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

2024
第 8 期
总第478期

自然资源部加强对外提供涉密测绘成果管理

创新发展 绘就河南经纬华章

——河南测绘地理信息事业发展五十年回顾

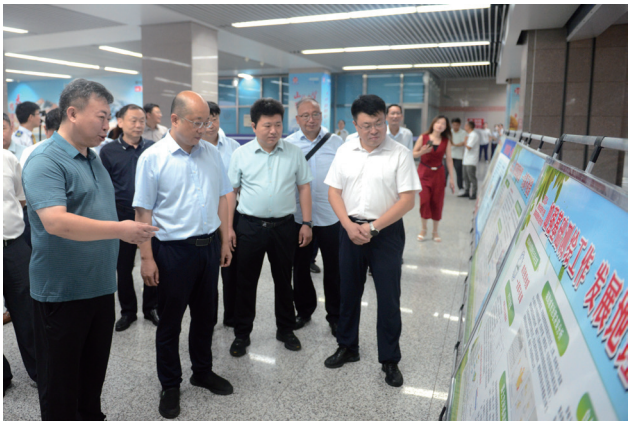
ISSN 1674-053X
08>
9 771674 053074
下半月 定价：10 元
扫码关注微信

河南开展 2024年测绘法宣传日暨国家版图意识宣传周活动

本刊讯 8 月 26 日，河南省自然资源厅在郑州地铁紫荆山站举行 2024 年全国测绘法宣传日暨国家版图意识宣传周活动和郑州地铁“测绘号”专列发车启动仪式。河南省自然资源厅党组成员、副厅长景志刚，河南省测绘地理信息技术中心党委委员、副主任武永斌参加活动。活动由河南省自然资源厅测绘地理信息管理处处长王军胜主持。

景志刚指出，通过郑州地铁开设“测绘号”专列创新宣传载体和形式，充分展示了河南省近年来测绘地理信息事业取得的新成就，广泛宣传了测绘对经济社会发展和国防建设的重要作用。开展测绘法和国家版图意识宣传，既是加强爱国主义教育、维护国家版图尊严和完整的要求，也是普及测绘法律法规、保障地理信息安全的需要，对增强全社会维护国家安全、主权和利益的共同意识具有重要意义。

景志刚强调，一是准确把握活动主题。要牢牢把握“规范使用地图，一点都不能错”的核心主题，坚持以总体国家安全观为指导，将测绘法、国家版图意识宣传教育与爱国主义教育、国防教育、普法教育等有机融合，贯穿国家安全教育的全过程和各个方面。二是创新宣传方式手段。要不断拓展活动渠道，创新内容载体，增强国家版图知识宣传教育的针对性、实效性，突出群众性、普及性，用丰富多样、喜闻乐见的宣传方式，实现“知我国家版图、爱我国家版图”的宣传目标。三是加强地图市场监管。要定期组织开展全覆盖排查整治“问题地图”和地理信息清理清查专项行动，加强对图书、宣传制品等出版物和互联网“问题地图”排查，特别要加强对教辅类书籍中问题地图的检查和治理，时刻维护国家地理信息安全。四是提升地图产品质量。要紧贴社会各界对地图服务的需求，积极拓展公众地图产品的供给和服务，持续为人民群众和不同行业用户提供权威、准确、现势性强的地图公共产品，不断提升测绘地理信息服务经济社会发展的水平。



近年来，河南测绘地理信息事业加快转型升级，地理信息数据要素支撑和保障能力不断增强。“河南一号”高频次高分辨率的卫星遥感影像高效服务于自然资源管理和经济社会发展；“北斗三号”基准站高密度覆盖，为测绘基准支撑和北斗社会化服务奠定基础；实景三维河南建设加快推进，构筑了数字河南的技术底座；“天地图·河南”平台数据更新频度和推广应用力度不断加大，在线地理信息公共服务能力不断提升，高效保障了政府部门及社会公众政务性、公益性地图需求。

活动现场，郑州地铁“测绘号”专列在郑州地铁 1 号线、2 号线、5 号线正式上线，围绕测绘法和国家版图意识宣传、“河南一号”卫星遥感、测绘基准、应急测绘等主题，通过在地铁车厢内张贴、悬挂宣传标语、图片等，让广大乘客深切感受测绘地理信息的重要作用，掌握测绘知识，积极维护国家版图和国家主权。现场还播放了主题宣传片、讲解视频，并进行了主题演讲等活动。（陈庆贺 / 文图）

卷首语

改革创新是测绘事业发展的不竭动力

◎ 本刊评论员 王红闯

党的二十届三中全会是在以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的关键时期召开的一次十分重要的会议。全会坚持守正创新，发出了将新时代改革开放进行到底的最强音。改革开放以来，我国经济社会发展取得了巨大成就，随着祖国奋发前进的铿锵步伐，河南省测绘工作者以一往无前的进取精神和气势磅礴的创新实践，开创了河南测绘史上的灿烂辉煌，为河南省现代化建设作出了重大贡献。

基础测绘建设硕果累累。基础测绘管理体制和运行机制不断完善，基础地理信息资源不断丰富。1989 年，河南省完成 6562 幅覆盖全省 16.7 万平方千米的万分之一地形图测制工作，结束了河南省全域无 1∶1 万地形图的历史。1996 年起，河南省将万分之一国家基础图更新列入国民经济发展计划，到 2000 年，河南省测绘局已先后完成河南省 1∶1 万地形图更新 2000 余幅，河南省 C 级 GPS 控制网布设基本完成；到 2020 年全省 18 个省辖市“数字城市”完成验收，全省基于地理信息公共服务平台开发了 100 多个业务应用系统。随着科技进步，新型基础测绘体系成果更加多样、平台更加广阔。目前，实景三维河南建设如火如荼。

测绘保障服务成效显著。河南省积极推进服务型测绘建设，测绘在管理社会公共事务、经济社会发展和提高人民生活质量中的作用进一步增强。河南省测绘地理信息工作始终把服务作为工作重点，充分发挥测绘技术、设备、人才和海量基础地理信息数据优势，为各级政府及有关部门进行宏观调控、科学决策、规划建设，为电子政务、应急决策系统、主体功能区规划、中原城市群城际轨道交通、核电工程等提供应急测绘保障；出版了系列图集和大量旅游、交通等专题地图，相继推出电子地图、网络地图、导航地图等新型产品，使测绘工作的基础性、前期性、公益性功能得到充分发挥。

测绘科技不断创新进步。技术创新，是河南测绘地理信息事业发展的关键驱动力。从传统手工测量到现代化数字测绘，从单点定位到全球定位，从遥感影像采集到地理信息系统构建，每一次技术革新都为河南测绘带来了新的发展机遇。尤其是在卫星导航定位技术应用上，从最初的 GPS 到“河南一号”卫星发射成功，标志着河南测绘进入高精度实时定位和快速服务的新阶段，极大提升了测绘的精度和效率，为社会经济发展、自然资源管理、环境保护、新型城镇化、南太行地区山水林田湖草生态保护修复等领域提供了有力支持。

测绘队伍建设不断加强。河南测绘管理部门高度重视人才培养和引进，通过开展专业培训、学术交流、技术竞赛等活动，提高测绘人员的业务水平和综合素质。涌现出以河南省遥感院卫星遥感应用中心、李华、李国清等为代表的一大批先进集体和先进个人，造就了一支政治坚定、业务精湛、作风过硬、能打硬仗的高素质测绘人才队伍。借力引智，邀请全国著名的 4 位院士及其专家团队，建立河南省时空地理信息院士工作站，组建河南省产业集聚区产学研共建工程研发创新平台北斗导航与位置服务河南省工程实验室。河南省先后获得省部级以上科技进步奖 60 余项，市级科技进步奖 70 余项，一大批具有自主知识产权的科技成果有力支撑了河南省测绘地理信息事业的蓬勃发展。

回首来路，不忘初心；展望未来，砥砺奋进。我们要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入实践党的二十届三中全会新要求，坚定贯彻落实河南省委、省政府决策部署，坚持“三支撑、三服务”工作定位，即在“支撑自然资源管理、服务生态文明建设，支撑各行业需求、服务经济社会发展”基础上，开创“支撑军队信息强军、服务军民融合创新”的新路径。在新时代征程中，河南测绘将继续秉承改革创新精神，以更先进的技术、更优质的服务，助力经济社会发展，以测绘人的“妙笔丹青”，“绘”就时代芳华，为推动中国式现代化建设河南实践贡献测绘力量。

资源导刊 信息化测绘

2024年 下半月 第8期 总第478期

测绘资讯 · 政策解读
文化传播 · 技术交流

主管单位：河南省自然资源厅　主办单位：河南自然博物馆
编辑出版：《资源导刊》杂志社

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：河南匠心印刷有限公司

地址：河南省郑州市红专路 71-1 号《资源导刊 · 信息化测绘》编辑部
编辑部：0371-65941858　广告发行部：0371-65941854
投稿邮箱：xxhch2015@163.com　QQ 通联群：185394654

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

目 录

CONTENTS

卷首语

1 改革创新是测绘事业发展的不竭动力

国内要闻

4 自然资源部加强对外提供涉密测绘成果管理 等8则

时政传递

6 自然资源部加强智能网联汽车测绘地理信息安全管理
7 2024年河南省测绘行业职业技能竞赛成功举办

特别关注

8 创新发展 绘就河南经纬华章
——河南测绘地理信息事业发展五十年回顾

测绘广角

16 基于三维场景的自然资源综合监测分析项目通过验收
河南省地理信息产业发展规划编制研讨会召开
17 农用地内部地类变化及耕地种植属性监测项目通过验收
濮阳市召开测绘地理信息工作推进会
18 巩义市地名地址数据核实工作全面完成
淇县自然资源局全面启动基准站巡查管护
19 济源市卫星导航定位基准服务分中心基本建成
郑房测绘全力做好郑州市配售型保障性住房项目测绘

经天纬地

20 中建国信：守正创新 服务经济社会发展

豫外传真

22 山东出台21条措施强化测绘地理信息要素保障
福州创新“多测合一”服务模式
23 重庆渝北：实景三维赋能超大城市现代化治理
24 数字测绘技术勾勒立体的古都“脊梁”

发展研究

26 湖南地理信息产业高质量发展的实现路径

学术研究

28 高职数字测图课程思政教学探索

技术应用

31 基于MSBAS-InSAR技术的矿山地质灾害多维形变监测与分析
34 多波束测深技术在码头疏浚中的应用研究
37 基于CNN-Transformer的SAR图像语义描述方法
41 基于高分数据的露天矿库复绿监测应用研究
45 基于无人机NDVI和热红外图像的城市植被分类研究
48 点云数据在历史文化街区保护更新中的应用研究
51 无人机倾斜摄影辅助全站仪在高空违建测量中的应用研究

地图故事

55 水师提督的经纬航行

文苑撷英

58 用胜利说话
59 读史（夏至北宋）
60 难忘儿时听说书
61 街角飘来米花香

艺术欣赏

62 李文奇绘画作品欣赏

合作单位

64 《资源导刊·信息化测绘》宣传合作单位

封面

新疆天山天池 千图网/供图

关注

自然资源部加强对外提供涉密测绘成果管理

7 月 26 日，自然资源部印发了《对外提供涉密测绘成果管理办法》（以下简称《办法》），进一步规范新时期、新形势下对外交往和合作中的涉密测绘成果提供管理工作，维护国家安全和利益，促进对外交往与合作。

《办法》明确，对外提供涉密测绘成果工作应遵循既能维护国家安全和利益又能适应对外交往与合作需要的原则。对外提供涉密测绘成果实行分级审批制度，即国务院及国务院各部门批准开展的对外交往与合作活动申请对外提供涉密测绘成果的，由自然资源部审批。省级及省级以下人民政府批准开展的对外交往与合作活动需要对外提供涉密测绘成果的，由当地省级自然资源主管部门审批。

结合工作实践，《办法》还明确了申请对外提供涉密测绘成果的 3 项具体条件、申请对外提供涉密测绘成果应当提交的材料、不予批准的 4 种情形等内容。《办法》自发布之日起施行，有效期五年。《对外提供我国涉密测绘成果审批程序规定》（测办〔2010〕108 号）同时废止。

我国已实现1∶50000及更小比例尺地形图对陆地国土全覆盖

近日，记者从自然资源部了解到，我国正在加快推进测绘地理信息事业转型升级，目前 1∶50000 及更小比例尺地形图已实现对陆地国土全覆盖，1∶500 至 1∶10000 系列比例尺地形图实现对陆地国土必要覆盖。建成系列空间地理数据库并定期更新，积累了海量数据资源。

据了解，2022 年以来我国已累计建设约 700 万平方千米不同精细程度的地形级、城市级、部件级实景三维模型。基本建成基于北斗的全国卫星导航定位基准站“一张网”，具备为各类测绘活动提供全国统一测绘基准服务的能力。

下一步，自然资源系统将强化实景三维数据供给，建立新一代国家测绘基准体系，建设“地上下、陆海域、二三维”一体化的空间地理数据资源体系，不断提升覆盖度、精细度、新鲜度、丰富度，并激发应用需求，构建多维数字化应用场景，支撑数字经济、低空经济、自动驾驶等产业发展。

《中国对地观测数据资源发展报告（2022）》发布

近日，由国家对地观测科学数据中心和国家综合地球观测数据共享平台等 15 家机构联合编制的《中国对地观测数据资源发展报告（2022）》（以下简称《报告》）正式发布。

《报告》是在《中国对地观测数据资源发展报告（2019）》基础上，跟踪我国对地观测数据资源发展最新动态编撰而成。我国各卫星中心、主要民营卫星企业、科研院所和高校等 110 个单位共同参与，得到国家科技基础条件平台中心等机构的大力支持。

《报告》显示，当前我国处在对地观测技术应用爆发式增长阶段，经过几十年的发展（以下数据截至 2022 年末）：对地观测数据资源的生产能力显著提高，已经存档的遥感卫星影像超过 9200 万景；对地观测数据管理能力显著增强，装机存储容量超过 530PB；数据资源服务能力有较大进步，我国对地观测数据机构直接服务的在线注册认证用户超过 47.2 万人（家）；国际影响力日益增强，服务超过 120 个国家和地区。

科技

我国抛物面体制商业雷达卫星首次在轨成像

近日，我国商业遥感卫星海王星 01 星成功获取首批高质量、高清晰雷达图像，成为国内首颗成功在轨成像的抛物面体制商业雷达卫星。

据了解，今年 5 月 7 日，海王星 01 星成功发射。该星搭载的高性能合成孔径雷达载荷由中国科学院空天信息创新研究院航天微波遥感系统部研制，采用伞状抛物面雷达天线，实现宽带微波信号发射与接收，具有能量高、轻量化和低成本优点。研制团队突破了

宽角度灵活扫描高分成像、高性能抛物面天线研制、宽带大功率行波管放大器技术、载荷轻量化设计集成等关键技术，抛物面天线展开直径达 4 米，综合技术达到国内领先水平。

海王星 01 星转入在轨测试和定标阶段后，经卫星姿轨调整和地面系统优化，首批高质量条带图像传回。经处理，所得影像产品纹理清晰、地理特征明显，成像产品的二维分辨率等图像质量指标均达到设计要求。

国内数字孪生领域首个公共服务平台上线试运行

近日，由中国信息通信研究院和苏州工业园区管委会联建的数字孪生公共服务平台进入试运行阶段。

该平台是国内数字孪生领域首个公共服务平台，旨在汇聚数字孪生领域的技术、创新和服务资源，支撑数字孪生技术赋能千行百业。平台集资源汇聚、创新孵化、公共服务供给、生态培育、应用示范等多功能于一体，已建成行业发展、解决方案中心、协同创新中心、服务大厅、科创基地、云上展厅、资产平台、开发者中心 8 个功能模块。

目前，平台已提供近 150 项专业服务，发布解决方案近 120 个，上架数字孪生数字资产近 600 个，汇聚近千条知识产权及标准数据，触达业内企业 300 余家。平台通过打造多元、高效的公共服务体系，可满足数字孪生技术服务商、数字孪生应用单位、公众等不同类型用户的服务需求。

航空遥感系统首次开展陆气间水分透视遥感试验

近日，国家重大科技基础设施——航空遥感系统成功在河北省塞罕坝机械林场、御道口牧场等地开展植被与土壤的水分遥感试验。这是国际上首次基于航空平台开展土壤—植被—大气的水分透视遥感试验。

本次试验主要利用微波技术，微波的波长比可见光和热红外波长更长，具有很强的穿透能力，可以穿过云层和植被，即使在夜间和阴雨天也能正常工作。同时，不同波段的微波与植被的不同部位有着不同的相互作用机制，比如长波段更能深入观测到植被的茎干部分，而短波段则更适合观测植被的冠层和叶片。

本次试验获取的数据将用于发展和检验时空多尺度的土壤水分、植被水分、植被水势、大气水汽和蒸散发等陆地水循环关键参量的智慧化遥感方法，进而通过空天技术手段捕捉植物内部的水分状态变化，理解土壤水分供应和大气水分需求之间的复杂相互作用。

数字

3000 万

近日，维智科技与中国建设银行合作，基于上海数据交易所颁发的数据资产凭证，完成第三方数据资产评估价值 8758 万元，顺利实现全国首例时空大数据“数据资产”融资。中国建设银行提供 3000 万元授信额度，实现数据从资源化到资产化再到资本化的转换。

维智科技自主研发了飞吉特（Phy-gital）时空智能计算平台和时空数据资产平台，通过自建的 5 亿时空网格体系，融合了 1000 亿 + 的时空数据要素，构建了巨量级社会化时空数据资产。通过将部分时空数据资源和产品进行数据合规评估，完成上海数交所的数据产品确权登记，进行挂牌交易，后由上海数交所和第三方专业评估机构联合进行数据资产的价值评估。

上海成功实施数据资产贷款模式，开创数字金融领域更多的创新合作模式，数据资产不仅可以作为交易对象，还可以作为融资增信和抵押物，为轻资产、高科技企业提供新型的融资途径，助力企业缓解融资难题、降低融资成本。

591 座

7 月 30 日，随着 110 千伏木斯乡变电站内北斗基准站建设完毕，国网新疆电力有限公司电力北斗基准站补强建设任务圆满收官。至此，新疆已建成 591 座基准站组网规模的全国最大的电力北斗精准位置服务网，实现全疆 110 千伏以上输电线路北斗信号全覆盖。

电力北斗精准位置服务网作为国网北斗高精度时空位置服务的基础设施，可为配网、设备、营销、物资等专业提供实时厘米级、后处理毫米级的精准定位服务。此前，由于新疆辽阔的地理面积和复杂多变的地形地貌，新疆电力北斗基准服务网的覆盖面积较广，但基线短、密度低，无法有效支撑输电线路无人机飞行需求。自 5 月以来，国网新疆电力开展精准网补强建设，完成选点踏勘、施工建设、数据解算、调试组网等工作，历时 89 天完成 200 座北斗基准站建设。至此，国网新疆电力建成全国电力行业北斗基准站组网数量最多、覆盖范围最广的北斗精准服务网。

自然资源部加强智能网联汽车测绘地理信息安全管理

◎ 吕苑鹃

日前，自然资源部印发《关于加强智能网联汽车有关测绘地理信息安全管理的通知》（以下简称《通知》），旨在维护测绘地理信息安全，促进智能网联汽车发展。

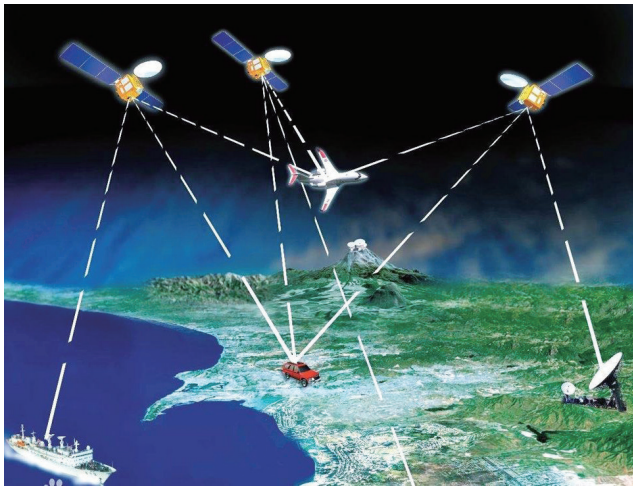
《通知》明确，智能网联汽车在运行、服务和测试过程中，对车辆及周边道路设施的空间坐标、实景影像（视频和影像等环境感知数据）、点云及其属性信息等地理信息数据（含道路拓扑数据）进行采集、存储、传输和处理的行为，属于《中华人民共和国测绘法》规定的测绘活动范围，应依照测绘法律法规进行规范和管理。

《通知》提出，加强智能网联汽车涉测绘行为管理，严格涉密、敏感地理信息数据管理，从严审核把关导航电子地图，落实地理信息数据存储和出境要求，强化地理信息安全监管。

智能网联汽车使用的基础地图、高级辅助驾驶地图、高精度地图、自动驾驶地图等属于导航电子地图。对智能网联汽车回传的地理信息数据进行收集、存储、传输、处理以及地图制作等活动应由具有导航电子地图制作等测绘资质的单位承担。

各地要依法监督测绘资质单位采取必要措施，强化对属于国家秘密的导航电子地图、实景影像、点云等实测成果，以及智能网联汽车采集、收集、存储、传输和处理的包含涉密、敏感内容的地理信息数据（含场景库）管理，不得擅自提供涉密或敏感地理信息。强化对导航电子地图制作测绘资质单位和车企的指导监督，确保地图通过审核后才能提供使用。地图新增地理信息内容必须进行安全审校，并及时备案。

同时，加强地理信息数据全流程监管，确保智能网联汽车采集、收集的用于导航相关活动以及地图制作、更新的地理信息数据，直接传输至具备导航电子地图制作测绘资质的单位管理，其他单位或个人不得接触。地理信息数据必须存储于境内，所使用的存储设备、网络和云服务等必须符合国家有关安全和保密要求。申请向境外提供地理信息数据的，必须严格履



行对外提供审批或地图审核程序，并落实数据出境安全评估等有关规定。健全智能网联汽车地理信息安全风险防控体系，组织研发地理信息保密处理、及时预警与处置等技术，建立完善分类分级、安全风险评估等管理制度和地理信息安全风险监测预警机制。

《通知》要求，促进智能网联汽车发展，鼓励地理信息安全应用探索，优化地理信息公共服务，营造安全发展的良好氛围。

有关地方要依托智能网联汽车“高精度地图应用试点”和“车路云一体化”应用试点等，在确保安全合规的前提下，支持车企、服务单位探索智能网联汽车地理信息数据众源采集、实时更新、在线分发、安全传输等安全合规技术路线，加快标准规范研制，组织开展高级别自动驾驶所需的地理信息服务、测试，促进地理信息新业态发展和新应用推广。各地要及时提供北斗卫星导航定位基准站“一张网”位置服务，不断提升天地图在线服务能力，推进“实景三维中国”、地理信息要素等公共数据资源在智能网联汽车发展中的共享应用。各地要及时修订与智能网联汽车相关的测绘地理信息管理地方法规、政策，进一步做好政策解读，提升政策知晓度，稳定各方预期，加强宣传教育，进一步提升从业人员地理信息安全意识。（摘编自《中国自然资源报》2024年7月31日1版）

2024 年河南省测绘行业职业技能竞赛成功举办

◎ 本刊记者 陈庆贺

8 月 25 日，为期三天的 2024 年河南省测绘行业职业技能竞赛暨第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛河南赛区选拔赛在郑州航空港经济综合试验区圆满闭幕。河南省自然资源厅党组成员、副厅长景志刚，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生，河南省测绘学会常务副理事长杜清华，河南省自然资源厅测绘地理信息管理处处长王军胜，河南省测绘地理信息技术中心党委委员、副主任肖峰参加活动。

景志刚向获奖个人和单位表示祝贺，他指出，此次竞赛是深入践行习近平总书记关于技能人才工作一系列重要指示批示精神的实际行动，是全面贯彻党的二十大提出的“坚持尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”要求的生动实践，是准确把握新时期测绘地理信息“两支撑、两服务”工作定位的具体体现，是扎实推进“人人持证、技能河南”建设的重要举措。这场赛事是对全省测绘地理信息行业技能水平的一次全面检阅，进一步营造了全行业尊重知识、尊重技能、尊重人才的良好氛围，激励更多测绘工作者走上技能成才、技能报国之路。

景志刚强调，技能创造价值，匠心筑梦未来。要紧密围绕在以习近平同志为核心的党中央周围，准确把握新时期测绘地理信息“两支撑、两服务”工作定位，牢记主责主业，聚焦现代化河南建设奋斗目标，锚定高质量发展首要任务，在平凡岗位上建功立业。要继续做好测绘高技能人才的培养，为加强技术交流、

促进技术合作、推动技术进步，创造更加有利的环境。要认真做好赛后总结，进一步提升办赛水平，弘扬工匠精神，激励行业工作者提高理论水平、业务技能和职业素养，共同推进全省测绘地理信息事业再上新台阶，为中原更加出彩贡献测绘力量。

此次竞赛项目为工程测量员单人赛，采取理论知识考试和技能操作考核相结合的方式进行，侧重技能操作考核。经过 3 天的激烈比赛，最终评选出郭晴晖、聂子良、张永明等一等奖 6 人，李朝亮、杜鹏超、杨金良等二等奖 10 人，徐金华、李冠南、记勇泽等三等奖 17 人。比赛还颁发了优秀裁判员、优秀组织奖、突出贡献单位等奖牌和证书。河南省遥感院荣获冠军选手单位，将代表河南参加第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛。

创新发展 绘就河南经纬华章

——河南测绘地理信息事业发展五十年回顾

◎ 本刊特约记者 张永强

金秋时节，中华人民共和国即将迎来 75 周年华诞之际，我们穿越时空的苍穹，探寻河南测绘地理信息事业在这片土地留下的辉煌足迹。

回眸历史，测绘文化在中原大地熠熠生辉。从西周时期召公的洛邑图、周公在阳城（登封告成）建造的测影台，到东汉张衡的浑天仪，从裴秀《禹贡地域十八篇》到唐代僧一行开展世界上第一次子午线测量，河南这片土地积淀了深厚的测绘文化，见证了测绘技术的千年传承与发展。

时光荏苒，斗转星移。河南测绘为新中国建设继续筑基铺路。

在新中国成立的 75 年里，河南测绘地理信息事业从无到有，从小到大，从传统走向现代，绘就了一幅波澜壮阔的发展画卷。自 1973 年底河南省测绘局成立以来，五十年的风雨兼程，孕育了无数测绘人矢志不渝的奋斗精神，他们以智慧和汗水，书写了一部从起步到创新，再到引领未来的壮丽史诗。

五十年来，河南测绘人以精湛的技术和高度的责任感，从广袤的平原到起伏的丘陵，从巍峨的山脉到奔腾的河流，在每一寸土地上都留下了自己的足迹。通过高精度的测量，为河南的基础设施建设、城市规划、自然资源管理等提供了准确可靠的数据支撑。

五十年来，在中原大地，从高速公路、铁路规划建设，到大型水利工程选址施工，从能源设施布局到工业园区开发，每一条道路、每一座桥梁、每一座高楼大厦背后，都有测绘人辛勤工作的身影。

五十年来，河南测绘技术为土地利用、房产开发等提供了科学依据，数字化城市管理、智能交通系统等使城市布局更加合理，功能更加完善，交通更加便捷，环境更加优美，提升了城市的管理水平和居民的生活品质。

五十年来，河南测绘人积极参与自然资源调查与监测，为合理开发利用自然资源、保护生态环境提供科学决策依据，促进了河南的可持续发展。

技术创新：从传统向现代跨越

河南省测绘历史悠久。作为中华文明的重要发祥地，在这里，“测绘地理信息”这一感知和丈量天穹四野的活动，在人类历史的长河中，由商周流淌至今，闪耀着中华民族智慧与文明的光芒。

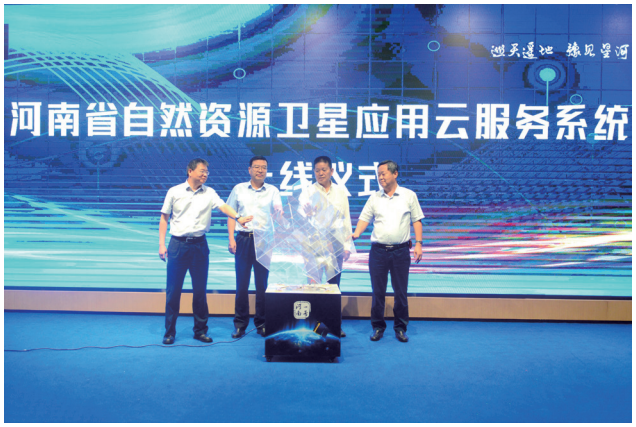
技术创新，是河南测绘地理信息事业发展的关键驱动力。从传统的手工测量到现代化的数字测绘，从单点定位到全球定位，从遥感影像采集到地理信息系统构建，每一次技术革新都为河南测绘带来了新的发展机遇。尤其是在卫星导航定位技术应用上，从最初的 GPS 到“河南一号”卫星成功发射，标志着河南测绘进入了高精度实时定位和快速服务的新阶段，极大提升了测绘的精度和效率，为社会经济发展、自然资源管理、环境保护等领域提供了有力支持。

20 世纪六七十年代，测绘主要依赖人工操作和传统的测量工具。河南各测量单位采用独立的平面坐标和高程系统，用测绳、钢尺、竹尺丈量距离，用对数表、函数表、算盘和普通计算机计算，用平板仪测绘地形图。1973 年，黄委会测绘总队用国产 X-2 电子计算机进行了河南省第一个航线网电算加密。1975 年，河南省地质局测绘队用航空摄影立测法测绘卢氏、南召、许昌、永城 1∶1 万地形图。1975 年对信阳至淮滨的广大区域进行航空摄影。到 70 年代以后，遥感测量技术逐渐应用于河南各种领域，让我们能够从高空俯瞰大地，快速获取大面积的地理信息，为资源调查、环境监测等提供了有力手段。

随着计算机技术的兴起，测绘技术开始向数字化转型。计算机辅助设计（CAD）系统被引入，使得地图的生成和编辑更加便捷。数字地形模型（DTM）的出现，使得测绘数据以数字形式存储和处理成为可能，极大提高了数据处理和分析效率。地理信息系统（GIS）技术的普及，将各种地理数据进行整合、分析和可视化，为决策提供更加直观、全面的信息支持。无人机测绘技术的出现，更是为小范围、高分辨率的测绘需求提供了便捷高效的解决方案，在应急救援、工程监测等领域发挥了重要作用。

2000 年以后，全球定位系统（GPS）的应用极大提高了测绘的精度和实时性。河南测绘技术利用 GPS 技术，不仅实现了高精度的定位服务，还为车辆导航、地质灾害监测、应急响应等提供了即时的地理信息。

2008 年以后，河南省测绘局加大测绘装备投入，形成以遥感影像处理为主要内容的数字摄影网格系统、以快速获取数据和处理为主要内容的低空航摄和机载激光扫描系统、以专业出版和印刷为主要内容的印刷系统，建成以提供实时、高精度、动态地心坐标为主要内容的全省 CORS 卫星连续运行站网系统，初步构建成河南省测绘地理信息化体系。



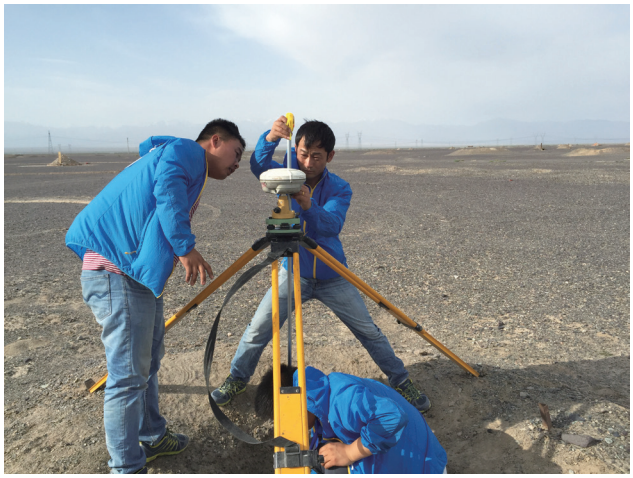
● 河南省自然资源卫星应用云服务系统上线运行

2018 年 12 月，河南省卫星导航定位基准服务系统正式启用，使测量一个坐标点达到厘米级精度的时间从 1 小时缩短为 1 分钟，实时动态米级、分米级、米级和静态毫米级高精度定位服务，使车辆精准导航、自然资源确权登记、轨道交通监测等应用变得更加方便快捷。

2022 年 8 月，“河南一号”卫星发射成功。这是一颗推扫式成像光学遥感卫星，主要负责对地观测成像，通过搭载在卫星上的高分辨率相机对地“拍照”，影像分辨率为 0.75 米，路上的车辆、地面上的一些动物都能在拍摄的照片中清晰可见，实现了河南省全域亚米级高分辨率影像高频次覆盖，有效满足了全省自然资源、生态环境、交通运输、应急等行业遥感影像应用的广泛需求，也使得河南测绘人传统测绘思维方式彻底扭转，由原来全体从事的基础地图、传统测绘数据生产，调整为以“北斗定位”“河南一号”“特色地图”“信息化集成”为引领的高精技术产品专属赛道，完成生产劳动密集型向技术创新型单位的角色转变。

2023 年 8 月 10 日，河南省人民政府新闻办召开新闻发布会，宣布“河南一号”卫星成功发射一年，运行平稳。一年间，“河南一号”获取了丰富的影像数据和产品，在河南自然资源、生态环境、农业农村、应急管理等多个领域得到广泛应用。

自此，河南省基本形成了地、空、天对地观测多



● 测绘援疆

● 2016 年 7 月，为安阳特大暴雨提供应急测绘保障

源地理信息数据获取链条，从基础测绘到卫星遥感，从北斗定位到地理国情普查和“数字（智慧）城市”建设，多源数据获取下的时空信息数据资源更加丰富。

人才创新：奠定测绘智力之基

人才是推动事业发展的根本。伴随着测绘装备不断更新、测绘技术不断进步，河南测绘管理部门高度重视人才培养和引进，通过开展专业培训、学术交流、技术竞赛等活动，提高了测绘人员的业务水平和综合素质。同时，积极引进高层次人才和创新团队，为河南测绘事业的发展提供了强大的智力支持。

河南省借力引智，邀请全国著名的 4 位院士及其专家团队，建立河南省时空地理信息院士工作站，组建了河南省产业集聚区产学研共建工程研发创新平台北斗导航与位置服务河南省工程实验室，助力技术创新，共同围绕省级空间规划、高精度卫星导航定位综合服务系统、时空大数据与云平台、卫星遥感综合服务体系等方面开展了联合攻关，着力提升测绘地理信息的基础服务保障能力。在智慧城市时空大数据与云平台建设、北斗卫星导航应用、地理国情专项监测等方面，联合国内知名的相关企事业单位，开展示范应用项目建设，拓展地理信息应用范围。同时，推行首席工程师制度，选拔政治上强、技术上精、善管理、敢担当的优秀人才担任首席工程师，承接创新平台中的具体工作，带领职工开展科技创新，进一步提升单位人才素质，提高单位创新驱动发展能力。

人才政策的引领，宽松的创业环境，激发了测绘行业干部职工的进取精神和拼搏激情，造就出一批批科技创新人才，为河南测绘事业的发展提供了坚实的人才保障。河南省遥感院的李华，在平凡的岗位上，精益求精，不断把工作做到极致，从一名普通职工成长为一名高级工程师、大国工匠。河南省遥感院的李国清工作 20 多年，主持开发的数字地图制作系统多次获得河南省科学技术进步奖，先后被评为全国测绘技术先进个人、河南省自然资源科技领军人才。还有卢清国、吕宝奇等一大批技术带头人、技术骨干，创造了骄人的成绩。多年来，河南省先后获得省部级以上科技进步奖 60 余项，市级科技进步奖 70 余项，一大批具有自主知识产权的科技成果有力支撑了河南省测绘地理信息事业的蓬勃发展。

应用创新：信息供给更加丰富

基础测绘是立业之基，从宏观上为国民经济建设提供基本保证。从 1975 年至 1987 年的 12 年间，河南省测绘局共完成 1∶1 万地形图基本比例尺测绘成果 3400 幅，覆盖全省面积 89990 平方千米。1989 年，河南省完成 6562 幅覆盖全省 16.7 万平方千米的万分之一地形图测制工作，结束了河南全省域无 1∶1 万地形图的历史，基本上满足了河南省城乡建设、土地资源详查、农业区划、水利、交通、林业、农业等工作的需要。

随着河南省国民经济和社会发展进程的加快，原来的无图区急需地形图，原有图也因地形地物变化存在现势性差的问题。1996 年起，河南省将万分之一国家基础图更新列入国民经济发展计划，同时启动 1∶1 万基本地形图更新工作，并制定经济发达地区 5 年更新一次、欠发达地区 10 年更新一次的发展计划。

河南省测绘局利用计算机技术和数字化技术，构

建数字化测绘技术体系，应用“3S”技术、“4D”及融合产品为数字区域建设提供可靠的地理信息数据。1998 年开始，数字化测绘产品年生产能力达 4000 幅，为石油、水利、交通、城市规划、公安、国土等部门提供大量的数字化产品。到 2000 年，河南省测绘局先后完成河南省 1∶1 万地形图更新 2000 余幅，河南省 C 级 GPS 控制网布设基本完成，海量基础地理信息数据的产出，为“数字河南”建设提供了丰富的信息。

进入新世纪，河南测绘地理信息事业迎来了全面深化发展阶段。围绕数字化、网络化、智能化发展目标，“数字河南”空间数据基础设施建设、数字城市空间数据基础设施建设启动。河南测绘人敢为人先，勇于创新，“数字河南”“智慧城市”等重大项目相继实施，不仅提升了城市管理和公共服务的智能化水平，还促进了数据共享和资源优化配置，为经济社会发展注入了新活力。

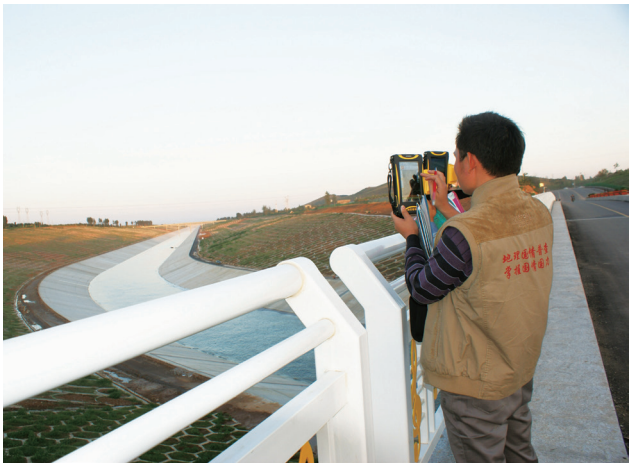
在“数字河南”建设过程中，河南省强化统筹规划和开放共享，不断完善政策法规标准体系，将“数字河南”建设与先进的云计算、物联网等技术融合发展，应运而生的地理信息产业成为河南省新的经济增长点，助推中原经济区发展。同时，建立与数字城市建设相适应的组织架构和管理模式，推进全省基础地理信息资源的优化整合、无缝连接和协调一致，建设全省“一个网、一张图、一个平台”，为构建“智慧河南”奠定地理空间支撑基础。

2003 年，安阳、信阳、焦作、鹤壁、平顶山等 5 市“数字城市”建设项目启动。2004 年，河南省基础测绘和数字区域地理空间基础设施建设取得实质性进展。2005 年，河南省测绘局加快基础测绘和数字区域地理空间基础设施建设步伐。全省 C 级卫星定位三维大地控制网和大地水准面精化工程投入使用。

2007 年，平顶山、郑州被国家测绘局列为首批数字城市建设全国试点城市，地理空间框架工程全面启动。2008 年，河南省测绘局在全国首创开展数字城镇和“一乡一图”试点工作。数字郑州地理空间框架建设项目取得良好的阶段性成果，数字平顶山地理空间框架建设项目基本完成。2010 年，平顶山、郑州、漯河、济源、信阳、邓州等 6 市列入国家测绘局数字城市试点或推广计划。十年磨一剑。到 2020 年，全省 18 个省辖市“数字城市”建设完成验收，全省基于地理信

● “河南一号”卫星在太原卫星发射中心顺利发射

● “河南两会”代表委员在翻阅《河南省两会用图》



● 在南水北调水源地开展地理国情普查

息公共服务平台开发了 100 多个业务应用系统，为国土、规划、环保等 20 多个政府部门的电子政务和信息化建设提供了地理信息支撑。“智慧平顶山”“智慧鹤壁”试点项目通过自然资源部验收，测绘地理信息在各地经济社会发展中发挥了基础性、先行性作用。

“十三五”期间，1∶1 万基础测绘实现全省覆盖并持续更新。历时 3 年，投资 1.74 亿元，河南省于 2017 年圆满完成第一次全国地理国情普查，首次全面准确查清了河南省山水林田湖等地表自然资源和人文要素的类别、位置、范围、面积等，摸清了河南地理国情“家底”。当年 9 月 13 日，河南省人民政府新闻办公室举行新闻发布会，正式对外公布《河南省第一次全国地理国情普查公报》。同时，河南首个覆盖全部省域的地理国情信息数据库建成开放，为各级政府提供重要的地理国情信息支撑。

随着科技进步，新型基础测绘体系成果更加多样、平台更加广阔。实景三维建设如火如荼，《实景三维河南建设总体实施方案（2023—2025 年）》编制完成，通过高规格评审并印发实施，在全国实景三维建设赛道中实现赶超一步。《实景三维河南建设总体技术方案》《实景三维河南建设基础地理实体制作》等专项技术设计文件，为项目建设提供了扎实依据。

随着大数据、云计算等先进技术的融合应用，地理信息产业成为河南新的经济增长点，为经济社会发展注入了强劲动力。

服务创新：测绘地理信息价值更加凸显

从单一的测绘服务到多元化综合服务，河南测绘地理信息工作始终坚持以服务为导向，充分发挥自身优势，为政府决策、重大工程建设、电子政务、应急管理和自然资源管理等各个领域提供了高效、精准的服务。无论是为政府领导提供决策支持，还是为重大工程提供测绘保障，或是为新农村建设提供基础数据，河南测绘地理信息事业始终坚守在服务经济社会发展的最前沿。

1996 年至 2000 年，河南省测绘局利用已更新的 1∶1 万基础地理信息，为政府决策、城市建设、国土资源调查、防汛减灾、水利工程、农林区划、环境保护、交通旅游、公安、金融、国防等行业提供现势性较强的基础测绘资料。开发研建了“河南省综合省情地理信息系统”“河南省基础地理防汛信息服务系统”“河南省遥感影像数字地面模型”“河南省黄河、淮河防洪形势图”以及巨幅《河南省全图》《河南省地势图》《河南省金融风险图》《河南省宁西铁路与南水北调中线工程规划图》等，为黄河小浪底风景名胜区规划建设提供基础测绘服务，为中原油田资源开发与规划提供测绘保障，为洛阳、焦作、安阳等市提供现势性强的基础地理信息，为河南省经济社会发展作出了突出贡献。

2003 年，河南省测绘局提出“四个服务”理念，即：为政府领导决策和行政管理提供测绘服务、为国家和地方实施的重大战略服务、为重大工程建设服务、为提高人民生活质量服务。遵循这一理念，河南省测绘地理信息工作始终把服务作为工作重点，充分发挥测绘技术、设备、人才和海量基础地理信息数据优势，为各级政府及有关部门进行宏观调控、科学决策、规划建设，为全省重大战略和重大工程建设，为电子政务、应急决策系统、主体功能区规划、中原城市群城

际轨道交通、核电工程等提供应急测绘服务与保障，使测绘工作的基础性、前期性、公益性功能得到了充分发挥。

不断改进和完善的“河南省综合省情地理信息系统”“河南省防汛信息服务系统”，使基础地理信息更加丰富，统计数据实时更新，为政府领导宏观决策提供及时有效的服务，提高了防汛指挥决策的科技含量。全国首创的“遥感影像三维地理空间信息应急指挥系统”，有效提高了河南省应对自然灾害等突发性公共事件的能力。

为推进社会主义新农村建设，河南省测绘局加快推进基础测绘，为河南省粮食核心战略区规划，以及产业功能区、产业集聚区、城乡一体化、各类生态示范区、教育布局、城镇建设等提供测绘保障，满足城镇地籍调查、第二次土地调查、县乡交通、水利、电信、“村村通”工程等基础设施建设的测绘需要。在全省范围内选择条件成熟的乡镇、城镇，开展数字城镇地理空间框架试点工作。用 4 年时间实现 158 个县（市、区）“一县一图”，为全省新农村建设提供了基础保障。

在国家重大工程服务方面，紧紧围绕全省经济社会发展需求，主动为全省 30 多个领域以及南水北调中线工程、西电东送、快速铁路、高速公路、核电站选址等一批国家和省重点工程提供基础地理信息服务；为中原城市群规划提供 1∶5 万地形图、1∶25 万电子沙盘、卫星遥感影像资料和测绘保障服务。按照国家测绘局部署，圆满完成中岳嵩山、云台山、石人山（尧山）、王屋山、信阳鸡公山和安阳林虑山的主峰测高工作。

支援新疆地区发展稳定是党中央的重要决策。自 2010 年起，河南省测绘地理信息局就开始了对新疆哈密市的测绘支援工作，提供了价值数百万元的测绘器材、技术设备和制图软件等。2017 年 6 月，再次组织优秀技术人员组成测绘援疆突击队，前往哈密市进行为期 3 个月的测绘工作，实现了“数字哈密”地理信息全覆盖。河南省测绘援疆工作通过创新“省局主导、协会牵头、宣传引导、企业参与”的模式，动员全省测绘地理信息行业力量，引导企业共同参与，加强了民族团结，锻炼了队伍，弘扬了测绘精神，开创了全国测绘援疆新模式，得到国家测绘地理信息局领导的高度评价和肯定。

在地理空间数据的支持下，河南省电子政务空间信息服务系统实现专题信息的空间定位，对数据进行

● 开创测绘援疆新模式

● 服务南太行生态保护修复工程

直观、可视化的分析和查询，为政府工作人员检索查询分析全省各地的地理环境、经济和社会发展情况提供综合省情服务，为政府应急管理、指挥调度、高效处置突发性事件进一步提供有力支撑。

2007 年 8 月，“河南地图网”上线后，用最新、最详细、最权威的地图数据为政府和社会提供地理信息服务。2010 年 4 月 27 日，新版河南地图网正式开通运行，具有地名查阅、城市单位地理搜索、社会热点地图提供等功能，实用便利，方便公众查阅。“天地图•河南”为卫生应急指挥、旅游产业运行监测调度、省商务云、省财政大数据分析、国土资源一张图等 10 多个领域提供了地图服务。

2018 年 12 月 26 日，河南省人民政府新闻办在郑州举行新闻发布会，宣布河南省卫星导航定位基准服务系统正式开通启用。这个由河南省自然资源厅主导、河南省测绘地理信息局具体承担建设，246 座北斗卫星导航定位基准站提供数据支撑的基准服务系统，形成了以我国北斗卫星导航系统为主，兼容 GPS、格洛纳斯和伽利略等卫星导航系统的基准站网，建立了省级数据中心和市级分中心，形成了河南新一代时空基准服务体系，标志着全省北斗卫星导航定位应用进入自主可控、高精度实时定位和快速服务的新阶段，在全省自然资源管理、交通、水利、农业等多个领域得到广泛应用。

从过去提供单一的纸质地图和基础数据，到地理信息综合服务，测绘地理信息成果服务从幕后走向台前，为全省脱贫攻坚、防汛抗旱指挥、省级空间规划编制、自然资源资产管理、现代农业、环境保护、新型城镇化、南太行地区山水林田湖草生态保护修复、河南省山水林田湖草生态保护修复规划等重点工作和重大工程提供了高效服务，发挥了不可替代的作用。

自主研发的河南省自然资源卫星应用云服务系统，成为全省首个卫星遥感综合服务平台，畅通了“河南一号”遥感数据产品信息化分发服务线上渠道，集成全省 10 余年遥感影像资源，服务全省各行各业。

以地图为媒，更好地表达自然资源的空间分布和利用情况、未来空间布局，是河南测绘主动服务自然资源管理大局进行的有益探索。久久为功，向河南省委、省政府领导和相关政府部门提供各类工作用图成为河南测绘工作常态，高效支撑了政务管理工作。《河南省两会用图》已连续 7 年如期亮相“河南两会”会场，形式多样、内容新颖，获得了参会人大代表、政协委员一致好评。

融合创新：转型发展行稳致远

河南省的测绘管理机构伴随着新中国的发展日臻规范。

从 1973 年底河南省测绘局正式成立，到 1995 年 5 月成为具有管理全省测绘行业行政职能的副厅级事业单位，再到 2012 年 9 月，更名为河南省测绘地理信息局，职能由测绘管理转向地理信息管理和服务，测绘人不断被赋予新的职责和使命。

进入新时代，国家机构改革进一步深化，2021 年 4 月，河南省测绘地理信息技术中心揭牌成立。充分利用测绘行业优势为耕地保护、矿山修复、国土绿化、国土空间规划编制和实施等领域强监管、严把关、优决策提供强大技术支撑，有效促进对违法用地、违法采矿等自然资源领域违法问题早发现、早制止、早查处，成为新时代赋予测绘人的光荣使命。

围绕新时代党和政府对测绘地理信息管理工作的新要求，河南省测绘地理信息技术中心干部职工心怀“国之大者”，心系“省之要者”，勇担“责之重者”，聚焦加快测绘地理信息事业转型升级，深入贯彻习近

平新时代中国特色社会主义思想特别是习近平生态文明思想，锚定“两个确保”，深入实施“十大战略”，围绕“两支撑、两服务”，发挥空间定位技术、航空航天遥感技术、遥感影像智能解译技术、测绘质量控制技术等优势，全面支撑自然资源“两统一”职责履行和经济社会高质量发展。

深度融合是新时代测绘地理信息工作的要求，成为河南省测绘地理信息技术中心的工作主旋律。围绕自然资源主责主业，河南省测绘地理信息技术中心承担了全省自然资源信息化统筹集约化建设，在全国率先采用全国产化技术路线和省统建模式搭建河南省国土空间基础信息平台和国土空间规划“一张图”实施监督信息系统，有力推动了时空大数据与自然资源管理深度融合，有效保障了全省国土空间规划审查、用地审批、监测监管、评估决策等自然资源主要业务的顺利开展。经过久久为功的磨砺，河南省测绘地理信息事业在风浪中强健了体魄、壮实了筋骨，创新动力、发展活力不断勃发奔涌。

深度服务，测绘地理信息对自然资源管理工作的保障能力更加彰显。利用“天眼”“5G+河南一号”等先进手段，实现“天空地网人”五位一体的全方位自然资源监测。运用测绘地理信息技术，参与违法占用耕地专项整治、土地卫片执法、南太行生态保护修复、闲置土地盘活整治、自然资源统一确权登记、矿山监测和国土空间生态修复等工作，大大提高了全省自然资源工作数字化、精细化治理水平。

不谋万世者，不足谋一时；不谋全局者，不足谋一域。迈入历史新起点，面对时代新考验，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生成竹在胸、激情满怀。他表示，测绘地理信息工作要顾大局、谋全局，始终坚定贯彻落实河南省委、省政府的决策部署，坚持“三支撑、三服务”工作定位，即在“支撑自然资源管理、服务生态文明建设，支撑各行业需求、服务经济社会发展”基础上，开创“支撑军队信息强军、服务军民融合创新”的“三支撑、三服务”新路径，以优秀的测绘地理信息成果全方位服务新时代强军建设。目标清晰，方向明确，深度融合，以测绘地理信息技术服务新时代经济社会发展的一盘大棋已经开局，正在有条不紊地朝着既定目标前进。

“千淘万漉虽辛苦，吹尽狂沙始到金。”五十载春华秋实，河南测绘实现了从传统走向现代的蜕变，创造了世人瞩目的业绩，如一道光划破苍穹，照亮历史的星空。历史由勤勉者书写，伟业靠奋斗者铸就。我们有理由相信并满怀期待，在新时代的征程中，河南测绘地理信息事业继续秉承创新精神，深耕融合领域，以更先进的技术、更优质的服务，助力经济社会发展，为推动中国式现代化建设河南实践贡献力量。在新的历史起点，河南测绘人将以更加饱满的热情、更加昂扬的斗志，续写测绘事业的辉煌篇章，为中国梦的实现添砖加瓦。

● 在全国率先采用全国产化技术路线搭建国土空间基础信息平台

基于三维场景的自然资源综合监测分析项目通过验收

7 月 28 日，河南省自然资源厅组织有关专家，对河南省地理信息院承担的全国自然资源调查监测专题技术研究和第二批技术体系试点项目——“基于三维场景的自然资源综合监测分析”进行评审。

评审会上，来自自然资源部自然资源调查监测评价体系构建技术组、国家基础地理信息中心、河南省政务大数据中心、战略支援部队信息工程大学以及河南省国土空间调查规划院等单位的专家，听取了项目组的技术汇报，审阅了文档资料，观看了成果演示，经质询和讨论，认为项目成果资料齐全规范，试点任务达到预期目标，成果具备推广应用价值，一致同意通过验收。

据了解，项目于 2022 年 10 月启动，2024 年 4 月完成，设计了包含实体表达、时空演变、空间网格和业务关系在内的多种数据模型，集成整合 80 余种自然资源监测数据，构建了自然资源三维立体时空数据库，有效体现了多源数据的空间分层、时间分期、地理位置分区和业务逻辑关联；探索形成融合多元知识的地类变化解译分析技术方法，构建了变化监测和评价指标体系，研发了基于三维场景的自然资源综合监测分析系统，并以巩义市为试点开展了应用示范。

作为全省基础地理信息数据汇聚及国土空间基础信息平台建设单位，河南省地理信息院始终致力于测绘地理信息技术的应用与创新。基于三维场景的自然资源综合监测分析项目的成功实施，正是该院在自然资源数据治理领域科技创新能力的集中体现。下一步，该院将继续发挥技术优势，与国内顶尖科研机构深化合作，持续推动自然资源调查监测技术创新与应用，为自然资源统筹管理工作提供更加科学、高效的技术支持。（河南省地理信息院 窦小楠 李敏）

河南省地理信息产业发展规划编制研讨会召开

为贯彻实施国家创新驱动发展战略，加快编制河南省地理信息产业发展规划，促进全省地理信息产业加快布局和高质量发展，7 月 22 日，河南省自然资源厅测绘地理信息管理处联合河南省地理信息产业协会在郑州组织召开地理信息产业发展规划编制研讨会。

会议介绍了《河南省地理信息产业发展规划（2025—2030 年）（征求意见稿）》的起草编制过程和主要任务。与会领导、专家认真分析了河南省地理信息产业发展现状、存在的突出问题、面临的形势和未来发展趋势，对征求意见稿进行了深入的交流研讨。与会专家站在各自领域，积极建言献策，并提出了具体的修改意见。

会议对前期规划编制工作给予肯定，对专家们提出的修改建议和意见充分赞成。会议强调，作为今后一个时期引导和推动河南省测绘地理信息产业发展的重要依据和行动指南，规划编制意义重大，要站在加快发展数字经济，催生新质生产力，抢占发展先机的高度，以前瞻 30 年的视野来谋划，着眼全省经济社会发展大局来统筹，力争形成“全面发展有特色、区域优势有统筹、产业链条有互补、近期示范有突破、长远发展有后劲”的地理信息产业发展总体布局。（本刊记者 栗荣晓）

农用地内部地类变化及耕地种植属性监测项目通过验收

8月8日，河南省自然资源厅在郑州召开自然资源部试点项目“农用地内部地类变化及耕地种植属性监测”项目验收会，邀请中国国土勘测规划院、中国科学院空天信息创新研究院以及省内外知名高校的专家学者，对该项目进行评审验收。

专家组听取了建设单位的项目汇报，观看了成果演示，审阅了有关资料，经专业质询和深入评议，认为项目研究的深度学习影像解译技术路线和方法，显著提高了解译精度和效率，构建的农用地内部地类变化和种植属性监测技术体系，具有较高的完备性、先进性和实用性。经现场评定，专家组一致同意项目通过验收，并就进一步提炼创新点、完善项目资料成果提出意见和建议。

据了解，“农用地内部地类变化及耕地种植属性监测”项目是河南省申报的《河南省自然资源综合监测技术体系构建实施方案》的一项子课题，由河南省遥感院、河南省国土空间调查规划院承建，建设周期为两年。经过项目组共同努力，项目研究成果在四个方面取得突破：

一是构建了农用地内部地类变化及耕地种植属性监测分类体系，参考国土变更调查分类标准，制定了面向农用地内部地类变化的“耕地流入”“耕地流出”分类标准；按照作物属性与用途将作物类型划分为“粮食作物”“非粮作物”两类。

二是完成样本数据集制作与建库，利用国土变更调查成果数据与“河南一号”等亚米级卫星影像制作农用地内部地类变化样本数据集；利用外业采集样本与中高分辨率卫星影像制作时序作物解译样本数据集；对制作的样本数据按照类型与属性，以文件夹形式存储管理，构建遥感智能解译样本数据库。

三是构建了遥感智能解译模型，以卷积神经网络为基础，构建了面向农用地内部地类变化信息解译提取的高精度智能解译模型，以及面向主要农作物的作物分类网络模型。

四是开展了精度验证与模型泛化，选取与试验区地形地貌差异较大的区域开展农用地内部地类变化监测与耕地种植属性监测，验证模型的普适性与泛化能力。

河南作为全国重要的农业大省、粮食生产大省，研究农用地内部地类变化和耕地种植属性监测技术方法应用前景广阔。通过开展该项目能够更高效、全面、准确地了解农用地利用情况，科学优化自然资源监测流程，提高工作效率，实现耕地范围内粮与非粮、农与非农图斑的精细分类与动态监测，为高效服务耕地“非农化”“非粮化”监测等自然资源管理工作提供了技术支撑。

下一步，项目建设单位将充分吸纳专家组建议，完善项目报告、优化研究思路、拓展应用领域，为自然资源管理提供更加科学、高效的决策支持，助力推动自然资源管理体系和治理能力向现代化迈进。（河南省遥感院 张明灏）

濮阳市召开测绘地理信息工作推进会

为落实河南省自然资源厅有关工作要求，扎实推进测绘地理信息各项工作，8月9日，濮阳市自然资源和规划局组织召开全市测绘地理信息工作推进会。

会议传达学习了《濮阳市2024年汛期测绘行业安全生产工作方案》《濮阳市2024年测绘地理信息“双随机、一公开”监督检查工作方案》《濮阳市自然资源和规划局关于印发2024年测绘成果质量监督检查评分标准的通知》等文件精神；安排了测绘地理信息软硬件及测绘地理信息安全监管、卫星导航定位基准站运行维护、测量标志保护等工作；部署了测绘行业安全生产检查、测绘地理信息成果质量监督检查、测绘地理信息“双随机、一公开”监督检查、8·29测绘法宣传日暨国家版图意识宣传周等工作。

会议强调，要切实提高政治站位，立足测绘“两支撑、两服务”工作定位，持续巩固和提升全市测绘地理信息服务保障能力。要狠抓工作落实，按照“三管三必须”原则和要求，健全完善各项制度，抓牢测绘行业生产经营安全与测绘成果质量保障工作。要务求实效，坚持五个“导向”，务实功、出实招、求实效，高质量推进全市测绘地理信息各项工作。（濮阳市自然资源和规划局 秦怡美）

巩义市地名地址数据核实工作全面完成

近日，巩义市自然资源和规划局圆满完成全市自然资源基础地理信息地名地址数据核实工作。

自地名地址数据核实工作启动以来，巩义市自然资源和规划局高度重视，精心策划，组织工作人员参加河南省测绘地理信息技术中心开展的线上专题培训，让全局上下深刻认识地名地址数据核实工作的重要性，熟练掌握核查系统平台的功能与操作方法，为后续核实工作的顺利开展奠定了坚实基础。

在行动实施阶段，巩义市16个自然资源所积极响应，迅速成立地名地址数据核实小组，充分调动辖区土地协管员力量，形成强大的工作合力。

无论是烈日炎炎还是风雨交加，核查人员坚持深入一线，通过实地走访、资料比对、群众反馈等多种方式，对地名地址数据进行全面细致的核查与校正。经过半个多月的紧张奋战，全市地名地址数据核实工作圆满完成，全面纠正和完善了大量错误、重复及不完善的地名地址信息，有效提升了数据的准确性和现势性。

下一步，该局将进一步加大对地名地址数据的动态管理和维护力度，建立健全长效管理机制，保障数据的准确性与时效性，从而为自然资源管理、城市规划、应急救援等工作提供更加可靠的数据支撑，为社会公众提供更加便捷、准确的地理信息服务。（巩义市自然资源和规划局 兰利晓 杨瑾瑞）

淇县自然资源局全面启动基准站巡查管护

近日，淇县自然资源局积极响应国家关于加强卫星导航定位基准站管理的要求，全面启动基准站巡查管护工作，旨在保障基准站的稳定运行与高效服务，确保测绘地理信息数据的安全性和准确性。

卫星导航定位基准站作为现代测绘基准体系的重要组成部分，为用户提供统一的测绘地理信息基准服务和精确的定位导航服务。此次巡查管护重点围绕两大核心任务：一是基础设施与设备的维护与保养，二是设备运行状况排查与安全隐患消除。巡查过程中，工作人员细致检查了基准站的观测墩、机房等基础设施，以及后备电源、防雷设施等关键设备，并对设备和机房环境进行了除尘处理和设施修缮。通过全面排查基准站运行状况，工作人员及时锁定并消除了潜在的安全隐患，为基准站的安全稳定运行筑起了一道坚实防线。

通过此次巡查管护，淇县自然资源局全面掌握了基准站的基本运行情况，对发现的问题迅速响应、妥善解决，有力保障了基准站的正常有序运转。

下一步，淇县自然资源局将积极构建长效运维管理机制，定期组织专项检查行动，强化日常巡查与管护的频次与深度，实现对基准站状态的全面监控与实时维护。同时，借助8·29测绘法宣传日等契机，广泛宣传《中华人民共和国测绘法》《中华人民共和国测量标志保护条例》等相关法律法规，增强公众的法律意识与保护意识，推动卫星导航定位基准服务系统在自然资源、防灾减灾、乡村振兴等领域的广泛应用，为淇县经济社会高质量发展注入更加强劲的测绘动力。（淇县自然资源局 王琦 张佳丽）

济源市卫星导航定位基准服务分中心基本建成

8月14日，河南省自然资源厅组织河南大学地理与环境学院、河南省计量测试科学研究院、河南省测绘院等单位有关专家，对济源市卫星导航定位基准服务分中心进行评审验收。

验收会上，建设单位从项目概况、实施情况、系统测试、系统特色、项目总结等方面做了详细汇报。与会专家经过文档资料审阅、质询和讨论，对项目成果给予高度评价，一致认为验收资料齐全、规范，符合验收要求；项目满足国家标准和合同规定的技术指标要求，可为济源智慧城市建设提供北斗高精度定位服务，同意通过验收。

据介绍，项目完成了分中心系统安全改造升级，增设了安全防护软硬件，并通过省级审查。同时，基于升级后的平台管理软件，项目构建了运维服务系统，自动监控软硬件状态，提供统计分析与管理决策信息，增强了系统稳定性和信息化管理能力，为分中心高效运行打下坚实基础。

会议要求，下一步项目建设单位要高站位统筹推动，认识到卫星导航定位基准服务系统是维护国家安全和赋能经济社会发展的国之利器、国之大器，统筹推动分中心的各项建设。要高标准整改完善，根据专家意见建议，按照自然资源卫星导航定位基准“一张网”的工作要求，对标最新前沿技术进行完善升级。要高效率运维服务，守牢安全底线、精心运维管护、省市联动运行、应用为先推动，率先在消防、救灾、住建、农业、水利、政府决策等方面发挥作用，积极为国防安全和经济社会发展提供有效支撑。

（济源产城融合示范区自然资源和规划局 孙璐）

郑房测绘全力做好郑州市配售型保障性住房项目测绘

7月30日，在郑州市惠济区滨河路与中央西路交会处，郑州郑房测绘有限责任公司（以下简称“郑房测绘公司”）技术人员不顾高温酷暑，认真开展房产测量项目实测作业。

此次测绘的惠康佳苑项目，是郑州市首批配售型保障性住房项目之一。郑房测绘公司高度重视，迅速推动，与建设单位紧密合作，调集精干力量组成专项测绘小组，第一时间进驻现场，确保测绘工作高效有序进行。

为加快测绘进度，测绘技术人员采取白天外业采集、夜晚内业处理的工作模式。白天，他们顶着烈日，穿梭于工地之间，认真记录每一项数据；夜晚，他们精心绘制图纸、计算面积。虽然工期紧，但他们严格遵循相关测绘规范，反复核对每一项数据，确保测绘成果准确无误。

通过测绘技术人员共同努力，郑房测绘公司提前完成322套配售型保障性住房的测绘任务，为项目顺利推进提供了优质高效的技术保障和数据支撑。

此次作业不仅是对郑房测绘公司专业实力和技术水平的一次检阅，更是公司勇于担当、积极践行社会责任的生动体现。下一步，郑房测绘公司将秉承服务群众的宗旨，继续发挥自身独特优势，为郑州市住房保障事业贡献更多测绘力量。（郑州郑房测绘有限责任公司 王炬）

中建国信：守正创新 服务经济社会发展

◎ 本刊记者 栗荣晓 通讯员 王志珍

8 月 28 日，2024 年度中国地理信息科技进步奖评选结果揭晓，中建国信大数据集团有限公司（以下简称“中建国信”）凭借“地铁工程全链条安全监测预警关键技术及应用”成果在科技创新、实践应用方面的贡献，荣获地理信息科技进步奖一等奖。

中建国信是一家集测绘地理信息、工程勘察、规划设计、软件开发、地质灾害防治、智慧城市建设等于一体的综合性高新技术企业，成立 10 年来，秉持“科技创新、质量为本”的发展理念，在推动技术创新与产业升级的道路上蹚出一条新路径。

创新研发地铁监测预警平台

地铁作为现代城市的重要血脉，是城市快速运行的标配。在这份便捷与高效的背后，地铁的安全运行，如同一根无形的纽带，关乎每一个市民的安危与幸福。

中建国信总经理赵东亮介绍，针对地铁工程安全监测，现有监测方法获取的数据过于稀疏，难以反映地铁隧道横断面全方位的形变信息；多厂商、多物联传感器获取的监测数据类型各异，接入平台标准不统一；地铁工程自动化监测预警平台功能单一，工程泛化应用融合度亟待提升。而“地铁工程全链条安全监测预警关键技术及应用”成果主要解决地铁工程建设、运营、监测过程中遇到的实际问题。

面对地铁应用过程中的诸多难题，中建国信研发团队以高度的责任感和使命感，深耕地铁工程全链条安全监测预警关键技术及应用，取得三项创新技术成果：

——提出基于椭圆柱面模型的地铁隧道点云滤波及形变监测方法，构建椭圆柱面拟合算法迭代滤噪，建立基于隧道点云数据提取任意断面位置的算法模型。通过研究隧道点云“非点”剔除、连续横断面构建、断面叠加形变分析方法等关键技术，实现隧道连续断面的全方位动态监测。

——建立了融合 PS-InSAR 与 SBAS-InSAR 的形变信息提取方法，将 PS-InSAR 技术提取的高相干点作为地面控制点参与 SBAS-InSAR 解算，有效降低地形相位造成的高程误差，实现目标区域地表形变信息的高精度提取。同时，还构建了地表时序形变场和形变速率场提取方法，揭示了地铁沿线缓冲区内地表形变的时空演变规律。

——发明阵列式深部位移计、防灾救灾无线广播预警系统和裂缝测量预警伸缩仪。同时研发出集地表与深部位移、土压、渗水压、降雨量等监测信息实时汇集技术，通过网络实时访问监测信息；建立安全预警分级应急预案，构建基于机器学习的智能化预测预警方法，研发出地铁工程全链条安全监测预警平台。在此基础上，又成功研制出基于移动通讯网络的全链条多传感器监测网络，开发出云构架的预警管理平台，实现地铁工程建设过程中的预警预报。

截至目前，“地铁工程全链条安全监测预警关键技术及应用”成果已在郑州、深圳、广州、哈尔滨、苏州、南京等城市的地铁建设工程中得到深度应用，并在交通勘测设计、水利工程建设等领域推广应用。

高标准完成“三调”图斑核查

国土调查对贯彻落实严格的耕地保护制度和节约用地制度，提升国土资源管理精准化水平，支撑和促进经济社会发展、生态文明建设具有重要意义。

2019 年 5 月，中建国信承接河南省第三次全国国土调查县级成果省级外业核查项目，按照河南省国土规划调查院要求，需在 120 天内完成 10 个县域、将近 7000 个图斑的获取工作。项目所涉地区有林州市、汝州市、方城县、中牟县、平顶山石龙区等。

第三次国土调查是一次政策性、技术性强的工作。为高标准完成“三调”图斑核查任务，中建国信迅速部署，将外业调查队伍分为 3 个作业小组，对作业人员外出调

查、内业处理、日常生活等情况进行严格管理，确保工作效率、工作进度和工作质量。此外，高度重视乡镇、村组协调工作，精心选定乡镇协调员和村组联络员，充分调动群众的积极性，使其主动配合外业人员开展图斑核查。

项目实施过程中，每到一地开展工作，作业人员都会依据国家统一下发的遥感影像以及内业判读提取的土地利用图斑，基于已有农村土地调查、地籍调查、集体土地确权登记发证、地理国情普查、农村土地承包经营权确权登记等基础资料及调查成果，努力查清测区每一块土地的利用类型、面积、权属和分布情况。

图斑地类认定是调查工作的重点和难点。对于疑问图斑，需要进行实地核查和举证。根据国家下发的调查工作底图，作业人员结合地方日常国土资源管理相关资料，采用“3S”一体化技术，逐图斑开展实地调查及举证，确认调查图斑的地类、范围、权属等信息，与国家内业判读结果不一致的图斑，需实地拍摄带定位坐标的举证照片。

林州境内山地、丘陵占 86%，交通极为不便。在一次图斑核查时，通往深山区的杨家寨村只有一条羊肠小径。项目负责人梁宇带领技术人员肩扛设备、携带干粮，从凌晨 4 点出发，连续翻越三个山头，徒步 5 个小时进入杨家寨村，当他们完成数据采集回到驻地时已经是深夜 10 点钟。

历时 4 个月的高效工作，2019 年 9 月，中建国信高质量完成了 10 个县域的图斑核查，为业主单位完成内外业土地利用现状调查、权属调查和土地利用现状数据库建设奠定了数据基础。

● 在林州河顺镇开展图斑核查

行稳方能致远

2021 年 11 月，中建国信中标河南省地下水资源监测及工程运行维护项目，主要承担开封市水准监测网普查维护与二等水准测量工作，测区总面积达 1838km²。

在中建国信项目经理李万强的带领下，测绘队员们在严寒的风雪里紧张作业，架标、量距、读数、记录，小心翼翼地采集每一个数据。他们深知，哪怕一个小数点的错误都会造成几十公里甚至几百公里的返工重测。

在黄河大堤公路沿线开展二等水准测量时，李万强把水准仪对准后方标尺，观测、瞄准、读取、记录数据，然后再转过头，对准前方的标尺，得出两点之间的高程差。就这样简单重复的工作，技术人员紧密配合，一遍一遍认真做，一段一段测下去，每天徒步丈量几十公里是家常便饭。他们深知，自己肩上扛的不仅仅是仪器，更是责任。“精度是测绘的生命。”李万强多次强调。

遇上交通繁忙、车流量较大的城市街区或公路桥梁，项目组就选择在寒冷的夜间开展水准测量。为保证夜间水准测量的观测方法、各项限差与白天水准测量的规定相统一，技术人员往往会提前在夜测区域选定架设仪器和放置标尺的位置，在立尺点钉入尺桩等，做出明显标记，并将视线长度控制在 25m 以内。

在寒冷的户外作业，技术人员会给水准仪、全站仪等设备加装保温罩，或使用加热装置，预防因低温导致的设备故障或测量误差。通过周密的应对措施，保证了开封市水准监测网普查维护与二等水准测量数据的准确性、完整性。

“行稳方能致远，千里源自跬步。我们将以此次荣获地理信息科技进步奖一等奖为契机，加大科研投入力度，坚持弘扬测绘精神，不断推动技术创新与产业升级，为测绘地理信息事业高质量发展贡献更多力量。”中建国信董事长赵庆贺表示。

山东出台21条措施强化测绘地理信息要素保障

◎ 赵 坤

近日，山东省自然资源厅从构建新型基础测绘体系业务格局、健全测绘地理信息重大基础设施、深化遥感影像统筹获取与服务、拓展测绘地理信息赋能应用等六个方面，出台 21 条举措，充分发挥测绘地理信息新型生产要素保障作用，更好服务数字山东建设和全省绿色低碳高质量发展。

构建新型基础测绘体系业务格局方面，山东省将变革基础测绘组织管理模式，统一建设实景三维山东数据库，向市县配发轻量版数据库管理系统；推进基础地理实体数据库省市县协同更新，实行实景三维山东建设成果省市县共建共享；加强科技创新和试点探索，积极推进测绘地理信息事业转型升级、实景三维服务低空经济等试点示范，推进部、省测绘地理信息重大科技专项落地实施，加大关键技术攻关力度。

深化遥感影像统筹获取与服务方面，山东省将增强遥感影像获取能力，统筹推进市级卫星节点建设及应用，探索省市一体化运行模式，降低基层遥感影像应用成本。同时，提升遥感应用服务能力，针对市县自然资源特定监测需求、监测目标、监测尺度，提供遥感智能监测技术支撑与服务，持续免费向县乡村提供“一村一图”电子数据。

拓展测绘地理信息赋能应用方面，山东省将编制基础测绘成果服务指南，探索基础地理信息数据“要素跟着项目走”，发挥实景三维山东、时空大数据平台基础性、通用性作用，按需为公共管理、指挥决策、监督监察等提供服务保障；探索建立地理空间数据流通交易机制，进一步完善山东省无人机联动管理服务平台，助力低空经济发展；免费向社会提供手机高精度定位开发包服务，支持各类企事业单位基于天地图•山东开展增值开发，拓展基于时空信息的即需即供、主动服务、个性服务新模式。（作者单位：山东省自然资源厅）

福州创新“多测合一”服务模式

◎ 陈鹏 吴建成

近年来，福建省福州市创新服务模式，全面推进工程建设项目“多测合一”工作，成效明显。截至目前，全市建设项目审批涉及测绘的工作时限减少约 60%，测绘服务费用降低约 40%。

一是全面推进“多测合一”，提升测绘服务效能。福州市出台工程建设项目“多测合一”工作细则，将“多测合一”实施范围扩展到工程建设项目审批全流程；归纳合并涉及自然资源和规划、人防、消防、房产等不同领域的测绘业务，将项目完工前所需的 11 个测绘事项整合为 3 个综合测绘事项，一个综合测绘事项委托一家测绘机构承担，减少委托次数，提升服务效率。

二是加强行业监管，规范测绘市场秩序。按照“非禁即入”市场原则，福州市着力打造“114”测绘成果质量监管模式，即制定一项制度，出台《福州市测绘资质单位信用分级监管制度》，规范测绘中介机构监管；依托技术支撑机构，加强测绘成果质量事中事后监管；一年开展 4 次“双随机”测绘成果质量监督检查；建立信用档案，执行信用激励与惩戒措施，强化市场退出机制。2023 年至今，福州市共完成 66 个项目的成果质量检查，对存在问题的 7 家测绘机构进行通报，并依法纳入不良信用单位名单。

三是推进数据共享，畅通部门会商渠道。依托福州市“多测合一”综合管理信息系统，实现“多测合一”项目委托、成果提交、成果审核、质量监管和数据共享的全流程网办，测绘机构一次提交，自然资源和规划、人防、消防、房产等部门可直接调用测绘成果，实现“一趟不用跑”。

四是统一测绘标准，助力审批“加速跑”。出台《福州市房产与规划建筑面积测算技术规程（暂行）》，解决“多测合一”深层次技术标准问题，统一房屋测绘点位和建筑面积测算规则，实现用地、规划、施工、验收、不动产登记等环节测绘成果共享互认，大幅减少项目前期设计调整和测绘测算时间，降低项目单位投入成本。（作者单位：福州市自然资源和规划局）

重庆渝北：实景三维赋能超大城市现代化治理

◎ 刘 抒

“御临河风景秀丽，中央公园商务区高楼林立，玉峰山制造工厂鳞次栉比……从悦来到洛碛，从茨竹到龙山，只需要轻轻移动鼠标，便能在数字孪生世界领略大美渝北。”在重庆市渝北区城市运行和治理中心驾驶舱大屏前，工作人员正在进行现场讲解，身后大屏同步播放着一张立体的大渝北“3D 画像”。

目前，重庆市渝北区正全力推进国土空间三维实景图建设，为重庆市三级城市运行治理中心、数字重庆六大系统和基层智治体系提供统一的立体空间定位框架和分析基础。

强化技术创新，绘就立体渝北

“实景三维渝北”建设是重庆市渝北区落实国家新型基础设施建设的具体部署、落实国土空间三维实景图建设的关键一环。重庆市渝北区规划和自然资源局联动区级部门、镇街高效推进，建设城市级实景三维面积居全市第一。

据介绍，重庆市渝北区综合采用有人机、无人机、地面站等多种数据采集方式，融合航空航天遥感影像、倾斜摄影、街景、点云等多源多尺度数据，克服境内机场空域限制、高差起伏大、跨度长等难题，提前一个季度完成市级实景图二级图目标任务。建成的城市级实景三维数据覆盖全区 22 个镇街重点区域，面积达 329.12 平方千米，空间分辨率优于 0.05 米。三维数据经轻量化、脱密脱敏、切片集成等特殊技术处理，有效降低了对硬件服务性能的依赖，能够清晰表达域内地理地貌和住宅、商业、工业、农业等区域，以及城市道路交通枢纽等建构筑物的立体结构和层次，形成具有重庆辨识度的三维实景图。按照“边建设、边应用、边推广”原则，渝北区将实景图接入区城市运行治理中心和基层智治中心，打造出多个应用服务亮点，积极探索超大城市现代化治理新路子。

赋能“一标三实”，助力平安渝北

基层社会治理中，标准地址、实有人口、实有房屋、实有单位信息对加强治安管理、优化公共服务等方面具有重要作用。依托三维实景图建设，通过移动设备现场采集标准地址的经度、纬度、海拔高度等地理信息，渝北区将标准地址所承载的实有人口、实有房屋和实有单位一并上图，实现区—社区—小区—楼—户的多层次管理；将人、房、地、事、组织等信息与公安户址码关联，形成“一户一码”，支持以房查人、以人查房，实现实景三维场景中对重点人员和重点场所的精细化管理，助力渝北立体化社会治安防治新模式。

聚焦重点需求，打造高效渝北

围绕教育强区建设目标，更加科学精准地管理全区中小学教育资源，重庆市渝北区加速构建了以实景图为底座的“渝北教育一张图”，集成了全区现状、规划、在建中小学、规划教育用地等基本信息，对应招生划片、周围公交站点分布等专题信息，重要点位视频监控、涉稳风险事件等动态信息，将全区中小学教育资源信息在实景图上进行可视化呈现，以数字化手段掌握了全区教育资源底图底数，辅助科学管理、合理决策。同时，基于实景图构建的“教育数字治理综合应用场景”，渝北区通过各部门业务多跨协同、快速处置，实现区治理中心“一屏总览、一键调度、一体联动、一网共治”高效治理新格局。

下一步，重庆市渝北区将进一步加大实景图创新力度，以需求为牵引，不断打造赋能重大应用服务亮点，持续推动实景图在规划、自然资源、住房城乡建设、交通、水利、农业、民政等行业的应用，力争实现 50% 以上政府决策、生产调度和生活规划在线上实景三维空间完成，积极赋能超大城市现代化治理。

（作者单位：重庆市渝北区规划和自然资源局）

编者按：

当地时间 2024 年 7 月 27 日，在印度新德里召开的联合国教科文组织第 46 届世界遗产大会通过决议，将“北京中轴线——中国理想都城秩序的杰作”列入《世界遗产名录》。至此，中国世界遗产总数达到 59 项。

在北京中轴线成功申遗的背后，数字测绘技术从文物保护、环境整治、文物腾退等方面提供了高精度、三维立体的空间数据底板。

数字测绘技术勾勒立体的古都“脊梁”

◎ 吕苑鹃

在北京，一条中轴线撑起了古都的“脊梁”。这根“轴”北起钟鼓楼、南至永定门，它始建于元代、成型于明代、完善于清代、发展于近现代，跨越了 750 余年的岁月。

为了守护和传承这一珍贵的文化遗产，全新的测绘科技与其碰撞出了耀眼的火花。2021 年以来，北京市测绘设计研究院（以下简称“北京市测绘院”）借助实景三维技术，精确测定中轴线遗产点的位置，基本建成了覆盖中轴线遗产核心区 5.6 平方千米范围的三维实景。

在时空数据的世界里，这条古都的“脊梁”穿越了时光，成为连接过去与现在的桥梁。

中轴线保护管理亟待空间数据支撑

北京中轴线纵贯北京老城，全长 7.8 千米，是由古代皇家建筑、城市管理设施和居中历史道路、现代公共建筑和公共空间共同构成的城市历史建筑群。它是中国传统城市空间营构的集大成者，也是城市文化空间塑造的杰出范例。

“世界上没有第二个城市有这样大的气魄，能这样从容地掌握一种空间概念。北京独有的壮美秩序就由这条中轴的建立而产生。前后起伏左右对称的体形或空间的分配都是以中轴为依据的。”谈及北京中轴线的意义，著名建筑学家梁思成曾如此评价。

中轴线作为北京老城严谨对称空间布局的核心，是引导城市发展的规划核心。长期以来，中轴线影响和引导着北京城市的空间发展布局和城市规划设计。如今，传统的中轴线得到了发展和继承，由原来的 7.8 千米向南延伸至北京大兴国际机场、向北延伸至燕山脚下。

“随着中轴线申遗工作加快推进，遗产保护与管理迫切需要精细化、立体化的三维底板。”北京市测绘院原党委委员陈品祥介绍，申遗工作对中轴线历史和现状信息的完整性和准确性提出了很高的要求，急需精准的空间数据支撑。

精准测定让中轴线“立”起来

2021 年 8 月 26 日，北京市测绘院在位于先农坛的北京古代建筑博物馆拉开了中轴线实景三维测绘的序幕。

“中轴线实景三维建设是一项要求高、难度大的工作。”陈品祥介绍，中轴线积淀了数百年历史，有着多样的要素环境，囊括了房屋、道路、公园、水系、绿地等多种建筑类型。以房屋建筑为例，既有故宫、天安门等历史文物建筑，还有国家博物馆、人民大会堂等近现代优秀建筑。在实景三维测绘中，任何误差都会影响建筑高度、体量的测量成果真实性，进而影响中轴线价值内涵的表达。

北京市测绘院高级工程师张翼然介绍，全长 7.8 千米的中轴线通过历史道路串联起各遗产节点，每个遗产节点之间深藏设计者的匠心。例如中轴线上的景山万春亭和鼓楼，两者形成相互眺望的景观，中轴线周边建筑对称分布在道路两侧。如果实景测绘中出现高度偏差，三维场景中就无法体现其真实的壮阔和震撼。

为此，北京市测绘院在外业扫描时设计了分区、分级的方案，按照场景内容、扫描及建设要求精度、数据获取难易程度等进行划分。对于天安门广场这一

重要遗产节点，做到地上、地下“能测尽测”；对于先农坛、钟鼓楼等古建筑，采取站式扫描设备进行扫描，充分保障数据精度；在地安门内外大街等道路，则采用三维扫描车方式进行。

经过数百年的变迁，北京中轴线随着城市的发展而不断演变。因此，中轴线实景三维测绘不仅要清晰测定现状遗产节点的空间位置，还要追溯其历史变革。

老天桥是古代皇帝祭天的必经之路，也是北京中轴线的重要节点。然而，老天桥湮没于20世纪30年代，并经过降低拱桥、扩展路面、拆除栏板等多次改造后，地上、地下的痕迹已经消失。

怎样准确定位天桥原址？陈品祥介绍，受北京市文物局委托，2021年北京市测绘院启动了天桥原址定位工作。“根据档案记载，天桥坐落在龙须沟上。我们将1971年管线普查的图纸档案与20世纪50年代的历史影像图叠加后，基本确定龙须沟的位置，再取龙须沟水系与中轴线的交点，确定了天桥的准确方位，结合地下管线的实地探测，天桥原址的位置得以确认，在现天桥景观以北40米处。”对此，北京市文物局组织了多轮专家论证，对该成果给予高度肯定，认为这是测绘技术在历史文化研究领域的一次深度融合。

此外，北京市测绘院团队还利用VR技术等对北上门、地安门等中轴线消失节点开展了三维复现。

三维应用让中轴线“活”起来

目前，北京市测绘院已精确测定中轴线遗产点的位置，利用现代技术，再次确定了中轴线的方位，明确了参与申遗的遗产点空间分布，为中轴线申遗提供精准的数据支撑，并成为中轴线南北延长线空间规划布局的可靠依据。此外，经过持续的三维扫描与信息采集、内业整合与三维搭建，覆盖中轴线遗产核心区

5.6平方千米范围的三维实景基本建成。

陈品祥表示，实景三维中轴线搭建了北京中轴线真实的三维场景，准确表达了各遗产节点的精确空间位置，突出中轴线在城市规划、设计中的引领作用，从测绘角度阐述、凸显中轴线“以中为尊”的深刻价值。测量团队不仅对中轴线的重要遗产建筑进行了测绘，对连接遗产的4条主要道路地安门内大街、地安门外大街、前门大街、天桥南大街也进行了精细扫描和记录。随着中轴线申遗的推进，一些街道立面、环境风貌等将得到整治，用测绘的方式记录，比较其在申遗前、申遗中、申遗后的环境整治和风貌改善，更能凸显申遗的决心、努力和成效。

2022年5月，《北京中轴线文化遗产保护条例》由北京市第十五届人民代表大会常务委员会第三十九次会议通过，自10月1日起施行。该《条例》明确，北京市将建立北京中轴线遗产资源调查和保护监测报告制度。

从发现、修复，到展示、利用，再到监测、研究，北京中轴线文化遗产保护的轮廓逐渐清晰。在这个完整的链条中，实景三维将大有可为。

北京中轴线申遗保护工作办公室有关负责人表示，三维实景可以应用于中轴线遗产保护，实现前后效果对比和动态监测；还可以结合中轴线计划中的腾退需求，在三维效果中展示拆除后的效果。

陈品祥表示，该院将以中轴线实景三维建设为起点，边实验边探索、边探索边应用，总结出一系列的工艺方式、技术手段、标准规范，探索出实景三维技术应用于文化遗产保护与监测的“北京经验”，打造实景三维建设的标杆和典范，摸索出一套可落地、可推广、可复制的经验和成果。（作者单位：中国自然资源报社）

湖南地理信息产业高质量发展的实现路径

◎ 刘许生

地理信息产业是我国产业体系不可或缺的一部分，是现代化应用体系的有机组成。当前，随着地理信息技术与人工智能、大数据、云计算等新兴技术的紧密融合，地理信息产业迎来新一轮的快速发展和转型升级期。湖南省地理信息产业协会一年来深入走访20余家会员单位，向全省71家甲级资质单位和200余家会员单位发送调研表，召开全省地理信息产业发展研讨会和专家咨询会，在充分了解产业现状特征的基础上分析问题，提出产业高质量发展举措。

2023年产业发展概况

2023年，湖南省地理信息产业在广大市场主体和各有关方面的共同努力下，实现总产值389亿元，同比增长3.73%。全省从业单位近6000家，同比增长约23%。产业发展主要呈现以下几个特点：

（一）产业规模持续扩大。2021至2023年，全省地理信息产业年产值平均增长率约为6.7%，相较之前15%以上的增幅呈现放缓趋势，主要是因为全球经济整体下滑，各从业单位的业务量不够饱和。但地理信息作为基础性战略行业，社会整体需求及潜力仍较为巨大。

（二）资质单位数量持续增加。截至2023年底，全省共有699家测绘资质单位，同比增加12.38%，其中甲级71家、乙级628家。全省测绘资质单位实现服务总值49.21亿元，同比增加1.33亿元，增幅为2.78%。

（三）人才队伍较为稳定。2021至2023年，全省测绘地理信息行业专业技术总人数分别为12140人、11994人、12886人，其中测绘专业技术人员分别为7577人、7914人、8273人，高级、中级职称人数占比分别维持在10%和35%左右。

（四）科技投入稳中有升。2023年，湖南省自然资源厅新增测绘地理信息科研项目28项，投入资金550万元，同比增加10.67%。专利成果授权351项，软著成果授权1525项，同比分别降低0.85%和增加14.2%。

（五）装备能力进一步提升。软件方面，全省资质单位拥有无人飞行测量采集系统811套、导航地图编辑系统8套，同比分别增加26.13%、减少27.27%；拥有遥感影像处理系统556套、地理信息处理软件及平台软件3232套、多波束测深系统9套，同比分别增加11.2%、减少4.32%、增加12.5%。

地理信息处理软件及平台软件中，数据获取与处理软件占比约70%，占绝对主导地位；数据库管理软件占比约20%；数据应用软件占比约10%。另外，从软件数量来看，甲级单位的地理信息软件及平台软件占比约为60%，乙级资质单位约为40%。可以看出，传统测绘业务软件在行业中具有重要地位，南方数码、清华山维和北京超图等厂商市场表现突出，占有较高份额。

硬件方面，全省各级资质单位拥有航摄仪218台、水位计73台、外业采集设备1120台，同比分别增加7.92%、减少6.41%、减少2.1%；拥有地下管线探测仪472台、全球导航卫星系统接收机4203台、全站仪2933台、水准仪1514台、手持测距仪3647台、测深仪240台，同比分别增加1.51%、增加8.10%、增加0.93%、增加1.54%、减少7.27%、增加1.69%。湖南省测绘硬件装备研发和生产较弱，以销售为主。

2023年，全省35家硬件装备经销商的市场规模约2.9亿元。其中长沙拥有29家，占比82.9%。在产品市场份额方面，深圳大疆和成都纵横占90%的航测无人机份额；法如（FARO）三维激光扫描仪持续增长，占有量在70%以上。常规产品方面，中海达、一光仪器、南方测绘、上海华测和千寻5家公司产品占据大部分市场。其中，GNSS接收机中海达、上海华测份额居前，全站仪则以中海达和南方测绘为主，进口全站仪数量较少，主要是索佳和徕卡。国产设备性价比更高，从业单位购买意愿更强。

面临的问题与挑战

一是数据开放和共享不足。各数据生产、管理部门条块分割，共建共享机制不够完善，有的即便获取数据也无法使用，还有部分企业

不了解正确获取免费数据的途径；数据保密制度及脱密技术手段与产业发展、新技术新业态发展的迫切需求不相匹配，数据产业化政策不够明确；随着数据采集手段和采集设备越来越丰富，数据格式的差异性影响越来越明显，不同数据采集商、供应商提供的数据格式相对封闭，对数据共享与应用造成阻碍。

二是融合创新体系不够完善。一方面，从业单位90%为小微企业，“缺资金、缺信心、缺底气”现象普遍存在，很难投入足够的人员、资金进行关键技术、核心零部件等方面的研发，从传统测绘服务向现代地理信息服务的转型升级困难，普遍存在同质化竞争严重、技术和应用创新滞后等问题，使企业容易陷入低价竞争困境。同时，部分企业片面重视规模化发展，忽视关键核心技术研发，以致缺乏核心竞争力。另一方面，产学研融合创新、协同发展机制不健全，科研院所和高校的科研成果主动找企业合作、进行产业转化的意愿较低，使得科研优势未充分转化为产业优势。

三是多样化应用亟待拓展。湖南省大部分地信企业的服务对象是政府部门，应用行业领域虽多，但应用深度和广度亟待提升。软件多以定制开发为主，更新维护难度大，产业跨越式发展难。这说明以政府部门应用为主的商业模式无法应对外部环境动荡和市场变革带来的风险，难以支撑产业高质量发展。

四是拖欠账款现象较为严重。调研发现，影响湖南地信企事业单位生存与发展最严重的问题是拖欠款。测绘遥感技术服务、地理信息系统开发等项目的实施周期、回款周期普遍较长，拖欠账款时有发生。特别是业务类型单一或规模较小的企业，往往因为拖欠款问题造成现金流困难甚至断裂，3年疫情进一步加剧该现象。

促进产业高质量发展的举措

坚定发展信心，加快产业转型升级。《湖南省测绘地理信息条例》已于2024年1月1日起施行。《条例》对测绘成果的生产汇交、资源共建共享等方面有着明确细致的规定。地理信息技术现已赋能各行各业，根据《条例》制定与时俱进的促进全省地信产业高质量发展的系列措施势在必行，必须进一步做实发展空间和资源配置，坚定从业人员发展信心，加快产业转型升级。

*加强自主创新，为新发展格局作贡献。*多渠道拓宽中小企业融资渠道并降低融资成本，引导建立研发费用提留机制；鼓励大企业将大量的生产要素、金融资源等凝聚起来，牵头组织大中小企业创新联合体，推动对短板和弱项的联合攻关，积极与人工智能、大数据、5G等新技术融合创新，推动产业关键核心技术突破；开展高校、科研院所走访，完善产学研协同发展机制；设立产业发展基金，重点扶持初创科技型中小企业；建立“专精特新”企业申请绿色通道，支持企业拓展基础成果应用；深化服务领域，提供个性化、定制化和专业化服务，在更多行业实现从三维可视化走向分析决策、规划设计、智能控制的服务飞跃，更好地融入数字经济发展、数字中国建设等战略工程。

*拓宽应用场景，完善数据市场制度。*首先，探索建立数据管理、数据产权、数据资产评估、数据流通交易和数据市场监管制度，支持湖南地理信息产业园建成国家级大数据交易特色产业园区。其次，进一步研究和调整数据定密制度和保密数据处理技术，促进数据资源以合理价格进入市场，激活数据要素潜能。再次，引导企业基于数据资源进行技术创新、应用创新、模式创新，赋能各行各业，促进深度跨界融合应用发展。

*优化营商环境，建设开放统一大市场。*持续完善政策法规，优化行业管理，破除制度障碍，提供良好的产业发展环境和制度保障；对自动驾驶、高精度导航等新业态、新模式、新服务实行包容审慎、先行先试原则，积极培育新兴市场，拓展产业发展空间；打破行业壁垒，合理分配资源，理顺民营企业在市场竞争和经济结构中的位置，鼓励民营企业参与重大项目竞争；加大对测绘资质、地理信息安全、产品质量等方面的监管力度，尤其针对恶性竞争、恶意低价中标等问题，严格执行《湖南省测绘地理信息行业信用管理办法（试行）》规定，强化行业自律，加快建设高效规范、公平竞争、开放统一的大市场。

*创新发展生态链，构建合作共赢新格局。*进一步优化产业结构，培育本土龙头企业，促进产业链各环节均衡发展，解决低水平重复建设问题，缓解同质化竞争；让优质企业进一步集聚优质资源，提升核心竞争力；优化生产要素等资源配置，促进大中小企业融通发展，创新产业发展生态链。大企业通过生态构建、基地培育等方式，激发一批“专精特新”中小企业。中小企业通过提供协同配套，反哺大企业持续壮大。支持和鼓励地理信息企业跨区域、跨所有制兼并重组，培育和引进高端人才，实现高水平、高起点创新融合发展。（摘编自《中国测绘》杂志2024年第6期）

高职数字测图课程思政教学探索

杨丽[1] 黎瑾慧[1] 杨齐明[1] 杨福芹[2]

(1.河南水利与环境职业学院，河南 郑州 450008；2.河南工程学院土木工程学院，河南 郑州 451191)

摘 要：随着高校课程思政建设工作的全面推进，高职专业课程思政教学面临新的挑战。针对测绘类专业课程的特点，以数字测图课程思政教学为例，从教学团队、教学内容、教学模式和评价方式等方面进行了探索，完成了数字测图课程思政的整体教学设计，通过教学实践证明教学效果良好。

关键词：课程思政；数字测图；高职

1 背景介绍

2019年1月，国务院印发《国家职业教育改革实施方案》，提出“双高计划”，明确“到2022年，建设50所高水平高等职业学校和150个骨干专业（群）”。同年4月，教育部、财政部印发《中国特色高水平高职学校和专业建设计划项目遴选管理办法（试行）》通知，“双高”建设正式拉开序幕[1,2]。“双高”建设是我国高职教育发展的必由之路，也是职业教育发展的必然要求。2020年6月，教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》，明确要把思想政治教育贯穿人才培养体系，全面推进高校课程思政建设[3]。课程思政逐渐成为高校主流的教学理论，成为我国高校教学改革的倡导方向。全面推进高等学校课程思政建设，必须要紧紧围绕培养什么人、怎样培养人和为谁培养人的根本问题，将课程思政视为落实立德树人教育理念、推动“双高”建设的质量工程抓好抓实。为了高质量推进“双高”建设，必须在课程思政上深耕细作。思想政治教育是推动职业教育发展不可或缺的基石，只有把思政教育的根基扎牢，才能推动“双高”建设取得实实在在的成效。

2 数字测图课程特点

测绘类专业数字测图课程的主要教学内容是要培养学生的识图、测图、绘图和用图能力，让学生熟悉大比例尺地形图图式、地物地貌的制图表达；掌握地形测量和地图绘制的基本知识；掌握全站仪、GNSS RTK野外数据采集原理与方法；掌握图根控制测量、野外数据采集、内业计算机成图方法；能够进行数字地形图检查验收；了解数字地形图应用。

职业教育要着力培养学生的工匠精神、职业道德和职业技能，而数字测图课程是理论和实践结合密切的课程，采用基于工作任务的项目化教学，特别是野外数据采集和数字地形图绘制有大量实践操作，需要学生动手完成任务。因此，该课程的教学要注重学思交融、知行合一，旨在激发学生的创新思维，培养学生勇于探索的进取精神、善于解决实际问题的能力。

3 数字测图课程思政教学改革措施

3.1 提升教师思政素养，打造优秀教学团队

全面推进课程思政建设，教师是关键[3]。要推进职业院校课程思政建设，专业课教师是关键力量。一名优秀的职业院校专业教师不仅应具备深厚的专业知识、熟练的职业技能，还应具备良好的道德品质和育人能力。在课程思政建设中，专业教师不仅承担着传授学生理论知识和操作技能的任务，还承担着学生思想政治教育的任务[4]。

专业课思政教学要在教授专业知识和技能的过程中有效融入思政元素，这对职业院校专业教师的课程思政能力提出了很高要求。专业教师要不断学习专业领域的新理念、新技术和新方法，同时也要不断提升课程思政建设能力。利用学校政治理论学习时间，加强马克思主义、习近平新时代中国特色社会主义思想等政治理论的学习，培育思政思维；通过国家教育学院网络平台专项学习和课程思政研讨会议等形式，加强师德师风的培养，提升教师的思政素养。同时，坚持不断学习教育新理念，针对新时代大学生，把测绘前沿技术融入课程思政教学，不断创新教学模式，激发学生的学习兴趣，引导学生深入思考，锤炼学生善于发现问题、分析问题和解决问题的能力。专业课思

项目来源：河南省教育科学规划一般课题（2022YB0554）；河南工程学院教育教学改革研究项目（2021JYYB038）。

作者简介：杨丽（1979—），女，汉族，硕士研究生，副教授，主要从事测绘类专业课程教学及相关科研工作。

政建设需要思想素质和专业能力都过硬的优秀教师。

3.2 深入挖掘思政元素，有机融入教学内容

专业课程是课程思政建设的基本载体[3]。课程思政不是思政课程，课程思政的本质是要以专业课程为载体。数字测图课程思政建设要按照测绘地理信息技术专业人才培养方案，根据测绘企业对数字测图职业技能人才的需求，融入 1+X 测绘地理信息数据获取与处理职业技能等级证书标准，结合测绘的新技术、新工艺、新规范重构课程内容，培养学生识图、测图、绘图、用图的职业能力和职业素养，以项目为载体，对课程教学内容优化重构为 7 个教学项目、21 个工作任务，共 48 学时，具体如图 1 所示。

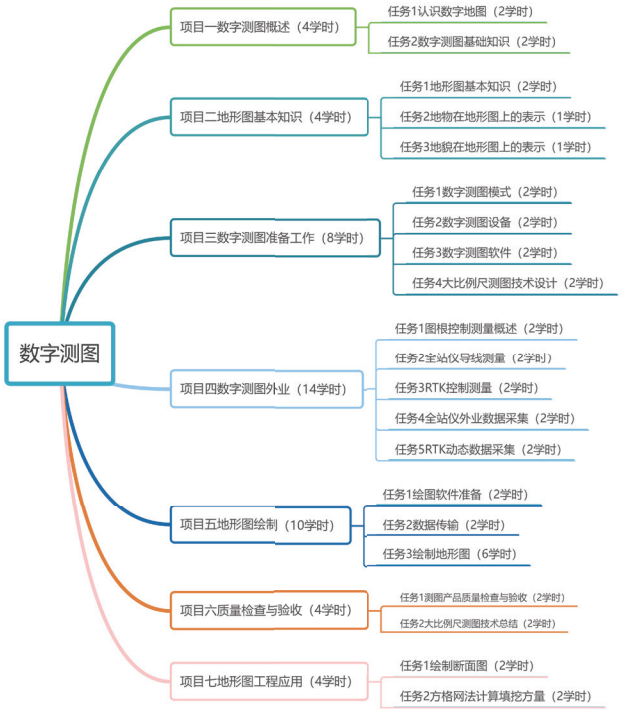


图1　教学内容重构

数字测图课程思政是专业课程内容与思想政治教育的融合，也是显性教育与隐性教育的融合。数字测图教学内容为“显”，思想政治教育为“隐”，在课程思政教学过程中要注意思政教育内容的渗透，尽量避免将思政教育显性化[4]。根据重构的教学内容，结合测绘地理信息类专业特点，从教学内容中挖掘思政元素，比如项目一数字测图概述，这部分教学内容有地图发展历史的介绍，可从中挖掘爱国主义、版图意识的思政元素，根据这些思政元素，有针对性地收集思政素材，找准思政内容与专业知识的契合点，并将这些思政元素融入专业课程教学，实现思政教育与专业内容的无缝对接，达到润物无声的育人效果[5]。

3.3 深化校企协同育人，构建多元教学模式

培育和传承工匠精神，引导学生养成严谨专注、敬业专业、精益求精和追求卓越的品质[1]，这是“双高计划”对职业院校建设的要求。言传不如身教，向学生宣讲工匠精神，不如把企业大师请到学校来，请到身边来。因此，学校和企业深入合作，聘请测绘企业的工匠大师走进课堂，参与数字测图课程思政教学。将实践教学与企业真实生产环境结合，引入企业的项目任务，借助企业工匠大师的积极思想和生动案例，激发学生的职业热情与专业认同感。

实践环节采用以任务为驱动、以成果为导向的教学方法，以实际的数字测图项目为依托，同时利用好先进信息技术手段，通过学校企业结合、理论实践结合、线上线下结合、虚拟实地结合、个人团队结合，构建“五结合”的教学模式。在充分利用课前、课中、课后三个阶段教学过程外，也借助测量实训小组这样的组织形式积极开展测量第二课堂。组织课外实践训练，拓展学生的技能练习；组织测量竞赛，培养学生的拼搏精神。利用两个课堂，培养出专业技能强、精神品质高、职业道德好、职业纪律严、职业行为端的高素质学生。

3.4 专业思政共同提升，完善教学评价体系

学生的培养效果是衡量课程思政建设的重要标准。数字测图课程思政教学改革成效如何要看培养的学生，也要看评价体系，不能一锤定音，不能断章取义，要有一个合理、递进、全面的评价体系，不能脱离专业教学目标仅仅评价思政教育是否达标，要在专业教学目标的基础上，结合思政教学目标。

数字测图课程是一个递进式学习，而思政教育也是递进式的。课程思政教学评价把学生在学习过程中的思想政治表现作为重要的衡量指标。数字测图课程思政不仅教授学生理论知识、专业技能，也对学生进行思想政治教育，培养学生的专业自信、工匠精神、团队协作精神及爱国情怀，使学生树立正确的世界观、价值观和人生观[6]。在课程思政教学过程中细化思想政治考核标准，对接岗位标准，建立以学生为中心的“学生自评、学生互评、教师评价和企业评价”等多元评价体系，以及以职业能力、职业素养考核为主，多种考核形式相结合的考核评价体系。构建“多元+多维”的全过程考核评价体系，将学生在学习过程中的各项表现作为考核的重要指标，采用过程性考核、诊断性评价与总结性评价相结合的方式进行，评价体系如图 2 所示。

附 2：学生个人学习过程评价表

姓名	王**	学号	2121######	项目	项目一 数字测图概述				任务	认识数字地图			
一级指标	二级指标	三级指标		成绩评定					分项成绩				
				自评	他评	师评	平台评		优秀	良好	合格	不合格	分项综合
知识技能学习 0.3	课前任务 0.3	课前任务完成情况 0.5		优	优	优	优		★				良
		课前测试成绩 0.5		优	优	合格	合格			★			
	课堂表现 0.4	课堂回答问题情况 0.3		良	优	合格	良			★			
		课中测试 0.3		良	优	优	良		★				
		课堂活动参与情况 0.4		优	合格	合格	合格				★		
	课后测试 0.3	作业完成情况 0.35		优	优	合格	合格				★		
		课后测试成绩 0.35		优	优	良	合格			★			
		拓展项目完成情况 0.3		良	良	合格	合格			★			
职业技能 0.4	小组实践任务、个人技能	所在小组成绩 0.5		优	良	优	良			★			良
		个人成绩 0.5		优	合格	优	良好		★				
思政素养 0.3	家国情怀 0.2	民族自信、文化自信		优	优	优			★				良
	工匠精神 0.2	爱岗敬业、严谨细致		优	优	优			★				
	职业素养 0.2	保密意识、规范意识		优	优	优			★				
	创新精神 0.2	科技创新		优	优	优				★			
	团队合作精神 0.2	团队协作精神、沟通能力		良	良	良				★			
综合成绩	良												

图2 评价体系

4 数字测图课程思政整体教学设计

数字测图课程以工作任务为导向，坚持立德树人、德技并修，强化职业技能；采用理论和实操相结合的方式，逐层递进完成各项任务，解决重点、化解难点。同时将知识能力及素质目标有机融合，实现全员全过程全方位育人，最终培养“会识图、会测图、会绘图、会用图”的“四会”测图人才，同时在教学中融入爱国情操、劳动精神、职业素养及工匠精神，实现学生全面发展，整体教学设计如表 1 所示。

5 结束语

数字测图课程思政教学从教师团队、教学内容、教学模式和评价体系四方面进行改革，完成了数字测图课程思政的整体教学设计，并以学徒制班为试点进行了教学实践。通过该课程的学习，学徒制班学生专业技能掌握普遍扎实熟练，学生道德品质好、学习积极性高、学习效果好，企业用人后反馈学生职业素养高。

测绘地理信息类专业重在培养学生的测绘知识和技能，其中各专业学生都应掌握的一项核心技能是“大比例尺地形图测绘”能力，数字测图课程是承载教授学生“大比例尺地形图测绘”知识和技能的主要课程。通过对数字测图课程思政教学的探索，能为测绘地理信息其他专业的课程思政教学提供经验。

表1 数字测图课程思政整体教学设计

项目名称	知识、技能目标	思政素材	思政元素	思政目标
项目一 数字测图概述	了解地图的发展历史，了解数字地图的基本知识	1. 湖南长沙马王堆汉墓出土的帛地图；2. 西晋裴秀主编完成的《禹贡地域图》；清朝所绘《皇舆全览图》等	爱国主义	通过介绍我国地图的发展历史，使同学们树立爱国主义情怀。
项目二 地形图基本知识	掌握地形图基本知识以及地物和地貌在地形图上的表示	1. 中华人民共和国地图；2. 某地地形图	版图意识	通过介绍我国地图，使学生了解我国的疆域，树立版图意识。
项目三 数字测图准备工作	了解数字测图模式以及进行数字测图时需要使用的设备和软件	1. 大疆无人机；2. 清华山维EPS软件	创新意识 科学精神	通过了解大疆无人机和EPS绘图软件的发展历程，培养学生的科学精神和创新意识。
项目四 数字测图外业	掌握全站仪和RTK进行图根控制测量的方法；掌握全站仪和RTK进行野外数据采集的原理和方法	1. 北斗卫星导航系统；2. 某地数字测图项目	科技强国 团队精神 协作意识 规范意识	通过介绍北斗卫星导航系统在测量中的应用，培养学生的科技强国意识；通过完成数字测图项目，培养学生规范使用仪器的意识和团队协作意识。
项目五 数字地形图绘制	能利用绘图软件进行数字地形图绘制	南方cass绘图软件	严谨求实 保密意识	使用绘图软件完成地形图绘制，培养学生严谨求实理念；地形图是国家的保密资料，培养学生树立保密意识。
项目六 质量检查与验收	能完成测图产品质量检查与验收	1. 某地区数字地形图；2. 学生绘制完成的校园大比例尺数字地形图。	精益求精	通过对某地数字地形图的质量检查与验收，培养学生精益求精的精神。
项目七 地形图工程应用	能进行断面图绘制、填挖方量计算等工程应用	红旗渠	艰苦奋斗	利用红旗渠讲解工程应用问题，让学生了解建设红旗渠的艰苦和伟大，培养艰苦奋斗的意识。

参考文献

[1] 教育部,财政部.关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见[Z].2019-03-29.

[2] 国务院.关于印发国家职业教育改革实施方案的通知[Z].2019-02-13.

[3] 教育部.关于印发高等学校课程思政建设指导纲要的通知[Z].2020-05-28.

[4] 徐丽华,盛庆红,李兵,等.高校测绘类课程“课程思政”教学探索[J].西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(9):168-172.

[5] 张俊,李屹旭.“大地测量学”课程思政教学设计[J].测绘与空间地理信息,2023,46(1):18-20.

[6] 黄海兰,邹进贵,花向红.智能测绘背景下数字地形测量学课程思政教学探索与实践[J].测绘通报,2022(SI):33-36.

基于MSBAS-InSAR技术的矿山地质灾害多维形变监测与分析

李宁

（苏州市测绘院有限责任公司，江苏 苏州 215004）

摘　要：采用 MSBAS-InSAR 技术对矿山地表残余变形进行监测，获取地表沉陷盆地在垂直方向和水平东西方向的形变速率及时间序列。结果显示，随着工作面稳定推进，地表沉陷形成“V”字形沉降曲线，最大下沉值 1.04 米。监测区存在明显的地表残余形变，呈近似椭圆形漏斗状分布。垂直向形变最大抬升 85.71 毫米，最大沉降 436.01 毫米；东西向形变最大向西移动 159.6 毫米，向东移动 204.6 毫米。对形变结果进行定性和定量分析，结果与矿区实际生产情况一致，表明该方法可为矿山地质灾害隐患排查提供新手段。

关键词：地质灾害监测；MSBAS-InSAR；多维形变分析

1　引言

在矿产资源开采过程中，大量矿井与道路遭到破坏，人民生命财产安全受到威胁。大部分地面灾害由地面沉降造成，因而对矿区地表进行长时间、大范围监测尤为重要[1]。传统测量手段，如水准测量和 GPS 技术，虽然在一定程度上能监测地表形变，但受环境与技术制约，无法全面覆盖矿区沉降范围[2]。这些传统手段通常要在地面设置大量监测点，不仅成本高、工作量大，而且在恶劣天气无法进行连续观测。

合成孔径雷达干涉测量（InSAR）作为一种新型遥感技术，通过提取合成孔径雷达数据的相位信息获取地表三维信息和形变信息，具有不受天气影响、全天候、监测范围广、高空间分辨率和测量精度高等优点。与传统地面测量手段相比，InSAR 技术能在短时间内获取大范围的地表形变信息，已在矿区地表沉降监测领域得到广泛应用。特别是时序 InSAR 技术，操作简便、成本低，适用于微小形变监测，并能进行基于平面的区域监测。利用时序 InSAR 技术开展矿区沉降监测，可准确提取地表沉陷盆地边界范围，对评估地表沉降的影响范围、制定防灾减灾措施具有重要意义[3]。

以江苏某矿区为例，利用 MSBAS-InSAR（多维短基线集合成孔径雷达差分干涉测量）技术，结合监测矿区的地表形变情况和沉陷范围，对矿区地表进行长时间、大范围、高精度的沉陷范围提取和形变监测。研究发现，基于 MSBAS-InSAR 技术获取的地表动态沉降数据，不仅能准确识别沉陷盆地边界，还能提供详细的形变时间序列，对于矿区地质灾害隐患排查和预警具有重要意义。通过深入分析沉降数据，能够识别出潜在的地质灾害隐患点，并提出相应的防范措施，有效降低矿区地质灾害对安全生产的威胁。

2　研究区概况和数据源

2.1 研究区概况

徐州市位于江苏省西北部，距南京市约 280 公里，地理坐标为东经 117°12′，北纬 34°16′。徐州某矿区为温带季风气候，年平均气温约 14℃，年降水量约 800mm，地形以平原为主，地质背景复杂，主要地层为第三系和第四系，岩性以砂岩、页岩和煤层为主，断层发育。矿区植被覆盖率较低，生态环境受到一定影响。该矿区为徐州市经济的重要组成部分，对当地经济发展贡献显著，但采矿活动导致地表沉降和变形问题，对安全生产构成威胁，需开展 InSAR 监测研究。

2.2 数据源

影像数据来自欧洲空间局（ESA）网站，从 2020 年 8 月至 2021 年 12 月共下载 34 景升降轨单极化（VV）Sentinel-1 数据。Sentinel-1 卫星的成像模式为 IW（Interferometric Wide swath）条带模式，具有 5 米 ×20 米的分辨率，能够提供高质量的地表形变信息。

为确保数据的精度和可靠性，采用精密轨道星历数据（POD_AUX_POEORB）对轨道信息进行了基线修正。这些精密轨道数据可以极大地提高轨道信息的准确性，提升干涉图的精度。使用 30 米分辨率的 SRTMDEM

作者简介：李宁（1990—），男，汉族，硕士研究生，工程师，研究方向：工程测量、遥感。

（Shuttle Radar Topography Mission Digital Elevation Model）数据来模拟和去除地形相位，SRTM DEM 数据是由 NASA 和 NGA 联合提供的全球高精度地形数据，广泛应用于各种地形校正和地形分析中。

在数据处理过程中，利用 SRTM DEM 数据能够有效消除地形效应对干涉图的影响，从而获取更为准确的地表形变信息。通过这些高质量的数据源和精密的处理方法，可实现对矿区地表沉降的高精度监测，为矿区地质灾害防治提供科学依据。

3 技术原理

短基线集（SBAS）技术由传统的 D-InSAR 技术演变而来，旨在提取分辨率较低、尺度较大的地表形变信息。SBAS 技术通过对一系列时间相隔较短的雷达影像进行干涉处理，有效克服大气效应影响，减小时空失相干，实现在较长时间跨度内监测地表形变情况[4]。但是单轨道 InSAR 监测受观测模式限制，仅能获取沿雷达视线方向的形变结果，即 LOS 向形变，在一定程度上限制了 InSAR 技术在复杂形变环境中的应用。MSBAS-InSAR 技术通过联合同一区域的升、降轨数据，获取地表垂直和方位向的形变结果，实现多维度的 InSAR 监测。这种技术不仅可以提供全面的地表形变信息，还能在更大范围实现高精度的地表沉降监测[5]。

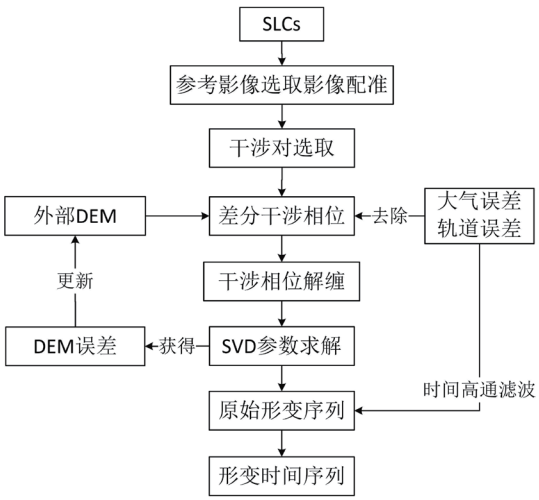


图1 SBAS-InSAR时序形变分析方法数据处理流程

如图 1 所示，SBAS-InSAR 技术通过合成孔径雷达（SAR）影像获取地表形变信息[6]，基本原理是利用多时相 SAR 影像，选择基线较短的影像对进行干涉处理，计算相位差来提取地表形变[7]。具体步骤包括影像预处理、干涉对选择、干涉图生成、相位解缠以及形变时间序列分析。

假设有两幅 SAR 影像，分别获取于时间 t_A 和 t_B，对于影像中的某个像元（x，y），其差分干涉相位 $\delta\Phi(x,y)$ 可表示为：

$$\delta\Phi(x,y)=\Phi(t_B,x,y)-\Phi(t_A,x,y) \quad (1)$$

公式（1）中，$\Phi(t_B,x,y)$ 和 $\Phi(t_A,x,y)$ 分别是 t_B 和 t_A 时刻该像元的干涉相位。

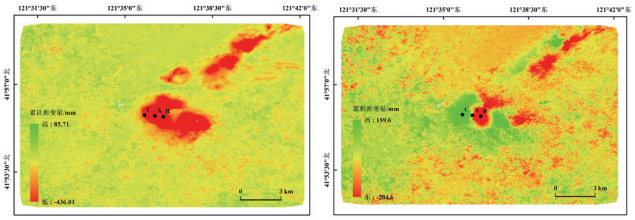
根据雷达干涉测量的基本原理，地表形变 $d(x,y)$ 与差分干涉相位之间的关系可以表示为：

$$\delta\Phi(x,y)=\frac{4\pi}{\lambda}\times d(x,y)\times\sin\theta \quad (2)$$

其中，λ 是雷达波长，θ 是雷达波束的入射角，该公式建立了地表形变与差分干涉相位之间的数学关系。

4 结果分析

矿区垂直向和东西向累计形变如图 2 所示，从图 2 可清晰看出矿区存在明显的地表残余形变情况，且形变区普遍呈现出近似椭圆形的漏斗状分布规律。地表形变有明显的垂直向和东西向形变，垂直向形变范围呈椭圆形，正值表示抬升，最大抬升 85.71mm，负值表示沉降，最大沉降 436.01mm；东西向形变近似葫芦形，正值表示向西，最大移动 159.6mm，负值表示向东，最大移动 204.6mm。垂直向与东西向的形变范围和累计形变量均随着时间的推移而逐渐增加。由先验信息可知，矿区在 2017 年优化资源配置，加大井田生产能力，破坏了岩层移动规律，从而导致矿区地表形变加速。



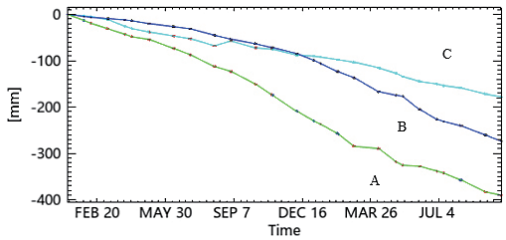
（a）垂直向检验点布置　（b）水平向位移检验点布置

图2 矿区垂直向和东西向累计形变

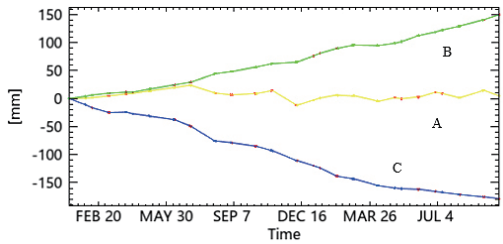
为研究矿区地表破坏规律和沉陷范围，通过三方面定量分析矿区形变情况。首先分析地表累计形变序列，选取图 2（a）和（b）中垂直和水平向位移布置的 A、B、C 三个特征点进行定量分析，B、C 点分别位于工作面形变区边缘，A 点设在形变区中心位置。

由图 3（a）可以看出，在形变监测期间，工作面中心点 A 的累计形变量最大沉降为 399.8mm，而靠近工作面边缘的 B、C 点分别沉降 296.3mm、185.9mm，从沉降盆地中心到边缘总体上呈沉降量减少趋势，这

符合矿区地表形变的一般规律。图 3（b）中，A 点位于沉降中心，向东或向西的移动量较小，形变曲线近似一条直线。B、C 两点分别向东西方向运动 150.6mm 和 157.8mm，且移动都指向形变盆地中心。

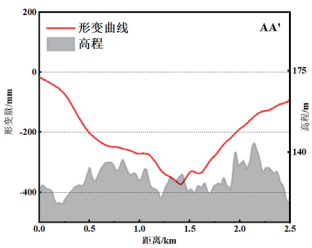


（a）垂直向累计形变量

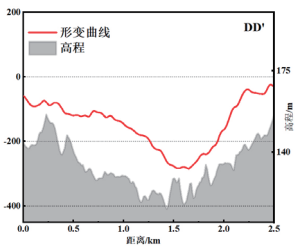


（b）东西向累计形变量

图3　特征点形变时间序列



（a）AA'剖面沉降形变曲线



（b）DD'剖面沉降形变曲线

图4　矿区工作面剖面沉降曲线

对矿区沉陷区生成的剖面图进行分析，矿区工作面剖面沉降曲线如图 4 所示。在不同方向均出现了 V 字形的形变曲线，最大累计形变量出现在工作面中心位置，符合矿区工作面开采沉陷的一般规律。总体而言，矿区工作面之间形成明显的下沉盆地，累计形变从边缘到盆地中心逐渐增加，经过工作面中心时形变量达到最大值。根据 InSAR 得出的结果来看，与矿区工作面实际情况较吻合，可反映井田形变的一般规律，为矿区后续开采和维护提供有力的数据支撑。

5　结语

针对采煤沉陷盆地引起的矿山地质灾害隐患等问题，利用合成孔径雷达干涉测量技术（InSAR）优势，实现了对矿区地表长时间、大范围、高精度的监测与分析。结果表明：

（1）随着工作面稳定的开采推进，地表沉陷出现典型的 V 字形沉降曲线。最大下沉值在工作面中心区域，达 1.04 米，这一结果符合开采沉陷的一般规律。这种沉降曲线能够反映工作面开采对地表的直接影响，揭示出地表在采矿活动中经历的动态变化。

（2）工作面开采结束后，利用 MSBAS-InSAR 技术对工作面地表沉陷稳定后的大范围矿区地表移动规律进行监测。结果显示，矿区存在明显的地表残余形变情况。地表形变盆地的变形边界清晰，形变区普遍呈现近似椭圆形的漏斗状分布规律。垂直向形变最大抬升值为 85.71 毫米，最大沉降值为 436.01 毫米。东西向形变则表现为向西最大移动 159.6 毫米，向东最大移动 204.6 毫米。通过这些数据，可以详细了解矿区地表在开采活动后期的变形特征，为地质灾害防治提供了重要的参考依据。

（3）根据 InSAR 处理得出的结果，与矿区工作面的实际情况较吻合，能够反映井田形变的一般规律。这验证了 InSAR 技术在矿区地表形变监测中的有效性和可靠性。InSAR 技术不仅在监测精度和空间覆盖范围上具有显著优势，还能在较长时间跨度内连续获取高精度的形变数据，这为矿山地质灾害隐患排查等研究提供了一种新思路。

研究验证了 MSBAS-InSAR 技术在矿区地表形变监测中的实用性，展示了在矿山地质灾害隐患排查中的潜在应用价值。未来，随着 InSAR 技术的发展和数据处理能力的提升，还能帮助矿区管理者提前识别潜在的地质灾害隐患，制定更科学的防灾减灾措施，提高矿区安全管理水平，确保矿山安全生产和可持续发展。

参考文献

[1] 杨泽发,易辉伟,朱建军,等.基于InSAR时序形变的矿区全盆地沉降时空演化规律分析[J].中国有色金属学报,2016(7):1515-1522.

[2] 朱建军,杨泽发,李志伟.InSAR矿区地表三维形变监测与预计研究进展[J].测绘学报,2019,48(2):135-144.

[3] 张磊,杨帆,李超飞,等.宁波地面沉降的短基线集监测与分析[J].测绘科学,2017,42(12):77-82.

[4] 李路,洪友堂.改进的SBAS技术在矿区地表沉降监测中的应用[J].测绘科学,2020,45(10):92-101.

[5] 莫莹,江利明,孙奇石,等.杭州湾上虞地区SBAS-InSAR地面沉降监测分析[J].测绘科学,2020,45(10):77-84.

[6] 姚树一,张燕海,杨可明,等.注浆采区地表形变时空演化SMD-InSAR监测分析法[J].测绘学报,2020,49(7):893-906.

[7] 明小勇,田义超,张强,等.基于Sentinel-1A钦防地区地面沉降监测与分析[J].自然资源遥感,2024,36(1):35-48.

多波束测深技术在码头疏浚中的应用研究

陈冬

（中国人民解放军 91995 部队，上海 200080）

摘　要：与传统水深测量技术相比，多波束测深技术具有显著优势，成为近年来研究的热点。将多波束测深技术应用于码头疏浚工程，研究多波束扫测技术、数据处理、疏浚方量统计等内容，并以某码头疏浚工程为例进行应用分析。结果表明，多波束测深技术能够快速获得水下三维地形图，准确统计疏浚开挖方量，便于进行不同时期水下地形比对，研究结果可为相关工程应用提供经验借鉴。

关键词：多波束测深；码头；疏浚；方量统计；地形图

1　引言

码头普遍存在泥沙淤积问题，需用相关工程机械进行疏浚。码头疏浚工程是为了保证码头前沿水深达到靠泊要求，保障船舶安全稳定靠泊和通航顺畅，是码头、港口基础设施建设和日常维护的主要手段[1]。码头疏浚完成后需对疏浚方量和水下地貌进行测绘[2]，传统测绘方法主要采用测深杆、单波束水深测量等方式，测量精度、工作效率较低，已不适应当前工作要求。

近年来，以多波束测深为代表的水深测绘技术迅速发展[3]。与传统测绘技术相比，多波束测深具有精度高、覆盖面广、效率高等优势，在海洋地形测绘、水下障碍物探测等方面得到广泛应用[4]。从应用场景和技术特点看，将多波束测深技术用于码头疏浚水深测量切实可行[5]。本文以某港口码头疏浚工程为例，研究了多波束测深技术在港口码头水深测绘技术中的应用，通过多波束扫测采集疏浚前后码头水域的水下地形，经对比分析获得码头的疏浚方量，证明了该方法的实用性和有效性，研究内容可为相关工程提供借鉴。

2　多波束测深技术

多波束测深采用声波技术，用发射换能器阵列向海底发射宽扇区覆盖的声波，利用接收换能器阵列接收波束，通过发射、接收扇区指向的正交性形成对海底地形的照射脚印，再对这些脚印进行处理，得到与航向垂直的上百个甚至更多海底被测点的水深值。这些海量的海底水深值能精确、快速测绘沿航线一定宽度内水下目标的大小、形状和高低变化，描绘海底地形的三维特征[6]，进而获取高精度、高分辨率的数字成果图，特别适合进行大面积的海底地形探测[7]。

多波束测深技术是多种技术应用的综合集成，多波束系统的收发控制单元安装在船上固定位置，通过采集软件控制系统的工作状态。多波束系统的导航定位系统安装在船舶顶部，通过导航控制软件实时显示船舶的航行信息[8]。安装设备固定后，需测量多波束探头、光纤罗经与 GNSS 天线的位置和方位[9]，并进行位置改正及仪器调试，直到符合技术要求。多波束系统的安装位置如图 1 所示。多波束一次扫测即可得到垂直于航迹方向的几百甚至上千个水深点，通过多波束扫测获得更多的地形细节和更高的分辨率，展示更多地形细节和三维[10]，相比单波束测深有显著优势。

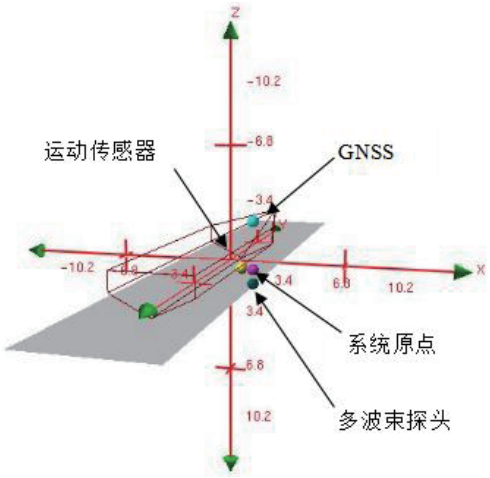


图1　多波束系统安装位置

3　工程应用

某码头实施疏浚工程后，为及时获取疏浚情况和开挖方量，需对码头水域进行水深探测，获取三维地形图。疏浚水域范围为码头前沿 200m，总面积约为 6.7 公顷，测量区域水深均值 5m 左右，具体位置如图 2 所

作者简介：陈冬（1984—），男，汉族，本科，中级工程师，主要研究方向为海洋测绘、工程勘测、应急测绘、疏浚测量等。

示。工程采用多波束扫测技术进行测绘，按计划，多波束扫测分两期进行，在疏浚前进行第一次扫测，获取疏浚区水下原始地形；在疏浚后进行第二次扫测，获取疏浚后地形，据此对比分析疏浚开挖情况。

图2　测量范围

3.1 多波束扫测

项目采用工程常用的便携式浅水多波束测深仪 R2Sonic 2024 进行覆盖测量，其信号宽带为 170～450kHz，量程分辨率为 1.25cm，条带覆盖宽度为 10°～160°，波束数量为 1024 个，最大量程为 400m，其性能能够满足本次测绘要求。疏浚区多波束测线布测方案如下：主测线平行于码头前缘线布设 9 条，重叠度设置为 50%，检测线与主测线垂直布设 2 条，临时验潮站设立在码头边缘，测线布设如图 3 所示。

图3　多波束测线布设

多波束测深采用 GPS-RTK 差分定位技术，其定位精度能够满足测量需求 [11]。GPS 基准站通过电台数据链将观测值和测站坐标信号传输给流动站，流动站通过接收基准站数据实时解算后得到测深仪三维坐标。根据码头前沿水深情况及作业实际需要，使用当地渔船作为测量平台。测量前，对多波束系统的辅助设备进行调试和相关参数校正，并对多波束系统的横摇、纵摇、艏摇进行校正 [12]，横摇偏差、纵摇和艏摇校准参数如表 1 所示。

表1　系统校准参数统计（单位：度）

横摇偏差	纵摇	艏摇
0.43	-0.33	-0.57

测量前量取探头的吃水，并进行吃水改正。在水深测量前后，使用声速剖面仪现场测定一个声速剖面资料，保证测量数据的精度 [13]。将多波束的波束开角设为 110°，进行精密扫测，数据密度成倍增加。为提高疏浚前后两次多波束扫测的准确性，两次疏浚测量均采用相同的人员、仪器和测量船，将测量设备安装在测量船的相同位置，尽量减小测量系统误差 [14]。经过全面的多波束扫测，获得码头水域的水下地形数据。

3.2 数据处理

多波束水深资料处理采用国际专业的处理软件 CARIS HIPS and SIPS。该软件数据处理流程依次按照建立船型文件、声速改正、潮位改正、数据合并、子区编辑、区域三维成图、数据质量检查、成果数据输出等内容进行，具体流程如图 4 所示。

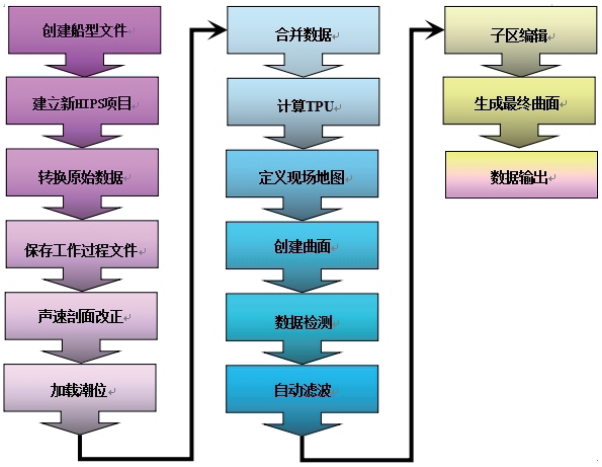


图4　数据处理流程

在数据处理过程中，首先进行多波束姿态校正，再进行单线编辑和子区编辑，通过检查线确保数据质量。数据处理精度符合要求后，输出码头的水域地形图，如图 5 所示。由图可知，多波束扫测地形图能直观展示水域开挖情况，色彩丰富、内容清晰。从数据来看，疏浚后的码头水域水深主要集中在 4.5～6m，总体表现为中间深两边浅，且呈现出开挖不平整的情况。

3.3 疏浚统计

本次工程要求疏浚至 5m 水深，从疏浚后的扫测结果来看，有部分区域未达到 5m 水深，具体位置如图 6 所示。CARIS HIPS and SIPS 软件计算结果表明，水深浅于 5m 的面积为 16327m^2。

对比疏浚之前的多波束扫测结果，获得前后两次多波束扫测地形对比图，如图 7 所示。由图可以清晰对比出疏浚前后的地形变化，这体现了多波束扫测技术具有三维可视化的显著优势。

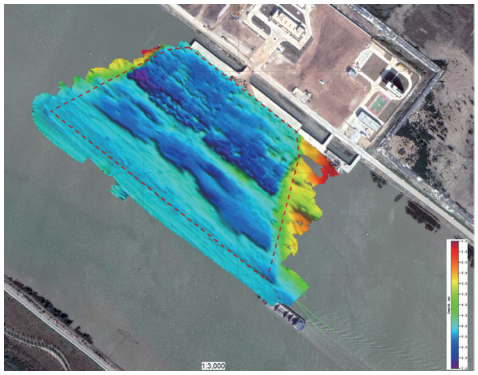


图5　多波束扫测地形图

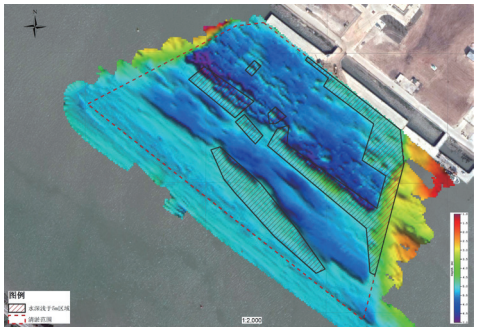


图6　水深浅于5m的范围

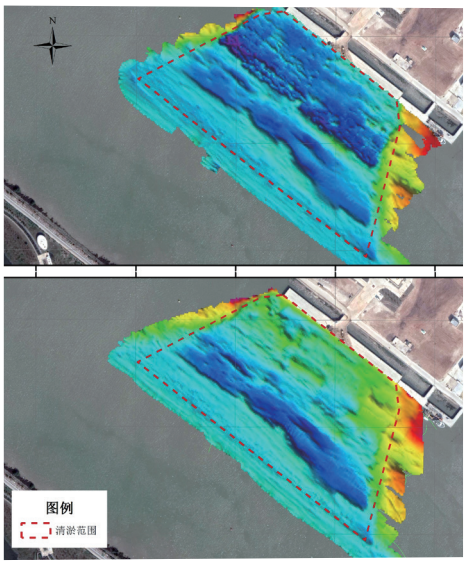


图7　疏浚前后码头地形对比

3.4 精度分析

为检查本次多波束测深精度，还进行了内、外符合精度检查。首先采用主测线与垂直测线进行内符合精度检查，然后采用单波束检查线进行外符合精度检查。结果发现，内符合精度对比点总数为63，超限点有2个，超限点占比3.17%；外符合精度对比点总数为32，超限点0个，超限点占比0%，均满足《水运工程测量规范》限差要求，内、外符合精度统计情况如表2所示。

表2　内、外符合精度统计

	比对总点数	超限点数	超限点数占比
内符合统计	63	2	3.17%
外符合统计	32	0	0%

4　结束语

多波束扫测技术能够全方位快速采集水下地形数据，在疏浚方量统计方面优于传统的单波束扫测技术。实践表明，将多波束测深技术应用于码头疏浚工程，能够满足实际工程需要，具有精度高、速度快、三维可视化等优势，方便统计开挖方量，能够随时进行扫测，并获取不同时期的水下地形图进行对比。本次实践发现，应用中要尽量确保疏浚前后相关仪器参数和系统设置的一致性，减少系统性误差的影响，提高测量精度，研究内容可为相关工程应用提供借鉴。

参考文献

[1] 龙桂惠.港口航道工程中的护岸及疏浚工程施工工艺[J].珠江水运,2023(21):40-42.

[2] 程圆娥,吕志慧,袁春琦,等.基于无人机倾斜摄影测量的土石方量计算[J].地理空间信息,2021,19(8):70-73.

[3] 武芳,杜佳威,吴芳华.海底地貌数据综合研究进展[J].测绘学报,2022,51(7):1588-1605.

[4] 林海文,蚁群川,方杰.几种探测方法在海洋地形测绘中的应用[J].测绘与空间地理信息,2023,46(6):188-190,194.

[5] 饶鸿辉.水下测量技术在航道疏浚工程中的应用研究[J].珠江水运,2023(21):60-62.

[6] 王英林,陈长青,叶斌,等.水下岸上一体化测量技术在河道整治工程中的应用[J].测绘科学技术学报,2021,38(5):461-465.

[7] 秦超杰,姚瑞.多波束技术在淮河流域水下地形测量中的应用探析[J].水利信息化,2023(2):61-64.

[8] 许招华,王志良,张平.多波束测深技术在码头地形测量中的应用[J].测绘标准化,2021,37(1):83-86.

[9] 郑伯桢,周长江,葛俊涛.基于组合定位技术的多波束海洋地形测量[J].测绘标准化,2022,38(3):57-60.

[10] 吕圣华.航道整治疏浚工程炸礁工后检测方法分析[J].珠江水运,2023(2):67-69.

[11] 袁超.海上风电场地形地貌探测[J].测绘与空间地理信息,2023,46(5):177-179.

[12] 刘宾,冯湘子.多波束测深数据残余误差精细处理[J].测绘工程,2015,24(11):5-7,12.

[13] 丁德荣.R2Sonic 2024多波束测深系统应用探讨[J].机电技术,2011,34(4):130-132.

[14] 梁乃安,符信皇,李伟恩.海洋测绘中船速效应及测深延迟效应误差分析与改正[J].测绘与空间地理信息,2020,43(12):211-213,216.

基于CNN-Transformer的SAR图像语义描述方法

于兴超[1]　岳耀[2]　陈庆[1]

(1. 大连某部队，辽宁 大连 116023；2. 广州某部队，广东 广州 510600)

摘　要：针对SAR图像语义描述方法，设计一种联合卷积神经网络（CNN）和Transformer的深度学习网络模型架构，实现遥感图像的语义描述生成。该模型架构主要分为两个部分：特征提取器和描述生成器。对于特征提取器，在分析对比Inception-v3、ResNet、VGGNet以及EfficientNet四种经典的CNN特征提取方法基础上，选择EfficientNet模型作为主要的特征提取器。借助Transformer模型的自注意力机制设计描述生成器，生成SAR图像的语义描述。实验结果表明，不同特征提取方法下的CNN-Transformer均能较好地完成SAR图像语义描述，其中EfficientNetB4模型效果最佳，验证准确率达0.8369。

关键词：SAR图像；语义描述；特征提取器；注意力机制

1　引言

合成孔径雷达（SAR，Synthetic Aperture Radar）是一种主动式微波成像技术，成像原理为将小天线沿着长线阵的轨迹等速移动并辐射相参信号，把在不同位置接收的回波进行相干处理，从而获得较高分辨率的雷达成像。SAR成像具有全天时、全天候、穿云透雾等特点，可以挖掘大量隐藏在地表以下的深层次特征，对于城市规划、环境监测、军事侦察等具有至关重要的作用。目前从SAR图像上获取信息主要依靠目视判读或计算机视觉处理技术，通过这些方法能够提取图像上目标的形状、空间等属性，但无法准确提取图像的语义描述信息。随着深度学习技术及计算机视觉技术的发展，从图像上挖掘其包含的语义信息（图像语义描述技术）越来越受到学者关注。

图像语义描述旨在实现从视觉数据到语义信息的转换，完成视觉空间到语义空间的映射[1, 2]。开展SAR影像的语义描述研究，不仅能丰富遥感影像分析的理论基础，还能拓展遥感影像在各领域的应用[3]。目前遥感图像语义描述技术大多用于光学遥感图像的处理，对于SAR图像的语义描述技术尚处在发展完善阶段。

近年来，基于深度学习的语义描述技术发展迅速，尤其是卷积神经网络（CNN，Convolutional Neural Networks），在深度学习网络设计中应用较为广泛。CNN是一类包含卷积计算且具有深度结构的前馈神经网络（Feedforward Neural Networks），能够自动提取层次性特征，在提升图像语义描述特征提取性能中极具潜力。同时，Transformer的自注意力机制也允许直接建立任意序列位置间的依赖关系，可以有效用于图像描述的生成，依据此原理提出一种基于CNN-Transformer的SAR图像语义化方法，旨在减轻地理环境分析人员对SAR图像的解译难度和负担，提高解读效率。

2　基本思想

基于CNN-Transformer的SAR图像处理语义化方法（以下简称“方法”）功能实现主要包含两部分，即编码器和解码器。编码器主要任务是输入图像生成编码，以捕获图像对象的基本特征。解码器直接将图像编码器连接到序列解码器，最后根据解码结果生成图像描述语句。

以一幅SAR遥感图像的语义化为例，简要说明CNN-Transformer图像语义生成算法的主要流程，如图1所示。

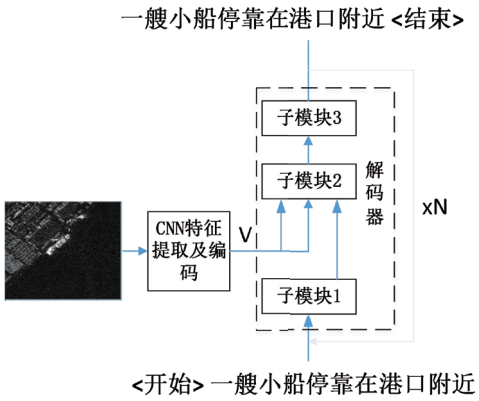


图1　CNN-Transformer SAR图像语义生成

作者简介：于兴超（1983—），男，汉族，本科，工程师，主要从事大地测量、卫星定位导航、卫星遥感测绘、无人机测绘等工作。

通过观察图 1 可以得知基本信息："图中场景为港口，且有一艘小船停靠在港口附近"。处理时，首先读取输入的 SAR 图像，并提取图像的 CNN 特征作为语义描述处理的编码器部分。然后将这些特征（V）和编码后的文本数据输入解码器的各个子模块，利用 Transformer 的描述生成器对其进行解码处理，最终生成对该 SAR 图像的语义描述（一艘小船停靠在港口附近）。

3 特征提取器

特征提取是机器学习和深度学习技术中图像处理任务的重要环节。特征提取器的主要作用是从原始数据中提取有助于后续处理或分析的关键有效特征。CNN 是一种特别适合于矩阵数据的卷积神经网络算法，主要通过多层卷积层和池化层自动学习图像的层次性特征，卷积层通过滤波器提取图像的局部特征，而池化层在降低特征空间维度的同时，还可以保持图像位移的不变性。

利用数学公式表达 CNN 进行特征提取的过程如下：对于给定的一个遥感图像 I，CNN 能够提取出一个固定长度的特征向量 V：

$$V = CNN(I)$$

公式（1）中，V 是一个多维特征向量，包含图像 I 的视觉信息，如纹理、形状和颜色等。

在 CNN 发展过程中，出现了多种经典的网络架构，如 Inception-v3、ResNet、VGGNet 和 EfficientNet，各种架构的特点如下：

（1）Inception-v3 算法

Inception-v3 算法由谷歌研究员 Christian Szegedy[4] 等人在 2015 年的论文《Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision》中提出。Inception-v3 在图像分类、物体检测和图像分割等计算机视觉任务中均取得了显著效果，但 Inception-v3 也存在网络结构较大、计算复杂度较高、在实际应用中对硬件要求高的缺点。

（2）ResNet 算法

ResNet 算法由 Kaiming He[5] 等人于 2015 年提出，通过引入残差学习概念解决了深层网络训练困难的问题，使得网络能够成功训练上百甚至上千层的深度。通过引入残差学习解决了深度网络中的梯度消失问题，允许训练更深层次的网络结构。ResNet 在多个基准测试中取得了优异性能，但是相应的计算资源消耗也比较大。

（3）VGGNet 算法

VGGNet 算法由 Simonyan 和 Zisserman[6] 于 2014 年提出，通过使用多个较小的卷积核（3×3）堆叠方式，提高了网络的性能，以其均一的网络结构和较小的卷积核而闻名。VGGNet 算法中固定大小的卷积核和较深的网络结构导致计算和存储成本较高。

（4）EfficientNet 算法

EfficientNet 算法由 Google 的研究者 [7] 于 2019 年提出，是一种优化的 CNN 架构，通过系统地缩放网络的宽度、深度和分辨率以提高效率和准确性，同时保持模型大小和计算成本的可控。作为较新的一种网络架构，EfficientNet 算法通过复合缩放方法（同时扩展深度、宽度和分辨率）有效改进了模型的精度和效率，在保持准确性的前提下降低了模型的复杂度和计算成本。

4 描述生成器

CNN-Transformer 主要采用 CNN 提取图像的视觉信息生成编码向量，进而基于描述生成器生成图像语义信息。描述生成器的设计核心是利用 Transformer 模型的自注意力机制来生成遥感图像的语义描述。CNN-Transformer 有效结合了 CNN 的特征提取能力和 Transformer 的自注意力机制，后者能够捕捉序列中任意两个元素之间的依赖关系，无需考虑它们之间的距离，虽然 Transformer 的自注意力机制计算复杂度较高，但其并行化能力优于长短期记忆网络（LSTM，Long Short-Term Memory），并且 Transformer 通过自注意力机制从根本上解决了梯度消失问题，能够更好地处理长序列数据，适合大规模数据集和深层网络结构的训练。

4.1 自注意力机制

Transformer 模型的核心是依赖自注意力机制（Self-Attention Mechanism）捕捉输入序列之间的全局依赖关系，以提高模型处理长距离依赖的能力，同时也优化计算效率。与传统的循环神经网络（RNN，Recurrent Neural Network)和长短期记忆网络相比，Transformer 摒弃了序列化的数据处理方式，开创了一种全新的处理序列数据的方法论。

自注意力机制的核心在于计算序列中每个元素对其他所有元素的注意力权重以生成一个加权和，并以此作为序列元素的表示。输入的语句经过编码器后形

成一个向量矩阵 X，同时定义三个可学习的权重矩阵 W^Q，W^K，W^V。这三个矩阵用于将输入序列的向量 X 映射到查询、键、值的空间中，即 Q（Query）、K（Key）、V（Value）三个向量。

$$Q = XW^Q \tag{2}$$

$$K = XW^K \tag{3}$$

$$V = XW^V \tag{4}$$

为了不改变输入序列的大小，三个可学习的权重矩阵 W^Q，W^K，W^V 的大小均为 $d_{model}*d_{model}$。得到自注意力机制的三个矩阵后，首先计算 Q 和 K 的点积，然后除以 d_k 的平方根以缩放数值，防止梯度消失问题，其中 d_k 为 K 的维度，最后通过 *softmax* 函数获取权重，具体如公式（5）所示：

$$Attention(Q,K,V)=softmax\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V \tag{5}$$

4.2 多头注意力机制

为了进一步提高模型的性能，Transformer 引入多头注意力机制，允许模型在处理每个时序点时，同时考虑到序列中的其他时序点，从而捕获点与点之间的依赖关系，具体计算流程如图 2 所示。

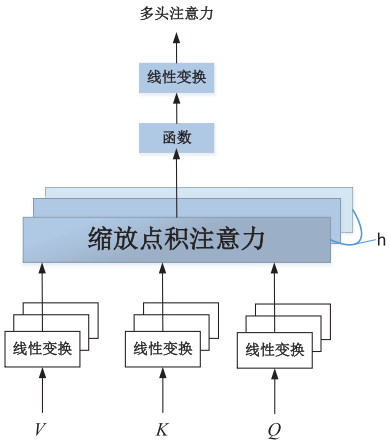


图2　多头注意力机制

图 2 中，多头注意力机制由多个 Self-Attention 组合形成。在 Self-Attention 中，每个输入数据都是由 Q（Query）、K（Key）、V（Value）三个向量构成，通过对每个输入数据的向量计算权值将注意力分配给序列中的不同位置，模型能够理解时序点之间的上下文关系，并行学习序列中不同子空间的信息，增强模型捕获复杂关系的能力。具体来说，多头注意力机制就是将输入序列分别通过不同的线性变换得到多组不同的查询矩阵 Q、键矩阵 K 和值矩阵 V，然后将它们输入多个并行的自注意力机制进行处理。每一个头（h）在各自运行之后，再通过“函数”把得到的结果链接起来，然后再做一次线性变换，变回初始的形状。主要计算公式为：

$$MultiHead(Q,K,V)=Concat(head_1,\cdots,head_h)W^O \tag{6}$$

$$head_i=Attention\left(QW_i^Q,KW_i^K,VW_i^V\right) \tag{7}$$

其中，QW_i^Q,KW_i^K,VW_i^V 和 W^O 都是模型的可学习权重矩阵，通过多头注意力，模型能够在子空间中捕捉信息，增强了模型的表达能力。

5　交叉熵损失函数

该方法的算法实现采用交叉熵损失函数作为训练 SAR 图像语义描述生成模型的优化准则。交叉熵损失函数是一种衡量模型预测概率分布与真实数据分布差异的方法，对于一个给定的样本，假设其真实标签的概率分布为 y，模型预测的概率分布为 p，则交叉熵损失 L 定义为：

$$L(y,p)=-\sum_{i=1}^{N} y_i \log(p_i) \tag{8}$$

公式中，N 是类别的总数，y_i 是正确解的标签，y_i 只有正确解的标签为 1，其余都为 0。p_i 为神经网络的输出，对应于各个标签的预测概率。

交叉熵损失函数的目的是最小化模型输出与真实标签之间的差异，通过方向传播算法计算损失函数关于模型参数的梯度，然后以梯度为指引，逐步更新参数的值。交叉熵损失直接衡量了模型预测的概率分布与真实分布之间的差异，其值越小，模型的预测结果越准确。

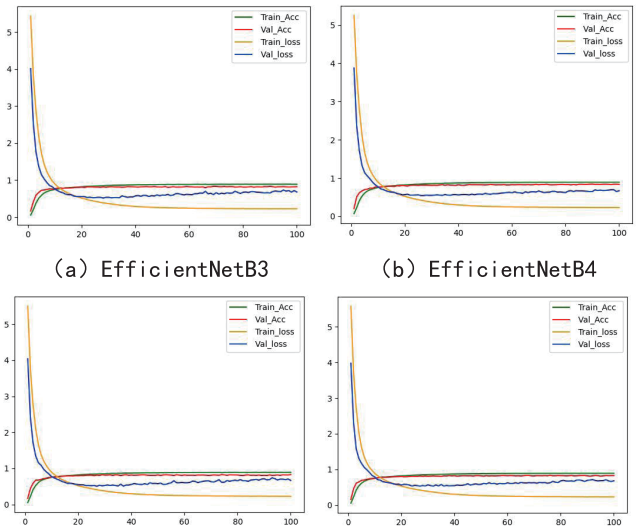
6　实验结果

EfficientNet 模型按照子模块的数量可以分为多种类型，比如，EfficientNetB0、EfficientNetB1、EfficientNetB2……EfficientNetB7。实验依据 SAR 图像的特点，选取 EfficientNetB3、EfficientNetB4、EfficientNetB5、EfficientNetB7 四种模型对数据集进行特征提取，利用交叉熵损失函数展开效果评估。图 3 是上述四个模型的实验结果，主要包含训练准确率（train_acc）、验证准确率（val_acc）、训练损失（train_loss）以及验证损失（val_loss）。

图 3（a）和（b）表明，EfficientNetB4 模型在训练集上准确率（train_acc）较高且损失（train_loss）较低，在验证集上准确率（val_acc）和损失（val_loss）表现明显优于 EfficientNetB3。这表明 EfficientNetB4 在训练过程中能够有效学习数据特

征，具有很好的泛化能力。

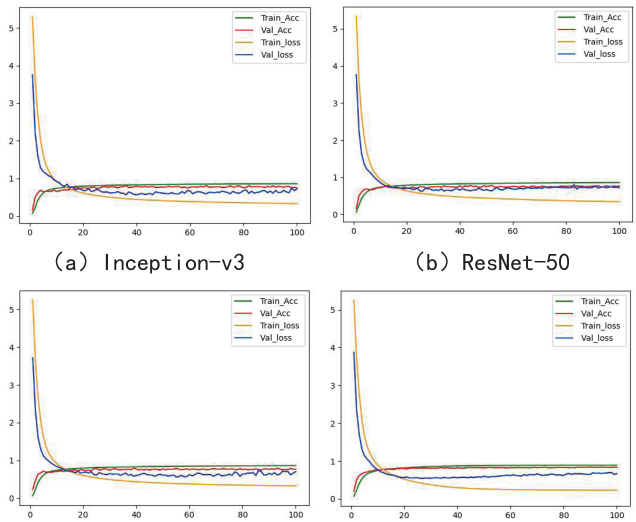
相比之下，EfficientNetB3、B5 和 B7 模型的训练结果如图 3（a）、（c）和（d）所示，三种模型虽然在训练集上也表现出较低的损失和较高的准确率，但是在验证集上的性能提升低于 EfficientNetB4 模型。特别是在验证集损失上，EfficientNetB3、B5 和 B7 相比 B4 有较大的差距，这说明相比其他三个模型，EfficientNetB4 的提取准确度更高。此外，也说明 EfficientNetB4 模型在保持较低计算成本的同时，可以提供强大的特征提取能力。



（a）EfficientNetB3　（b）EfficientNetB4

（c）EfficientNetB5　（d）EfficientNetB7

图3　EfficientNet模型的训练和验证精度对比分析结果



（a）Inception-v3　（b）ResNet-50

（c）VGGNet-16　（d）EfficientNetB4

图4　四个模型的训练和验证精度对比分析结果

为了与其他特征提取器进行对比分析，利用 Inception-v3、ResNet-50、VGGNet-16 模型对 SAR 图像数据集分别进行了特征提取，并与 EfficientNetB4 模型的训练和验证精度进行了对比，具体结果如图 4 所示。

对 Inception-v3、ResNet-50、VGGNet-16 和 EfficientNetB4 模型最后 5 轮的训练与验证精度进行比较分析，四个模型的训练与验证精度数据分别如表 1 至表 4 所示。

表1　Inception-v3训练与验证精度数据

Epoch	Train_loss	Train_acc	Val_loss	Val_acc
96	0.3329	0.8604	0.6416	0.7837
97	0.3343	0.8589	0.6161	0.7847
98	0.3327	0.8596	0.7437	0.7494
99	0.3318	0.8608	0.6735	0.7633
100	0.3320	0.8601	0.7197	0.7441

表2　ResNet-50训练与验证精度数据

Epoch	Train_loss	Train_acc	Val_loss	Val_acc
96	0.3444	0.8576	0.7315	0.7506
97	0.3436	0.8588	0.7442	0.7467
98	0.3469	0.8566	0.7259	0.7620
99	0.3425	0.8586	0.7359	0.7516
100	0.3426	0.8575	0.7172	0.7655

表3　VGGNet-16训练与验证精度数据

Epoch	Train_loss	Train_acc	Val_loss	Val_acc
96	0.3292	0.8613	0.7018	0.7564
97	0.3266	0.8607	0.7104	0.7548
98	0.3274	0.8615	0.6211	0.7843
99	0.3243	0.8624	0.6593	0.7697
100	0.3261	0.8618	0.7034	0.7656

表4　EfficientNetB4训练与验证精度数据

Epoch	Train_loss	Train_acc	Val_loss	Val_acc
96	0.2274	0.8902	0.6753	0.8299
97	0.2269	0.8897	0.6681	0.8332
98	0.2295	0.8899	0.6603	0.8366
99	0.2279	0.8897	0.6759	0.8303
100	0.2258	0.8905	0.6602	0.8369

表 1 至表 4 的结果表明，EfficientNetB4 在训练损失与验证损失方面均比 Inception-v3、ResNet-50、VGGNet-16 三个模型低，并且其训练准确率及验证准确率均为最高值。这是因为 EfficientNetB4 网络在训练数据时具有很好的拟合能力，在提取训练集的特征时具有很高的准确度，同时保持了较低的参数数量和

（下转第 44 页）

基于高分数据的露天矿库复绿监测应用研究

姚丰[1]　任远[1]　闫丽[2]　杨富民[3]

（1. 河南省政务大数据中心，河南 郑州 450000；2. 中核勘察设计研究有限公司，河南 郑州 450000；3. 河南省测绘院，河南 郑州 450003）

摘　要：以多源高分辨率遥感影像为数据基础，开展面向对象的露天矿山和尾矿库（以下简称“露天矿库”）复绿监测研究及应用。基于高分影像进行辐射校正、几何校正、配准以及影像融合等预处理，生成融合多光谱影像，借助定标后的波谱信息计算覆盖同一地区的两个不同时段的NDVI值，依据NDVI阈值将地表覆盖分为积水区、裸地、稀疏绿地和茂盛绿地四种类型，依据两期影像NDVI值进行差值计算，获取生态复绿指数，将生态复绿指数按照阈值进行分类，最终为综合治理矿山开采引起的地质环境提供决策支持，使矿山地质环境达到稳定、生态环境得以恢复。

关键词：露天矿库；NDVI；复绿监测；高分数据

1　引言

当前，露天矿库复绿是践行习近平生态文明思想，“还矿于民、还绿于民”的重要工程。露天矿库生态复绿监测主要利用高分系列遥感影像通过辐射定标、大气校正、几何配准、图像融合等数据预处理，生成融合多光谱影像，借助定标后的波谱信息计算覆盖同一地区的两个不同时段的NDVI值[1,2]，依据NDVI阈值将地表覆盖分为积水区、裸地、稀疏绿地和茂盛绿地四种类型，依据两期影像NDVI值进行差值计算，获取生态复绿指数，将生态复绿指数按照阈值进行分类，可分为退化区、稳定区、一般复绿和良好复绿四种类型，技术路线如图1所示。

2　算法原理

矿库复绿的核心在于通过绿色植被的种植，恢复矿库的生态稳定，因此矿库复绿监测的核心在于绿色植被的覆盖程度监测。遥感作为一种重要的非接触空间对地观测手段，广泛应用于自然资源监测监管，借助于高分系列遥感卫星的多光谱特征，采用归一化植被指数对矿库复绿进行定性定量监测。归一化植被指数（Normalized Difference Vegetation Index，NDVI）通过测量近红外（植被强烈反射）和红光（植被吸收）之间的差异来量化植被。与其他波长相比，健康的植被（叶绿素）反射更多的近红外（NIR）和绿光。但是它吸收更多的红色和蓝色光。这就是为什么我们的眼睛将植被视为绿色。如果可以看到近红外光，那么对植被也将很强。NDVI是衡量健康植被的标准化方法，当具有较高的NDVI值时，植被就会更健康；当NDVI值较低时，植被较少或没有植被。NDVI因其计算简单、监测范围较宽，且与生物量、植被盖度、叶面积指数等量化植物生长状况的指标有很好的相关性，成为表征地表植被状况的主要指标，其植被反射波谱曲线如图2所示。

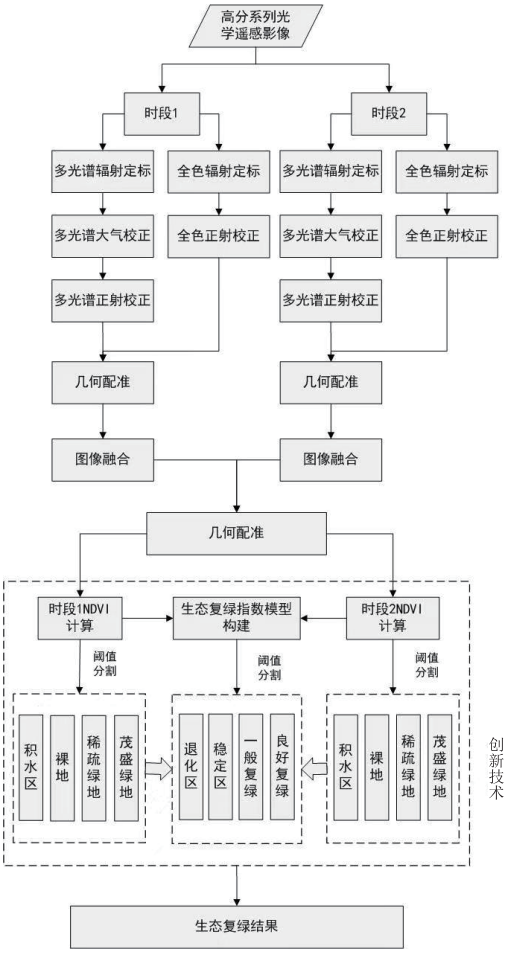


图1　复绿监测技术路线

作者简介：姚丰（1983—），男，汉族，本科，工程师，主要从事大数据管理工作。

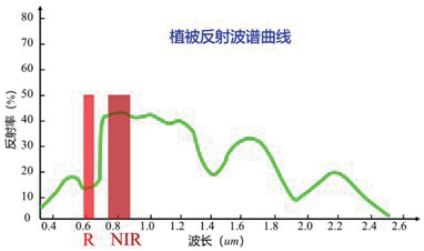


图2　植被反射波谱曲线

NDVI 将简单的比值植被指数，经非线性归一化处理得到，使其比值限定为 [-1,1]。其被表达为近红外波段与红波段数值之差和这两个波段数值之和的比值，即：$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R)$

通过两个时段的 NDVI 数值相减，获取两个时段的植被覆盖变化情况，即：$STFV=NDVI_1-NDVI_2$

公式中，$NDVI_1$ 代表第一期归一化植被覆盖指数，$NDVI_2$ 代表第二期归一化植被覆盖指数，$STFV$ 代表生态复绿，该值为负值代表生态复绿，其绝对值越大代表复绿程度越高，复绿效果越好。

NDVI 是植被生长状态及植被覆盖度的最佳指示因子，与叶面积指数、绿色生物量、光合作用等植被参数密切相关。作为反映地表植被复绿的关键参数，NDVI 还可反映地表植被生长状况。利用 NDVI 值可对地表像元植被覆盖情况进行分类。按照矿库地表覆盖类型将地表植被覆盖情况分为积水、裸地、稀疏绿地、茂盛绿地。参照 Sobrino 等人研究成果，在像元分类中将纯植被像元 NDVI 阈值设为 0.5，纯裸土像元 NDVI 阈值设为 0.2；考虑到水体对近红外波段的强吸收特性，将 NDVI 为负值区域设定为水体。由于稀疏绿地通常表现为混合像元，即在该像元内通常反映绿地与裸土或其他背景的混合，将 NDVI 阈值为 0.2～0.5 的像元划分为稀疏绿地。依据 NDVI 阈值法，地表覆盖情况的分类阈值为：积水 NDVI ＜ 0，裸地 NDVI 为 0～0.2，稀疏绿地为 0.2～0.5，茂盛绿地＞ 0.5。NDVI 阈值法可对地表植被覆盖情况进行反演，借助生态复绿指数即两期 NDVI 值之差，反演地表复绿的动态变化信息。对于生态复绿指数，参照 NDVI 阈值及实地调研结果，将 STFV 阈值小于 -0.1 定义为退化，将 STFV 阈值大于 -0.1 小于 0.15 定义为稳定，将 STFV 阈值为 0.15～0.45 定义为一般复绿，STFV 阈值大于 0.45 定义为良好复绿。

3　复绿等级定义

将矿库区的地表覆盖类型分为积水、裸地、稀疏绿地和茂盛绿地，具体定义及 NDVI 指数阈值区间如下：

（1）积水：指尾矿库表面存在大范围的水体，在 NDVI 指数中表现为负值，基于波段组合运算，将 NDVI 小于 -0.1 的区域定义为积水区。

（2）裸地：指地表为矿渣干涸或表层覆土区，无植被生长，该区域 NDVI 值位于 -0.1 至 0.2，由于地表矿渣或覆土含水率不同，NDVI 值在区间内变化。

（3）稀疏绿地：矿库区稀疏复绿是指地表有植被覆盖，由于植被长势较弱，表现为植被与裸地的混合像元，NDVI 阈值区间位于 0.2 至 0.5。

（4）茂盛绿地：矿库区茂盛复绿是指植被覆盖密度大且长势好，在影像中表现为纯植被像元，NDVI 值大于 0.5，NDVI 值越大证明植被覆盖越茂盛。

将生态复绿指数按照阈值定义为退化、稳定、一般复绿、良好复绿，具体定义及 STFV 阈值区间如下：

（1）退化：指矿库区之前有一定程度或较好的复绿，现在变为裸地或水体，在生态复绿指数中小于 -0.1 的值定义为退化。

（2）稳定：指两期遥感影像成像期间，地表覆盖不发生明显变化的区域，例如之前为积水目前仍为积水，之前为稀疏绿地目前仍为稀疏绿地，稳定区的生态复绿指数阈值位于 -0.1 至 0.15。

（3）一般复绿：指两期遥感影像成像期间，地表覆盖发生变化，由积水或裸地变为稀疏绿地，其生态复绿指数区间位于 0.15 至 0.45。

（4）良好复绿：指两期遥感影像成像期间地表覆盖发生明显变化，由积水、裸地或稀疏绿地变为茂盛绿地，生态复绿指数区间位于大于 0.45 的区域，值越大证明复绿效果越好。

4　验证分析

4.1　实验结果

以马鞍山市城门峒尾矿库为例，采用高分二号系列卫星进行地表植被覆盖 NDVI 阈值分类，并依据分类结果反演该区域时序生态复绿情况。三个时段的地表植被覆盖情况如图 3 所示。

依据生态复绿指数法，对城门峒尾矿库时序复绿信息进行反演，生态复绿结果如图 4 所示。由图可知，采用高分系列遥感影像通过波段组合运算计算 NDVI 值，按照阈值法对 NDVI 进行分类，然后对 NDVI 进行滤波，利用滤波后的 NDVI 进行生态复绿指数计算并分类，获取研究区完整的复绿信息。通过在城门峒尾矿库进行比对实验，证明了该方法的有效性。

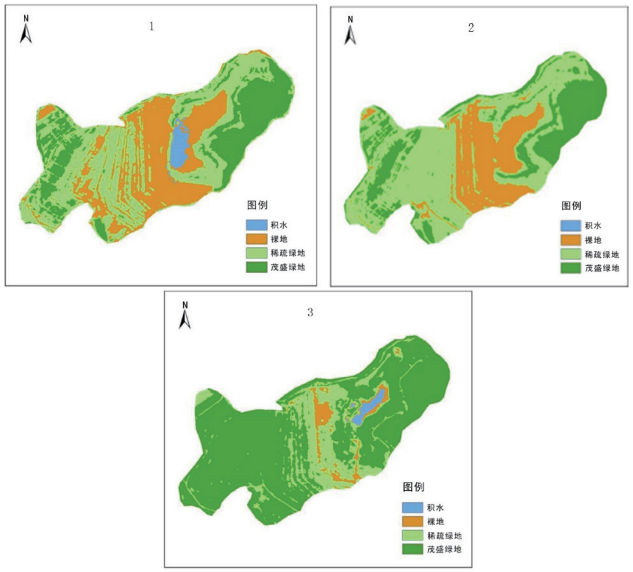


图3　时段1、2、3地表植被覆盖类型

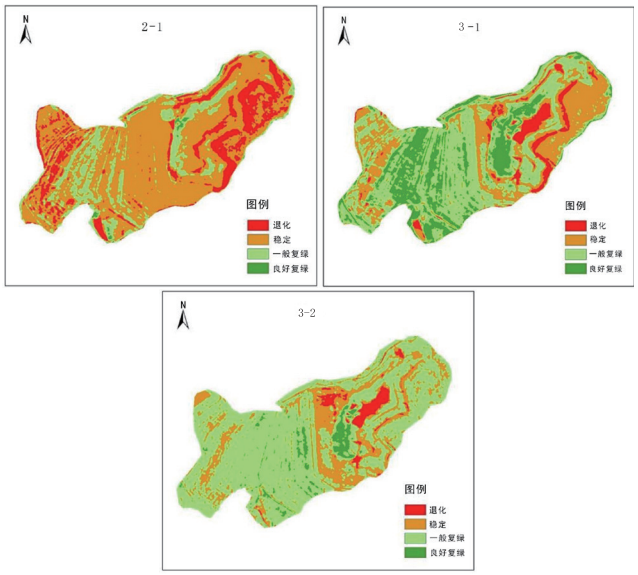
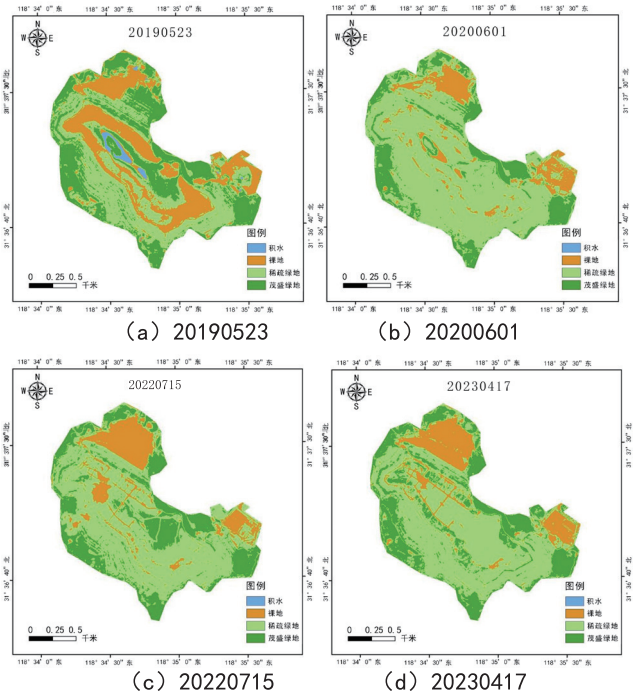


图4　时段2-1、3-1、3-2复绿信息

4.2 时序分析

利用高分二号遥感影像按照矿库复绿监测数据处理流程进行数据处理，获取研究区20190523、20200601、20220715和20230417时段的遥感影像。按照四个时段的影像，基于数据处理流程获取NDVI信息，基于NDVI对地表覆盖情况进行分类，结果如图5所示。

通过NDVI值进行滤波，计算生态复绿指数，获取地表时序的生态复绿变化图，结果如图6所示。由图可知，20190523至20200601，尾矿库复绿状态良好，边坡及阶梯坝有一定程度的复绿；20200601至20220715，矿库复绿变化不大，大部分区域维持原状，部分区域有衰退；20220715至20230417，尾矿库复绿状态良好，边坡及阶梯坝有明显复绿，可能是前期种植的绿色植被长势茂盛，更加稠密。分析结论与实际情形相当，较准确地掌握了矿库复绿时空变化规律。



（a）20190523　（b）20200601

（c）20220715　（d）20230417

图5　研究区地表覆盖类型

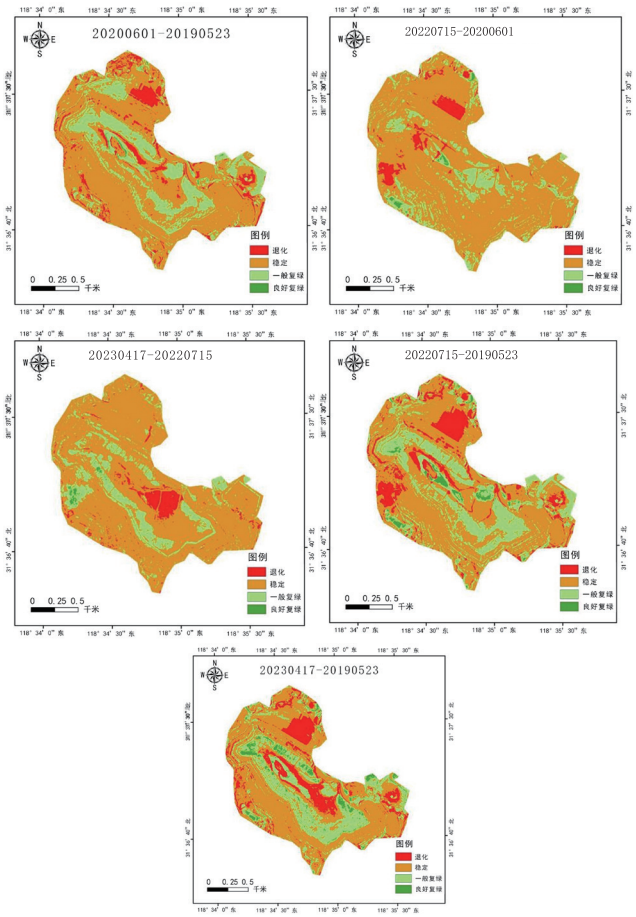


图6　矿库复绿

5 创新点总结

本项目的技术创新主要体现在以下几个方面：

（1）基于地物近红外光谱吸收特性设计 NDVI 阈值对地物进行分类，相应阈值界限具有指导意义。在利用近红外波段计算 NDVI 时，将 NDVI 阈值小于 -0.1 设置为水体；NDVI 阈值为 -0.1 至 0.2 设置为裸地；0.2 至 0.5 设置为稀疏绿地，稀疏绿地通常表现为混合像元，即在该像元内通常反映绿地与裸土或其他背景的混合；大于 0.5 的设置为茂盛绿地。

（2）采用基于近红外光谱吸收特性的滤波算法，可以有效剔除因积水导致的伪复绿干扰，进而提升生态复绿指数的准确性。由于在矿库积水区水体对近红外波谱的强吸收作用，积水区在 NDVI 指数上表现为负值，通常在使用中的尾矿库，积水是阶段性的（即间歇性积水），当相邻的两期影像一景成像时有积水，而另一景成像时干涸（无积水），两期影像的 NDVI 值相减获取生态复绿指数时会出现伪复绿现象（即干涸区的 NDVI 值减去积水区的 NDVI 负值，得到较大的生态复绿指数，造成伪复绿），为此，在计算生态复绿指数时，利用滤波算法将积水区的 NDVI 值统一设置为 0，此时原有积水区的生态复绿指数表现为最近的地表覆盖状态。

（3）引入基于 NDVI 的 STFV 生态复绿指数作为评估复绿程度的指标和相应的阈值分类法，颇具代表性。矿库复绿监测的重要任务是通过遥感手段反演出矿库区的地表覆盖状况及植被长势，基于两期 NDVI 构建 STFV 生态复绿指数，反演出矿库区地表植被覆盖变化情况，按照阈值法将生态复绿指数分为退化区（以前有植被覆盖现在变为裸地，或以前是茂盛植被现在变为稀疏植被覆盖）、稳定区（两期影像期间地表覆盖类型不发生变化）、一般复绿（由裸地或积水区变为稀疏植被覆盖）和良好复绿（由裸地或稀疏植被覆盖变为茂盛植被覆盖），与实际植被覆盖情况有很强的吻合度。

参考文献

[1] 黄银兰,王泽安,王妮妮,等.基于高分一号遥感影像的露天矿区植被恢复效果评价研究[J].环境科学与管理,2023,48(3):169-174.

[2] 唐尧,王立娟,李复勇.基于“高分+”的矿山生态环境调查与恢复治理应用研究[J].国土资源信息化,2020(5):19-24.

（上接第 40 页）

计算成本。EfficientNetB4 模型采用了一种新颖的复合缩放方法，能够兼顾模型的深度、宽度和分辨率，以均匀地缩放网络。EfficientNetB4 使得模型在保持计算效率的同时，还可有效提高模型的性能，这对于遥感图像的语义描述任务至关重要。

7 结束语

通过对几种图像的特征提取和语义描述生成方法进行比对分析，优化 CNN-Transformer 图像语义描述生成模型，深入分析模型训练中交叉熵损失函数的设计方法，设计相关对比实验验证模型，比对其性能。实验结果表明：Inception-v3、ResNet、VGGNet 和 EfficientNet 四种经典的特征提取方法中，EfficientNet 模型的 EfficientNetB4 模型训练准确率和验证准确率最高，能够适用于 SAR 图像语义描述，下一步将重点针对 transformer 记忆引导的语言解码器进行拓展研究，使其在 SAR 图像处理及解译中更好地发挥作用。

参考文献

[1] 陈杰,戴欣宜,周兴,等.双LSTM驱动的高分遥感影像地物目标空间关系语义描述[J].遥感学报,2021,25(5):1085-1094.

[2] 农元君,王俊杰.基于注意力和强化学习的遥感图像描述方法[J].光学学报,2021,41(22):206-214.

[3] 赵佳琦,王瀚正,周勇,等.基于多尺度与注意力特征增强的遥感图像描述生成方法[J].计算机科学,2021,48(1):190-196.

[4] Szegedy C, Vanhoucke V, Ioffe S,et al.Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision[C].computer vision and pattern recognition,2015.

[5] Ren S, He K, Girshick R,et al.Object Detection Networks on Convolutional Feature Maps[J].IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence,2015,39(7):1476-1481.

[6] Simonyan K, Zisserman A.Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition[J].Computer Science, 2014.

[7] Tan M, Le Q V.EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks[C].Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning. Long Beach: PMLR,2019:6105-6114.

基于无人机NDVI和热红外图像的城市植被分类研究

李土旺

（广东省国土资源测绘院，广东 广州 510663）

摘　要：植被覆盖已成为促进城市更新、城市规划、环境和景观美化等的重要决策信息。NDVI是通过结合红光和近红外波段来计算植被指数的方法，目前应用较为广泛。研究发现，单独使用无人机多光谱图像计算NDVI来对植被进行分类存在一个问题，即篮球场和防水涂层屋顶等涂有聚氨酯的区域被误分类为植被区域。为解决该问题，使用无人机热红外图像分析目标地点的温度特征，并将温度信息与NDVI相结合来计算植被面积。与仅使用NDVI分析的kappa系数0.830相比，结合NDVI和热红外图像分析的kappa系数为0.934。因此，在城市地区结合NDVI和热红外图像来对植被分类是非常有效的。

关键词：无人机；NDVI；热红外影像；植被分类

1　引言

实现高精度高效率的城市植被遥感精细分类对城市土地利用变化、生态环境监测及城市绿地调查具有重要意义。卫星遥感以其大范围覆盖、长时间序列观测等优势，广泛应用于大尺度的地物覆盖监测。但卫星遥感无法捕捉小尺度的植被特征，并且容易受天气影响，无法满足高精度城市植被精细分类需求。而无人机在指定区域不同飞行高度的航拍影像，弥补了卫星遥感的不足[1]，且能在复杂地形起降，飞行距离远，安全性较好，可以快速获得区域内较高精度的航拍影像，与传统人工调查手段相比具有很大优势。

城市植被的遥感精细化提取存在两个问题：（1）传统方法使用人工目视解译来提取城市植被，耗时耗力，且对解译人员的先验知识要求较高。（2）城市植被类型复杂，并且总与耕地、道路、建筑物交错分布，因而在分类任务上容易混淆，这使得城市植被分类对方法的精度要求较高。

植被指数通过分析植被强烈反射的近红外光和植被强烈吸收的红光之间的差异来量化植被。最常用的植被指数是归一化植被指数（NDVI），还有绿色归一化植被指数（GNDVI）、蓝色归一化植被指数（BNDVI）、红绿蓝植被指数（RGBVI）、绿色红色植被指数（GRVI）、归一化差异红边（NDRE）、增强植被指数（EVI）、土壤调整植被指数（SAVI）、归一化差异水分指数（NDMI）和其他植被指数。GNDVI是一种对植物叶绿素变化敏感的指数，是NDVI的修改形式之一[2]。在SAVI中，土壤调整因子L用于补偿NDVI，NDVI可能受到植被密度不高地区的土壤亮度干扰。

近年来，无人机和高分辨率相机在环境监测领域的应用越来越多，成为现有卫星遥感的重要补充[3]。研究提出一种新方法，通过多光谱和热红外相机拍摄的无人机图像，有效提取植被信息，用于包括篮球场和覆盖有聚氨酯防水涂层屋顶在内的城市地区。

2　研究区域和数据获取

研究区域位于广州市某高校宿舍，该区域由树木、草地等植被区和篮球场、建筑物、道路、停车场等非植被区组成。

3　技术流程

（1）选择研究地点，应用RTK测量方法获取地面控制点（GCP）坐标，确保无人机图像的位置精度。无人机配置载荷为佳能S110近红外相机和ThermoMAP相机，分别用于获取多光谱和热红外图像。使用eMotion软件制定了飞行计划，设置了无人机飞行高度和速度，以及图像的纵向和横向重叠。

（2）通过使用Pix4DMapper软件合并图像，创建蓝色、绿色、红色、近红外和热红外波段的正射影像。使用ArcGIS软件组合每个波段的图像，计算了NDVI值，然后进行实地调查，以验证通过无人机图像分析的NDVI结果。

（3）提出一种新的技术方法，结合NDVI和热红外图像来分析城市地区的植被。技术流程如图1所示。

作者简介：李土旺（1976—），男，汉族，本科，高级工程师，研究方向为大地测量和地理信息系统工程与应用。

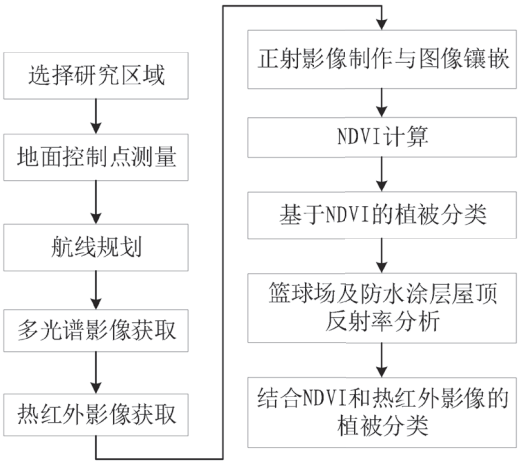


图1　技术流程

3.1 无人机数据获取

无人机选用瑞士 SenseFly 制造的 eBee 固定翼无人机，多光谱相机选择佳能 S110 NIR，红外载荷使用 ThermoMAP 相机。eBee 固定翼无人机可以在 40 分钟获取约 12km^2 影像，分辨率最高可达到 1.5cm，影像包括红、绿、蓝和近红外波段，基于该影像数据计算各种植被指数，而 ThermoMAP 相机用于获取温度信息。使用 eMotion 软件制定无人机飞行计划，包括飞行高度、分辨率、纵向重叠和横向重叠。

由于佳能 S110 NIR 相机分辨率高，在飞行高度为 115 米时，纵向和横向重叠度分别设为 80% 和 70%，得到分辨率 4cm 图像。由于 ThermoMAP 热红外相机分辨率相对较低，在飞行高度为 80 米时，纵向和横向重叠度分别设为 95% 和 70%，获取影像分辨率为 15cm。

为确保无人机图像的位置精度，测量 6 个地面控制点坐标，影像采用 WGS84 坐标系，基于控制点将影像转换为 2000 国家大地坐标系。应用佳能 S110 近红外相机获取了 70 幅影像，应用 ThermoMAP 相机获取 3131 幅影像。使用 Pix4DMapper 软件合并图像，并使用“GCP 管理器”功能匹配地面控制点的测量坐标，以提高无人机图像的位置精度。通过这一过程，构建了植被指数分析所需的红色、绿色、蓝色、近红外(NIR)和热红外波段的正射影像。

3.2 地面光谱调查

研究使用 ASD FieldSpec4 设备，技术指标如表 1 所示。使用相关设备调查了每种土地覆盖的反射率，使用光谱仪测量反射率时，由于天气影响，如测量时的光量和湿度，可能会出现误差。在测量土地覆盖之前进行了校正，使用校准的光谱仪调查了每种土地覆盖的反射率。

表1　ASD FieldSpec4光谱仪规格

序号	项目	指标
1	光谱范围	350~2500nm
2	光谱分辨率	700nm（3nm VNIR） 1400/2100nm（8nm SWIR）
3	光谱采样（带宽）	1.4nm（350~1000nm） 1.1nm（1001~2500nm）
4	扫描时间	100毫秒
5	杂散光	VNIR 0.02%， SWIR 1 & 2 0.01%
6	重量	5.44kg
7	通道	2151

4　数据处理分析

4.1 基于无人机多光谱影像的归一化植被指数

使用无人机拍摄的 RGB 和近红外图像，创建 NDVI 图，为从 NDVI 图中分类植被区域，必须确定 NDVI 阈值。研究中，无人机拍摄时间为 7 月，是植被生长活力非常好的季节，通过实地调查确认植被面积后，NDVI 阈值为 0.2 或更高的植被图，准确显示了目标区域的植被面积[4]。然而，在现场调查期间，经确认，篮球场和防水涂层屋顶被归类为植被，如图 2 所示。

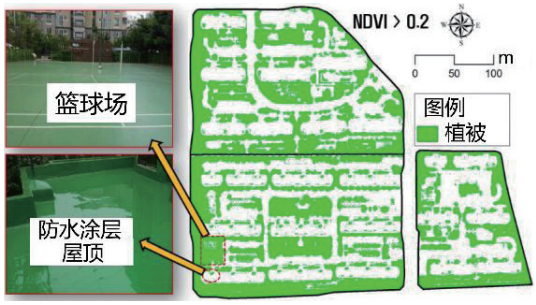
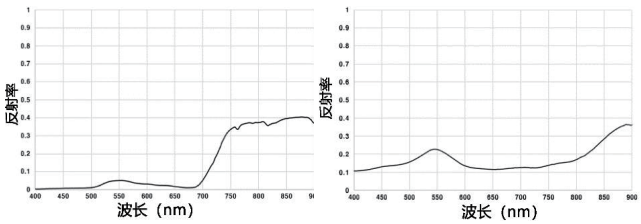


图2　基于NDVI的植被分类

4.2 基于光谱仪的光谱比较和植被误分类分析

由于上述篮球场和防水涂层屋顶被归类为植被，因此使用光谱仪对每种土地覆盖的反射率进行了调查，其中树木和篮球场的反射率曲线如图 3 所示。



（a）树木　　（b）篮球场

图3　基于ASD FieldSpec4光谱仪测量的反射率

NDVI 使用 668nm 红色波长和 840nm 近红外波长的特定值，NDVI 值是 R 和 NIR 的计算公式，如果计算结果与植被相似，可将其归类为植被。如果仅通过 NDVI

对植被进行分类，则只使用 R 和 NIR 值，篮球场和防水涂层屋顶计算结果相似，因此会被误分类为植被。

4.3 结合无人机 NDVI 和热红外图像进行植被分类

针对篮球场和防水涂层屋顶被误分类为植被的问题，通过使用热红外影像，分析聚氨酯涂层区域的温度分布特征[5]。

基于 Pix4DMapper 软件合并使用 ThermoMAP 相机拍摄的热红外图像，使用 ArcGIS 软件创建温度图[6]，温度反演结果如图 4 所示。为了根据温度信息剔除被错误分类为植被的篮球场和防水涂层屋顶，可以设置人工结构和植被之间的温度阈值。

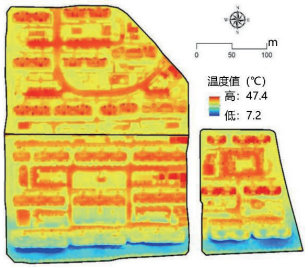


图4　基于热红外影像的温度反演结果

本研究拍摄热图像时，平均云量为 8.1，最高温度为 30℃，篮球场和防水涂层屋顶涂有聚氨酯，经过反复测试，将测量当天的最高温度设置为 30℃作为植被分类的温度阈值。

结合 NDVI 和热红外图像分类的植被图如图 5 所示，可以确定篮球场和涂有聚氨酯的防水涂层屋顶被很好地分类为非植被区域。为了评估仅使用 NDVI 分析的植被图，以及结合 NDVI 与热图像分析的植被图的准确性，对于目标区域，以 5m 间隔选择了 4409 个验证点，并通过实地调查将其分为植被和非植被。

图5　基于NDVI和热红外结合的植被分类结果

对植被分类 kappa 系数进行分析，结果如表 2 所示。由表可知，仅使用 NDVI 分析的 kappa 系数为 0.830，结合 NDVI 和热红外图像分析的 kappa 系数为 0.934，相比之下在分布有聚氨酯涂层覆盖物的城市地区，结合 NDVI 和热红外图像分类的植被图更为有效。

表2　植被分类的kappa系数分析

方法	现场调查	基于无人影像的植被分析			kappa系数
		植被	非植被	总计	
NDVI	植被	2397	277	2674	0.830
	非植被	2	1647	1735	
	总计	2643	31	2674	
NDVI+热红外影像	植被	106	1629	1735	0.934
	非植被	2749	1660	4409	
	总计				

5　结语

研究利用无人机多光谱影像对 NDVI 进行分析，构建城市植被信息，发现篮球场和聚氨酯防水涂层屋面的 NDVI 值较高。使用 ASD FieldSpec4 光谱仪对树木、草地、篮球场、防水涂层屋顶和道路等各土地覆盖物的反射率进行了调查。结果表明，篮球场和防水涂料屋面的 NDVI 值与植被稍低的草地 NDVI 值相近。

针对这一问题，利用配备热红外相机的无人机系统对目标区域的温度进行分析，结合温度信息和 NDVI 生成最终的植被图。选取 4409 个验证点，计算 kappa 系数，比较单独使用 NDVI 分类的植被图与结合 NDVI 和热红外图像分类的植被图。仅应用 NDVI 分析的 kappa 系数为 0.830，NDVI 与热图结合分析的 kappa 系数为 0.934。因此，将 NDVI 与热成像相结合进行植被分类，比仅应用 NDVI 对篮球场、防水涂料屋面等聚氨酯涂层分布的城区进行植被分类更为准确。因此，在分析城市更新、园林绿化、居住环境等城市地区植被信息时，首先需要对目标区的土地覆盖特征进行调查。如果市区存在大量聚氨酯涂层土地覆盖，建议将 NDVI 和热红外影像相结合对植被进行分类。

参考文献

[1] 孟庆岩,杜弘宇,王莉萍,等.城市植被遥感分类研究进展与展望[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2024,50(2):190-199.

[2] 张冠宏.基于无人机遥感影像的荒漠植被分类及地上生物量反演[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2022.

[3] 明義森,刘启航,柏荷,等.利用光学和SAR遥感数据的若尔盖湿地植被分类与变化监测[J].遥感学报,2023,27(6):1414-1425.

[4] 冯予泽.基于多源遥感数据的植被分类方法研究[D].长春:吉林大学,2024.

[5] 查燕萍,龙北平.基于遥感影像增强的林地植被树种分类研究[J].测绘技术装备,2023,25(2):17-21.

[6] 祁向前,孙德浩,贾连星.哨兵2号多时相植被指数作物分类及监测[J].测绘工程,2022,31(6):47-53.

点云数据在历史文化街区保护更新中的应用研究

王春晖[1]　周小猛[2]　周君[3]

(1. 启迪设计集团股份有限公司，江苏 苏州 215000；2. 濮阳市自然资源和规划局，河南 濮阳 457001；
3. 苏州规划设计研究院股份有限公司昆山分公司，江苏 昆山 215300)

摘　要：多源数字测绘技术下的点云数据，具有高精度、高密度、高完整性等特点，能够实现历史文化街区及历史文物高精度三维模型的建立，提供逼真的三维场景可视化效果，为历史文化街区保护更新提供详实基础数据和重要技术支撑。

关键词：点云数据；历史文化街区；三维模型；高精度；保护更新

1　引言

历史文化街区是城市漫长发展过程中孕育的结晶。利用倾斜摄影、三维激光扫描仪等数字化测绘技术，快速获取建筑的点云数据，针对多元素、高密度的历史文化街区，实现数据的批量采集和整理，用于制作立面图、剖面图和三维模型，能够为历史文化街区的规划、保护、修复和重建提供重要基础资料。同时，点云数据在虚拟现实中也有重要应用，可提供历史文化街区全景虚拟展示和虚拟漫游，提高虚拟现实体验真实感和沉浸感[1]。

2　点云数据特性

点云数据本质上属于计算机图形学和计算机视觉领域的数据表示形式，用于描述三维物体表面离散的点集。每个点包含其在三维坐标系中的位置信息和可能的其他属性，如颜色、法线方向、曲率等。点云数据通常具有高精度、高密度、完整性好等特点，能够表现物体表面的微小细节，实现建筑物、文物、地形地貌的高精度三维重建，使得历史文化街区三维场景的可视化更加真实。因此点云数据在历史文化街区的保护和更新中具有重要作用。

3　点云数据的处理

点云数据在历史文化街区保护更新应用前，需要先对其进行处理，主要包括点云数据去噪、配准、补测、重采样、重建等步骤。

3.1 点云数据去噪

用数字化测绘技术采集的点云数据量庞大，必定存在一些噪声点[2]，因此要先对点云数据进行去噪，如图 1 所示，然后再进行点云数据平滑处理，降低点云密度，以增加后续点云数据的处理速度和模型精度。

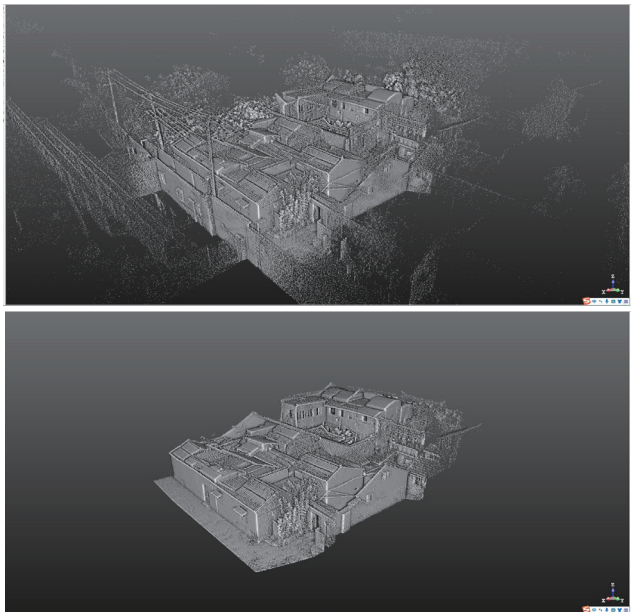


图1　点云数据去噪

3.2 点云数据配准

点云数据配准是将多个点云数据集合并成一个整体，生成更加完整和精确的三维模型。在利用三维激光扫描仪和倾斜摄影技术对历史文化街区古建筑进行扫描时，通常要沿着街道和建筑四周进行布站。由于只能扫描每个站点范围的数据信息，为统一多角度的数据，要进行多站点之间的点云拼接[3]。点云数据配准方法主要有手动配准和自动配准，具体如图 2 所示。

3.3 点云数据补测

在实际测绘过程中，由于场地的复杂情况和技术的局限性，往往会出现数据采集缺失问题，因此，需要利用测距仪、全站仪进行修补测，而对于大面积的

作者简介：王春晖（1997—），男，汉族，硕士研究生，助理建筑师，研究方向为建筑设计及其理论。

缺漏，则需要运用三维激光扫描或倾斜摄影技术进行补测，确保数据完整，三维激光扫描和倾斜摄影技术在获取街区建筑信息方面具有互补效果。三维激光扫描技术用于获取建筑底部数据，而倾斜摄影技术则主要用于获取建筑顶部和上部分信息。为满足对街区测绘数据完整性的要求，可以将激光扫描点云数据和倾斜摄影点云数据融合，得到街区建筑全方位和完整的点云数据[4]。同时，倾斜摄影技术在数据采集过程中可以收集大量现场照片，既能支撑后续模型生成，又可保留充足的现场影像资料，为下一步图纸绘制奠定良好基础[5]。

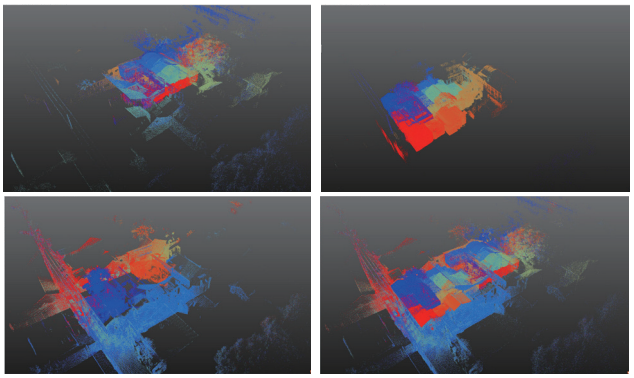


图2　点云数据配准

3.4 点云数据重采样

为保证点云数据的准确性和完整性，扫描时通常存在一定程度的重叠。然而，在点云数据处理过程中，这种重叠会导致数据冗余。此外，随着扫描距离的增加，点云密度将逐渐减少，因此需要进行重采样，如图3所示。在Trimble RealWorks软件中，可以选择“空间采样”模式，根据建筑物特点和点云数据的完整性选择适当的分辨率，例如选取5mm分辨率，对案例点云数据进行重采样[6]，点云数量从23112714个点稀释成1308777个点。

3.5 点云数据重建

点云数据重建是将点云数据转换成三维模型的过程，主要包括曲面重建和体积重建两种方法。曲面重建是将点云数据转换成三角网格模型，通常用于建立建筑物、道路等模型；体积重建则是将点云数据转换成体积数据，通常用于建立地形模型、水体模型等[7]。

4　点云数据在历史文化街区保护中的应用

4.1 构建历史建筑立面图及屋顶平面图

历史建筑的立面图根据投影在墙面平行面上的正射影像来绘制，屋顶平面图则按照屋顶投影在水平面上的正射影像来绘制。通过点云裁剪、定义投影平面、定义需要投影的区域、定义图像的分辨率、创建投影平面等处理步骤，将投影面导出即可开始绘制，如图4所示。

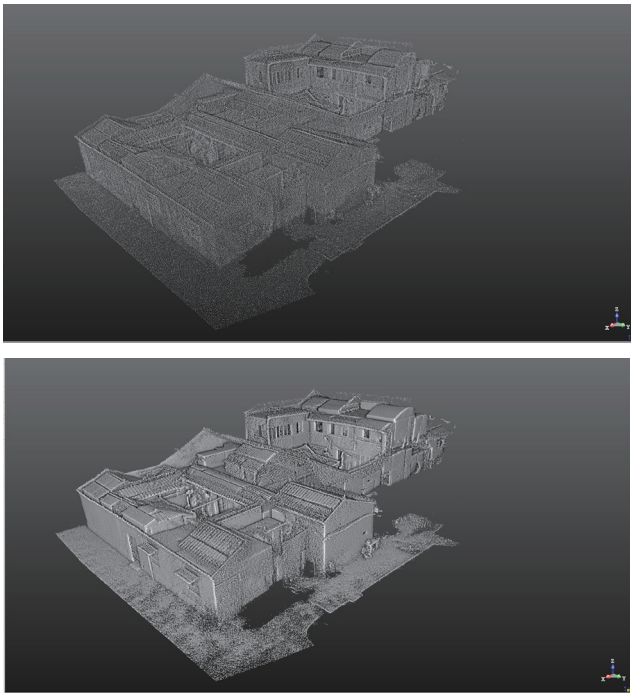
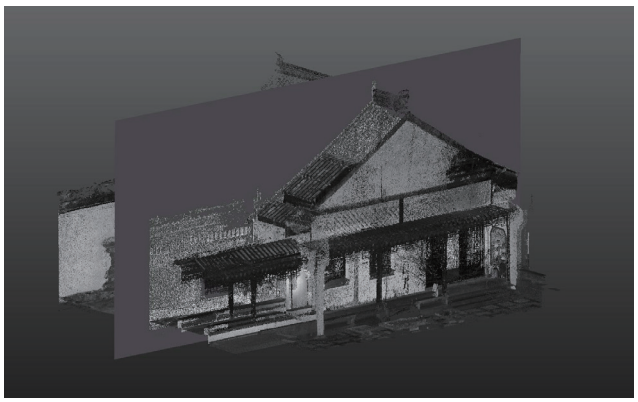
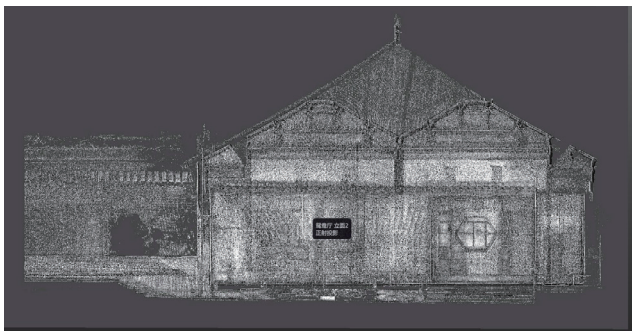


图3　点云数据重采样



（a）创建



（b）导出

图4　投影平面

4.2 构建历史文物细部大样

细部大样图是建筑物细节装饰和构造部分的图纸，展示建筑物的细节装饰和材料规格，在历史建筑的修缮和保护中可以作为方案制定的重要依据，确保修缮和保护的准确性和可行性。细部大样图包括砖雕、脊饰、梁架、彩绘、碑刻、雕塑、壁画等历史建筑，以及与历史建筑相关的附属文物大样[8]，通常利用拍摄、速写、文字描述方式记录。

基于贴近摄影技术对历史建筑细部进行数据采集，利用相关软件生成实景三维模型，可以呈现建筑细部的高清影像，还可对模型进行数据测量，或者导出到绘图软件，进行细部大样图的测绘，细部大样图效果如图 5 所示。

图5　绘制建筑细部大样图

4.3 构建历史文化街区三维模型

获取点云数据生成的三维模型后，可以根据需求对其进行纹理贴图，恢复真实感更强的三维模型[9]。将制作的三维模型以不同的格式或渲染图输出，可用于虚拟现实与模拟修复、变形监测等，或者进行切面导出，绘制成测绘需要的各种平、立、剖面图等，模型细化和完善如图 6 所示。

图6　模型细化和完善

4.4 历史文化街区施工监测

点云数据可以通过高精度的三维建模和数字化监测技术，对历史文化街区保护更新项目的施工过程进行监测。通过数字化监测，可以用于场地规划、面积测量、土方量计算，还能与实景模型进度分析软件对接，实现对工程施工进度和施工质量的监测，以便及时发现问题、及时采取措施进行调整和改善。

5　点云数据成果延伸应用

5.1 面向社会公众的展示演示

历史文化街区保护更新项目在方案通过评审后按程序需向社会公众进行展示。社区外市民对项目原有状况了解不足，加之专业知识相对匮乏，难以理解平立面总图等技术图纸，因此可采用技术手段将实景三维模型转化为 PC 端、移动端的 VR 实景模型，用户通过触屏即可多角度观察原景，实体效果如图 7 所示。此外，改造前的影像可通过数字化保存下来，成为城市记忆的一部分，未来通过 VR 头显还原旧街区实景，对历史文化的演进传承具有深远意义[10]。

（a）零星楼原状实景模型　（b）零星楼改造设计模型

（c）零星楼改造后现状　（d）幼儿园原状实景模型

（e）幼儿园改造设计模型　（f）幼儿园改造后现状

图7　建筑实体效果

5.2 数据库建立与管理

数字化管理平台可以对历史文化街区的地理信息、建筑物、文物等进行数字化管理，将与历史文化街区有关的 DEM、DOM、实景三维模型、点云模型、全景影像、建筑基础信息与档案资料等数据统一集成到数据库，形成基础数据“一张图”管理模式[11]，并对数据进行更新和维护。这类建筑数据库既可作为基础信息的存档系统使用，也可作为公共开放服务平台使用，为各类学者和研究人员提供数据支撑和保障，数字化管理

（下转第 54 页）

无人机倾斜摄影辅助全站仪在高空违建测量中的应用研究

徐嘉

（上海市测绘院，上海 200063）

摘　要：上海城市运营工作会遇到高层屋顶改建搭建项目，仅用传统测量方法无法观测全面，仅用无人机测绘存在形变不可控问题，因此以上海市某区相关部门计算某小区高层屋顶的违章建筑面积为例，基于无人机测绘作业的便捷性和全站仪自由设站的精度，完成屋顶违章建筑的面积和高度测绘。通过调整不同飞行方式和航高、作业参数，对采用该手段的适用性条件进行了研究和精度验证，得出利用无人机结合全站仪的作业模式，在一定航高范围内可保证作业安全，为特殊条件下的违章建筑测量提供数据支撑。

关键词：高空；屋顶测绘；全站仪；无人机；倾斜摄影

1　引言

近年来，随着上海城市的发展，土地资源逐渐成为紧缺之物。许多建筑物的业主纷纷通过改造建筑物顶部空间来增加建筑面积。这些高层建筑不乏存在高空违建问题，一味放任不仅损害其他业主的利益，还存在安全隐患，影响城市的整体容貌。治理这一问题不仅需要大量的人力和物力投入，还要根据违章建筑的位置、面积和高度来制定有效的治理方案[1]。

传统测量方法需在建筑周围架设测量仪器，影响所测数据的准确性，尤其是详细的结构数据，大多要在违章建筑屋顶架设测量仪器才能近距离获取。但测量人员是否能顺利上到屋顶依赖当事人配合[2]。为保护自身权益，当事人通常并不愿意积极合作，取证和测量都较为困难。

在这种情况下，利用无人机对地形条件要求较小的优势，在不侵犯业主隐私的前提下实现屋顶公共区域的测绘，获取完整的成果要素[3]。结合全站仪测得的数据，无人机倾斜模型可成为特殊区域工程测量的有效工具。本文研究了无人机倾斜摄影辅助全站仪测绘在特殊区域开展工程测量的可行性，并探究成果是否满足工程测量的相关精度要求。

2　全站仪测绘和无人机倾斜摄影技术

2.1 全站仪自由设站测绘

全站仪使用的是光学测量原理，在测绘领域已经有多年应用，是现代测绘的基础。观测方法主要有极坐标法、三维坐标法、自由设站法等。其中，全站仪自由设站是通过对有实际成果数据的地物观测来获取起算数据，并以此作为依据进行后续观测，在无法布设控制点的测区具有很高的实用价值。需要特别注意的是，为保证精度和坐标系的统一，采用该方法观测至少需要两个已知坐标数据的点位作为起算数据[4]。

2.2 无人机倾斜摄影

目前，无人机倾斜摄影经过多年发展，在工程测量和地形图测绘领域已经趋于成熟，设置适合现场环境的飞行参数能够满足城市基本地形图测绘的精度要求[5]。利用云台搭载镜头对目标物进行多角度拍摄，尽量使拍摄的照片能覆盖目标物的各个细节[6]。利用这些照片建立模型，能更全面真实地呈现目标物的三维立体情况[7]。

2.3 多种测绘手段结合的必要

不同的测绘手段采用不同的仪器，具有各自的优势和局限性，通过互相结合可以弥补彼此的不足，提升最终成果的可靠性。结合多种测绘手段可以进行数据的交叉检查，比如现有无人机的拼接精度可根据现场情况，通过设置合理的航高、重叠度和拍摄角度等参数进行有效控制[8]。带有 RTK 模块的无人机，在连接当地基站的情况下，能直接保留精确的坐标信息，在地形图测绘中可节约很多人力资源。但无人机在大范围测量里精度得到控制，局部细节依然会有不均匀的误差。因而，在屋顶面积测绘中，可以通过全站仪自由设站，对拍摄物体局部以及周边有明显角部特征

作者简介：徐嘉（1984—），男，汉族，本科，助理工程师，主要研究方向为工程测量、重大工程监测、城市地形图测量等。

点的建筑进行相对位置测量，再以独立坐标系对其进行纠正[9]，保证模型自身的相对精度。

3 研究实施过程

3.1 研究区概要

研究范围位于上海市区，测区及周边主要以居民区和学校为主，小区容积率很高，建筑物平均高度约为 100 米。部分小区的楼顶被业主搭建了各种板房、玻璃房、露台等。整个被测小区的占地面积约 2 万平方米，测量目标分布在不同楼栋的屋顶。违章建筑的搭建位置隐蔽且附近通视条件差，周围没有高度相似的平台，由于现场条件限制，传统的全站仪测绘无法获取全部数据。

3.2 主要技术路线

充分利用全站仪的精度及无人机的便捷度，将两者长处应用于测量中，具体技术路线如图 1 所示。

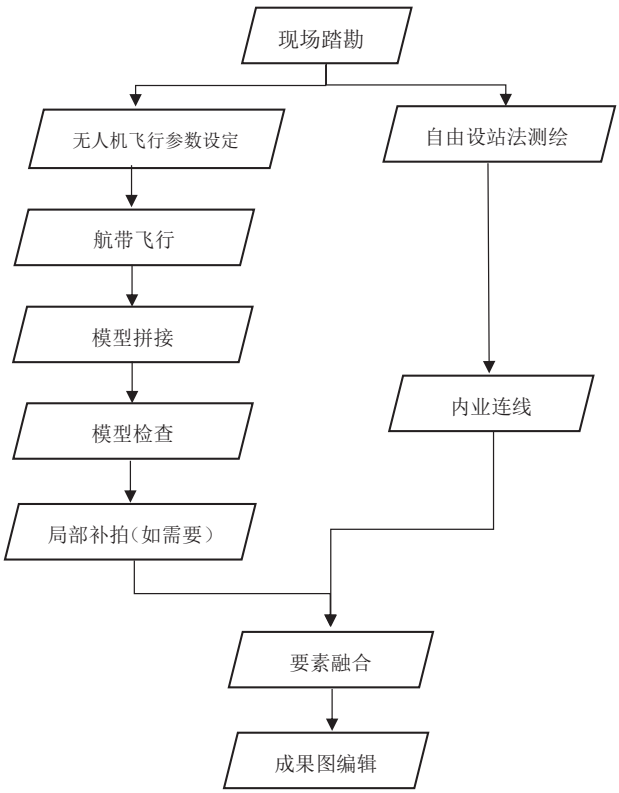


图1 主要技术路线

3.3 仪器和软件选择

研究采用的两台仪器分别是拓普康工程全站仪 OS-602G 和大疆精灵 4 无人机，相关参数如表 1 所示。生成无人机倾斜模型采用的软件是 Context Capture，点云矢量处理所用软件是清华山维 EPS 工作平台，全站仪数据处理主要采用机载控制软件，成果图编辑采用 AutoCAD 软件。

表1 所用仪器参数

大疆精灵4无人机		OS-602G全站仪	
飞行时间	约30min	工作时长	约16h
摄像头	1英寸CMOS传感器，2000万像素	测角精度	2″
视频分辨率	4K 60fps	测距精度	2mm+2ppm
遥控距离	7km	双轴补偿器/视准差改正	液体双轴倾斜传感器
最大飞行速度	72km/h（45mph）	镜筒长度	171mm
避障系统	全向视觉系统、前后避障传感器	无棱镜测程	0.3~500m
重量	1.388kg	测量时间	精测：0.9s；速测：0.7s；跟踪测：0.3s
焦距	5.74mm（35mm格式等效：40mm）	重量	5.7kg
传感器尺寸	12.83mm		

3.4 外业实施

外出作业前检查全站仪是否在年检报告合格时效内，配套棱镜的水准气泡是否校准完毕。仪器及配套设备检查无误后，通过在所测楼附近其他楼顶架设全站仪，采用自由设站法从其他地方尽可能测得违章建筑的各个特征点，以此来获取房屋外轮廓的整体数据。使用仪器内部的对边测量功能可以获得层高和房高，具体观测位置可以是地面、屋顶女儿墙顶部，或者窗台下沿位置。

无人机作业前首先需要对现场进行踏勘，确定飞行范围、航高以及速度等飞行参数。然后在地面站或者遥控器上录入相应参数生成作业文件，为正式飞行作准备。飞行过程中，通过遥控器或自动飞行系统操控无人机完成航线飞行，同时实时监测飞机状态。完成飞行后，将采集到的图像数据传输至地面站。局部区域通过自动飞行可能无法拍摄完整，需要人工飞行进行补充拍摄，确保违章建筑拍摄完整。

3.5 内业编辑

内业编辑由无人机倾斜模型制作和全站仪观测数据编辑两个部分组成。两者分别有各自的处理流程，得到阶段数据。最后把无人机的模型数据和全站仪数据相结合，完成所需成果。

3.5.1 倾斜模型数据处理

在数据采集完成后，需要对采集到的图像进行曝光校正处理，确保图像拼接时暗部细节清楚、高光部分不过曝。如果外业拍摄时没有自动畸变校正，内业处理时就要输入镜头畸变参数进行改正，保证每张照片透视关系正确。倾斜模型制作交由 Context

Capture 软件完成。完成模型拟合后，需要进行初步的质量检查，确认模型整体和细节是否符合实际。如果个别建筑的局部有缺失或者扭曲等问题，涉及关键尺寸的应该补拍，然后重新导入照片进行计算，部分楼栋屋顶的倾斜模型如图 2 所示。

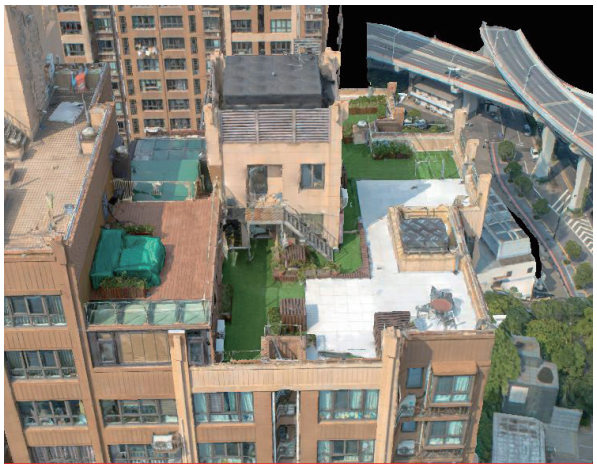


图2　局部倾斜模型成果

利用可对倾斜模型进行矢量编辑的相关工作平台，对加载拼接好的倾斜模型文件进行编辑。也可通过软件转换成点云数据，然后在安装有读取点云插件的 AutoCAD 上进行编辑。在生成的点云或者模型上，内业人员根据模型的拟合好坏，选取合适的特征点并构建拓扑面或者多段线，最后导出 dwg 文件。

3.5.2 全站仪数据处理

全站仪数据导出后，把坐标文件汇总进 txt 文件，通过 AutoCAD 直接读取。读取程序为独立编写的 LISP 展点程序，仅读取其平面数据。在进一步处理前，需要对导入的数据进行质量检查，包括检查测量点的准确性、完整性以及可能存在的误差。

质量检查无误后，根据不同自由设站数据之间的重合点，在软件内拼接出违章建筑的拓扑面，如果某站无法测得违章建筑和其他测站的重合点，则需要以附近其他房屋的角点作为重合点进行拼接，或者后续结合无人机数据进行拼接，最后导出 dwg 文件。

3.5.3 数据整合处理

完成上述步骤后，已获得全站仪和无人机倾斜模型两者生成的 dwg 文件，但是两者都有各自缺陷，全站仪有无法拼接的测站数据以及无法观测到的部分尺寸，无人机倾斜模型对一些细小柱头以及玻璃结构的物理，如扶手、玻璃围墙等，会出现数据丢失。必须先把这两个文件的主要尺寸互相校验，保证边长较差满足《城市测量规范》（CJJ/T8-2011）要求后，再结合两者数据。该过程主要利用无人机数据弥补全站仪测量不到的尺寸，最终拼合成一个完整的成果文件，如图 3 所示。

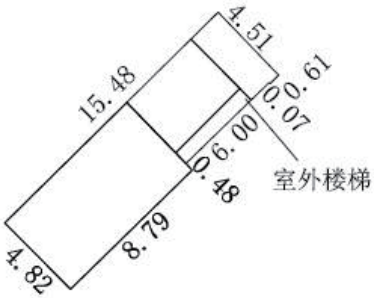


图3　成果展示

4　相关分析研究进展

4.1 应用条件分析

研究所用的测量设备有无人机，无人机会存在法定禁飞限高区域、建筑物紧密遮挡、飞太低无法拼接、飞太高精度不达标等问题[5]，要规避这些问题，让飞机正常起飞作业是该应用手段的必备条件。禁飞和限高属于硬性约束，无法通过改变测绘方式来解决，需要获得相关部门批准。干扰强烈的区域应配备加强天线，否则安全起见只能自动航带飞行，不能手动飞行。GPS 信号较差导致无法在地面布设合适数量像控点的区域，虽然可以飞行作业，但是无人机需要连接当地基站，转换照片的坐标，所得成果也需要和地形进行比对。建筑密集区域进行人工拍摄，对无人机飞手的熟练度有一定要求。

4.2 精度分析

鉴于全站仪测绘已有多年实用案例，相关研究的文献有很多，全站仪数据的可靠程度较高。故为验证无人机结合全站仪在面积和高度测量中的可行性，主要研究无人机倾斜模型的精度。研究对无人机倾斜模型的边长数据和高度数据进行了精度分析，具体数据如表 2 所示。

表2　无人机精度统计

房屋编号	平面边长中误差（cm）	高度中误差（cm）	飞行高度（m）
1	5.63	13.69	40
2	5.75	13.21	40
3	4.94	10.74	30
4	3.10	11.27	30
5	5.01	8.81	30

根据选取的边长，得到不同楼房之间无人机倾斜模型的平面边长中误差最优为 3.10cm，最差

为5.75cm；高度中误差最优为8.81cm，最差为13.69cm。根据《城市测量规范》（CJJ/T8-2011）的相关要求，地物点间距中误差不应小于70mm，根据《工程测量通用规范》（GB 55018-2021）的要求，1∶500、1∶1000比例尺数字线划图高程注记点的高程中误差不应大于0.15m，本次测量精度均满足上述两个规范要求。

5 结论

通过上海市某小区屋顶高空违章建筑测绘的实际案例，验证了无人机结合全站仪在特殊场景下进行面积测算和房高测量的可行性，得到的平面边长数据满足相关规范要求，垂直边长虽然也满足但是精度上还有提高空间。结合全站仪的高精度与无人机倾斜摄影的便捷全面，可充分发挥两个仪器的技术优势，在保证自身安全、不影响他人隐私的前提下大大提高了测绘作业效率，降低在特殊场景下的施测难度。除屋顶场景外，还可以推广至更多需要面积测绘的项目。

参考文献

[1] 刘荣飞.城市违章建筑规范化处理与治理对策分析[J].居舍,2021(11):158-160.

[2] 杨善飞.论违章建筑的良性法律治理——以福州地区为例[J].开封教育学院学报, 2018,38(10):248-250.

[3] 孙华,徐央杰,李丹,等.无人机倾斜摄影在制造业信息化建设中的应用[J].测绘通报,2023(S1):111-116,147.

[4] 胡斌，李春华.全站仪三维自由设站在基坑监测中的应用与分析[J].城市勘测,2021(3):177-179.

[5] 敖成欢.基于Smart3D的双镜头无人机倾斜摄影大面积实景三维建模研究[J].城市勘测,2021(3):99-103.

[6] 杜芳芳,巨玉祥,李卓,等.基于蚁群算法的植保无人机任务分配优化研究[J].交通科技与经济,2020,22(5):17-20,44.

[7] 武帅莹,敬小东.3S技术在土地利用调查中的应用[J].交通科技与经济,2014,16(4):105-107,128.

[8] 程争刚，张利.一种基于无人机位姿信息的航拍图像拼接方法[J].测绘学报,2016,45(6):698-705.

[9] 许强,朱星,李为乐,等.“天-空-地”协同滑坡监测技术进展[J].测绘学报,2022,51(7):1416-1436.

（上接第50页）

平台界面如图8所示。

图8 多源数据数字化管理平台

6 结论与展望

以历史文化街区保护更新为背景，研究了点云数据的特性、处理步骤以及应用。点云数据具有高精度、高密度、完整性好、可视化等特点，以及非接触、速度快、适应性强、数据获取全面的独特优势，能够为古建筑的保护和修缮提供真实、准确、全面的数据，满足中国古建筑资料信息获取与保存的需求，在历史文化街区保护更新中的作用日趋重要。未来，可以继续探索点云数据在历史文化街区保护更新项目中的应用，进一步提高数据质量和处理效率，创新研究更加高效和自动化的数据转换方法，在实际应用中发挥点云数据的最大化价值。

参考文献

[1] 顿明明,王勇.苏州历史文化街区保护历程回顾与思考[J].城市规划,2022,46(S1):76-83.

[2] 李宝瑞.地面三维激光扫描技术在古建筑测绘中的应用研究[D].西安:长安大学,2012.

[3] 李雪.基于古建筑保护修缮需求的三维激光扫描数据应用研究[D].北京:北京工业大学,2018.

[4] 李东晋.结合激光扫描与倾斜摄影的历史街区改造测绘技术研究[J].经纬天地,2022(4):47-51.

[5] 吴嘉宝,张宝方,陈笑鹏,等.近景摄影测量技术在历史街区保护修缮工程测绘中的应用——以柳林县明清街中区五号地块某院落为例[J].城市建筑空间,2022,29(12):7-10.

[6] 高俊,张德杨,张真真.基于RealWorks和SketchUp的建筑物点云数据三维建模[J].河南科技,2017(17):21-23.

[7] 郭建兵,岳仁宾.倾斜摄影测量技术在历史文化名镇测绘中的应用[J].测绘通报,2019(S2):106-109.

[8] 陈立波,李俊峰.测绘在历史街区古建筑保护中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2017(24):123-124.

[9] 刘宇,宋羽,石信肖.基于激光扫描技术的建筑物三维重建[J].北京测绘,2020,34(5):619-622.

[10] 张慧,汪杰.基于点云数据的传统村落VR展示研究——以井陉于家石头村为例[J].古建园林技术,2023(1):48-51.

[11] 李志刚.历史城区基础信息获取与应用关键技术研究——以青岛市为例[J].城市勘测,2020(6):46-50.

水师提督的经纬航行

◎ 徐永清

1933 年，当时统治越南的法国，趁日本侵华之际，出兵侵占了中国南沙群岛的九个小岛（即今南威岛、太平岛、安波沙洲、北子岛、南子岛、南钥岛、中业岛、鸿麻岛和西月岛）。7 月，中国政府外交部向法国政府提出抗议。与此同时，广东、江苏、上海、福建、浙江等地人民纷纷举行集会，这就是“南海九小岛事件”。

“南海九小岛事件”发生后，广东省致电中央政府称：“九岛为我最南领土，前清时曾派广东水师提督李准至该岛调查，并鸣炮升旗。”这时，寓居天津、花甲之年的李准，亲自来到大公报社和国闻周报社，向记者详谈他在 1908 年巡视南海诸岛的往事。

李准（1871—1936 年），四川邻水人，17 岁去广东父亲宦所延师授业，两次入京应试落第。1895 年，父亲为他捐同知衔，分至广西，同年冬奉张之洞委派经办湖北赈捐。1898 年，李准升任广东钱局提调，次年兼任海防善后局提调和广东省厘金局总办。1902 年，李准任广东巡防营统领，兼巡各江水师。1905 年 5 月，李准接任广东水师提督。

古地图宣示东沙主权

清光绪三十三年（1907 年），李准亲率船舰巡视西沙诸岛，先到西沙群岛林岛（今永兴岛），鸣炮，升大清黄龙旗，并刻石立碑，书“广东水师提督李准巡阅至此”。

1908 年春天，李准乘伏波舰巡洋，当来到距沙头 80 海里洋面时，发现前面岛上竖有日本国旗，李准不胜惊讶，这里是广东海域，为何有日本国旗飘扬于岛上？他们当即乘舢板登岸查勘，见沙滩上横着一块写有“西泽岛”的木牌。时任赤溪协副将吴敬荣说：“这里是东沙岛，一向属中国领土。”

李准将盘踞此岛的日本人西泽叫来询问。原来日本商人西泽吉次 1901 年因商船遇风暴偏离航道，飘到东沙岛，发现岛上堆积的鸟粪是优质磷质肥料。次年，他率船前来大量挖掘，运到台湾贩卖。他将东沙岛改名为“西泽岛”，升起日本国旗，竖起日本的主权木牌，企图长期霸占。西泽称“已经营于此二三年矣”。日本人已在岛上建轻便铁道十余里，机器、厂屋若干座。李准当即派兵监视，不许日本人采集鸟粪及玳瑁、海带，已采之货亦不许挪动。

回到广州城，李准与两广总督张人骏商议此事。张人骏急报军机处并摄政王亲阅。军机处得报告后，即委派张人骏办理南洋诸岛事宜。当时两江总督端方也致电张人骏，强调南海群岛“自古就是中国之地，不可置之不理”。

1909 年夏历二月二十六日，张人骏就日人侵占东沙岛一事照会日本驻广州领事赖川浅之进说：“现查惠州海面有东沙一岛向为闽粤各港渔民前往捕鱼时聚泊所在，系属广东之地，近有贵国商人，在该处雇工采磷，擅自经营，系属不合，应请贵领事官谕令该商即行撤退，查明办理，以纫睦谊。”二月二十七日，日本领事来两广总督衙署面称，他对于此事毫无所闻，已电日本外务省。三月二十日，日本领事得到日本政府的指示，再次来到两广总督衙署，谓“该岛原不属日，彼政府亦无占领之意。惟当认为无主荒岛，倘中国认该岛为辖境，须有地方志书及该岛应归何官何营管辖确据，以便将此证据电外交部办理”。

李准友人、时任广东按察使的王秉恩（约 1841—1923 年）博览群书，他指出乾隆年间高凉总兵陈伦炯著《海国闻见录》记载：“船由自宋，经东沙，入万山，到广州。东沙者，海中浮沙也，在万山东，故称为东沙。”

陈伦炯（约 1685—1748 年），福建同安县人，其一生除在康熙帝身边任侍卫之外，出生、成长与任职均在东南沿海，熟悉沿海事务，所撰《海国闻见录》内容广泛，记叙详细，尤其是所附的几种地图是清代沿海及世界地理学与地图的代表性著作。《海国闻见录》成书于清雍正八年（1730 年），书中称东沙群岛为“南澳气”，《海国闻

▲ 永兴岛上的石刻南海诸岛地图

见录》中的《四海总图》，绘有“气”和“沙头”。据方位及记载来看，“气”即南澳气，指东沙群岛；“沙头”即沙岛之头，南海诸岛中，沙岛自东沙群岛开始出现，故“沙头”亦指东沙群岛。

张人骏搜集到一些可以证明中国对东沙岛权属的记载与地图。根据有关资料分析，这些地图大致包括陈伦炯著《海国闻见录》的《四海总图》、王之春著《国朝柔远记》的《沿寰海全图》，以及英国海军海图官局编《中国江海险要图志》的《中国滨海及长江一带下至中国海南洋群岛》，这几张地图都明确标绘出东沙群岛，有力证明了东沙诸岛历来为中国之版图，张人骏在奏折中说：“查日人占据东沙岛，经臣与日本领事据理力争，彼已认为是中国属土。刻正派员前往会勘，不久即可将该岛收回。”几经交涉，东沙岛终于交还中国。

收回东沙岛之后，交劝业道管理，李准派人在岛上开采鸟粪、玳瑁、海带，每月派船送去伙食，顺便将开采物资运回。李准还计划在岛上建无线电台“以报风讯”，终因经费不足未能实现。

巡视西沙

清宣统元年（1909 年）春，两广总督张人骏命令善后局关务处开设西沙筹备处，派王秉恩、李哲濬负责其事，并派广东水师提督李准亲往西沙群岛巡视复勘，以便绘成海图，呈报鱼师、海港、军部、内阁立案，避免重蹈东沙岛被人占据后才去交涉的覆辙。

1909 年 5 月 19 日，广东水师提督李准、副将吴敬荣率伏波号、琛航号军船开赴西沙群岛，与李准同行的有李哲濬、丁乃澄、裴祖泽、王文焘、刘子怡、汪道元等官员，还有无线电工程师德国人布斯、丹麦人那森，卫兵一排，木、石、漆、缝补匠，测绘员、小工等 170 余人。他们备足一月的人畜用品及燃料，以林国祥任驾驶之责，吴敬荣、刘义宽分带伏波号、琛航号，王仁棠做助手，经香港抵达琼州海口，采买鱼菜，补充淡水。又派人在当地购买了几只平底的大型扒艇，准备在西沙登岛时使用。

5 月 22 日，两舰沿岛南行，抵达崖州所属的榆林港。因天气预报未来三五天会有西南风，需等风过之后才能出海，而且舰队也需要补充一些淡水，于是，李准决定在榆林港停留几天，待天气好转时再出发。

5 月 29 日，天气终于好转，李准决定立即出发。下午 4 时，伏波、琛航两舰起锚驶向西沙群岛。由于西沙一带海况复杂，林国祥与吴敬荣彻夜不眠，指挥军舰夜航。

5 月 29 日夜 11 时许，两舰终于驶抵西沙，停船抛锚。他们乘扒艇和舢板登上一座海深水清的小岛，李准视察全岛，举行仪式，鸣炮升旗，决定将到达西沙的第一个岛用舰队的旗舰伏波号来命名，称为“伏波岛”，并命随行工匠将岛名刻写在珊瑚石上以作纪念。

5 月 30 日，李准率舰抵达西沙的第二个岛。该岛距离伏波岛约三十里，岛上林木鸟禽、自然景观，与伏波岛基本相似，只是地上土层较厚。登岛不久，在岛上寻找淡水的工人就兴奋地跑来报告，“掘地丈余，即遇淡水”。李准尝了一下，味道十分甘甜，遂把该岛命名为“甘泉岛”。李准在岛上巡视一周后，又登舰前往对面的一座小岛。该岛比甘泉岛要小，纵横不过八里，岛上珊瑚更多。于是，李准将其命名为“珊瑚岛”。

李准一行辞别珊瑚岛后，又巡视了琛航岛、邻水岛（今永兴岛）、广金岛、丰润岛（今东岛）、霍邱岛、归安岛、乌程岛、宁波岛、新会岛、华阳岛、阳湖岛、休宁岛、番禺岛等岛屿。所到之处，他们都升旗鸣炮，命名勒石，凿井造屋，放养牲畜。

这次巡行，采用军舰、物产，以及张人骏、李准及同行诸人的籍贯为南海诸岛命名。有伏波岛（伏波舰）、甘泉岛（掘地得淡水故名）、琛航岛（琛航舰）、邻水岛（李准，四川邻水人，今永兴岛）、霍邱岛（裴祖泽，安徽霍邱人）、归安岛（丁乃澄，浙江归安人）、乌程岛（沈孝文，浙江乌程人）、宁波岛（李哲濬，浙江宁波人）、新会岛（林国祥，广东新会人）、华阳岛（王文焘，四川华阳人）、阳湖岛（刘子怡，江苏阳湖人）、休宁岛（吴敬荣，安徽休宁人）、番禺岛（汪道元，广东番禺人）、丰润岛（张人骏，直隶丰润人，今东岛）等。

同时，李准等还利用出航前在广州和天津购得的英制测距皮尺、海上定位器、经纬仪等测绘设备，对西沙群岛的地理、水文等情况进行了考察，详细测绘记录了各岛的经纬度、地势高低、面积大小和内外沙线、水泥深浅、明暗礁石、潮汐气象，以及出入各岛所经航路、各岛之间距离，何处为花石底、砂底等情况，并测算了从西沙至三亚、榆林、崖州等地轮船往来速率和时间等，每项勘测都绘有专图，然后另绘一总图，并详加注解。

6 月 10 日，两舰从西沙群岛返航，历 48 小时抵达香港，次日返回广州。舰队返回后，李准将此行经过向张人骏作了详细汇报，并将从西沙带回的各种珍奇产品、巡海照片、地图等进行了展览。广东官员及士绅争相前往参观，啧啧称奇，引起很大轰动。

李准还将西沙各岛的测绘图进行整理，然后上报陆军部（当时海军尚未设部，归陆军部管辖）和军机处存档。遗憾的是，这些测绘图后来都在辛亥革命时遗失了。

测绘南海诸岛地图

1910 年，李准主编、刊印《广东水师国防要塞图说》一书，他在序中写道：“去年军咨处檄行来粤，调查海防要塞。余乃命材武之士分道探测，幕下之宾分门探测，逾时累月，始底于成。复取粤省旧图与西人新图互相参校，经今实测详备为多，为图二十有七，用以上闻，藉资考镜。”

《广东水师国防要塞图说》共有 27 幅地图，含《广东沿海总图》1 幅、分图 26 幅，均有图说。可惜，现在只能见到图说，看不到地图。图说包括南海诸岛的《东沙岛图说》《西沙岛图说》。《西沙岛图说》记载了西沙岛的位置、面积、形状、潮汐以及物产和开发等情况，并列出经纬度数据：“西沙岛在琼州陵水县榆林港之东南，星罗棋布，延袤直自纬北一十五度四十六分至纬北一十七度一十七分五秒，横自经东一百一十一度一十四分至经东一百一十二度四十五分。共岛十五处，分为西七岛、东八岛，水深一十三拓至二十拓不等。岛产磷质、雀粪极多。宣统元年，张前部堂派员查勘。现拟招徕华商承办岛务官，为保护维持，以重领土而保利权。”

《广东水师国防要塞图说》是中国第一次明确将南海诸岛作为国防要地纳入国防版图，也是南海诸岛属于中国、政府早已对南海实施管辖的有力证据，至今仍是中国政府用以证明其对东沙、西沙等海岛主权的重要文献。

李准巡视南海诸岛，测绘南海诸岛地图是他承担的一项重要任务。所以，在他亲自撰写的《巡海纪事》《任庵自编年谱》《任庵六十自述》里，多处提到测量和绘图事宜。

据李准自述，1909 年巡视南海诸岛时，详细绘出西沙群岛总图和 15 处海岛的分图，这些测绘之图，在辛亥革命的炮声中遗失。它们到底遗落何方，至今尚无答案。不过，我们还是可以从相关文献中，寻觅它们的身影与脉络。

清光绪二十三年（1897 年），张人骏主持编制《广东舆地全图》，宣统元年（1909 年）七月，《广东舆地全图》由广东参谋处测绘科制图股重印。新版《广东舆地全图》，在《广东全省经纬度图》中增绘了东沙岛、西沙群岛，标出东沙岛和西沙群岛名称，详细绘出东沙群岛的东沙岛与东沙环礁，西沙群岛的宣德群岛、东岛、永乐群岛、玉琢礁、华光礁、浪花礁、盘石屿、中建岛，成为现存最早采用经纬制图法绘制南海诸岛的地图。

有较为充分的证据表明，李准率舰队 1909 年巡视南海诸岛详细绘出西沙群岛总图及分图，无疑是同年《广东全省经纬度图》南海诸岛部分的主要来源。据广东省社会科学院周鑫博士的研究，李准给出的西沙群岛实测经纬度范围，与 1909 年《广东全省经纬度图》中西沙群岛的经纬度范围大体一致。《广东全省经纬度图》所绘西沙宣德群岛最北部的纬度为北纬 16 度 57 秒，这是一个前所未有的新数据，当是李准等人到西沙群岛实地测绘的纬度。虽然李准等人实地测绘的南海诸岛地图令人遗憾地不见踪影，但是，在同一年出品的《广东全省经纬度图》上，部分展现还原了那次实地测绘西沙群岛的成果。

（作者系中国测绘学会边海地图工作委员会副主任委员、《地图研究》集刊主编）

用胜利说话

◎ 陈鲁民

在巴黎奥运会男子100米自由泳决赛中，中国选手潘展乐打破了自己创下的世界纪录，夺得金牌。赛后，潘展乐在采访中表示：之前，那些外国运动员很傲慢，看不起我们，和他们打招呼都爱答不理的，对我们的教练也很不尊重。我就憋着一口气，今天终于把他们所有人都拿下了，一雪前耻。这就叫用胜利说话！

胜利的后面是实力。潘展乐夺金的实力，就是一骑绝尘，势不可挡，把排名第二的澳大利亚选手拉开差距足足有1秒多，潘展乐说："最后15米距离，发现他们被我拉太多了。"跳水运动员陈芋汐／全红婵联手夺冠的实力，就是领先第二名朝鲜组合多达43分。她们神奇的"水花消失术"得到网友这样描述："全场都感动了，只有跳水池里的水不敢动。"射击运动员盛李豪累计231.1环，比排名第二的瑞典选手林德格伦多0.6环。乒乓球运动员王楚钦／孙颖莎以4∶2战胜"黑马"，夺得混双金牌。这就是实力，无可争议，毋庸置疑，无法撼动。

实力的后面是苦练。运动员夺金的实力并不是从天上掉下来的，而是靠长年累月坚持不懈地训练出来的，苦练然后才有实力，有实力而后才能夺取胜利。各行各业的胜利也都是这样得来的。尤其是把胜利看得高于一切的军人，更要刻苦练习军事本领，提高军事技能，增强军事实力，才能多打胜仗，所向无敌。

苦练，既包括苦其体肤，刻苦训练，也包括苦其心志、苦心孤诣。苦练二字，看似简短，实则意蕴丰富，气象万千，可以有很多解读。

一曰天道酬勤，功不唐捐。奥运夺冠须付出千辛万苦，历经千锤百炼，非如此不足以成其事。推而广之，古往今来，要干成任何一件有价值的事，都需要日积月累地勤于工作，勤于精业，勤于思考，勤于实践。所谓一举成名、一蹴而就、一劳永逸、一夜暴富的奇迹当然也有，但那大都是小概率事件，可遇而不可求。世界上绝大多数事情还是要靠一刀一枪，一斧一镰，一砖一瓦，一步一个脚印，日复一日的努力，才能摘取成功的果实。实践证明，人的任何努力都不会白费，每一步攀登都会缩短与顶峰的距离，因而可以不夸张地说，天道酬勤是世间最公正公平，也最具哲理的一个成语。

二曰种瓜得瓜，种豆得豆。陈芋汐／全红婵夺冠的惊艳一跳，如梦如幻，美不胜收，可是为了这一跳，她们不知苦练了多少次，付出了多大代价。陈芋汐从6岁就开始跳水生涯，其间，屡经坎坷，伤病缠身，但她一直没有放弃，苦苦练习，终于好梦成真，走向辉煌。东京奥运会女子铅球冠军巩立姣赛后也说："为了这一刻的到来，我苦练了21年，投掷了几百万次，手掌都磨出厚厚老茧。"所以，她们的夺冠都是实至名归，种瓜得瓜。也充分说明一个道理：奋斗的根是苦的，花是香的，果是甜的。

三曰一分耕耘一分收获。人在做天在看，老天就是个高明的精算师，你付出多少，就会收获多少，努力几成，就有几成结果。谁想投机取巧，弄虚作假，以劣充优，肯定会露馅碰壁。无论古今中外，通向成功的高峰都没有捷径可走，"只有在那崎岖小路上攀登的不畏劳苦的人们，才有希望到达光辉的顶点"。诚如奥运冠军徐梦桃所言："请所有人都不要放弃努力，你的努力也许在什么时候就会帮到你，而且一定会是在最关键的时候。"

苦练加巧练，天赋加勤奋，坚持不懈，水滴石穿，既是所有成功运动员也是每个合格军人的共同轨迹。喜看奥运，为中国健儿喝彩，苦练精兵，不怕酷暑炎热，我们也要以苦练集聚实力，以实力保障胜利，最终用胜利说话。

（作者系战略支援部队信息工程大学教授、中国作家协会会员）

读史（夏至北宋）

◎ 冯思儒

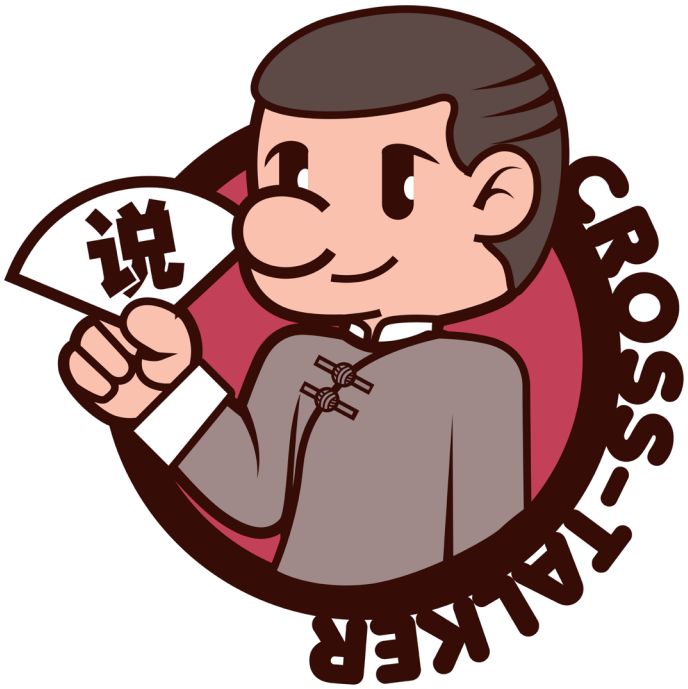
自从盘古开天地，三皇五帝到如今。
夏启成汤同覆手，文武周公九州谋。
穆平西来入洛邑，从此不称小邦周。
东北西南征不休，春秋战国乱悠悠。
五霸七雄从前事，一匡天下咸阳宫。
同文并轨称皇帝，二世而亡楚汉争。
大风起兮云飞扬，匈奴哪敢称雄长。
公元更始新朝立，称王只合在昆阳。
汉宫帝王多垂髫，粉饰太平枕黄粱。
一朝见得苍天死，遍地英雄皆豪强。
三分天下卧龙吟，两朝归晋狼顾相。
永嘉南渡胡代夏，你方唱罢我登场。
百年往来离乱人，神州内外皆民殇。
黄淮长江血作水，洛阳金陵骨筑墙。
都云乱世英雄事，不见小民路边亡。
刘赵慕容羯氐羌，汉人尽作两脚羊。
更有鲜卑拓跋氏，北国千里修罗场。
至此大乱不知时，南朝刘宋代晋堂。
寄奴宇内奋金戈，气吞万里威名扬。
元宏迁都慕汉风，权臣门阀再开张。
东北西魏还大周，宋齐梁陈惹荒唐。
定鼎乱世隋当兴，却效秦朝二世亡。
三征高丽通运河，为他人做嫁衣裳。
六合毕，四海归，释广阔，曰大唐。
风度渭水入长安，世人皆称天可汗。
文武齐上凌烟阁，胡马不敢度阴山。
感业寺中红颜老，含元殿里二圣欢。
莫道女子不如男，女皇神都起波澜。
若无朝中狄阁老，怎有李唐社稷安。

九天阊阖开宫殿，万国衣冠拜冕旒。
金戈铁马震海内，护府林立守域中。
姚宋共襄四海靖，李杨奸摄九州忧。
胡儿殿内作旋舞，至此盛世已难留。
祸乱天下有安史，朋党朝野看李牛。
偏逢寒夜起甘露，又添阉宦人更愁。
西天诸佛几千万，一遇会昌皆成囚。
纵有李忱小太宗，节度祸乱唐已休。
国祚三百号全盛，神器篡于朱全忠。
也道梁唐晋汉周，王霸雄图总是空。
不如引舟下江南，且看十国烟雨中。
世人皆恨儿皇帝，我独痛惜吊柴荣。
天若假年多数载，何愁燕云十六州。
陈桥裹袍都点检，柴巢飞来赵家鸠。
定都汴梁号大宋，南唐北汉已休休。
雕栏玉砌应犹在，东京城里度春秋。
忽闻斧声烛影闪，大内早定金匮盟。
纵有北伐凌云志，人间已无周世宗。
书中自有黄金屋，真宗劝学自成功。
文曲文昌皆下凡，立我华夏文人风。
庙堂之高包龙图，江湖之远范文正。
前有欧阳点二苏，后有司马斗介甫。
仁应神哲号盛世，一日三餐自此出。
文强武弱忧患始，雁门日夜闻鬼哭。
遇洪则开宋郓城，得杭乃败方歙州。
本是闲散遂宁王，何苦北狩昏德公？
肉袒牵羊子女奴，华夏大难万民恸。
泥马过江赵老九，徒留笑柄青史中。

乙（作者单位：河南省测绘院）

难忘儿时听说书

◎王伟灿



小时候，我最喜欢的就是夏天了，不但可以去水塘里捞鱼摸虾、听蛙鸣、捉金蝉，而且可以听说书。

天气炎热、酷暑难耐时，农村没有空调、电扇可以消暑，人们晚上就去街头或者场院纳凉。这时，附近几个民间艺人，就会轮番到村里给大家说书听，说的是河南坠子。每家每户拿一茶缸麦子作为报酬，大队派人收齐后交给说书先生。

常来我们村说书的是位五六十岁的盲人，在方圆几十里名气很大，每次都坐着由徒弟赶的马车来到村里。说书的地点一般选在街头庙前的土台上，摆一张桌子、两把椅子。说书人一个拉二胡，一个边敲鼓边打着快板说唱。开始时，他们会有节奏地敲鼓、拉弦，人们一听到鼓弦声，便纷纷走上街头。我也会拿着小马扎跟着母亲一起去听书。

人来得差不多了，说书先生便正式开始。说的都是古书，如《刘墉下南京》《罗成算卦》《王华买爹》《杨家将》《岳飞传》等等，一部书往往要说上半月二十天，大家坐在台下，手里摇着蒲扇，边乘凉边听书，惬意极了。说书先生是个全才，不仅书说得流畅动听，鼓和快板也打得极好。他声音浑厚响亮，说说唱唱，那腔调有时像缕缕凉风吹进人们的心坎，有时又如一声炸雷让人感到惊心动魄。百十人围在一起，听得津津有味，除了说书声，没有一点儿动静，大家生怕漏掉一个故事情节。

一天晚上，说书先生说的是《杨家将》中《四郎探母》的故事。杨四郎在宋辽交战中被辽掳去，与铁镜公主结婚。15 年后，四郎听说六郎挂帅，老母亲佘太君也押粮草随军同来，动了思亲之情。但战事紧张，无法见母。后来在公主帮助下，四郎盗取令箭，冒死去见家人。这段故事，说书先生讲得非常精彩。开始时，轻声细语娓娓道来；关键处，大鼓一敲，猛一跺脚，声音提高了几分，引得大家精神振奋；讲到悲伤处，先生的声音里带着哭腔，听者也不禁潸然泪下。

我听得愈发入迷，甚至听上瘾了，说书先生虽然看不见，却出口成章，让我佩服得五体投地。说书的不散场，我绝不会回家睡觉。而说书先生总爱卖关子，讲到精彩处，总会说出那句“且听下回分解”。于是，第二天我便盼着白天快点过去，晚上好去听书。

但是，第二天天公不作美，小雨淅淅沥沥下了一整天，直到晚饭时才停，街上到处是水。眼看天越来越黑，我们一帮小孩儿急得如热锅上的蚂蚁，左看看、右瞧瞧，企图寻找一个能说书的地方。这时，村支书守本大叔走来，我们急忙跑到他跟前，问道：“大叔，晚上还能不能说书呀？”守本叔看了看远处，摇了摇头说：“街上又是水又是泥，咋说书呀，都回去早点睡吧！”可我们实在不甘心，抓着他的胳膊摇晃：“想想法吧，想想法吧，叔！”守本叔沉思了片刻，对我们说道：“大队部有间房子，可以在那里说书，但是屋里面有物件得腾出来，你们几个小家伙给我搭把手去。”我们一听有盼头，高兴地向大队部麻溜跑去……

半个小时后，大队部那间宽敞的屋子里，说书先生的二胡声、快板声又响起来了。

一年又一年，听着一个个动人心弦的故事，我知道了精忠报国的岳飞、铁血丹心的杨继业、巾帼不让须眉的穆桂英，知道了心地善良的王华、为官清正的刘墉……懂得了什么是真善美，幼小的心灵里萌发了爱国主义的英雄情结。

时光荏苒，转眼间，几十年过去了，故乡夏夜里的说书声渐渐湮没在时光深处，但听到的那些精彩情节和人物故事却深深烙在了我的脑海里。

（作者单位：河南省资源环境调查二院有限公司）

街角飘来米花香

◎ 吕小卫

米花，老家称为炒豆，所以爆米花又称作崩炒豆，是由玉米伴以白糖或糖精加工而成，入口酥脆香甜。随着时代的发展，米花不断演绎出新的口味，奶香味、巧克力味、草莓味、哈密瓜味等，颜色也由普通的淡黄色衍生出红色、紫色、绿色等，于是，看似普普通通的爆米花慢慢变成了老百姓吃不起的“奢侈品”。后来，随着科技的发展，农民种出了爆米花专用玉米，只需在微波炉里稍稍加热，就可以吃到各种味道的爆米花了。

小时候，家里经济条件差，能吃一捧酥脆的炒豆，就是童年最大的满足。崩炒豆不用吆喝，只需在村头支起爆米花机，生起炉火，摇起手柄，一会儿工夫，在听到“嘭”的一声巨响后人们就知道崩炒豆的来了。于是，大家挎个篮子装上一碗玉米便循声而去，家里有钱的会用大米代替。来得早的，很快就挎上一锅炒豆回去与家人分享了，在回家的路上也不能闲着，还要不停地和邻居分享，就这样让着让着，一篮子炒豆到家就只剩下半篮了。

崩炒豆时要是碰上人多，就得等到天黑才能轮到。排队等候的这段时间，小朋友可不闲着，摔泥巴、斗鸡、野鸡令砍大刀……一个个在崩炒豆现场玩得不亦乐乎，有胆大的还时不时帮助小伙伴捂住耳朵躲避那巨大的声响。玩累了，大家就围在炉火前烤火，红红的炉火映着一张张红扑扑的小脸。

记得有一次，村里来了个崩炒豆的，邻居都排队去了，我也缠着母亲要钱去崩，可是，家里的玉米全部磨成了玉米面，根本没有多余的玉米去崩炒豆。可我哪里知道这些？见妈妈没有答应，我就开始大哭大闹，吵吵着要去崩炒豆。在我声嘶力竭的哭喊下，妈妈只得到邻居家借了一碗玉米，我方才罢休。多年之后，我们兄妹几个常常当作笑话谈起此事。

时光悠悠，岁月绵长。随着年龄增长，离家也越来越远，崩炒豆成了过去的记忆，吃一口传统意义的炒豆也成了我心头挥之不去的情愫。有次去大姐家，见她家门口放着一小袋玉米，瞬间勾起了我对炒豆的念想，于是我顺手就将这一小袋玉米装在了车上。

日子在花开花落中流走，忙忙碌碌充斥着生活的每一天。一晃这一小袋玉米就在车里从初春呆到了夏日。妻子在收拾车子时要将玉米腾出来，被我当场拒绝，“说不定哪天就碰见崩炒豆的了”。

这天傍晚，我在大街上散步，突然听到一声熟悉的巨响，我顺着声音寻找，果然在街角的小树林里，看到一位中年师傅正摇着爆米花机。我惊喜万分，飞快地回家取来玉米。师傅麻利地将玉米装进爆米花机内，只是以前的手摇式转机装上了小马达，变成了全自动，装炭的炉子也换成了液化气，“呲啦呲啦”，机器有节奏地转动着，仿佛又将我带回小时候，围着炉火崩炒豆的情景浮现在眼前。

装玉米的机器在火上自动旋转着，大约经过 5 分钟的加热，压力达到一定程度，米花就熟了。“开锅喽！”师傅一声吆喝，准备打开机盖，此时，旁边胆小的用双手紧捂耳朵，胆大的就不管不顾任它震天巨响。随着“嘭”的一声，膨化后的米花伴着一股白气呼之而出，一粒粒米花犹如盛开的花朵，来不及和我们打个招呼就急匆匆钻进了袋子。

响声吸引了很多人，大家你一言我一语说起小时候崩炒豆的趣事儿，个个兴奋得像个孩子，米糕、爆米花，只一会儿工夫，师傅的存货就卖得干干净净。

晚上，我坐在沙发上津津有味地吃着爆米花，回想起小时候的点点滴滴，嘴角不由露出甜蜜的微笑。

（作者单位：沁阳市西万镇自然资源和规划所）

李文奇绘画作品欣赏

李文奇，男，1967 年生，河南省虞城县人，现任虞城县自然资源局稍岗镇自然资源所所长。

李文奇自幼聪颖，尤其喜欢绘画，小学、初中期间突显绘画天赋。参加工作后，李文奇并未让画笔远离他的生活，反而更加勤勉地耕耘在艺术的田野上。他广结良师益友，遍访艺术大家，不断汲取养分，精进技艺，使得其绘画技能如同陈年佳酿，愈发醇厚。他的作品在全国及省市县各种比赛中屡获殊荣，多幅作品被社会各界所收藏，赢得了社会各界的认可与赞赏。

面对荣誉与赞美，李文奇始终保持着一颗谦逊而坚定的心。他深知，艺术的道路没有终点，唯有不断探索与创新，方能不断超越自我。他将在追求绘画的道路上初心不改，永不懈怠，奋力前行，用手中的画笔，描绘生活的美好与希望，传递正能量与温暖。


乘遠


清賞


清遠


凝視


事事如意


出污泥而不染


凝視
辛丑年

《资源导刊·信息化测绘》

宣传合作单位

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

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
河南测绘职业学院
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

友谊型宣传合作单位

思源时空科技（河南）有限公司
河南卓越科技发展有限公司
焦作市基础地理信息中心
河南省润泰工程管理有限公司
河南恒旭力创测绘工程有限公司
河南豫西路桥勘察设计有限公司
灵宝市土地与矿产勘查测绘中心
河南蓝通实业有限公司
河南省时代测绘技术有限公司
东网空间地理信息有限公司
安阳市房产测绘中心
安阳市国土资源调查规划与测绘院
河南广盛信息科技有限公司
郑州天迈科技股份有限公司
河南信大测绘科技有限公司
黄河水利委员会三门峡库区水文水资源局
郑州市规划勘测设计研究院
新郑市新房测绘队
河南建岩信息工程有限公司
河南中豫勘测规划技术有限公司
郑州市交通规划勘察设计研究院
河南中联建设有限公司
郑州超图地理信息技术有限公司
河南省瑞兴工程咨询有限公司
河南省启沃土地咨询有限公司
河南数字城市科技有限公司
郑州经开规划勘测有限公司
河南建正勘测规划设计有限公司
河南省国源工程咨询有限公司
郑州众益信息科技有限公司
河南省恒信工程技术服务有限公司
河南中信测绘地理信息有限公司
中建国信大数据集团有限公司
郑州市水利建筑勘测设计院
郑州郑房测绘有限责任公司
河南省水利勘测设计研究有限公司
郑州华程测绘有限公司
开封市金源测绘有限公司
航天宏图信息技术股份有限公司
河南省中纬测绘规划信息工程有限公司
中铁七局集团郑州工程有限公司
河南三维勘测设计有限公司
河南八度土地规划设计有限公司
河南中徕测绘服务有限公司
河南天宇伟业测量仪器有限公司
河南德瑞普测绘仪器有限公司
中电云科信息技术有限公司
河南省地质科学研究所
聚鑫信息工程有限公司
荥阳市规划建筑设计室
河南省海翔测绘工程有限公司
河南智联时空信息科技有限公司
开封市祥和测绘服务有限公司
河南省交通规划设计研究院股份有限公司
河南豫兴测绘有限公司
济源市正祥房地产测绘有限公司
济源市自然资源技术保障中心
南阳空间测绘有限公司
郑州市郑土测绘服务有限公司

2024 年河南省测绘行业职业技能竞赛成功举办

本刊讯 8 月 25 日，为期三天的 2024 年河南省测绘行业职业技能竞赛暨第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛河南赛区选拔赛在郑州航空港经济综合试验区成功举办。河南省自然资源厅党组成员、副厅长景志刚，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生，河南省测绘学会常务副理事长杜清华，河南省自然资源厅测绘地理信息管理处处长王军胜，河南省测绘地理信息技术中心党委委员、副主任肖峰参加活动。

景志刚指出，此次竞赛是深入践行习近平总书记关于技能人才工作一系列重要指示批示精神的实际行动，是全面贯彻党的二十大提出的“坚持尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”要求的生动实践，是准确把握新时期测绘地理信息“两支撑、两服务”工作定位的具体体现，是扎实推进“人人持证、技能河南”建设的重要举措。这场赛事是对全省测绘地理信息行业技能水平的一次全面检阅，进一步营造了全行业尊重知识、尊重技能、尊重人才的良好氛围，激励更多测绘工作者走上技能成才、技能报国之路。

景志刚强调，技能创造价值，匠心筑梦未来。要紧密围绕在以习近平同志为核心的党中央周围，准确把握新时期测绘地理信息“两支撑、两服务”工作定位，牢记主责主业，聚焦现代化河南建设奋斗目标，锚定高质量发展首要任务，在平凡岗位上建功立业。要继续做好测绘高技能人才的培养，为加强技术交流、

促进技术合作、推动技术进步，创造更加有利的环境。要认真做好赛后总结，进一步提升办赛水平，弘扬工匠精神，激励行业工作者提高理论水平、业务技能和职业素养，共同推进全省测绘地理信息事业再上新台阶，为中原更加出彩贡献测绘力量。

此次竞赛项目为工程测量员单人赛，采取理论知识考试和技能操作考核相结合的方式进行，侧重技能操作考核。经过 3 天的激烈比赛，最终评选出郭晴晖、聂子良、张永明等一等奖 6 人，李朝亮、杜鹏超、杨金良等二等奖 10 人，徐金华、李冠南、记勇泽等三等奖 17 人。比赛还颁发了优秀裁判员、优秀组织奖、突出贡献单位等奖牌和证书。河南省遥感院荣获冠军选手单位，将代表河南参加第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛。（陈庆贺 / 文图）

2024测绘法宣传日暨
国家版图意识宣传周

规范使用地图
一点都不能错

GS京（2024）1814号