严格落实中央八项规定及其实施细则精神，强化正风肃纪，加大监督检查力度，做到文明过节、廉洁过节。（吴荒源 / 文）

河南省测绘地理信息技术中心到茶棚村调研乡村振兴工作



本刊讯 9月17日，河南省测绘地理信息技术中心党委委员、副主任肖峰一行到固始县茶棚村调研指导乡村振兴帮扶工作。

河南省测绘地理信息技术中心驻茶棚村工作队表示，工作队坚持党建引领，建强村“两委”班子，夯实基层组织根基；积极争取专项资金，完善道路、沟渠、照明等基础设施；扎实开展教育助学、消费帮扶，推动村集体经济稳步增长。同时，常态化落实防返贫动态监测和精准帮扶，推进村庄绿化美化、村部服务功能提升；新增招商引资企业7家，稻虾综合种养规模扩大200余亩。下一步，驻村工作队将紧盯防返贫、产业提质、基础设施完善、人居环境提升等重点任务，持续推动乡村振兴工作走深走实。

调研组对驻村帮扶成效给予充分肯定。就下一步驻村工作开展，调研组强调，要持续巩固拓展帮扶成果，总结提炼经验做法，充分激发村民内生动力，引导群众主动参与乡村建设、自主发展。要做强乡村特色产业，打造特色农产品品牌，不断拓宽增收渠道、提升产品附加值；持续推进美丽乡村建设，改善人居环境。要压紧压实党建责任，深化党建引领作用，全力争创“五星”支部，推动党建工作与乡村振兴深度融合，用心用情办好民生实事，切实提升群众的获得感、幸福感、安全感。（扶彦 / 文 郝丞志 / 图）

卷首语

一份金奖的启示

——从河南国土空间基础信息平台看数字化自主可控之路

◎ 本刊评论员

金秋送爽，山河锦绣，我们迎来新中国77岁华诞。各行各业捷报频传，累累硕果见证时代发展的坚实脚步。近日，河南省国土空间基础信息平台（以下简称“平台”）建设项目斩获2026中国地理信息产业优秀工程金奖。这份沉甸甸的行业最高荣誉，既是对重大信息化工程建设成果的褒奖，更是对中西部大省啃下国产化替代硬骨头、守护国土空间数据主权实践路径的充分肯定。中原测绘人用实践证明：自主可控并非发达地区的“专属标签”，立足省情、敢闯敢试，中西部同样能够建成安全可靠、务实管用的国土空间治理数字底座。

曾经，河南自然资源领域深陷数据散、标准乱、系统孤、更新慢的困境。各层级各部门数据壁垒突出，格式、坐标系、编码版本互不统一；市县分头建设业务系统，造成财政重复投入，部分第三方系统设置技术壁垒，给国土空间核心数据带来安全隐患。直面痛点，河南摒弃按处室分头建系统的传统模式，确立“省级统一建设、省市县三级共用”路径，把分散的底数、底图、底板归集一体，打造国土空间“治理操作系统”。平台从标准规范、多源数据汇聚，到二三维场景搭建、业务应用落地层层推进，实现海量多源空间数据“进得来、管得住、出得去、用得好”。

平台汇聚约9TB业务空间数据、13000余项服务资源，覆盖全省157个区县、16.7万平方千米国土，纵向打通“国家—省—市—县”四级联动，横向为多家省直及驻豫单位提供权威的空间底图服务，现有700余个用户，日访问量达40万次。一串串数据的背后，是河南自然资源治理模式的深刻变革。

这份金奖最亮眼的突破，是勇闯省级自然资源核心业务全链条国产化的“无人区”。2020年项目启动时，省级核心业务系统完整运行于全链条国产化，国内少有成熟经验参考。信创云、ARM国产服务器、麒麟操作系统、瀚高数据库、超图SuperMap GIS组成技术体系，要承受高并发访问、千万级图斑运算、海量二三维渲染等多重考验。建设团队不等国产化生态完全成熟，坚持边建设边验证，在实战中完成适配打磨。

国产化不等于简单软硬件替换。河南大力推进核心业务自主研发，清理一批壁垒高、响应慢的第三方系统，将省自然资源厅原有62个业务系统压减整合至28个，实现业务自主迭代，牢牢掌握技术主动权。实践印证，自主可控绝非采购国产设备的形式主义，而是构建“以我为主、多方协同”的完整能力体系。

奖牌背后，是一批甘于坚守的技术建设者。深夜排查故障、凌晨实施机房专线割接、攻坚老旧系统改造，无数幕后付出，换来平台连续运行34个月、无重大故障的运行实绩。技术价值最终落脚治理实效与民生福祉：规划编审提质增效，耕地保护实现图斑化监管，矿业权审批监管闭环运转，地质灾害智慧预警守护群众安全；化解不动产“登记难”惠及数百万群众，让空间数据转化为看得见的治理效能。

平台绝非“烧钱打造展厅大屏”，而是经济社会效益兼备的务实工程。省级统建为市县节约上千万元重复建设投入；系统集约整合，遏制重复建设，提升信息化、规范化、可审计水平。项目为中西部提供可复制样本：数字化国产化，资金是基础，改革决心与实干担当更为重要，要妥善化解老旧存量系统与新技术架构的兼容难题，在现实约束下走出本土化建设之路。

经纬绘中原，数字启新程。国土空间“一张图”，承载着河南大地的山川田畴，更寄托国土空间治理现代化的时代命题。数字底座既要筑牢于硬件之上，更要扎根自主技术体系与本土人才队伍。这份金奖带来的启示远超荣誉本身：中西部唯有把核心数据、核心系统、核心技术队伍攥在自己手里，方能夯实安全数字根基，护航经济社会高质量发展。

测绘资讯·政策解读
文化传播·技术交流



社　　长：刘立新
执行总编：肖　峰
总　　编：刘鹏飞
副 社 长：左金安
副 总 编：张中强
编辑部主任：王红闯
责任编辑：王　敏
摄影总监：赵洪山
文字编辑：王　敏
　　栗荣晓
　　陈庆贺
论文编辑：段清友
美术编辑：宋　珂
发　　行：丁　翔

国际标准连续出版物号：ISSN 1674-053X
国内统一连续出版物号：CN 41-1389/D
邮发代号：36-373　定价：10 元
印刷单位：河南普庆印刷科技有限公司
编辑部：0371-65941858
广告发行部：0371-65941854
投稿邮箱：xxhch2015@163.com
QQ 通联群：185394654
地址：河南省郑州市黄河路 8 号

弘扬测绘正能量的宣传阵地
打造行业主流声音传播平台
孕育测绘工程师的理想摇篮

资源导刊 信息化测绘

2026年 中旬 第10期 总第540期

主管单位：河南省自然资源厅
承办单位：河南省测绘地理信息技术中心
主办单位：河南自然博物馆
编辑出版：《资源导刊》杂志社

顾问

王家耀　中国工程院院士
刘先林　中国工程院院士
李建成　中国工程院院士
龚健雅　中国科学院院士
邹友峰　河南理工大学教授
刘文锴　华北水利水电大学教授
李广云　中国人民解放军网络空间部队信息工程大学教授
王召东　河南省土木建筑学会理事长
杜清运　武汉大学资源与环境科学学院教授
姚宜斌　武汉大学教授
郭增长　河南测绘职业学院教授
毛忠民　河南省测绘地理信息技术中心原二级巡视员

河南省测绘地理信息技术中心编委会

主　任 时统成
副主任 肖　峰　武永斌　王军胜
成　员 赵海滨　赵立明　刘　畅　孙常建　李　辉　许翔云
　　安玉琴　寿燕翮　卢　明　王明强　付治河　张向军
　　田耀永　朱志军　王红闯　曹　源　周学军

核心型宣传合作单位

河南省测绘学会
河南省地理信息产业协会
河南省测绘院
河南省遥感院
河南省地图院
河南省地理信息院
河南省中纬测绘规划信息工程有限公司

友谊型宣传合作单位

东网空间地理信息有限公司
济源市自然资源技术保障中心
郑州市郑土测绘服务有限公司
河南微图信息科技有限公司
师梦勘测设计集团有限公司
中建国信大数据集团有限公司

声明

本刊发表的文字、图片、光盘等的版权归《资源导刊》杂志社所有，未经本社书面许可，不得为任何目的、以任何形式或手段复制、翻印及传播，本刊保留一切法律追究的权利。

网站合作单位

目 录
CONTENTS

卷首语

1 一份金奖的启示
——从河南国土空间基础信息平台看数字化自主可控之路

国内要闻

4 我国地理信息产业加快打造“时空智慧大脑” 等8则

时政传递

6 筑牢数智河南时空信息底座 河南省印发地理信息产业高质量发展指引

7 天地图智能版（2026）上线 地理信息公共服务迈入智能化新阶段

特别关注

8 深耕时空底座 筑牢治理根基
——河南省国土空间基础信息平台摘金纪实

测绘广角

14《焦作市测绘管理办法》12月1日起施行
三门峡市召开数字化建设研讨交流会

15 河南省遥感院完成2026年度应急测绘演练
商丘市城乡一体化示范区开展地图市场专项检查

经天纬地

16 实干促发展 匠心绘蓝图
——周口市规划建筑勘测设计院工作扫描

学术研究

18 红旗渠精神与工程测量地方服务融合的思政教学

22 大语言模型驱动的专业课程思政教育改革创新研究
——以《GNSS原理及应用》为例

技术应用

26 农村权籍调查中AutoLISP语言的创新应用与案例分析

30 基于PPK差分的无人机倾斜摄影测量像控点布设与精度分析

34 流式数据加密算法在城市生命线系统中的应用

38 基于AI-OCR的自然资源历史档案智能矢量化与数据资产化研究
——以南阳市试点为例

41 基于GIS的测量标志动态信息管理的构建和研究

45 基于卫星微波辐射计低频数据的海冰密集度反演研究综述

48 基于SIFT特征点与改进ICP的点云快速精确配准方法

52 基于改进模糊聚类算法的多源地理测绘信息集成方法研究

55 基于人工智能的不动产确权数据共享机制研究

文苑撷英

61 人生有“三笑”

62 新开木槿花

64 阳光半分染秋思
月儿在林梢

封面

可可托海神钟山 杨建/摄



关注

我国地理信息产业加快打造“时空智慧大脑”

日前，2026 地理信息技术创新大会传出消息，随着大模型在三维空间理解能力上实现突破，人工智能竞争加速向空间智能领域延伸，我国地理信息产业正加快攻关时空智能核心技术，打造面向现实世界的“时空智慧大脑”，推动地理信息系统向智能时空系统升级。

李德仁院士表示，时空智能是人工智能从虚拟走向现实的必经之路，能回答时间、地点、事物变化等现实问题，目前已在卫星星座、农业林业、智慧城市等领域落地应用。李维森认为，地理信息技术是数字中国的时空底座，正与 AI、大数据深度融合，服务国土空间治理、生态文明建设等重大战略，但在核心软件、数据流通机制、创新应用场景方面仍存短板，亟须推进智能化升级。宋超智表示，时空智能应用场景广泛，覆盖低空经济、应急救灾等领域，时空大模型、高精度算法仍是攻坚重点。目前国产平台已实现零代码构建智能体，可推演政策带来的区域经济、就业变化。

我国牵头的智慧城市人工智能应用国际标准成功立项

近日，我国牵头提出《城市和社区可持续发展 智慧城市运营模型中的人工智能应用第 2 部分：原则与要素》（ISO 37127—2）国际标准提案，在国际标准化组织（ISO）成功立项。

该标准聚焦智慧城市运营场景人工智能应用治理，旨在为智慧城市 AI 应用构建系统性治理框架，明确治理体系、实施路径、协同机制、成效评估等要素，破解城市 AI 应用“有技术、无规则”的共性难题。标准覆盖三大核心维度：战略管理层面拟提出风险监督与绩效监测指引，公共服务层面拟明确个性化与普惠服务融合实施规范，资源管理层面拟制定数据治理与资源协同布局要求，全方位构建包容、透明、负责任的城市 AI 治理体系。该标准由中国牵头，联合美国、英国、法国等 16 国专家共同研制，后续将为全球智慧城市 AI 落地应用提供统一的原则遵循与实施参考。

交通运输卫星导航安全应用行动计划发布

近日，在第十八届国际交通技术与设备展览会上，交通运输部公路科学研究院联合 30 余家芯片、终端、应用等上下游单位，共同发起交通运输卫星导航安全应用行动计划，打造“安全可信、自主可控、协同联动”的交通运输卫星导航安全应用生态。会上同步发布《交通运输卫星导航安全性服务数据格式与通信协议》。

据悉，交通运输部公路科学研究院已研发世界首个交通运输通用卫星导航安全性服务系统，为行业北斗安全应用提供核心技术支撑。此次行动计划明确，力争用两年时间汇集百家单位，推动百款芯片终端支持安全性服务，尽快达到百万用户规模，构建完善的行业安全应用生态。

目前，我国交通运输行业正推进首个时空感知相关试验测试基地建设，预计 2027 年初步具备试验测试条件，同时筹建全球可持续创新联盟时空感知专业委员会，协同推动行业技术体系升级。

科技

东北地区10米分辨率玉米单产数据集对外发布

近日，我国科研团队发布 2019～2024 年东北地区 10 米分辨率玉米单产数据集，为该区域农业生产管控、灾害评估与粮食安全监测提供高分辨率数据支撑。

针对传统单产数据分辨率偏粗、实测样本采集成本高且覆盖有限的痛点，研究团队构建耦合 WOFOST 作物生长模型与 GRU 深度学习模型的估算框架，依托农学知识库生成多生产情景训练样本，模型训练无需依赖田间实测单产标签。经 458 个田间样方独立验证，最优模型决定系数 R^2 为 0.69，相对均方根误差 13.73%，精度表现稳定可靠。

该数据集可清晰捕捉东北玉米单产年际波动与地块尺度差异，高产区集中于松嫩、辽河、三江平



原，低产区多分布于北部丘陵过渡带及西部半干旱区；市级尺度结果与统计年鉴吻合度良好，相对误差7.98%～12.92%，可精准识别洪涝灾害导致的减产异常。

目前，该成果已发表于国际期刊《Earth System Science Data》，可为黑土地保护、精准农业及粮食安全保障提供重要的数据基础。

我国突破地下大空间高精度定位导航与控制关键技术

近日，由中国电科网络通信研究院综合时空网络与装备技术全国重点实验室牵头研制的地下大空间高精度定位导航与控制关键技术顺利通过验收。

该技术突破地下复杂环境下高精度定位导航与控制的技术瓶颈，解决了地下大空间远距离大容量高精度自主定位与无人导航控制服务难题，摆脱了地下场景对卫星定位系统的依赖，补齐我国全域时空定位体系在地下空间的技术短板，为地下空间相关产业发展提供自主可控的核心技术底座。

目前，该项目成果已在雄安新区地下空间、特大型煤矿完成规模化应用验证，技术可靠性与应用价值得到充分检验。该技术的突破将为我国构建全域覆盖的综合时空网络提供坚实支撑，有力推动地下空间开发利用、矿山智能化转型，带动相关产业链技术升级与应用场景持续拓展。

我国成功发射天仪51、52星

9月17日10时40分，我国在酒泉卫星发射中心使用快舟十一号遥三运载火箭，成功将天仪51、52星发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务取得圆满成功。

据了解，天仪51星又名彩云SAR01星，天仪52星又名星联体天元YG01星，由天仪空间科技股份有限公司研制，是全球首组面向规模化商业运营的中倾角InSAR遥感双星。双星采用天仪空间第二代C波段SAR技术体系，分辨率、观测幅宽等核心指标全面升级，在轨稳定性显著提升

该双星平台搭载星上AI处理载荷与高速激光星地链路，可实现影像在轨实时处理与数据高速回传，形成高分辨、宽覆盖、智能处理、高速传输的全流程对地观测能力。

数字

15个

9月15日，自然资源部发布消息称，自然资源部国土卫星遥感应用中心已与非洲20个国家相关部门及资源测绘发展区域中心签署合作协议，建成15个自然资源卫星遥感云服务平台节点，累计向非洲合作伙伴免费提供9万余景高分辨率影像，服务覆盖国土调查、森林监测、防灾减灾等多个领域。

云平台依托中非卫星遥感应用合作中心落地运行，成立4年来始终立足非洲发展实际，以数据共享夯实合作基础，以技术赋能破解发展瓶颈，以人才培养激发内生动力，免费提供卫星数据处理软件，制作各类遥感产品与专题图册，助力非洲开展耕地保护、生态治理等工作，切实保障当地粮食安全与民生福祉。

目前，我国已建成国家陆海卫星“骨干网”，在轨运行陆地遥感卫星14颗、海洋遥感卫星12颗，具备全天时、全尺度立体观测能力，为云平台提供坚实数据支撑。下一步将推进非洲中心建设，聚焦重点需求深化能力建设，助力非洲遥感应用水平快速跃升。

1万亿元

9月22日，国家发展改革委举行新闻发布会表示，“十五五”时期我国将坚持开放融合、协调合作、兼容互补、成果共享原则，推动北斗产业规模5年内突破1万亿元，实现北斗规模应用市场化、产业化、国际化新突破。

历经多年自主攻坚、迭代培育与全域赋能，北斗产业已走过技术探索、场景试点的培育阶段，正向规模集聚、生态完善、赋能全局的产业新引擎加速迈进。目前，北斗已深度赋能千行百业，全国超1200万辆营运车辆搭载北斗系统，高精度车道级导航覆盖99%以上城乡道路；能源领域提供优于20纳秒授时精度服务，已广泛应用于风电管控、矿山边坡监测、油气管线巡检等场景；民生端覆盖14亿部智能手机及千万级共享出行、可穿戴设备，构建全方位服务体系。

“十五五”时期，相关部门将强化顶层设计，攻关高端芯片、融合算法等核心技术，深化北斗与人工智能、卫星互联网等技术融合；优化制度保障，加快推动《中华人民共和国卫星导航条例》出台，健全行业标准与检测认证体系；深化开放协同，推动北斗产品服务惠及更多国家。

筑牢数智河南时空信息底座
河南省印发地理信息产业高质量发展指引

◎ 本刊记者 陈庆贺

近日，河南省自然资源厅印发《河南省地理信息产业高质量发展指引》，系统部署全省地理信息产业发展重点任务，推动产业向价值链高端迈进，为数字（智）河南建设和经济社会高质量发展提供坚实时空信息支撑。《指引》自发布之日起施行，有效期三年。

《指引》明确，地理信息产业是以现代测绘、地理信息系统、遥感、卫星导航定位等技术为基础的高技术服务业，是数字经济、新质生产力和战略性新兴产业的重要组成部分。全省将围绕测绘地理信息“两支撑、两服务”工作定位，聚焦“1+2+4+N”目标任务体系，以创新创造为引领、融合聚力为支撑、共享赋能为途径，着力构建空间数据创新应用高地，将地理信息产业打造为全省数字经济增长的重要引擎。

建强新型基础设施是产业发展的核心支撑。《指引》提出四大建设重点：一是优化现代测绘基准与北斗服务体系，深度融入国家“一张网”，推进大地、高程、重力基准“三网融合”，升级北斗应用与基准服务河南分中心、算力中心及异地灾备中心；二是构建天空地一体化影像数据服务体系，汇聚卫星、无人机、视频监控等遥感资源，打造集成时空数据库与智能决策大模型遥感网中枢平台；三是打造全省统一实景三维时空数字基底，深化“实景三维河南”建设应用，构建“一张底图、全域覆盖”服务体系；四是推动“天地图·河南”向综合智能服务转型，整合省市县三级时空数据，运用人工智能、大数据技术完善智能检索、空间推演能力，适配政务治理、产业发展、民生服务等多领域需求。

优化产业布局、培育市场主体是产业发展的核心抓手。全省将立足国土空间布局与产业基础，构建“一核引领、两翼先行、多区协同”发展格局，实现梯次推进、错位发展。聚焦卫星遥感应用、“北斗+”等优势领域打造产业集群，深化北斗、实景三维与5G、人工智能等技术融合，拓展在低空经济、自动驾驶、应急救援等领域应用，推动传统测绘向实景三维新型基础测绘转型升级。在市场主体培育上，坚持“以大带小、以小补大”，引育拥有核心技术龙头骨干企业，支持国内外知名企业在豫设立研发中心，引导中小企业深耕细分市场，培育一批专精特新企业。同步壮大高端设备制造、地理信息软件、遥感测绘与地图服务三大重点业态，支持郑州北斗产业园、鹤壁空间地理信息与5G融合应用试验区、焦作地理信息产业园等差异化发展，推动园区间数据共享协同，形成“北斗引领、遥感强基、多极支撑”产业生态。

激活数据要素活力是产业高质量发展的关键动力。河南将统筹省市县协同开展二三维数据建设，印发全省遥感影像数据统筹目录，推动数据获取从公益卫星向商业航天、无人机航测多源延伸，实现“一获多用”。完善测绘成果汇交机制，整合公益卫星与“豫籍”商业卫星数据资源，推动各类地理空间数据向自然资源管理和国土空间规划“一张图”实时汇聚。支持有条件的地方开展数据交易试点，探索数据资源持有权、加工使用权、产品经营权“三权分置”；依托郑州数据交易中心开设地理信息数据专区，支持焦作对接上海数据交易所共建中部地区地理信息数据交易服务平台。同时搭建地理信息数据开放平台，加大基础地理信息普惠开放力度，提供高精度地图浏览、位置导航等便民服务。

《指引》明确11项重点应用场景，推动地理信息从“数据服务”向“决策赋能”跃升。赋能自然资源保护利用，构建“监测－预警－处置－评估”闭环；助力黄河流域生态保护，融入数字孪生黄河建设；支撑乡村振兴，打造农田数字底座服务精准农业；同时覆盖智慧城市、低空经济、智慧交通、应急管理、文旅强省、民生服务等领域，打造“15分钟便民生活圈”数字底板，运用北斗技术为特殊群体提供安全守护。

此外，《指引》从完善技术标准、攻关核心技术、强化数据安全、加强人才培养方面强化科技创新支撑，建立“测银结合”金融体系、产业运行监测体系等服务保障，并通过优化营商环境、加强部门协同、规范行业管理推动任务落地。

天地图智能版（2026）上线
地理信息公共服务迈入智能化新阶段

◎ 吕苑鹃 张红平

9月24日，国家地理信息公共服务平台（天地图）智能版（2026）正式上线运行。新版天地图以AI智能助手“天天”为系统级智能体，全面打通天地图数据资源、功能服务、技术开发、领域知识、运行管理五大体系，形成语义理解式智图伙伴、按需一站式智取数据、需求向导式智能开发、空间推理式智能分析、自主发现式智能更新、知识服务式智答助手、模型驱动式智能管理七大核心服务能力，进一步提升天地图智能化服务水平，打造地理信息公共服务新模式。

天地图智能版（2026）融合大语言模型语义理解与多智能体调度机制，贯通意图识别、任务规划和功能调用全流程，支持用户以自然语言对话方式直接发起各项地图任务。无论是查询“从某地步行15分钟可到的公园”这类场景化空间需求，还是定制青少年专题地图等个性化服务，系统均可精准理解用户意图并调用相应能力，实现地图服务模式从“寻找功能”走向“表达需求”。

天地图智能版（2026）整合了公众版基础地理信息数据、全国地理信息资源目录、标准地图等多类型数据资源，研发了基于自然语言理解的数据资源统一检索与推荐技术，通过统一的数据资源语义标签和知识本体，将用户需求与标准地图、公众版基础地理信息数据等资源建立关联，实现跨栏目统一检索与精准匹配。用户可用自然语言描述数据需求，针对模糊化需求，系统通过多轮对话进一步明确用途、范围、精度等条件，智能推送相关资源并衔接申请、下载服务，有效简化检索流程、提升数据获取效率。

针对传统地图应用开发门槛高、集成难度大等问题，天地图智能版（2026）整合API文档、开发示例和典型应用模板，面向轻量级前端地图应用场景，提供从需求解析、组件匹配到代码生成、语法校验的开发支持。用户描述应用需求后，系统可生成支持地图展示、信息查询等功能的基础应用，帮助用户更快完成初始搭建，降低地图应用开发门槛。同时，新版天地图提供适配智能体集成的工具和技能，无需改造底层架构即可快速接入不同业务场景。

依托大语言模型新增空间推理层，天地图智能版（2026）通过智能体集成区域空间格局分析、遥感影像解译等专业领域模型，开展多模型协同的空间智能推理分析。基于天地图兴趣点数据，平台可以自动分析各类设施的分布均衡性和可达性，为选址决策、设施规划和生活查询提供依据。依托天地图影像服务，平台还可以自动识别和提取建筑物、耕地、水体等典型地物要素，推动天地图影像从“可视化”向“可理解”转变。

天地图智能版（2026）研发了互联网地理信息变化线索自动汇聚技术，通过主动定向爬取、订阅采集等方式汇聚官方公告、公开新闻，并接收用户标绘纠错信息，自动提取相关线索，开展交叉核验补充完善信息。经核验确认的地名信息自动上线发布，无法自动确认的线索，则推送至各级节点核实处理，并动态跟踪处理进展。通过贯通变化发现、线索汇聚、自动核验、节点推送和审核发布全流程，平台将自动处理与节点核实相衔接，减少人工逐条审核工作量，提升地理信息更新时效和数据维护效率。

平台还通过整合产品使用、账号信息、数据获取、API调用和地理信息政策法规等知识资源，构建专业领域知识库，并研发基于检索增强生成（RAG）的智能问答技术，提供有据可依的专业解答和可落地的操作指引，大幅提升服务响应质效。

同时，天地图智能版（2026）全面完成了智能化改造，将原有分散的系统接口封装为可被智能体调用的工具和技能，打通跨系统数据通道。平台可自动汇聚天地图用户注册、数据更新、服务访问、应用支撑及公开报道等信息，管理人员通过自然语言交互即可由系统识别查询意图、调度相关服务，利用大模型分析节点运行状况、建设进展和变化趋势，并按需生成分析报告与可视化图表，为日常管理、资源统筹和规划决策提供支撑。乙（摘编自《中国自然资源报》2026年9月25日7版）



深耕时空底座 筑牢治理根基

——河南省国土空间基础信息平台摘金纪实

◎ 本刊特约记者 张永强 陈庆贺

2026 年 9 月 7 日，中国地理信息产业协会印发《关于 2026 中国地理信息产业优秀工程表彰的决定》，全国 74 项金奖工程名单公布，由河南省地理信息院完成的河南省国土空间基础信息平台建设项目成功斩获金奖。喜讯传来，全院干部职工备受鼓舞。

自然资源“一张图”建设是国家部署的重点任务，推动地理信息工作从传统“测绘出图”向现代化“时空治理”转型。河南坚持省级统建、省市县三级共用建设模式，着力深耕时空数字底座，大胆探索全链条自主可控技术路径，为中西部省份推进自然资源数字化治理积累可借鉴的实践样本。这份沉甸甸的金奖，凝结着建设团队三年半的接续攻坚，是在国产化替代、数据治理、自主研发、系统对接、网络联通等方面，用一行行代码、一个个图斑、一次次测试，实实在在干出来的成果。

河南省自然资源厅党组成员、副厅长景志刚在接受专访时感慨：“国土空间基础信息平台拿到全国金奖，是对河南自然资源信息化改革实践成果的认可。过去市县分头建设、各自为战，造成数据壁垒、系统碎片化。我们坚定选择‘省统一建设，省市县共用’的路径，敢于在省级核心业务系统试水全链条国产化，就是要啃下自主可控这块硬骨头。对河南这样的中西部大省而言，自主可控不是选择题，而是保障国土空间安全、提升治理能力的必答题。我们还要持续深化数据共享，推动‘一张图’从自然资源内部底座升级为数字河南的时空公共基础设施。”

从“找数据像找人”到“一张图调阅”

时间拨回 2019 年。彼时，河南省自然资源厅及市县自然资源主管部门，普遍深陷四大难题：数据散、标准乱、系统孤、更新慢。

“以前急着要用一份数据，就得各个科室来回跑，到处找，还经常找不全、找不对。”漯河市自然资源和规划局一位科室负责人的感慨，是当时绝大多数业务岗位的真实写照。

自然资源数据天生具有跨层级、业务种类多等特点：现状调查数据归调查处，规划数据在空间规划局，矿权信息由矿业权处管理，耕地保护、生态修复各有台账；业务办理过程中，还需要参考统计、发展改革、农业农村等部门数据。格式五花八门，坐标系、命名、版本、更新时间各行其是。

业务系统同样乱象丛生：有的第三方承建的系统按需计费“设壁垒”；有的多头建设导致功能重叠、数据互相打架。

2019 年 9 月，河南改变思路 —— 不再按处室分头建系统，通过建设全省统一的国土空间基础信息平台，打造一套权威的“底图、底数、底板”。2020 年 3 月项目正式启动建设，4 月实质推进；业主为河南省自然资源厅，由河南省地理信息院（原河南省基础地理信息中心）具体承建实施，确立建设模式为：省统一建设，省市县三级使用。

2020 年 10 月，项目通过河南省发展改革委立项，总投资 2018.36 万元。2023 年 5 月 12 日，平台联合国土空间规划“一张图”实施监督信息系统通过部省专家验收。专家组认定：项目搭建统一的数据、服务、管理标准体系，开发规划指标监测预警、体检评估模型，实现规划智能化审查，同意验收。

中国地理信息产业协会金奖评审要求严格，历经申报受理、形式审查、专家评审、项目答辩、终审评议、社会公示全流程。拿到金奖，代表项目在立项依据、技术路线、工程质量、运行稳定、经济效益、行业示范六个维度全部过硬。

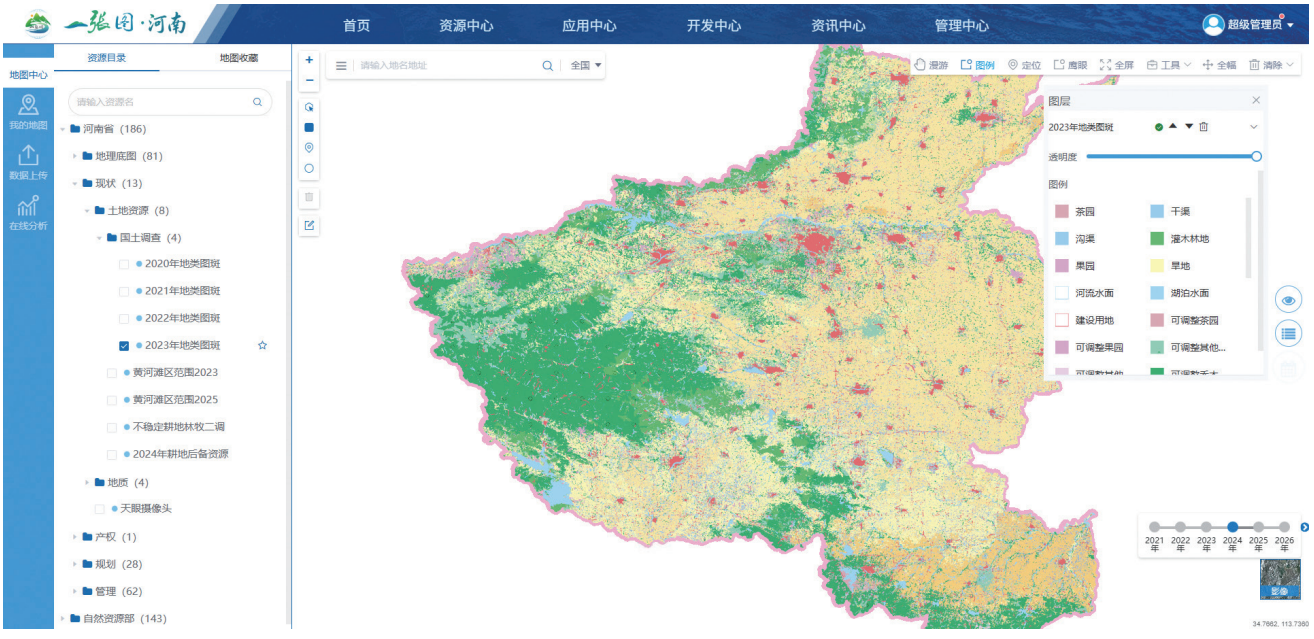
“通过验收”只是官方节点，金奖是对建设成果的充分肯定。真正攻坚的故事，都发生在验收前那些没有聚光灯的深夜。

四层架构：不是大屏，是治理操作系统

很多外行人以为平台就是“电子地图+图层开关”。河南省地理信息院副院长、项目负责人尚永福表示，平台内核远比表面复杂。平台整体分为四层：

*第一层：标准规范层。*建立 3 大类 9 项标准，覆盖数据目录、分类编码、数据建库、电子地图、服务应用、系统运维等。其中《国土空间基础信息平台数据建库规范》《数据服务规范》升级为河南省地方标准。没有统一标准就做不到图层叠加；坐标、编码对不上，再华丽的大屏也只是摆设。

*第二层：数据体系层。*整合现状、规划管控、管理、



●河南省国土空间基础信息平台（政务外网版）/“一张图·河南”门户



●二三维一体化分析展示

社会经济四大类 38 个二级类数据。2023 年验收时数据资源 8880 余项；迭代至今，省级服务资源 1200 余项、市县服务资源 11000 余项，合计 13000 余项，业务空间数据体量约 9TB，覆盖全省 157 个区县、16.7 万平方千米。横向打通内外部门，纵向对接国家平台，打通“国家—省—市—县”四级联动，接收部省回流用途管制、矿业权等 10 类数据共 4500 万条。

*第三层：三维立体一张图层。*以全省数字高程模型为骨架，叠加矢量、影像、建筑模型、现状调查、空间规划、地质矿产、用地用林等数据，打造“地上地下、坐标一致、边界吻合”的二三维一体化场景，为各项业务提供真实直观的业务底图。

*第四层：平台与应用层。*包含门户、数据中心、三维一张图、应用中心、服务中心、运维中心等模块，实行业务网、政务外网双网部署，纵向贯通四级节点，横向为省军区、省委政法委、农业农村厅、住建厅、郑州联勤保障中心等单位提供空间底图。现有用户 700 余个，日访问量 40 万次。

河南省地理信息院院长朱志军总结，平台说到底解决四件事：

数据怎么“进得来”——统一标准、多源汇聚；

数据怎么“管得住”——统建模式、分级授权、国产底座；

数据怎么“出得去”——服务总线、接口共享；

数据怎么“用得好”——支撑规划编制、审批监管、应急防灾、民生服务。

这四句话，比技术方案更贴近平台的本质。

摸石头过河：勇做自主可控探索者

河南省国土空间基础信息平台备受关注的点，不在于做了一套 GIS 系统，而是把整套省级自然资源核心平台建在全链条国产化之上：

信创云、ARM 国产服务器、麒麟操作系统、瀚高数据库、超图 SuperMap GIS、Geo-ESB 地理信息服务总线，配套微服务、容器化、Spark 分布式大数据分析、新一代三维 GIS，实现“汇、融、管、用”一体化治理。

放在 2020 年，省级核心业务系统全量国产化，业内尚无成熟经验可借鉴。国产 GIS 扛不扛得住海量二三维数据的展示、分析？国产数据库顶不顶得住几十万次日访问和计算？信创环境下微服务能不能稳定运行？全是未知数。

河南没有追求一步到位，而是选择边建设、边验证。定下硬指标：需求测试覆盖率 100%、功能测试通过率≥ 95%、阶段问题全部闭环、上线无严重缺陷。总体设计、技术路线、界面全部组织里程碑评审，同步委托第三方测评，平台顺利完成网络安全等级保护三级备案。

比硬件软件国产化更重要的，是技术自主权拿回手里。2023 年 8 月起，河南省地理信息院承接河南省自然资源厅信息化集约化统筹任务，清理一批设壁垒、

响应慢的第三方厂商，把矿业权审批、耕地保护、自然资源综合统计等关键业务转为院内自主研发，对同类系统进行整合。河南省自然资源厅系统从 62 个压减到 28 个；原本分属 3 家单位的 6 套矿权系统整合归并。

这件事的意义早已跳出技术本身。自然资源审批、空间底图、用途管制信息，属于国家治理核心数据。如果系统、人员、接口全仰仗外部，等于拱手交出空间治理主权。河南省地理信息院国土空间平台保障中心负责人李旭说：“自主可控不是简单采购国产设备，而是形成‘以我为主、多方协同’，做到自己掌握核心要点、根据业务需求自主迭代更新。”

那些凌晨和通宵：平台背后的人和事

金奖牌匾写的是单位名称，落地生根靠的是一群默默坚守的建设者。那些通宵、那些人、那些事，值得被记住。

故事一：“这图终于不抽风了”

项目骨干宋碧波很少站在领奖台前，更多时间守在机器旁。保温杯里茶水早已放凉，记事本记满了数据更新、服务上线、并发状态等信息。

2021 年前后，平台研发的难点被她总结成两句大白话：“一是 GIS 软件和国产服务器、操作系统、数据库深度适配；二是在国产化生态下完成系统功能拓展升级。”

听起来平铺直叙。可落到白天，各业务处室要出图、叠边界、校核数据；到了夜里，研发才敢啃硬骨头。Mongo 瓦片缓存高并发下状态错乱，出图快却极不稳定。团队更新数据预缓存，又出现渲染异常。只能反复复现故障、逐条翻查日志，业务与技术双向溯源。

“打印出来的日志贴满白板，跟刑侦办案的案板一样。”宋碧波回忆，各模块都说是别人的问题，最后定位：瓦片缓存与矢量服务高并发下状态没同步。

改完已是清晨，她长舒一口气：“这图终于不抽风了。”

之后政务版地理底图对接国家主库，省库和国库之间网络联通异常，接口偶发 500 报错、token 过期、权限不对等问题层出不穷。团队开玩笑：“不是在调接口，就是在排 bug 的路上。”

省—国家传输“主动脉”打通后，国家给出评价：“河南是全国非试点省份中第一个完成接口对接、接入国家平台的省份。”

宋碧波去培训班讲课不爱堆架构图，而是直接点开三维地形，框选一片丘陵演示坡度分层渲染：“大于 25 度的区域高亮展现，是否符合永久基本农田补划条件，一看便知。业务审批人员打开系统即可直观研判地形，虚拟现实让复杂的空间核验变得简单。”

故事二：三个月，把 58 套老系统接进一张图

平台保障中心很少见报，但系统离了他们随时可能宕机。

承担厅信息化统筹后，保障小组接到硬任务：限期完成厅 58 个存量老系统接入。这些系统年代悬殊：有的上线接近 15 年，老旧 LDAP 账号体系，中间件已停维，连原始需求文档都找不到；各家 GIS 软件、数据标准互不兼容。

王冬冬是部门技术骨干。那段时间，家庭和工作两头压：孩子生病，他白天跟团队梳系统、对接口、写适配器，晚上在病床边思考接入方案。为化解多源 GIS、数据库插件兼容矛盾，他联动超图、易智瑞研发人员反复会商试验。整整三个月，58 套系统全部按期落地，全省自然资源数据正式实现唯一、动态、权威。他不爱讲工作辛苦，只说一句：“老系统不是垃圾，是历史。你不能把历史一删了之，也不能让历史把新平台拖死。”

黄亚主攻统计系统改造。过去 20 多个处室上百张报表全靠人工填报，一张表出错全省口径跑偏。黄亚把报表逻辑抽象成指标模型，人工统计改自动抽取，上百张报表实现自动化汇总，误差大幅下降，业务处室终于敢采信平台数据。

运维负责人刘杰性子干脆：“既然交到我们手上，系统绝不能在我们手里出问题！”

“一网两长”系统刚移交时资源不足、频繁崩溃。全省 19 万网格员靠它巡查违法占地，早 8 点访问高峰一来，会话池直接打满。刘杰团队一边扩容云资源，一边改写会话回收逻辑，承载能力成倍提升。刚稳住，就接到通知要赴合肥办理小程序主体变更认证。当时她急性咽炎，医生要求住院，她吃了退烧药直接出发。回来系统平安落地，她却几乎说不出话。

这些细节不会写进金奖公示，但“连续运行 34 个月、无重大故障”这行记录，就是无数日夜熬出来的。

故事三：凌晨两点，专线不能闪

平台小组内部有条不成文的规矩：白天归业务，夜里留给技术改造。

本地机房到河南省自然资源厅机房更换运营商专线，属高危操作。白天矿权、耕地、用地审批、不动产、



●平台日常运行维护

地灾预警全在线，专线一抖，全省业务短暂“失明”。

网络割接只能放凌晨。保障人员搬折叠椅驻守机房，紧盯告警面板、传输时延，准备好完整回滚脚本，最终零中断。

有人觉得小题大做——不就是换运营商？老员工回答实在：“你要是扛得住上午 9 点 18 个地市、157 个区县全部审批业务暂停，大可以白天操作。”

还有一次容器滚动更新，服务总线订阅资源没释放，数据目录加载慢了整整 4 秒。业务人员未必感知，但平台保障团队觉得不能容忍。团队把系统优化更新发布窗口定在 23:30 以后，实行灰度发布：先开 1 个地市，再扩至 6 个，最后全量。新增硬条款：凡影响数据加载的操作，禁止工作时间执行。

数据入库同样锱铢必较：26 层共 3476 万条地理底图数据逐条核验，矢量切片、建筑白模效果反复打磨。业务数据零差错入库，是较真干出来的。

六本账：“管”空间，也“管”民生

不少人还以为国土空间基础信息平台只是“切换图层看地图”。事实上，它是一套完整的自然资源治理操作系统，实实在在赋能六类业务：

规划编审提质增效。“三区三线”划定、国土空间规划成果审查告别人工比对线下送审。内置指标模型、体检评估、监测预警工具，单项成果质检 10 分钟内完成，支撑 18 地市、百余县区规划审查。

*耕地保护转向图斑化管理。*耕地占补平衡动态监管系统落地，以图斑落实“占一补一、占优补优”。上线两个月完成 109 个非农项目占补挂钩省级审批，三个月理清全省补充耕地矢量、属性、台账。

*矿业权审批实现自主可控。*伴随新《中华人民共和国矿产资源法》的实施，河南自研矿业权综合监管审批系统，登记、许可、压矿审查、储量备案、监管一窗受理。累计接收各类矿业权服务申请事项 2000 余件，办结 690 余件；平顶山作为国家试点，发出全省首本“采矿权 + 不动产权”合并证书。

地质灾害走向智慧预警。智能化地灾防治系统接入 261 个监测点、1554 台设备，1670 个传感器，累计采集 9000 余万条监测数据，生成省市县三级气象风险预警 3000 余期，推送预警短信超 27 万条。汛期不再单纯靠人员爬山巡查，而是靠时空数据提前避险。

*破解不动产“登记难”惠及百万群众。*化解不动产登记难系统与小程序上线，收集群众线索超 12.6 万条，处置项目 4177 个，涉及房屋 112.49 万套，惠及近 350 万人。2025 年不动产登记难信访量同比下降 55.4%。技术人员未必直面群众，但搭建的业务关联模型，能辅助精准定位楼盘办不下证的根源：用地不合规？验收不通过？历史抵押遗留？技术员的鼠标，最终落到老百姓手里那本不动产权证上。

*重大应急时刻顶得上去。*疫情期间提供底图支撑管控专题系统，封控区、确诊轨迹快速上图服务流调；郑州“7·20”特大暴雨提供地形数据保障抢险救灾。“一张图”不是展厅展品，灾难来袭时必须扛得住。

不是“烧钱”项目，是省钱又升值的数字底座

省级统建的最大价值，是避免 157 个区县分头采购 GIS 软件、数据重复建库、单独组建运维团队。

效益账本是实打实的：

基础设施与软件部署层面，为市县节约投入上千万元；

2022～2025 年，河南省地理信息院向外输出“汇融管用”技术能力，承接省市县数据治理、信息化系统建设等项目，实现良好经济效益；

平台 700 余用户、日访问 40 万次，为多个省直部门共享服务，减少数据重复采集；

厅本级系统由 62 个压减到 28 个，关停僵尸系统，整合重构分散系统，通过开展集约化建设促使信息化管理工作日趋规范。

更深层的收益，是实现自主可控。以前第三方直接管理数据和功能设门槛，现在核心业务收回自研自运维，形成“以我为主、多方协同”。

站在财政角度，这不是花钱建大屏，而是把分散信息化预算收拢，建成可审计、可迭代、自主可控的数字底座。

放眼全国，2026 年金奖项目含西藏地灾、大湾区协同、北京新型基础测绘、重庆轨道数字孪生等标杆。河南项目的独特样本价值在于：依靠省统建 + 全链条信创体系，实现国土空间治理底座迈向自主可控。项目此前已获 2021 测绘科学技术奖二等奖、2023 河南省测绘科技一等奖、2024 地理信息科技进步奖二等奖。

奖牌落地，征程再启

获奖不等于万事大吉。朱志军、尚永福看得清醒，信息化经费要节约集约，但业务部门的新需求依旧源源不断。院方也摆出三大现实困境：

一是预算人力错配。根据规定要紧控信息化经费在人员上的投入，但自主可控极度依赖人 —— 研发、运维、数据治理全靠队伍。买硬件容易，养长期稳定的技术团队很难。

二是业务需求与研发节奏错位。政策一变系统就要改，系统容易反复“翻烧饼”，人力成本大。

三是安全与迁云持续投入压力较大。双网运行下，系统迁云、商用密码改造、等保测评、机房升级等均需持续资金支持。

自主可控不是一次性工程，是长期投入的持久战。河南下一步路线已明确：依托电子政务外网国土空间基础信息平台建设省级“一张图”数据库群与统一门户；推进商用密码改造，强化存储传输加密；按“一系统一方案”完成存量系统迁云；持续整合系统，确保安全实用；完善创新基地机房基础设施。

平台还在向外扩容：不再局限于自然资源内部，向着数字政府公共空间基础设施演进 —— 为住建提供城市运行底图，为平安河南提供空间底座支撑，赋能农业农村数字化，服务军区与联勤保障，为数据交易打下地理信息基础。当空间数据既能守护耕地、处置应急，又服务数据要素流通，这套平台就成了整个数字河南的时空操作系统。

河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任时统成接受采访时表示：“未来我们还要持续提升实景三维、数据汇交、安全防护能力，让这张‘数字底图’更好地服务数字（智）河南建设，为全省经济社会高质量发展贡献测绘力量。”

“一张图”的分量

2026 年 9 月 7 日的金奖，只是一份权威盖章：河南正在把国土空间治理底座建在自主可控的基石之上。

河南用 157 个区县全覆盖、9TB 数据、13000 余项资源、700 余个用户、日访问 40 万次、连续 34 个月无重大故障的业务实绩，把自主可控落到实处。

那些凌晨切割专线的守夜人、通宵排 bug 的工程师、逐条核验数据的年轻人，未必一个个站上颁奖台。但是中原大地上每一次规划审批、每一条耕地红线、每一本矿权证书、每一条地灾预警短信，都在替他们发声。

一张“数字图”，装得下中原山川农田，更承载治理模式的迭代更新。

未来，河南将按照自主可控要求，深入推进“一张图”建设，把核心数据、核心系统、核心技术队伍牢牢掌握在自己手中，为数字（智）河南建设提供统一国土空间底座支撑。



●为河南省住建厅信息系统建设提供国土空间数据支撑

《焦作市测绘管理办法》12 月 1 日起施行

◎ 刘华

近日，《焦作市测绘管理办法》（以下简称《办法》）正式公布，自 2026 年 12 月 1 日起施行。《办法》共六章三十三条，是焦作市规范测绘行业管理、健全地理信息治理体系的重要政府规章。

测绘地理信息是服务国土空间治理、城市建设发展、应急防灾减灾、数字经济建设的基础性、战略性资源。为适应新形势下测绘新技术、新业态发展需求，补齐地方监管制度短板，焦作市结合市域工作实际，依据国家、省测绘领域法律法规出台专项管理办法，全面规范测绘作业、成果应用、行业监管、信息安全等各项工作，为全市测绘地理信息事业健康有序发展提供坚实法治保障。

《办法》厘清各部门监管职责，明确市、县两级政府及行业部门工作职责，确立自然资源和规划部门统一监管、各相关部门协同共治的工作格局，将基础测绘、应急测绘等公益性测绘经费纳入财政预算，并鼓励社会资本参与地理信息增值开发，健全公共数据收益分配机制，进一步释放地理信息产业发展潜力。

在基础测绘管理方面，《办法》建立数据常态化更新机制，细化地形图、正射影像、实景三维、地下管线等数据更新标准，城镇开发边界范围内数据实行年度更新，重点区域实现动态实时更新，同步动态维护地理信息公共服务平台。同时，加强应急测绘队伍、装备和数据储备，全面提升突发事件应急测绘保障能力。

行业监管方面，《办法》进一步细化测绘单位从业规范，划定七项禁止性行为红线，不得超越测绘资质等级许可的范围从事测绘活动、不得以其他测绘单位的名义从事测绘活动等违法情形，强化测绘资质、作业人员、仪器设备、测绘项目全链条管理。推行以信用为基础的新型监管模式，开展常态化监督检查，压实测绘单位安全生产主体责任，持续规范测绘市场秩序。

此外，针对智能网联、自动驾驶、低空经济等新兴业态，《办法》明确智能设备地理信息采集属于测绘活动范畴，细化自动驾驶地图制作资质管理要求，推动地理信息数据与新兴产业深度融合。同时，完善测绘成果汇交共享制度，强化涉密地理信息全流程追溯和安全管控，细化永久性测量标志保护与审批流程，全方位筑牢地理信息安全屏障。乙（作者单位：焦作市自然资源和规划局）

三门峡市召开数字化建设研讨交流会

◎ 郝佳星 杨静涵

9 月 16 日，三门峡市自然资源和规划局联合河南省遥感院、三门峡市国控低空经济发展有限公司，共同召开数字化建设研讨交流会。会议紧扣数智强市建设部署，围绕实景三维建设应用、卫星中心搭建、数字化治理等主题开展深度研讨。

会议明确，数字化建设是赋能自然资源和规划治理体系和治理能力现代化的核心抓手。实景三维作为数智三门峡建设和自然资源精细化管理的核心时空底座，城市级低空无人机服务作为数字化场景落地的重要支撑，需持续丰富数据内容、提升更新频率、拓展应用深度，推动成果在全市数智强市各平台对接融入、落地见效，为国土空间规划、耕地保护、调查监测、生态修复、执法监察、不动产登记等工作提供统一、权威、鲜活的时空数据支撑。

会议强调，要坚持应用导向，积极探索“低空 + 遥感、执法、应急、巡检”等应用场景，打造一批可复制、可推广的数字化应用示范样板，以场景应用带动数据汇聚、平台迭代和能力提升。要深化协同联动，强化部门协作与政企合作，建立常态化沟通对接机制，推动数据跨部门共享、业务跨层级协同，凝聚数字化建设合力。要守牢安全底线，严格落实数据安全与保密要求，健全数据分类分级、脱敏处理、权限管理、安全审查和全流程监管机制，确保数字化建设安全可控。乙（作者单位：三门峡市自然资源和规划局）

河南省遥感院完成 2026 年度应急测绘演练

◎ 曾庆傲　张昊琼

为全面检验突发灾害场景下应急测绘快速响应速度和服务支撑能力，日前，河南省遥感院在郑州航空港区域组织开展 2026 年度应急测绘实战演练。

演练模拟辖区局部区域发生城市内涝灾害，该院第一时间启动Ⅱ级应急响应，应急领导小组及各专项工作组全员到岗，迅速进入应急作业状态。卫星应用技术中心同步启动卫星遥感应急作业流程，高效完成影像接收、辐射校正、几何精校正、影像镶嵌等全链条数据处理，仅用 4 小时就产出应急区域首张卫星光学遥感影像与 SAR 影像产品，清晰还原“受灾”区域地物地貌整体分布，为灾情研判、抢险救援力量统筹调度提供精准地理信息支撑，切实发挥了卫星遥感应急保障“第一张图”的核心作用。

空地协同环节，应急无人机小组接到出动指令后快速集结，携多型号航摄装备赶赴演练现场，抵达目标区域后，15 分钟内完成多机型无人机现场布设与作业准备。本次演练打通卫星遥感与低空无人机数据获取的衔接链路，实现天地联动、空地协同，形成闭环高效的应急作业模式，全面锤炼了多源地理信息数据快速获取、处理的实战本领。

演练结束后，全体应急队员就地参与全国测绘法宣传日暨国家版图意识宣传周河南主场活动，面向群众普及测绘地理法律法规，宣讲国家版图安全知识，实现实战练兵与普法宣传双向推进、成效互促，既打磨应急保障硬实力，也筑牢版图安全思想防线。

下一步，河南省遥感院将持续升级空天地一体化应急测绘体系，迭代优化人才队伍、硬件装备与核心技术，深化卫星遥感、无人机集群、实景三维、干涉激光雷达地表形变监测等技术在应急场景的落地应用，完善平战结合响应机制，全力服务森林防火、防汛抗旱、地质灾害防治、生态环境保护、突发公共事件处置等工作，以精准时空数据守护人民群众生命财产安全，为河南高质量发展筑牢坚实应急测绘保障屏障。乙（作者单位：河南省遥感院）

商丘市城乡一体化示范区开展地图市场专项检查

◎ 张梦非



为规范地图市场秩序，维护国家版图尊严，9 月 14 日，商丘市自然资源和规划局城乡一体化示范区分局在辖区内开展地图市场监管专项检查。

检查中，执法人员逐一询问经营主体是否销售含地图内容的商品，重点对店内报刊、图书、儿童拼图玩具等易搭载地图的品类开展排查，严查无编制单位、无出版单位、无审图号的“三无”地图产品，以及错绘国界线、漏绘钓鱼岛及南海诸岛等重要岛屿、内容涉嫌涉密等违法违规情形。检查期间，执法人员同步向经营主体宣讲国家地图管理相关法律法规，引导经营者规范进货渠道，严格审验上游货品，提升“问题地图”识别能力，坚决杜绝问题地图产品流入市场；若自查发现已上架商品存在“问题地图”，需立即下架，并向市场监督管理部门举报相关线索。

本次专项检查有效净化了辖区地图市场环境，排查消除了“问题地图”传播隐患，提升了市场经营主体的“问题地图”识别防范能力，增强了社会公众自觉维护国家版图尊严的意识，在辖区营造出广泛参与维护国家主权、安全和发展利益的良好氛围。乙（作者单位：商丘市自然资源和规划局城乡一体化示范区分局）

实干促发展 匠心绘蓝图

——周口市规划建筑勘测设计院工作扫描

◎ 本刊记者 栗荣晓　通讯员 吴黎超

沙颍奔流，沃野铺展。近年来，周口市规划建筑勘测设计院（以下简称“设计院”），立足周口全域发展大局，以实干促发展，夯实空间数据基底，以匠心绘蓝图，拓展规划测绘应用场景，为周口建设临港新城、打造中原农业强市贡献规划测绘力量。

从广袤平原农区到临港新城，从乡村振兴画卷到城市更新实践，设计院一代代规划测绘人奔走田间阡陌、城市街巷，在耕地资源保护、城乡规划编制、重大项目测绘保障等领域持续输出高精度规划测绘成果，助力周口市自然资源精细化管理、城市功能提质升级、粮食安全与生态保护协同发展。

测绘保障安居

安置房建设是事关群众切身利益的重大民生工程，直接关系百姓安居福祉与城市民生保障水平。设计院先后承担周口市棚户区改造安置区、许寨安置区竣工规划核实测量工作，总测绘面积达 560.8 万平方米。

“安居工程竣工测绘，测的是建筑精度，守的是百姓民心。”设计院负责人许彦说。为高标准、高质量完成两大安置区测绘任务，设计院建立外业实地采集、内业精细核算、多级质检复核的标准化作业体系。针对项目片区分散、地块繁杂、社区施工进度不一的实际情况，设计院科学统筹、分批进场、有序作业，高效推进测绘各项工作。

盛夏酷暑时节，测绘人员不惧高温、坚守岗位，奔走穿梭于各楼栋之间，逐栋实测建筑高度、建筑外轮廓、楼间距、建筑退红线等关键数据，深入地下人防区域、地下车库完成地下空间数据采集，全面摸排、精准收录项目全域地形要素。内业工作人员精益求精，对总建筑面积、公摊面积、人防地下室面积、绿化配套、停车位数量等各项指标精细测算、精准核对，确保每一组数据真实准确。

为筑牢测绘质量生命线，设计院严格落实个人自检、组员互检、院级终审三级质量管控机制，逐条对照规划许可图纸复核校准，反复比对各项规划控制指标，全方位核查校对，确保测绘图纸、数据成果、现场实况三者完全一致，从源头杜绝数据偏差，保障测绘成果合法合规、精准可靠。

项目攻坚期间，设计院各部门凝心聚力、协同联动，全员加班加点攻坚克难，妥善化解多片区同步作业、人员分散调度紧张等压力，输出多套纸质版、电子版竣工核实测量报告。

设计院精准测绘成果，为安置区顺利通过规划核实、办理不动产登记打通关键技术壁垒，保障了回迁群众如期领证、安居乐业。

筑牢良田本色

作为农业大市，周口严守耕地保护红线、筑牢粮食安全屏障。立足全市自然资源保护与利用大局，设计院同步承接国土空间优化与土地整治、调查监测两大类自然资源技术任务，扎实服务耕地保护与自然资源监管工作。

在基本农田布局优化调整方面，设计院高标准开展全域土地综合整治规划编制，严格守住耕地保有量和永久基本农田保护红线，实现耕地保护、提质增效、赋能发展多方共赢。

为保障各项耕地保护措施落地，设计院利用地理信息大数据、实地精准勘测的技术优势，全力开展图斑核查、外业实地举证、标准化数据库搭建等核心技术工作，为市域耕地资源科学管控筑牢技术根基。

工作人员深入广袤田野，携带专业测绘设备开展实地核查工作，精准判别地块耕作现状、灌溉配套条件，精细测定地块坐标，严格做到图纸、数据、实地现状“三者一致”。

外业核查后，内业人员快速完成野外数据整理入库，从严把控成果精度、边界拓扑关系和地块属性信息，

逐条校核矢量边界，完善地块档案资料，达到每一处地块边界精准规范、每一份成果资料真实有效。

在深耕土地整治与空间优化工作的同时，设计院统筹推进各类自然资源调查监测专项工作。

作业中，设计院通过无人机航测、实地核查举证、标准化建库等多元技术，对全市城乡土地利用动态变化、农村住宅违法占地情况、城市建成区开发建设现状以及林、草、湿、荒等自然资源底数开展立体化摸排核查，确保调查监测成果客观真实、数据精准可靠。

精准翔实的自然资源调查监测成果，为周口常态化耕地保护、违法用地精准监管、国土空间规划落地实施、林草湿地资源规范化管理提供了坚实的基础数据支撑。

绘就古城文脉

历史文化遗存是城市独有的珍贵资源。在周口市历史文化名城申报规划基础数据测量及专题数据库建设重点项目中，设计院以测绘技术夯实文保数据基底，精准完成测绘成果，保障周口历史文化数据要素完整建档。

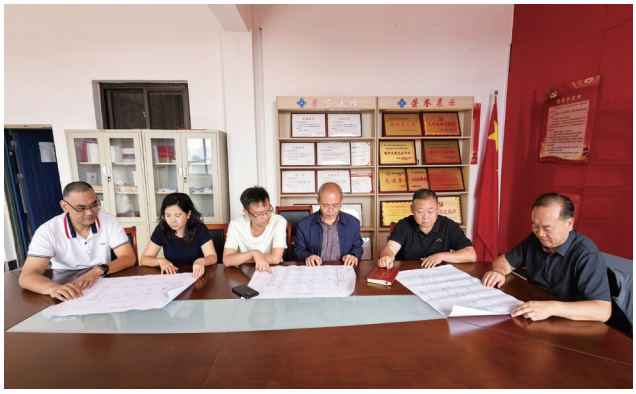
该项目覆盖文物保护单位、历史建筑、传统风貌片区等很多零散点位，既要完成地上各类建（构）筑物精准测绘，又要系统梳理历史遗存空间信息。

面对老城区街巷狭窄、通道拥挤的复杂环境，设计院压实责任、闭环推进。外业人员徒步踏勘，手持仪器逐点实测，对历史建筑开展全方位点位采集与现状测绘，详细记录建筑形制、风貌特征、现状遗存。

遇到老城档案年代久远、部分地物风貌变更、新旧数据不匹配等堵点，作业人员坚持将实测数据、历史档案、地方志记载多方比对校验，最大限度还原历史空间原貌，数据真实可溯。

依托测绘地理信息技术资源，设计院搭建历史文化保护专题数据库，将历史建筑、文保单位等核心要素逐一标准化入库，实现市域历史文化资源空间可视化、数字化、系统化管理。该数据库集成精细测绘图纸、现状实景影像、档案台账资料等成果，全面支撑历史文化名城申报文本编制、专项保护规划编制等工作，同时为后续历史街区修缮保护、城市更新治理提供科学的基础测绘数据成果。

目前，该项目阶段性建设任务已完成，不仅保障了周口历史文化名城申报工作推进，而且为老城历史文脉保护、历史资源数字化管护筑牢数据根基。



●项目竣工核实规划指标

跨域技术赋能

设计院充分发挥甲级规划综合技术优势，主动担当对口援疆社会责任，积极拓展跨域对外技术服务，高质量完成兵团十三师淖毛湖农场城镇单元国土空间详细规划编制工作。

该项目 2021 年启动，设计院组建专业技术团队远赴新疆开展实地踏勘、航测测绘、现状摸排，精准把脉城镇建设底数，筑牢科学规划基础。

作业中，设计院突出技术创新与地域适配，形成干旱戈壁地区特色规划成果。在当地海绵城市创新应用方面，针对少雨多风、蒸发量大的特点，构建适配戈壁城镇的防风固沙、节水养护生态体系，提升城镇生态韧性；在数字化科学赋能编制方面，依托 GIS 多源数据叠加、多因子适宜性评价模型，精准优化用地布局、设施选址与空间结构，提升规划科学性与决策精准度。

在规划编制过程中，设计院严格落实上位规划要求，实现多规协同、层层传导；深度结合地籍现状与土地权属，最大限度减少实施矛盾，保障规划落地；充分尊重边疆气候特点与地域风俗，坚持生态优先、因地制宜编制。

2024 年，设计院依托国土空间总体规划成果，深化方案优化，通过线上会商、多轮打磨、多级征求意见，成果顺利通过师、市审核和专家评审。2025 年，项目获第十三师新星市批复实施，补齐边疆城镇公共服务与基础设施短板，提升镇区人口集聚与产业承载能力。

成绩属于过去，奋斗铸就未来。“下一步，全院干部职工将继续发扬攻坚克难、团结实干的优良作风，坚守技术初心，主动担当作为，以精湛的技术服务自然资源和城乡建设，为周口市现代化建设宏伟蓝图贡献规划勘测力量。”许彦满怀信心地表示。

红旗渠精神与工程测量地方服务融合的思政教学

赵丽花[1]　赵娟[2]

（1. 河南能源化工学院，河南 濮阳 457000；2. 阜阳职业技术学院，安徽 阜阳 236031）

摘　要：依据国家立德树人的根本任务，以及新工科对高素质复合型人才的培养要求。针对当前工程测量思政教学中出现的主要问题，研究基于红旗渠精神与工程测量地方服务的内在契合逻辑，深入探索从“故事宣讲”转向“实践赋能”的思政教学改革，构建“专业技术—精神内核—地方服务”三位协同的育人体系，通过项目化教学、校企合作和反思总结等多种方式，实现思政教育从知识传递到实践赋能的跨越式发展，为工科类课程的思政教学改革提供有力参考。

关键词：红旗渠精神；工程测量；课程思政；实践赋能

1　引言

2020 年 5 月 28 日，教育部印发实施《高等学校课程思政建设指导纲要》，明确提出对工学类课程思政的新要求[1]。2024 版《工程教育认证标准》将课程思政纳入认证核心指标，强调在课程体系中落实立德树人根本任务，挖掘所有学科的育人基因，让各类课程成为思政教育的隐性课堂[2]。工程测量作为土木、交通等工科专业的核心基础课程，直接服务于工程建设一线，不仅要求具备精准操作仪器、处理数据的专业能力，更强调“严谨求实、精益求精、责任担当”的职业素养。在工程测量课程中重视对思想道德素质和职业技能的培养，将思政教育有机融入专业课程学习，是人才培养过程中不可缺少的环节[3]。

红旗渠精神中的“自力更生、艰苦奋斗”与工程测量课程的培养目标高度吻合。但当前工程测量课程思政教育多聚焦国家重大工程案例（如港珠澳大桥、北斗建设等工程），对地方产业的测量服务需求覆盖不足。同时，红旗渠精神的融入多停留在浅层的“故事宣讲”层面，并未与测量行业的“地方服务实践”相结合，使得思政教育缺乏“可操作、可感知”的地方场景，学生难以真正理解红旗渠精神内涵的实践价值与时代意义。

研究从“工程测量课程的特殊性”“思政教育的场景化需求”和“地方产业服务价值”出发，将红旗渠精神的实践内核与地方测量服务需求深度绑定，避免思政教育的“悬浮化”。依托地方工程实践资源，把测量案例融入课堂，引导学生立足本土开展测量实践，体会老一辈工作者攻坚克难的品质，实现专业技能训练与红色精神传承同频共振，切实落地工程教育认证的育人要求。

2　红旗渠精神与地方服务的契合逻辑

2.1 核心概念界定

2.1.1 红旗渠精神

20 世纪 60 年代，河南安阳林县（今林州市）人民因自然条件和水资源极度匮乏，旱灾频发，长期处于“水贵如油、十年九旱”的生存困境，人民日常饮用、灌溉和生活用水都极度困难，粮食自给率极低，甚至出现了人吃人的极端现象[4]。为改变这一现状，林县县委决定修建红旗渠，引漳河水入林县。修渠过程中，林县人民克服资金短缺、设备匮乏、技术落后、自然条件恶劣等多重绝境，历时近 10 年，数万林县群众靠一双手、一把镐、一根钎，削平 1250 座山头、架设 151 座渡槽、开凿 211 个隧洞，建成了全长 1500 千米的“人造天河”。正是这“战天斗地、改天换地”的伟大实践，孕育了以“自力更生、艰苦创业、团结协作、无私奉献”为核心的红旗渠精神[5]，成为中国人民在困难面前不低头、敢闯敢干的精神象征。

2022 年 10 月 28 日，习近平总书记在河南安阳考察时强调：“红旗渠精神同延安精神是一脉相承的，是中华民族不可磨灭的历史记忆，永远震撼人心”[6]。

2.1.2 工程测量的地方服务

工程测量的地方服务主要涉及地方经济发展和民生改善等相关领域，具体来说，主要包括区域内一些规模较小且技术资源有限的小型建筑类企业，如建筑施工、装配式构件安装等企业，同时也围绕乡村振兴战略中的一些民生和生产类基建项目开展工作，主要

作者简介：赵丽花（1985—），女，汉族，硕士，副教授，主要从事工程测量工作。

包括数字乡村、危房改造、水利建设、道路建设与运营维护等。根据这两类服务对象的核心需求，可将服务内容分为“技术支持服务”和“公益测绘服务”两部分，从前期设计到后期运营管理的各个环节都实现全面覆盖。

2.2 二者融合的核心契合点

2.2.1 地方产业痛点与红旗渠精神的对应

目前，工程测量技术如GNSS、数字化测绘和无人机航测等在乡村公路测量、水利工程等项目中已得到广泛应用[7-8]，但多集中于大型工程项目，小型企业在技术获取与实操能力上仍存在明显短板。红旗渠精神所蕴含的自力更生、艰苦奋斗的实践品格，恰好呼应了此类企业在资源约束下寻求技术突破的现实需求。通过将测绘技术支持嵌入地方建设全流程，不仅提升项目质量与效率，更在实践中传承攻坚克难的精神内核，实现技术赋能与价值引领的深度融合。

2.2.2 课程特性与红旗渠精神的适配

红旗渠建设者凭借简陋的工具，反复测量与计算，确保渠道的精准走向，充分展现了对精度高要求的严谨特性。野外恶劣条件下，测量人员坚守岗位的精神与林县人民在悬崖峭壁作业的坚韧精神一致。工程测量为工程建设提供基础数据，确保安全稳定，关系群众生命财产安全，与红旗渠建设解决民生问题的追求一致，测量人员通过精准测量保障工程安全，与建设者的无私奉献精神高度契合。

2.3 避免思政“假大空”的融合原则

课程思政的“假大空”是指思政元素与专业内容相脱节，脱离背景空谈精神，缺乏实例空洞说教。为避免该问题，工程测量与红旗渠精神的融合需锚定“专业为体、思政为魂”，切实把握实践导向、地方适配、双向赋能三个原则。

实践导向：红旗渠精神思政点的融入均依据真实项目，避免脱离实际的精神空讲。

地方适配：紧扣研究区域地方产业特色，确保服务需求真实可感、落地可行。

双向赋能：既通过红旗渠精神提升学生服务地方的责任感，又深化了学生对精神内涵的理解。

3 课程思政的凸显问题

3.1 思政融入：从“故事宣讲”到“实践割裂”

学生对红旗渠精神了解片面，对课程思政也有误解，认为教师是在机械式说教，无法将其与“如何解决地方测量难题、如何面对户外测量辛苦”等实际问题相结合，课程学习仅停留在表面记忆，缺乏对红旗渠精神内涵的深度挖掘和领悟。部分教师对课程思政不够重视，或思政水平有待提升，缺乏将思政元素融入专业课程的经验和技巧，仅在课程导入或案例环节讲述“土法测量”的故事，未将“自力更生、无私奉献”的精神内核与仪器操作、数据处理等实操相结合，这种生硬式的“故事宣讲”只会造成教师感动、学生茫然的尴尬场面，教学效果不佳。

3.2 专业教学：从“技术传授”到“地方脱节”

教学方面，教师们大多依旧采用“理论讲解+示范操作”这一传统模式，未充分挖掘真实测量案例，且校内实训仅限于设备的基础操作，与地方生产性测量或基建现场的真实环境相比存在较大差距，这让学生对实际工作流程和环境认知处于模糊状态，即便掌握了基础操作，在解决实际问题时也难以灵活应用。部分教师因长期脱离工程一线，对行业的新技术新方法更新不及时，使专业教学在内容设计上与行业实际需求相差较远，且现有教学设备性能陈旧，学生在校内未能接触测量新技术，无法储备适配地方岗位的专项技能。

3.3 评价体系：地方服务维度缺失

目前，课程评价体系多为过程性评价、终结性评价和诊断性评价三类。多元评价体系本质上将思政目标与学生的学习、实践和创新能力结合作为考核指标。但评价标准上存在一些局限，一方面，评价内容过度聚焦技能考核的硬性指标，却对思政精神践行的软性表现关注不足。同时也未将地方服务质量纳入核心评价范畴，不能有效考量最终成果是否真正满足企业、村集体等的实际需求。另一方面，评价过程仅由教师或教学平台主导评分，没有引入地方合作单位代表参与评价。这使得评价视角缺乏地方实践场景的适配性，导致思政育人成效、地方服务价值难以得到全面且客观的评估。

4 红旗渠精神融入思政教学设计

4.1 改革目标：构建“三位协同”育人目标体系

“专业技术—精神内核—地方服务”三位协同是将工程测量的实践导向与思政教育的场景化需求进行有效匹配，结合地方产业服务价值，重新构建人才培养目标体系。

知识目标：系统掌握工程测量的核心技术，涵盖

水准仪、经纬仪、全站仪等传统设备的操作方法，还包括 GNSS 定位、三维激光扫描、无人机航测等智能测量技术的原理、数据处理及应用场景。深入理解地方测量需求的差异化和特殊性，重点剖析复杂地形区域的测量方案、精度控制和成本控制等，构建“技术原理 + 产业需求”双向适配的知识构架。

能力目标：具备解决地方测量难题的实战能力，能够综合考虑项目精度要求与成本控制目标，设计出轻量化、低成本的测量方案，高效完成实地踏勘—控制点布设—数据采集—成果校验的全流程工作，确保最终测绘成果满足工程建设标准，在此过程中持续提升沟通协调和团队合作能力。

素养目标：牢固树立测量技术服务地方民生的职业理念，工作中深刻践行艰苦创业、自力更生、无私奉献等红旗渠精神的时代内涵，用技术能力支持地方基础建设和经济发展，实现个人职业价值与地方发展需求的有机融合。

4.2 教学内容重构

依据教学改革目标，在教学内容设计上，以“专业技术—精神内核—地方服务”为架构予以展开，层层递进、有机渗透，将红旗渠精神融入教学全过程，引导学生理解“自力更生、艰苦创业”的内涵，组织学生实地考察红旗渠，真实感受测绘现场。具体教学内容设计如表 1 所示。

表1　教学内容设计

课程模块	专业技术支撑	红旗渠精神融入点	地方服务内容
基础测量技术	水准仪、全站仪等操作，数据检核与误差处理	自力更生：学习红旗渠建设者“无设备造设备”，硬件设备国产化、软件自主研发	用现有设备提供危房改造测量服务
智能测量技术	GNSS定位、激光扫描，GIS/三维建模、测绘云平台和测量数据管理系统	艰苦创业：借鉴红旗渠建设者“创新攻坚”，数字化、智能化，实现测量过程的自动化和智能化	测量数据可视化服务，资产数字化与信息化管理，建立实时动态监测体系
大比例尺地形图测绘	全站仪+GNSS联合测量，地形图绘制与成果整理	团结协作+无私奉献：模拟红旗渠“万人协作”模式，分组协调完成地形图测绘	为乡村振兴空心村整治等项目免费提供1:500地形图
测量综合实训	测量方案设计、多仪器协同操作、成果报告编写	四维精神融合：整合地方项目，完成从“需求对接→技术设计→现场服务→成果交付”全流程	地籍测量、道路交通测量、施工测量、乡村旅游景区测绘

4.3 教学方法创新：“实践赋能型”教学

实践赋能型教学立足于应用型人才培养需求，是一种以“实践载体为纽带、能力生成为核心、素养培育为底色”的教学范式，该模式尤其与工程测量等实操性要求较高的学科相契合。

（1）目标导向：从“知识传递”到“能力赋能”的转向

打破理论先行、实践辅助的传统教学方法，确立以解决真实场景问题为核心教学目标。例如在教学中，不再仅以掌握 GNSS 技术原理为终点，而是升级为运用 GNSS 技术解决乡村山地测绘的精度难题，通过实践任务倒逼知识的深度应用，实现“知识理解—技能熟练—问题解决”的能力闭环，最终赋能学生具备地方产业实际需求的核心竞争力。

（2）教学逻辑：“实践反哺理论”的双向构建

遵循“真实场景—实践探究—理论深化—再实践”的螺旋递进式教学逻辑，以实践为起点，激发理论学习的自主性。具体而言，先引入真实项目让学生在实地操作中暴露知识盲区，再针对性回归理论课堂，深化“测量误差控制”“技术适配原理”等内容，随后通过二次实践验证理论应用效果。这种“从实践中来、到实践中去”的逻辑，使理论知识不再是抽象概念，而是转化为可操作的解决工具。

（3）实施路径：“项目化教学+校企合作+反思复盘”

项目化教学：依托地方真实项目将课程内容细化为可操作的实际任务，如“宅基地确权测绘”“乡村三维可视化”“农业用地调查”等，明确学生作为准测量服务者的角色定位，以小组为单位全面完成踏勘—方案设计—数据采集—成果交付，真实模拟职业场景的工作情况。创设差异化实践场景（山地、沟壑等复杂地形），还原测量职业场景挑战，倒逼学生在实践中锻炼“自力更生突破技术瓶颈”“艰苦创业克服环境困难”的职业能力与素养。教师全程以问题导向嵌入红旗渠精神，引导学生回溯测量流程，从仪器校准、控制点复核到观测环境排查，将精神内涵转化为解决技术问题的严谨态度。

校企合作：携手地方共建实践基地，引入测绘技术负责人等经验丰富的行业导师参与教学和课程设计，使学生直接对接企业或乡村的测量需求，在真实协作中提升沟通协调能力。行业导师结合从业经历现场讲解“如何用红旗渠‘艰苦创业’精神应对户外测量突发情况”。

反思复盘：项目完成后，开展精神实践反思总结，设置三大反思议题引导学生深度复盘。一是技术问题与精神应用，二是服务过程与需求匹配，三是成果价值与职业认知。

4.4 评价体系优化：“地方参与 + 评价双维度”

基于工程测量实践专业性强的特点，充分考虑地方参与机制，组建“高校教师 + 行业导师 + 地方代表”的评价小组，分别从专业技能、精神践行和服务质量三个方面进行评分。三方评分占比可以为 4∶4∶2。教师根据综合技术规范性、精神践行度给予评价，行业导师依据测量方案、数据精度与成本控制效果评分，地方代表根据测绘成果对民生或生产力改善程度评分，具体评价体系如表 2 所示。

表2　评价体系量化指标

评价维度	具体评价指标	指标分值	评分说明	高校教师评分依据	行业导师评分依据	地方代表评分依据	分项得分
专业服务维度（60分）	仪器操作规范性	12	是否符合操作规范，仪器调平、校准及观测流程有无偏差，是否存在无效操作	核查操作资料，依规判定违规情况	操作效率与误差控制成效	成果精度与进度情况	
	测量精度	12	数据达标率	抽样核查，统计误差超标占比	核验数据，精度达标情况	精度是否满足实际需求	
	数据处理	12	数据处理、转换、建模等错漏情况，成果是否通过审核	核查数据，判定错漏与修正成本	数据适配性，是否需返工	成果可读性	
	成果交付	12	是否按时交付，是否存在延迟情况	对照工期，核查交付节点及延期原因	工期延误与成本变动情况	对后续工程的影响	
	成果实用性	12	成果实用性评价，是否可直接使用	成果是否满足行业标准与后续需求	成果投产可用性，成本节约占比	量化成果效益	
精神践行维度（40分）	自力更生	10	是否自主解决难题，有无依赖他人	核查难题自主处置情况	自主方案的可行性和实用性	应对地方难题的自主措施	
	艰苦创业	10	对工作环境的适应情况，是否需要他人协助	评估环境应对表现及任务完成度	突发情况应对效果	复杂环境适配性	
	团结协作	10	小组分工、跨主体沟通效率、任务衔接、需求对齐效果	小组互评、沟通记录及对接效果	与技术部门的沟通精准度	与地方的对接效率	
	无私奉献	10	附加服务提供数量与基础任务完成主动性	核查附加服务类型及地方反馈	配合企业优化方案的无偿性	量化附加价值	
总分							

评价过程中教师对学生专业知识掌握程度、精神践行表现以及地方服务效果等情况展开系统整理和分析，构建动态反馈机制，实时了解学生存在的如仪器操作不规范、红旗渠精神理解偏差等问题，并针对性地增加训练课时或开展以红旗渠精神为主题的案例研讨活动，优化育人效果，提升教学质量。

在该模式实施的 3 年期间，覆盖了土木工程、工程管理、建筑工程技术等本专科 8 个班级的学生，均取得显著成效：学生专业知识考核通过率较实施前提升 34%，仪器操作规范率达 96%；红旗渠精神相关主题实践参与率 100%，学生对精神内涵的理解准确率显著提高；在地方服务项目中累计完成 10 余项服务任务，服务满意度达 92% 以上，有效优化了育人效果，全面提升了教学质量。与此同时，相关毕业生在中建、中铁等合作企业的岗位胜任力评价中获得高度赞誉，充分印证了该模式在提升人才培养质量、契合行业发展需求方面的有效性与可行性。

5　结语

在工程测量课程思政的教学探索中，红旗渠精神与地方服务的深度融合不仅为培养应用型人才提供了全新范式，更凸显了职业教育在服务地方发展中的时代价值。“专业技术—精神内核—地方服务”三位协同的育人目标体系，通过实践赋能教学打破了传统课堂的时空限制，将真实项目转化为育人的有效载体，学生在实践过程中深刻领悟到技术赋能的价值取向，以及艰苦奋斗、改造自然的精神追求。届时，他们不仅是技术精湛的测量工程师，更是新时代红旗渠精神的传承者与实践者，这也是课程思政教学所追求的核心目标。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL].(2020-06-05).http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html

[2] 中国工程教育专业认证协会.工程教育认证标准:T/CEEAA 001-2022[S].北京:中国工程教育专业认证协会,2024.

[3] 林世镔,王誉瑾,等.工程测量课程思政案例[M].北京:中国建筑工业出版社,2024.

[4] 河南省林州市水利史编纂委员会.林州水利史[M].郑州:河南人民出版社,2005:7

[5] 红旗渠精神研究编写组.弘扬红旗渠精神全面建设小康社会[M].北京:党建读物出版社,2006:34.

[6] 习近平在陕西延安和河南安阳考察时强调:全面推进乡村振兴为实现农业农村现代化而不懈奋斗[N].人民日报,2022-10-29(1).

[7] 邵蕊,魏以宽,修延霞.智慧乡村新视角:湖北省测绘工程院的智慧乡村实践[J].中国测绘,2023(5):51-53.

[8] 宿婷,赵金海.测绘新技术在乡村生活空间建设中的应用[J].国土与自然资源研究,2025(4):65-67.

大语言模型驱动的专业课程思政教育改革创新研究——以《GNSS原理及应用》为例

王爱国　刘丽芳

（洛阳师范学院，河南 洛阳 471934）

摘　要：针对理工科的专业知识教学与课程思政“两张皮”的问题，探索数智技术赋能课程思政教育改革创新的实践路径，以《GNSS 原理及应用》课程为研究对象，探讨大语言模型在课程思政教育中的应用路径以及实践价值，依托大语言模型智能体，以数智助教身份参与课程全过程，从备课、教学到课后评价环节，全流程介入赋能。以北斗卫星导航系统为典型案例，将自主创新、攻坚克难、服务国家、开放包容等思政元素与《GNSS 原理及应用》的专业知识紧密融合，激发学生的专业学习使命感与思政认同感。研究验证了大语言模型智能体赋能专业课程思政教育的可行性，为理工科专业课程思政改革提供了可复制的实践范式。

关键词：大语言模型；课程思政；教学改革；GNSS 原理与应用

1　引言

高等教育肩负立德树人的任务，课程思政则是全面落实这一任务的关键路径。2020 年，教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》，明确提出在高校教育中，教师在所授课程中要承担起育人责任，将价值塑造、知识传授和能力培养融为一体。将课程思政融入专业课程建设，已成为高等教育的一项重要任务。

《GNSS 原理及应用》作为测绘工程、导航工程、地理信息系统以及相关工科专业的必修课程，涵盖卫星导航定位的基本理论和方法，包含轨道力学、信号处理、定位算法等技术内容，更蕴含北斗科技创新精神、国家战略和安全意识以及北斗研发中的北斗精神等丰富的思政元素，这些都为《GNSS 原理及应用》的课程思政提供了优质的思政素材。然而，在传统的专业课程思政教学中，一方面思政元素与专业知识融合生硬，与学生的专业兴趣点结合不够；另一方面教学模式单一落后，单向的灌输教学使学生被动接受知识，难以激发学生对思政内容的深度理解和认同。

近几年，大语言模型在自然语言处理、知识推理及内容生成方面的优势为高等教育带来了新机遇。国内部分高校已开始探索大语言模型与思政教育的融合路径，利用大语言模型与开源生态协同在人工智能课程上进行创新教学实验，实现学生个性化学习、自动化反馈及沉浸式思政场景的生成，显著提升学生的课程参与度及学习效率[1]；面向大语言模型在 C 语言程序设计课程中的应用，将课程思政建设贯穿课程教学全过程，培养学生的自主探索精神和创新精神[2]；利用大语言模型为高校思政教学内容、课程互动等方面提供了新机遇[3]；借助大语言模型构建涵盖红色资源整合、知识图谱构建等模块的红色资源挖掘框架，拓展思政教育的广度和深度[4]；利用大语言模型构建“地籍管理”课程的思政教学内容，推动课程思政教育向智能化、个性化和沉浸式方向发展，提高专业课思政教育的实效性[5]；以大语言模型驱动中外文化对比学习、智能互动和案例结合的实践教学，为高校课程思政提供有力支持[6]；持续拓展大语言模型在思政改革创新方面的研发宽度和深度，是未来大语言模型重点关注的方向[7]；构建“教学 + 实践 + 科研”的课程思政育人模式，通过在《GNSS 原理及应用》开展思政教学改革，强化学生的家国情怀、专业自信心和学习积极性，提高学生的目标达成度[8]。

但在理工科专业课程教学中，课程思政教学实践普遍存在以下问题：第一，思政元素挖掘碎片化：专业课程的思政要素常以名人故事、成就介绍等进行附加介绍，未能和专业课程知识有机结合。第二，融入方式两极化：教师在专业课程思政教学上要么僵硬说教，要么回避课程思政内容，难以利用现代化工具设计自然、沉浸式的教学情景，导致专业课程思政效果不佳。

基金项目：河南省哲学社会科学强省项目“人工智能背景下高校专业课程思政教育改革创新研究——基于大语言模型的探索”（项目批准号：2025JYQS0322）

作者简介：王爱国（1970—），男，汉族，博士，副教授，主要从事测绘、遥感、地信、地理等学科的教学和科研工作。

第三，教学评价单一：专业课程考核仍以专业知识和技术技能掌握程度为主，对学生的科学精神、家国情怀等维度，缺乏数据采集和分析评价手段。因此，在数智融合的新生态教育模式下，如何以大语言模型破解《GNSS 原理及应用》等理工科专业课程的思政教学难题，是大学理工科专业教育必须解决的问题。研究构建一套从教学理论到课程实践、从专业课程思政教学设计到课程评价的完整改革框架，推动大语言模型辅助教学逐步升级为理工科专业课程思政的教学范式，为新时代理工科教育落实立德树人根本任务提供参考。

2 课程思政核心机理与理论框架分析

2.1 课程思政元素的深度分析

《GNSS 原理及应用》课程思政的内涵是中国自主研发的北斗卫星导航系统，是开展课程思政的天然优质载体，其蕴含的“自主创新、开放融合、万众一心、追求卓越”的新时代北斗精神，是激励学生科技报国的生动教材。针对《GNSS 原理及应用》课程，可从三个维度系统挖掘思政元素，具体如表 1 所示。

表1 《GNSS原理及应用》课程思政元素三维映射体系

维度	核心思政内涵	专业知识模块	思政元素与案例
历史维度	北斗精神与科技自立自强	卫星导航系统发展史，北斗系统构成	从卫星导航定位技术受制于人，到北斗卫星导航定位系统实现“三步走”战略；从原子钟到自主北斗芯片的研发攻关故事
技术维度	系统工程思维与工匠精神	卫星轨道力学、坐标系统与时间系统、误差源分析、定位解算	北斗卫星导航系统涉及卫星制造、发射、地面控制、应用服务等，系统的高可靠性设计体现出责任感、系统的工程思维、精密可靠的工匠精神
应用维度	服务国计民生	定位、导航、授时应用；差分技术、北斗地基增强系统	在国内防灾减灾、精准农业、智能交通中的关键应用；北斗系统服务在一带一路建设中提供的中国方案

2.2 课程思政的核心机理

随着技术持续迭代，大语言模型在专业课程思政领域的应用不断深化，从最初使用大模型工具辅助课程思政设计，逐步发展到依托大模型重塑课程思政生态，其核心机理主要体现在以下方面：

（1）课程思政资源的生成机理。大语言模型通过构建《GNSS 原理及应用》专业的知识图谱与课程思政元素图谱，实现专业知识图谱与思政元素图谱的智能关联，并生成动态案例，破解专业知识与思政元素教学内容滞后、与当前时事政策结合不紧密的难题。

（2）教学过程中课程思政的交互机理。基于大语言模型的智能体通过扮演技术专家、辩论对手等角色，创建符合专业思政的对话情境，改变传统教师单向灌输的 PPT 式教学模式，形成“教师讲解－学生提问－智能解答－教师辅助”的多方协同模式，实现“专业知识－课程思政”的深度探究，通过大模型来深化价值认可。

（3）课程思政教学的评价反馈机理。基于大语言模型的评价反馈系统，依托“数据采集－智能分析－多模态反馈－教学调节”的闭环机制，分析学生与 AI 的对话记录、在线讨论内容、随堂练习、课后作业以及课程设计的数据，利用大模型对学生的知识掌握情况、思维逻辑水平等进行多维度评估，为学生设计个性化的学习路径并提供改进建议，从而实现精准育人的目标。

2.3 大语言模型赋能课程思政的理论框架构建

《GNSS 原理及应用》课程兼具技术和思政价值，将思政元素融入教学全过程，对培养具有爱国情怀的技术人才尤为重要，其理论框架如图 1 所示。

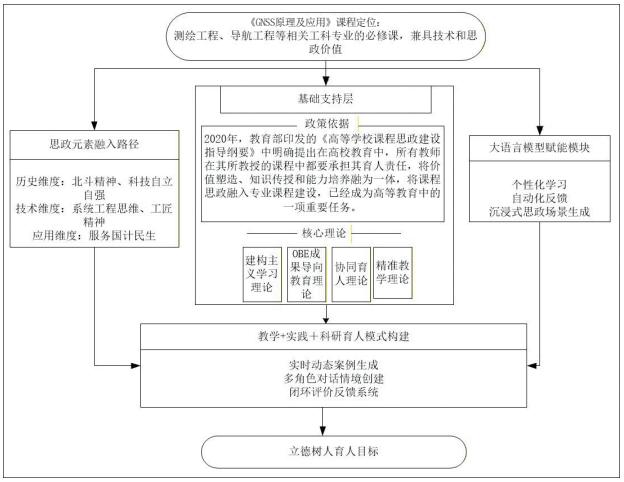


图1 大语言模型赋能课程思政的理论框架

3 大语言模型赋能课程思政创新应用设计

3.1 核心课程思政元素智能挖掘与动态设计

在人工智能深入赋能教育教学的趋势下，大语言模型在“人机协作”教育模式下扮演着重要角色，运用得当可辅助教师高效开展工作[9]。核心课程思政元素的智能挖掘与动态设计是大语言模型赋能《GNSS 原理及应用》课程思政创新的核心抓手，研究以《GNSS 原理及应用》的核心章节第十章“GNSS 在航空遥感中的应用”为例，探讨思政元素的智能挖掘与动态设计。

在智能挖掘方面，需立足《GNSS 原理及应用》的

课程标准及其测绘类、工科应用型属性，依托大语言模型构建“数据驱动—语义关联—动态反馈”的闭环挖掘路径。可将凝练好的口令发给豆包：“我现在需要对《GNSS 原理及应用》（第四版 李天文等编著）第十章‘GNSS 在航空遥感中的应用’进行备课，该章节有 5 小节内容：10.1 概述、10.2 常规空中三角测量、10.3GNSS 辅助空中三角测量、10.4 机载 GNSS 天线与摄影机偏心测量、10.5 空三平差及结果分析[10]。请你依据工科类课程文献、新时代北斗精神、国家国土测绘安全战略，逐节挖掘显性 + 隐性课程思政元素，要求专业知识和思政内容深度融合，内容充实，案例来源真实可查，整个章节的思政内容不脱节，形成完整的思政素材链。”将以上口令发给豆包，可得到本章每节可在哪些知识点、以什么形式融入课程思政的内容，回答汇总内容如表 2 所示。

表2 豆包根据口令的回答汇总

课程章节	显性思政	隐形思政	案例	专业衔接	融入形式
10.1 概述	国家时空基准自主可控、国土测绘安全、北斗战略价值	打破技术垄断的责任与发展自信	北斗三号支撑全国1:5万航测全覆盖，摆脱GPS依赖，守护疆域主权	结合“GNSS与航空遥感结合意义”“国内外航测技术格局”知识点，讲解核心价值后融入思政，实现专业内容与思政教育的自然过渡	采用“知识点解读+案例佐证+思政升华”的形式，结合国内外技术对比，让学生理解北斗系统的战略意义，强化国土安全意识
10.2 常规空中三角测量	艰苦奋斗、无私奉献的测绘精神	老一辈爱国情怀与技术迭代紧迫性	20世纪西部边疆测绘中，队员徒步布设控制点，彰显奉献精神	结合“GNSS与航空遥感结合意义”“国内外航测技术格局”知识点，讲解核心价值后融入思政	采用“知识点解读+案例佐证+思政升华”的形式，结合国内外技术对比，让学生理解北斗系统的战略意义，强化国土安全意识
10.3 GNSS辅助空中三角测量	新时代北斗精神、科技自立自强	创新突破与报国担当	国土“三调”中，北斗辅助空三大幅提效，实现技术弯道超车，践行科技报国理念	结合“北斗POS辅助空三技术优势、作业效率提升”核心知识点，对比常规空三时深化思政	采用“知识点解读+案例佐证+思政升华”的形式，结合国内外技术对比，让学生理解北斗系统的战略意义，强化国土安全意识
10.4 机载GNSS天线与摄影机偏心测量	精益求精的工匠精神	严谨求实的职业操守	国防航测中，精准标定偏心参数，坚守毫米级精度底线，守护国防安全	结合“偏心参数标定要求、误差对航测精度的影响”，强调精密操作规范时渗透思政	采用“知识点解读+案例佐证+思政升华”的形式，结合国内外技术对比，让学生理解北斗系统的战略意义，强化国土安全意识
10.5 空三平差及结果分析	求真务实、服务生态与应急	责任担当与价值落地	黄河口航测平差成果支撑生态监测，践行绿色发展理念，实现思政价值闭环	结合“平差精度检验标准、成果应用场景”，总结章节知识点时升华思政	采用“成果应用+案例落地+价值升华”的形式，结合平差成果的实际应用，让学生理解测绘工作的社会价值，强化责任担当

在动态设计方面，可将挖掘到的思政元素和要求打包发给基于大语言模型的智能体，针对不同章节的知识点动态匹配思政元素，智能体再根据教师要求及自行挖掘到的相关知识实时动态设计课程，既能节省教师备课时间，又能将最新的思政知识传递给师生，实现教学案例的实时更新。

3.2 人机协同的沉浸式情景教学模式构建

目前，基于大语言模型的智能体已在教育、电商、财税等多个细分领域有广泛探索和应用，《GNSS 原理及应用》课程思政教育可积极采用此模式。在教学中，智能体可充当数智助教身份，实时辅助整个教学过程，通过多种表达形式（如图表、视频等）生动形象地讲解思政知识，借助实时对话与答疑方式为学生带来沉浸式体验，具体模式如图 2 所示。基于大语言模型的智能体可实时辅助《GNSS 原理及应用》课程思政教育教学全过程，提高课程思政教学效率。

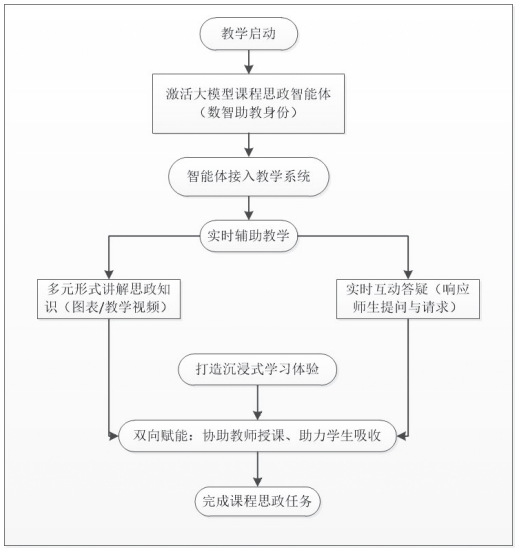


图2 基于大语言模型人机协同的沉浸式情景教学模式

3.3 数字驱动的全过程综合评价体系改革

除了辅助课前备课、课中授课，基于大语言模型的智能体还可实现全过程综合评价，评价过程如图 3 所示。智能体可实时采集过程数据，通过学生的语言语义、拍摄学生外貌形态的视频影像，分析学生对思政知识的领会程度，对思政教学成果进行数智化的科学评价。

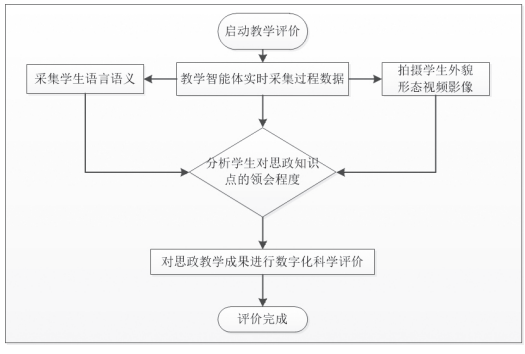


图3 智能体赋能课程思政的教学评价过程

3.4 北斗卫星导航系统的关键思政教学案例详析

在《GNSS 原理及应用》课程教学中，北斗卫星导航系统是极具价值的思政案例载体。从 1994 年北斗一号工程立项到 2000 年建成向中国提供服务，再到 2020 年建成北斗三号系统向全球提供服务，三十余载的发展历程凝聚着中国科研工作者自主创新、攻坚克难的民族精神。

教师在教育教学过程中可从北斗研发背景着手，讲述在国外技术封锁的背景下，中国科研团队从零起步，不断突破星间链路、高精度原子钟等百余项关键技术的艰难历程，让学生深刻体会到“核心技术是买不来讨不来的”，激发学生专业学习的使命感。同时结合北斗在汶川地震救灾、珠峰高程测量等重大事件中的关键作用，展现大国重器在国计民生中的责任担当，引导学生将专业学习与国家需求紧密结合，厚植家国情怀与创新精神。教师还可对比北斗与其他全球卫星导航系统的发展路径，突出北斗卫星导航系统“开放包容、服务全球”的理念，向学生传递中国科技发展的世界格局与人类命运共同体意识，彰显大国担当。

4 实践成效、潜在风险与协同治理路径

4.1 初步实践与成效展望

目前，大语言模型赋能思政教育已经在《GNSS 原理及应用》教学中取得一定成效，主要体现在以下方面：在教学效能提升方面，教师从重复性的资料搜集中解放出来，专注于教学设计与价值导向引导；在学习深度增强方面，沉浸式、互动式的学习体验将显著提升学生的课堂参与度；在评价科学性突破方面，多维度、全过程的数据评价将实现课程思政育人效果从不易评价到可量化、可追溯、可优化转变。

4.2 风险审视与治理策略

大语言模型技术的引入也伴随着新的风险，需要前瞻性地审视并构建协同治理体系。

从技术风险层面分析，主要包括算法偏见与数据隐私风险。大语言模型训练数据可能存在偏见，容易造成模型输出内容不当，同时还存在学生隐私泄露等信息安全隐患。针对技术风险，可建立“技术过滤—专家评审—实践反馈”三段机制，采用本地化部署、数据脱敏等技术手段，辅以明确告知学生数据使用边界等管理策略。从伦理风险层面来看，过度使用 AI 技术可能导致师生情感疏离以及价值导向趋于机器化、简单化等问题。针对伦理风险，要贯彻“技术赋能，教师主导”的原则，使技术服务于教学过程，而非取代师生间有意义的人际互动。

5 结论与展望

研究以《GNSS 原理及应用》课程为例，验证了大语言模型赋能专业课程思政教育的可行性与有效性。智能体通过辅助课前备课、课中多元授课、课后数智化评价的全流程，破解传统思政教育生硬、与专业教育“两张皮”的困境，实现专业知识传授与价值引领的深度融合。依托北斗卫星导航系统等典型案例，智能体将家国情怀、创新精神等思政元素动态融入专业教学过程，显著提升学生的课程参与度和思政认同感，为理工科专业课程思政改革提供可复制的实践范式。

未来，将进一步探索智能体的功能边界，结合虚拟现实、数字孪生等技术打造更加沉浸式的教学场景，增强学生的体验感和代入感，同时构建跨学科的思政资源共享平台，实现智能体全方位服务教育教学的多学科专业课程应用；还可持续完善智能体的伦理规范与评价体系，确保思政教育的科学性与导向性。

参考文献

[1] 许立君,杨丽,黄子祎.大语言模型与开源生态协同的人工智能课程创新探索与研究[J].华东师范大学学报(自然科学版),2025(5):66-75.

[2] 许岩,南煜,徐金铭,等.面向大语言模型的C语言程序设计课程思政建设[J].计算机教育,2025(11):115-118.

[3] 周光玲,黄义灵.大语言模型赋能高校思政课教学探究[J].学校党建与思想教育,2025(13):70-73.

[4] 吴哲,陈希鹏.融合大语言模型的红色资源价值挖掘与教育应用[J].情报科学,2024,42(11):175-182.

[5] AiGuo Wang,LiFang Liu.Innovative Research on Political Education Reform in the "CADASTRAL MANAGEMENT" Course Based on the Large Language Model. World Journal of Educational Studies.2025,3(5):16-22.

[6] 冯嘉文.大语言模型赋能高校英语课程思政研究[J].江西职业技术大学学报,2025(2):69-73.

[7] 黄飞凯,杨万强.生成式AI大模型融入高校思政教育的影响因素与对策研究[J].天府新论,2025(5):65-77,156.

[8] 李旺,陈国平,朱大明,等.“一带一路”背景下GNSS原理及应用课程改革与实践[J].高教学刊,2025,11(10):31-35.

[9] 逯子龙,黄胤卿,李永乐,等.AI 赋能的新工科教学方法探索与实践:以桥梁工程学科为例[J].高教学刊,2025,11(18):1-6.

[10] 李天文等编著.GNSS原理及应用（第四版）[M].北京:科学出版社,2023.

农村权籍调查中AutoLISP语言的创新应用与案例分析

王敏　王国文

（广州市番禺城市规划勘测设计院有限公司，广东 广州 511400）

摘　要：近年来，农村宅基地和集体建设用地确权登记发证工作已逐步展开，CAD 凭借强大的图形处理功能在宅基地调查中得到广泛应用。市面上基于 CAD 开发的权籍软件在细节之处未能尽如人意，对此，研究探讨 AutoLISP 语言在农村权籍调查中的创新应用，并通过具体案例分析展示其在实际工作中的显著成效。AutoLISP 作为一种强大的编程语言，具有高度的灵活性和可定制性，为农村权籍调查提供了强有力的技术支持。

关键词：权籍；扩展数据；AutoLISP；CAD

1　引言

为贯彻落实《中共中央 国务院关于坚持农业农村优先发展做好“三农”工作的若干意见》等有关文件要求，加快推进全省宅基地使用权及其地上房屋所有权和集体建设用地使用权及其地上建筑物、构筑物所有权登记发证工作，以“总登记”方式，对符合发证条件的农村宅基地、集体建设用地使用权及地上所有权进行统一确权登记，并颁发不动产权证书。这是一项有效保障农民合法财产权益、促进农村社会秩序和谐稳定的重要举措[1]。

广东南方数码科技有限公司针对“房地一体”农村不动产登记发证工作需求，基于 CAD 二次开发了农村权籍调查软件。研究针对广东省云浮市郁南县、惠州市龙门县及惠城区等多地的“房地一体”农村宅基地和集体建设用地确权登记发证项目，基于权籍调查软件，通过内嵌于 CAD 中的 AutoLISP 解决实际生产中遇到的一些问题。

2　AutoLISP 与开发环境

目前，LISP 语言主要运用在人工智能（AI）领域。AutoLISP 可以当成是人工智能语言 Common LISP 的一个简化版本，作为通用 LISP 语言的一个小分支，在严格遵循其语法和惯例的前提下，增加了许多针对 CAD 的功能。Autodesk 公司早在 AutoCAD 2.1 版引入 CAD 作为应用程序编程接口（API），用于扩展和自定义 CAD 功能，其语法简单，功能函数强大，撰写环境不挑剔[2]，还非常灵活方便，多年以来一直是自定义 CAD 的标准典范。

Visual LISP 是 CAD 软件内置的可视化 AutoLISP 集成开发环境。早期 AutoLISP 程序需借助记事本等文本编辑类工具进行编写，导入 CAD 加载调试，特别不方便。而后从 AutoCAD 2000 开始，推出集成开发环境 Visual LISP。作为程序开发工具，Visual LISP 提供给用户一个完整的集成开发环境（IDE），包括编译器、调试器和其他工具[3]，支持开发者实时调试程序。虽然 Visual LISP 拥有独立的窗口栏和菜单栏，但并不能脱离 CAD 独立运行。Visual LISP 编辑器界面如图 1 所示。

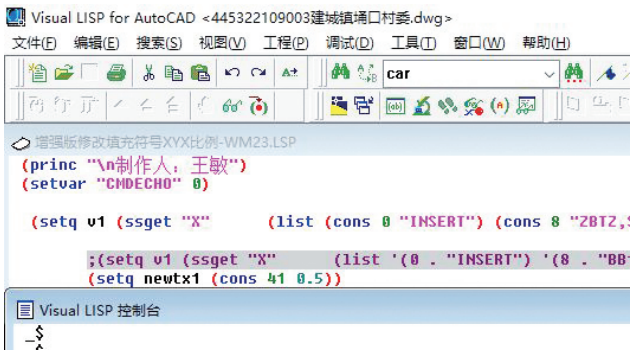


图1　Visual LISP编辑器

3　属性数据管理

图元是 CAD 软件最基本的图形对象，相关信息主要以列表形式存储，每个图元均拥有唯一标识名称。图元列表中的每个子列表分别对应一项属性信息，子

作者简介：王敏（1995—），男，汉族，本科，工程师，注册测绘师，主要从事规划核实测量、房产预测算及实测、测绘小插件开发等工作。
通信作者：王国文（1995—），男，汉族，本科，工程师，注册测绘师，主要从事权籍调查、测绘地理信息数据库建设工作。

列表第一个元素一般都是整数，代表着图元对应的属性，这些整数对应的属性可查阅 DXF 文件说明书或者群码表。圆、线和文字的共通群码如表 1 所示。其中，群码 -1、0、8 和 210 为圆、线和文字部分共通群码，分别代表图元“对象名称”“对象类别”“图层名称”和“对象延伸方向”相关属性信息。

表1　圆、线和文字共通群码

群码	圆	线	文字
-1	群码-1对应“对象名称”		
0	群码0对应“对象类别”		
8	群码8对应“图层名称”		
210	群码210对应“对象延伸方向”		

由应用程序加入 AutoCAD 对象的数据，称为扩展数据[4]，与常规实体数据一起构成内容更加广泛的实体数据[5]。在 CAD 中，代表扩展数据的群码为 -3，可在CAD命令栏中(entget (car(entsel)))进行查看，也可以编写函数，如下：

```
(defun c:xlist ()
(setq xlist (entget (setq ename (car (entsel))) '("*")))))
```

南方数码公司开发的权籍软件通过添加扩展数据，记录权利人名称、证件号、宗地坐落等基本信息，进而生成权籍调查表、不动产调查申请表和调查公示表等资料成果。南方权籍软件在宗地线增加的部分扩展数据如下：

```
(-3 ;扩展数据的开始
("qlr_QLRMC" (1000 . "梁云非")) ;权利人名称
("QHDM" (1000 . "445322")) ;区号代码
("QLR_ZJH" (1000 . "442829XXXXXXXXXXXX")) ;权利人证件号
("ZL" (1000 . "郁南县都城镇水塘村委")) ;宗地坐落
("PZMJ" (1040 . 0.0)) ;房屋批准面积
("SOUTH" (1000 . "300000") (1000 . "101003JC00856") (1000 . "梁云非") (1000 . "0702"))
) ;扩展数据的结束
```

其中，"SOUTH"代表基本南方属性，由四部分组成：其中(1000 . "300000")代表CASS实体编码，(1000 . "101003JC00856")代表宗地号，(1000 . "梁云非")代表权利人名字，(1000 . "0702")代表农村宅基地的“三调”地类编码。

4　案例分析

4.1 填充符号 XYZ 比例的修改

（1）问题分析

原始地形图为 1∶1000 比例尺，但权籍调查工作需采用 1∶500 地籍图。在图形比例尺转换过程中，植被土质层（ZBTZ）、水系设施层（SXSS）和独立地物层（DLDW）中的填充符号（INSERT 块图）存在比例异常问题：即 X 比例、Y 比例、Z 比例均为 1，而 1∶500 地籍图要求的对应比例应为 0.5。当这些图元数量较多时，电脑在图形选取与修改操作时易引发系统卡顿，需人工逐层过滤并修改这些填充符号参数，大大降低了工作效率。

（2）设计思路

①通过共性，利用 ssget 函数建立过滤机制，获取需要批量修改的图元。

②利用 sslength 获取选择集对象个数，作为循环运行的次数。

③使用 ssname 函数获取图元名字。

④用 entget 函数取得对象属性列表，即 DXF 数据列表，存储图元各种属性信息。图元列表主要包含图元的名称、类型、几何数据、图层、颜色等信息。

⑤用 assoc 函数按“群码值”找寻欲修改的旧子列表，新的子列表可以用 cons 函数构成或者以点对列表（整数 . 整数或变量）形式表示。

⑥用 subst 函数将属性列表中的新、旧子列表替换。

⑦用 entmod 函数更新属性列表，同时自动更新屏幕上的对象。

部分核心代码如下：

```
(setq size (getstring "选择图层：ZBTZ层(A)***SXSS层(B) ***DLDW层(C) /<A>")) ;插件运行信息提示
……
(if (or (= size "") (= (strcase size) "A")) (setq v1 (ssget "X" (list '(0 . "INSERT") '(8 . "ZBTZ") ) ) )) ;输入字符“A”或直接空格时选择植被土质中的填充符号
(setq newtx1 (cons 41 0.5))
(setq newtx2 (cons 42 0.5))
(setq newtx3 (cons 43 0.5))
(setq v2 0)
(if (/= v1 nil)
(while (< v2 (sslength v1))
```

```
(setq nme (ssname v1 v2 ))
(setq oldtx1 (assoc 41 (entget nme)))
(setq v3 (entget nme))
(entmod (subst newtx1 oldtx1 v3))
(entupd nme)
(setq v2 (+ v2 1 )
……
)))
```

（3）运行效果

执行“APPLOAD”命令加载插件后，在AutoCAD命令行输入快捷命令“wm23”，插件将自动筛选植被土质层（ZBTZ）、水系设施层（SXSS）和独立地物层（DLDW）的INSERT块填充符号。无论图块初始X、Y、Z比例为多少，均可通过修改对应DXF组码将其统一设为0.5。人工批量修改易出现图纸卡顿、系统响应迟缓甚至软件崩溃等问题，与之相比，该插件仅需数秒即可完成全部处理任务，图形显示效果对比如表2所示。

表2　图形显示效果对比

对比维度	调整前（XYZ比例不为0.5）	调整后（XYZ比例均为0.5）
视觉大小	块尺寸偏大，在1:500图纸布局中，填充符号“撑满”局部区域，遮挡相邻地物（如小路、边界线）	块尺寸适配1:500比例，填充密度均匀，与道路、建筑等地物的相对位置和大小关系准确
图纸协调性	不同图层（ZBTZ/SXSS/DLDW）的填充块互相重叠，层次感较差	各图层填充块边界清晰，无重叠，符合地籍图制图规范
操作流畅度	数万块同时加载时，平移、缩放图纸卡顿明显，选中块时需等待系统响应	块尺寸缩小后，图形数据量负载降低，操作流畅，无明显卡顿

4.2 成片修改地籍图中宗地坐落信息

（1）问题分析

CASS软件采用扩展属性存储宗地属性信息[6]。在公示资料交接到村委后，发现很多宗地坐落对应的村民小组信息错误，存在张冠李戴问题，后经村委在地籍图上成片指认村民小组范围，内业人员依据反馈结果修改宗地线中的坐落信息。

权籍调查软件提供两种修改方式：一是选择单个宗地线，通过弹出的窗口人机交互进行修改，无法解决批量修改问题。二是通过软件菜单栏的“工程－批量修改属性”导出“宗地.xlsx”进行修改，然后导入权籍软件进行挂接。但图面上宗地号是无序的，人工找出某一区域内的所有宗地再进行修改，工作量极大。

（2）效果展示与部分代码编写

插件运行结果如图2所示，待插件运行完毕，选定指定区域的宗地线要素，输入对应村民小组名称后，于AutoCAD中执行xdlist命令，可观测到宗地“ZL”子列表的属性信息已按要求修改到位。

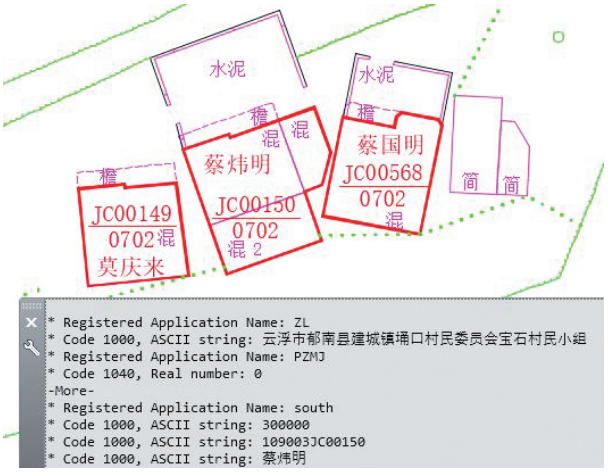


图2　运行结果

值得注意的是，用subst替换子列表时，不同于0、8、210等常规组码，此处需要进行两次替换，先替换-3列表下的“ZL”子列表，然后与-3作为一个整体子列表，在图元联合属性列表中进行替换。部分核心代码如下：

```
(setq ee1 (car (entsel "\n选择")))  ;选择对象
(setq data(entget ee1 '("*")))  ;取得对象的联合属性列表
(setq data1 (assoc -3 (entget ee1 '("*"))))  ;取得以-3开始的扩展数据的子列表
(setq data2 (cadr (assoc '-3 (entget ee1 '("ZL")))))  ;取得扩展数据-3列表下的“ZL”子列表，这里“ZL”代表坐落的意思
(setq data1(subst '("ZL" (1000 . "某某村民小组")) data2 data1))  ;第一次替换，替换-3列表下的“ZL”子列表
(setq data (subst data1 (assoc '-3 data) data))  ;第二次替换，替换对象联合属性列表下的-3扩展数据子列表
(entmod data)  ; 更新属性列表，即更新所选宗地的坐落信息
```

4.3 围墙短线改方块

（1）问题分析

“房地一体”农村宅基地和集体建设用地确权登记发证工作，业务流程繁杂且多为流水线操作，致使部分图面信息杂乱，围墙两侧线间的符号形式不一，既有短线也有方块。而最终上交的资料有统一规范要

求，人工整改时，部分围墙对象已无编组，无法使用“CTRL+A”编组功能，需先删除围墙红色边线、短线或方块，再重新赋围墙属性，部分还需变换方向等，极大耗费了人力物力。

（2）效果展示与部分代码编写

插件在保持围墙两侧边线位置不变的前提下，将围墙两侧线间的短线符号批量替换为规范方块符号。为直观呈现插件对围墙图元的标准化处理成效，明晰修改前后的核心差异，将围墙图元标准化修改前后进行对比梳理，结果如表 3 所示。

表3　围墙图元标准化修改前后对比

对比维度	修改前	修改后
符号形态与成果规范性	围墙两侧线间符号不统一，混杂短线、方块等多种样式，图面杂乱	统一为规范符号样式，排布整齐
编组属性	部分围墙编组丢失，无法用CTRL+A批量选中操作	重建围墙编组属性，支持批量选择、统一调整
操作效率	需逐一对单个围墙删除、刷属性、调方向，工作量大，单图整改耗时数小时	支持批量处理，单图整改仅需数分钟，效率提升超90%

部分核心代码如下：

```
(if (setq ss (ssget '((0 . "LINE")))) ；取得对象类别为“LINE”，即直线
(progn (setq i 0) ；循环开始，设置初始值为0
(repeat (sslength ss) ；设置循环次数为选择集的个数
(setq ent (entget(ssname ss i)) ；取得选择集中第 i 个图元
p1 (cdr(assoc 10 ent)) ；群码 10 对应“线起始点坐标”
p2 (cdr(assoc 11 ent)) ；群码 11 对应“线终止点坐标”
ds (distance p1 p2) ；求点 p1 和点 p2 的距离
ang (angle p1 p2)) ；求点 p1 和点 p2 的方位角
(if (equal ds 0.25 0.25) ；此处的 0.25 表示将选择长度为 0.25 的直线处理
(command ".INSERT" "gc002" (polar p1 ang 0.125) 0.25 0.25 (/ (* ang 180) pi)) ) ；将短线替换为块名为“gc002”的方块
(setq fang (entlast)) ；取得最后一个操作对象，设为变量“fang”
(setq fc5 '("《 围墙小方块 》" (-3 ("SOUTH" (1000 . "144301-2")))))
(setq gxzb(entget fang))
(setq gxzb (subst (cons 8 "jmd") (assoc 8 gxzb) gxzb)) ；更换图层
(entmod (append gxzb (cdr fc5))) ；append 表示将所有的列表组合成一个单一列表
(command ".ERASE" (ssname ss i) "") ；删除选线
(setq i (1+ i)) )) ；循环起始值加 1
```

5　插件运行

CAD 软件的开放性和可扩展性使得用户可以实现外部命令的多种方式加载[7]。通常来说，CAD 插件格式有 FAS、VLX 和 DVB 等等，其加载方式大致相同。进入 CAD 软件工作区域后输入“appload”命令，找到插件所在位置后，选中即可完成一次性加载。如需插件自启动，可点击“加载 / 卸载应用程序”对话框右下角的“内容”，选择“添加”，这样每打开一个 DWG 文件插件都会自动加载该插件。

6　结语

CAD 平台下的 AutoLISP 插件开发效率高，支持即写即测，加载简便，且在各版本 CAD 中的兼容性极高。在广东省多个县（区）的“房地一体”农村宅基地和集体建设用地确权登记发证项目中，该插件解决了部分实际问题，大大节约了人力和物力。由此可见，作为 CAD 嵌入式脚本语言，AutoLISP 能高效解决图元批处理难题，简化重复操作、降低劳动强度，还能以低成本实现定制化开发，在工程、测绘等领域价值显著。

参考文献

[1] 魏波.“房地一体”项目主要技术问题及对策探讨:以惠东县为例[J].科技资讯,2021,19(14):116-118.

[2] 任航科.LISP语言在测绘作业中的应用[J].城市勘测,2011(1):110-112.

[3] 周松,王夏.Visual LISP在地籍测量中的应用[J].测绘,2017,40(6):274-276.

[4] 闫炜亮,陈俊任.基于AutoCAD VBA的房屋分户图插件开发方法[J].江西测绘,2019(3):43-47.

[5] 罗国夫,郑礼飞,蒋霖.基于AutoCAD图元扩展实体数据的房产测绘系统设计与实现[J].居业,2019(6):12-14.

[6] 崔剑凌.对LISP中扩展属性的操作在宗地属性录入时的应用[J].浙江国土资源,2014(4):50-51.

[7] 秦耘,郑麟.在AutoCAD2000中加载外部命令的几种方法[J].安徽机电学院学报,2000(2):31-34.

基于PPK差分的无人机倾斜摄影测量像控点布设与精度分析

茹双文

（灵宝金源矿业股份有限公司，河南 三门峡 472599）

摘　要：针对目前无人机倾斜摄影测量存在像控点布设不合理、影像畸变等缺陷，研究提出基于动态后处理差分技术（PPK）的倾斜摄影测量像控点布设方案，以某高校校区为实验场地，采用徕卡 BBC 测量软件与中海达 UBASE 软件平台进行 PPK 后差分数据处理。在实验过程中，设计多种像控点空间布设方案，并系统评估了不同布设方案对成果精度的影响。研究结果表明，采用四周均匀分布、中心点状排列的像控点布设方式，将相邻点间距控制在 9000 至 18000 像素之间，既可满足预设精度要求，又能有效降低外业工作量，显著提升整体作业效率。

关键词：动态后处理差分技术（PPK）；无人机倾斜摄影；像控点布设；精度分析

1　引言

近年来，无人机倾斜摄影测量软硬件设备不断发展与成熟，目前已广泛应用于多个行业与领域。无人机倾斜摄影测量技术能够在短时间内采集大量测区影像数据，通过内业数据处理后，生成满足不同应用需求的多种数字成果，如倾斜模型、数字高程模型（Digital Elevation Model，DEM）以及数字正射影像（Digital Orthophoto Map，DOM）等，大大改变了现有测绘作业方式[1-3]。由于无人机携带的是非测量相机，需要采集地面像控点进行图像校正，因此无人机航摄成果精度受像控点的布设方式影响很大，设计合理的像控点布设方案对于减少外业工作量、保障成果精度具有重要意义[4-5]。

针对像控点布设方法，不少专家学者开展了大量研究，如张欣欣等[6]采用多旋翼无人机搭载多镜头相机采集实验区影像数据，设计不同像控点布设方法，对生成的 DOM 与 DEM 成果精度进行分析；席思远等[1]采用航空三角测量方法，设计了 4 种不同的像控点布设方案，经过对比实验最终确定了最优布设方案，研究表明，该方案能有效消除倾斜摄影模型的系统性偏差。韩春华等[7]针对 1∶500 比例尺测图需求，系统比较了 3 种像控点布设方式的精度差异，实验数据表明，在测区边缘设置 5 个像控点的布设方式精度最高。随着动态后处理差分（post processed kinematic，PPK）技术在无人机倾斜摄影测量中的应用，外业像控点的布设数量得以有效减少。

在现有研究基础上，系统探讨 PPK 技术与无人机倾斜摄影测量的融合方法，旨在优化像控点的布设策略。研究共设计 3 种不同的像控点布设模式，分析各类模式下空中三角测量的解算精度。通过综合比较平面误差的稳定性与空间分布均匀性，选取一种既能保障精度又能显著减轻外业工作负荷的优化布设方案。

2　像控点测量精度控制

2.1　无人机倾斜摄影测量

PPK 技术是一种地理测量定位技术，可基于载波相位测量原理，根据接收机之间的相对位置实现流动站的厘米级定位[8-9]。

采用PPK后差分技术的无人机倾斜摄影测量方案，可实现 PPK 与倾斜摄影的集成。作业过程中，无人机搭载的流动站 GNSS 接收机需与地面基准站同步接收卫星载波相位观测值，通过内业数据处理与解算，获取影像的高精度位置坐标；引入摄影测量区域网平差方法，将图像外方位元素作为带权观测值参与计算，从而有效提升影像定位精度。

2.2　无人机区域网

基于 PPK 差分的无人机倾斜摄影测量，需构建无人机区域网，进行空中三角测量解算。空中三角测量主要包含 3 种计算模式，其中光束法区域网平差因理论体系完善、加密精度优异而更为常用。为提高相机曝光时刻外方位元素的解算精度，采用 GNSS/INS 组合导航系统与无人机倾斜摄影测量相结合的技术方案。

作者简介：茹双文（1999—），男，汉族，本科，助理工程师，主要从事工程测量、测绘地理信息技术等工作。

2.2.1 光束法区域网平差

光束法区域网平差通过整体平差方法处理区域网数据，核心在于利用误差方程求解影像外方位元素和加密点空间坐标。共线方程能精确描述像点、物点及投影中心之间的几何关系，其数学表达式如下[10]：

$$\begin{cases} x = -f\dfrac{a_1(X-X_u)+b_1(Y-Y_u)+c_1(Z-Z_u)}{a_3(X-X_u)+b_3(Y-Y_u)+c_3(Z-Z_u)} \\ y = -f\dfrac{a_2(X-X_u)+b_2(Y-Y_u)+c_2(Z-Z_u)}{a_3(X-X_u)+b_3(Y-Y_u)+c_3(Z-Z_u)} \end{cases} \quad (1)$$

式中，f为镜头中心至影像面的垂距，采用泰勒展开公式（1）进行解算，可获得更优的平差结果。

2.2.2 GPS辅助空中三角测量

将带权观测值输至光束法区域网平差，得到误差方程：

$$\begin{cases} H_x = At + Bx + Cc - K_x, M_x \\ H_c = E_x x - K_c, M_c \\ H_s = E_c c - K_s, M_s \\ H_G = \bar{O}t + Pr + Qd - K_G, M_G \end{cases} \quad (2)$$

式中，t为影像外方位元素，x为加密点坐标的改正数，d为天线中心偏移，c为自检校参数，A、B、C、O、P、Q为相应系数矩阵，M为权矩阵，K为常数项，H为残差，E为航向倾角，S为投影中心，G为影像内方位元素。

2.3 作业流程

研究构建的无人机倾斜摄影测量集成化作业流程如图1所示，该方法基于PPK后差分技术实现，主要包含飞行航线设计、像控点布设、数据采集及数据后期处理等步骤。

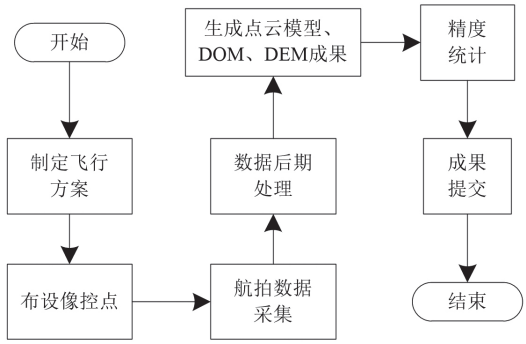


图1　基于PPK差分的无人机倾斜摄影测量

2.4 像控点布设

像控点布设时，要遵循如下原则[11-12]：

（1）特征标识优选准则。像控点布设时，优先考虑地形平坦、通视条件良好的开阔地带。预设点位确定后，宜选取斑马线交叉处、建筑物明显转角等具有高对比度的地物特征作为标识目标。为确保影像中像控点的可识别性，每个点位应设置辅助标识作为备份。影像采集过程中需采用多视角拍摄策略，包括远近景交替拍摄。

（2）空间均衡布设准则。基于PPK后差分技术的无人机航测作业可大幅减少像控点数量。基于精度要求与作业效率的平衡，研究设计了一种四周均匀布控、中间点状布控方案，将相邻像控点的平面距离限定在9000至18000像素，该间距设置既能满足精度控制要求，又可提高外业工作效率。

（3）像控点密度与分布原则。无人机航测像控质量受点分布与点密度影响，决定着后期建模精度，理论上，像控点布设越多，后期模型精度越高，然而，受工期、成本等因素影响，无法布设过多像控点。因此，可同时考虑精度与外业工作量，尽可能优化像控点分布与数量。

2.5 数据处理

PPK后差分技术数据处理采用徕卡测量数据软件BBC与中海达UBASE软件，向BBC软件中输入参数及各种航摄数据后，即可进行自动化解算，得到数字正射影像与数字高程模型。对于PPK模式下的POS数据，首先通过中海达UBASE软件进行运算，详细的数据处理流程如图2所示。

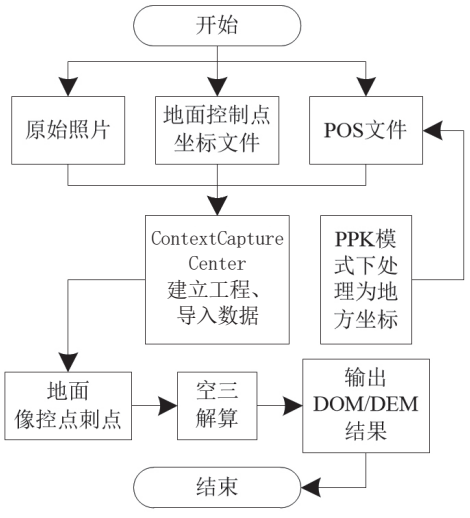


图2　无人机航测数据处理流程

3　实验与结果分析

3.1 实验准备

为验证方法的可靠性，选取某大学校区为实验区。实验区地势平缓，利于像控点布设。采用大疆Mavic 3 Cine无人机，搭载2000万像素双镜头相机，续航46min。使用中海达UBASE系列设备构建PPK系统，含地面基

站与处理软件。航摄高度500m，地面采样距离5.6cm，飞行速度8m/s，航向与旁向重叠率分别为85%和75%。通过6个架次飞行，共获取802张有效影像。

3.2 像控点布设方案

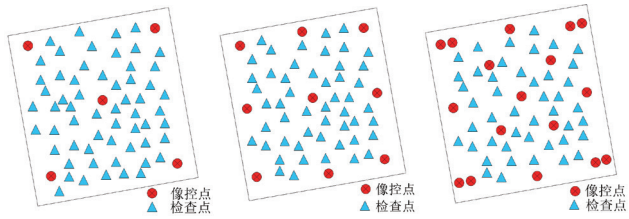
像控点的空间分布及数量对空中三角测量解算精度具有显著影响，然而精度提升并不单纯依赖于像控点数量增加或分布均匀。基于此，在实验区共布设58个像控点，有针对性地设计3种差异化像控点布设方案，系统评估不同布设方案的实际效果与适用性。

（1）方案一：在区域网四角及中心位置各布设1个像控点，共计5个像控点；同时将53个校验点均匀分布于整个区域网，用于精度验证，如图3（a）所示。

（2）方案二：采用区域网四周均匀布设、中间点状布控的布设方式，将相邻像控点间距控制在9000至1800像素，共设置9个像控点。为进行精度评估，另布设49个均匀分布的检验点，如图3（b）所示。

（3）方案三：在区域网均匀布设9个像控点，按照点组方式在4个角点增加8个像控点，共布设17个像控点，其余41个像控点作为检验点均匀布设在区域网内，布设方案如图3（c）所示。

根据图3的像控点布设方案，利用PPK后差分技术进行无人机倾斜摄影测量时，系统比较了多种像控点布设方案对最终成果精度的影响，重点考察了不同布点方案与测量精度之间的关联性。



（a）方案一　（b）方案二　（c）方案三

图3　不同像控点布设方案

3.3 空中三角测量解算成果精度对比分析

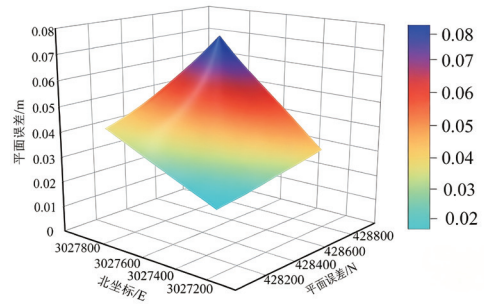
根据像控点进行空中三角测量解算，得到三维模型坐标，对比像控点、检查点坐标，结果如表1所示。由表1可知，方案一的平面中误差、高程中误差比方案二、方案三大，方案二、方案三的平面中误差、高程中误差相差不大，但方案二的高程中误差较方案三略高。方案二较方案一增加了4个像控点，空中三角测量解算精度有较大提升；方案三较方案二增加了8个像控点，空中三角测量解算精度没有明显提升，表明方案二能在较少像控点的情况下实现较优的解算精度。由此可知，在一定像控点密度内，增加像控点数量能提升空中三角测量解算精度，但是当布设密度达到9000至18000时，精度提升并不明显。经分析发现，在3个测试方案中，仅方案一未能满足《数字航空摄影测量空中三角测量规范》（GB/T 23236—2009）精度指标，方案二和方案三测量结果均能满足规范要求。

表1　不同像控点布设方案的空三精度

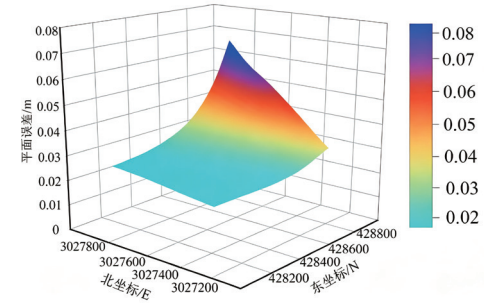
误差类型		像控点布设方案		
		方案一	方案二	方案三
像控点	平面最大误差	0.375	0.057	0.058
	平面中误差	0.211	0.041	0.042
	高程最大误差	1.103	0.038	0.035
	高程中误差	0.421	0.029	0.026
检查点	平面最大误差	0.289	0.139	0.108
	平面中误差	0.147	0.055	0.054
	高程最大误差	1.232	0.149	0.135
	高程中误差	0.643	0.141	0.097

3.4 平面误差稳定性与均匀性分析

通过绘制方案二、方案三的平面误差三维拟合分布图，验证两种方案的精度稳定性与均匀性，结果如图4所示。方案二的整体误差均匀性较大，东北部误差较西南部更高，主要由于东北部建筑物较多。方案三通过增加像控点布设密度，有效改善了三维拟合平面的稳定性和总体误差分布的规律性，但优化幅度相对有限。从精度稳定性与误差分布均匀性两个指标来看，两种方案在相同实验环境下的表现差异并不明显。因此，在实际工程测量应用中，两种布设方案均具有较高的实用价值，可根据具体需求进行选择。



（a）方案二



（b）方案三

图4　平面误差三维拟合对比

3.5 DEM 数字高程模型精度分析

对比方案二、方案三基于像控点布设生成的数字高程模型（DEM），统计模型总体高程中误差，结果如图 5 所示。方案二、方案三的高程中误差存在差异，方案三精度更高，但整体上二者差距不大。

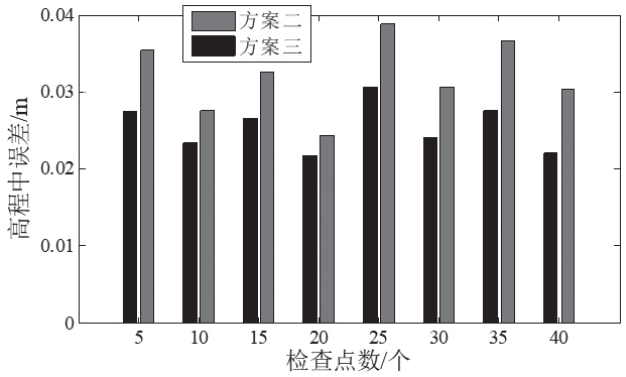


图5　高程中误差分布

实验结果表明，基于 PPK 后差分技术的无人机倾斜摄影测量，采用方案二四周均匀布控、中心点状布控的方式，同时将相邻像控点距离控制在 9000 至 18000 像素，能够有效减少外业像控点布置，实现 DEM 的高精度建模。基于方案二生成的实验区局部 DOM 与 DEM 成果如图 6 所示。



（a）DOM



（b）DEM

图6　实验区局部DOM与DEM成果

4　结束语

研究在无人机倾斜摄影测量中应用 PPK 后差分技术，选取四周均匀分布与中心点状集中分布的像控点布设方式，作为实验设计基础。实验结果表明：

（1）通过实施 3 种不同的像控点布设方案，发现采用四周均匀分布和中心点状集中分布能有效提升空三解算精度，增强平面误差的稳定性和均匀性。（2）通过合理设计像控点密度，结合实际航摄区域面积进行测算，得出结论：相邻像控点间距控制在 9000 至 18000 像素，可保证成果精度，减少外业像控点布设数量。

研究提出基于 PPK 差分的像控点布设方法，可确保成果精度、减少外业工作量、提高作业效率，具有较好的推广价值，为城市测绘、地形建模、工程监测等提供高效可靠的技术模式；其布设原则与精度控制方法有助于规范作业流程，推动倾斜摄影在高精度测绘中的应用。未来可结合不同地形与尺度场景，进一步融合智能布点算法，实现像控点布设的自动化。

参考文献

[1] 席思远,张西童,王宁,等.倾斜摄影设备选型及像控点布设对高精度实景三维模型重建的影响[J].测绘通报,2022(10):86-92.

[2] 刘亚林.无人机数码航摄技术在铁路勘测中的应用[J].测绘通报,2022(S2):72-76.

[3] 周靖鸿,邓勇,张达,等.倾斜摄影测量像控点数量对模型精度影响研究[J].测绘与空间地理信息,2022,45(7):212-214,217.

[4] 解维果,章汉武,吴建华.无人机航摄中虚拟基站和物理基站PPK精度对比分析[J].测绘标准化,2022,38(2):33-36.

[5] 李志娟,李慧,刘建军,等.利用稀少卫星影像控制点生产1:10000 DOM：以阿拉善盟测区为例[J].测绘通报,2022(3):143-147.

[6] 张欣欣,王双亭,李英成,等.轻小型无人机飞控测姿数据辅助测图精度分析[J].测绘科学,2019,44(5):102-109.

[7] 韩春华,郭健,李源,等.一种面向带状复杂区域倾斜摄影航线优化方法[J].测绘科学,2023,48(2):106-114.

[8] 胡玉祥,尹相宝,张洪德,等.GNSS PPK动态后处理测量作业模式与应用分析[J].测绘与空间地理信息,2022,45 (11):65-66,70.

[9] 任高升,李明峰,陈宁宁,等.无人机PPK技术支持下的河道测量与精度分析[J].测绘通报,2021(3):100-104.

[10] 李云星,李俊仪,李如川.无人机低空倾斜摄影测量产品质量研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46 (3):175-178.

[11] 闫宏昌,罗玉恒.像控点设计方案对正射影像与三维倾斜模型的精度影响[J].北京测绘,2023,37(4):536-541.

[12] 陈鹏飞,胡海峰,康旭刚,等.后差分技术及像控点密度对无人机摄影测量精度影响研究[J].测绘通报,2017,(11):144-147.

流式数据加密算法在城市生命线系统中的应用

邵改革

（中建国信大数据集团有限公司，河南 郑州 450000）

摘　要：为解决城市生命线系统平台在构建过程中数据交换的安全性问题，研究针对流式大数据传输提出一种加密解密算法。依托基础对称加密算法，通过算法流程将时间戳信息、随机数、应用密钥进行组合，结合时间信息自定义加密算法，能够实现动态密钥对数据的加密，有效解决加密算法密钥泄露引起的安全问题。该算法在城市生命线系统中制定了流式数据交换协议标准，在数据传输过程中使用密文确保数据安全性和保密性，在实际应用中得到有效验证。

关键词：流式数据；加密算法；城市生命线；数据交换标准

1　引言

城市基础设施生命线安全工程建设项目是推进城市数字化转型、智慧化发展的关键之举，也是推动城市治理体系和治理能力现代化的必然要求。城市生命线系统通过对接城市燃气、供水、排水、热力、桥梁行业监测专项的风险隐患数据、监测数据、报警信息等，实现对城市生命线的实时监测，并通过数据处理分析，提供安全风险决策建议，为管理及决策提供支持，提高城市精细化管理服务水平[1]。在城市生命线关键基础设施上部署前端物联网感知设备，实时监测数据通过网络传输给后端服务器，后台需要接收大量的流式数据，并且这些流式数据会在不同网络、不同软件系统间传输交换，以实现数据同步和实时显示的功能[2]。城市生命线实时监测流式数据往往包含坐标和敏感的设备信息，数据传输与交换的安全性和保密性成为系统构建过程中一个重要环节，必须通过加密手段对流式数据进行保护[3]。

目前，批量数据加密算法的研究比较成熟，主要包括 DES、3DES、RC、IDEA、RSA、DSA、AES 等，但针对流式数据的加密研究较少。数据交换加密不管采用何种加密算法，都需要用户持有固定的密钥，一旦密钥泄露，数据交换将存在重大安全漏洞。如果此时变更密钥，所有系统都要同时变更修改，增加系统复杂性和维护成本。研究以通用数据加密算法为基础，采用动态密钥方式，制定标准流式数据交换格式，实现对流式数据的加密保护，提高不同系统间数据交换的安全性。

2　关键技术

2.1 流式大数据

与批量数据不同，流式数据是一种动态、实时生成和传输的数据格式，常以连续方式生成，源源不断地产生新数据，这些数据按照时间顺序排列，形成数据流[4]。在城市生命线基础设施上部署安装的物联网传感设备，在采样间隔内会不断产生监测数据，同时以数据记录的形式发送，是一个随时间无限增长的动态数据集合[5]。每一个传感器都可视为一个实时或接近实时的数据源，物联传感设备产生的数据是典型的流式大数据。常见的流式大数据处理框架有 Apache Storm、Apache Spark、Apache Samza，能在毫秒级完成流式数据处理，用于时效性较强的场景。

2.2 MQTT 传输协议

MQTT 是一个轻量级的发布 / 订阅消息传输协议，专为受限设备和低带宽、高延迟或不可靠网络设计，是连接物理世界设备和数字世界平台的桥梁，具有报文结构简洁、功耗低、传输可靠等特点，依托轻量、高效、易实现优势，广泛用于物联网、移动互联网、智能硬件、车联网、电力能源等领域。MQTT 采用典型客户端 - 代理（Client-Broker）架构，实现松耦合消息交换，客户端可发布消息或订阅主题，代理 Broker 负责消息分发，实现一对一和一对多通信。城市生命线系统数据交换和同步使用 MQTT 协议，实现流式数据集成和分发，解耦不同系统的关联性，提高数据推送的可靠性。

基金项目：产业研发联合基金（编号：CYJJ20250005）

作者简介：邵改革（1990—），男，汉族，硕士，工程师，高级系统架构师，主要从事空间数据挖掘工作。

2.3 AES 对称加密

AES 是一种对称密钥算法，是目前使用最广泛的数据对称加密算法。AES 以高效性、安全性和灵活性，成为保护数字信息的黄金标准，广泛应用于数据传输、存储加密、网络安全等领域。它基于分组密码设计，在加密和解密过程中使用相同密钥，将数据分割成固定大小的块数据进行加密处理。城市生命线流式数据交换的底层使用 AES 加密算法，通过制定流式数据交换标准格式，加入自研密钥动态加密算法，避免因密钥泄露影响系统安全，构建了一套安全可靠的数据加密体系，为城市生命线综合监测预警系统的数据传输和交换提供了高效、安全的数据保护能力。

3 流式数据加密算法

3.1 身份授权验证与加密

城市生命线系统要求根据数据使用场景制定相应的防护技术措施，对关键业务应用和重要数据等实施安全防护，减少系统攻击，防止数据泄露，对重要数据实施加密存储，确保数据安全。在实施过程中，针对业务数据资产，根据等级保护安全要求，建立数据访问控制体系，对敏感信息采用动态脱敏，对用户访问行为进行全面审计，防范数据丢失、泄露、未授权访问等安全风险。身份授权验证是数据交换和 API 接口访问的重要安全措施，通过验证人员或设备的标识信息，确保数据访问的安全性和可控性。系统中身份授权验证通过组合时间信息、随机数、应用密钥，使用自定义加密算法对时间信息进行加密，并将加密后的时间戳信息、随机数、应用密钥拼接起来，使用系统统一密钥再次对拼接后的字符串进行 AES 对称加密，最后生成授权的 token 信息，如公式（1）所示。应用密钥由系统平台统一授权发放，具有固定长度。

$$\text{token} = \text{AES 加密算法（自定义加密算法（时间戳）+ 4 位随机数+应用密钥）} \quad (1)$$

系统进行 token 验证，首先使用平台统一密钥对 token 解密，然后使用自定义加密算法对时间戳信息进行解密，得到明文的时间信息，验证时间不超过 5min，最后对比授权应用密钥是否在系统 redis 中的密钥池，上述任何一步出现问题则返回，验证失败。

自定义加密过程构造映射 F：$R \to T$，R 表示 $P[x]$ 的多项式，T 表示小于 256 的非负整数，定义函数 $P(i)=T(\text{mod } 256)$。显然，当 F 为双映射时，由初等数论同余性质可得：

$$f(r1+r2)=(t1+t2)\text{mod } 256=t1(\text{mod } 256)+t2(\text{mod } 256)=p(r1)+p(r2)$$
$$p(r1\times r2)=t1\times t2(\text{mod } 256)=t1(\text{mod } 256)\times t2(\text{mod } 256)=p(r1)\times p(r2)$$

故 F 映射保持加法乘法的封闭性。

由一元多项式环的性质可知，多项式乘法满足交换律，即 $l(x)\times s(x)=s(x)\times l(x)$，满足域的交换条件，由群定义知逆元必唯一，满足域的逆元条件。

3.2 数据交换标准

城市生命线系统纵向在上下级城市大脑相关业务平台开展数据交换，支持将数据推送上级单位与下级单位的数据接入，横向将城市生命线系统中安全运行监测的相关数据共享给有关单位，因此需制定数据交换格式和技术标准，构建统一的数据服务总线，实现数据 API 服务统一管理，提供 API 快速生成能力和对外服务能力[6]。通过开放相应数据共享接口，与应急、城建、交通、水利、消防等部门及企事业单位、社区、街道安全联动，将相关报警提示信息推送给相关人员。城市生命线系统中数据交换标准统筹考虑业务需求与交换协议要求，为方便解析与展示按照 json 格式组织，制定的标准流式数据交换格式如下：

```
{
    "producer":"生产者",     // 必填
    "timestamp":"时间戳",    // 必填
    "token":"授权 token",    // 必填
    "message":"附加信息说明",    // 必填
    "state":"状态",          // 必填
    "size":"数据条数或大小",     // 必填
    "uid":"唯一标识",        // 必填
    "jsondata":"实体数据，json 格式标准，支持数组", // 必填
    "con":"数据库连接字符串",    // 非必填
    "layer":"图层或表名",        // 非必填
    "operation":"数据操作 :query,add,edit",    // 非必填
    "idfield":"id 字段",         // 非必填
    "queryfields":"查询字段说明",    // 非必填
    "queryvalues":"查询字段的值",    // 非必填
    "type":"数据存储类型"    // 非必填
    ……
}
```

3.3 算法流程

流式数据加密算法流程如图 1 所示，具体如下：

（1）前端按照 API 接口的统一规范，设置请求参数，

按照身份授权验证方式生成 token，发起 Http 请求；

（2）后台接收到请求，处理请求参数和请求过程，获取前端请求参数中的 token；

（3）验证请求授权 token，对 token 的解密算法进行验证，解密算法错误，则返回请求缺少授权；使用自定义加密算法对时间信息进行解密，得到明文的时间戳；验证解密后的时间戳，时间超过 5 分钟，则返回请求授权超时；最后验证应用密钥，如果后台没有授权记录，则返回授权身份错误；

（4）身份授权验证通过后，处理请求，后台程序从数据库获取符合要求的结果集，将结果集 json 格式化；

（5）生成返回结果的加密密钥，密钥生成方式参考身份授权验证流程，主要有时间戳、随机数、应用密钥，按照自定义加密算法加密当前时间，将密文时间、随机数、应用密钥拼接起来，基于平台统一密钥对拼接后的字符串使用 AES 加密，生成加密字符串 token；

（6）将上一步的时间戳加密字符串作为密钥，使用 AES 对称加密算法，对要返回的数据结果集进行加密，将返回数据的明文转换为密文。

（7）将加密后的 token 和密文同时返回给发起请求的前端；

（8）前端对接收到的数据进行处理，先解密 token，然后截取加密后的时间戳，按照步骤（3）对 token 进行验证，验证不通过则丢弃数据；

（9）验证 token 通过后，对数据进行解密，得到数据的明文，对返回结果进行展示。

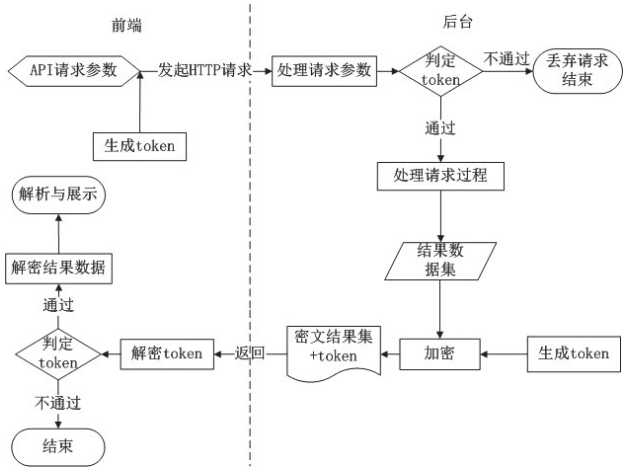


图1　算法流程

4　应用示范

根据三门峡市城市生命线综合监测预警项目的实际建设需求，遵循数据交换标准和安全性要求，将流式数据加密算法应用于城市生命线系统。平台以物联网、云计算、大数据、BIM、GIS 等信息技术为支撑，构建集城市风险识别与隐患排查治理、动态风险监测与预警、辅助决策与应急联动处置为一体的智慧城市体系，全面感知城市运行状况，实现整体监测、实时感知、早期预警和高效应对。通过在城市生命线关键基础设施上部署物联网感知设备，建设城市生命线安全工程数据库，搭建城市运行监测感知网络，实现城市生命线安全监测，为城市安全发展提供坚实保障。

流式数据加密算法应用于城市生命线综合监测预警系统、燃气安全监测系统、排水防涝安全监测系统、供水管网安全监测系统、桥梁安全监测系统等平台的数据加密与解密，确保平台间数据交换安全，部分算法源代码如下：

```
//javascript 脚本
var data = {};
// 加密步骤，上传数据时使用
// 初始化对象
var dataCoder = new DataCoder();
// 生成加密 token
var token = dataCoder.getEncodeKey();
data ="{\"producer\":\"生产者\",\"timestamp\":\"
时间戳 \",\"token\":\""+token+"\","+
"\"message\":\" 附加信息说明 \",\"state\":\"
true\",\"size\":\"25\","+
"\"uid\":\"12\",\"jsondata\":\"json 格 式 实
体数据 \",\"con\":\" 数据库连接字符串 \","+
"\"layer\":\"userinfo\",\"operation\":\"a
dd\","+
"\"idfield\":\"id\""+
"}";
console.log(" 加密之前的数据 :\n"+data);
// 执行加密
var input = dataCoder.encrypt(data, token);
input = token+input;
console.log(" 加密之后的数据 :\n"+input);
// 解密步骤，获取数据时使用
data = "{\"code\":\""+token+"\",\"data\":\"
"+input+"\"}";
var out = dataCoder.alldecrypt(input);
console.log(" 解密之后的数据 :\n"+out);
```

流式数据加密算法使用动态 token 密钥进行加密，

即使是相同的数据请求，在不同时间段生成的加密结果也不同，有效避免密钥泄露导致的数据泄密。该算法在保证安全性的情况下提高加密解密速度，在身份授权验证中逐级分段解析，截断绝大多数非法请求，避免直接查询令牌数据库，减轻了授权服务器压力，提高了服务接口响应效率。数据加密解密效果如下：

（1）数据加密解密效果 1

加密之前的数据如下：

{"producer":"生产者","timestamp":"时间戳","token":"ADH7J9D3J3FOI8H8","message":"附加信息说明","state":"true","size":"25","uid":"12","jsondata":"json 格式实体数据","con":"数据库连接字符串","layer":"userinfo","operation":"add","idfield":"id"}

加密之后的数据如下：

ADH7J9D3J3FOI8H818iqXrpvf4OHATxntNbMvNFEIPTMY28S40aM64hol+mh2QA4NcdLp8x8I7nYfNE4veJFx6HywsJyekqXD4yN2A5c+XFyjcUPBI48csJkaRltynVr5YgGoM2joAM+ZOB1I6bwxQnISAllYBJBffNRS7QkyH4VnTu1Q5O3KaWtVAQyCWkv2myFAzrbWXDOU3Pc1DarVkMCqoki1eHVIphZhgAmFCY5Z+yMSyKmUX2dktnReobGHEYheYorXoMDNqNdX7OQ4/quxdx/sOCAVYs+CguzeSaUu1iXZuzqPNcpKSmqXOgqIkTyZu5dwOGACd11JPS73tKuxgIVznRDuwDwOJRTYmUxxxsuEMpxpQe3WHw=

20260724142344 use datacoder js api ......

解密之后的数据如下：

{"producer":"生产者","timestamp":"时间戳","token":"ADH7J9D3J3FOI8H8","message":"附加信息说明","state":"true","size":"25","uid":"12","jsondata":"json 格式实体数据","con":"数据库连接字符串","layer":"userinfo","operation":"add","idfield":"id"}

（2）数据加密解密效果 2

加密之前的数据如下：

{"producer":"生产者","timestamp":"时间戳","token":"ADH7J9D3J3G4I8F1","message":"附加信息说明","state":"true","size":"25","uid":"12","jsondata":"json 格式实体数据","con":"数据库连接字符串","layer":"userinfo","operation":"add","idfield":"id"}

加密之后的数据如下：

ADH7J9D3J3G4I8F1ktBp4lW5vDaEZesD/R6w0pl5pWZaul+ysUnlHw57fGm2tgVvATKuE/MFwNiSdYhzH6ceAU4lFi5Dw3wDGTNmZM24VOKcBcxaC44ktaPCCQkX29RJGppdC/RByzSJI/nDLaBzD8gekFBb1N+Y1+XoeReD00J7NWpzlddK2ZurHmyidZSmOqGNN/z4GoYQWhZOIZoXplz7wW5VZFWwC7y6z7Njz7IB+A1UdyQbyQDHvkdTC/FST4m6/U5gvNIZNfsPA/3QeIcHt1RFId/UHfNRBASqh+HgAkAclAa3Zb6vo10Uq3/6PHuYCknKwXiMvoAL5ys3q4BlkwvU1vse+1J+A+7YK5Qc8lYFuVWF+DyTfEI=

20260724144638 use datacoder js api ......

解密之后的数据如下：

{"producer":"生产者","timestamp":"时间戳","token":"ADH7J9D3J3G4I8F1","message":"附加信息说明","state":"true","size":"25","uid":"12","jsondata":"json 格式实体数据","con":"数据库连接字符串","layer":"userinfo","operation":"add","idfield":"id"}

5 结语

城市生命线系统建设过程中存在与物联网设备、不同系统间的数据对接场景。研究提出的流式数据加密算法在实际应用中取得了较好效果。工程实践中，应统筹考虑算法的复杂度、安全性要求、程序响应性能等方面，借鉴成熟案例，制定统一的数据交换和系统安全规范[7]。同时，该算法需自定义时间戳加密方案，同步发布经代码混淆处理后的程序文件，对系统开发人员是一个挑战。随着通用加密算法的不断升级，在后续系统开发工作中，还需持续优化加密手段，完善加密标准和业务流程，保障数据共享与交换安全。

参考文献

[1] 宋华昉,肖玥,姜薇.城市基础设施生命线安全工程标准体系框架研究[J].标准科学,2026(3):125-133.

[2] 包旻,袁天逸,金磊.基于数据要素的城市生命线综合监管体系构建:公用全域一体化的“常州实践”[J].中国建设信息化,2026(5):58-61.

[3] 董利军,赵阳,陈胜.多源异构数据融合技术在地铁城市生命线管理平台中的应用[J].网络安全和信息化,2025(11):63-65.

[4] 肖湘蓉.无线传感器网络流式数据安全研究[D].湖南大学,2010.

[5] 王娟,舒林新.水利云环境下多源异构数据流式处理框架研究[J].软件,2025,46(07):94-96.

[6] 陈晓峰,成亚勇.时序大数据流式计算处理在航天测控中心系统设计的应用研究[J].中国新通信,2024,26(12):17-19.

[7] 邵改革.程序代码可控性研究[J].软件导刊,2017,16(01):124-126.

基于AI-OCR的自然资源历史档案智能矢量化与数据资产化研究——以南阳市试点为例

郭克楠

（南阳市自然资源和规划发展研究中心，河南 南阳 473000）

摘　要：自然资源历史档案是国土空间治理的重要基础数据资源，长久以来以纸质档案形式保存，具有非结构化程度高、数字化周期长、价值发挥困难等特点，为解决传统人工矢量化效率低、质量不稳定等问题，运用AI-OCR技术打造“智能矢量化—标准化治理—资产化入库”完整处理流程，实现纸质自然资源历史档案向结构化空间数据的转换，结合南阳市已建成自然资源数据库、空间地理数据库的有利基础条件，以此拓展数据在国土空间规划、耕地保护、地质灾害防治等方面的应用场景，形成一套可落地的数字化实施方案，并结合南阳样本试点验证成果，为基层自然资源部门历史档案数字化、数据资产化建设提供参考。

关键词：AI-OCR；自然资源历史档案；智能矢量化；数据资产化；南阳市

1　引言

数据作为数字经济时代的重要生产要素，其在自然资源管理方面的支撑作用愈加显现，自然资源历史档案保存着不同时期国土空间利用、地质构造、资源分布等信息，是进行国土空间规划、资源保护、灾害防治的重要依据。自然资源部印发的《关于加强地质资料管理的通知》（自然资规[2025]1号），特别强调加快存量历史档案数字化建设，构建统一的自然资源时空大数据，实现历史数据与现状数据的融合应用。

南阳市在2020年完成河南省首个市级自然资源和空间地理数据库建设，把全市现状空间数据整合入库，为“智慧自然资源”建设奠定基础[1]。但许多纸质历史档案仍未数字化，包括1∶1万地形图、土地利用现状图、地质普查图、矿产资源分布图等，这些档案无法与现状数据库对接进行时空对比分析，影响国土空间治理的精细化水平。传统历史档案矢量化以人工描图、属性录入为主，全市所有档案矢量化完成需要3～5年，直接成本超200万元，人工操作还容易造成位置偏移、属性错漏等问题，数据质量难以保证。近年来，光学字符识别（OCR）技术与深度学习结合，能为非结构化数据的自动化处理提供新的技术支撑，李莉研究OCR技术在历史档案数字还原中的应用，提出前端采集优化、版面规则细化等处理策略[2]；田鹏辉等结合图像预处理技术与卷积神经网络，提高复杂背景图像文字识别准确率[3]；李文辉提出栅格与矢量相结合的智能数据采集方法，实现历史文化街区地图的智能矢量化[4]。但现有研究多是单技术环节优化，缺少智能矢量化与数据资产化结合的解决方案。

研究以自然资源历史档案数据资产化为目标，构建“智能矢量化—数据标准化—资产化管理”的技术框架，采用开源工具链设计低成本、易操作的处理流程，结合南阳市实际情况，设计分阶段实施路径与保障措施，并通过小范围试点完成可行性验证，为盘活存量历史档案资源、提升自然资源数据管理水平提供支撑。

2　自然资源档案数据资产化内涵与现存问题

2.1　数据资产化内涵与阶段划分

自然资源历史档案数据资产化，是运用数字化、矢量化、标准化技术，把纸质载体的非结构化档案转换成可机读、可共享、可分析的结构化空间数据，实质是把档案从物理存储介质转换成可重复使用的数据资源，让历史数据在自然资源管理中发挥作用。

整个数据资产化过程可分为三个阶段：第一阶段是将原版资料做初步数字化处理——以扫描方式转为栅格图像，解决档案物理保存问题；第二阶段是在栅格图像基础上开展智能矢量化处理，将其中具有属性信息的数据提取成矢量数据，并完成数据结构化；最后阶段是资产化管理，对矢量数据进行标准化治理和统一入库，建立数据管理与共享机制，支撑各类业务应用，智能矢量化是连接基础数字化与资产化管理的桥梁，直接关系到数据资产的质量和可用性[5]。

作者简介：郭克楠（1984—），女，汉族，本科，工程师，主要从事自然资源信息化及平台应用、国土空间地理信息数据治理等工作。

2.2 南阳市历史档案数据资产化的主要问题

南阳市自然资源历史档案在数据资产化过程中面临三大难题：第一，非结构化数据矢量化困难。现有存量档案多为蓝晒图和手绘稿，因保存环境不佳，褪色、褶皱、污渍、线条模糊等问题较多。同时，档案内容混杂手写批注、打印件及各类专业符号，导致传统纯人工处理模式效率瓶颈凸显，严重制约数字化工作的推进。第二，数据质量和规范性难题。不同时期、不同机构形成的档案，在坐标系统、数据格式、属性列表等方面缺乏统一标准，手绘线框及录入信息过程中人员技术水平不同，影响线条质量和信息准确性，导致数据衔接十分困难。第三，数据价值难以有效发挥，纸质档案无法与南阳市已建成的自然资源空间数据库对接，不能进行时空叠加分析，在国土空间规划编制、耕地保护动态监测等工作中，无法利用历史数据进行演变规律分析，影响决策的科学性和前瞻性。

3 AI–OCR 智能矢量化与数据资产化流程

研究采用 PaddleOCR+QGIS+PostgreSQL 开源工具集，可节省商用软件资金投入，降低基层单位实施成本。技术架构如图 1 所示分为四个层次：图像预处理、AI 智能识别与矢量化、数据标准化治理、资产化入库与管理，实现纸质档案到数据资产全流程处理。

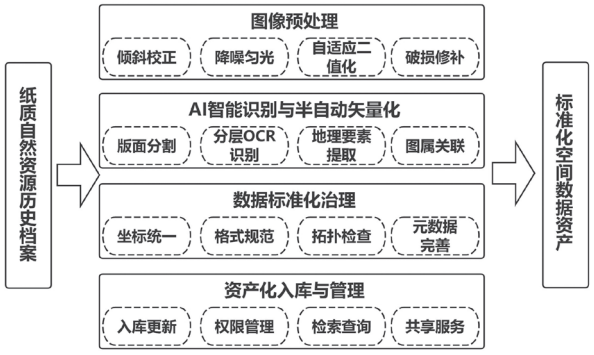


图1 基于AI-OCR的自然资源历史档案数据资产化技术架构

3.1 图像预处理模块

对于历史档案普遍存在倾斜、破损、褪色、噪声等质量问题，运用多级图像增强技术进行预处理，为后续要素识别、矢量化提供高质量的图像输入。首先用霍夫变换检测图像的倾斜角度，并自动校正，同时裁剪图像多余边缘，修补页面破损、折痕，恢复档案原始页面形态；然后用中值滤波去除图像椒盐噪声、高斯滤波去除高斯噪声，用光照均衡算法调节图像亮度分布，解决蓝晒图褪色、明暗不均等问题；最后用自适应阈值二值化算法，根据图像局部亮度变化调整阈值，既保留线条、文字细节，又去除背景纹理干扰。

3.2 AI 智能识别与半自动矢量化模块

该模块是历史档案数据资产化过程中的关键技术环节，运用深度学习、地理信息处理技术，实现图像地理要素、文字属性信息的自动提取，提高数据处理效率。先进行版面智能分析，运用深度学习语义分割模型，把扫描图像自动分为图形区、文字区两个部分，图形区包括等高线、地类边界、断层线、河流等空间地理要素，文字区包括地名、高程值、地类代码、地层代号等属性信息，为分类型处理奠定基础。

根据文字的不同特征，运用分层智能识别方法，用通用 OCR 模型直接识别清晰的印刷体文字，识别准确率在 95% 以上；对南阳地区自然资源档案中特有的地层代号、乡镇地名、矿种名称等词语，先单独收集整理成本地专业术语库，对 OCR 模型进行本地化训练，专业术语识别准确率在 90% 以上；对档案中的手写体标注，用手写体 OCR 模型识别，字迹清晰的标注识别准确率在 85% 左右，对模糊不清或无法准确识别的标注，自动标记为待人工复核项，交由人工进一步识别。

在要素识别基础上进行半自动矢量化。利用轮廓跟踪算法自动提取等高线、道路、河流、地类边界等线性要素，利用形态学运算自动修补线条断裂、交叉等错误；利用提取的封闭线性要素自动生成地块、湖泊、植被区等多边形面要素；提供交互式编辑工具，由操作人员对 AI 不易准确识别的等高线密集区、断层交错区等进行人工修正，使总体人工干预率控制在 20% 以内 [6]。地理要素矢量化完成后，系统依据文字要素坐标位置，自动建立文字信息与对应地理要素的空间映射关系，把 OCR 识别的属性信息批量赋给图形要素的对应属性字段，如高程值对应等高线，地类代码对应地块，实现图形信息与属性信息的整合存储。

3.3 数据标准化治理模块

按照各类国土空间数据标准和自然资源数据汇交规范进行矢量化、数据标准化，保证数据通用性和兼容性。一是坐标系统一，将所有数据转换为 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），采用高斯 - 克吕格投影；二是数据格式统一，将矢量数据转换为标准 SHP 格式，按国家标准统一属性字段的名称、类型、长度；三是拓扑关系检查，自动检查多边形重叠、缝隙、线要素自相交等拓扑错误，保证数据空间一致性；四是元数据完善，自动生成元数据信息，如数据来源、生产时间、坐标系、精度、处理人员等，为数据管理和溯源提供

依据[7]。

3.4 资产化入库与管理模块

将标准化后的矢量数据批量导入南阳市自然资源与空间地理数据库和南阳市国土空间基础信息平台，形成历史档案数据资产库，实现统一管理及共享服务。①数据入库：支持批量数据及单个数据入库，并支持增量更新功能，建立数据版本控制体系，跟踪数据变化和更新状态；②权限管理：对不同用户的访问进行权限设置，保障数据安全；③检索查询：提供空间查询、属性查询、时空查询等各类查询方式快速检索所需数据；④共享服务：提供标准的 OGC 数据服务接口，为国土空间规划等业务系统提供数据支撑。

4 南阳市数据资产化实践验证

结合南阳市自然资源信息化建设现状，研究采用“试点先行、分批推进、急用优先”原则，分三个阶段实施，依据技术流程测算，预计 10 至 12 个月可完成全部存量历史档案的数据资产化工作。

4.1 实施组织与基础保障

研究构建了多方协同实施体系。南阳市自然资源和规划局发展研究中心作为主导单位，全面统筹进度控制与成果管理；河南省测绘院作为技术支撑单位，负责全周期技术指导与人员培训，牵头组建技术攻关组。在基础保障层面，软件环境涵盖数据预处理、人工智能模型本地化迁移学习、人工审核及数据库维护等全链条功能；硬件环境则充分依托现有服务器架构，仅需增配 3 台高性能计算机即可满足算力需求，有效避免了大型硬件设备的重复购置。

4.2 分阶段实施计划

第一阶段，为检验技术方案的适用性，先期开展试点验证及标准编制，选择 10 幅包含 1∶1 万地形图、土地利用现状图、地质普查图的典型档案为测试样本。基于该样本集，构建南阳本地自然资源专业术语库与手写体样本库，进而实现 AI-OCR 模型的本地化迁移适配与流程参数优化。在此基础上，编制《南阳市自然资源历史档案智能矢量化技术规范》《数据质量检查验收标准》等技术文件，最终完成试点数据的矢量化提取、标准化治理及入库测试。

第二阶段，规模化处理与资产化入库期（周期 6 至 8 个月）。目前仅完成空间规划类历史档案批量加工，用地报批历史档案入库正在推进，耕地保护、地质普查、矿产资源等存量历史档案暂未开展规模化矢量化处理。该阶段引入流水线作业模式，将处理流程解耦为扫描预处理、AI 识别与矢量化、人工复核、标准化治理及数据入库五个环节，实行专岗专责，日均处理能力达 5 至 8 幅。为保障数据质量，研究构建了“三级质检”体系：首先系统自动校验属性缺失、拓扑错误等共性缺陷；其次作业小组交叉复核 AI 识别的异常内容；最后发展研究中心以不低于 20% 比例执行终验抽检。入库策略遵循“急用优先”导向，优先响应国土空间规划、耕地保护及地质灾害防治等核心业务，将合格数据资产分批接入市级自然资源空间数据库，逐步构建完整的历史档案数据资产库。

第三阶段，系统集成与成果转化期（周期 1 个月）。核心任务是将分批建成的历史档案数据集整合为完整数据资产库，与南阳市国土空间规划“一张图”实施监督信息系统深度集成，实现历史数据与现状数据在时空维度的叠加分析。同时面向各业务科室开展专项应用培训，确保工作人员熟练调用历史数据档案。

4.3 成本与效益分析

研究全程依托开源工具链搭建，无需购置商用软件授权，项目支出测算以作业人员薪酬与既有硬件设备折旧为主。经样本试点推演测算，相较于传统全人工矢量化模式，整体投入约为传统作业方式的四分之一，可降低基层自然资源部门的矢量化经费支出。

智能化批量处理结合流水线作业模式，可大幅压缩存量历史档案的整体处理周期，较传统逐幅人工描图的作业方式效率提升明显，能提前释放历史档案的数据价值；数据质量上，AI 算法提取要素标准统一，可规避人工操作带来的个体水平差异，再叠加三级质检制度的逐级校验，数据精度与拓扑合规性优于传统人工矢量化结果，质量稳定性更有保障。

4.4 数据资产价值释放与应用前景

南阳市自然资源历史档案数据资产化，将形成覆盖全市、时空连续的自然资源大数据体系，在多个领域发挥重要作用。

4.4.1 国土空间规划

利用不同时期土地利用数据，研究国土空间演变规律及驱动因素，为国土空间总体规划、详细规划编制提供科学依据。如利用“二调”“三调”成果数据，结合历年变更调查数据，研究城镇扩张、耕地减少趋势，为城镇开发边界、永久基本农田划定提供依据。

（下转第 44 页）

基于GIS的测量标志动态信息管理的构建和研究

冯建坡

（新密市自然资源和规划局土地储备中心，河南 新密 452370）

摘　要：针对国土测绘领域测量标志存量繁杂、点位分散、管护数据更新滞后、静态台账低效、损毁侵占监管不及时、多级数据互通性差等痛点，依托 GIS 空间处理、++ 可视化、叠加分析技术，结合测绘数据库、移动端采集、时态数据管理，开展测量标志动态信息管理体系研究，统一测量标志分类标准与全生命周期管护流程，剖析传统管理模式短板，构建“基础地理底图—点位空间数据—属性管护数据—时态动态数据”一体化时空数据库，搭建分层架构 GIS 动态管理平台，实现空间定位、属性查询、状态巡查、损毁预警、迁建备案、台账归档、分级权限全流程数字化管理，完善数据更新、巡查管护、风险研判一体化机制。经区域实测验证，该体系可实现信息实时更新、隐患快速甄别、流程闭环管控，有效降低管护成本、提升效率与数据时效性，为测量标志智慧化、常态化管护提供技术参考与实践范式。

关键词：GIS；测量标志；动态监管；信息管理系统；测绘管护

1　引言

测量标志是国土测绘、工程建设、自然资源确权、国土空间规划的基础性空间基准载体，涵盖三角点、水准点、GNSS 控制点等核心点位，是保障测绘成果精准、权威的核心基础设施，具备公益性、基础性、长效性特征。随着全域测绘基准管护标准提升，存量测量标志数量增多、全域散布、城乡交错，受城市开发、工程施工、土地整治、自然侵蚀等影响，损毁、移位、非法侵占问题频发，常态化管护与动态监管难度加大。

当前，国内多数地区仍采用纸质台账、静态电子表格、人工实地巡查的传统模式，以静态归档、线下分级报备为主，短板突出。一是点位底数繁杂、分类标准不一，位置、权属、责任人、运维状态等数据分散，跨层级、跨区域数据互通不足、协同低效；二是人工巡查成本高、数据更新滞后，损毁隐患无法实时预警，迁建、修复、报废流程烦琐，数字化程度低，难以覆盖全生命周期自动化管控，无法满足动态闭环管理需求[1]。

GIS 地理信息系统拥有空间定位、可视化、叠加分析、时空数据联动处理等优势，搭配网络数据库、移动端外业采集、分级权限管控技术[2]，可实现点位空间信息与业务属性一体化管理[3]，已广泛用于国土基础设施监管领域，为测量标志智慧化管护提供了技术支撑。现有研究仅聚焦点位查询、信息录入等基础功能[4]，缺少适配测量标志全生命周期管护的时空数据库体系，针对损毁预警、闭环巡查、多级联动管护的平台研究较为匮乏，无法适配区域常态化管护，也难以满足管理部门决策、公众信息查询的多元需求。

立足行业痛点与技术空白，研究依托 GIS 技术，以专属时空数据库搭建为核心，结合移动端采集、时态数据管理技术，依托行业政策规范统一测量标志分类标准与管护流程，构建分层式 GIS 动态管理体系，可实现测量标志全业务线上管控、数据实时统计、隐患动态预警，完善联动巡查监管机制；依托实测场景优化业务流程，破解传统管护数据滞后、监管被动、协同低效等问题，降低人工运维成本，实现点位可定位、状态可监测、隐患可预警、流程可追溯、分级可管控，提升测量标志完好率与信息共享能力。

2　研究内容及关键技术

2.1 技术路线

研究遵循前期调研分析、基础理论标准化构建、多源数据整合建库、GIS 平台开发赋能、管护机制优化完善、区域实证测试、效能总结推广等递进式闭环技术路线，具体分为以下五个步骤：

（1）前期调研与痛点分析阶段

研究区域现有测量标志管护现状、多级部门管护业务流程；归集存量台账、线下巡检记录、点位损毁案例；梳理传统人工台账、线下巡查模式短板，界定六大行业管理痛点，锚定研究目标与技术攻坚方向。

（2）标准规范与理论体系构建阶段

作者简介：冯建坡（1982—），男，汉族，本科，工程师，主要从事测绘地理信息管理工作。

制定全域测量标志统一分类标准；编制测量标志全生命周期管护作业规范；敲定 GIS 空间分析、时态数据管理、移动端采集适配技术选型，确定数据库搭建、平台开发技术参数；归集基础地理底图、点位空间坐标、管护属性信息、历史时态变更四类数据，完成数据去重、校准、关联、脱敏处理；搭建“底图—空间—属性—时态”一体化测量标志时空数据库，打通跨层级管护数据共享通道。

（3）GIS 动态管理平台开发与功能调试阶段

搭建分层架构 GIS 动态管理平台，开发定位查询、线上巡查、损毁预警、迁建备案、自动归档、分级权限管控等业务模块；完成平台与时空数据库接口调试，实现数据双向实时互通。

（4）管护机制优化与制度配套完善阶段

依托平台数字化能力，搭建数据更新、管护巡查、风险研判一体化动态管护机制；制定线上业务办理、多级协同管护、点位应急处置配套管理细则，贴合自然资源测绘合规管控管理要求。

（5）区域实测应用、效能验证与成果总结阶段

落地开展区域测量标志试点管护应用；对比传统模式核算管护成本、作业效率、数据更新时效、隐患处置能力；优化体系适配性，凝练智慧化动态管护技术方案与落地范式，形成最终研究成果。

2.2 研究内容

（1）行业现状与基础标准梳理研究

聚焦现阶段自然资源领域管理难题，系统剖析测量标志存量繁杂、点位分散、管护数据更新滞后、静态台账低效、损毁侵占监管滞后、多级管护数据互通不畅的痛点，对比传统人工台账、线下实地巡查模式的管理短板、运行缺陷与管理局限性。统一区域测量标志分类规范，划定主流测量标志分类分级标准；厘清测量标志从布设建设、日常管护、巡检运维、损毁修复、迁建注销、报废归档全生命周期标准化管护流程，界定多级管护主体权责、业务办理规范。

（2）测量标志一体化时空数据库构建研究

依托 GIS 空间数据处理、空间叠加分析、时态数据管理技术，整合测绘专项数据库能力、移动端采集技术，搭建四层一体化时空数据库，层级包含：基础地理底图层、点位空间数据层、属性管护数据层、时态动态数据层。归集历史存量台账数据、点位坐标空间数据、历年管护巡检数据、损毁侵占动态数据、权属场地数据，完成数据清洗、格式统一、坐标校准、关联匹配，打通省、市、县多级管护部门数据壁垒，解决跨层级数据互通困难问题。

标记测量标志巡检、损毁、修复、迁建、变更全时序数据，留存版本数据，实现点位状态溯源、管护轨迹可查，弥补传统静态台账无法动态更新的缺陷。

（3）GIS 分层架构动态管理平台研发搭建

基于 GIS 空间可视化核心技术，搭建分层式动态管理平台，适配电脑端后台管理 + 移动端野外采集双端联动模式。构建全覆盖测量标志空间精准定位、多维属性一键查询、移动端野外状态巡查、损毁侵占智能预警、点位迁建线上备案、管护台账自动归档、多部门分级权限管控功能，实现全业务线上数字化流转。

（4）全流程动态管护管理机制完善研究

依托时空数据库与 GIS 管理平台，建立配套管理制度，构建“常态化数据动态更新、网格化管护定点巡查、智能化风险研判预警”三位一体闭环动态管理机制。优化多级管护协同流程，明确线上报备、线下核验、预警处置、修复归档权责流程，适配自然资源一体化管控、测绘成果合规管理工作要求。

（5）区域实证应用与效能校验研究

选取试点区域应用，从更新时效、隐患甄别、闭环能力、管护成本、数据时效性进行量化验证，凝练技术方案与落地范式。

2.3 关键技术

（1）多源异构测量标志时空融合建库技术

针对测量标志基础底图、空间坐标、管护业务属性、时序变更记录等多源异构数据存在基准不统一、格式碎片化、信息孤岛突出、时空关联性弱等问题，选用多源异构测量标志时空融合建库技术。该技术以 GIS 空间处理算力为支撑，分别采用自适应空间匹配算法、坐标转换算法与异构数据融合聚类算法，通过系统化的数据清洗、空间校正、关联匹配处理，统一各类测量标志的空间坐标基准与数据存储格式。同时，实现多维度异构数据的精准聚类融合，完成测量标志静态基础信息、动态管护数据、历史变更数据的一体化组织与存储。其中异构融合聚类相似度算法为：

$$SIM(A,B)=\omega_1 S_{space}+\omega_2 S_{attr}+\omega_3 S_{time},\quad \omega_1+\omega_2+\omega_3=1 \quad (1)$$

可依托空间、属性、时序三维权重完成点位数据聚类融合。

（2）GIS 多维空间叠加分析与智能预警技术

依托 GIS 空间可视化、空间叠加、缓冲区分析核心能力，叠加建设用地、施工片区、生态扰动区矢量

数据，匹配测量标志点位空间位置，自动甄别施工侵占、场地破坏、环境扰动高危点位；结合历史损毁样本数据设置风险阈值，量化研判场地扰动、人为破坏、地质沉降多维风险等级，实现测量标志损毁、侵占风险分级研判、超前预警。

（3）测量标志全生命周期时态数据管理技术

搭建时态数据版本管理模型，融入时空快照回溯算法、时序状态差分更新算法，对测量标志布设、巡检、修复、迁建、报废、归档全流程节点做时序标记，动态留存点位空间位置、管护状态、权属信息版本差分数据；支持任意时段点位状态回溯、管护轨迹溯源、变更台账溯源，仅更新点位变更差分数据、减少数据库冗余存储，打破传统静态台账仅可记录现状、无法复盘历史的管理局限，保障测绘管护数据可追溯、可合规核验。时序状态差分更新算法为：

$$\Delta T_k = T_k - T_{k-1} \tag{2}$$

式中，T_k 为 k 时刻点位全量时空属性数据，T_{k-1} 为上一历史时序数据，ΔT_k 为变更差分数据，仅同步增量数据完成库体更新。时空快照回溯检索算法为：

$$F(t) = \{P_t, S_t, A_t\}, t \in [t_0, t_n] \tag{3}$$

式中，$F(t)$ 为指定时刻点位快照集合，P_t、S_t、A_t 分别为 t 时刻点位空间、状态、权属属性数据，实现任意时间节点一键回溯调取。

（4）移动端－云端 GIS 双端联动采集交互技术

适配野外作业场景，打通移动端采集终端与云端 GIS 管理平台数据接口，修正野外移动端定位漂移误差，提升野外点位定位精度，实现野外点位拍照核验、状态填报、位置定位、问题上报实时云端加密同步；支持后台线上派发巡查任务、外勤闭环处置反馈，实现管护巡查、隐患上报、业务备案双向数据互通，替代纸质线下巡查填报模式，提升外业管护精度与效率。

（5）分级权限下测绘业务闭环数字化流转技术

基于分层架构 GIS 平台搭建多级权限管控体系，嵌入角色权限 RBAC 分级加密算法、业务流程有向流转调度算法，按自然资源管护层级划分多级管护权限，适配属地分级管护权责；打通全流程线上审批，智能调度流转节点，构建闭环管控模式，适配自然资源合规管控要求。RBAC 角色权限映射加密算法为：

$$\mathrm{Auth}(R, U, P) = E(R \cap U \cap P) \tag{4}$$

式中，Auth 为权限核验结果；R 为管护角色集合、U 为用户集合、P 为业务操作权限集合；E 为对称加密算子，实现省市县分级权限加密隔离管控。

业务有向流转调度算法为：

$$G = (V, E, W) \tag{5}$$

式中，V 为审批管护节点集合，E 为业务流转有向边，W 为节点流转权重，自动匹配属地层级、点位等级最优审批流转路径，实现管护业务闭环调度。

3 试验验证

3.1 试验概况

选取试验区 26 座测量标志开展闭合测试，覆盖城镇建成区、山地林区、交通沿线等典型管护场景，确保试验样本在地理环境、交通可达性、管护难度等方面具备代表性。试验区测量标志分布如图 1 所示。



图1 试验区测量标志分布

采用对照组和试验组闭环对照模式：对照组沿用传统管护模式，参考人工纸质台账、线下徒步巡查、静态台账归档数据；试验组启用研究搭建的 GIS 动态管理体系、配套时空数据库及双端管护系统。依托内置算法，在试验组开展风险研判、数据更新、业务流转作业，与对照组在点位信息准确率、更新及时性、巡查效率、台账可追溯性等方面进行对比，闭环验证本技术体系相较传统模式的管护效能与合规核验能力。

3.2 试验结论

结合测量标志管护试点结果可知，构建一体化管护体系，解决传统管护模式数据更新滞后、部门数据割裂、隐患排查低效、野外管护成本高、业务归档不合规短板，全域管护综合效能得到显著提升，具体试验结论如图 2 所示。

一是数据归集共享高效。统一数据标准，实现实时动态更新，台账差错率由 18.6% 降至 2.1%。

二是隐患防控能力增强。全域隐患研判由人工 4.5 天缩短至 12 分钟，提前预警覆盖率 94.3%，损毁侵占发生率降低 61.7%，实现从事后处置向事前预判转型。

三是外勤管护提质降本。定位精度提升，单人管

护承载力提升 2.3 倍，外勤成本降低 47.2%，闭环办结效率显著提高。

四是业务合规管控达标。全流程线上审批、可溯源复盘，自动生成标准化台账，归档合规率 100%，符合测绘成果备案要求。

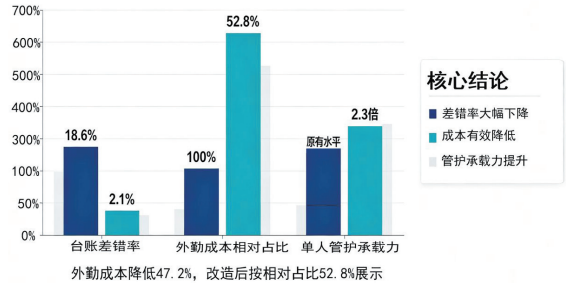


图2　数字化改革主要成效对比

4　结语

针对测量标志管护痛点，研究融合GIS、时态数据、移动端采集技术，搭建时空数据库与分级动态管理平台，构建全流程数字化闭环体系。聚焦巡查、维护、监管等关键环节，打通信息流转壁垒，实现测量标志状态实时更新与动态监管经实测验证，技术可行、适配性强，可有效提升管护效率、降低成本、保障数据时效，满足自然资源一体化管控与测绘成果合规管理刚需，为区域测量标志智慧化、常态化管护提供技术支撑与实践参考。

参考文献

[1] 杨丽,徐之俊,陈涛,等.基于开源技术的省级测量标志管理信息系统设计与实现[J].测绘与空间地理信息,2026,49(1):50-56.

[2] 袁建飞.全国测量标志管理信息系统在省级测量标志管护中的应用研究[J].科技创新与应用,2026(5):189-192.

[3] 杨青岗,陈星彤,王生明.河北省测量标志管理信息系统的设计与实现[J].测绘与空间地理信息,2023,46(6):93-95.

[4] 徐磊,孙伟,贾伟定,等.武汉市测量标志管理信息系统设计与实现[J].测绘技术装备,2023,25(4):156-160.

（上接第 40 页）

4.4.2 耕地保护

研究耕地数量、质量变化历史记录，追踪耕地“非农化”“非粮化”演变过程，为耕地保护责任目标考核、执法监察提供数据支撑；利用历史土地利用数据与现状遥感影像对比，快速发现违法占用耕地情况。

4.4.3 地质灾害防治

结合历史地质普查数据与现状监测数据，分析地质灾害发育规律及风险隐患，增强地质灾害预警预报能力，南阳市地质构造复杂，历史地质档案数据可为地质灾害风险区划、防治规划提供基础依据[8]；自然资源确权登记方面，利用历史权属档案数据，解决自然资源确权登记中历史遗留问题，确定自然资源权属边界；此外，在保证数据安全的前提下，可探索数据资产共享机制和服务，为政府部门、企事业单位、科研机构提供数据服务，实现数据资产增值。

5　结论

研究针对自然资源历史档案人工矢量化效率低、成本高、质量可控性差的问题，构建了以 AI-OCR 技术为核心，覆盖图像预处理、分层智能识别、半自动矢量化、标准化治理全环节的智能处理流程，依托南阳样本档案完成技术可行性验证，为非结构化纸质档案向结构化空间数据资产转化提供完整技术路径。研究方案全面实施后，能系统盘活南阳市存量历史档案资源，补齐本地自然资源时空数据的历史序列，为国土空间规划编制、耕地动态监测、地质灾害风险研判等提供长时序的数据支撑，也可为国内同类地市推进历史档案数字化转型与数据资产化建设提供实践参考。

参考文献

[1] 赵永统,苏克波.南阳市自然资源与空间地理数据库建设项目通过验收[J].资源导刊,2020(1):48.

[2] 李莉.OCR技术在历史档案数字还原中的应用研究[J].办公室业务,2026(6):74-76.

[3] 田鹏辉,张君,张正全,等.基于OCR技术的复杂背景图像文字识别方法分析[J].电子技术,2025,54(12):120-121.

[4] 李文辉.历史文化街区的栅格矢量与电子地图智能数据采集[J].测绘与空间地理信息,2024,47(7):126-129,132.

[5] 祝成.人工智能技术在档案数据化工作中的应用分析[J].中国档案,2021(4):64-65.

[6] 曹新虎.地形图扫描图像中快速矢量化方法研究[J].经纬天地,2020(3):85-89.

[7] 王凤帆,孔敏,余佳,等.海洋底质类型图矢量化智能制作技术研究[J].海洋信息技术与应用,2023,38(4):212-217.

[8] 侯兴泽,蒋大鹏,徐健,等.测绘技术的地质灾害隐患防治应用[J].测绘科学,2020,45(10):135-142.

基于卫星微波辐射计低频数据的海冰密集度反演研究综述

张保军[1]　王星东[2]　王宇[3]

（1. 郑州郑房测绘股份有限公司，河南 郑州 450000；2. 河南工业大学信息科学与工程学院，河南 郑州 450000；3. 漯河汇力电力勘察设计有限公司，河南 漯河 462000）

摘　要：海冰是全球气候变化的敏感指标之一，海冰密集度是影响极地圈内海洋热量平衡、生态系统和气候变化等的重要因子。被动微波遥感是海冰密集度反演的主流手段，37GHz 及以下低频算法凭借强抗大气干扰、可全天时大范围监测的优势得到广泛应用。研究系统梳理了低频海冰密集度反演算法的原理、反演模型与技术特征。

关键词：海冰密集度；微波辐射计；反演；低频

1　引言

作为冰冻圈最活跃的要素之一，海冰是全球气候系统的关键组成部分和气候变化的指示器，其高反照率特性有助于反射大量太阳辐射，降低海洋吸收的太阳能量；同时，海冰的低导热系数使其成为有效的隔热层，阻隔了大气与海洋之间的热量传输[1]。因此，海冰在调节大气－海洋界面的能量交换和海洋热收支中发挥着核心作用，还对大气、生态、环境、海洋以及人类活动产生重要影响。全球海冰覆盖范围约占地球表面积的 7%，相当于全球海洋面积的 12% 左右，其覆盖面积呈现显著的季节变化，特别是在极地冬季期间，海冰分布范围达到最大，部分海域的海冰可延伸至中纬度边缘，这一现象对中纬度地区的气候变化、海上航行及商业活动具有显著的影响力。

遥感技术的兴起和发展，为海冰大范围监测开辟了重要途径。相较于可见光遥感，微波遥感在海冰密集度反演方面具有独特优势[2]，已成为识别海冰的关键技术手段。微波遥感依据能量源的不同可分为主动与被动两类[3]。其中，主动微波遥感通过主动发射电磁波并接收地物反射回波来获取海冰信息，被动微波遥感利用微波辐射传输理论提取目标信号、监测目标表面温度及其他环境参数。被动微波遥感凭借每日覆盖整个极区的能力，且不受云雾等条件限制，可实现全天时、全天候的连续观测，已成为海冰监测的核心数据源。海冰密集度作为被动微波遥感反演的关键参数，是描述海冰特征的重要参数之一，被广泛应用于海冰的空间分布和海冰范围计算，对航海、气候研究、天气以及海冰预测都有重要意义，在海上作业、海冰模式验证、气候数据同化、极地生态保护等诸多领域发挥着重要作用[4]。目前，研究人员在利用卫星微波辐射计数据进行海冰密集度反演方面已开展了大量富有成效的工作，并相继开发出多类业务化运行的低频反演算法，这为构建全球长时间序列的海冰气候数据集奠定了基础。

2　微波辐射计海冰密集度反演算法

被动微波遥感是获取海冰密集度的主要方式，已发展出许多成熟的业务化算法。低频算法通常主要依赖 37GHz 及以下频段（最典型为 18.7/19GHz 和 36.5/37GHz）的算法；低频算法抗大气干扰能力强，但空间分辨率较低。

2.1 NASA Team 算法

NASA Team 算法[5] 由 NASA 团队开发，其使用两种关系：极化比 *PR*（19GHz 的水平和垂直极化）和梯度比 *GR*（19GHz 和 37GHz 的垂直极化）。即由 *PR* 和 *GR* 可得出一年冰和多年冰的密集度：

$$C_F = \frac{a_0 + a_1 PR + a_2 GR + a_3 PRGR}{c_0 + c_1 PR + c_2 GR + c_3 PRGR} \quad (1)$$

$$C_M = \frac{b_0 + b_1 PR + b_2 GR + b_3 PRGR}{c_0 + c_1 PR + c_2 GR + c_3 PRGR} \quad (2)$$

其中，a_i、b_i、c_i（i=0，1，2，3）为经验系数，由所选定的一年冰、多年冰和开阔水域在对应通道的已知亮温系点（Tie-points）推导得出。

NASA Team 算法基于简化辐射传输模型，通过设定卫星视场内仅存在海水、一年冰与多年冰三类地表

作者简介：张保军（1973—），男，汉族，硕士，工程师，主要从事测绘地理信息工作。

类型，实现了对两种海冰类型的同步反演（相比多数仅输出总密集度的算法更具参数分辨能力）。但该算法存在显著局限：对新生冰的识别能力较弱，导致其在新生冰区系统性低估海冰密集度，且低估幅度与新生冰面积占比呈显著正相关。核心物理机制在于：NASA Team 算法依赖的低频通道对关键扰动因素（如云液态水、大气水汽、海冰表面粗糙度）的辐射响应敏感性不足[6]。

2.2 Bootstrap 算法

Bootstrap 算法基于多通道发射率特征空间的聚类分析原理构建。该算法通过分析 19V、37V、85GHz 等典型频段组合的亮温散点图分布规律，利用非监督分类技术建立冰 / 水判别模型，进而实现海冰密集度统计反演。该算法在二维参数空间构建一个由三个纯净地表类型的系点构成的混合三角形。任何一个观测像元都会落在该三角形内部或其边界上，其在三角形内的位置决定了这三种组分的比例。

Bootstrap 算法分为两种模式，以应对不同的地表和大气状况：极化模式和频率模式。其中，极化模式由 37GHz 极化比和 37V 亮温来反演海冰密集度，主要用于高密集度、固结冰区，特别是在区分一年冰和多年冰方面表现优异。由于极化模式不使用 19GHz 通道，因此受大气水汽影响较小，但在区分低密集度海冰和开阔水域方面能力较弱。而在频率模式下，Bootstrap 算法由梯度比和 19V 亮温来反演海冰密集度，主要用于区分低海冰密集度区域的开放水域和海冰。频率模式对海冰 - 水边界非常敏感，且能有效区分海冰密集度的真实变化与由大气水汽、云中液态水等天气效应引起的亮温变化。具体反演公式如下：

$$C_w + C_a + C_b = I \tag{3}$$

$$X_w C_w + X_a C_a + X_b C_b = X_{\text{obs}} \tag{4}$$

其中，C_w、C_a、C_b 分别为开阔水域密集度、a 类型海冰的密集度和 b 类型海冰的密集度，X_w、X_a、X_b 分别为纯水域的的特征参数值、a 类型海冰的特征参数值和 b 类型海冰的特征参数值，X_{obs} 代表卫星实际观测到的特征参数值（如 37V 亮温或极化差）。实际应用中，Bootstrap 算法通常会同时运行两种模式，并根据一定规则选择或融合其结果。

2.3 Bristol 算法

Bristol 算法使用了卫星表面亮温的三维模式，有三个通道：37GHz 的垂直极化和水平极化、19GHz 的垂直极化。Bristol 算法旨在解决 NASA Team 与 Bootstrap 算法的关键局限：NASA Team 算法对积雪层物理特性敏感，导致亮温偏差；Bootstrap 算法在模式转换时产生的海冰密集度数据不连续性。Bristol 算法继承了 Bootstrap 的核心原理，且创新性地对低频通道实施特征空间变换（37H-V 极化差的空间映射），显著提升了高密集冰区的反演精度。在技术实现上，通过构建频率 - 极化联合的三维特征空间，将原始亮温数据投影至优化坐标系，削弱积雪及大气噪声干扰，实现密集度连续反演。即：

$$x = \text{TB}_{37\text{V}} + 1.045\text{TB}_{37\text{H}} + 0.525\text{TB}_{19\text{V}} \tag{5}$$

$$y = 0.9164\text{TB}_{19\text{V}} - \text{TB}_{37\text{V}} + 0.4965\text{TB}_{37\text{H}} \tag{6}$$

其中，$\text{TB}_{37\text{V}}$、$\text{TB}_{37\text{H}}$、$\text{TB}_{19\text{V}}$ 分别表示 37GHz 的垂直极化、37GHz 水平极化和 19GHz 垂直极化亮温（K）。x 和 y 分别代表将三维亮温空间投影到二维优化坐标系后的特征变量，通过这种空间映射，有效削弱了数据对冰面积雪属性和温度变化的敏感性。Bristol 算法最大限度地利用了三个信道的卫星数据差异，与 Bootstrap 算法相比，其优势在于噪声更小。

2.4 CalVal 算法

CalVal 算法是对早期 AES/York 算法的改进与发展。AES/York 算法最初旨在利用 19GHz 和 37GHz 通道对薄冰的高敏感性来反演海冰覆盖，但其模型参数固定，对环境变化的适应性较弱。CalVal 算法被开发用于研究、校准和检查 SSM/I 仪器，是 AES/York 算法的改进，其海冰密集度由 19GHz 和 37GHz 通道垂直极化的亮温线性组合决定：

$$C = C_1\text{TB}_{37\text{V}} + C_2\text{TB}_{19\text{V}} + C_3 \tag{7}$$

其中，C_1 和 C_2 是权重系数，它们决定了两个不同频率的亮温数据，在最终计算海冰密集度时所占的比重。C_3 是一个偏移量或截距项，用于校正整体的基准值。

CalVal 算法的核心思想是利用海冰（高微波亮温）和开阔水域（低微波亮温）之间显著的辐射特性差异，能很好地识别冰边缘，并充分计算薄冰和稀疏冰的密集度。除此之外，该算法通过结合两个不同频率的信息，能有效抑制部分大气干扰，提供比单通道方法更稳健的海冰密集度产品，然而其在夏季融化期等特定条件下仍存在局限性。

2.5 OSISAF 算法

OSISAF 算法为融合辐射传输物理模型与数值天气预报数据的大气校正型混合算法。该算法创新性地将 Bootstrap（低频模态）与 Bristol 算法的优势解

耦重构，具体如下：BOW 模式（Bootstrap for Open Water）：用于优化开阔水域及低密集度海冰场景；BCI 模式（Bristol for Compact Ice）：可提升高密集冰区反演精度，最终输出通过线性动态加权实现，其核心方程为：

$$w_{ow}=\begin{cases}1, & B_{ow}<0.7\\ 0, & B_{ow}>0.9\\ 1-\dfrac{B_{ow}-0.7}{0.2}, & 0.7\leqq B_{ow}\leqq 0.9\end{cases} \quad (8)$$

$$SIC_{hybrid}=w_{ow}B_{ow}+(1-w_{ow})B_{CI} \quad (9)$$

其中，w_{ow} 为开阔水域所占的权重，B_{ow} 为低密集度区域的反演算法，B_{CI} 为高密集度区域的反演算法。SIC_{hybird} 为两种算法结合的融合算法，范围为 [0,1]。在 OSISAF 算法中，B_{ow} 为 Bootstrap 的频率模式，B_{CI} 为 Bristol 算法，通过动态调整 w_{ow} 值实现冰水过渡带的平滑衔接。

2.6 SICCI 算法

欧洲空间局（European Space Agency ESA）开发的 SICCI 算法采用与 OSISAF 算法类似的融合框架，将 Bootstrap 算法和 Bristol 算法生成的独立海冰密集度产品，通过线性加权集成构建混合反演结果。CalVal 算法在海冰密集度低的区域和开放水域反演结果精度高，Bristol 算法在海冰密集度高的区域反演结果精度高，因此将 CalVal 算法和 Bristol 算法进行线性结合可提高反演精度。

对于薄冰，CalVal 算法的性能较好，其权重定义如下：当 SIC 值小于 70% 时，由 CalVal 算法得到，该算法的权值 W_{CV}=1，而当 SIC 值大于或等于 90% 时，该算法的权值 W_{CV}=0。当 SIC 值在 70% 和 90% 之间，CalVal 算法的权重定义为：

$$W_{CV}=1-\frac{SIC_{CV}-0.7}{0.2} \quad (10)$$

其中，SIC_{CV} 是由 CalVal 算法获得的 SIC，Bristol 算法的权重为 1-W_{CV}。

3 极地海冰密集度反演的应用场景

低频算法通常采用 19GHz 和 37GHz 等低频通道，具有较低的空间分辨率但较强的抗云雾等干扰能力，适用于大范围、全年无间断的海冰监测，在极区大范围冰情动态分析中表现稳定。这些算法如 NASA Team、Bootstrap、Bristol、CalVal 及其混合形式 OSISAF 和 SICCI 等，通常通过亮温极化差和频率差反演海冰密集度，并依据相对完善的经验模型或空间投影对海冰类型进行有效区分。低频算法对大气参数（如水汽、云液水）不敏感，在对新生冰和薄冰识别能力方面略显不足，常出现密集度低估问题。混合算法通过整合不同算法的优点，有效平衡了各自的局限性，提高了海冰密集度的反演精度与适应性。各类低频算法信息如表 1 所示。

表1 低频算法总结

算法	特点	频率	分辨率	精度特征	优点	局限性
NASA Team	使用PR和GR，区分一年冰和多年冰	19&37 GHz	~25km	冬季:＜5% 夏季:＞15%	结构简单，可获取多类型冰密度	对新生冰识别差，低估问题显著
Bootstrap	聚类分析+极化/频率两种模式	19&37 GHz	~25km	冬季:3%~5% 夏季:10%~15%	模型灵活，适应不同冰区	模式转换处出现不连续现象
Bristol	三维坐标空间投影增强算法	19&37 GHz	~25km	冬季:~4% 夏季:＜10%	精度优于Bootstrap算法，噪声小	存在空间分辨率低的问题
CalVal	线性组合模型，适用于校准与低密集度区域	19&37 GHz	~25km	冬季:~5% 夏季:变动较大	擅长识别薄冰与边缘冰区	在高密集度区域存在误差
OSISAF	Bootstrap+Bristol混合算法，NWP校正	多通道	10~25km	冬季:3%~4% 夏季5%~8%	综合优势，适应不同密集度条件	算法较复杂，实时性略低
SICCI	CalVal+Bristol结合，权重随密集度变化	多通道	25~50km	冬季:＜4% 长期稳定性高	精度高，适应不同密集度区域	权重选择较敏感，参数调整复杂

为深入揭示各低频算法反演性能差距的本质原因，可从天气效应、薄冰识别及陆地污染三个物理维度对各种算法进行综合对比。

首先，在天气效应敏感性方面，低频通道易受大气水汽和云液态水干扰，导致传统 NASA Team 和 Bootstrap 算法在低密集区常出现系统性高估，而 OSISAF 和 SICCI 等现代混合算法通过引入数值天气预报（NWP）大气校正与动态系点技术，从源头上削弱了大气噪声。

其次，在薄冰识别能力上，受制于低频电磁波较大的穿透深度，薄冰辐射常包含冰下水体信息，易被 NASA Team 算法误判为开阔水域，而混合算法通过自适应权重分配，在冰水过渡区增大对薄冰敏感的 CalVal 算法比重，显著改善了边界捕捉精度。

最后，在岸线混淆度（陆地污染效应）方面，低频天线方向图（约 25km）过大，极易导致近岸混合像元产生虚假海冰，传统硬性滤波器易误伤近岸真冰，而现代混合算法通过引入高频（如 85GHz）或高分辨

（下转第 51 页）

基于SIFT特征点与改进ICP的点云快速精确配准方法

周一鸣

（安徽省江之南市政管理有限公司，安徽 池州 247100）

摘　要：粗配准＋精配准策略是点云配准的常用手段，针对传统配准方法耗时长、配准精度有待提高的问题，提出一种高效率、高精度的点云配准算法。首先，使用SIFT算法提取源点云、目标点云的特征点，并将提取的特征点作为配准输入；然后，使用SAC-IA算法完成点云粗配准，为后续精配准提供良好的初始姿态；最后，使用引入法向量约束的点到面ICP算法进行点云精配准，得到最终配准姿态。实验结果表明，研究算法配准耗时较SAC-IA+ICP算法降低96.2%，较NDT+ICP算法降低81.0%；配准均方根误差较SAC-IA+ICP算法降低43.6%，较NDT+ICP算法降低24.7%，证明了研究算法在计算效率和配准精度方面的优势。

关键词：机器视觉；点云配准；特征提取；最近点迭代；法线估计

1　引言

近年来，三维领域的机器视觉技术包括三维重建、SLAM（Simultaneous Ocalization and Mapping）、目标识别等已成为研究热点，并在逆向工程、无人驾驶、增强现实等领域得到广泛应用[1-3]。在点云三维重建过程中，受采集条件限制，3D相机单次采集只能获取目标单一视角的点云数据，因此需要多次采集，得到目标多个视角的点云数据。

点云配准旨在将不同视角的点云数据转换到同一坐标系，目前使用最广泛的是“粗配准＋精配准”策略。常用的粗配准算法包含正态分布变换算法（Normal Distributions Transform，NDT）[4]与采样一致性初始配准算法（Sample Consensus Initial Aligment，SAC-IA）[5]；常用的精配准算法有最近点迭代（Iterative Closest Point，ICP）算法[6]及其各类改进算法[7]。范林林等[8]研究了一种改进ICP点云配准策略，先对点云进行分块处理，并提取尺度不变特征变换（Scale Invariant Feature Transform，SIFT）特征点，将其用于SAC-IA+ICP算法，大幅提升了配准效率和精度，但点云分开的阈值选择较为困难。张赵良等[9]提出基于SIFT结合二进制直方图描述子的点云配准方法，可有效提升重叠率较低的两个点云配准的效率和精度，但在一般情况下配准精度仍有提升空间。王文博等[10]提出一种基于区域均值特征描述符的局部－整体点云配准算法，并与传统基于局部特征描述符的点云配准方法进行对比，有效提高了配准速度和准确度，但点云密度对其特征描述影响较大，存在局限性。

综合已有研究存在的不足，采用SIFT算法提取并计算点云特征点，并结合改进ICP算法实现点云精确配准，在保证配准精度的同时减少点云配准的计算量；同时针对提取成功的特征点，利用直方图（Fast Point Feature Histograms，FPFH）局部描述子快速计算每个特征点的对应点；再利用SAC-IA算法完成点云粗配准，最后使用带法向量约束的点到平面的ICP算法完成精配准。

2　算法原理

2.1 SIFT特征点提取

SIFT算法提取的特征点具有对噪声、旋转和平移等因素保持较好不变性的特点，主要原理在于目标点集的不同空间搜索尺度和旋转不变的特征点。假设点云数据P包含N个点，其中任意一点p_i的坐标为(x_i, y_i, z_i)，i=1, 2, …, N，SIFT特征点提取算法如下：

（1）构建尺度空间：将点云与三维高斯函数进行卷积，计算尺度空间$L(x, y, z, \sigma)$。

$$L(x,y,z,\sigma)=G(x,y,z,k\sigma)\otimes p(x,y,z) \quad (1)$$

其中，$G(x, y, z, k\sigma)$表示高斯卷积核函数，$p(x, y, z)$表示点云坐标，σ为空间尺度参数，k用于调整尺度空间大小。三维高斯卷积核表达式如下：

作者简介：周一鸣（1988—），男，汉族，本科，工程师，主要从事工程测量工作。

$$G(x,y,z,k\sigma)=\frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}k\sigma\right)^2}\exp\left[\frac{-\left(x^2+y^2+z^2\right)}{2\left(k\sigma\right)^2}\right] \quad (2)$$

（2）计算高斯差分模型：设 s 为高斯金字塔每组的层数，对高斯金字塔内相邻两层点云做差分运算，由此构建点云的高斯差分图 DoG：

$$\mathrm{DoG}_i=L_i(x,y,z,k\sigma)-L_{i-1}(x,y,z,k\sigma) \quad (3)$$

其中，DoG_i 为相邻尺度层的差分模型，$i\in(0,s+2)$。

（3）特征点检测：计算 DoG_i 在本层的极值点，并与其上下两个尺度层的极值点对比仍为最值时，则认为该点为特征点。

2.2 SCI-IA 粗配准

SAC-IA 算法基于随机采样一致性（Random Sample Consensus，RANSAC）原理，二者的区别在于 RANSAC 算法利用随机采样点，而 SAC-IA 算法采样点数量众多，采样点之间的关系受到距离限制，因此在对应点查找时，通过 FPFH 特征完成匹配，而非直接依据点与点之间的距离。FPFH 特征描述子考虑点的邻域结构，可有效提升对应点的匹配精度。SAC-IA 算法步骤如下：

（1）先分别计算源点云和目标点云的 FPFH 特征描述子；

（2）寻找两组点云中相似 FPFH 特征描述子的匹配点；

（3）随机选择 n 对（$n>3$）匹配点；

（4）通过 SVD 求解该匹配情况下的旋转位移矩阵，并计算配准误差；

（5）重复步骤（2）到（4），直到满足误差条件，输出最终的旋转位移矩阵。

2.3 ICP 精配准

ICP 算法本质上是基于最小二乘法思想，配准精度高，无需提供特征点，但对于点云的初始姿态比较敏感，需在 ICP 算法前进行点云粗配准，否则容易陷入局部最优，其核心是通过一定的约束关系找到源点云和目标点云之间的对应点，再利用对应点构建目标函数，并进行迭代优化，直至目标函数收敛或达到最大迭代次数。

设源点云为 P，目标点云为 Q，ICP 算法可描述为如下公式：

$$(R,T)=\arg\min_{R,T}\sum_{i=1}^{\min(n_p,n_q)}\left\|(Rp_i+T)-q_i\right\|^2 \quad (4)$$

其中，R 为点云旋转变换矩阵；T 为点云平移向量；n_p、n_q 分别为源点云和目标点云中点的数量；p_i、q_i 分别为源点云和目标点云中的一点。

ICP 算法步骤如下：

（1）计算源点云 P 中每一个点 p_i 与目标点云 Q 的对应点 q_i；

（2）通过欧式距离去除错误匹配点对；

（3）借助 SVD 分解求解最优刚体变换，使上述对应点对的平均距离取得最小值，得到旋转矩阵 R 和平移矩阵 T；

$$P'=R\bullet P+T \quad (5)$$

（4）利用求解得到的旋转矩阵和平移矩阵，对源点云 P 进行空间坐标变换，生成变换后的新点云 P'；

（5）统计点云 P' 与目标点云 Q 之间的距离误差，当误差满足收敛条件或是迭代次数达到设定上限，则停止迭代运算；若不满足停止条件，则把 P' 更新为输入点集 P，重新求解变换矩阵并循环迭代，直到满足目标函数要求。

2.4 带法向约束的点到面 ICP 算法

普通 ICP 算法以点到点之间的距离误差作为目标函数进行迭代求解，在点到平面的 ICP 算法中，优化目标被定义为源点云的点与目标点云对应平面之间的距离，公式如下：

$$(R,T)=\arg\min_{R,T}\sum_{i=1}^{\min(n_p,n_q)}\left\|n_i\left(Rp_i+T-q_i\right)\right\|^2 \quad (6)$$

其中，n_i 为 q_i 的单位法向量。

点到点（Point to point）ICP 与点到平面（Point to plane）ICP 的距离计算如图 1 所示，P 和 Q 分别代表源点云和目标点云。与点到点 ICP 算法相比，点到平面 ICP 算法可以更好地反映点云的空间结构，对错误对应点对具备更强的抗干扰能力，迭代收敛速度更快。

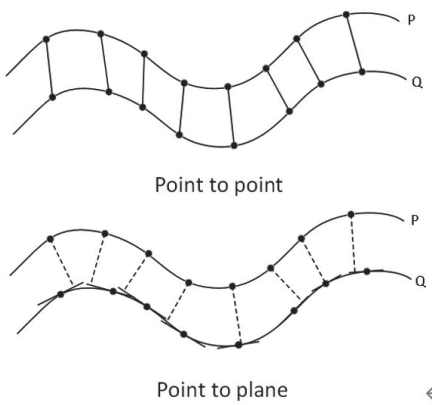


图1　ICP距离计算

在 ICP 算法获取匹配点云对时，容易引入噪声，使得特征点不能完全一一对应，进而影响配准结果。对此，文献 [10] 是通过设置法向量约束条件来剔除误匹配点，具体为：设特征点对 A 和 B 对应的法向量分别为 n_A 和 n_B，两点法向量差异越大，二者夹角的余弦值就越小，由此设定夹角余弦阈值 F，若法向量 n_A 和 n_B 夹角余弦值小于阈值 F，则判定该组点对为误匹配点，并予以剔除。

3 改进算法原理

为提高 ICP 算法配准效率，减少迭代次数，研究利用 SAC-IA 进行粗配准，为 ICP 算法提供较好的初始姿态。在粗配准之前，使用 SIFT 算法提取源点云、目标点云的关键点，在保留点云特征的同时减少配准计算量。通过多层算法优化组合，有效改善传统点云配准收敛慢、易陷入局部最优的缺陷，大幅提升算法整体稳定性。另外，使用点到面的距离误差作为 ICP 算法的目标函数，添加法向量夹角阈值来剔除配准时引入的噪声点对，以提高配准精度。研究算法的总体流程如图 2 所示。



图2 研究算法总体流程

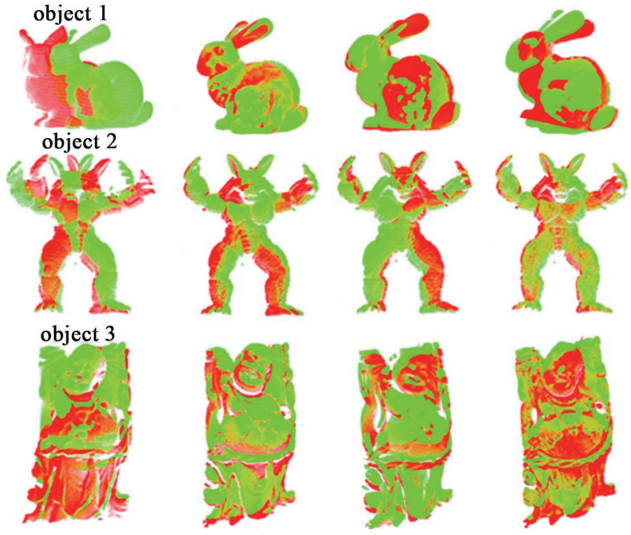
4 实验结果与分析

研究将斯坦福大学提供的标准点云数据 bunny、Armadillo 和 happy 作为实验对象，将同一点云模型在两个不同视角的数据作为配准实验的源点云与目标点云，并以研究算法作为实验组，将 SAC-IA+ICP 算法和 NDT+ICP 算法作为对照组，通过比较三种算法的配准结果和性能指标，来验证研究算法的可行性。

4.1 实验结果

三组实验结果如图 3 所示，图 3（a）为 3 组待配准点云（红色为源点云，绿色为目标点云）。分别采用研究算法、SAC-IA+ICP 算法和 NDT+ICP 算法，对三组点云模型进行配准，得到图 3（b）、图 3（c）和图 3（d）对应的配准结果。

由图 3 可知，在三组实验中，研究算法的点云配准结果均优于另外两种对比算法，完成配准后的源点云和目标点云有更好的贴合度，由此验证，研究算法的点云配准精度要优于传统 SAC-IA+ICP 算法和 NDT+ICP 算法。



（a）待配准点云 （b）研究算法 （c）SAC-IA+ICP算法 （d）NDT+ICP算法

图3 三组实验结果

4.2 算法性能分析

为进一步量化评估研究算法的综合性能，研究统计了三种算法的运行耗时与配准后的均方根误差（RMSE），结果如表 1 至表 3 所示。为保证三种算法的可比性，在配准精度基本稳定的前提下，使用体素网络下采样方法对 SAC-IA+ICP 算法和 NDT+IC 算法所用的点云数据进行下采样，获得精简点集，并基于该点集开展后续配准实验。

表1 研究算法性能

实验对象	源/目标点集数量	特征点数量	算法耗时/s	RMSE/m
bunny	40256/40097	526/558	1.986	5.00847e-06
Armadillo	28476/26941	514/514	1.723	7.14344e-06
happy	59544/51266	336/288	1.591	1.97183e-06

表2 SAC-IA+ICP算法性能

实验对象	源/目标点集数量	精简点数量	算法耗时/s	RMSE/m
bunny	40256/40097	17255/16628	68.430	7.92295e-06
Armadillo	28476/26941	12456/11911	42.100	1.03013e-05
happy	59544/51266	21745/19937	29.224	6.83866e-06

表3 NDT+ICP算法性能

实验对象	源/目标点集数量	精简点数量	算法耗时/s	RMSE/m
bunny	40256/40097	17255/16628	7.826	7.09696e-05
Armadillo	28476/26941	12456/11911	12.354	8.77107e-06
happy	59544/51266	21745/19937	7.762	2.89486e-06

由表 1 至表 3 可知，研究算法引入 SIFT 关键点提取后能大幅压缩原始点云规模，点云数量可缩减至原始点数的 1.5%，而 SAC-IA+ICP 和 NDT+ICP 算法使用传统下采样精简点云数量，在保证配准精度的条件下，点云数量仅缩减至原始数据的 40%，数据精简能力差距明显，使得参与粗配准和精配准的点云数量较多，运算更加耗时。

从配准 RMSE 指标可以看出，研究算法的 RMSE 低于另外两种算法，说明研究算法配准精度更高。通过统计平均数据可知，研究算法耗时相比 SAC-IA+ICP 算法降低 96.2%，相比 NDT+ICP 算法降低 81.0%；RMSE 指标相比 SAC-IA+ICP 算法下降 43.6%，相比 NDT+ICP 算法下降 24.7%。

5 结语

针对传统点云配准粗配准与精配准耗时长、精度低的问题，使用 SIFT 提取点云特征点，在保留原始点云关键特征的条件下尽可能减少配准计算数据量；随后利用 SAC-IA 算法完成粗配准，并采用引入法向约束的点到面 ICP 算法进行精配准，提高了点云配准效率，相较于传统配准策略，在运行耗时和配准精度上均得显著改善。

参考文献

[1] 李晓亮,李海鹏,张筠卓.地面三维激光扫描数据多站配准方法[J].北京测绘,2023,37(5):676-682.

[2] 赵遐龄,潘斌.空间信息约束的改进ICP算法大场景点云快速配准方法[J].北京测绘,2024,38(8):1106-1111.

[3] 刘茂华,赵仁龙,陈杰,等.自适应网格采样点云配准算法研究[J].测绘科学,2025,50(8):51-60.

[4] 陈嘉豪.基于平面特征的空地点云配准算法[J].测绘通报,2025(S1):115-118.

[5] 晏爱民,潘洲华.基于学习函数映射同步网络的点云配准方法[J].北京测绘,2025,39(7):967-973.

[6] 张明敏,胡秋宝,黄团冲,等.基于ICP算法和Bursa模型改进的点云配准算法[J].测绘通报,2025(6):68-72.

[7] 桑旦,潘恺.基于SIFT点的改进ICP点云自动配准算法研究[J].地理空间信息,2025,23(4):12-15,24.

[8] 范林林,王军义,徐志刚,等.大型工件部分点云与整体点云的配准方法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2023,35(9):1323-1332.

[9] 张赵良,董一鸣,朱菊香,等.基于ISS特征点结合改进ICP的点云配准算法[J].应用激光,2023,43(6):124-131.

[10] 王文博,田茂义,俞家勇,等.改进的迭代最近点点云配准方法[J].激光与光电子学进展,2022,59(2):390-399.

（上接第 47 页）

率辅助数据进行空间重构与降尺度，有效提升了近岸测绘的几何边缘精度。这种从单一静态经验模型向多源动态混合模型的演进，构成了提高海冰密集度反演精度的核心物理路径。

海冰密集度不仅是研究全球气候变化的关键指标，更是极地地理信息与海洋测绘领域必不可少的动态空间地理要素。在极地测绘领域，被动微波遥感海冰密集度反演的应用价值主要体现在三个方向：一是在专题制图方面，海冰密集度数据可作为核心要素融入极地冰情图和电子海图（ENC）中，实现极地动态地图要素的准实时更新；二是在航海保障方面，海冰密集度数据能与路径规划算法深度结合，为极地科考船（如“雪龙”号）及商业船只提供北极航道多准则避冰路径规划与精密导航保障；三是在时空信息建设方面，作为高频次的时空变化图层，海冰密集度数据有助于自动提取动态冰界（Ice Edge），为极地多维时空地理信息系统（GIS）的构建和极地动态测绘基准的确定提供核心数据支撑。

4 结论

研究系统论述了基于被动微波辐射计低频数据的海冰密集度反演算法。通过梳理低频算法的发展脉络，可以发现海冰密集度反演取得了长足进步，形成了稳定可靠的全球长时间序列观测记录，为气候变化和极地科学研究提供了不可或缺的数据支撑。

参考文献

[1] 蒲坚.海冰密集度和范围产品在边缘区的精度评估[D].武汉:武汉大学, 2018.

[2] Comiso J C, Cavalieri D J, Parkinson C L, et al. Passive Microwave Algorithms for Sea Ice Concentration: A Comparison of Two Techniques [J]. Remote Sensing of Environment,1997,60(3):357-84.

[3] Ulaby F T, Kouyate F, Brisco B, et al. Textural Information in SAR Images [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1986, GE-24(2):235 - 245.

[4] 苏洁, 郝光华,叶鑫欣, 等.极区海冰密集度AMSR-E数据反演算法的试验与验证[J].遥感学报,2013,17(3):495-513.

[5] Campbell S G, Campbell K S.Determination of sea ice parameters with the NIMBUS 7 SMMR[J]. Journal of Geophysical Research: Space physics, 1984, 89(D4):5355-5369.

[6] Liu, T., Y.,et al.Fully Constrained Least Squares for Antarctic Sea Ice Concentration Estimation Utilizing Passive Microwave Data[J].Geoscience and Remote Sensing Letters,IEEE,2015,12(11):2291-2295.

基于改进模糊聚类算法的多源地理测绘信息集成方法研究

张文恒

（广东智绘地理信息有限公司，广东 东莞 523000）

摘　要：多源地理测绘数据因异构传感器在成像机理、空间基准及时相周期上的本质差异，导致特征空间严重量纲失衡与非线性膨胀，针对上述问题，研究提出一种基于改进模糊聚类算法的多源地理测绘信息集成方法。首先，引入加权欧氏距离与邻域信息熵对传统模糊 C 均值（FCM）算法的隶属度函数进行修正，克服初始聚类中心敏感及对噪声数据鲁棒性弱的缺陷。其次，构建特征级与决策级双层信息集成架构，在特征层通过改进的模糊聚类算法对点云、遥感影像及矢量数据进行联合分割，在决策层利用 D-S 证据理论对异源数据的隶属度冲突进行优化分配。实验表明，城市建成区总体分类精度达 95.6%、Kappa 系数为 0.94，丘陵高噪声下冗余度显著降低、耗时大幅缩减。

关键词：改进模糊聚类；多源地理测绘；信息集成；邻域信息熵；D-S 证据理论；特征 - 决策双层架构

1　引言

现代空间对地观测网络的持续扩张，使得地理测绘体系从依赖单一光学载荷迅速向全天候、多尺度、多谱段的立体感知矩阵演进。高分卫星提供的宽幅多光谱影像、机载 LiDAR 获取的高穿透性三维坐标，以及无人机集群生成的超高分辨率正射数据，共同构成支撑数字孪生城市与实景三维中国建设的庞大数据底座。然而，这种多模态并行采集机制不可避免地引发了数据维度的非线性膨胀[1]。异质传感器在成像机理、空间基准、时相周期上的本质差异，导致多源测绘特征空间内部充斥着高度的异构性与冗余干扰。尤其是在地表覆盖复杂交错区域，不同传感器对同一地物的电磁散射或光谱反射响应往往存在严重的分歧与不确定性，极易产生光谱畸变与几何错位。

为了在海量无序的异构空间锚定高置信度的地理实体边界，模糊集理论凭借处理不确定性映射时的优越弹性，逐渐成为多源测绘信息降维与特征对齐的核心工具。然而，标准模糊聚类体系静态的欧氏距离度量无法自适应调节不同量纲在融合过程中的权重配比，且算法在迭代寻优时呈现出空间盲目性[2]，对局部环境噪声与孤立像元极度敏感。任何传感器端引入的细微像元畸变，均会通过全连接的隶属度矩阵迅速扩散，最终引发全图域的融合质量劣化。

基于此，研究设计一种基于改进模糊聚类算法的多源地理测绘信息集成方法，将邻域信息熵与空间加权机制下沉至模糊聚类的底层数学目标函数中，重构测绘特征张量的距离度量空间，并在高维特征划界后，上卷至 D-S 证据理论框架，执行决策级冲突消解，为高精度、低延迟的空间地理信息全要素提取奠定坚实基础。

2　基于改进模糊聚类算法的多源地理测绘信息集成方法设计

2.1　加权距离与邻域信息熵修正的模糊聚类优化

多源测绘数据的底层特征级集成，核心任务在于将不同量纲的异构观测值映射至统一的收敛空间。常规 FCM 算法在特征划分时，平等对待特征张量中的每一维度，这在面对测绘数据时会导致灾难性的量纲失衡。为了强制消除跨传感器的绝对数值压制，研究首先构建了一个包含各特征波段动态重要性的加权欧氏距离模型，将其作为特征空间聚类游走的底层度量标尺。更关键的是，测绘像元在地理空间绝非独立存在。为了抑制复杂地貌引发的孤立高频噪声对聚类迭代轨迹的干扰，改进模糊聚类算法在隶属度目标函数中深度嵌入基于测绘像元坐标的邻域信息熵。

局部邻域信息熵的引入机制在于：通过评估中心测绘像元周围微观窗口的特征同质性，动态计算出一个自适应的空间平滑惩罚项。当某像元的光谱或高程特征与其邻域主体分布存在强烈背离（局部信息熵极

作者简介：张文恒（1985—），男，汉族，本科，工程师，主要从事地形测绘、工程测量、不动产测绘、测绘地理信息生产和建库等工作。

高，表现为典型的散斑噪声或传感器失真点）时，系统将主动削减该像元对全局聚类中心更新公式的贡献权重。在此逻辑驱动下，构建出融合加权距离与空间熵的改进模糊聚类目标函数[3]：

$$J_{E-FCM}(U,V)=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C}u_{ij}^{m}\left(\sum_{k=1}^{K}\omega_k(x_{ik}-v_{jk})^2\right)+\gamma\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C}u_{ij}^{m}\exp(-H_i) \quad (1)$$

式中，x_{ik} 代表传感器特征输入，v_{jk} 代表聚类中心的对应维度坐标，ω_k 代表基于各数据源信息量自动调节的波段权重系数矩阵，u_{ij}^{m} 代表模糊隶属度，m 代表控制边界平滑度的模糊加权指数，γ 代表空间约束拉格朗日乘子，$H_i=-\sum_{y\in\Omega_i}p_y\ln(p_y)$ 代表特征分布概率熵。当局部特征极度混乱时，H_i 呈指数级衰减，迫使算法在计算隶属度时屏蔽该像元发出的发散性梯度信号，从而使迭代收敛曲面始终向稳定、大面积的连续地理实体方向坍缩，此时邻域信息熵优化后的地理测绘特征空间映射分布如图 1 所示。

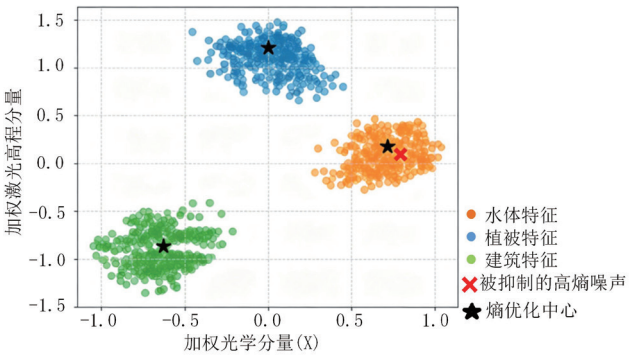


图1　邻域信息熵优化后的地理测绘特征空间映射分布

由图 1 可知，这种底层矩阵度量级的修正，使得多源测绘特征在第一阶段的融合划分中即具备极强的抗噪壁垒，彻底阻断粗差数据向顶层决策架构的渗透，为后续的冲突消解奠定了高度纯化的先验输入基础。

2.2 基于特征－决策双层架构与 D-S 证据理论的信息集成

经过上述改进模糊聚类的严密计算，在特征层面已将复杂的点云、影像与矢量数据联合划分为一组携带隶属度概率的初步分类矩阵。然而，由于异构载荷的观测视角限制，针对某些过渡区域的混合像元，单一聚类输出的隶属度矩阵内部往往存在严重分歧。为彻底解决这一“模态间置信度冲突”，研究构建了从特征级向上跨越至决策级的融合架构，并引入 D-S 证据理论[4]，将上述聚类输出的隶属度无缝转化为证据推演的概率框架。

在决策级集成过程中，D-S 证据理论不再依赖绝对的布尔逻辑判决，而是利用基础概率分配和信任区间来量化不确定性[5]。首先，系统可根据先验知识与传感器的历史信噪比数据，为每一种测绘数据源赋予全局可靠性折扣系数。随后，算法直接截取 2.1 节产出的各源模糊隶属度矩阵 $U^{(1)},U^{(2)},\cdots,U^{(S)}$，将其通过指数拉伸函数标准化后，映射为每个证据源的 BPA 函数 $m_s(A_j)$，这表示第 s 个传感器证据支持该像元属于地物类别 A_j 的精确质量。对于同一像元，面对各传感器传回的冲突分类证据，系统启动 Dempster 联合组合规则，执行高阶正交概率乘缩，其核心决策融合公式如下：

$$m(A)=\frac{1}{1-K}\sum_{B\cap C=A}m_{\text{opt}}(B)m_{\text{lidar}}(C) \quad (2)$$

式中，$m(A)$ 代表后验联合信任度，B、C 分别代表各自证据源支持的分命题集合，$K=\sum_{B\cap C=\varnothing}m_{\text{opt}}(B)m_{\text{lidar}}(C)$ 代表异源证据之间的绝对冲突量[6]。借助因子归一化膨胀处理，可将云遮挡或阴影导致的传感器矛盾概率均匀分散并中和，同时强化放大多载荷共同支持的共性地理特征。尽管光学证据给出了错误的植被指向，且点云自身也存在一定的不确定量，但经过公式（2）的 D-S 正交融合后，“Building”维度的置信度发生了非线性的增强突变，而矛盾与不确定项被极端压缩。至此，从底层空间熵约束的特征挖掘，到高层概率矩阵的冲突仲裁，双层架构完成多源测绘数据的闭环无缝集成。

图 2 对比了单一证据源与经 D-S 证据理论正交组合后对典型混合像元的后验信任度分配，可见光学影像因阴影导致植被类别误判置信度偏高，LiDAR 点云在建筑物与植被边界存在一定不确定性，而经 Dempster 联合组合规则融合后，建筑物类别的后验信任度发生非线性增强突增，矛盾证据被有效压缩，验证了决策层冲突消解机制对多源测绘数据隶属度分歧的高效中和与共性特征放大能力。

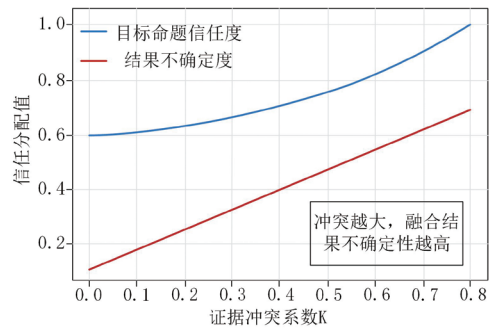


图2　异源证据决策融合效果

3 实验

3.1 设备及数据准备

为全面标定所设计的双层集成架构与改进模糊聚类算法在真实地理测绘生产中的效能，实验依托高并发分布式计算节点，配置了具备 TB 级存储吞吐能力的软硬件环境，以确保多源张量在运算过载下的内存稳态流转，具体参数如表 1 所示。

表1　多源信息集成核心软硬件参数

设备/环境类目	规格架构
计算集群核心	Dual AMD EPYC 7742
显存阵列	双路 NVIDIA A100
内存通道	512GB DDR4 3200MHz ECC
存储池	8TB NVMe PCIe 4.0 SSD RAID 0
基础框架支持	Python 3.9/PyTorch 2.0.1/CUDA 11.7
测绘运算组件	GDAL 3.5.2/PDAL 2.4.0/NumPy 1.22

实验数据严选了两组极具挑战性的典型地理场景：组一为建筑物密集、阴影交叠严重的城市建成区；组二为地形起伏剧烈、植被与裸土混杂的复杂丘陵地貌，所提取的多源测绘数据集如表 2 所示。

表2　典型地理场景多源测绘实验数据集

场景	载荷类别
城市建成区	高分二号（GF-2）影像
城市建成区	车载/机载LiDAR点云
复杂丘陵地貌	Sentinel-1 SAR微波
复杂丘陵地貌	资源三号（ZY-3）影像
通用基础	DLG高精矢量库

3.2 城市建成区多源特征聚类与 Kappa 系数评估

在城市建成区，建筑物屋顶、硬化路面及阴影区草地极易出现“异物同谱”或“同物异谱”现象。通过人工精细勾绘生成绝对真值样本，选取总体分类精度（Overall Accuracy，OA）以及衡量多分类置信度的Kappa 系数作为量化评估基准，实验结果如图3所示。

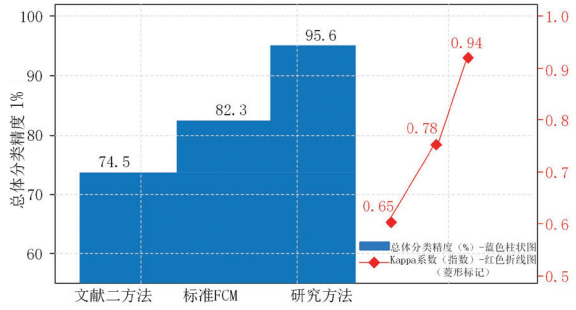


图3　城市建成区多源特征聚类与Kappa系数评估

由图 3 可知，文献 [2] 方法在城市高密度区的总体精度仅勉强达到 74.5%，Kappa 系数为 0.65，分类结果存在大量误判噪声；标准 FCM 算法引入软隶属度，使得精度回升至 82.3%，但受限于对 LiDAR 高程矩阵与影像光谱矩阵的盲目等权叠算，其在建筑阴影交界处的 Kappa 系数停滞在 0.78。相比之下，研究方法总体分类精度飙升至 95.6%，且代表算法分类一致性与抗随机分配能力的 Kappa 系数突破了 0.92（实测达到 0.94）。这一极高的 Kappa 置信度得益于决策层中 D-S 证据理论依据公式（2）成功削弱城市阴影造成的光谱伪影证据，并采信 LiDAR 提供的结构形态证据，有效弥补了异构传感器的各自缺陷。

3.3 丘陵地貌抗噪融合与冗余度、时效性分析

在复杂丘陵地貌实验组，由于 SAR 微波存在固有且严重的相干散斑干扰，不仅需要应对复杂的特征错位，更要面对信息冗余造成的算力拖拽，实验人为向原始底图矩阵阶梯性注入高斯与椒盐混合空间噪声，检测研究算法在极端噪声压迫下的信息冗余度降低表现与矩阵运算耗时轨迹，得到结果如图 4 所示。

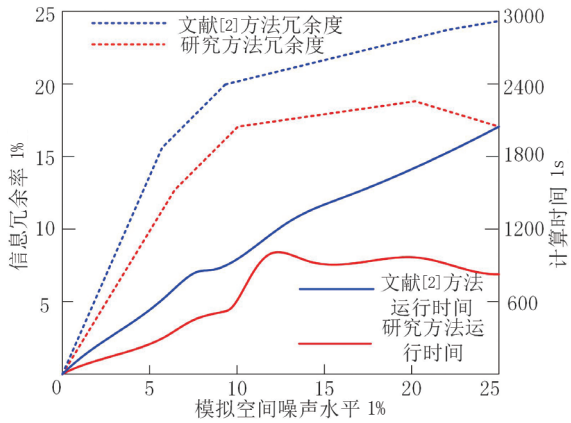


图4　丘陵地貌抗噪融合与冗余度、时效性分析

由图 4 可知，随着模拟空间噪声浓度的飙升，文献 [2] 方法的底层距离度量全面失效，导致误导性特征不断堆积，在极高噪声下其信息冗余度急剧膨胀，同时无序的数据寻优导致算法陷入“组合爆炸”，处理耗时暴增。研究提出集成模型，通过公式（1）的邻域信息熵将高频异常特征强行边缘化，并在第一阶段实现阻断，使得整体融合图层的信息冗余度下降。由于剔除了大量无价值甚至有害的冲突计算节点，研究算法在最高负载环境的并行耗时较低，彻底规避了高维特征解算带来的算力瘫痪，证实了模型在严峻自然与传感器退化环境下的极强工程生存能力。

4 结论

综上所述，在数字孪生与实景三维重构的广阔技术背景下，研究深度剖析多源遥感对地观测矩阵在物

（下转第 60 页）

基于人工智能的不动产确权数据共享机制研究

张作君

（凤阳县土地开发复垦整理中心，安徽 滁州 233100）

摘　要：不动产确权登记中，数据分散、格式不统一、隐私要求高，权属冲突又多靠人工经验判断，针对这些问题，提出一套 AI 辅助的数据共享与争议智能处理方案，各地登记数据保留在本地，只通过联邦学习交换模型信息，并利用差分隐私加噪声保护敏感数据；同时把情况相似的地区分组建模。模型综合空间、登记属性、争议文本三类信息，用来判断案件是否有较高争议风险，并判定属于哪类争议。实验使用脱敏真实数据和合成数据，结果显示，FedProx-GX 模型在争议风险识别中的 F1 为 87.8%，比 FedAvg 高 4 个百分点，与集中式模型仅差 2.9 个百分点；在争议类型分类中，总体准确率为 82.7%，宏平均 F1 为 80.3%。去掉近端约束后，二分类 F1 降至 84.2%；去掉文本语义特征后，多分类宏平均 F1 降至 74.6%。研究表明，该方法能在保护隐私的同时，提高跨区域协同和权属冲突治理的精度。

关键词：不动产确权登记；数据共享；联邦学习；差分隐私；权属冲突；智能产权治理

1　引言

不动产确权登记是维护权利人合法权益、保障交易安全、支撑自然资源管理的基础性制度。然而，在实际业务中，确权登记数据普遍呈现分散化管理格局，不同区域的登记机构、自然资源主管部门与测绘调查部门各自保有本地数据，数据格式、字段标准与业务口径存在显著差异，多源数据难以得到有效融合，形成事实上的“数据孤岛”[1-3]。与此同时，确权登记数据涉及自然人身份、家庭成员关系、历史权利沿革及争议文本等高度敏感信息，隐私保护要求严格，跨域原始数据汇聚面临法律与技术双重约束。更为突出的是，权属冲突识别与治理长期依赖人工经验判断，面对界址不清、权属重叠、历史遗留及程序瑕疵等复杂情形时，往往效率低、一致性差，难以满足智能化、精准化产权治理的现实需求[4-6]。

针对上述问题，研究提出一套基于人工智能赋能不动产确权数据共享与权属冲突智能治理方案。方案以联邦学习为核心架构，各客户端仅上传模型参数更新与统计摘要，不交换原始登记数据，能够在物理层面保障数据本地控制权；引入近端约束优化本地训练目标，缓解区域异质性导致的客户端漂移，提升联邦聚合的收敛稳定性；采用差分隐私机制对上传梯度进行裁剪与加噪，为参数共享过程提供可量化的隐私安全边界。在此基础上，研究融合空间、登记属性与争议文本三类模态信息，利用领域预训练语言模型编码争议语义，构建统一案件特征表示，并基于客户端余弦相似度进行软聚类与个性化聚合，生成适应不同区域争议模式的全局模型，最终实现争议风险二分类识别与争议类型多分类判定。

2　基于人工智能赋能的确权数据共享机制

2.1 联邦学习架构

针对不动产确权登记存在数据分布分散、不同区域标准不一致、权属冲突识别及处置过分依赖经验等问题[7]，结合联邦学习实现 AI 赋能并进行智能化权属冲突治理。由此构建的基于联邦学习驱动的确权登记数据共享总体架构如图 1 所示。

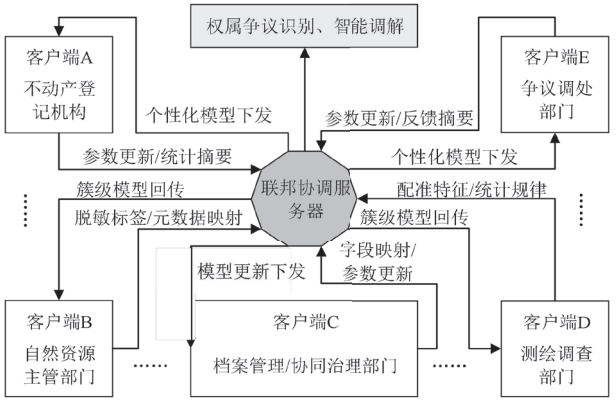


图1　确权登记数据共享总体架构

图 1 中，对于不同的不动产确权登记数据共享，研究考虑数据隐私及数据保护的实际需求，强调知识共享但并不进行原始数据共享。不同区域的登记机构、

作者简介：张作君（1982—），男，汉族，本科，工程师，主要从事测绘地理信息、不动产确权登记等工作。

自然资源主管部门以及对应的业务部门依旧保有本地数据的物理控制权，参与知识共享的数据对象主要包括以下三类：

（1）对应的模型参数更新及统计摘要，以保障跨域提取共性知识。

（2）实施隐私保护处理后的争议处置结果以及反馈标签，以保障模型的动态实时修正能力。

（3）标准化后的元数据及字段映射规则，以保障多源异构数据的可关联性。

通过以上数据对象，基于联邦学习进行跨域协同建模。由于并不汇聚原始数据，因此联邦学习的目标是对客户端本地损失进行加权和最小化处理，具体公式如下：

$$\min_{W} F(W)=\sum_{i=1}^{M}\frac{m_i}{m}L_i(W) \tag{1}$$

式中，M 为不动产确权登记的客户端数量，m_i 为第 i 个客户端本地数据集包含的数据量，m 为所有客户端本地数据集的数据总量，W 为全局模型参数，$L_i(W)$ 表示第 i 个客户端在本地数据的平均损失。依据公式（1），尽管并不直接传输不同区域的测绘成果、权属档案以及争议文本原文，但依旧可以通过模型更新多源数据的统计规律及判别知识。

确权登记数据具有明显的非独立分布特征，如城乡地区权利主体结构不同、历史遗留问题类型不同以及争议触发因素不同等[8]。如果直接采用传统联邦平均方式，容易导致模型稳定性降低、客户端漂移[9]。因此，在本地训练阶段引入近端约束，并构造如下优化目标：

$$W_i^{t+1}=\arg\min_{W_i}\left[L_i(W_i)+\frac{\mu}{2}\left\|W_i-W^t\right\|_2^2\right] \tag{2}$$

式中，W^t 为第 t 轮服务器下发的基准模型，μ 为正则化系数。基于此，近端约束对本地模型与共享模型的偏离幅度进行控制，以提高联邦训练在异质场景的收敛稳定性。

2.2 基于差分隐私的数据保护机制

尽管通过不上传原始数据、结合联邦学习能够有效降低隐私泄露风险，但客户端上传的梯度或者参数增量依旧可能受到模型反演或者成员推断等攻击[10]。对于确权登记数据包含的家庭成员关系、历史权利沿革、自然人身份以及敏感争议文本等信息，在客户端上传环节引入差分隐私机制，为参数共享过程提供可量化的安全边界。差分隐私机制通过向计算过程注入随机噪声，为数据隐私提供可量化保障。随机机制 M 对于任意相邻的数据集 D 与 D' 的任意输出集合 S 而言，若满足：

$$\Pr[M(D)\in S]\leqslant e^{\varepsilon}\Pr[M(D')\in S]+\delta \tag{3}$$

那么，表明随机机制 M 符合 (ε,δ)- 差分隐私。公式（3）中，ε 为隐私预算，δ 为松弛项，ε 越小则表明单条确权登记记录对模型输出的可辨识影响越弱。

为保障联邦学习动态迭代中的隐私保护，采用本地差分隐私方案，即在每个客户端本地对将要上传的模型更新进行扰动，并将扰动后的结果发送至服务器。在进行客户端本地扰动时，先对本地模型更新进行 L_2 范数裁剪：

$$\Delta W_i^{t1}=\frac{\Delta W_i^t}{\max\left(1,\frac{\left\|\Delta W_i^t\right\|_2}{C}\right)} \tag{4}$$

式中，C 为裁剪阈值。对裁剪后的更新向量加入高斯噪声，得到能够上传至服务器的扰动更新：

$$\Delta W_i^{t2}=\Delta W_i^{t1}+N\left(0,\sigma^2C^2I\right) \tag{5}$$

式中，σ 为噪声尺度，I 为单位矩阵。

3 面向权属冲突智能治理的协同学习

3.1 多源数据融合与特征表示

不动产权属冲突往往涉及权利主体的信息冲突、空间边界偏差、历史登记链条断裂以及争议叙事模糊等多重因素，因此具有明显的复合性[8-9]，无法通过单一结构化的属性分析对权属冲突进行准确识别与公平研判。研究从空间、属性、文本三个维度进行多源数据融合，并构建特征体系，以提高模型对区域差异、场景异质性的适应能力。多源数据融合与统一特征表示的整体框架如图 2 所示。

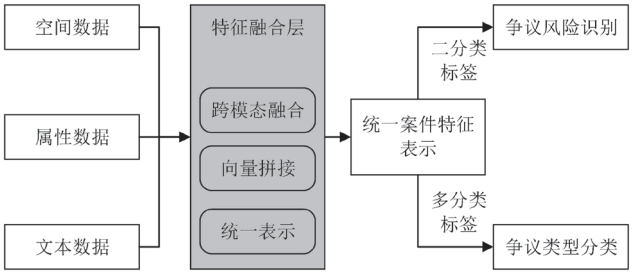


图2　多源数据融合与统一特征表示整体框架

图 2 中，空间上主要对遥感影像、界址点、调查测绘数据、地籍图斑进行时空基准统一，具体通过包含局部非线性补偿项的配准模型实现：

$$P_t=T+(1+r)RP_s+\alpha(P_s) \tag{6}$$

式中，P_s 为源坐标，P_t 为目标坐标，T 为平移项，r 为尺度因子，R 为旋转矩阵，$\alpha(P_s)$ 为局部非线性补

偿项。基于公式（6），提高影像边界、地籍图斑以及界址点之间的匹配精度，更好地识别边界重叠，同时为面积异常、界址错位等权属冲突提供可靠有效的数据基础。

语义属性上，以不动产单元号为主索引，关联权利主体、空间对象、用途、铭记、历史档案文本、争议文书以及历史变更记录等关键属性，以形成面向案件单元的融合样本。

文本处理上，通过领域预训练语言模型对争议文本进行向量化编码，再与结构化特征进行拼接，得到权属冲突案件的统一输入表示。对于文本的向量化编码如下：

$$g_j = \mathrm{Enc}\left(B_j\right) \tag{7}$$

式中，B_j 为第 j 个权属冲突案件的文本，Enc() 为文本编码器。由此进行特征拼接得到统一输入：

$$x_j = \left[g_j \| a_j \| z_j\right] \tag{8}$$

式中，a_j 为空间特征，z_j 为属性特征，‖ 表示向量拼接操作。

相比单纯的关键词匹配，研究所提的特征表示方法更加全面地考虑了权属冲突的隐含语义以及上下文关系。由此对历史权属冲突案件进行争议风险标签、争议类型标签的标注。其中，争议风险标签标注权属冲突案件是否具有较高争议的发生概率，争议类型标签对权属冲突类型进行标记。

3.2 基于客户端聚类的个性化模型构建

不动产确权登记具有明显的地域性以及制度嵌入型，如在农村地区多表现为集体成员资格争议、宅基地边界模糊等权属冲突问题，在城市地区多表现为用途变更频繁、历史档案不一致以及权利变更链条复杂等问题。如果在不动产确权登记中统一采用单一全局模型，难以兼顾不同地区的争议模式。因此在联邦学习框架中引入客户端聚类与簇极聚合机制，以保障更好的区域适配。

在第 t 轮训练中，服务器依据客户端上传的扰动更新进行相似度评估，考虑到确权登记数据中高维参数更新更应关注方向的一致性，采用余弦相似度进行评估：

$$q_{i1,i2}^{t} = \frac{\left\langle \Delta W_{i1}^{t2}, \Delta W_{i2}^{t2} \right\rangle}{\left\| \Delta W_{i1}^{t2} \right\|_2 \cdot \left\| \Delta W_{i2}^{t2} \right\|_2} \tag{9}$$

由于进行单轮更新容易受到随机采样以及差分隐私保护的噪声干扰，对最近的 L 轮相似度矩阵进行滑动窗口平滑处理，公式如下：

$$\bar{Q}^{t} = \sum_{\tau=0}^{L-1} \beta_\tau Q^{t-\tau} \tau = 1 \tag{10}$$

式中，$\bar{Q}^{t}$ 为第 t 轮用于聚类的平滑后的相似度矩阵；L 为滑动窗口长度；τ 为时间偏移量，τ=0 表示当前轮，τ=1 表示上一轮，据此类推。β_τ 表示对应轮相似度矩阵的权重，在实际操作中通常为近期轮次赋予更高的权重。基于平滑后的相似度矩阵服务器对客户端进行软聚类，得到客户端对于第 k 个簇的隶属度 u_{ik}。研究采用软聚类，针对处于城乡结合部、行政边界交叉区域或者业务特征过渡带的不动产确权登记客户端，其更新模式可能同时接近多个簇，通过软聚类可以保留多重隶属关系，以提高模型鲁棒性。

基于针对性的争议风险识别进一步实现权属冲突的智能治理。当新的登记申请、复核任务或者存量疑难案件进入系统之后，按照前文所述生成统一特征向量，并基于簇中心距离的软匹配方式对特征向量进行判断，由此得到具体的权属冲突案件预测结果，然后基于预测结果调用历史已处置案件库，检索与当前案件相近的案例，并结合业务规则库生成初步的建议报告[10]。建议报告中包含有限核验的证据材料、需重点复核的界址信息以及是否需要跨部门联审等。

4 实验验证

4.1 实验设计

实验设计的目的是验证研究提出基于 AI 赋能确权登记数据共享机制与权属冲突智能治理方法的有效性。实验数据来源于多个合作机构提供的脱敏历史登记档案、争议处置文书以及业务台账，同时结合规则约束生成少量的合成样本，以构建贴近业务场景且符合隐私要求的实验数据集。为提高实验数据的真实性，真实脱敏样本主要包含历史不动产确权登记、权属变更、争议调解以及裁决记录，合成样本主要用于补充增强边缘场景及低频争议类型案件。构建的实验数据集如表 1 所示。

表1　实验数据集组成

样本	样本数量
真实样本	8750个
合成样本	3750个
总计样本	12500个

表 1 中，每个样本对应一个不动产单元、一宗登记业务记录或者一件历史争议案件，数据样本均包含空间、属性、文本三种核心模态数据。为模拟宽区域登记机构的协同治理场景，将总数据划分为 10 个客户

端，不同客户端之间的样本量存在差异，以模拟实际业务中地区间案件的数量差异，具体数据分布如表 2 所示。

表2　多客户端数据分布情况统计

客户端	数据量
K1	826个
K2	1230个
K3	962个
K4	1459个
K5	1109个
K6	1320个
K7	1378个
K8	1400个
K9	1275个
K10	1541个

考虑到不同客户端的地域差异导致类别分布及主体结构差异，对不同客户端的数据类型进行划分，其中客户端 K1～K4 以界址不清类争议为主，K5～K7 以权属重叠类争议为主，K8～K10 以历史遗留、程序瑕疵类争议为主。研究结合 3.1 节，对每个样本设置对应的争议风险标签及争议类型标签。同时每个客户端内部的数据集按照 7∶1∶2 比例划分训练集、验证集、测试集。为评估研究方法的有效性，设计传统基线、集中式参考、本地化基线及经典联邦学习方法，进行对比分析，对比方法如表 3 所示。

表3　对比方法选择

方法类别	方法名称
传统基线	LR-Baseline
集中式参考	Centralized-NN
本地化基线	Local-Only
联邦学习	FedAvg
本文方法	FedProx-GX

所有实验基于 PyTorch 环境实现，运行硬件 CPU 选择 Intel Core i9，GPU 选择 NVIDIA RTX 4090，操作系统为 Ubuntu 22.04LTS。为提高统计显著性，将显著性水平设置为 $p < 0.05$。联邦学习实验的基础参数中总训练轮次均为 100，每轮随机选择 5 个客户端参与训练。客户端本地训练周期为 5，学习率为 0.01，本地批大小为 64，采用 Adam 作为优化器，并将随机种子固定为 42。近端约束正则化系数通过网格搜索在 {0.01,0.1,1} 中选取最优值。多源特征融合网络采用多层感知机，隐藏层维度分别为 256、128、64，采用 ReLU 作为激活函数，输出层依据对应不同标签，即二分类或者多分类任务，分别采用 Sigmoid 函数或者 Softmax 函数作为分类函数。差分隐私保护机制中梯度裁剪阈值设为 1，噪声尺度依据目标隐私预算计算确定。对比方法均基于现有成熟调参参数进行实验，以保障实验对比公平。

4.2 实验结果

为评估研究方法在不共享原始确权登记数据条件下的识别效果，基于表 3 选择的对比方法进行对比验证实验。不同方法均基于相同的数据划分、统一的输入特征表示和相同的训练轮次设置进行实验，二分类标签用于判定样本是否具有较高争议风险。考虑到争议风险识别任务中正负样本可能存在一定的不均衡，同时实际业务更加关注高风险案件的有效识别与控制，因此将 F1 分数作为核心评价指标。不同方法分别进行 70 次重复验证实验，取均值处理，得到的具体实验结果如图 3 所示。

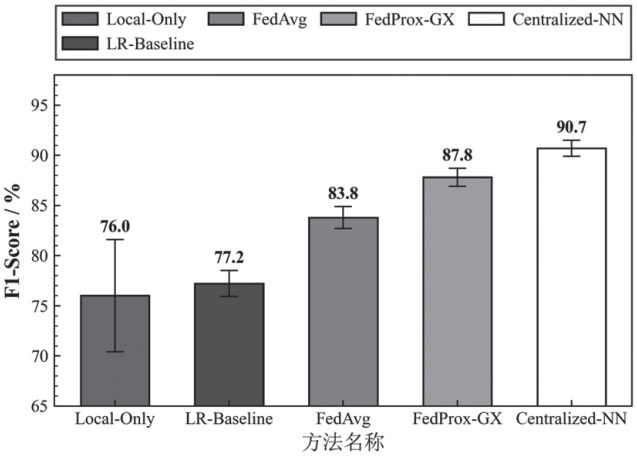


图3　争议风险二分类性能比较

图 3 中，Centralized-NN 的 F1 分数最高为 90.7%，表明在能够汇聚全部数据的理想条件下，多源特征融合网络可充分学习权属冲突的空间、属性与文本关联规律。FedProx-GX 方法的 F1 分数次之，为 87.8%，与 Centralized-NN 方法仅相差 2.9%，表明在不交换原始确权登记数据的情况下，通过针对性构建的联邦协同机制能较好地逼近集中式训练效果。相比经典 FedAvg 方法，FedProx-GX 提升 4%，表明面对确权登记场景显著存在的区域异质性，仅依赖简单参数平均无法充分协调多个客户端目标，难以有效提升判别精度。Local-Only 方法的 F1 分数最低，为 76%，且波动明显较高，表明单一地区样本规模有限且分布偏置较强时，模型不具备较好的泛化能力。LR-Baseline 方法尽管有所改善，但整体与 FedProx-GX 相差较大，表明权属冲突风险识别无法通过简单线性关系判别。

此外，研究还对多客户端的权属冲突分类任务进

行验证，选择整体准确率（Overall Accuracy）与宏平均 F1（Macro-F1）作为评价指标，目的是兼顾整体分类性能与类别间的性能均衡，得到的实验结果如图 4 所示。

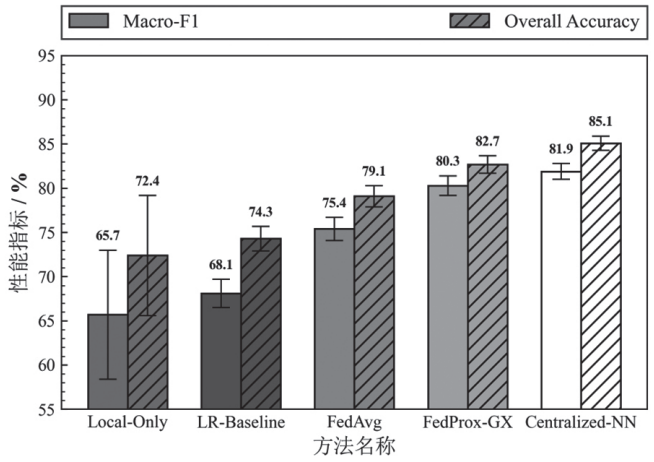


图4　争议类型多分类任务性能比较

图 4 中，各方法在多分类任务中的性能排序与二分类实验基本一致，但不同方法间的差距在 Macro-F1 指标上表现更加明显。Centralized-NN 表明理想条件下 Overall Accuracy 可达 85.1%，Macro-F1 可达 81.9%，模型能够相对完整地学习多类型争议的判别边界；FedProx-GX 方法的 Overall Accuracy 达到 82.7%，Macro-F1 达到 80.3%，与 Centralized-NN 相比差距有限，表明联邦学习框架在不汇聚原始确权登记数据的前提下能够保持较强的类型识别能力。同时，研究方法的性能均优于除可获取全部训练数据理想条件下的其他方法。综合来看，FedProx-GX 在保持联邦学习隐私优势的同时，能够明显提升权属冲突类型的识别精度与均衡性，为权属冲突案件分层处置及智能辅助决策提供可靠的模型支撑。

为进一步检验研究方法在权属冲突识别中的实用性，针对多种类型权属冲突进行多分类任务验证，即主要针对 FedAvg、FedProx-GX 以及四组消融变体进行验证，四组消融变体说明如表 4 所示，由此得到的实验结果如图 5 所示。

图 5 中，FedProx-GX 在不同权属冲突类型中均取得最高的 F1 分数，表明 FedProx-GX 对不同复杂度、不同成因的争议类型具有相对稳定的适应能力。与 FedAvg 相比，FedProx-GX 在历史遗留和程序瑕疵两类复杂案件上的提升尤为明显，F1 分别提高至 78.4% 和 77.2%，增幅达到 5.6% 和 7.1%，表明当争议涉及时间链条较长、证据来源分散或程序性信息较强时，传统联邦平均无法充分整合异构客户端知识，FedProx-GX 通过引入近端约束与个性化聚合，可更有效地学习跨区域共有模式与地方差异模式。

表4　消融变体说明

消融变体	说明
A1	去除近端约束
A2	去除客户端聚类
A3	去除文本语义特征
A4	去除类别加权损失

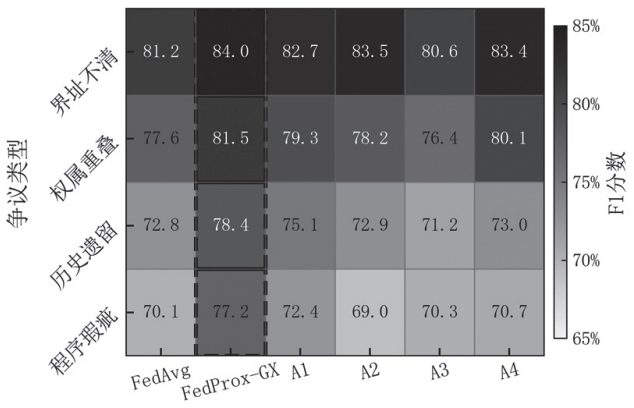


图5　多分类任务权属冲突F1结果对比

为进一步验证 FedProx-GX 针对性改进模块的有效性，基于四种消融实验变体进行实验，具体结果如图 6 所示。

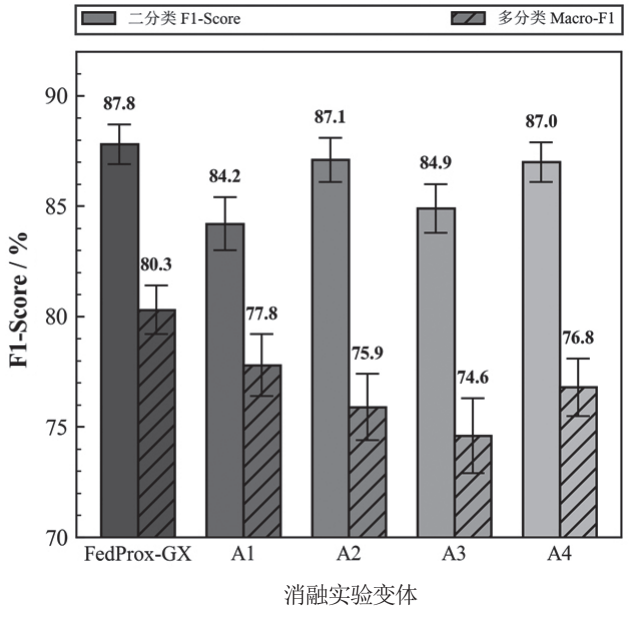


图6　消融实验结果

图 6 中，FedProx-GX 方法在二分类 F1 分数和多分类 Macro-F1 两项指标上分别取得 87.8% 和 80.3% 的最优结果，表明 FedProx-GX 方法在不同层次任务中具有较好的普适性。对于权属冲突风险的二分类任务，去除近端约束后性能降幅最为明显，下降至 84.2%，

表明在争议风险识别任务中联邦优化稳定性对高低风险边界学习具有良好作用；对于权属冲突类型的多分类任务，文本语义特征和客户端聚类的作用更为突出，其中去除文本语义特征后 Macro-F1 降至 74.6%、去除客户端聚类后 Macro-F1 降至 75.9%，均明显低于 FedProx-GX 方法，这表明多分类任务不仅依赖结构化空间与属性特征，同时还依赖争议文书、历史档案和处置描述中的上下文语义信息。通过消融实验整体结果来看，FedProx-GX 模型设计具有合理性，能够切实提高权属冲突智能治理效率及效果，有效保障数据共享过程中的隐私保护。

5 结语

围绕不动产确权登记中数据分散、隐私约束强、跨区域协同难、权属冲突依赖人工经验等现实问题，研究提出一种基于联邦学习与差分隐私的 AI 赋能数据共享与争议智能产权治理方法。通过构建联邦协同架构，各客户端在不交换原始数据的前提下实现模型参数与统计知识的跨域共享；引入近端约束与客户端软聚类机制，有效应对区域异质性带来的模型漂移问题；融合空间、登记属性与争议文本多源特征，提升了权属冲突风险识别与类型分类精度。实验结果表明，研究提出的 FedProx-GX 方法在二分类与多分类任务中均优于经典联邦学习基线，逼近集中式训练效果，且在隐私保护与模型性能之间能够取得良好平衡，消融实验验证了近端约束、客户端聚类及文本语义特征对模型性能的关键贡献。未来研究可进一步探索动态隐私预算分配、跨模态对齐优化及联邦模型可解释性增强等方向，以推动研究方法在更大规模、更复杂业务场景的落地应用。

参考文献

[1] 王晓波.土地不动产确权登记的实践价值与优化路径研究[J].中国房地产业,2026(24):186-189.

[2] 薛彬.农村不动产确权登记赋能乡村振兴[J].村委主任,2026(14):179-181.

[3] 张宇.国土空间视角下不动产登记林权数据分析及整合流程研究[J].今日国土,2026(7):65-67.

[4] 赵会洋.不动产确权登记中工程数据标准化与权籍管理优化研究[J].住宅与房地产,2026(18):38-40.

[5] 刘友谣.测绘地理信息在不动产确权登记中的全流程应用[J].住宅与房地产,2026(18):56-58.

[6] 尹燕燕,张艳红.土地整治中耕地保护与农房不动产确权登记衔接存在的问题及对策[J].农业产业化,2026(6):67-70.

[7] 王莉.不动产确权登记档案标准化管理体系构建[J].房地产世界,2026(12):89-91.

[8] 王斌.自然资源统一确权登记与不动产登记数据融合路径研究[J].房地产世界,2026(9):26-28.

[9] 夏若轲.农村不动产确权登记精准化管理方法[J].农村经济与科技,2026,37(8):177-179,201.

[10] 洪圳材.“房地一体”不动产权籍调查及登记数据整合关键技术研究[J].测绘与空间地理信息,2026,49(4):137-140,144.

（上接第 54 页）

理表征中的结构冲突与概率发散问题，构建并验证一种基于改进模糊聚类与 D-S 证据理论协同演化的多源地理测绘集成方法。算法基底层通过动态提取空间邻域信息熵与跨模态加权距离矩阵，彻底消杀了各类高频传感器畸变与地物离散噪声对聚类寻优轨迹的毒化干扰，巧妙引渡 D-S 证据框架的质量归一机制，以数学正交分配严密调和了不同波段的置信度博弈。对典型城市与多山丘陵场景的严格压测表明，该范式在维持高动态地物提取中斩获了突破 0.92 的 Kappa 稳定阈值，并在极端数据恶化边界内，成功砍减 27.4% 的无序冗余，实现对矩阵耗时的大幅缩减，为新一代无人驾驶高精路网铺设、全息战场环境感知以及海量地理国情高频监测提供极具战略价值的技术支撑方案与底层算力突破路径。

参考文献

[1] 李益壮,郑海洋,张磊,等.数字孪生城市建设中测绘地理信息数据的采集、更新与应用模式[J].科学技术创新,2026(12):17-20.

[2] 王勃慧,祁俊良,赵学军,等.测绘地理信息技术与自然资源资产清查融合探索：以青海高海拔地区为例[J].测绘通报,2026(S1):236-240.

[3] 于磊,张亚红,雷倩芳,等.低空遥感赋能高标准农田建设:测绘地理信息驱动的数字化管理新模式[J].测绘通报,2026(4):28-34,64.

[4] 宋亮亮,刘思露,万泓浩,等.基于D-S证据理论和直觉模糊贝叶斯网络的水利工程施工安全韧性评价[J].水利经济,2026,44(3):82-89.

[5] 姚旭强,孙伟超,薄宁,等.一种基于云模型和改进D-S证据理论的机载雷达有源干扰系统效能评估方法[J].兵器装备工程学报,2026,47(5):201-208.

[6] 陈莲.基于D-S证据理论与组合赋权的EPC模式建筑工程风险综合评价方法[J].齐齐哈尔大学学报(自然科学版),2026,42(2):79-86.

人生有“三笑”



◎ 陈鲁民

香港电影《三笑》，说的是唐伯虎点秋香的才子佳人故事，趣味横生，风雅至极。其实，人生也有三笑：笑笑人家，给人家笑笑，再笑笑自己。

林语堂有名言：“人生在世，不过是有时笑笑人家，有时给人家笑笑。”话虽朴素淡然，没有宏大说教，却蕴藏着通透的处世智慧，贴近人间百态。

所谓“笑笑人家”，亦可说是“笑天下可笑之事”，本是人之常情，凡人很难全然免俗，亦能换来片刻快感。世间没有完美之人，人人都有缺憾陋习、短板疏漏，诸多行径的确可发一笑：有人行事莽撞，屡屡犯错；有人缺乏主见，只知盲从；有人执拗偏激，一味钻牛角尖；有人虚度光阴，终究一事无成。然而同样是笑，境界高下立判。若是幸灾乐祸的讪笑、落井下石的冷笑、心存恶意的嘲讽，格局狭隘，尽显小家子气；倘若在笑过他人之后，反求诸己，对照检视自身有无同类弊病，以此为戒、警钟长鸣，便是君子修为。

“笑笑人家”，更需要怀揣宽容。懂得体察他人的难处与苦衷，少一些“恨人有、笑人无”的幸灾乐祸，多一份恻隐之心的温和体谅。不嘲讽他人一时的狼狈，不讥笑旁人当下的困窘，更不能拿别人与生俱来的缺陷当作消遣的谈资。这份笑，源于善意，是看透世事的豁达，是接纳差异的从容，更是放下执念的通透。当善意的笑声多起来，人世间便能少几分尖酸苛责，多几许温情暖意。

“给人家笑笑”，也在所难免。你有权笑看旁人，便不能苛求自己永远置身笑谈之外。现实里不少人可以随意调侃他人，没心没肺地“笑笑人家”；却无法承受自己成为别人的谈资、笑料、遭受各种议论。人人皆非圣贤，可不少人却因怕“给人家笑笑”，强求自身完美无瑕，畏惧失误出丑、惧怕流言非议。为维护虚妄体面，拼命遮掩失败、回避过错，被虚荣牢牢束缚，活得紧绷拘谨。可人生本就是一场不完美的修行，谁都有窘迫失意、失手难堪的时候。过度看重荣辱得失，只会徒增身心负累。其实被人笑一笑，并无损分毫，也掉不下一块肉，不必放在心上。

再就是“笑笑自己”，是一种高级的自嘲，非智者不能为。东坡一生屡遭贬谪，境遇狼狈困顿，却常常自嘲。吃粗劣饭菜笑自己“先生食饱无一事，散步逍遥自扪腹”；境遇落魄，调侃自己功业无成，鬓发已白。不沉溺于失意悲愤，拿自己的坎坷、衰老开玩笑，把苦难消解成豁达。国学大家启功，面对外界追捧，时常调侃自己。给自己写墓志铭，戏谑调侃自己学历不高、学问有限，看淡虚名。别人夸赞他书法绝世，他反倒笑说只是谋生手艺，放下名家架子，不被身份光环绑架。勇于嘲笑自己的人，不是自轻自贱，而是看清了自己的局限，放下了面子的枷锁。自嘲不是自我否定，是和过往的自己和解。遇到非议时，不必剑拔弩张，一句淡淡的自我调侃，便能化解尴尬，走出窘迫。

不怕“给人家笑笑”，是内心强大的佐证。坦然接纳自身的不完美，正视自身的平凡与不足，不畏惧旁人评头论足、说长道短，是难得的修养。他人的取笑，不过生活里一段寻常插曲，大可不必耿耿于怀、念念不忘。一个人唯有从容接纳外界的议论，才能挣脱世俗虚荣的桎梏，活得松弛坦荡，保有清醒自知与开阔格局。

时不时“笑笑自己”，学会适度自嘲，就能看得清现实，也留得下松弛。明白人生本就充满缺憾，允许自己有不体面的时刻、不如意的瞬间。能“笑笑自己”的人，对外少了戾气，不苛责他人，对内多了宽容，也不苦苦为难自己。

漫漫人生路，顺逆起落、得失荣辱皆是常态。最好的生活姿态，便是宽厚地“笑笑人家”，一笑纾解烦闷；也坦然地“给人家笑笑”，容纳他人非议；再就是适时地“笑笑自己”，接纳世事无常。在“三笑”中修炼本心，消融戾气，坚守良知，方能笑对岁月浮沉里，活得平和坦荡。

（作者系中国人民解放军网络空间部队信息工程大学原教授、中国作家协会会员）

新开木槿花

◎ 吴春梅

父亲的生日，在七夕后几天。这个时节，山城的雨水最是殷勤，常携几分清凉造访，断断续续三四天不止。当是时也，门前大道旁的木槿，褪去七分暑热，粉花盈枝，翠条摇曳，花枝映着雨色，成了生日里最明媚的景致。今年亦不例外。

鹊鸟搭桥的七夕节，金风玉露一相逢，弄晴小雨纷纷，霏霏靡靡，着水秋木苍苍，葱葱茏茏。嫩凉天气，雨丝若风烟飘荡，任意东西。城外草木渐生秋意，城内木槿树却风华正茂，“一日一回新”地绮霞结初露，粉英红萼绽枝头。

“汀花雨细，水树风闲，又是秋来。”西风怡然自得，秋雨闲庭信步，点点滴滴，如珠似露，不紧不慢地点在木槿枝条上，朗风凌波掠过花枝，摇动树头的娉婷花朵。

木槿花湿漉漉的胭脂面，水珠缀在花瓣边缘，欲落未落，是织女面颊上喜极而泣的相思泪点点，不见水淋漓的狼狈，反倒透出梨花带雨的娇俏，娴静且明媚。

待到生日当天，父亲晨起，见天光半明半暗，有云无雨，便如日常下了地。耕作到晨光亮透时，一如既往地飘起了雨。淡烟疏雨，清澈似朝露，弹开槿花半卷的舜华霞绡，花叶挨挨，草木依依，拥抱在交织的雨幕和堆叠的翠色里，淡然地吮着浅秋的清朗天露。

父亲灰衫湿透，裤脚裹着泥点，一顶红色的太阳帽遮着黝黑的面庞，倒像庄稼地里的一朵“新开木槿花”，葳蕤生香，他立在秋雨缠绵的瑾红丛中，无疑是最年长、最坚韧的那一朵。

被雨水催促归家的父亲，在母亲的唠叨里，换上干净清爽的衣服，开始收拾摘回的南瓜、豆角、黄瓜、韭菜、玉米棒子等。年逾八十岁的父亲，种地是一把好手，且不辍劳作，视耕耘为锻炼身体，亦如“日日一回新”的槿花。朝随晨光下田去，日落西山荷锄归。

渐进中午时，我们相携外出聚餐。生日宴定在老城区偏西南的酒店。去时雨势稍大，结束时天光半晴半阴，雨虽未霁但时断时续，雨珠似顽皮的孩子蹦蹦跳跳。

归家途中，行进门前大道，视线被“雨润木槿闲”的景色牵住，慢了半拍，恍惚间生出“有女同车，颜如舜华”的错觉。我禁不住摇下车窗，顾不得雨孩子蹦进来沾了发丝、皮肤，只管目睹花影重重，如波浪涌面而来，又随雨丝舒卷而去。

爽风轻寒，拥抱着《诗经》里温软的美好，随车窗外的景致铺展延伸：风斜斜的，打着水润的树叶，雨疏疏的，轻弹着粉紫花苞，“斜风打翠叶，疏雨弹槿花”的画面，缱绻在眼帘。

车至家门前，下得车来，我依然不舍这槿花的美好，忍不住靠前去亲近，让我的思绪也随着雨丝漫过木槿的风华。

视野里的木槿，植在道路隔离带的灌木丛里。不在道路旁，遮荫有限，算不得行道树，且有身姿略挺拔的紫叶李做高位，想来该是景观木的点缀。万物有其值，各司其职，也是考量了功用与本能。

“数点朝来雨，新开木槿花”。木槿，取其“花开不绝”的美好寓意，雅称“无穷花”，乃锦葵科落叶灌木。它是《诗经》中的“舜华”“舜英”，是文人笔下诗意的“朝开暮落花”，因花形似铃铛被称作“喇叭花”，可种植于庭院或菜园旁，唤作“篱障花、藩篱草”，更被乡民采撷烹食，花入馔，炸为花煎，根皮入药，昵称“面花”“饭汤花”等，在不同的语境里焕发着同样的生趣。

无论暑夏，还是凉秋，木槿广植处，高木矮篱，槿花各成奇趣。单朵“槿花不见夕”，生于绚烂，死于静美。整株木本，从夏至秋，抽条拔叶，新蕾持续孕育，花骨握拳而生，绵延不绝，“一日一回新”。夏花明朗，秋花旖旎，粉的绮丽如彩霞，白的皎洁若云朵，树树深绿出雅姿，别具风貌。

门前大道贯通县城东西。西行

尽头接了螳螂河，河尾向南蜿蜒后，东南倾流汇入沂河。河头向北迤逦而上，西北拔高隐入鲁山。沂河宽阔终到海，鲁山巍峨深秀峰，飘逸与稳重一脉相承。大道东延尽头乃儒林河，此河亦为沂河支流，只是相较于螳螂河，水系小了些。此道命名“鲁山路”，足见其重要性。

山脉地岩蕴藏而集的源头径流，天水冲刷积流而汇的支流水脉，融合成滋养这座小城的母亲河。城内大路小街纵横交错如天罗地网。其间最具风姿的便是行道树和隔离带灌木花树。我于这城中安居，任时光串珠，雨中缝花，等风起，等雨歇，待秋霜凝集，赏槿花着露，慵懒如画。

“橘生淮南则为橘，橘生淮北则为枳。”同样的道理，对于花木亦然。是以，木槿植南栽北，气势各异。植南，园林道边皆可有，“路径风篱取次芳，朝荣暮悴付流光”。栽北，绿地花圃也多见，“一秋朵朵红相续，比着人情大段长”。

这木槿在南方是风景园林小主，得益于温润的气候，株型相对高大，树冠幅宽，参差披拂自成风景，能昂扬地高歌一曲，亦能缱绻地浅吟低唱。花，静静地绽放，枝，轻轻地摇曳。清芳悠远，一见瞩目。落在北方，就成了道路独宠。

北方的木槿，立在高大乔木的浓荫里，即便被修剪成景观木的规整模样，也少了几分挺拔的气势，反倒像是散落在绿意里的“散兵游勇”，随性舒展。可就是这份怡然自得，让它独有绚烂和娴雅的姿态，得了路人喜爱。

在暑气蒸腾的盛夏里，在西风飒飒的秋爽里，于朝晖夕阴的流转间，“木槿不见夕，一日一回新。”其叶，层层叠叠，老绿新绿交叠；



其花，晨绽暮卷，花开花落，从不停歇，坚韧地单曲循环，把温柔的坚持，写进每个朝暮与晨昏。

绽放时，满枝花朵云蒸霞蔚，枝叶斜曳，盈枝花绽。沐雨时，雨珠滚落，花枝摇曳，粉英或紫华皆具深韵，连风掠过都激发了蓬勃的孤勇。凋零时，整朵花独抱清芳，轻薄的花羽卷曲，即使坠落尘埃，也是缱绻相依，花瓣裹着花蕊，带着花托入土，掩不住慵懒的静美。

不经意抬眸，忽见父亲出门而去，方向是他日日耕耘的田地。蓦然心思一动：我的父亲，恰如这默默生长的木槿。他晨随朝露出，暮伴晚霞归，将温柔的坚持、永恒的信念埋进每一寸耕种的土地里。

木槿昔年，浮生未歇。花期短暂却热烈绽放的木槿花，用“我爱人间初相见，也敬深情不久远”的达观告诉我，存三分知足，便可澄澈落灵台，盈月满心。

于是，我捡一朵落花归去，任这木槿，云水含雨思，雨幕垂花帘，在天地间辗转往复，蔓延成“一万年太久，只争朝夕”的无边风情。乙

（作者单位：山东省淄博市沂源县自然资源局）

阳光半分染秋思

◎ 孙东勋

阳光被秋风裁剪成一缕缕光线，洒落在树梢，荫架下斑驳碎银闪烁，渐渐的凉意与淡淡的黄悄然走近忙碌而朴实的人们。一群孩童追过来，手背沾着泥渍，高兴地喊道：“抓住你了，小刺猬，快出来呀！”快乐和幸福洋溢在天真可爱的脸上。

秋日的瓜果，处处流淌着甘甜。西瓜瓤上沾的糖，是老农侍弄土地俯身弯腰的勋章，犒赏红红火火的好日子，脸上挂着的憨笑在阳光下格外动人。水蜜桃里的甜，从明媚春天小蜜蜂光顾奔波那一刻开始，伴着桃李芬芳，慢慢长熟为诱人的甜果，咬一口软糯裹牙，汁液盈舌。而一串串紫葡萄最让人喜爱，玲珑剔透，色泽诱人，那种沁人心肺的糖分，甘而不腻，鲜而不矜，是阳光一路陪伴下的绝佳馈赠。

陶罐里的泡菜正在发酵，阳光炙烤与湿热空气相遇，碰撞出一个个奇迹。酸甜可口的萝卜条、略辛浅酸的青红椒、醇厚绵长的长豆角、脆甜辛伴的指姜瓣……眼前的一切经过微生物的催化，多少原本火辣刚直的性子，在阳光下慢慢被熨平，变得温润谦和，让喜怒哀乐多了份妥帖与安放，滋养着平凡人家的烟火日常。

满目翠绿待丰时。豆荚层层缀满，芝麻节节攀高，玉米穗粒饱实，苕薯扯牵长秧……田野上的庄稼，头顶骄阳的光照，饱吸充沛的养分，铆足劲地奋力生长，蓄力起势，不顾一切地奔向熟稔，一派丰收景象是秋天最动人的画卷！

金秋，瓜果飘香的季节，也酝酿了粮菜丰足，郑重翻开沉甸甸收获的一页，写下饱满而又飞扬的诗句。轻轻抚摸味蕾，拢起胃的诱惑，一帧帧美妙的瞬间滋生出温暖的力量。人们向往温柔与美好，希望与大自然共情共荣，终其一生向繁华奋斗、向幸福打拼。

从高高桥塔上走来的桥工，黝黑的皮肤浸出汗渍，裹着奋斗者的咸与自信，他们粗犷豪爽的笑容里，散发出筑造世界级桥梁的智慧与激情，也撑起一个个小家的幸福未来。安全帽在额头顶圈盖出黑白印章，一半是日月的韶华，一半藏着辛劳与踏实，迸发出实干创效的“金点子”，知足与从容在阳光照耀下熠熠生辉。

一阵秋风，悉悉索索，从山涧飘来，挂在枝头的苹果轻轻吟唱着丰收歌谣。满坡的“雁过红”，微微侧着脸，略施粉黛，像小啜后的微醺，醉意正好，与夕阳相拥，似有些“半江瑟瑟半江红”的惆怅。此时的我，多想拥有这一方静地，可以卸掉疲惫与倦怠，与山风共舞，与残阳共醉，与寻常而又弥获的秋日来个不经意间的相遇。

苦是生活常态，而甜甜的葡萄、酸酸的梅、红通通的果子，幸福的美味在阳光追逐下嬗变累积，装扮和滋养一个快乐、清透而又多彩的世界。愿我们都能把斜阳、闲云揽胸入怀，像孩童一样在田野间追逐风的自由，用无拘无束、怡乐童趣让涅槃于苦难的幸福与美妙，变得触手可及。

（作者单位：中铁大桥局集团第一工程有限公司）

月儿在林梢

◎ 罗明军

我爱这清尘
轻轻地掬月在手心
悄悄的，游丝一般滑向林端
像洁白的扣子
合纽在青色衣衿的高处 扎眼而明亮
默默而行，不喜热闹和张扬
高悬映照，人们已进入梦乡
都市和万籁俱寂的村庄
夜空人静，月儿
照着长城，照着边关
照着长江，照着黄河
照着诗和远方的人
我更怜这后半夜的月儿
全力以赴，铺垫着
新的一天
但，并不始于第一缕阳光
零点钟声，滴答计时，开始起步
今夜无眠
月儿向东，漫过林梢
慢慢唤醒冉冉升起的太阳

（作者单位：郑州市自然资源和规划局）

河南省测绘地理信息技术中心督导1:10000基础测绘更新项目

本刊讯　9月16日至18日，河南省测绘地理信息技术中心安全生产督导检查组赴2026年度1∶10000基础地理信息更新项目野外作业现场，开展安全生产和过程质量专项督导检查。

检查组聚焦提升基础地理信息成果服务区域经济社会发展效能，对温县黄河流域、巩义市城乡接合部等重点区域的企事业单位名称、学校状态、新建高速公路、植被类型等内业无法判读的要素进行逐一核查，累计完成调绘核查，采集有效信息400余条，为后续内业数据处理与数据库建设打下坚实基础。检查组与一线作业人员深入交流，详细了解当前外业调绘的重点、难点与制约因素，并围绕优化1∶10000基础地理信息更新技术方案展开探讨：集中专业测绘力量开展地貌、电力线等核心要素更新，利用影像智能解译与政务数据融合推进其他专题地物要素更新，减少外业调查举证工作量，提升基础地理信息应用效能。

针对项目下一步工作，检查组指出，一要严守安全底线，有序有力推进。始终将安全生产摆在首要位置，增强全员安全意识，逐级压实工作责任，推动各项安全管理制度、作业措施落地落细，坚决筑牢安全生产防线。二要严格质量控制，把好成果关口。牢固树立



“质量第一”理念，严格执行项目技术设计与规范要求，落实“两级检查一级验收”制度，加强全过程质量管理，确保要素齐全、位置精准、属性真实。三要加快生产进度，确保按期完工交付。在严守安全、保障质量的前提下，细化项目推进方案，明确各阶段工作目标、时间节点与责任分工，靠前谋划，及时研判解决项目推进难点堵点问题。

河南省测绘地理信息技术中心将持续加强项目统筹调度与全过程监管，推进1∶10000基础地理信息更新生产工艺优化升级，为全省自然资源管理、生态文明建设及经济社会发展提供现势性强、要素完备的基础地理信息支撑。乙（张建涛/文　陈明进/图）

河南省测绘地理信息技术中心开展“爱家护绿”志愿服务活动

本刊讯　为深入落实习近平总书记关于志愿服务、精神文明建设重要论述，充分发挥党员先锋模范作用，9月29日，河南省测绘地理信息技术中心组织10余名党员志愿者赴经纬花园小区开展“爱家护绿”社区清洁新时代文明实践志愿服务活动。

活动现场，志愿者身着红马甲，聚焦小区路面散落垃圾、烟头、落叶及卫生死角堆积物，集中开展整治。经过认真作业，小区人居环境面貌得到明显改善，为居民群众营造了干净舒心环境，烘托出洁净祥和的国庆节日氛围。

此次环境整治，是中心文明实践志愿服务的具体实践。中心坚持以党建引领志愿服务，在机关及所属各单位组建学雷锋（共产党员）志愿服务队，建立健全活动组织、培训保障、宣传总结全链条工作机制，推动志愿服务制度化、规范化、常态化。

下一步，中心将持续把志愿服务同主题党日、为民办实事紧密结合，精准对接基层群众需求，开展形式多样的文明实践活动，厚植为民服务情怀，以实际行动践行社会责任，不断擦亮单位精神文明建设底色。乙（李华/文）



川西毕棚沟　刘予平／摄