

资源导刊 信息化 测 绘

国际标准刊号: ISSN 1674-053X 国内统一刊号: CN 41-1389/D

2024

第 1 期

总第464期

实景三维河南建设培训会召开

压实主体责任 落实五项要求 全力建设实景三维河南

从时空赋能谈实景三维西安建设及应用

实景三维赋能数字青岛建设

国家新型基础测绘建设的“嘉兴模式”



ISSN 1674-053X



9 771674 053074



下半月 定价: 10 元

扫码关注微信

2023 年河南省测绘地理信息年会召开



本刊讯 2023 年 12 月 27 日至 29 日，由中国测绘学会、河南省科学技术协会、河南省自然资源厅、河南省测绘地理信息技术中心指导的 2023 年河南省测绘地理信息年会在郑州召开。中国测绘学会理事长宋超智，河南省科学技术协会党组成员、副主席王继芬，河南省测绘学会理事长、河南理工大学党委书记邹友峰，河南省自然资源厅原一级巡视员杜清华，河南省测绘地理信息技术中心副主任肖峰参加会议。

会议指出，一年来，在习近平新时代中国特色社会主义思想指导下，河南省测绘学会、河南省地理信息产业协会全面学习贯彻党的二十大精神，以党建工作引领，紧扣“四个服务”，着力扩大有效覆盖、拓展服务职能，充分发挥桥梁纽带作用，在技术交流、人才培养、科技成果转化、测绘地理信息科学知识普及等方面做了大量富有成效的工作，为服务自然资源管理和经济社会发展作出了积极贡献。

会议强调，2024 年，要贯彻落实全国测绘地理信息工作会议精神，准确把握当前工作的新形势新要求，进一步加强思想政治引领，以党建促会建，以会建强党建，团结带领广大科技工作者听党话跟党走；要充分发挥科技社团的桥梁纽带作用，凝聚行业力量，助

推测绘科技创新成果转化和人才成长，促进产学研用相结合，为全省测绘地理信息科技创新发展提供支撑；要进一步加强自身建设，坚持民主办会，努力打造党和政府信任、科技工作者满意、社会公众支持、自身发展有活力的学会，为河南省经济建设、自然资源管理作出应有贡献！

会上，中国工程院院士王家耀，国际欧亚科学院院士张新长，欧洲科学院外籍院士刘俊国分别以《大科学时代学科发展的新特点和我省测绘遥感地理科学发展的思考》《新型智慧城市发展展望——基于 AI 的大数据、大模型、大算力》《河湖遥感监测与渐进式生态修复》为题作了主旨报告。会议围绕北斗+地理信息新技术应用、城市勘测、工程测量及地下管网测量、工程建设与不动产测绘、航测遥感新技术应用、“一带一路”国际教育与合作、地质灾害与环境监测等主题举办了 8 个分论坛。会议还举办了测绘地理信息新技术、新装备展览会。

会议颁发了 2023 年度河南省测绘科学技术进步奖。来自全省各地测绘地理信息主管单位负责人，以及全省测绘地理信息企事业单位、科研院所的科技工作者共 500 余人参加了会议。☐（秦建辉 张磊 / 文图）

新年寄语

◎ 陈鲁民

星移斗转，岁月如梭，转眼间，令人难忘的2023年已经过去。辞旧迎新之际，回顾2023年，喜事多多，凯歌阵阵；展望2024年，充满希望，任重道远。满怀喜悦，写成锦绣诗篇；千言万语，化作盛世高歌。

“年年岁岁花相似，岁岁年年人不同。”回顾过去的一年，激情澎湃，感慨万千，我们有太多的喜讯，太多的收获。中国人民坚定信心，迎难而上，奋力拼搏，众志成城，克服了各种外在和内在的困难，顶住压力，顽强前行。我们的经济发展总体平稳，稳中有进，经济实力再上新台阶，就业物价总体稳定，国际收支基本平衡，进出口额同比基本持平，高质量发展扎实推进。2023年我国仍是全球经济增长的最大引擎，“一带一路”影响越来越大，成果也越来越多，对全球经济增长的贡献约为1/3。

辞旧迎新，喜气洋洋，回顾2023年，成就惊人，进步喜人，形势催人；欣逢2024年，举国欢腾，亿兆同庆，天地共辉。元旦祈福，愿望多多。

一愿国力更加强盛，展现盛世美景。当今世界，竞争空前激烈，不进则退，唯有国力强大，才能稳如磐石，立于不败之地。2024年，世界形势将会更加动荡，各种冲突继续加剧，我们要沉稳应对，排除干扰，努力做好自己的事情，力争把方方面面的工作做到尽善尽美，有条不紊地如期完成自己的战略计划，实现全面发展，提高综合实力，把胜利与成功写满2024年的每一个日子，在历史上记下浓墨重彩的一笔，进一步展现大国盛世的锦绣美景。

二愿经济建设稳定推进，人民生活水平不断提高。2024年，全球经济会继续低迷，对我们这样一个以出口为主的大国会造造成一定影响，我们要迎难而上，努力化解各种不利因素，有效扩大内需，积极开拓外贸，科学高效投资，使我国经济继续健康发展，拉动百业兴旺，促进人民生活水平继续提高，增强人民幸福指数。2024年，中国将会继续完成自己太空站的交接班任务，第五代移动通信系统（5G）全面投入商用，第六代移动通信系统（6G）的研发全面提速，探月工程正按照计划稳步推进……方方面面会更上一层楼，充分体现社会主义制度的巨大优越性。

三愿社会更加安定。社会安定才能万民幸福，强国强军则是重中之重。对外，我们要高度警惕分裂祖国的势力，特别是对一直兴风作浪的台独分子要保持高压态势，随时准备给予迎头痛击，以最坚定的决心和最坚决的措施维护国家统一。对内，要坚决打击各种危害社会秩序的犯罪分子，铲除黑社会毒瘤，自觉维护来之不易的安定团结和大好局面。同时，还要保持反腐败的力度，既打苍蝇，更打老虎，营造出一个不敢腐、不能腐、不想腐的社会氛围，把权力紧紧关进笼子里，创建一个政治清平的良好生态环境。

四愿文体昌盛。国运兴则文体兴。2024年，第33届夏季奥林匹克运动会将在法国巴黎举行。愿中国体育健儿再接再厉，在巴黎奥运会上争金夺银，再创辉煌，各项竞技活动更上一层楼，强项继续独领风骚，弱项迎头赶上，争取金牌双领先。文化舞台，盼望好戏连连，精彩纷呈，多出德艺双馨的艺术家，少闹点无聊绯闻；作家诗人们也抖擞精神，苦心孤诣，拿出精品佳作，为正在努力实现中华民族伟大复兴中国梦的亿万民众加油打气，奉献高质量的精神食粮。

2023年，是不平凡的一年，已写入历史；2024年，是更值得期盼的一年，充满希望的一年。我们的新年愿望，件件令人向往，但又来之不易，唯有奋斗拼搏，戮力共进，方有可能好梦成真，变愿望为现实。

初岁元祚，吉日惟良，让我们为新年干杯！



资源导刊 信息化测绘

2024年 下半年 第1期 总第464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

国际标准刊号：ISSN 1674-053X 国内统一刊号：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

顾问

王家耀 中国工程院院士
刘先林 中国工程院院士
李建成 中国工程院院士
龚健雅 中国科学院院士
邹友峰 河南理工大学党委书记
刘文锴 华北水利水电大学校长
李广云 战略支援部队信息工程大学教授
王召东 河南省土木建筑学会理事长
杜清运 武汉大学资源与环境科学学院教授
姚宜斌 武汉大学测绘学院院长
郭增长 河南测绘职业学院党委书记、院长
毛忠民 河南省测绘地理信息技术中心原二级巡视员

河南省测绘地理信息技术中心编委会

主 任 郭幸生
副主任 肖 峰 武永斌 王军胜 陈政民 贺 奕
成 员 翟娅娟 李 辉 王明强 赵立明
寿燕翻 赵海滨 付治河 张向军
田耀永 孙常建 曹 源 周学军

声明

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

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

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

网站合作单位



目录

CONTENTS

卷首语

- 1 新年寄语

国内要闻

- 4 自然资源部明确2024年测绘地理信息重点工作 等8则

时政传递

- 6 实景三维河南建设培训会召开
河南省测绘地理信息技术中心召开基层党组织书记述职
评议会
7 河南省自然资源科技创新中心授牌仪式举行
武永斌到固始县刘营村调研乡村振兴工作

特别关注

- 8 压实主体责任 落实五项要求 全力建设实景三维河南
10 从时空赋能谈实景三维西安建设及应用
12 实景三维赋能数字青岛建设
14 国家新型基础测绘建设的“嘉兴模式”

测绘广角

- 16 郑州市人防地图上线“郑好办”
17 南阳市地方独立坐标系正式启用
实景三维河南建设工作推进会召开
“天地图·濮阳”连续三年获评“五星级节点”

经天纬地

- 18 做铁路安全的守护者
——记东网空间地理信息有限公司

豫外传真

- 20 贵州“云问图”多功能服务平台上线
安徽印发文件加快测绘地理信息事业转型升级
21 四川出台工程建设项目“多测合一”实施办法
重庆推进实景三维建设落地见效

发展研究

- 22 刘先林：中国航测仪要争取站在世界测绘装备制造C位

技术应用

- 26 基于车载移动测量系统的高精地图制作
31 基于GeoScene软件对无人机影像解算的应用研究与问题分析
35 基于北斗高精度定位的卷烟物流配送车辆驻留点和配送进度研究
39 基于倾斜摄影和三维激光扫描技术的历史建筑测绘
43 基础地理更新数据成果质量检验系统研究及应用
47 联合GEE与多源遥感数据的土地利用分类研究
52 基于ArcGIS和Illustrator的地震应急专题图制作

地图故事

- 55 中国人测绘首幅月面图背后的故事

文苑撷英

- 58 年味渐浓
59 难忘姥姥腊八粥
60 我用时间雕琢人生诗句
61 测亘古天地，绘四海春秋

艺术欣赏

- 62 记录生活 留下记忆
——陈霄萧摄影作品欣赏

合作单位

- 64 《资源导刊·信息化测绘》宣传合作单位

封面

美丽天鹅湖 赵晓战 / 摄影

关注

自然资源部明确
2024年测绘地理信息重点工作

1月15日，2024年全国自然资源工作会议在北京召开。其中，会议总结了2023年测绘地理信息工作，并对2024年重点工作作出部署。

2023年测绘地理信息基础工作得到夯实，保密和地图管理政策进一步完善；实景三维中国建设总体实施方案印发，莫干山地信实验室开始实体化运行；中非卫星遥感应用合作中心成立，联合国全球地理信息知识与创新中心运行；测绘地理信息事业加快转型升级，国土空间规划体系日益完善，自然资源和不动产确权登记制度更加健全，生态文明建设能力不断增强。

会议强调，2024年，要加快推进测绘地理信息工作转型升级，服务支撑数字中国建设和数字经济发展。要加快完善时空信息新型基础设施，深度挖掘测绘地理信息数据价值，补齐基础数据管理制度政策供给短板，加强地理信息安全监管。

全球生态环境遥感监测2023年度报告发布

1月5日，全球生态环境遥感监测2023年度报告正式发布。2023年度完成3个专题报告，可为应对气候变化、增强全球粮食供给透明度、实现可持续发展目标提供数据与信息支撑。

“全球土地覆盖变化对碳损失和碳吸收的影响”专题分析了1985~2020年全球森林损毁、森林恢复和不透水面扩张的时空变化特征。这是时隔5年后生态环境遥感监测年度工作再次发布碳相关报告。

“全球大宗粮油作物生产与粮食安全形势”专题围绕联合国、2030年可持续发展目标2“零饥饿”，评估了其发生的典型气候事件和区域性突发事件对粮食生产能力的影响。

“南北极与青藏高原冰雪变化及影响”专题分析了最近20年南北极和青藏高原各类参数的时空分布特征与变化驱动因素，探讨了其对全球海平面变化的贡献及影响。

我国首次实现星间激光100Gbps超高速
高分辨遥感影像传输

近日，“吉林一号”平台02A01星、02A02星，开展了我国首次星间激光100吉比特每秒超高速高分

辨遥感影像传输试验并取得成功，该项技术达到国际先进水平。

本次试验所用的星间激光通信终端，支持同轨星间通信、异轨星间通信和星地通信等多种通信模式，并具备非相干体制和相干体制数据传输两种方式，最高支持速率分别达到10吉比特每秒和100吉比特每秒。研发团队攻克了高耦合效率多光轴一致性装配、高精度捕获跟踪控制、高带宽相干通信等关键技术。该系列技术不仅推动了我国空间激光通信技术的发展，也为未来空间通信提供了更先进、可靠的解决方案。

截至2024年1月10日，长光卫星先后完成了10Gbps及100Gbps速率的星间高速激光通信测试，稳定建链期间通信误码率为0，并将星间传输的高分辨率遥感影像进行了成功下传。

科技

天目一号星座成功组网

1月5日19时20分，快舟一号甲固体运载火箭在我国酒泉卫星发射中心点火升空，以“一箭四星”方式将天目一号掩星探测星座15-18星送入预定轨道，发射任务取得圆满成功。至此，天目一号星座阶段组网完毕。

天目一号星座是国内首个兼容北斗、GPS等世界四大导航系统的掩星星座，同时也是国际上首个实现“海反+大气掩星”一体化立体探测的商业星座，载荷探测能力技术在业内处于领先地位。相较于传统的气象遥感数据，天目一号星座掩星数据具有高精度、高垂直分辨率、无需定标等显著特点。

完成此次系列发射后，天目一号星座在轨共22颗卫星，通过完善星座系统建设，不仅提高了星座高质量、



高时效性、高稳定性的业务化数据服务能力，还进一步深化航天发展的空间信息服务能力，赋能国家重大战略。

陆地探测一号01组卫星正式投入使用

2023年12月29日，国家航天局在北京举办陆地探测一号01组卫星投入使用仪式。陆地探测一号01组卫星是《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015—2025年）》中的科研卫星，由A、B两颗卫星组成。

卫星以双星绕飞模式拍摄了全国多云多雨区以及部分国际多云多雨区，以双星跟飞模式拍摄了国内典型形变区，制作了各类图件372幅，生成了全国正射影像、部分数字表面模型、典型形变区的形变场产品以及各类应急和林草监测产品，包括北京等地土地利用分类、云南等地数字表面模型、海南森林/非森林分布等。

卫星投入使用后，将紧密围绕地质、国土、减灾、测绘、地震、林草等行业开展服务，可提供地质行业高分辨率业务化形变监测服务，面向国土行业地表分类和地物识别进行业务化拓展，面向测绘进行数字正射影像业务化拓展，服务于国家重大灾害应急响应、国家重大地震灾害、林草森林资源监测等，逐步拓展国外数据应用推广，服务“一带一路”。

吉天星舟首颗新型遥感卫星研制出厂

近日，苏州吉天星舟空间技术有限公司研发的吉天星A-01星（吉林大学一号卫星）通过出厂评审。吉天星A-01星是吉天星舟面向商业航天市场对高时效、图谱并重遥感领域的新需求，自主研发的新一代光学遥感卫星。

作为吉天星座的首发星，该星将成为我国首个具备“任意曲线非沿轨动中成像”和“计算重构高几何高光谱成像”能力的光学遥感卫星，具有“高时效、高几何、高光谱”显著特点，可将传统成像技术指标提升10倍以上，填补国内相关技术领域的空白，将服务于流域管理、管线监测、边境管控、生态环境、农林等行业，并可广泛应用于自然资源、交通运输、金融保险、智慧城市等领域，有效提升卫星遥感定量应用水平。

未来，吉天星舟将于2026年规划建设完成由28颗卫星组成的遥感卫星星座，并于2030年前规划建设由百余颗卫星组成的卫星星座。

数字

3颗

1月11日13时30分，我国太原卫星发射中心在山东海阳附近海域使用引力一号遥一商业运载火箭，将搭载的云遥一号18-20星3颗卫星顺利送入预定轨道，飞行试验任务获得圆满成功。

云遥一号18星（“联信盈达一号”卫星）、云遥一号19星（“三峡遥感一号”卫星）、云遥一号20星（“廊坊空间一号”卫星）3颗气象遥感卫星是长光卫星技术有限公司与天津云遥宇航科技有限公司、联信盈达有限公司联合研制的新型气象空间观测小卫星，是“云遥一号”批产卫星的第三批次组星。

“云遥一号”系列卫星具有研制周期短、集成度高、重量轻、体积小、性价比高等特点，是落实自动化测试和流水线式总装的典型应用，也是践行批量化生产理念的重要成果。本次发射的云遥一号18-20星主要用于提供商业气象空间数据服务，在气象空间观测领域具有广阔的应用前景和价值。

5米

近日，国家对地观测科学数据中心发布共享第二期全球5米分辨率宽波段多光谱卫星数据集（JLS-5M），本次共享数据集超过18200景，数据量超过80TB。

数据集由长光卫星技术有限公司和中国科学院空天信息创新研究院联合研制，包含20个光谱谱段，其中主要地物特征谱段图像的空间分辨率达到5米。数据集利用吉林一号光谱01/02卫星在2021~2023年采集的覆盖“一带一路”沿线72个国家的L1级标准数据，采用剔除邻近像元效应的大气校正算法、场地定标与交叉定标等在轨绝对辐射定标技术以及指数产品验证进行精度评价，最终构建两期覆盖率达90%以上、支持定量遥感应用的地表反射率产品数据集。

作为国家重点研发计划国际合作专项的重要成果，该数据集有助于提高土地利用、资源管理、环境监测等领域的精细程度，进一步提升了国产优质卫星数据资源的国际影响力。☑

实景三维河南建设培训会召开

◎ 本刊记者 栗荣晓

为进一步推进实景三维河南建设，推动测绘地理信息事业转型升级，2023年12月27日至28日，由河南省自然资源厅主办、河南省测绘地理信息技术中心承办的实景三维河南建设培训会在郑州召开。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、主任郭幸生参加会议。

景志刚强调，实景三维河南建设时间紧、任务重、压力大，必须调动各方资源和力量，集中打好攻坚战、歼灭战。要压实主体责任，各级自然资源部门领导作为测绘地理信息工作的第一责任人，必须担起职责，亲自抓实抓细实景三维建设。要突出工作重点，各市按照省级实施方案按时提交生产任务成果，并探索应用模式和场景，形成示范效应。要明确职责分工，在河南省自然资源厅坚强领导下，组织推动本地实景三维建设。要注重上下协同，统筹谋划、整体推进，实

现成果共享。要加强支撑保障，争取各方支持，加大经费投入，提供人才保障。

培训会上，来自自然资源部国土测绘司、河南省测绘地理信息技术中心、嘉兴市规划管理服务中心、青岛市勘察测绘研究院、西安市勘察测绘院、河南省计量测试科学研究院、河南省遥感院等单位的专家，围绕实景三维中国建设进展和工作部署、实景三维河南建设技术要求、实景三维建设应用及实践、建设成果质量控制等主题，开展了专题讲座。

培训会结束后，与会人员进行了分组讨论，并提出了意见和建议。与会人员表示，通过此次培训，深入了解了实景三维河南建设的总体要求，进一步厘清了工作思路，借鉴了外省先进城市的经验做法，对实景三维建设和成果应用有了更深的理解和认识，对加快推进市县实景三维建设具有重要意义。[图]

河南省测绘地理信息技术中心召开基层党组织书记述职评议会

◎ 李 华

1月16日，河南省测绘地理信息技术中心召开2023年度基层党组织书记述职评议会议。河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生，中心党委委员、副主任肖峰，中心党委委员、副主任武永斌，中心党委委员陈政民参加会议。

郭幸生指出，一是肯定成绩，团结奋进。2023年，中心各基层党组织书记认真履行抓基层党建第一责任人职责，抓基层党建的主责主业意识显著增强，基层党组织政治功能和组织功能作用充分发挥，基层党组织党员先锋模范作用进一步彰显。二是正视问题，不畏困难。要对照政治巡察工作中反馈的问题，找差距、明不足、促提升，解决好干部职工思想问题，发挥好院士工作站等平台作用，提升整体队伍质量。三是展望未来，充满信心。2023年，在党的建设及基层组织、党风廉政、意识形态建设方面都取得了好成绩。2024年，要加强党的全面领导，坚持党要管党、全面从严

治党，努力实现党建质效双提升。围绕“六个大增”新机遇，全体干部职工要发扬拼搏奉献创新精神，加强干部队伍建设，加大年轻干部培养力度，以实景三维河南、军民融合发展和信息化建设为抓手，推进技术创新和经济效益同步提升。

就高质量党建引领推动高质量发展，肖峰强调，要坚持大抓基层，夯实高质量发展的基础；压实领导责任，履行好第一责任人职责；落实重要任务，履行好管党治党职责；抓好整改落实，履行好建设队伍职责；创新工作方法，加强党的领导，强化责任落实。

河南省地图院、中心地理信息应用开发处和纪检监察室党支部3名党组织书记现场述职发言，其他党组织书记以书面形式述职。肖峰逐一点评了基层党组织党建工作，指出亮点特点，查摆问题不足，明确下一步努力方向。与会人员对各基层党组织书记进行了民主测评。[图]（作者单位：河南省测绘地理信息技术中心）

河南省自然资源科技创新中心授牌仪式举行

◎ 于亚娇 陈庆贺



1月5日，河南省自然资源科技创新中心授牌仪式在河南省测绘地理信息技术中心举行。河南省自然资源厅总规划师张传慧，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生参加授牌仪式。

张传慧指出，科技创新中心自成立以来，围绕河南省自然资源厅工作，积极发挥多学科交叉优势和科技创新平台引领作用，有力推进测绘事业高质量转型发展。下一步，要全面贯彻落实习近平生态文明思想

和习近平总书记关于科技创新的重要指示精神，不断提升政治站位，增强大局意识，围绕“两支撑、两服务”工作定位，做好技术支撑；要围绕制约自然资源管理工作的关键问题开展科研攻关，以技术创新推动效率提升和管理进步，促进全省自然资源事业高质量发展；要牢固树立科学技术是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力的理念，着力打造科技创新人才队伍。

郭幸生表示，成立科技创新中心是服务自然资源管理、生态文明建设的重要手段，为坚定不移实施“十大战略”提供了重要技术支撑。科技创新中心自成立以来，凝聚科技创新共识，大力开展北斗卫星导航与位置服务、国土空间规划、卫星遥感应用、自然资源全要素动态监测和应用等关键技术研究，培育科技创新人才，逐步形成产学研相结合的科技研究开发实体。

随后，张传慧一行实地调研河南省测绘地理信息技术中心所属单位科技创新工作，参观了河南省北斗应用、河南省自然资源卫星应用等展示。（作者单位：河南省测绘地理信息技术中心）

武永斌到固始县刘营村调研乡村振兴工作

◎ 本刊记者 陈庆贺

2023年12月25日，河南省测绘地理信息技术中心副主任武永斌一行来到固始县刘营村调研乡村振兴工作，看望慰问驻村工作队队员。

武永斌将中心党委捐赠的42件爱心棉服和手套等物品送到刘营村公益岗保洁员手中，感谢他们在刘营村人居环境改善中的辛勤付出，希望继续发扬爱岗敬业、无私奉献精神，为打造美丽刘营作出更大贡献。

座谈会上，武永斌认真听取了中心驻刘营村第一书记李永利关于推进“五星”支部创建、村集体产业发展、乡村振兴工作进展情况，以及2024年重点开展的主题教育学习、开办粉条厂、盘活养鸡棚和池塘、全域土地综合整治等工作规划。武永斌充分肯定了2023年驻村工作，向李店镇党委、政府对驻村工作队的支持和关心表示感谢，并要求驻村工作队认真贯彻落实党的二十大精神、中央农村工作会议精神和习近

平总书记有关“三农”工作的重要指示精神，积极开展乡风文明建设和生态宜居环境建设，发展壮大农民专业合作社，拓宽村民增收致富路，促进集体经济发展，确保乡村振兴各项任务落到实处。



编者按：

实景三维是新型基础测绘的标准化产品，是数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素。2022年2月24日，自然资源部办公厅印发《关于全面推进实景三维中国建设的通知》，明确到2025年，50%以上的政府决策、生产调度和生活规划可通过线上实景三维空间完成，正式拉开全面建设实景三维中国的序幕。

实景三维河南是实景三维中国建设的重要组成部分。2023年7月，河南省自然资源厅印发《实景三维河南建设总体实施方案（2023—2025年）》，明确了实景三维河南建设的总体目标、建设任务、职责分工等，标志着实景三维河南建设进入全面实施阶段。河南省采取试点引领带动方式，将基础条件较好、建设需求迫切的安阳、鹤壁、漯河、周口选为省级试点，率先启动实景三维河南建设地市局工作，目前各项工作进展顺利。

为进一步推进实景三维河南建设，2023年12月27日至28日，河南省自然资源厅、河南省测绘地理信息技术中心在郑州召开实景三维河南建设培训会，对加快推进实景三维河南建设作出全面系统部署，特别邀请来自西安、青岛和嘉兴等地的专家，分享在实景三维建设方面进行的有益探索。本期《特别关注》栏目特刊登会议有关精神和外省实景三维建设的先进经验，供大家学习借鉴。

压实主体责任 落实五项要求 全力建设实景三维河南

○ 景志刚

全面落实中央的战略部署，以实景三维河南建设为抓手，加快测绘地理信息事业转型升级，是当前和今后一个时期测绘地理信息工作的重要任务。2023年以来，自然资源部先后在湖南长沙召开全国测绘地理信息工作会议、在重庆召开实景三维中国建设推进会议，均对实景三维建设提出明确要求。河南省政府、河南省自然资源厅高度重视实景三维河南建设，多次强调要结合河南实际，保质保量完成任务。我们要全面落实自然资源部，河南省委、省政府及省自然资源厅要求，深入解读实景三维河南建设的技术标准体系和质量控制体系，谋划特色应用，进一步推进各项任务落细落实。

立足中国式现代化河南实践， 深刻认识实景三维建设的重大意义

近年来，习近平总书记多次就建设数字中国、发展数字经济作出重要批示，为推动测绘地理信息事业转型升级和实景三维中国建设指明了方向。对标自然

资源部有关要求，结合现代化河南建设实际，要深刻理解和把握实景三维河南建设的重要意义。

实景三维是数字中国建设的时空基底和推进现代化河南建设的重要支撑。党的二十大将建设数字中国提升到构筑国家竞争新优势、推进中国式现代化建设的战略高度来谋划。数字时代，我们要抢占新技术高地，确保在国际竞争中处于领先地位，必须提升和挖掘基础时空大数据的服务支撑价值。任何经济活动、生产生活方式都与时空有关，任何层面的经济转型升级和技术突破，都需要时空大数据来紧密支撑。2022年，中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，明确把实景三维中国建设作为一项重要任务部署。我们要深刻领会其中的战略考量，把实景三维建设摆在应有位置，努力推动实景三维支撑经济社会发展转型升级，让实景三维成为强应用的新质生产力。

实景三维是发挥测绘地理信息资源优势、提升经济社会支撑保障能力的重要平台。从高质量发展现实需求看，日益增长的时空数据需求，伴随新的商业模

式、生产方式、产业形态，已成为推动数字经济发展的动力和源泉。实景三维作为新型基础测绘标准化产品，具备数据生产要素的一切特征，可以有力推动各类生产要素在时空上的快捷、精准、智能匹配，提高各类资源配置效率，实现效益的倍增和溢出。这就需要我们以应用为导向，整合现有平台资源，畅通生产直通应用、应用直通服务的渠道。一方面，以实景三维为基础底板，建设和完善自然资源三维立体“一张图”与国土空间基础信息平台，推动时空大数据与自然资源管理深度融合，提升服务支撑水平；另一方面，在已有智慧城市时空大数据平台试点建设基础上，加快构建数字河南时空大数据平台，积极研发政府决策、防灾减灾、资源管理、环境保护、城市治理等智慧专题和应用场景，促进服务保障能力再上新台阶。

实景三维建设是推进测绘地理信息事业转型升级，实现新旧技术融合提升的重要抓手。在大数据时代，无论是政府部门还是社会公众，对测绘地理信息的内容、形式和时效性需求都发生了很大变化，测绘产品已从传统的固定比例尺及要素地图，向个性化的数据产品转型。但这还远远不够，基础测绘的技术体系、生产模式、服务方式没有变革，就难以实现真正的转型升级。这就需要从测绘地理信息发展的根本定位出发，立足于应用迁移，以实景三维中国建设为抓手，大力推动基础测绘主体产品升级、技术体系和生产组织模式再造，促进服务方式转型。要以解决产品服务和应用之间的供需矛盾为核心，疏通生产、服务、应用三者高效贯通的堵点，实现生产组织体系变革。要以实现数字空间和现实空间关联互动为目标，打造认知现实世界的动态三维虚实结合的数字化场景，推动人与自然和谐共生，满足高质量发展的各项需求。

压实主体责任，全力推进实景三维河南建设

实景三维河南建设时间紧、任务重、压力大，必须调动各方资源和力量，集中打好攻坚战、歼灭战。

压实主体责任。自然资源部部长王广华在全国测绘地理信息工作会议上明确指出，各级自然资源部门的厅长、局长是测绘地理信息工作的第一责任人，要真正担负起测绘地理信息工作职责。实景三维建设是当前最重要的任务之一，各单位“一把手”要抓实抓细。各地要建立工作推进机制，明确各环节牵头领导和责任人，细化时间节点、目标任务和推进举措，加强沟通对接，确保任务落到实处。

突出工作重点。各市实景三维建设实施方案已陆续上报省自然资源厅审核，下一步要对标省级实施方案的任务要求，按照计划组织生产，确保按时向自然资源部提交2023年度生产任务成果；要面向自然资源领域及其他行业对接需求，加快应用模式和应用场景探索，使首批建设成果在自然资源管理、政府决策、社会化服务等方面落地见效，形成示范带动效应。

明确职责分工。实景三维河南建设要在省自然资源厅党组统一领导下，分工协作，有序实施。厅测绘地理信息管理处要完善顶层设计、健全管理机制、加强工作统筹和督促指导；省测绘地理信息技术中心要切实发挥技术保障作用，优化技术路线，出台技术方案及标准，及时解决技术难点，抓好各地任务生产，带领所属各院专业团队完成省级实景三维任务生产；各市局要根据省级方案总体部署和市级方案具体安排，按照规定的技术标准和工作要求，组织好本地实景三维任务生产，形成建设合力。

注重上下协同。实景三维河南建设是一项系统工程，必须统筹谋划、整体推进。省级已经做好顶层设计，在具体工作中要按照“只测一次、多级复用”的原则，协同实施，上下联动，做好成果复用。要通过定期汇集和下发新增及时序化更新数据，实现跨地区、跨层级的整合汇集和共享利用，真正释放数据价值、激发数据潜能。

加强支撑保障。人财物保障到位，是做好实景三维建设的基础条件。各市局要向主要领导汇报到位，提高认识，主动谋划，积极向党委、政府和相关部门争取支持。要进一步加大经费投入，加强人才队伍保障，遇到难点问题要加强研究，及时向省自然资源厅汇报，确保按时完成建设任务。（作者单位：河南省自然资源厅）



从时空赋能谈实景三维西安建设及应用

◎ 张周平 黄嫒

近年来，在自然资源部的大力推动和行业单位的积极响应下，实景三维建设在全国掀起了新浪潮。实景三维中国将为数字中国建设打造统一的时空基底，也将为经济社会高质量发展提供数据要素保障和时空赋能。

作为全国第三个新型基础测绘建设试点城市，陕西省西安市从实景三维服务能力和应用生态建设两个层面，着力打造“时空基准、时空关联、时空分析、时空智能、时空安全”五种服务能力，夯实构建“数据服务、平台服务、知识服务”三种服务方式，切实保证实景三维“好用”。同时，从建设好“市级、局级”两个应用生态，建立起“支撑环境、数据安全、更新机制”三个保障机制，有力保障实景三维能够“用好”。

打造时空服务能力，让实景三维“好用”

实景三维高品质时空赋能需要五种能力作为支撑，即时空基准支撑能力、时空关联服务能力、时空分析服务能力、时空智能服务能力、时空安全保障能力。

时空基准支撑能力，需采用与国家基准相统一的平面基准、高程基准、时间基准、编码标准来构建实景三维底座，确保数据成果分建共享，提升实景三维中国建设的整体性、系统性、协同性。

时空关联服务能力，方便用户在实景三维底座上灵活、快速挂接关联各类目标信息，这种能力是时空分析和时空智能的基础，也是实景三维赋能行业应用的关键。

时空分析服务能力，在专题信息与地理实体时空关联的基础上，为用户提供包含空间分析、属性分析、关系计算、时间分析、专题分析等时空分析功能，并提供多样化的时空分析工具。

时空智能服务能力，在时空关联和时空分析的基础上，广泛关联行业专题信息、持续融合物联感知数据，持续迭代实体关系知识图、不断丰富分析模型工具，形成更加智能化的知识化服务能力。

时空安全保障能力，作为实景三维能够“好用”的底线和红线，需确保实景三维数据在政务内网、政务外网以及互联网等多种网络环境下安全交互使用，

形成自主可控、合法合规的安全保障体系。

在提升和锻造实景三维五种服务能力的基础上，西安试点着重构建了“数据服务、平台服务、知识服务”三种梯度化的服务方式。

数据服务不仅能够提供“底图式”“背景式”的实体级和传统瓦片数据服务，还能通过“一库多能，按需组装”新模式，高效提供多样化的标准化基础产品和定制化应用产品。

平台服务主要提供功能、接口、环境三种类型的服务。其中，功能服务不仅能够为用户提供查询、统计等常规功能，还可提供数据关联、关系构建、空间分析等专业功能；接口服务为用户提供多种专业 API 接口，用户可快速搭建自己的应用服务系统；环境服务为用户提供相关应用系统所需的基础环境。

知识服务，作为更高阶的一种服务方式，基于实景三维地理实体丰富的语义和关系信息，针对用户特定的问题需求，通过广泛关联、融合行业专题数据和物联感知数据，采用算法模型和专家知识库等分析工具，能够直接为用户输出问题的答案和结果。

坚持数据为本，夯实数据资源体系

从时空赋能的“五个目标”维度（时空基底、时空关联、时空分析、时空智能、时空安全）来检视和反论地理实体的“四个特征”（空间特征、属性特征、关系特征、标识特征）数据该如何建设。

地理实体的空间特征可细分为空间基准、空间位置、空间形态、伴随时间四个方面。空间特征要支撑起空间分析，需利用地理实体空间几何特性，开展多维空间下地理现象之间空间关系、模式和趋势等的计算分析。西安试点采用西安 2000 平面坐标系和 1985 国家高程基准，保证统一的空间基准；空间位置以经纬度、XY 坐标以及高程 Z 表示，体现了地上一体化、室内外一体化思想；空间形态包括点、线、面、体，体现了二三维一体化；伴随时间将地理实体空间变化打上时间标签，体现了地理实体在空间上的时序化特征。

地理实体的关系特征有组成关系（向下关系）、归属关系（向上关系）和关联关系（平行关系）。关

系特征要支撑关系计算，基于实体关系分类与生成规则，通过人工采集、自动计算、关联挂接等方式，构建时空知识图谱，支撑基于多类型实体数据的时空智能分析，形成较为科学、准确的时空分析成果。

地理实体还应具备标识特征，西安市地理实体标识特征由空间身份编码和二维标识码组成。西安试点在《基础地理实体空间身份编码规则》基础上，将数据管理与应用、不同类型地理实体空间尺度、空间密度、空间维度、数据保密等因素，设计了42位编码、最小12级北斗空间网格划分，在实体入库时通过赋码程序自动计算、统一赋码。

时空智能通过现实世界与数字世界的“全域、全量、全息、动态”的同构映射，需与时空大数据分析、人工智能算法等耦合，实现时空感知、时空认知和时空计算。时空智能可以帮助我们更好地理解 and 预测事件发生的时间和地点，优化资源分配和决策，提高效率和效果。

坚持应用为本，构建应用生态

数据服务方式与应用服务能力可保障“好用”，但要“用好”，还需打造一个包含政策机制、支撑环境以及共享理念在内的良好应用生态，主要体现在“两个应用生态”（市级应用生态、局级应用生态）和“三个保障机制”（支撑环境保障、数据安全保障、更新机制保障）。

西安注重建设好实景三维的“两个应用生态”。由西安市政府发文，确立实景三维西安作为全市统一、权威数字空间底座的定位；全市各部门在统一的实景三维数字空间底座上，开展各自的信息化建设，在使用实景三维平台服务的同时，通过“信息反哺”方式持续丰富底座数据，形成良性的市级应用生态。西安市资源规划系统明确规定所有与地理信息相关的业务系统都应在实景三维西安基础上开展，要充分利用“一张图”等业务系统中产生的相关专题数据，进一步丰富完善实景三维语义信息，形成良性的局级应用生态。

同时，西安建立起实景三维的“三个保障机制”。支撑环境保障机制方面，西安搭建了国产自主可控的云基础设施，打通实景三维西安服务平台与自然资源专网、政务外网的连接，形成了PB级数据存储、高性能计算的服务能力，实现与大数据局存储与计算资源的共享。数据安全保障机制方面，采用非线性保密处理、国密算法、国产密码保护等技术以及自主可控基础设施，保障实景三维数据在多种网络环境下安全使用。

更新机制保障方面，建立了纵向省市协同、横向行业数据统筹、众源众包更新的数据更新机制，明确以政府为主导的实景三维常态化维护机制。

激活数据价值，“用好”实景三维

为锻造实景三维高质量服务能力，西安市开展了一系列典型应用，确保实景三维建设成果能够“用好”。

时空关联服务方面，西安市以实景三维数据成果为底座，开展不动产管理和智慧社区管理两个典型应用。在不动产管理上，挂接关联不动产信息，依托实景化的场景数据，辅助不动产登记实地核查，通过档案库与现势实体数据比对，辅助不动产灭失库建立，并实现不动产档案数据空间分析可视化与实景化管理；在社区智慧管理上，将社区实景三维数据与社区人口、公共服务设施、应急保障、物联感知、社区事件等信息进行关联融合，搭建了实景化社区管理系统，同时整合15分钟便民服务数据，集成社区业务办理预约、线上报事报修、热点信息关注等功能，为社区居民提供数字生活服务。

围绕时空分析服务，西安市对公共场所精细化建模，实现地上地下、室内室外一体化表达，利用实景三维环境的可视域分析，精确发现可视楼栋、可视楼层、可视户室，并连接户政信息，实现重点人群三维空间分布分析，辅助安保工作精准管控，该应用已在中亚峰会安保防控工作中取得良好效果；同时，搭建国土空间规划“一张图”平台，在常规时空分析基础上，开展知识图谱的分析计算，为城市规划、土地利用、业务审批、规划监督等自然资源管理业务，提供更加高效的应用服务；围绕秦岭北麓环境保护与生态修复工作，开展了25度坡脚线划定、秦保四区范围、周至大熊猫国家公园勘界等工作。

时空智能服务通过实景三维知识化服务方式，市政部门不需要购买数据、软件，也无需搭建平台，只需提出业务需求，平台通过智能服务，直接向用户推送分析报告及成果图件。

下一步，实景三维西安建设将不断优化常态化数据更新和服务设施运维机制，加强成果的推广应用，实现全市“一盘棋”，避免重复建设和投资，支撑数字政府、数字经济、数字民生对测绘地理信息的需求，为政府数字化转型和智慧城市建设奠定坚实基础。
(作者单位：西安市勘察测绘院)

实景三维赋能数字青岛建设

◎ 赵云华 杜鹏

数字中国建设是国家战略。《数字中国建设整体布局规划》明确提出，推进实景三维中国建设，作为数字中国整体框架的核心要素和重要内容。实景三维是对人类生产生活生态空间的真实、立体、时序化反映和表达，是国家重要的新型基础设施。

山东省青岛市以建设“数字中国”标杆实践区为目标，率先启动实景三维青岛建设，搭建了陆海统筹、城乡一体的实景三维时空信息底座，作为“城市云脑”四大支撑平台之一，赋能行业管理，服务数字青岛建设。结合实景三维，同步开展“智慧城市时空大数据平台”“国家新型基础测绘体系建设”“公众版测绘成果三维模型数据加工和编制”三项部级试点工作，提升测绘服务保障能力，推进智慧城市进程。

突出城市特色，打造实景三维底座

实景三维青岛于2021年3月开始建设。立足青岛实际，主管部门主动走访调研，充分征询青岛市大数据局、公安局、住建局等部门意见需求，高起点设计、高标准建设。设计阶段先后组织6次专家咨询会，邀请院士、专家、先进城市指导把脉，最终确定“一套标准、四大底图、一个平台”建设内容。

项目覆盖全市陆域及主要海岛、海湾和海岸线的0.15米分辨率实景三维底图，可广泛用于国土空间规划和用途管控、生态修复、乡村振兴、森林防火、城

市防汛等方面；覆盖全市城镇建成区的重点区域0.03米分辨率实景三维底图，可为规划设计、城市管理、社会治理、治安安防等提供精细化场景支撑；多种风格的全市域二维电子底图可以满足政务系统主流的二维底图服务需求；重点山林激光点云底图可支撑森林防火、林业资源规划、双碳计量等工作；智慧青岛时空大数据平台实现了海量二三维地理信息的汇聚管理和共享发布，可为用户提供丰富快捷的数据服务。

中国科学院院士、中国工程院院士李德仁表示：“实景三维青岛在全国做得很靠前，范围很大，通过建设搭建陆海联动、城市和郊区联动、地上地下联动的基础底座，可以为政府决策提供科学依据。”

2022年3月，实景三维青岛通过最终验收，整体建设规模居国内首位，技术指标、成果种类均国内领先，首次实现青岛市域高精度实景三维全覆盖，真实还原了青岛“山、海、城、岛、湾”的自然地理格局和“红瓦绿树、碧海蓝天”的城市风貌特色，青岛市基础地理信息实现由二维平面向实景三维的跨越升级。

坚持创新驱动，强化科技协同支撑

实景三维青岛项目坚持创新驱动，注重产学研结合，与国内业界顶尖企业、高校、科研院所等组成生态合作伙伴，结合生产中“陆海实景三维数据体量大、种类多、融合难”等情况，开展多项课题研究和科研



攻关，共同推进技术、模式、业态创新，突破了大范围实景三维场景快速构建、融合高效处理、智能语义分析、海量数据高效发布等关键技术，构建了全面支持信创标准的超融合时空算力中心与 Q3D 时空大数据平台，发布了实景三维建设系列地方标准，在首个以实景三维为主体的城市时空大数据平台上构建了体系化泛在应用，为实景三维产业发展提供“青岛试验田”。

Q3D 系列产品被纳入青岛市生产性服务业资源库，作为高端服务品牌培育，被联合国全球地理信息知识与创新中心选为全球数字孪生推广典型案例，成为国际时空信息创新的“青岛示范”，获国家专利授权 7 项，出版专著 3 部，发布行业、团体、地方标准 17 项，2 项科技成果获得全国行业科学技术一等奖。

突出应用导向，赋能高质量发展

实景三维青岛自建设期间便得到普遍关注，共享应用需求不断。

在青岛市，实景三维已经接入市政府总值班室和市应急指挥大厅，成为市领导指挥决策的千里眼。目前为市级、区（市）级 40 余个部门的近百项重点工作提供数据和技术支撑，为公共安全、应急保障、城市改造更新、自然资源管理、国土空间规划、生态保护修复、农业农村管理、数字文旅、港口航运等诸多重要领域提供统一、权威的时空数据基础底板，大幅节省了基础数据设施建设资金，提升了决策效率。

服务规划设计。统一规划设计模型建设标准，设计方案与实景三维融合展示，代替传统 PPT 和效果图，直观反映建成后效果，通过外观协调性分析、天际线分析、通视分析、初步日照分析等，发现潜在问题隐患，在青岛各区市村庄改造、学校规划建设、城市综合体等配套设施项目规划论证和建设中得到广泛应用。

服务城市更新。在青岛市主城区“三横四纵”交通骨干网络的重要“一纵”重庆路改造提升工程中，基于实景三维，融合规划模型、现状管线、地质模型等数据，为拆迁评估、方案论证、交通调流、工程全生命周期管理等提供了直观、准确的决策支撑，大幅节省了成本，提升了效率和准确性。

服务城市管理。基于实景三维，城市管理工作人员可在室内进行高效“云巡查”，快速发现隐藏于城市各个角落的私搭乱建、乱堆乱放、采掘山体等问题节点，摸排效率大幅提升，有效支撑了城市精细化管理，工作人员感叹“坐地日行八万里，巡天遥看一千河”。



服务城市应急。基于实景三维，整合专题资源，搭建森林防火电子沙盘，实现森林防火立体化管理，为应急部门提供支撑。在 2022 年的一起森林山火救援中，作为现场指挥系统，融合无人机获取的实时视频和火点信息，为指挥人员掌握火势蔓延、制定处置方案、快速扑灭火点提供了关键性支撑。精准识别洪涝灾害重点防治区，台风“烟花”过境期间，运用实景三维防汛调度系统，为青岛市区 19 处积水点、全市 218 处地质灾害隐患点风险防控提供可视化决策支持。

服务新城建。在全国首个“中国—上海合作组织地方经贸合作示范区”建设中，以高精度三维场景为底座，融合建筑 BIM、物联感知等数据，搭建国土空间规划、产业地图等多个应用场景，构建 CIM 基础平台，探索了智慧园区“规—建—管—运—服—检”一体化模式，成为全国首个融合住房和城乡建设部、自然资源部标准要求的 CIM 平台。作为新城建试点城市，青岛市 CIM 基础平台也共享应用了实景三维青岛建设成果，建成陆海融合的三维数字底板，为港口交通运输、海洋防灾减灾、海洋牧场养殖等领域提供应用服务。

服务智慧文旅。青岛文化和旅游局在“云游青岛”智慧文旅平台上积极探索实景三维及其衍生数字孪生技术的应用，打造集景区管理、数字导览、旅游服务于一体的三维一张图，立体全方位展示了五四广场、奥帆中心等地标、景区景点的三维场景，并与景区视频监控、实时客流等物联感知数据打通，实现浏览畅游与动态管理一体化融合，为智慧文旅提供广泛而深入的服务支撑，助力文旅产业数字化转型发展。

随着数字中国、数字孪生城市建设深入推进，通过数字化的现实空间来模拟和研究复杂的城市问题，成为我们认识城市、规划空间、治理社会的有力工具。青岛将不断夯实实景三维时空信息底座，丰富数据种类，优化服务模式，更好地支撑数字政府、数字经济、数字社会发展。[2]（作者单位：青岛市勘察测绘研究院）

国家新型基础测绘建设的“嘉兴模式”

◎ 张建英

新型基础测绘体系是数字中国建设的重要信息基础设施。2021年10月，嘉兴市被自然资源部列为国家新型基础测绘建设试点。面对这项新课题，嘉兴市坚持守正创新，注重需求导向，坚持数字化改革的创新理念，通过生产流程再造、管理机制重塑、应用产品创新，实现基础测绘采集、生产、入库、组织、管理、服务和应用的全面转型升级，打造了可借鉴、可复制、可推广的新型基础测绘体系建设示范模式。

创新应用产品，打造实体全域覆盖的空间基底

为满足城市精细化管理需要，嘉兴市围绕构建一个基底，按照统一地理实体科学分类、空间精度、粒度表达要求，建立了实体多元模型，搭建了“一库多能、智能服务”的二三维一体时空数据库，升级了时空大数据平台，建设完成基础地理实体、自然资源实体、影像实体和实景三维等新型基础测绘产品。

基础地理实体是新型基础测绘的核心产品。嘉兴市结合地方实际，补充细化了16项三级类、36项四级类，嘉兴市本级和嘉善县共完成包括房屋建筑、道路交通、河流水系、院落、行政区划等443类153万个实体。同时结合应用需求，扩大完成嘉兴市全域399万个基础地理实体建设。

嘉兴市还创新提出了“自然资源实体”概念，基于地理实体，协调融合国土空间规划、自然资源调查、监测等分类体系，建设了贯穿地块全生命周期的自然资源实体，嘉兴市（含嘉善县）共完成32万个现状类实体，整合约92万个管理类实体，基于“实体+码”的数据链，实现自然资源数字空间的“一码管地”。

按照国家相关大纲和要求，高精度建设实景三维嘉兴。实景三维分为地形级、城市级、部件级三个尺度。地形级，嘉兴完成了全市陆域范围内网格间距2米、高程精度优于0.5米的地理场景建设；城市级，完成城镇开发边界以内分辨率优于3厘米、其他区域优于5厘米的全域4028平方公里倾斜三维模型建设；部件级，完成中心城区25平方公里重点区域、重点建筑和主要道路，嘉善县主城区60平方公里的地上地下、室内室外部件级三维数据生产。

在试点过程中，嘉兴市对所有产品进行了时序化管理，建成1975年至2022年嘉兴市全域19个年份的多源、多分辨率时序影像数据集，实现了影像资源的“云”上集中管理、智能提取和动态分析。基于地理实体的时序化管理与更新，可以看到城市建设40多年的发展变迁，追踪每一寸土地的变化全过程。

此外，对“智慧嘉兴时空大数据平台”进行迭代升级，建设三维时空大数据平台，实现了二三维一体化时空大数据管理，完成二维服务向三维服务、单一地图服务向知识服务、空间分析向时空智能计算能力的提升，建成了自然资源数字孪生能力中台，实现了平台在立体时空数据管理、智能知识服务、应用多方位支撑、服务模式拓展和安全可控管理五大方面能力的全面升级。

优化顶层设计，为新型基础测绘建设保驾护航

嘉兴市尤其关注全域推进和常态化管理机制建设，梳理分析了基础测绘和自然资源及相关领域数据标准，开展了标准内容差异性与关系研究，凝练通用性产品定义、生产工艺、技术指标等，形成服务嘉兴市高质量发展和精细化管理的技术标准规范。

以“最高精度只采集一次，省市县三级共同维护一个实体库”为原则，嘉兴市建立了省市县联动机制，通过“六个统一”，构建了“一个库、一地赋码、三级联动”协作模式，保障了基础地理实体省级总库、市级总仓、县级分仓协同更新。强化业务协同更新机制，多部门联合发布《关于全面推进新型基础测绘高质量发展的通知》等文件，明确了业务协同更新的内容、方式、周期等事项，从地图服务转变为基于在线的实时部门协同，地理信息和专题信息双向融合，拓展了地理信息应用深度和广度。优化快速更新机制，建立多种发现渠道，实现了变化信息的多源快速发现，同时结合数据特点和应用需求，制定了分类分级的动态更新机制，保障从实时、周、月、季度到年度等不同周期的数据更新需求。

此外，嘉兴市还构建了定位基准、基础产品、标准产品、应用产品、地图产品等多样化数据产品体系；



● 高逼真模型展示（嘉兴南湖烟雨楼）



● 嘉兴市三维时空大数据平台

形成数据采集、生产、管理、应用、发布等全流程的技术支撑体系；编制完成嘉兴市地理实体和实景三维等系列技术标准，构建了完善的地方标准体系，为2项在编国家标准、1项在编行业标准、2项技术标准贡献了嘉兴经验；出台多个政策文件，在组织协同、质量保障、安全管控、应用共享等方面建立了完善的管理体系，保障新型基础测绘工作常态化有效运行。

加快成果应用，做好“两支撑、两服务”

嘉兴市坚持需求导向，通过优化一批、提升一批、拓展一批应用，在支撑自然资源管理、服务生态文明建设、支撑各行各业需求、服务经济社会发展等方面，验证了嘉兴试点创新成果的安全性、适用性和先进性，已支撑嘉兴全市2/3政府部门172个应用系统建设。

支撑自然资源管理，服务生态文明建设。嘉兴市通过创新实践与探索，不断促进新型基础测绘体系建设与自然资源管理的融合。厘清自然资源一本账，精准掌握各类自然资源分布和数量，快速统计各类自然资源的流入流出，为自然资源管理提供精准详实的工作基础。通过自然资源实体空间身份编码串联，实现嘉兴市每一块地“规、批、供、审、建、登”等全流程动态管理，形成边界精准、业务贯通、前后相连的“一码管地”全生命周期数据资源体系。基于自然资源的全生命周期管理，利用近60万条自然资源现状类和管

理类实体，一键分析疑似违法图斑的用地报批情况、供应情况、不动产登记等信息，辅助违法监察工作快速开展。结合规划地块实体、建筑物实体，分析待建设地块及其周边的容积率、绿地率、建筑密度、建筑限高等指标，为确定规划条件提供依据；利用实景三维模型和方案设计模型，配合三维可视分析、日照模拟等三维分析评估地块规划指标，已支撑嘉兴市双溪湖板块邻里中心、体育中心等21个地块的规划预评估。

支撑各行各业需求，服务经济社会发展。面向各行业重大需求，嘉兴市积极推动新型基础测绘产品应用。园林市政行业管理需要大量基础数据作为支撑。嘉兴市住房和城乡建设局“园林市政综合管理平台”调用了建筑物、道路、桥梁、市政设施等14类约16万个基础地理实体服务，不仅极大减轻了基础设施人工摸排的成本，还通过实体关联融合了各类业务基础信息和管理信息，有效支撑市政园林设施的精准养护、在线监测等管理工作。

在社会基层智治方面，嘉兴市委政法委通过三维时空大数据平台，运用实景三维、基础地理实体区划单元实体和建筑物实体100余万条数据，实现了人、事、地、物、情高效精准空间化服务，支撑户室、网格、人员等治理要素的一图采集、一图管理、一图应用，常态化维护管理户室325万户、沿街商铺20万间、人员578万。

嘉兴“种粮宝”应用方面，为粮食安全保障提供精细化的农用地实体，通过农用地实体关联农户相关信息，方便“嘉兴粮食生产管理平台”精准化管理每一块农用地的农户、耕作种类等，从而为惠农补助、田块管理等应用提供支撑。

2022年初，嘉兴被列入水利部数字孪生水网试点城市，实景三维嘉兴建设成果无缝接入，直接作为水网数字孪生底板，利用河流、桥梁、水闸等实体和实体的信息“空间载体”特性，实现全域统一管理、统一服务、统一标准、统一更新，实现数据的共建共享，快速构建了精准的杭嘉湖平原“数字孪生水网”。

下一步，嘉兴市将持续推进新型基础测绘产品在各行各业领域的应用，把实景三维嘉兴等作为全市数字化发展的统一“数字空间底座”，加大加快应用推广，加强试点成果的总结凝练，积极发挥示范带动作用，为全国构建新型基础测绘体系提供嘉兴经验。□（作者单位：嘉兴市自然资源和规划局、嘉兴市规划管理服务中心）

郑州市人防地图上线“郑好办”

离自己最近的人防工程、应急避难场所在哪儿？如何快速找到？2024年1月1日，由河南省遥感院等单位基于“天地图·郑州”制作的“郑州市人防地图”在“郑好办”APP上线，这一创新项目利用地理信息技术，将人防工程信息以地图形式呈现给公众，为市民提供了一个方便快捷的查询途径。

人防地图是指一个城市或地区的防空地下设施分布图，用于指导人们在紧急情况下前往人防工程或应急避难所进行紧急应急避难或躲避敌方空袭。过去，人防工程常常被视为一个神秘且不为公众所熟知的领域。如今，随着时代的发展和科技的进步，郑州市决定面向社会公布人防地图，提升全民的国防动员观念，提高公众防护意识和应急避难能力。

根据郑州市国防动员办公室关于人防工程的公示要求，河南省遥感院、郑州市自然资源和规划局、郑州市大数据管理局立即展开密切合作，充分利用相关资源，开展人防工程数据整理、“天地图·郑州”地图服务调用、“郑好办”平台对



接等工作。

郑州市人防地图应用系统虽然功能简单，但是用户群体大，需要适配的移动终端环境复杂，系统设计非常繁琐。为了让系统好看又好用，河南省遥感院技术团队的界面设计师、研发人员、测试人员在系统上线前，反复沟通、讨论、测试，最终在一个月内，经过十几次修改迭代，圆满完成郑州市人防工程电子地图制作，并顺利在“郑好办”APP上线。

此次发布的“郑州市人防地图”可进行定位，搜索周边的人防工程、应急避难场所、纳凉点和

地铁兼顾人防工程站点，并可通过导航到达指定的人防工程出入口附近。市民进入“郑好办”首页就能看到“郑州市人防地图上线”模块，点击查看进入人防地图，系统将根据用户位置自动定位，显示最近的人防设施的名称、地址、建筑面积、功能、战时掩蔽人数等内容。该地图还提供了路线引导服务，市民查询最近的人防工程后，可自主选择导航软件及路线方式。

“去年夏天，我在新闻上看到郑州市人防办免费开放了第一批人防工程避暑纳凉点，免费为市民提供纳凉避暑服务，但具体位置在哪儿就不太清楚了。”郑州市民王强说，“人防工程可以紧急避险，夏天太热也可以避暑，现在有了人防工程地图，可直接导航到最近的人防工程，真是太方便了！”

此次河南省遥感院构建的人防地图服务，不仅实现了防空防灾便民贴心服务，而且扩大了“天地图·郑州”的应用领域。下一步，该院将充分依托“天地图·郑州”，坚持创新服务，打造更多融入社会发展和贴近百姓生活的地信服务。

□（河南省遥感院 郑阳丽）



南阳市地方独立坐标系正式启用

2024年1月1日起，南阳市行政辖区范围内全面启用2000南阳相对独立的平面坐标系（以下简称“南阳独立坐标系”）。

据了解，南阳独立坐标系是经自然资源部批准的南阳市唯一合法的相对独立的平面坐标系，是南阳市现代测绘基准体系的重要组成部分。该系统由河南省测绘院协助建立，以南阳市连续运行卫星定位参考站为框架，以南阳市C级GPS三维大地控制网为基本网，以2000国家大地坐标系为基础，采

用CGCS2000参考椭球，设立有3条中央子午线和4个投影面，形成了南阳市中心城区测绘基准体系的总体架构，实现了多部门、多行业地理信息数据的无缝集成、多源数据的统一管理标准化服务。

南阳独立坐标系的启用，将结束多年来南阳市测绘基准不统一、测绘数据“打架”的现状，更好地满足辖区内开展大比例尺测图和工程测量的需要，避免重复建设，有效促进测绘成果资源共享，为南阳市推进工程建设项目“多测合一”

改革、自然资源“一张图”审批系统建设、新型基础测绘体系构建和实景三维南阳建设等提供统一的测绘基准保障，为南阳高质量建设现代化省域副中心城市提供更加坚实的测绘地理信息支撑。

下一步，南阳市自然资源和规划局将依法依规对南阳独立坐标系进行运维管理，并把使用情况作为测绘成果质量监督检查、测绘资质巡查的重点检查内容，确保使用质量和效率。（南阳市自然资源和规划局 张帆）

实景三维河南建设工作推进会召开

为加快推进实景三维河南建设，确保新年度呈现新气象、取得新成效，1月10日上午，实景三维河南建设工作领导小组办公室组织召开工作会议，对重点问题进行深入研讨，对下一步工作进行安排部署。

会议通报了2023年度实景三维河南建设工作进展，对各地工作

中遇到的共性问题和技術难题进行了分析研判，拟定了初步解决路径；听取了各组2024年工作计划和第一季度落实措施，并就当前需要着力抓好的14项工作任务进行部署和分解。会议还明确了实景三维河南建设处级干部分片包干推进制度。

会议强调，实景三维河南建设

是贯彻落实党中央、国务院关于数字中国建设最基础、最重要的一环，也是数字河南建设唯一的时空数据基础底板。下一步要切实提高政治站位，做到科学谋划、协调联动，以开局即决战、起步即冲刺的精神状态推动各项工作不折不扣、保质保量落到实处。（河南省自然资源厅 张忠强）

“天地图·濮阳”连续三年获评“五星级节点”

近日，“天地图·濮阳”在河南省自然资源厅组织的2023年河南省地理信息公共服务平台市级节点综合评估工作中再创佳绩。自2021年开展天地图市级节点评估工作以来，濮阳市连续三年荣获最高等级——“五星级节点”。

“天地图·濮阳”是濮阳市自然资源和规划局建设的网络化地理信息共享与服务门户，集成了来自濮阳市（县）各级测绘地理信息部

门、相关政府部门、企事业单位、社会团体和公众的地理信息公共服务资源，向各类用户提供权威、标准、统一的在线地理信息综合服务。

2023年，“天地图·濮阳”更新矢量与地名地址数据2577条，更新教育类专项数据950条，政府类专项数据200条，医疗类专项数据296条，遥感影像数据现势性达到2023年6月；完成目录子站目录更新1次，向社会公开专题

地理信息2条，提供本地化应用19次，并发布公益地图供社会免费使用，浏览量超8万次。

下一步，濮阳市自然资源和规划局将严格按照地理信息公共服务平台建设要求，进一步丰富“天地图·濮阳”平台数据资源，优化拓展平台服务功能，扩大地理信息数据资源开放共享，为公众提供更加高效、全面的地理信息服务保障。

（濮阳市自然资源和规划局 秦怡美）

做铁路安全的守护者

——记东网空间地理信息有限公司

◎ 黄军领

火车奔驰，一日千里；安全至上，重于泰山。铁路，始终承载着人民群众对美好生活的向往。每一天，都有无数工作人员坚守岗位，保护千里铁道线的安全，守护无数旅客的平安抵达。

有这样一家企业，他们的员工，肩扛仪器，披星戴月，精密测量，为国家铁路安全贡献测绘力量。这家企业就是东网空间地理信息有限公司（以下简称“东网公司”）。

10年来，东网公司专注铁路测量业务，以专业的技术团队、先进的测绘技术、精益求精的工匠精神，为铁路安全运行提供坚实保障。

全力奋战“天窗”期

“我们的主要业务之一是铁路既有线路复测，也就是精密监测路基变形情况。按照铁路安全要求，需在铁路‘天窗’期进行监测，时间短暂，这就要求我们的测量工作紧张、有序、精密。”东网公司总经理王保江介绍说。

“天窗”，是指列车运行途中不铺画列车运行线或调整、抽减列车运行，为施工和维修作业预留的时间，多在凌晨或夜晚。高速铁路“天窗”时间一般240分钟，普速铁路“天窗”时间一般180分钟。

陈胜宝是东网公司的高级组长，2023年4月至今，担任山西境内太行山深处一个铁路隧道的监



测项目负责人。上山、进洞、走路、测量，成为生活常态。

这段铁路隧道长8公里，山上不具备住宿条件，陈胜宝便带领项目组，租住在山下十几公里远的地方。隧道的“天窗”时间从早晨7点开始，凌晨5点，项目组就从住处开车出发了。到达隧道监测斜井入口后，他们要扛着仪器，在斜井中步行近1公里才能进入铁路隧道，由此再向隧道两端分别延伸2公里，就是他们负责监测的路段。每次作业，他们都要争分夺秒，在隧道内工作1小时30分钟左右。

“这是一条运输煤炭的货运铁路，隧道内粉尘多，每次进去我们都戴着口罩，但出来后鼻孔都是黑的。工作环境是差些，但质量要求

不能有丝毫偏差。”陈胜宝说。

夏天，暴雨倾盆，上山的路被冲毁，汽车只能开到离斜井入口3公里的地方，陈胜宝他们就扛着仪器，一步一步爬上山；冬天，山上气温达到零下十几度，他们就尽可能穿厚点，以抵御凛冽的寒风……

与山区相比，在平原地区进行铁路复测也并不轻松。郑阜高铁100公里标段主要位于鄢陵县境内，该路段的“天窗”时间是0点至4点，正是人最困乏的时候。但每次作业，东网公司30名工作人员都准时到达，他们头戴照明灯，奔波在铁路线上。一串串闪耀的头灯，与天上的星星相辉映，恰是他们青春迸发的光芒！

这群90后青年，勇于拼搏，

栉风沐雨，砥砺前行，以实际行动践行了“热爱祖国、忠诚事业、艰苦奋斗、无私奉献”的测绘精神，为国家铁路安全贡献了青春和智慧，他们是新一代最可爱的测绘人。

打造数字保护区

2021年12月，长荆铁路安全保护区建设项目工地，东网公司的一群小伙子，抬着沉重的标桩向埋设点移动……这个地段荒草丛生，交通不便，空间有限，机械无法进入作业，因此必须人力搬运到位。

“辛苦吗？确实辛苦！但事关铁路安全，我们必须干好！”东网公司一名参与施工的员工说。

“早在2018年4月，我们就开始研究铁路沿线安全问题。”东网公司总师主任宋浩说，“2018年7月，我们通过卫星影像排查发现，一条铁路隧道顶部存在大范围开挖情况，便立即报告铁路管理单位，及时制止了违法行为。现场勘察发现，该违法开采石材点距离铁路隧道侧壁仅剩10米，一旦挖穿，将严重危及铁路行车安全。正是通过这次事件，我们发现了铁路沿线安全监测的盲区——隧道顶部。”

就此课题，东网公司先后在武九城际铁路和京广铁路黄龙寺隧道段展开研究，取得显著成效：2019年，《基于卫星遥感测量技术的铁路沿线安全保护区监控》获得专利；2020年，中标长荆铁路全线铁路安全保护区建设工程，探索实现数字安全保护区，在业内率先提出安全保护区点、线、面一体防护理论。

“点，就是以安保区标志桩为点，利用监测技术，对重点部位实施全天候预警监测；线，即以铁路为线，对重点地段高频率监控；面，

是利用卫星遥感影像大范围筛查。通过点、线、面结合，全面保护铁路安全。”宋浩介绍。

值得一提的是，在后续开展的荆沙铁路安全保护区项目中，东网公司不仅仅满足于完成项目。考虑到业主后期管护方便，他们在每一个标志桩上都印上独有的二维码，巡视人员通过扫描二维码即可查看、修正、更新标桩信息，并及时将巡视信息上报平台，真正实现了建设、运维一体化，以及铁路安全保护区数字化监测防控，为后续“路、地双段长制”铁路沿线环境共治奠定基础。

创新应用促发展

2022年12月，侯月铁路桃坪隧道，东网公司技术人员利用移动式三维激光扫描仪对隧道进行了病害检测扫描。

“这条隧道1996年建成，全长近4300米，受煤矿采空影响，隧道地表沉降严重，使用传统测绘手段效率低，效果也有限。”东网公司技术副总姜贵阳介绍，他们使用移动式三维激光扫描仪，基于图像识别技术开发三维可视化算法，对铁路隧道“实景复制”和“CT扫描”，实现了隧道病害的快速定位和高效识别，可及时发现和消除铁路隧道安全隐患。“这个项目后来成功入选中国铁路郑州局科研课题并通过验收。”姜贵阳说。

这个项目只是东网公司创新科技应用的一个缩影。近年来，东网公司坚持创新发展理念，大力推动自动化监测、实景三维、机器视觉、北斗卫星导航系统在铁路行业的快速应用，取得了良好效果。

在中国铁路郑州局清筛复测项目中，由于各种因素影响，利用传

统测量手段作业困难重重。为此，东网公司将研发的大疆机载激光雷达L2技术投入使用，两人仅用两天时间，就完成陇海铁路20公里的外业数据采集。经过实测数据对比，成果完全满足相关精度要求。

在中国铁路太原局驼峰复测及大修测量中，东网公司面临更为复杂的测绘场景。这里线路密集，车辆调度频繁，“天窗”时间短，安全要求高。东网公司创新采用“轨道小车+机载激光雷达”的测量方式，在提高效率的同时兼顾安全和精度，顺利完成测量任务。

2018年以来，东网公司在业内率先开展铁路驼峰复测研究，配合完成中国铁路郑州局辖内十余处驼峰的数据复测、比对工作；独立完成中国铁路太原局大同湖东三场和大西三场的驼峰复测，为驼峰技术改造升级提供了翔实的数据。

近年来，东网公司注重“产学研用”融合发展，联合黄山学院、郑州铁路职业技术学院等院校构建“产学研用”共同体，开展科研项目并形成成果，先后获得数十项技术专利及软件著作权，荣获十余个国家、省部和市级科技奖项，在业内叫响了“东网”品牌。

中国高铁，以风为速，以轨为尺，丈量大国前行的步伐。10年来，东网公司见证了中国铁路的发展，与中国铁路同成长。每一天，东网人都工作在不同的铁路线上，1小时、2小时、3小时，“天窗”时间有限，拼搏精神无限；每一步，东网人都迈着坚实奋进的步伐，1公里、2公里、3公里，测绘里程有限，安全标准无限。

“恪尽职守，对每一串毫米级数据负责。”王保江坚定表示，“这就是我们的企业价值观！”

贵州“云问图”多功能服务平台上线

近日，贵州省自然资源厅组织开发的微信小程序“云问图”，正式在贵州省自然资源厅门户网站、贵州自然资源微信公众号和贵州省电子政务网上线，面向社会公众开放使用，成为全国首个集国家版图知识宣传、标准地图浏览下载、问题地图上报、处理情况查询等功能于一体的线上服务平台，实现引导公众合法“用图”、动员公众参与“管图”、督促主管部门及时“查图”一体化。

“云问图”使用简单方便，具有以下特点：

无需下载安装。在贵州省自然资源厅门户网站、贵州省自然资源微信公众号或贵州省电子政务网搜索“云问图”小程序，通过扫码或点击图标，即可进入主界面。

无需账号注册。打开“云问图”小程序，可直接体验国家版图知识宣传、标准地图浏览下载、问题地图上报、处理进度反馈等功能，查阅了解相关业务知识，无需注册账号。

便于举报监督。社会公众若发现疑似问题地图，

可拍摄地图照片，附简要情况描述、发生地位置等相关信息后，上传“云问图”后台调查核实，并可在反馈列表中查看处理进度。举报人姓名与电话等隐私信息不对外公开，历次举报信息全程闭环、可见。

延伸监管方式。社会公众提供的疑似问题地图线索，经自然资源主管部门组织调查核实后，及时进行反馈，既解决了社会公众发现疑似问题地图线索无处反映或反映渠道不畅等困扰，又解决了自然资源主管部门对疑似问题地图难发现、反馈线索后难跟踪等问题，实现一举两得。

跨平台能力强。“云问图”小程序能同时支持IOS、Android和HarmonyOS手机端，以及Windows、UOS等PC端，易于普及与推广。

专业团队支撑。“云问图”由贵州省第三测绘院、贵州省测绘产品质量监督检验站等测绘事业单位提供技术支撑及运维，技术专业，服务精准，保障权威。

后期，该小程序还将陆续增加新内容，拓展服务功能，提升使用体验。（来源：贵州省自然资源厅）

安徽印发文件加快测绘地理信息事业转型升级

2023年12月24日，安徽省自然资源厅印发《关于加快测绘地理信息事业转型升级更好支撑高质量发展的实施意见》（以下简称《意见》）。

《意见》要求，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大精神，全面落实党中央关于数字中国、数字经济等战略部署和安徽省委、省政府关于数字安徽建设的工作要求，准确把握新时代新征程测绘地理信息“支撑经济社会发展、服务各行业需求，支撑自然资源管理、服务生态文明建设”工作定位，坚持系统观念、应用导向、创新驱动、底线思维四项基本原则。力争到2025年，基本形成新型基础测绘体系管理体制和运行机制，全省实景三维中国建设取得阶段性成果，新一代地理信息公共服务平台（天地图）建设基本完成，全省基础测绘统筹管理、协同建设机制初步建立。

《意见》明确，要不断强化测绘地理信息数据要素保障，构建新型基础测绘体系，夯实时空信息定位基

础，丰富基础时空数据资源，推进行业企业数据供给。要积极拓展测绘地理信息赋能应用，支撑自然资源管理，赋能政府管理决策，助力数字经济发展，服务百姓美好生活。要切实保障测绘地理信息安全，加强地理信息安全监管，提升行业监管服务能力，注重安全保密机制建设。要大力推进地理信息产业高质量发展，优化产业发展环境，健全管理体制机制，加强科技创新引领，加强技术标准建设，优化生产组织结构。

《意见》强调，各地要加强对市、县两级测绘地理信息工作的统筹指导，强化资源整合和力量协同，形成工作合力。要积极争取各级财政支持，建立持续稳定投入机制，探索多元化投入模式，鼓励社会资本投入测绘地理信息工作。要加强测绘地理信息人才队伍建设，完善人才培养、引进、使用、交流和激励机制。要丰富创新宣传方式和渠道，营造全社会共同关注、全行业积极参与测绘地理信息事业转型升级的良好氛围。（来源：安徽省自然资源厅）

四川出台工程建设项目“多测合一”实施办法

近日，四川省自然资源厅会同四川省住房城乡建设厅、省国动办、省大数据中心、四川测绘地理信息局等部门联合印发《四川省工程建设项目“多测合一”实施办法》（以下简称《办法》）。

《办法》共七章三十四条，分别为总则、部门分工、行业管理、信用管理、监督管理、成果共享管理、其他规定等内容，其特点主要体现在四个方面：

制定“多测合一”总体要求。统一全省“多测合一”的实施范围、审批事项、审批阶段、办事流程和业务办理应用信息系统。明确了《办法》适用范围，即在本省行政区域内工程建设项目“多测合一”工作，其中“工程建设项目”是指四川省行政区域内新建、改建、扩建的房屋建筑和城市基础设施等工程，不含特殊工程和交通、水利、能源等领域的重大工程。扩展了“多测合一”改革范围，覆盖工程建设项目从立项用地规划许可到竣工验收和不动产登记阶段全过程，分阶段整合优化测绘事项，整合后保留三个综合测绘项目。

明确“多测合一”部门分工。明确“多测合一”改革工作由自然资源、住房城乡建设主管部门牵头，

人民防空、政务服务和大数据、测绘地理信息主管部门按照相应的职责分工落实“多测合一”相关工作。

细化“多测合一”管理制度。明确了“多测合一”行业管理要求，按照“非禁即入”的原则，“多测合一”市场对所有依法取得测绘资质的测绘单位开放。

明确“多测合一”信用管理要求，由省级测绘地理信息主管部门统筹本省行政区域内“多测合一”信用信息管理工作，并对信用信息类型、有效期、认定要求等进行了规定。

明确“多测合一”监督管理要求，自然资源、住房城乡建设、测绘地理信息主管部门统筹全省“多测合一”监督管理工作，市（州）、县（市、区）自然资源主管部门应依法定职责，加强“多测合一”成果事中事后监管，依法开展质量监督检查、测绘资质巡查、保密检查等工作。

强化“多测合一”成果共享应用。《办法》进一步明确各级相关部门实现“多测合一”成果统筹入库和共享运用，推进部门间共享互认，促进社会化应用的工作要求。☑（来源：四川省自然资源厅）

重庆推进实景三维建设落地见效

○ 魏智兰

近日，重庆市规划和自然资源局召开实景三维中国（重庆）建设推进会议，介绍建设工作推进情况、总体实施方案和成果质检方案，并围绕应用需求开展典型经验交流发言，部署实景三维建设工作。

近年来，重庆积极开展实景三维建设探索，结合山城江城特色，在三维数据标准等环节积累了工作经验，在支撑规划自然资源管理和经济社会发展等方面取得一些成效和进展。一是加强规划布局，坚持规划引领，把实景三维建设纳入全市自然资源保护和利用“十四五”规划以及测绘地理信息发展“十四五”规划，推动实景三维中国（重庆）地形级和城市级数据资源建设，推进基础测绘地理信息数据库向地理实体数据库迭代升级，建立实景三维数据组织、发布、应用、服务体系，形成满足精细化管理需求的三维化、

实体化空间信息服务能力。二是制定总体实施方案，以提升更新为主要实施方式，推动采集、生产、建库、管理全链条创新。既推动实景三维全域覆盖，又聚焦重点需求，围绕两江四岸、渝西地区、三峡库区等重点片区、重要场景打造更精细的数据成果，支撑多样化的管理需求。三是拓展实景三维应用，加强需求和应用牵引，引导和培育新的需求与应用生态，在国土空间规划等11个领域开展了百余项场景应用。四是推进实景地图建设，印发相关通知，部署真实反映城市地理地貌、基础设施、街区建筑的实景地图建设工作。

重庆市规划和自然资源局要求，下一步要强化组织领导，压实主体责任；要做好统筹实施，强化应用服务；要加强安全监管，维护国家地理信息安全。

☑（摘编自《中国自然资源报》2023年12月26日7版）

刘先林： 中国航测仪要争取站在世界测绘装备制造 C 位

◎ 徐 红

问：您认为测绘仪器会往哪个方向发展？

答：手机。

问：“数字地球”在手机上能转动起来吗？

答：有办法。

“要真正实现强国之梦，首先就要把科技搞上去。”“谁在创新上先行一步，谁就能拥有引领发展的主动权。”

还要当“运动员”、坚持在一线搞科研的中国工程院院士刘先林，这次要人先一步，跨界研究手机，他在琢磨让智能手机变成测绘仪器，提高时空数据采集效率。已是耄耋之年的刘先林院士，思考的仍然是测绘装备自主创新的科技前沿问题。

作为我国测绘科研一线的“大国工匠”、测绘遥感专家，刘先林院士用精益求精的工匠精神把测绘“量尺”做到极致，一次次将中国航空摄影测量仪器水平推到新的高度，一项项重大科研成果填补了多项国内空白，结束了中国先进测绘仪器全部依赖进口的历史。他亲历了国产测绘仪器装备从无到有到领先于世界的发展史，见证了我国测绘地理信息行业的快速发展。

2023 年 5 月，全国测绘地理信息工作会议提出，面向高质量发展新要求，全面推进测绘地理信息事业转型升级。8 月，自然资源部出台《关于加快测绘地理信息事业

转型升级更好支撑高质量发展的意见》，强调要进一步增强自主创新能力，推进测绘地理信息技术与新一代信息技术的应用研究和深度融合，加快科技创新引领和重大工程的牵引，发挥企业作为技术创新的主体作用。

在这样的背景下，第一届中国测绘地理信息大会于 2023 年 11 月 8 日~10 日在浙江德清召开。记者采访了刘先林院士，请他谈一谈新时代我国测绘仪器装备的发展趋势和转型升级，测绘型智能手机会给测绘地理信息行业带来怎样的革命性改变？

“手机在测绘地理信息领域的应用才刚刚开始”

“现在的智能手机功能越来越强大，简直不可思议。”刘先林院士感慨手机的迅猛发展。过去一台卫星通讯手机体积大，要通过距地面 3 万公里外的海事卫星把信号转过来才能实现卫星通讯。华为新推出的智能手机无需海事卫星“中转”，即可实现在无人区、没有通信信号的地方打电话。刘先林院士开始寻找手机与测绘仪器的结合点。

虽然已近 85 岁高龄，但刘先林院士还是那样的精神矍铄，思维敏捷，记忆力超好，说话声音不高，语速很快。“祖国需要什么，一线需要什么，我们就要研究什么。”从刚参加工作起，他就把这句话

作为自己一生的追求，潜心研究国产航空摄影测绘仪器，主动扛起测绘仪器自主创新的重担，一干就是 60 多年。面对新时代新需求，测绘地理信息事业在加快转型升级。

作为多个具有开创意义的国产测绘仪器研制者，刘先林院士紧跟国家需求，这一次他把研究转移到新一代智能手机上。更确切地说，他要把手机变成智能化的测绘仪器，测量祖国的山川大河，绘就美丽中国，把数字地球“搬”回家。

“测绘仪器装备要转型升级，要向空天地一体化融合发展。”刘先林院士认定“手机太重要了”。随着信息技术的发展，以前的一些测绘仪器现在都不用了。比如，过去的解析测图仪、正射投影仪都进到博物馆、测绘科技展厅里了。

应该说，那些凝聚着测绘科学家心血，打破国外测绘仪器在中国市场垄断的“功勋”航摄仪是在以另外一种形式存在，那就是它在向参观者讲述我国测绘装备的进步和科学家们科技报国的拳拳爱国之心，激励后来者也要奋勇争先，不断开拓创新，用新时代的先进技术装备赋能高质量发展。

我们处在“互联网+”和“数字经济”时代，通信界人士认为，处于 ICT（信息通信技术）时代，基础数据将被各行各业广泛应用。那么，测绘地理信息时空大数据怎么和 ICT 结合？怎么与 Cyber（赛



博空间，即虚实空间）相融合？新时代、新测绘、新发展，对测绘仪器提出了更高要求。

刘先林院士介绍，摄影测量经历了三个发展阶段：模拟摄影测量、解析摄影测量、数字摄影测量。如今，地理信息技术迎来一次大变革，测绘仪器要改变传统“三大件”，走向智能化测绘时代。智能手机的许多功能都可以为我们所用，比如AR（增强现实）功能，就可以助力新测绘。

刘先林院士非常看好智能手机在测绘领域的发展。他说，手机上的存储、通讯、AI计算等功能越来越强大。地理信息工作者开发的手机AR，能将地理信息三维模型的矢量叠加在摄像头视场上，这是虚实结合的典型应用。这样的手机可以用来升级许多过去的的应用。例如实体导航、网格员、一机办事通、

一机浏览通等，这将是未来新型地理信息产品面向大众消费者提供服务最重要的、很可能是唯一的手段。此外，手机AR技术还可用于三维测绘成果的实地检查、工程测量等行业应用，可极大地提高工作效率。

特别是高速发展的智能手机集成了移动测量所需的全部传感器，如双频GNSS（全球卫星导航系统）接收机、各种摄像头、激光、陀螺、罗盘、深度相机、里程计（计步器）等。可以说，无所不包，功能强大。比如手机定位，它不是一般的接收机，而是一个双频定位接收机。在测绘仪器里，一个双频接收机很贵。手机的照相功能与专业的单反相机相比，性能一点不差。事实上，手机的存储功能、计算功能（CPU+GPU）、通信功能都愈发强大，可以为测绘所用。

手机GPU具备了很好的图像处

理能力，只是如果计算量大，用的时间长，手机就会发烫，这是普遍现象。偶然间，团队在做实体导航的研究中，用到了YOLO算法，发现它可以不用像人工智能那样需要几百个、上千个，或者几万个样本数据来支持一些分析，只要让软件“看一次”就够了，计算量大大减少，手机GPS运行时间也就减少了，问题不就解决了嘛。

刘先林院士和团队把这种降温方法用到手机上，经过改造和匹配，解决了手机发热问题。目前，这一“降温技术”他们还在测试中。“再等个把星期会看到一些成果出来。”

那么，将来的“手机测绘仪”会发展成什么样呢？刘先林院士说，研究小组正在利用手机照相功能做高精度、高时频、高时间特性的变形监测，每隔15秒监测一次地表或水库大坝，实现毫米级动态

监测，目前其他设备还做不到这一点。“不久，以手机为核心的测绘仪器设计思路就会出来。手机在测绘领域的应用才刚刚开始。”

那么，测绘地理信息大数据将来能不能在手机端运转起来？刘先林院士说，这个问题解释起来有点专业。数据源无非就是处理图像数据，测绘数据包括定位数据、GNSS 导航数据，但这个数据量很小，小到只有几个字节。可是数据采集获取到的图像图片是以 TIFF 格式存储的，数据量大到 1 秒钟能拍摄 30 帧画面，并且大多数图片都是 3K×4K，或 5K×6K 大小的高清图。而 TIFF 文件里又分各种 RGB（色彩）模式，信息量非常大，要把这么大的数据量从几百公里外的卫星、飞机上传下来都是很难的。怎么办呢？刚才说过，目前 GPU 对图像处理的效率是最高的，只是需要对该模块进行降温处理。

此外，通过只提取数据中的变化量技术，比如停泊的航母是否移动了，道路上哪个地方出现拥堵了，山体是否有位移等这些动态信息数据，只要把变化量的数据留下存储，通过手机通信功能把变化数据发送到服务器端或者云端处理，一个服务器可以同时处理很多部手机。所以，也就不存在地理信息数据量大，手机运转不了的问题。

“手机、无人机、超低轨卫星，都是未来发展的重大机遇。”刘先林院士看好的这 3 个方向，他自己也在探索研究中。

“‘超低轨卫星+手机’是我现在最关注的一个技术装备”

航空航天测绘是天空地一体化融合测绘中比较重要的一部分，是利用航空器或航天器获取影像，通

过测量和数据分析来获取地球表面的地理信息。如自然资源管理、土地规划、工程测量等领域的应用。

刘先林院士介绍说，航空航天测绘数据获取，主要是通过卫星遥感和航空摄影方式。卫星遥感测绘，就是卫星携带的传感器从太空中获取地球表面的图像和数据，具有广覆盖、全天时、高分辨率等特点。

测绘卫星的轨道大致有三类，第一类是距离地面 500 千米高度的卫星。像高分五号、七号都属于这类卫星，地面分辨率为 0.5 米。第二类是距离地面 300 千米的空间站，其实也可以由航天员携带传感器对地面进行拍照获取地表图像和数据。第三类是距离地面 100 千米的超低轨卫星，它可以取代目前部分航空测量工作。相当于在 100 千米处与航空摄影融合了。所以，超低轨卫星有很好的应用前景。

航空摄影测量，就是通过飞机或直升机携带相机，在一定高度上对地面进行拍摄。相比卫星来说，航空摄影的优点是分辨率高，能获得较为详细的地面图像。同时，航空摄影可以采集高程数据，通过获取地面特征的立体像对形成数字高程模型。所以，现在的航空摄影主要做实景三维测量。

航空摄影使用的飞机有固定翼飞机、直升机和无人机。目前，大部分固定翼飞机是在 3000 米高度飞行，实景三维数据采集的飞行高度在 600 米左右。同时，也利用直升机、无人机进行三维数据采集。全国从事地理信息类的无人机工厂不下几百个，可以说有点泛滥。

我国正在加快数字中国建设，自然资源部也在全面推进加快实景三维中国建设。实景三维是对一定空间范围内人类生产、生活和生态

空间进行真实、立体、时序化表达的数字空间，是新型基础测绘的标准化产品，是重要的国家新型基础设施。

刘先林强调，实景三维数据采集时，不要盲目飞 1 厘米或 2 厘米精度的影像，否则会造成成本高，效率低。实际上 5 厘米的精度就可以，用 GSD（地面分辨率）叠拼，就可以让飞机飞得高一些，视野看得就更宽，数据后处理效率也会提高。而现在市场上，为了提高精度，往往采用 1 厘米精度的影像，飞下来数据量更大，后处理只得大量使用服务器来完成。配备几个机房和上百台服务器，再加上一些盗版软件，这样的做法不可取，也不科学。目前，国内“飞行+后处理”一体机方案已经彻底解决了多片机、斜片机的后处理问题，这也是在我们“强推”下实现的。

再有就是超低轨卫星测量，就是轨道高度在距离地球表面 100 公里的卫星。据测算，超低轨卫星具有超高价值，因轨道高度降低，对地“遥感”变为“近端”而获得更低的成本和更高的观测分辨率、更短的传输时延等，可以实现同等分辨率下光学载荷重量、成本降低 50%，合成孔径雷达（SAR）载荷重量、成本均降低 40%。在 2023 年 7 月召开的第九届中国（国际）商业航天高峰论坛上，中国航天科工空间工程总体部宣布，将正式启动超低轨通信、遥感一体星座建设。

刘先林院士表示，将来超低轨卫星带上去的相机就是一台手机，直接用手机上的照相机加一个长焦镜头对地面进行拍照，感知地表变化，实现空间和航空的高度融合。所以，手机在测绘行业的应用仅是一个开始，而通遥一体的超低轨卫

星非常有前景，值得期待。“这是一个被寄予很大希望的增长点，也是我现在最关注的一个技术装备。”

“我国的航空摄影测绘设备在国际上几乎是领先的”

问：“目前我国测绘仪器在国际上处于什么样的地位？”

答：“几乎是领先状态。”

刘先林院士回答得很干脆。应该说，这份自信来自于科学家们多年扎根一线，只为测绘装备“中国造”的持续创新，来自于我国测绘科技工作者以科技报国、不断追求卓越的一份坚守。

从第一台国产解析测图仪、数字摄影测量工作站、第一台国产数字航空摄影仪、国产车载激光建模测量系统，到现在空中大航摄影、地面扫描车，以及背包类轻扫系统、大一键数据处理系统……如今，从空中到地面，从地上到地下，从室外到室内，我国多维度的测绘仪器装备已经走在世界前列。

在第一届中国测绘地理信息技术与北斗应用博览会上，国产测绘仪器和装备可谓独领风骚。卫星接收机、测量机器人、RTK、激光雷达、无人机、四足机器人……全链条装备全部实现了国产。

“我常说，不当裁判员，可以当运动员，上次我就‘运动’了一次。”刘先林院士所说的“运动了一次”，是指他以第一完成人身份在评审会上答辩的那一次。2022年，测绘科技奖终评会上，他代表团队上台答辩，接受专家质询。最后，他们研发的SWDC-6数字航空摄影仪荣获了测绘科技奖特等奖。他在答辩时说，过几年还要来当“运动员”而不当裁判员。这意味着他仍然初心不改，在测绘装备技术研发

这条路上继续拼搏。就如他身边的人评价他，“刘院士认准的事就会一直做下去，从不言弃”。

刘先林院士自豪地说，我国在固定翼大飞机城市 mesh 模型（实景三维模型）建立，包括飞行和后处理方面均处于全球领先地位，研制的SWDC系列数字航空摄影仪，完全取代了过去的胶片机，相机性能超过了国际前三大品牌的同类产品，取代了进口设备，还统领了国内市场，国外三大品牌的同类相机在中国没了市场。

据介绍，美国一家公司仅生产了20台套这样的倾斜摄影仪，还未等到批量上市，其专利就过期了。我国一家公司曾花费50万美元购入其中一台，由于设备性能达不到预期，原价退货了。另一家国际著名品牌的同类相机产品，虽然售价高达1700万~2000万元，在我国优质的产品性能面前，也“搁浅”了。

“就目前而言，可以说SWDC-6是全球飞行效率最高的一款航摄影仪，与上一代产品相比，飞行效率提高了40%到50%。”刘先林院士举例说，用这款相机在郑州飞GSD3厘米精度、面积为50平方千米的区域，仅用时3个小时，若采用性能更好的飞机来飞，一个架次可以飞120平方千米区域。

刘先林院士骄傲而自豪地表示，我国航空摄影测绘设备在国际上几乎都是领先的，我国的固定翼倾斜航空摄影（斜片机）飞行，无论在硬件和软件方面也都处于国际领先水平。同时，在中小城市特别是县级用无人机斜片飞行方面，其总量也是领先的，估计可以占到全球斜片飞行作业的80%。数据显示，全国固定翼斜片飞行加上无人机飞行的总经费高达上千亿元人民币，

未来还会有千亿级的市场规模，应该也是全球第一。

在软件方面，早期的 mesh 模型建模软件，基本上都是国外的。近期，国内开发的一体机（CPU+GPU私有云）在效率和精度方面大幅超过了国外软件。

说起还有哪些瓶颈和不足，刘先林院士坦言，测绘地理信息生产有三大块：大地测量、航空摄影测量、地图制图。在大地测量方面，我们有中国的北斗；在航测方面，我们有自主的航空摄影仪、后处理软件。“唯独在地图制图（地理信息GIS系统）方面，目前还没有一个自己像样的数据库系统。”

刘先林院士呼吁，测绘地理信息整个行业在转型升级，今后一定要以新测绘新成果来服务各行各业，迎合AI（人工智能）时代的需求，迎合国家需求和社会需求，不能再非测绘型相机、无人机来做实体三维测量。基于“DSM+DOM”的三维模型不应该再被称为实景三维。斜片飞行所生产的实景三维，必须要提高效率、提高精度、最后结构化。因为，将来新测绘要服务于导航，服务于自动驾驶，支持动态监测。

在行业转型升级的大背景下，测绘地理信息发展的新蓝图已经绘就，新征程击鼓催征。新时期新机遇、新测绘新发展，为保持国产航测仪持久站在世界测绘装备制造C位，刘先林院士带领研究团队一刻不停地为此努力着。就在此次采访前，他还在和研发小组人员一起讨论大坝监测中手机应用问题。几天后，他们将前往现场，对新研发的测绘仪器产品做进一步的核实验证。□（摘编自《中国测绘》杂志2023年第11期）

基于车载移动测量系统的高精地图制作

黄华东¹ 李冉² 马宏阳³ 胡帅朋¹

(1. 中汽创智科技有限公司, 江苏 南京 210000; 2. 中国科学院空天信息创新研究院, 北京 海淀 100094;

3. 南京工业大学, 江苏 南京 210000)

摘要: 高精地图中的道路、交通设施的空间位置、属性及关联关系在车辆感知、定位、规划和控制等过程中都发挥着重要作用。车载移动测量系统作为高精地图制作的最主要方式, 被各大高校、科研机构及图商研究使用。针对高精地图位置精度低、制作效率低、成果格式不统一等问题, 对基于移动测量系统的高精地图制作采集、处理、制图、编译四个关键技术和工艺流程进行了探索与设计。通过实际工程分析, 该方法切实可行、效率高、精度高、完整度高, 满足高精地图建设需求。

关键词: 高精地图; 移动测量系统; 数据采集; 数据处理; 地图编译

1 引言

高精地图 (HD Map, High Definition Map) 与标准地图 (SD Map, Standard Definition Map) 有着本质区别。标准地图使用主体是人, 主要作用为导航和搜索, 数据主体是道路, 提供米级道路级别分辨率的道路形状和兴趣点数据。高精地图使用主体是机器, 主要作用为辅助定位、超视距感知、先验路径规划和决策, 数据主体是车道, 提供分米级车道级别分辨率的更为丰富的车道几何和道路设施等数据。高精地图具备位置精度高、要素丰富度和数据鲜度高等特点^[1]。

车载移动测量系统集成全球导航卫星系统 (GNSS, Global Navigation Satellite System)、惯性导航系统 (INS, Inertial Navigation System)、激光三维雷达系统 (LiDAR, Light Detection And Ranging)、图像传感器 (CCD, Charge Coupled Device)、距离传感器 (DMI, Distance Measure Instrument)、工控机 (IPC, Industrial Personal Computer) 等高精度传感器或先进技术, 可在高速移动中快速获取高精度位置及姿态信息、高密度三维点云与高清影像数据。车载移动测量系统具备高精度、高效率、数据成果丰富等特点, 广泛应用于传统测绘、智慧城市、智慧交通、智能驾驶等领域^[2,3]。

国内外已开展基于车载移动测量系统的高精地图制作相关研究与应用, 详细介绍了制作部分流程, 但未系统性、全局性、标准化研究从外业采集至高精地图应用过程中的主要关键技术、流程与成果^[4-11]。本

文基于车载移动测量系统, 设计一套采集、处理、制图、编译全流程的高精地图制作关键技术及工作模式, 实现全流程标准化、部分流程自动化, 可快速、准确、高效实现高精地图的采集、处理和建模等工作。

2 总体流程

高精地图制作主要分为 4 个一级流程、13 个二级流程及若干三级流程, 总体制图流程如图 1 所示。外业数据采集主要包括: 测区内控制点坐标采集、基准站观测数据采集、流动站数据采集。数据预处理主要包括: 组合导航解算、点云数据解算、影像数据解算、数据整理及数据质检。编辑制图主要包括: 道路几何及属性制作、对象几何及属性制作、制图成果数据质检、问题批处理解决。地图编译主要包括: 编译格式确定、编译方式选择。

3 外业数据采集

3.1 系统介绍

该车载移动测量系统由载体、传感器、供电系统等部分组成, 适应于高速与城市道路等应用场景, 如图 2 所示。IMU 使用天宝 Applanix LVX, 主、副 GNSS 天线使用 CSX601A, 斜置、平置 LiDAR 使用禾赛 Pandar XT32, 六个 Camera 使用海康威视 MV-CA050。在高速行驶采集场景 (速度大于 70 公里/小时), 激光线间距不大于 3cm, 后处理轨迹定位精度优于 5cm, 点云三维绝对精度优于 15cm。

基金项目: 北京市自然科学基金项目 (1234041)

作者简介: 黄华东 (1988—), 男, 汉族, 硕士研究生, 注册测绘师, 工程师, 地图产品工程高级工程师, 主要研究测绘数据处理及系统应用。

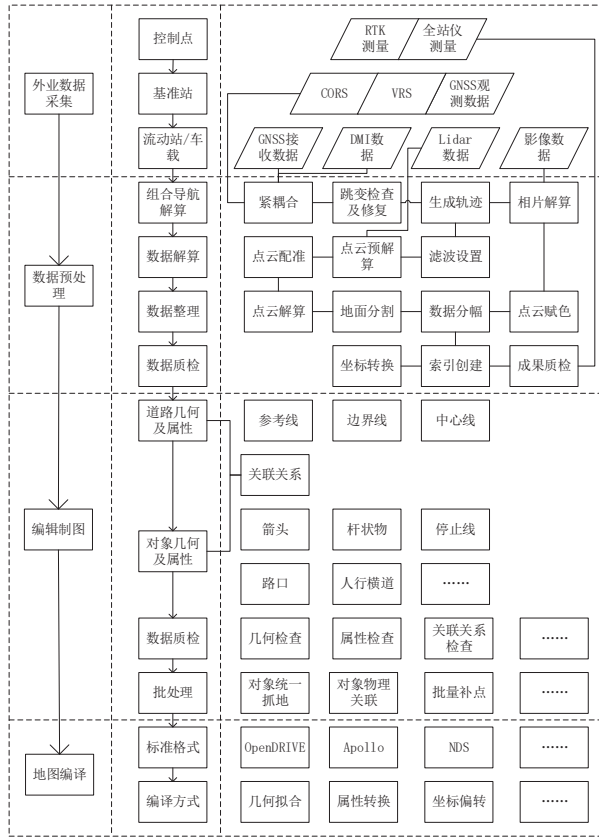


图1 总体流程



图2 车载移动测量系统

3.2 定位原理

由于系统内部传感器安装过程中存在位置及方向误差，在系统研制后需要对各类传感器的内部参数及不同传感器之间的外部参数进行标定^[12]。GNSS 外参为天线至惯导中心的偏移量 (T_x 、 T_y 、 T_z) 和旋转角 (R_x 、 R_y 、 R_z) 等参数，坐标系为地球坐标系 (WGS-84)。激光雷达内参包括线束、高度、方位角等参数。激光雷达外参为传感器至惯导中心的偏移量 (T_x 、 T_y 、 T_z) 和旋转角 (R_x 、 R_y 、 R_z) 等参数。坐标系为激光扫描坐标系。DMI 参数为车轮行驶一周的长度。相机内参包括焦距 (f_x 、 f_y)、主点 (c_x 、 c_y)、径向畸变 (k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 、 k_5)、切向畸变 (p_1 、 p_2) 等参数；相机外参为传感器至惯导中心的偏移量 (T_x 、 T_y 、 T_z) 和旋

转角 (R_x 、 R_y 、 R_z) 等参数，坐标系为像素坐标系。

在进行数据处理时，需要将不同传感器坐标系进行转换，转换为 WGS-84 大地坐标系或高斯投影后的空间直角坐标系，用于后续编辑制图工作。根据高精地图最终成果要求，选择性地进行不同椭球基准、不同投影方式之间的转换。车载移动测量系统扫描定位原理如图 3 所示。

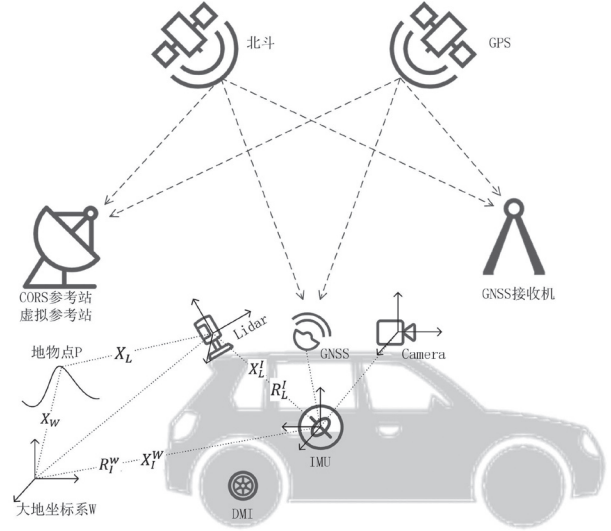


图3 车载移动测量系统扫描定位原理

在 K_L 时刻，车载移动测量系统严密定位方程如公式 (1) 所示。

$$X_W = X_L^W + R_L^W X_L^I + \lambda R_L^W R_L^I X_L \quad (1)$$

公式中： λ 为尺度因子， X_L 为地物点 P 在 LiDAR 坐标系中的坐标向量， X_W 为地物点 P 在 WGS-84 坐标系中的坐标向量。

$$X_W = [X_P^k, Y_P^k, Z_P^k]^T \quad (2)$$

X_L^W 为 IMU 坐标系原点在 WGS-84 坐标系中的坐标向量。

$$X_L^W = [X_L^0, Y_L^0, Z_L^0]^T \quad (3)$$

R_L^W 为 IMU 坐标系至 WGS-84 坐标系的旋转矩阵。

$$R_L^W = \begin{bmatrix} \cos h & -\sin h & 0 \\ \sin h & \cos h & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos r & -\sin r \\ 0 & \sin r & \cos r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos p & 0 & \sin p \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin p & 0 & \cos p \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中，(r , p , h) 为组合导航解算处理后对应时刻的滚动角、俯仰角和偏航角。

X_L^I 为 LiDAR 坐标系原点在 IMU 坐标系中的偏移量。

$$X_L^I = [T_x, T_y, T_z]^T \quad (5)$$

R_L^I 为 LiDAR 坐标系与 IMU 坐标系之间的旋转矩阵。

$$R_L^I = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \quad (6)$$

3.3 规划与采集

基准站可分为 CORS 站、虚拟参考站或自架 GNSS 接收机三类, 针对采集区域大小, 需确定基准站数量, 根据数据质量等级, 可在每 10~30km 覆盖范围内设立一座基准站。根据测区路网图, 需要现场踏勘, 采集路径规划^[13], 确保采集过程中以最少的重复路线采集较为全面的车道数据, 减少数据冗余, 提高预处理效率, 降低因重复采集导致的点云分层。为检查点云成果绝对精度, 需在测区布设控制点, 应使用 RTK 或全站仪布设高等级平面控制点与高程控制点。

采集过程中应重点关注: (1) 基准站观测起止时间应覆盖流动站测量时间, 确保组合导航解算正常进行。(2) 基准站坐标值应布设在控制点上, 以提高数据整体精度。(3) 采集开始前及结束后应对惯导进行静止等初始化操作, 以提高惯导数据精度。(4) 在隧道、高架下或城市峡谷区域, 可增设控制点, 用于数据质量评定及提升。(5) 在 GNSS 信号丢失区域, 应尽量匀速、快速驶离, 至开阔处重新接收位置信息, 减少惯导累计误差。(6) 应尽量避免流动站周围其他车辆影响, 减少因遮挡导致的点云空洞。本次采集实际路线、布设控制点及测区影像底图(部分)如图 4 所示。

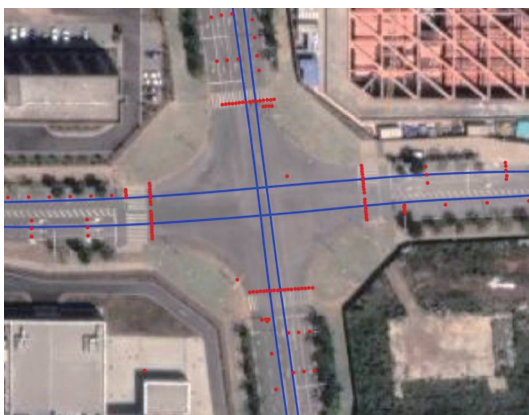


图4 行车轨迹、控制点与影像底图

4 数据处理及制图

4.1 组合导航解算

POSPac MMS 是天宝 Applanix 最新一代的 GNSS 辅助惯性导航后处理软件。使用 POSpac IN-Fusion Single Base 技术对采集 POS 原始数据进行组合导航解算, 融合北斗、GPS、GLONASS、GALILEO 等全球卫星定位系统, 将流动站及基准站采集的数据进行后处理差分动态定位, 对 GNSS、IMU、DMI 数据进行紧耦合处理, 消除 GNSS 信号失锁带来的影响, 消除 IMU 长时

间累积误差, 实现高精度的定位、定姿及定速。本次采集基线长度在 0.5km 至 1.6km 之间。基准站与流动站同时接收到的卫星颗数为: GPS 卫星颗数为 3~10 颗, 平均为 9 颗; 北斗卫星为 2~7 颗, 平均为 6 颗。基准站位置及流动站 POS 轨迹如图 5 所示。

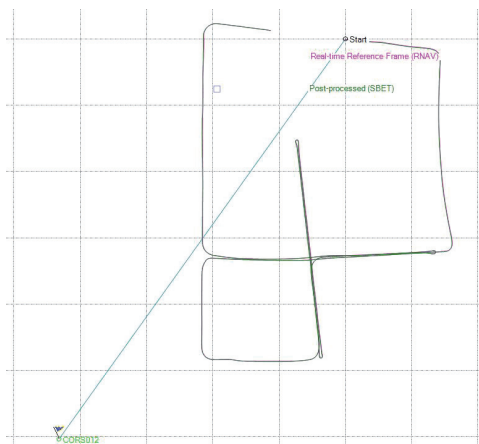


图5 基准站与流动站POS轨迹

处理结束后, 生成 POST 轨迹文件 (sbet_Trace.out), 包含时间、坐标、速度分量、滚动角、俯仰角和偏航角等信息。将二进制文件转为 Text 格式数据或 SpatialLite 数据库文件, 进行水平、高程、姿态跳变检查及修复, 减少因轨迹跳变导致的点云跳变。对本次处理的 POST 数据进行质量评价, 北、东方向中误差平均约 1.2cm, 地/下方向中误差平均约 2.8cm, 完全符合高精地图制作基础数据的精度要求。三方向中误差分布如图 6 所示。

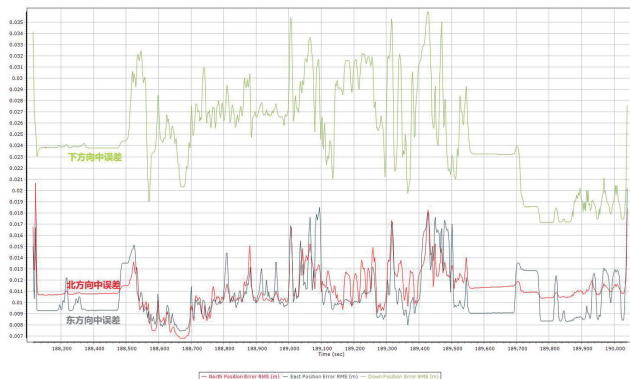


图6 位置中误差

4.2 相片解算

依据 POST 轨迹文件、相片至惯导外参, 生成六个相机轨迹文件, 包含序号、照片名称、时间、经纬度、平面坐标、高程、俯仰角、翻滚角、偏航角等信息。通过相机轨迹文件, 将每张照片与点云成果、轨迹成果相匹配, 便于后期快速查找、浏览, 可将相片像素

RGB 值赋予对应点云上，制作真彩色点云成果。解算后相片如图 7 所示，自左而右、自上而下相片位置依次为左前视、前视、右前视、左后视、后视、右后视。

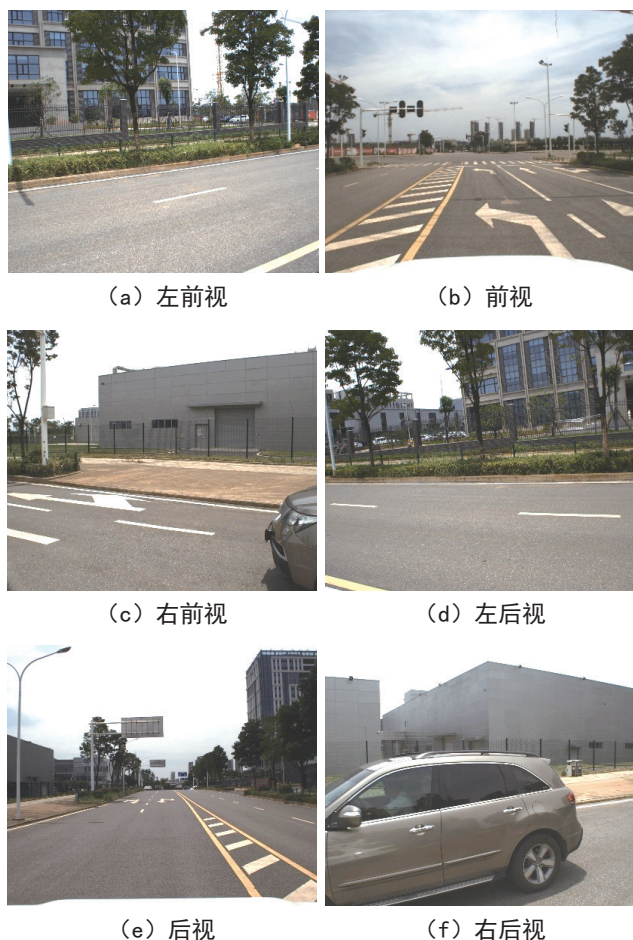


图7 各视角相片

4.3 点云解算

点云数据作为高精地图制作的最重要基础数据，点云完整性、准确性决定了高精地图的要素覆盖度与位置精度。原始激光点云数据需经过数据解析、坐标转换(将点云坐标转换为高斯投影后的空间直角坐标)、点云去噪(减少空中噪点)、距离过滤(减少距离或高度阈值外冗余点云)、速度过滤(减少停车时额外采集的冗余点云)、点云自动配准(减少重复采集区域内点云分层或点云重影，提升点云相对精度)、点云手动纠偏(提升点云绝对精度)、地面非地面分割(便于编辑制图点云渲染展示)、点云分类(高精地图自动化制作基础)、数据分幅(按照标准图幅分割为若干单幅数据)、索引创建(快速渲染)等处理，形成下一环节可输入的标准格式数据。解算后的点云成果如图 8 所示，自左而右、自上而下依次为整体点云、地面点云、非地面点云。

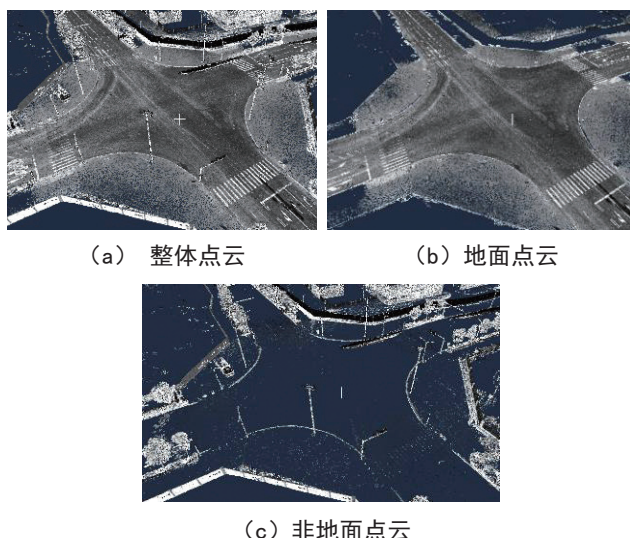


图8 点云成果

4.4 编辑制图

在通用 GIS 平台或专业数据编辑制图平台中，按高精地图数据标准，通过人工、半自动、全自动方式制作高精地图^[14-18]，包含道路、交通设施等要素，限速、转向、线类型等属性，以及交通灯与停止线、道路参考线与道路边界线等关联关系。制作结束后，应进行值域、拓扑关系、关联关系等内容的自动检查与修复。

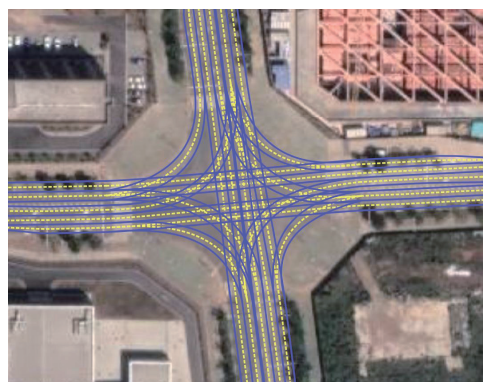


图9 高精地图与影像底图



图10 高精地图与点云成果

地图成果格式为 SpatiaLite 数据库，支持开放地理空间协会标准(OGC, Open Geospatial

Consortium), 可使用 ArcGIS、QGIS、FME 等软件编辑。高精地图成果与影像底图叠加展示如图 9 所示, 高精地图成果与点云成果叠加展示如图 10 所示。

4.5 精度分析

在车载移动测量作业前后, 选取地面或交通设施的拐角点或顶点等明显特征点^[19-21], 使用全站仪、RTK 测量, 获取高精度控制点三维坐标。将点云成果或高精地图成果与控制点进行叠加, 如图 11 所示。

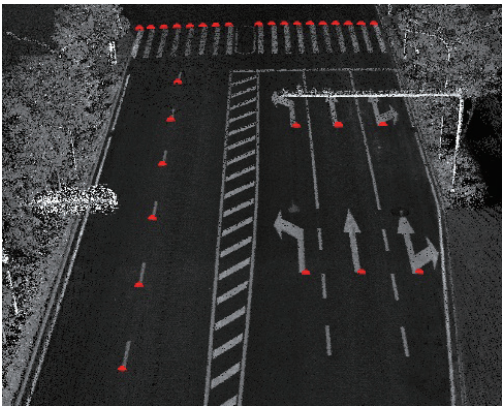


图11 点云成果与控制点叠加

高精地图成果坐标精度计算如表 1 所示, 高精地图成果坐标精度统计如表 2 所示, 误差分布如图 12 所示。通过分析可得, 平面误差平均值为 4.3cm, 中误差为 2cm, 高程误差平均值为 3.2cm, 中误差为 2.5cm, 成果数据完全满足高精地图厘米级或分米级要求。

表1 成果坐标精度计算

序号	控制点坐标			成果坐标			误差
	X	Y	h	X'	Y'	h'	
1	**5901.748	**** 446.143	**086	**5901.696	**** 446.147	**089	0.052
2	**5980.748	**** 433.647	**951	**5980.717	**** 433.648	**932	0.036
3	**6015.374	**** 433.248	**365	**6015.325	**** 433.289	**391	0.069
4	**6064.876	**** 326.447	**829	**6064.850	**** 326.491	**856	0.058
5	**6147.365	**** 447.676	**626	**6147.324	**** 447.721	**622	0.061
.....							
40	**6034.897	**** 507.121	**174	**6034.871	**** 507.110	**228	0.061
41	**6030.434	**** 558.734	**691	**6030.420	**** 558.759	**742	0.059
42	**6033.670	**** 591.370	**166	**6033.621	**** 591.342	**190	0.061
43	**6024.827	**** 606.577	**458	**6024.797	**** 606.615	**486	0.056
44	**6029.501	**** 625.487	**727	**6029.489	**** 625.513	**767	0.049
45	**6020.616	**** 642.395	**015	**6020.603	**** 642.506	**045	0.116

表2 成果坐标精度统计

	ΔX	ΔY	ΔXY	Δh	ΔXYh
最小误差	0.001	0.001	0.014	0.002	0.024
最大误差	0.066	0.111	0.112	0.078	0.116
平均误差	0.029	0.027	0.043	0.032	0.057
中误差	0.018	0.031	0.020	0.025	0.020

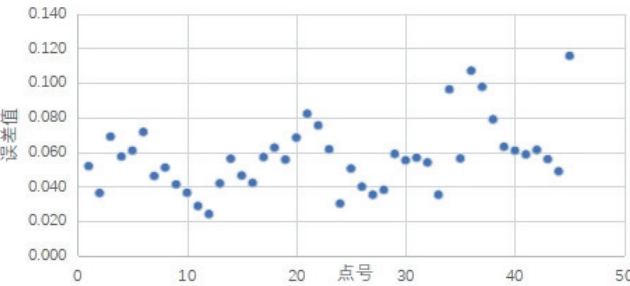


图12 误差值分布

5 地图编译

高精地图的标准格式主要有 NDS、OpenDrive、Apollo OpenDrive 等^[22]。其中, OpenDrive 是目前国际上比较通用的一种格式规范, 描述了驾驶仿真应用所需要的静态道路网络, 并提供标准交换格式, 使用可扩展标记语言 (XML) 描述道路网络的基础, 文件拓展名为 xodr, 数据涵盖了道路的几何形状, 以及可影响路网逻辑的相关特征, 例如车道和标志。同时, 还能保证不同应用之间在交换数据时的互通性, 可以真实模拟车辆在道路上行驶, 用于高级辅助驾驶系统 (ADAS) 功能开发和验证。将 SpatiaLite 成果编译为 OpenDrive 格式, OpenDrive 格式高精地图可视化效果如图 13 所示。

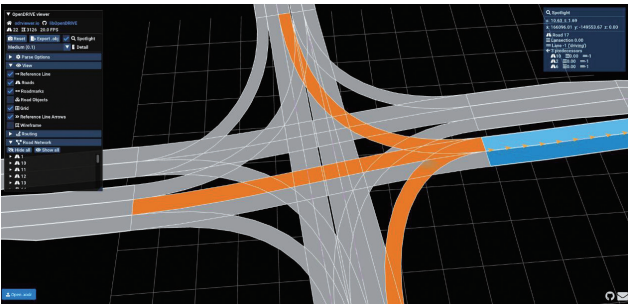


图13 OpenDrive格式高精地图

6 结语

高精地图是保障智能驾驶系统稳定、安全、高效的重要一环, 在智能驾驶中起到辅助感知、辅助定位、辅助规划、辅助控制等作用。本文通过具体工程

(下转第 34 页)

基于GeoScene软件对无人机影像解算的应用研究与问题分析

罗永晶¹ 赵瑞芸² 张爱斌³ 赵耀彬³

(1. 内蒙古兴业银锡矿业股份有限公司, 内蒙古 赤峰 024000; 2. 内蒙古邦泰建设工程有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000;

3. 赤峰市自然资源储备整理中心, 内蒙古 赤峰 024000)

摘要:以赤峰市中色锌业废渣填埋场为研究对象, 首先, 以易智瑞 GeoScene Pro 软件中的 Ortho Mapping 模块为基础, 生成项目区的正射影像 (DOM)、数字地形模型 (DTM), 并讲述了正射校正的注意事项。其次, 利用网络 RTK 按 1:500 地形图测绘要求, 对现场进行实地数据采集, 用作对无人机测绘成果的精度分析。经研究发现, 在狭窄沟渠等地形复杂区域, 无人机测绘精度置信度有所下降, 在实际工作中需要结合实际地形采用传统测量方式进行补测。

关键词:无人机测量技术; 正射校正; DTM; 误差分析; DEM 校正

1 引言

无人机测量技术应用, 是指遥感技术 (RS)、地理信息系统 (GIS) 与全球定位系统 (GPS) 的技术融合^[1], 充分利用各自优势形成高效的测量手段。

本文利用无人机低空摄影测量技术获得相关数字产品, 并利用 GPS 差分技术获得高精度地物三维坐标, 弥补了摄影测量的不足。最后, 利用 GIS 软件对基础数据进行统计分析, 得到项目所需的数据成果。同时介绍了 3S 技术的不足之处:

(1) 无人机摄影测量凭借测绘效率高、成本低等优点得到了广泛应用^[2,3]。但对于地形起伏较大的测区, 受地形畸变差的影响, 得到的高程值仍不能满足大比例尺需求。同时, 易受地表植被影响, 无法得到准确的 DEM 模型。本文结合案例地形情况, 建立两种测量方案进行对比, 以传统测量方式结果为真值, 系统分析无人机测绘的精度质量。

(2) GPS 差分技术能够得到高精度的三维坐标, 但因测绘手段限制, 在效率、数量上无法与无人机测绘媲美。特别是针对工程建设的土方测算, 该技术局限于高程点密度, 建立的 TIN 三角网无法接近真实地形, 使得数据质量有一定的差距。

(3) GIS 系统目前发展相对成熟, 在测绘行业得到了广泛使用。GIS 的分析功能较为强大, 但对数据质量具有较强的依赖性, 对数据分析的质量有一定决定作用。

2 Ortho Mapping 模块介绍

Ortho Mapping 模块 (以下简称“正射映射”), 由 Esri 公司在 2015 年与武汉大学合作, 引入张祖勋团队开发的航空航天数字摄影测量处理平台 DpGrid 技术。易智瑞 GeoScene Pro 软件继承了该模块应用, 该模块结合摄影测量原理建立了相应的正射映射 workflow 模块, 支持航空、无人机或卫星影像等多种正射校正产品。同时, 相较于其他无人机摄影处理平台, 正射映射模块丰富了生产数据产品的基本参数设置, 特别是影像自动匹配、不同高程源校正模型等。

无人机正射映射 workflow 设置特点有: (1) 图像分辨率因子, 用于影像自动匹配, 可针对不同地面要素进行设置^[4]; (2) 修复高精度 GPS 图像位置, 即能够通过差分技术得到单张相片的相中心三维坐标; (3) 高程源, 主要是恢复无人机的空间姿态, 逼近真实的空间姿态, 可有助于计算相邻影像的重叠区域, 进而提高影像自匹配质量。Ortho Mapping 模块提供了三种高程源, 第一种是网络 DEM 服务, 第二种是涵盖本项目区的已有 DEM, 第三种是无人机飞行的平均高度。

3 正射映射注意事项

正射映射需要注意以下事项:

(1) 相机模型参数设置, 对于部分无人机相机参数需要自行设置, 通常只需设置焦距、传感器像素大小即可获得相机模型。

作者简介: 罗永晶 (1987—), 男, 汉族, 本科, 工程师, 主要从事矿山测量、工程测量。

(2) 高程源设置。

(3) 修复高精度 GPS 位置, 使用本功能后, 像控点将不再参与正射校正, 且此功能的免像控解算质量在垂直方向较低。

(4) 图像分辨率因子, 在地物要素较为普遍, 难以在粗糙分辨率下进行影像自动匹配, 例如荒山、沙漠等地区, 宜采用 $4\times$ 源分辨率。

4 实例分析

4.1 测区概况

本次实验项目区为赤峰市中色锌业有限公司渣场填埋区, 项目区面积约 168 亩, 地形为山地, 坡度较大, 地表植被相对稀少, 多为裸岩石砾地, 测区存在多条狭窄沟渠, 可满足实验要求。整体来看, 测区采用无人机测绘的可操作性强。

4.2 外业数据采集技术设计

为了充分验证无人机测绘成果的可靠性, 本文设立对照组与实验组。其中, 各组数据采集应注意以下技术要点:

(1) 对照组: 按《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图规程》(GB/T 14912—2017) 要求, 以传统 RTK 采集的实际数据作为真值。高程点采集要详尽, 考虑到本项目需要土方测算, 故高程点采集间距为 5~10 米, 对于沟渠、陡坎要着重加密。

(2) 实验组: 按《低空数字航摄与数据处理规范》(GB/T 39612—2020) 执行外业操作技术流程, 对航摄基准地面分辨率、重叠度、航高、航测时间、像控点布设进行严格控制。

航线与像控点设计具体要求如下:

(1) 地面分辨率: 按照规范要求的 1:500 比例尺航测, 分辨率 $\leq 5\text{cm}$ 。本次无人机航测分辨率设置为 3.5cm 。

(2) 重叠度: 考虑到地形为山地, 本次航向重叠度为 70%, 旁向重叠度为 40%^[5-7]。

(3) 航高: 相对航高设置为 80 米。

(4) 航测时间: 因测区有多个分支沟渠, 需减少阴影带来的误差, 故航摄时间为正午。

(5) 像控点: 无人机平台采用大疆精灵 RTK4, 自带 GNSS、IMU 辅助系统。

因测区较小, 布设像控点间距较近, 均能满足相关规范要求。其中, 像控点以红白喷漆对三角样式作为测量标志, 像控点共计布设 10 个平高点、10 个检

测点用于检测数字产品质量。测区航线、像控点与检测点布设分布如图 1 所示。

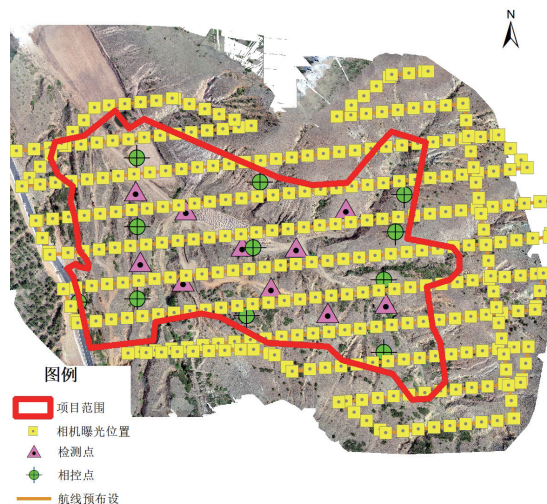


图1 航线、像控点与检测点布设分布

4.3 无人机影像处理

目前, 常用的无人机影像处理软件有 Pix4 Dmapper、Agisoft Photoscan、ContextCapture、大疆制图等^[2]。但这些软件平台过于智能化, 在细节设置上没有考虑全面。本文以易智瑞 GeoScene Pro 软件的 Ortho Mapping 正射映射为例讲述了无人机影像处理的流程。

(1) 建立正射映射工作空间, 类型选择无人机。

(2) 导入无人机影像及 POS 文件, 对于大疆系列无人机, 已将 POS、相机模型等写入相片 EXIF。同时, 设置好数字产品所需坐标系。

(3) 设置高程源, 用于恢复无人机空间姿态与地面关系。将已有地区 1:10000 地形图的等高线成果合成 DEM 作为高程数据源。

(4) 空中三角测量(校正), 建议粗略快速进行三角测量, 以便查看工程区域的数据范围和集合的处理参数, 对校正进行初步评估。然后再次运行校正以计算优化后的校正。

值得注意的是, 由于测区为荒山, 地面要素简单, 不如建筑区域地面要素丰富。为了确保匹配质量, 图形分辨率因子选择 $4\times$ 源分辨率。

(5) GCP 管理, 导入像控点、检测点坐标, 进行区域网平差。

(6) 数字成果生产。该软件支持 DTM、DSM、DOM 等数字产品, 实验数字高程模型采用 DTM 成果, 较其他软件省去了高程点滤波去噪环节, 可直接得到数字地形高程。

4.4 成果质量分析

4.4.1 无人机影像处理质量分析

实验引入 10 个像控点，平均布设在测区周围，像控点呈矩形，如图 1 所示。布设 10 个检测点，其中 3 个点位于测区沟渠底部，3 个点位于测区外围山坡上，4 个点位于相对平坦处。具体校正成果如表 1 所示。

表1 检测点解算精度

检测点	D_x (m)	D_y (m)	D_z (m)
1	-0.010	0.026	0.051
2	-0.028	-0.013	0.011
3	-0.028	0.010	0.075
4	0.014	0.014	0.054
5	-0.015	0.033	0.071
6	-0.019	0.006	0.041
7	-0.020	0.012	0.064
8	0.018	0.018	0.055
9	-0.023	0.044	0.066
10	-0.011	0.032	0.057
RMSE	0.022	0.017	0.054

从表 1 可以看出，无人机测绘结果整体良好，能够满足相关规范要求。

4.4.2 DTM 成果与网络 RTK 测绘成果对比

在不考虑平面误差情况下，将外业 RTK 测绘的高程点与 DTM 对比，结果如表 2 所示。根据《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图规程》(GB/T 14912—2017)要求，高程中误差不应大于相应比例尺地形图基本等高距的 1/3，本案例等高距为 1 米，即高程误差不超 0.3 米。此次对照组外业成果数据有 2747 个高程点，经与 DTM 成果对比，其中 14.7% 超限，超限点均为测区陡坎下、狭窄沟渠内，极少部分位于片状较大植被上。

表2 RTK测量与摄影测量成果对比超限统计

地形	个数	高程误差范围 (m)		
		0.3~0.5	0.5~1	>1
陡坎下	76	43	13	20
沟渠内	276	143	78	55
植被区	12	8	3	1
测区边缘	41	24	10	7

经与正射影像 DOM 叠加分析，86.91% 超限点因地形畸变引起，最大误差分布在 1~-2.86 米。2.96% 落在较大植被区域，因植被引起的误差多在沟渠边缘或内部。10.13% 位于测区边缘，因重叠度不够导致误差偏大。超限高程点分布位置如图 2 所示。

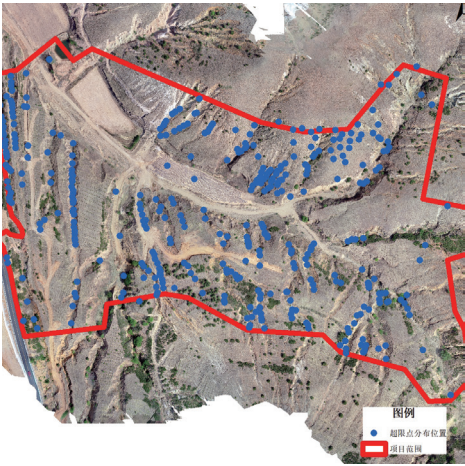


图2 超限高程点分布位置

4.5 成果校正

根据 4.4.2 章节可知，地形误差较大的沟渠多呈狭窄状。本文利用网络 RTK 成果将 DTM 沟渠底部数据进行修正。

修正思路为：将沟渠底部 RTK 测绘成果与 DTM 的沟渠顶部成果进行高程点数据融合，高程点尽量密集合理，然后利用 GIS 工具箱的数据转 TIN，再由 TIN 转出沟渠的局部栅格，沟渠以外的高程设置为 0，栅格分辨率与 DTM 保持一致。最后再利用 GIS 栅格工具箱进行逻辑运算，也可通过掩膜工具进行局部栅格提取，再进行镶嵌^[8-10]。该方法最简单，可直接通过模型构建进行操作。数字高程模型修正流程如图 3 所示。

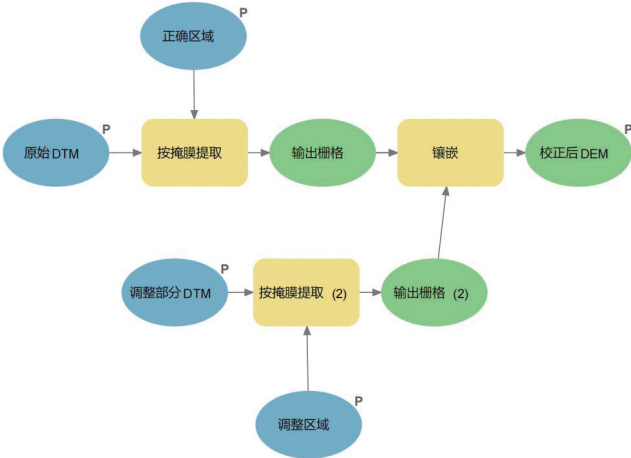


图3 数字高程模型修正流程

5 结语

本文通过实践研究提出以下可参考性建议：

(1) 目前，易智瑞 GeoScene Pro 软件采用武汉大学开发的 DpGrid 技术融合为 Ortho Mapping 模块，为用户提供了影像拼接的多种方案，特别是在图像分辨

率因子上提供了多种选择,可根据测区地物丰富程度适当选择,提高了影像自动匹配精度。与其他软件相比,该模块可直接生成数字地形模型DTM。经过实际验证,在植被集中程度不高且植被区域地形变化较小的情况下,可直接利用DTM生成等高线。

(2) 根据表2可知,虽然无人机测绘影像在质量生产上满足要求,但在狭窄的沟渠内,高程质量仍不能满足大比例尺测绘精度需求。在实际工作中,可结合实际地形及影像解译质量情况,利用传统RTK方式进行补测高程。

参考文献

- [1] 丁志广,饶帅雄,王田芳,等.激光扫描与无人机空地一体融合测量应用[J].测绘通报,2023(1):179-183.
- [2] 叶震,许强,刘谦,等.无人机倾斜摄影测量在边坡岩体结构面调查

中的应用[J].武汉大学学报(信息科学版),2020,45(11):1739-1746.

- [3] 董秀军,王栋,冯涛.无人机数字摄影测量技术在滑坡灾害调查中的应用研究[J].地质灾害与环境保护,2019,30(3):77-84.
- [4] 陈巧,袁飞云,付霞,等.无人机摄影测量技术在阿娘寨滑坡应急调查中的应用[J].测绘通报,2023(1):77-83.
- [5] 彭金涛,赵建,邢庭松.无人机航空摄影在工业园区土石方测量的应用[J].测绘通报,2022(11):135-137.
- [6] 练棚,谭明.DPGrid-Ortho匀光匀色技术及其在航空正射影像生产中的应用[J].测绘通报,2019(9):85-89.
- [7] 李德亮,李玉龙,刘涛,等.无人机在松原市不动产测绘中的应用[J].地理空间信息,2018,16(9):51-54,11.
- [8] 任斌,高利敏.免像控无人机在工程收方中的应用[J].测绘通报,2018(8):156-159.
- [9] 盛海泉,覃捷,周吕,等.无人机倾斜摄影测量与GNSS土方测算精度对比分析[J].测绘通报,2022(S2):310-315.
- [10] 李博,徐敬海.无人机倾斜摄影测量土方计算及精度评定[J].测绘通报,2020(2):102-106.

(上接第30页)

实践,详细阐述了基于车载移动测量系统的高精地图制作原理及关键步骤,通过控制点验证,精度完全符合高精地图技术规格要求,将制图成果编译为国际通用标准格式,为不同OEM、Tier1的智能驾驶开发、测试、仿真提供了标准化信息保障。

参考文献

- [1] 王涛,陈艳丽,贾双成.简述高精地图的特点[J].软件,2018,39(9):183-187.
- [2] 徐寿志.车载移动测量系统检校技术及其精度评定方法[D].武汉:武汉大学,2016.
- [3] 魏占营,陈学霞,马浩.车载激光测量数据智能后处理技术:SWDY深入解析与应用[M].武汉:武汉大学出版社,2018.
- [4] 李永强,刘会云.车载激光扫描数据处理技术[M].北京:测绘出版社,2015.
- [5] 郑玲.自动驾驶高精度地图生成方法研究[D].武汉:武汉大学,2019.
- [6] 王子昊.基于GNSS/IMU/激光雷达的高精度地图生成算法研究[D].长春:吉林大学,2021.
- [7] 谭琦.基于三维激光要素提取与高精度地图制作[D].青岛:山东科技大学,2020.
- [8] 徐杰,侯飞,曹广航.高精道路地图制作方法及关键技术[J].测绘通报,2022(1):155-158.
- [9] 李琴.车载移动测量系统的数据处理及应用[J].测绘通报,2014(S2):129-132.

- [10] 王越,何伟,周琳,等.基于车载LiDAR数据的高精道路地图制作[J].地理空间信息,2022,20(6):92-95.
- [11] 盛业华,张卡,叶春.基于车载移动测量系统的空间数据采集与处理[C]//北京:测绘出版社.《测绘通报》测绘科学前沿技术论坛摘要集,2008:1863-1873.
- [12] 陈长军.车载移动测量系统集成关键技术研究[D].武汉:武汉大学,2013.
- [13] 宋鹤宁,刁淑然.车载激光雷达移动测绘系统在高精度地图采集中的应用[J].北京测绘,2022,36(8):1074-1078.
- [14] 赵焱.基于车载LiDAR数据的高精地图道路要素提取[D].武汉:武汉大学,2020.
- [15] 赖苗苗,李慧,李笑笑.基于车载激光点云的高精地图道路标线要素提取方法研究与应用[J].浙江测绘,2022(1):29-32.
- [16] 樊响.基于车载激光点云的道路标线提取及分类方法[D].武汉:武汉科技大学,2022.
- [17] 周知红.面向无人驾驶的车道级道路电子地图制作[J].测绘与空间地理信息,2018,41(2):164-166,170.
- [18] 李春辉,杜浩然.基于车载LiDAR数据的高精道路地图提取及精度分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(5):91-94.
- [19] 程成森.移动测量系统在自动驾驶高精度测图的工程实践[J].城市勘测,2022(1):152-155.
- [20] 郑斌,杨婷,羌鑫林.基于移动测量技术的车道级道路电子地图制作[J].现代测绘,2016,39(6):42-45.
- [21] 谢宏全,梅雪琴,蔡东健,等.利用车载LiDAR点云数据提取城市道路规则多边形[J].测绘通报,2020(3):87-90.
- [22] 乌萌,高扬,王成宾,等.面向无人驾驶平台的高精度地图发展现状与趋势[J].测绘科学与工程,2019,39(4):69-74.

基于北斗高精度定位的卷烟物流配送车辆驻留点和配送进度研究

李文刚¹ 张伟¹ 杨珺¹ 周哲² 张浩²

(1. 河南省烟草公司安阳市公司, 河南 安阳 455000; 2. 河南省测绘院, 河南 郑州 450003)

摘要: 基于北斗高精度定位技术, 开展车辆运行轨迹获取和驻留点提取算法研究实验, 以安阳卷烟物流配送中心为实验对象, 实时获取车辆运行轨迹, 提取车辆驻留点, 并根据驻留点数据实时更新卷烟物流配送进度。
关键词: 北斗; 高精度定位; 卷烟物流; 车辆驻留点; 配送进度

1 背景和问题

烟草是一种特殊商品, 其生产、销售和流通受到严格的政策法规约束。烟草产品往往需要通过专门的物流渠道进行配送, 卷烟从仓库到零售商的配送过程中, 需要事先规划配送路线, 安排配送时间和配送数量, 控制配送成本, 同时监控配送过程, 确保卷烟准时到达配送目的地。目前, 卷烟物流存在车辆配送监督无法实时掌握、配送过程无法监管、商户位置不准确、物流运行业务数据难获取、配送线路优化缺少依据等问题。随着北斗定位技术的不断普及, 特别是高精度定位应用成本的降低, 应用日益广泛。在烟草配送中, 通过在运输车辆上安装北斗高精度定位设备, 可以实时跟踪卷烟的运输过程, 掌握配送的实时位置、速度、行驶路线等信息, 及时发现和处理卷烟运输过程中的问题, 提升配送效率。

针对目前卷烟物流配送进度无法实时掌握的问题, 基于北斗高精度定位技术, 开展相关算法研究, 获取卷烟物流配送轨迹, 提取车辆驻留点数据, 并根据线路配送商户空间位置, 估算卷烟物流配送进度。

2 研究思路

车辆运行轨迹数据背后蕴含丰富的配送信息。对于卷烟物流配送业务, 通过运行轨迹数据研究, 可以提取车辆驻留点, 分析驻留事件, 然后剔除红灯驻留、加油站驻留等非送货噪音点, 最终提取出送货驻留点, 预测当前配送商户、已送达商户, 进而估算卷烟物流配送进度^[1]。

技术方面, 采用分布式技术搭建位置采集分析能力, 提升算法运算的可靠性、稳定性和可扩展性。采

用消息队列技术进行车辆驻留点提取、去除噪音点运算分析, 确保数据完整性, 保障多线路、多车辆、多设备位置数据实时运算。

3 开展实验

本文以安阳卷烟物流配送中心为实验对象, 基于安阳市 11 个区域、38 辆车、174 条线路、1.9 万+ 商户开展实验研究。

3.1 研究卷烟物流配送业务规则

研究卷烟物流配送区域、配送线路、配送商户顺序、商户送货时长等业务信息, 掌握卷烟物流配送特征, 为车辆驻留点提取规则算法提供业务指导。

表1 卷烟物流配送线路(部分)

配送顺序	配送区域编码	商户名称	经度	纬度	商户ID
1	410502	安阳高新区清清百货店	114.3 ***358	36.0 ***857	410502 *****3
2	410502	安阳市文峰区胖孩百货超市	114.3 ***234	36.0 ***1151	410502 *****2
3	410502	安阳高新区芝荣食品超市	114.3 ***606	36.0 ***1058	410502 *****7
4	410502	安阳高新区鑫祥隆百货商行	114.3 ***395	36.0 ***0774	410502 *****9
5	410502	安阳高新区嘉金兴便利店	114.3 ***597	36.0 ***3006	410502 *****0
6	410501	安阳高新区国庆小百货店	114.3 ***644	36.0 ***6617	410501 *****3
7	410501	安阳高新区新世纪缘超市	114.3 ***222	36.0 ***2087	410501 *****9
8	410501	安阳高新区福鑫超市	114.3 ***701	36.0 ***9528	410501 *****0
9	410502	安阳高新区知行苑百货超市	114.3 ***58	36.0 ***1018	410502 *****5
10	410501	安阳高新区卫青百货烟酒店	114.3 ***721	36.0 ***901	410501 *****5

经调查研究发现, 安阳市卷烟物流配送中心按照区域分区配送, 每个区域有多条配送线路。配送线路为排列好配送顺序的商户信息(如表 1 所示), 每辆

作者简介: 李文刚(1972—), 男, 本科, 汉族, 卷烟营销师, 主要从事卷烟营销、物流、信息化管理等工作。

车负责一条配送主线路，每条主线路有 5 条支线路（如表 2 所示），司机和送货员按照提前制定好的配送线路执行配送任务。

表2 卷烟物流配送车辆、司机和排班信息（部分）

主线路	车牌号码	司机	送货员	支线路A	支线路B	支线路C	支线路D	支线路E
01	豫E P**00	王** 158****9119	罗** 135****3371	龙安区 商贾城等130户	龙安区 马投涧乡宋家堂村等123户	北关区 中华园等128户	安阳县 许家沟乡太平岗村等101户	安阳县 洪河屯乡等117户
02	豫E J**50	陈 * 158****8835	刘 * 131****9330	北关区 红旗路等133户	殷都区 西司空村等128户	空	安阳县 许家沟乡小寨村等114户	安阳县 安丰乡郭家屯等109户
03	豫E P**60	贾** 183****3210	郭** 156****5198	龙安区 商贾城等118户	北关区 西见山村等121户	安阳县 许家沟乡李家店村等104户	安阳县 伦掌镇伦掌村等109户	安阳县 韩陵镇东梁贡村等01户
04	豫E D6**12	王 * 131****2118	高** 166****8360	龙安区 西高平村等121户	龙安区 刘家庄村等127户	殷都区 西郊乡西郊村等136户	安阳县 洪河屯乡西北街村等113户	北关区 四季花都等120户
05	豫E P**05	李 * 186****9451	梁** 157****8827	安阳县 许家沟乡黄口村等122户	白璧镇 明星嘉园等129户	安阳县 辛村镇雷高利村等117户	殷都区 北蒙办事处小营村等127户	安阳县 永和乡西邢济村等116户
06	豫E D0**41	薛** 159****4634	李 * 175****4484	安阳县 水冶镇北段村等124户	安阳县 瓦店镇大寒屯村等109户	安阳县 辛村镇谢伍级村等115户	空	殷都区 大碾屯村等126户
07	豫E P**40	周 * 188****9969	陈** 155****0836	水冶镇 人民路等124户	安阳县 永和镇小寒村等94户	殷都区 军工路等115户	安阳县 铜冶镇东兴善村等100户	北关区 安漳大道等134户
08	豫E D5**66	李** 155****1199	杨** 183****1064	殷都区 西郊乡史车村等112户	白璧镇 南阳店村等120户	安阳县 高庄镇遵贵屯村等123户	龙安区 娘娘庙村等133户	龙安区 东风乡红旗村等122户
09	豫E D**75	崔** 158****4974	李** 134****3480	曲沟镇 洪岩村等121户	安阳县 高新区小官庄村等136户	安阳县 吕村镇晁村王元村等109户	文峰区 宝莲寺杨家井村等79户	文峰区 相州路等100户

3.2 实时获取精准车辆运行轨迹

实验采用实时差分高精度定位技术开展研究，使用河南省卫星导航定位基准服务系统提供的高精度位置服务。河南省卫星导航定位基准服务系统具有定位精度高、覆盖能力强的优势，可以实现厘米级位置定位，能够满足研究精度要求，并确保实验结果的可靠性。

首先，通过物流配送车辆装载的北斗高精度定位设备接收并处理位置信号，获得车辆的经纬度坐标，采集频率为 1 秒 / 次。然后，利用差分系统对获取的位置信息进行修正，减小由于信号传播延迟、大气层影响等因素引起的定位误差，提高定位精度。最后，

根据 808 协议解析提取出卷烟物流车辆的运行轨迹数据，包括时间、经纬度、速度等信息，并将这些数据进行存储。获取的车辆轨迹及轨迹点属性信息如图 1 和表 3 所示。

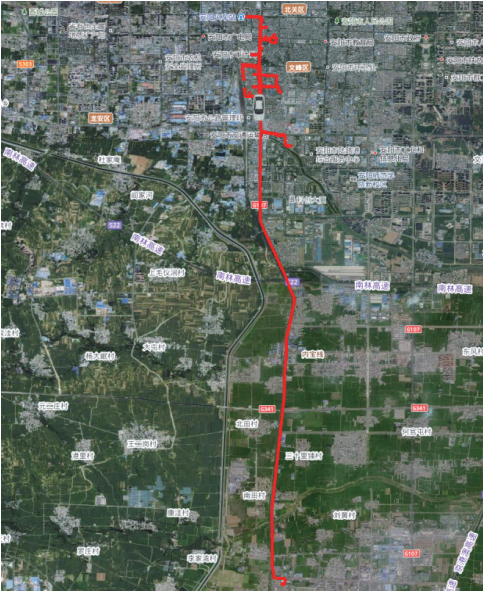


图1 车辆运行轨迹（部分）

表3 轨迹点属性信息（部分）

序号	locationTime	locationX	locationY	locationDirection
1	2023-11-03 07:38:20	114.3***19	35.9***63	0
2	2023-11-03 07:38:21	114.3***19	35.9***63	0
3	2023-11-03 07:38:22	114.3***19	35.9***63	0
4	2023-11-03 07:38:23	114.3***19	35.9***62	0
5	2023-11-03 07:38:24	114.3***19	35.9***60	0
6	2023-11-03 07:38:24	114.3***19	35.9***60	0
7	2023-11-03 07:38:25	114.3***19	35.9***59	0
8	2023-11-03 07:38:26	114.3***19	35.9***58	0
9	2023-11-03 07:38:27	114.3***19	35.9***57	0
10	2023-11-03 07:38:28	114.3***19	35.9***56	0
11	2023-11-03 07:38:29	114.3***20	35.9***56	125
12	2023-11-03 07:38:30	114.3***20	35.9***55	0
13	2023-11-03 07:38:31	114.3***20	35.9***54	259
14	2023-11-03 07:38:32	114.3***20	35.9***54	0
15	2023-11-03 07:38:33	114.3***20	35.9***54	0
16	2023-11-03 07:38:34	114.3***21	35.9***54	44
17	2023-11-03 07:38:35	114.3***20	35.9***53	0
18	2023-11-03 07:38:35	114.3***20	35.9***53	0
19	2023-11-03 07:38:36	114.3***20	35.9***53	0
20	2023-11-03 07:38:37	114.3***20	35.9***53	0
21	2023-11-03 07:38:38	114.3***20	35.9***52	121
22	2023-11-03 07:38:39	114.3***20	35.9***52	92
23	2023-11-03 07:38:40	114.3***22	35.9***52	234
24	2023-11-03 07:38:41	114.3***34	35.9***55	312
25	2023-11-03 07:38:42	114.3***42	35.9***60	342

3.3 提取车辆送货驻留点数据

(1) 驻留点提取方法

驻留点在空间上非常接近，但是时间跨度较大，如果一辆车在一个小的空间范围内持续出现了很长时间，则认为车辆在该范围内驻留了。

空间驻留范围计算如图2所示，从任意实时轨迹位置点N开始，计算之后连续点位到点N的空间距离 $distance$ ，若小于等于设定的最大驻留距离 d ，则判断该点为驻留范围点，直到发现不满足设定最大距离的点M，点M-1为最后一个驻留范围点。即满足 $\forall_I (distance(N, I) \leq d) \& distance(N, M) > d$ ，其中 $N \leq I \leq M-1$ 。两个坐标点之间的距离计算公式为：

$$distance = \sqrt{(x(I) - x(N))^2 + (y(I) - y(N))^2} \quad (1)$$

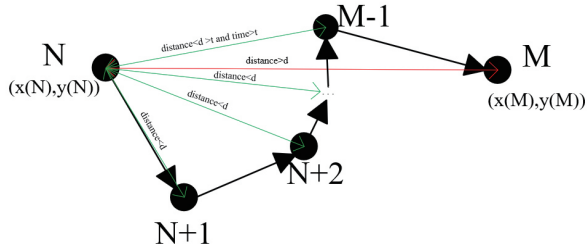


图2 驻留点提取算法

时间驻留范围计算：基于空间驻留范围计算结果，计算最后一个驻留范围点M-1到N的时间跨度 $time$ ，若大于设定的最小驻留时间 t ，则认为时间跨度较大，即满足 $time(M-1) - time(N) > t$ 。

综上所述，同时满足空间驻留范围要求 $\forall_I (distance(N, I) \leq d) \& distance(N, M) > d$ 和时间驻留范围要求 $time(M-1) - time(N) > t$ ，可得到一组驻留范围点 $\{N \dots, M-1\}$ ，取 $\{N, \dots, M-1\}$ 坐标点外接矩形的中心点Z为驻留点^[2]。外接矩形中心点坐标计算如图3所示，具体公式为：

$$x(Z) = \frac{x(N) + x(M-1)}{2}, y(Z) = \frac{y(M-1) + y(N+1)}{2} \quad (2)$$

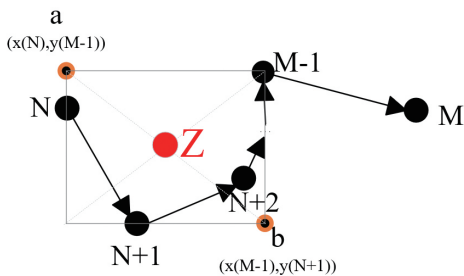


图3 矩形中心点坐标计算

例如：图4表示了一条轨迹中的驻留点，从点p5开始，到点p6、p7、p8的空间距离非常接近，满足

$distance(p5, p6)$ 、 $distance(p5, p7)$ 、 $distance(p5, p8)$ 都小于设定的最大驻留距离 d ，且点p5到点p8的时间跨度较大，满足 $time(p8) - time(p5) > t$ ，则 $\{p5, p6, p7, p8\}$ 为一组驻留范围点，取 $\{p5, p6, p7, p8\}$ 坐标点外接矩形的中心点Z为驻留点^[3]。

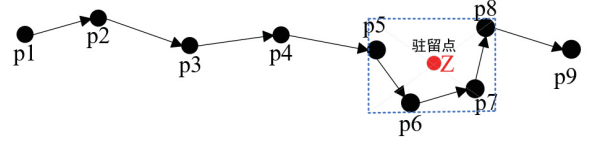


图4 驻留点提取

(2) 驻留点提取

根据上述驻留点提取方法，设定最大驻留距离 d 为0.5m，最小驻留时间 t 为20s，对获取到的车辆轨迹数据进行实时分析提取，获得全部驻留点数据。提取的驻留点数据如图5和表4所示。

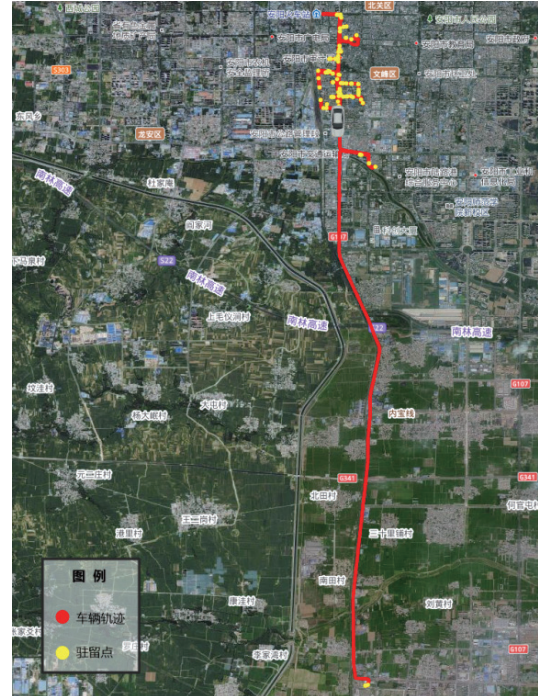


图5 车辆驻留点提取结果（部分）

3.4 去除驻留点中干扰驻留数据

卷烟配送车辆每天会沿着一条预定的线路进行配送，这条线路由一组按配送顺序排列的商户组成。当车辆驶过这些商户时，送货员和司机可能会把车停在商户附近，进行卸货和配送。

为获取准确的送货驻留点数据，首先，以驻留点为中心，生成半径为10米的圆，通过判断该圆内是否包含红绿灯、加油站、餐馆等干扰驻留因素，剔除等红灯、车辆加油、司机就餐等噪音点。然后，以驻留点为中心，生成半径为20米的圆，判断该圆内是否包

含商铺位置。若圆内包含商铺，则保留该驻留点，否则去除该驻留点，最终得到车辆送货驻留点数据。

通过空间分析，将其中一条线路运行驻留点的红绿灯路口、加油站附近、餐馆附近等非送货驻留点去除，得到送货驻留点数据，如图6所示。

表4 驻留点属性信息（部分）

序号	stopTime	leaveTime	duration Time	location X	location Y	band DeviceNo
1	2023-11-03T07:38:20	2023-11-03T07:38:52	32	114.3***32	35.9***92	豫E D***15
2	2023-11-03T07:39:00	2023-11-03T08:43:33	3873	114.3***30	35.9***62	豫E D***15
3	2023-11-03T08:43:54	2023-11-03T08:47:24	210	114.3***49	35.9***72	豫E D***15
4	2023-11-03T09:10:06	2023-11-03T09:11:26	80	114.3***72	36.0***36	豫E D***15
5	2023-11-03T09:11:36	2023-11-03T09:13:38	122	114.3***08	36.0***67	豫E D***15
6	2023-11-03T09:16:46	2023-11-03T09:17:08	22	114.3***92	36.0***35	豫E D***15
7	2023-11-03T09:17:09	2023-11-03T09:19:17	128	114.3***97	36.0***23	豫E D***15
8	2023-11-03T09:20:47	2023-11-03T09:23:01	134	114.3***24	36.0***46	豫E D***15
9	2023-11-03T09:28:15	2023-11-03T09:28:49	34	114.3***57	36.0***50	豫E D***15
10	2023-11-03T09:28:56	2023-11-03T09:31:45	169	114.3***88	36.0***72	豫E D***15
11	2023-11-03T09:32:03	2023-11-03T09:33:26	83	114.3***08	36.0***58	豫E D***15
12	2023-11-03T09:33:33	2023-11-03T09:35:28	115	114.3***27	36.0***88	豫E D***15
13	2023-11-03T09:36:16	2023-11-03T09:37:28	72	114.3***95	36.0***46	豫E D***15
14	2023-11-03T09:37:58	2023-11-03T09:41:33	215	114.3***33	36.0***23	豫E D***15
15	2023-11-03T09:42:46	2023-11-03T09:44:17	91	114.3***21	36.0***99	豫E D***15
16	2023-11-03T09:44:48	2023-11-03T09:45:16	28	114.3***26	36.0***36	豫E D***15
17	2023-11-03T09:45:24	2023-11-03T09:48:58	214	114.3***15	36.0***45	豫E D***15
18	2023-11-03T09:49:34	2023-11-03T09:50:06	32	114.3***26	36.0***43	豫E D***15
19	2023-11-03T09:50:07	2023-11-03T09:50:51	44	114.3***85	36.0***78	豫E D***15
20	2023-11-03T09:51:54	2023-11-03T09:52:49	55	114.3***24	36.0***99	豫E D***15
21	2023-11-03T09:53:08	2023-11-03T09:53:47	39	114.3***25	36.0***80	豫E D***15
22	2023-11-03T09:53:58	2023-11-03T09:58:50	292	114.3***14	36.0***81	豫E D***15
23	2023-11-03T09:59:21	2023-11-03T10:00:16	55	114.3***21	36.0***28	豫E D***15
24	2023-11-03T10:01:46	2023-11-03T10:02:16	30	114.3***90	36.0***50	豫E D***15
25	2023-11-03T10:03:46	2023-11-03T10:04:55	69	114.3***44	36.0***18	豫E D***15

3.5 根据配送车辆驻留点更新商户配送进度

以安阳市卷烟物流配送中心的一条配送线路为例，该线路共包含 120 个配送商户，通过实时提取

该线路的车辆送货驻留点数据，能够判断车辆已送达商户和正在配送商户，如图7所示。由图7可以看出，已完成 110 个商户配送，正在前往第 111 个商户进行配送，计算该线路当前配送任务已完成 $110/120 \approx 92\%$ 。更新该线路配送进度为正在配送第 111 个商户，配送进度为 92%。



图6 卷烟物流配送车辆送货驻留点（部分）



图7 卷烟物流配送线路配送进度（其中一条线路）

4 总结

本次研究以安阳卷烟物流配送中心为实验对象，对 38 辆卷烟物流配送车辆驻留点数据进行了分析，研究了卷烟物流配送特征，对接了北斗高精度定位数据，获取了物流线路轨迹，利用相关算法提取了车辆驻留点数据，并进一步分析去除了红绿灯等干扰驻留点，最终检测出车辆送货驻留点，能够从多角度科学分析卷烟物流配送进度。

（下转第 42 页）

基于倾斜摄影和三维激光扫描技术的历史建筑测绘

吴奇恒

(上海继拓土地规划设计勘测有限公司, 上海 青浦 201700)

摘要: 针对传统历史建筑测绘方式效率低, 难以快速、准确、完整反映相关信息等不足, 提出了倾斜摄影和三维激光扫描技术相结合的作业方案, 介绍了倾斜摄影和三维激光扫描技术的工作原理及优势, 并以上海市青浦区优秀历史建筑“朱家角镇仲宅”为例, 对应用两种技术采集和处理历史建筑数据的整体作业流程进行了详细探讨。结果表明: 倾斜摄影和三维激光扫描技术获得的成果数据不仅包含历史建筑的平立剖面图等传统图件, 而且增加了三维点云和实景三维模型的新数据形式, 为历史建筑的保护工作提供了精准且详细的数据支持。

关键词: 倾斜摄影; 三维激光扫描; 点云数据; 实景三维模型

1 引言

历史建筑是城市记忆和文化的积淀, 是城市不同发展阶段的缩影, 当前, 优秀历史建筑已成为展示城市形象和文化的重要名片。要想保护好优秀历史建筑, 首先必须收集并建立历史建筑的结构、图案信息等档案数据。如何快速、准确、完整地获取这些档案数据, 是当代测绘工作者必须思考和探索的问题。

传统历史建筑建档测绘主要采用全站仪、测距仪等常规测量方法采集数据, 绘制平立剖面图, 对于建筑的色彩、材质、纹理等信息, 则拍摄数码照片并辅以文字说明的方式来建档。对于具有重要文化价值的典型纹理及图案信息, 一般在数码相片上套绘出纹理和图案, 缩放后置于对应平立剖面图上建档。这种方式效率低, 无法快速、准确、完整反映历史建筑的关键结构、重要部位的细节图案、材质及纹理等信息。

倾斜摄影测量与三维激光扫描技术相结合的测绘方案, 属于空地一体化的新型测量模式, 可以快速、准确、完整地实现数据采集和成图, 是当前测绘技术条件下可用于历史建筑测绘的有效手段。两种技术相结合所获取的历史建筑三维模型和激光点云数据, 不仅能高效率生产高精度的平立剖面图等图件, 而且能详细、全面地记录历史建筑的风格与现状, 可为历史建筑的保护和修缮提供可靠依据^[1]。

2 倾斜摄影测量技术

2.1 倾斜摄影测量技术工作原理

倾斜摄影测量技术是利用无人机搭载单镜头或多镜头相机, 从垂直和4个侧向角度采集影像数据(作

业方式如图1所示), 同时记录获取影像瞬间的POS数据, 内业人员使用数据处理软件对影像进行处理后, 可自动化重建实景三维模型。通用格式的实景三维模型可导入各类GIS平台, 有着丰富的专业化应用方向, 既可为城市规划、建设项目设计提供三维数据支撑, 也可为政府管理部门提供可视化、直观化的决策依据。无人机搭载的镜头可以获取至少两个已知航点上的、不同角度的地物影像, 通过倾斜摄影测量数据处理软件对影像上的每个同名像点进行三角运算, 可以得到地物点的三维空间坐标, 首先由海量的地物点组成三维点云数据, 生成密集三角网, 再由密集三角网构成白膜, 最后使用影像对白膜进行纹理映射, 生成实景三维模型。

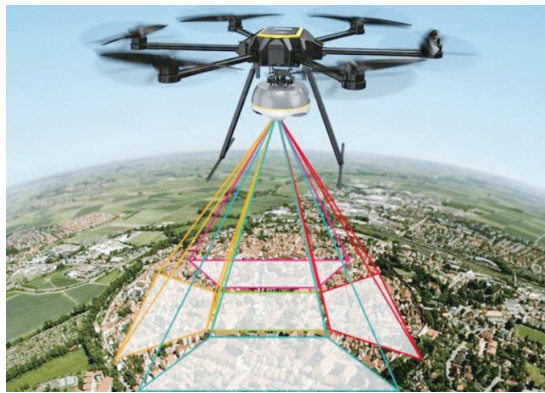


图1 倾斜摄影测量

2.2 技术特点

(1) 高效率、生产成本低

倾斜摄影测量适合较大面积的地形、地物测绘, 采用自动化建模技术, 相比于传统的人工现场测量, 具有更高的生产效率和更低的作业成本。

作者简介: 吴奇恒(1987—), 男, 汉族, 本科, 测绘工程师, 主要从事工程测量、航空摄影测量和地理信息系统等工作。

(2) 高精度

合理的数据采集方法、规范布置像控点、无人机免像控技术能够使倾斜模型具有较高的精度，平面中误差可以控制在 5cm 之内，高程中误差能控制在 10cm 之内。

(3) 真实感

相比于传统的线划图和人工建模，倾斜模型能够完美还原现状地物的色彩、形状和细节，具有更高的真实感。

3 三维激光扫描技术

3.1 三维激光扫描仪工作原理

三维激光扫描技术又称实景复制技术，利用高速激光扫描测量方法，可大面积、高分辨率、快速获取历史建筑表面和内部各个点的三维坐标、反射率、色彩等数据信息，可快速重建 1:1 真彩色三维点云模型。三维激光扫描仪工作原理为激光发射器发出激光脉冲信号，经地物表面漫反射后，沿原路径传回接收器，可计算出目标点 P 与扫描仪的距离 S ，控制器同步测量每个激光脉冲横向扫描角度观测值 α 和纵向扫描角度观测值 β 。三维激光扫描测量的坐标系一般为仪器自定义坐标系， X 轴在横向扫描面内， Y 轴在横向扫描面内与 X 轴垂直， Z 轴与横向扫描面垂直，获取目标点 P 坐标的几何原理，如图 2 所示。

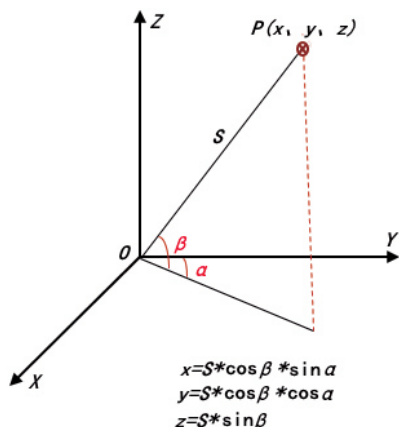


图2 三维激光扫描仪获取目标点坐标原理

3.2 技术特点

三维激光扫描技术具有速度快、精度高、操作简便等特点。采用三维激光扫描仪对建筑物室内外进行扫描，无须接触，便能得到海量点云数据，直观且形象展现建筑物的立体模型。三维激光扫描技术目前已广泛应用于建筑测绘、建模、立面改造等领域，为历史建筑复杂的测量问题提供了全新的解决方案^[2]。

4 应用实例

4.1 项目背景

本次实验以位于上海市青浦区朱家角古镇的仲宅为例，仲宅位于朱家角古镇历史风貌区南部胜利街民居群中，是“二埭二井一花园”的院落式民宅，由清末秀才仲乾清所建，堪称当时朱家角镇第一豪宅。近年来，由于房屋不断修缮，仲宅局部构件的布局和材质改动较大，急需快速、精准且完整地获取该建筑保护建档数据，为有关部门保护和修缮历史建筑提供直观、准确的数据资料。通过多种测绘方案的对比，最终确定采用倾斜摄影测量与三维激光扫描相结合的测绘技术方案，详细技术路线如图3所示。

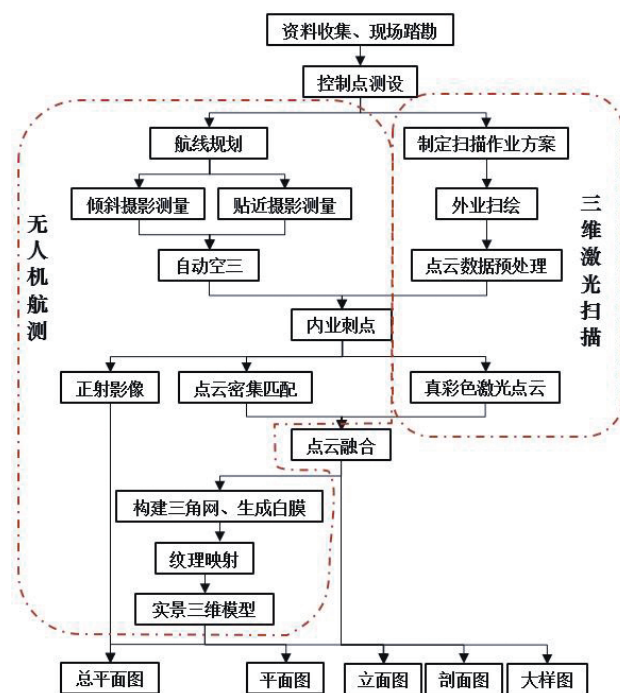


图3 技术路线

4.2 倾斜摄影数据采集与处理

位于上海市青浦区朱家角古镇的优秀历史建筑一共有 7 处，而且分布相对比较集中。考虑到古镇面积不大（约 1.5 km²），为了整体掌握古镇的建筑群形态和各优秀历史建筑的分布位置、周边建筑分布情况，需要对大范围的古镇区进行无人机倾斜摄影测量与三维建模。外业采用大疆 M300RTK 无人机挂载赛尔 102s V2 五镜头进行数据采集，通过适当降低航高（相对航高 100m）、增大航向与旁向重叠度（航向 85%、旁向 80%）、降低航线速度、合理规划航线和设置航线外扩距离等方式，提高影像的采集质量，最终获得地面平均分辨率为 1.6cm 的影像数据。内业进行数据处理时，

考虑到地理信息数据的安全性和保密性原则, 采用了国产单机版软件“大疆智图测绘版”进行实景三维模型重建。

考虑到古镇范围内建筑较为密集, 各优秀历史建筑与相邻建筑的间隙较小, 倾斜摄影测量时存在地物相互遮挡、固定相机角度下有摄影盲区的问题, 对此, 在具备飞行条件且保证安全的前提下, 采用大疆精灵4RTK 无人机斜面航线规划功能对建筑立面等进行贴近摄影测量, 以弥补倾斜摄影测量的不足。

通过对倾斜摄影航线与贴近航摄采集的影像数据进行融合建模, 可以更清晰地呈现模型外立面细节, 改善模型的扭曲变形, 减少拉花现象, 数据融合前后的效果如图4所示。但这种方法往往需要在倾斜摄影航线与斜面规划航线之间加飞航线, 且加飞航线时应保证相邻航线的影像地面分辨率(GSD)差不超过2倍, 如首飞倾斜摄影航线高度为100m时, 加飞航线与首飞倾斜摄影航线和贴近摄影航线的高差应不超过50m, 否则会产生数据融合失败的现象。



图4 数据融合前后的效果

4.3 三维激光扫描仪数据的采集与处理

对于受限于贴近飞行条件、结构复杂的建筑物, 采用三维激光扫描仪进行全方位扫描。在三维激光扫描之前, 需要先踏勘现场, 对历史建筑的总体情况、构件的材质和色彩属性、政府保护与修缮工作对数据的需求等进行总体把控。然后以倾斜摄影测量所用的控制网为基准开展扫描工作, 以便于数据的融合处理。对于狭小空间等无架站条件的区域和位于架站式扫描盲区的区域, 则辅以手持式三维激光扫描仪补充采集数据^[3]。

外业数据采集完成后, 内业需对点云数据进行预处理。点云数据预处理包括点云配准、点云去噪和点云抽稀等内容。点云配准是将不同视角下的点云数据进行拼接, 获得建筑物完整的点云数据。点云去噪是将目标建筑物以外的点云数据去除。点云抽稀是按照一定规则, 减少点云数量, 提高点云数据处理效率^[4]。

经过点云配准、去噪、抽稀操作后, 可得到直观、准确且数据量适中的三维点云数据。

4.4 数据融合处理

由无人机倾斜摄影与贴近摄影测量得到的点云模型缺少历史建筑的内部结构和屋檐下方部分构造及墙体数据, 而三维激光扫描得到的点云模型则缺少部分历史建筑外立面及屋顶数据^[5]。将两种点云模型进行融合, 可实现优势结合、缺点互补, 能完整、逼真反映并留存历史建筑的整体及细节现状, 进一步减少、消除实景三维模型的拉花、变形和空洞现象。

融合建模的关键点是将无人机倾斜摄影和贴近摄影测量密集匹配过程中产生的点云模型与三维激光点云数据进行合并, 同时作为三维模型几何结构的数据源, 融合建模过程中应保证激光点云和倾斜摄影匹配点云密度基本一致, 以保证较好的融合效果, 为后续应用奠定良好基础。数据融合后的立面点云模型如图5所示。

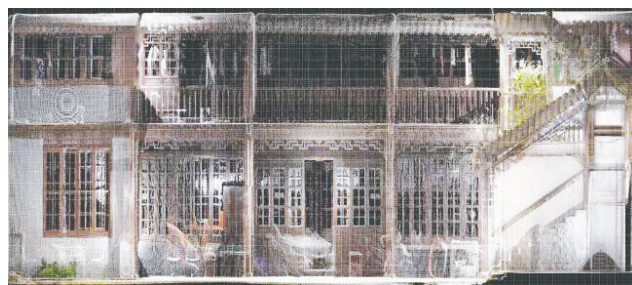


图5 数据融合后的立面点云模型

4.5 建筑图件的绘制

基于融合后的点云模型和实景三维模型可以方便、准确地绘制出历史建筑平立剖面及结构细节等图件。可绘制的图件主要包括总平面图、单体平面图、建筑立面图、建筑剖面图和细部大样图等。首先通过点云后处理软件将融合后的点云在不同视角进行裁切和切片处理, 然后将点云切片TIF数据导入AutoDesk CAD软件, 按照法式测绘原则, 参考实景三维模型, 依次绘制历史建筑保护存档、改造设计所需的前述各类图件^[1]。利用点云数据和实景三维模型数据绘制的一层平面图和建筑立面图如图6所示。

4.6 精度分析

为了检查历史建筑图件的绘制精度, 在AutoDesk CAD中量取建筑物某些门、窗、柱等特征部位的长度, 再利用手持激光测距仪实际测量这些部位的长度, 将量取长度值与实际测量的长度值进行比较, 统计结果如表1所示。

从表 1 数据可以看出，特征部位的长度最大差值为 0.011m，最小差值为 0.003m，精度结果比较理想。

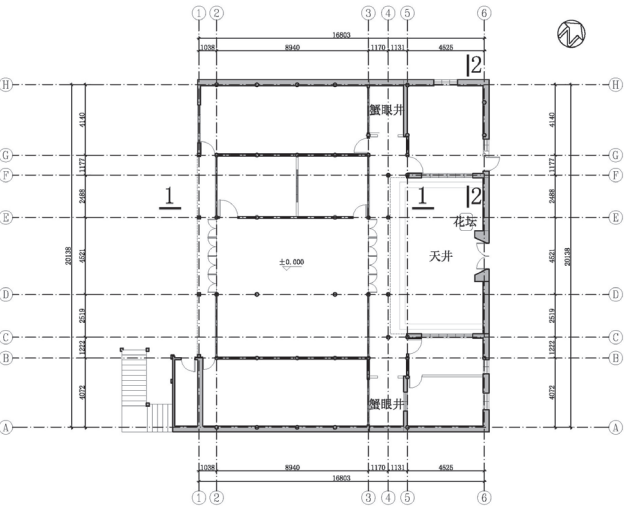


图6 一层平面图

表1 特征部位长度值对比

特征部位	点云长度 (m)	实际长度 (m)	差值 (m)
窗 1	1.432	1.429	0.003
窗 2	1.441	1.445	-0.004
门 1	2.443	2.439	0.006
门 2	2.456	2.461	-0.005
柱 1	4.332	4.341	-0.009
柱 2	4.351	4.340	0.011

(上接第 38 页)

研究过程中也发现了部分实际送货驻留点未检测到的问题，可能是商户送货驻留时间较短、车辆无法到达商户位置而在较远距离停车送货、商户位置和噪音点距离较近等原因造成，下一步将根据实际运行情况，进一步优化算法模型，提升送货驻留点检测的准确性和完整性，为卷烟物流配送进度分析提供数字化支撑。

5 展望

基于本次研究成果，未来可以进一步探索北斗大数据在物流配送数字化管理、物流配送安全服务、物流配送信息精准推送、物流配送线路优化等方面的应用价值。

在物流配送数字化管理方面，探索基于北斗高精度定位，监控车辆运行时间、运行轨迹，辅助监管车辆跨区域配送、私用配送车辆等问题；在物流配送安全服务方面，探索基于北斗高精度定位，实时分析车

5 结束语

倾斜摄影测量与三维激光扫描技术在不接触历史建筑的条件下，能快速采集建筑表面和内部大量密集点的三维坐标、反射率和纹理等信息，并通过实景建模软件，快速复建建筑的三维模型及线、面、体等各种图件数据。这种方式在提供历史建筑准确平立剖面等存档图件基础上，增加了三维点云数据和实景三维模型数据，丰富了数据成果形式，可为有关单位保护、修缮和复原历史建筑提供翔实、准确的数据支撑，也为优秀历史建筑保护测绘工作提供了新思路。

参考文献

[1] 刘庚余.地面三维激光扫描与倾斜摄影测量在福州古厝保护中的应用[J].福建建设科技:信息与管理,2022(11):132-135.

[2] 刘斌,李树文,杨慧,等.三维激光扫描在超高层倾斜监测中的应用[J].北京测绘,2022,36(11):1496-1500.

[3] 张洪吉,罗勇,裴尼松,等.基于三维激光扫描的历史建筑物三维数字化保护研究——以四川乐山文庙大成殿为例[J].测绘与空间地理信息,2016,39(7):42-44.

[4] 张丽霞,鄢琛依,阮成成,等.三维激光扫描技术在建筑物立面图测绘中的应用研究[J].城市勘测,2023(1):144-147.

[5] 叶翔,张峻程,杨成,等.三维激光扫描和倾斜摄影在历史建筑测绘中的应用[J].科技通报,2023,39(1):86-90.

辆行驶速度，以及加减速、驾驶时长等危险驾驶行为，为司机提供安全驾驶提醒服务；在物流配送信息精准推送方面，探索基于车辆行驶轨迹和配送驻留点数据，估算到达商户时间，为商户提供配送通知服务；在辅助物流配送线路优化方面，探索基于卷烟物流车辆历史运行数据，发现卷烟物流线路规划问题，辅助配送线路优化，提升卷烟物流配送效率，降低运营成本。

参考文献

[1] Yitao Yang, Bin Jia, Xiaoyong Yan, et al. Identifying intracity freight trip ends from heavy truck GPS trajectories[J]. Transportation Research Part C:Emerging Technologies,2022,136:1-19.

[2] Zheng Y. Trajectory data mining: an overview[J]. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST),2015,6(3):1-41.

[3] Yuan J, Zheng Y, Zhang L, et al. Where to find my next passenger[C]. Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing,2011:109-118.

基础地理更新数据成果质量检验系统研究及应用

徐新超 张德德 孙环

(河南省计量测试科学研究院, 河南 郑州 450000)

摘 要: 随着国家信息化建设的不断发展, 基础地理更新数据作为基础测绘的标准化产品, 已经被广泛应用于各个领域, 而数据成果的检查验收是保障基础地理信息更新数据质量的重要工作。为了提高基础地理更新数据成果质量检验的工作效率, 降低人为因素对结果的影响, 研究设计一套符合测绘成果验收的质量检验系统, 阐述了质检业务流程、系统设计及实现、系统特点, 并结合实际工作进行测试及应用, 验证了该质检系统的科学性和实用性, 有效满足了质检人员的需求。

关键词: 基础地理更新; 质量检验; 系统设计; 自动化

1 引言

信息化社会, 基础测绘产品从单一提供地图类产品向提供地理信息服务转变, 智慧地球、低碳经济、物联网等社会热点和国家民生对基础测绘产品提出新的需求, 围绕这些领域衍生出的基础测绘地理信息产品呈现多样化特征, 现在测绘生产的数据越来越多地面对地理信息系统 (GIS), 数据的图面信息比较容易检查, 而 GIS 数据采集的信息远远多于图面所表达的信息; 隐藏在图面信息外的逻辑性、规则性错误不易用肉眼来分辨^[1]。基础地理更新数据作为基础测绘的主要产品之一, 在城市规划、交通运输、资源管理、环境监测等多个领域具有广泛应用。而数据质量的好坏直接影响地理信息的应用效果和精度。目前, 针对这类数字测绘成果, 有一些商用及自编检查软件, 但是在产品种类覆盖完整性、功能全面性方面均存在明显不足, 缺乏包含成果质量检验和质量评价的整体统一^[2]。此外, 河南省在基础测绘产品检验软件的开发上目前是空白, 大量检验工作采用传统的人工比对检查, 或者专项软件购置, 工作效率低, 检验检测成本高。

因此, 研究和应用基础地理更新数据成果质量检验系统具有重要的实际意义。将检验过程流程化、结果规范化, 形成科学有效的基础地理更新数据质量检验方案, 可以有效处理数据更新过程中的质量问题, 提高数据的价值和应用效果, 为各行各业提供更可靠的地理信息支持。通过提高数据质量管理水平, 保障基础地理信息数据的可信度和可用性, 进一步提升测绘地理信息服务质量, 推动测绘地理信息行业的健康发展。

2 质检业务流程

基础地理更新数据成果的质量检验需要按照检查验收标准流程进行, 参考《测绘成果质量检查与验收》(GB/T 24356—2023)、《数字测绘成果质量检查与验收》(GB/T 18316—2008) 及其他相关标准文件^[3, 4], 实现项目成果检验中的质量元素检查、样本质量评分、批成果判定、质量评定和质检报告等工作。

质检业务流程为: (1) 质检机构接收项目委托检验单, 对项目进行登记; (2) 抽取样本, 对批成果进行抽样; (3) 根据质量检查与验收的相关国家标准, 对样本进行质量检验, 包括内业检查和外业检查; (4) 对样本进行各质量元素评分、样本质量评分及等级评定; (5) 汇总样本质量统计表, 编写质检报告^[5], 具体流程如图 1 所示。

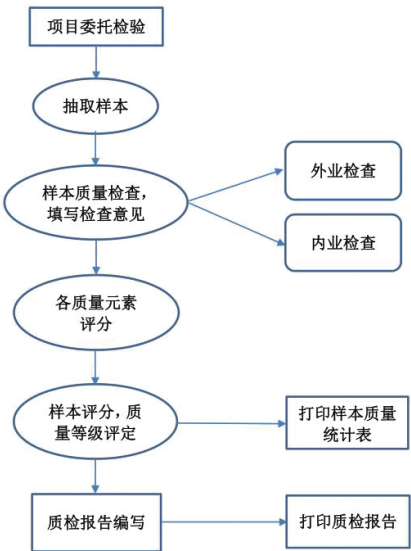


图1 质检业务流程

作者简介: 徐新超 (1972—), 男, 汉族, 本科, 工程师, 主要从事计量与测绘产品质量检验工作。

3 系统设计及实现

3.1 系统总体设计

基础地理更新数据成果质量检验系统架构设计一般既要满足当前实际需要,又要适应长远的发展需求。为了确保系统建设达到一定目标,在系统设计时应该遵循实用性、先进性、标准性、灵活性及可扩展性原则。系统主要采用 C/S 架构,在 Windows 环境下,构建系统平台,利用 C++、VBScript 等编程语言开发,后台使用 Microsoft Access 数据库支撑,在国家标准及规定的基础上制定检查项,从而提供从自动检查、人机交互检查到质量评价的完整数据质量检验评价系统。系统总体框架如图 2 所示。

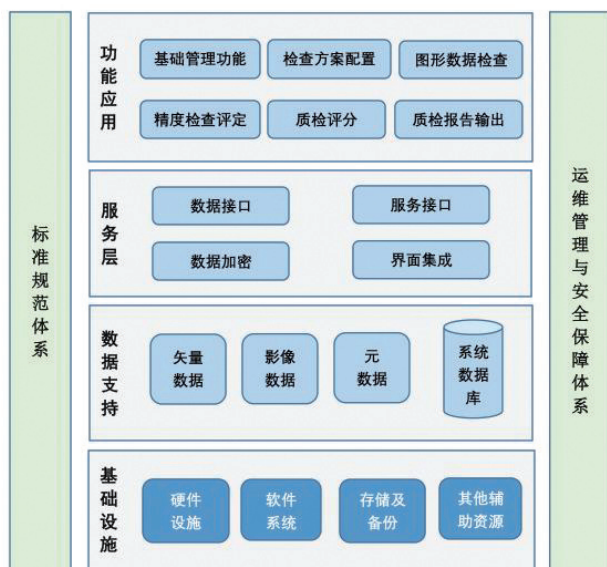


图2 总体框架

3.2 系统功能实现

根据基础地理更新数据成果质量检验的特点和需求,将系统分为基础管理功能模块、检查方案配置模块、图形数据检查模块、精度检查评定模块、质量评分模块和质检报告输出模块。

(1) 基础管理功能

该模块能够实现对送检项目的基础操作,包括文件管理、视图管理、数据编辑等基本功能。文件管理实现项目检验的新建、保存及 EDB、DWG、MDB 等多种数据格式的加载;视图管理实现对地图的基本浏览操作,包括地图放大、缩小、漫游、界面窗口控制等功能;数据编辑实现对矢量数据的简单编辑,绘制点、线、面,属性字段的更新及赋值等。

(2) 检查方案配置

根据数据质检需求,支持各种比例尺数据检查方

案定制,方案内质量元素、质量元素、检查项均可定制;基于模板控制的检查规则设置,把各种规范、标准数字化到模板中,只要保证模板正确,就能确保检查结果正确,并能够实现自动检查,无需过多人工干预^[6]。

(3) 图形数据检查

采用自动检查和人机交互检查相结合的方式,实现基础地理更新数据成果检查,主要包括矢量数据和影像数据检查。其中,矢量数据检查包括图形基本属性检查、数据空间逻辑检查、几何异常检查、拓扑检查、图面检查、一致性检查、接边检查等;影像数据检查包括坐标投影、空间参考信息、文件格式及命名、影像完整性、数据分辨率、影像清晰度、色彩模式等。所有检查都会记录,并形成检查列表,可定位。另外,人机交互检查模式还支持点、线、面等多种标记方式。

(4) 精度检查评定

该模块实现外业精度检测数据的导入,自动匹配原始地物点位,自动计算平面精度中误差、高程精度中误差、间距精度中误差等数学精度,导出精度评定统计表。

(5) 质量评分

根据实际需要,系统实现质检进度控制列表功能,所有的检查项在进度控制列表中都有记录,检查过程中,质检人员可以在进度列表中标记“已完成”项;然后依次对数据进行检查,记录检查过程中发现的每个问题及其错漏类型。只有所有的检查项都标记完成,才能提交及评分。单位成果质量评分和样本质量评定根据国家标准《测绘成果质量检查与验收》执行,自动统计所有已完成检查的质量元素得分,采用加权平均法计算单位成果质量得分,并进行样本质量评定^[7]。

(6) 质检报告输出

实现质量检验报告模板的设计,可以编辑、灵活调整,按照标准规范的样本生成验收报告,客观质量统计表格直接由系统自动生成,文字化的描述则由检验人员编辑,系统还可以自动生成包含所有样本的质量统计报告单。

4 系统特点

(1) 自动化功能程度高。系统在各个模块及各质检流程的设定,都尽量通过自动化完成,比如数据精度的自动匹配及计算、图形数据的拓扑检查、基本属性内容检查、单位成果质量评分计算、样本质量的评定、

检验报告的编写及导出等，都能够通过系统自动化实现^[8]，节省了人力成本和时间。

(2) 基于信息映射机制的数据转换。在模板中设置了基本数据单元的对应关系，可以是一对一，也可以是多对一或一对多。为了实现跨平台、异构系统之间的数据转换，不同信息之间可通过打散、拆分及重组等方式实现^[9,10]，这样使得系统可以对不同数据格式的基础地理更新成果进行质检。

(3) 具备大数据处理能力，精度高。系统能够按照国家 and 行业标准检验处理大量数据，精确识别数据中的错误，并对数据进行快速质量检验，提高了效率和数据处理能力，确保了数据的一致性和规范性。

(4) 功能扩展方便。系统在搭建框架时采用模块化的设计思想，以后再增加其他功能或系统升级更加容易。

5 实例分析

5.1 研究区概况

开封市 1:10000 基础地理信息更新项目涉及覆盖开封市的四县五区，批量成果为 DLG 分幅制图数据 155 幅、库数据及相应的附件资料等。项目的生产主要采用修测更新，把上轮更新的 DLG 数据与本轮规定使用的正射影像进行套合，利用 EPS AMapV2.0 基础测绘信息采集与自动化成图系统对变化、新增的地物进行采集，制作工作底图。外业人员利用工作底图进行实地核查、调绘，内业人员依据技术设计要求，对外业调绘成果进行编辑、处理，输出符合要求的建库数据及制图数据等。

5.2 检验过程

(1) 抽样情况

根据检查与验收相关国家标准规定，采用分层随机抽样的方式，从 155 幅批成果中抽取样本，随机抽取 13 幅 1:10000 DLG 数据，并提取成果的库数据、技术设计书、技术总结、检查报告、结合表等资料。

(2) 检验内容及指标

本项目检验的内容包括数学精度、数据及结构正确性、地理精度、整饰质量和附件质量五个质量元素。各质量元素的检查内容及权重如表 1 所示。

检查各质量元素，依据重要程度、错漏的严重程度可划分为严重错漏（A 类）、次严重错漏（B 类）、一般错漏（C 类）和轻微错漏（D 类）。除数学精度按照检测计算的平面中误差、高程中误差值得出相应精

度得分，其他质量元素通过统计出现的 A、B、C、D 四类错漏个数计算得分，具体的错漏问题可参考测绘成果质量检查与验收标准。

表1 质量元素检查内容及权重

质量元素	权重	检查内容
数学精度	0.25	检查数学基础、平面位置精度和高程精度。
数据及结构正确性	0.20	检查文件命名、数据组织正确性；数据格式、要素分层的正确性；属性代码、属性接边的正确性。
地理精度	0.25	检查地理要素的完整性与正确性；地理要素的协调性；注记和符号的正确性；综合取舍的合理性；地理要素接边质量。
整饰质量	0.20	检查图面的符号、线划、色彩质量及注记质量；图面要素协调性；图面、图廓外整饰质量。
附件质量	0.10	检查报告、技术总结内容的全面性及正确性；元数据文件的正确性、完整性；成果资料的齐全性及资料装帧情况。

(3) 确定检验方法及实施

根据检验内容和质量指标，基于研究开发的基础地理更新数据成果质量检验系统，采用自动化检验与人工核查相结合的方式对本项目进行检查验收，五个质量元素的数据检查模块如图 3 所示。



图3 数据检查模块

按照检验流程，首先对样本进行自动化检验，主要是对数据的结构检查、数学精度检查、拓扑检查、属性检查和接边检查。

数据结构检查包括文件命名、数据格式、几何类型、要素分层等；数学精度检查包括空间参考检查、检测点平面精度和高程精度；拓扑检查包括重叠点线、线段自相交、悬挂点检查、伪节点检查、各层面是否交叉、面包含和面缝隙等；属性检查包括属性完整性、各要素关键属性正确性、注记与属性匹配检查；接边检查包括图幅内接边和图幅间接边检查。

然后，通过人工核查方式，依据系统辅助标注功能，对地理要素、图面表示和文档资料进行检查，主要检查地理要素是否完整、要素间关系、图形综合取舍、符号及注记配置，图面地物表示是否合理和文档资料规范性等。人工核查支持点、线、面等多种标记方式，可将检查的错误说明进行标注。

当所有检查项完成后，错误记录及错误数量等检查结果可输出为 DWG、SHP、TXT 等多种格式。

5.3 检验结果

根据项目各质量元素检查的情况，系统自动统计所有已完成检查的质量元素得分，并根据加权平均法的方式计算样本质量得分，样本质量统计如表 2 所示。综合分析可知，开封市 1:10000 基础地理信息更新项目符合技术设计指标要求，此项目的质量等级评定为良品级。

表2 样本质量统计

序号	数学精度		数据及结构 正确性		地理精度		整饰质量		附件质量		样本 质量
	权 (0.25)		权 (0.20)		权 (0.25)		权 (0.20)		权 (0.10)		
	得分	平均分	得分	平均分	得分	平均分	得分	平均分	得分	得分	
1	84.2		79		70		76				
2	93.6		78		69		79				
3	76.11		77		72		75				
4	82.8		80		74		69				
5	79.4		84		75		91				
6	100		84		69		86				
7	70.25	81.61	85	82.62	83	73.77	93	83.69	85.0	80.61	
8	75.39		85		75		85				
9	68.34		79		66		89				
10	72.69		84		74		86				
11	100		85		84		91				
12	85.37		86		72		83				
13	72.8		88		76		85				

5.4 应用分析

系统目前已经部署在河南省测绘产品质量监督检验中心，并在河南省多个基础地理信息更新项目中投入使用。经实例分析表明，系统质量检验功能实用性强，质量评价准确可靠，自动化程度高，输出检验报告规范、符合检验标准要求，不仅极大缩短了质检时间，还节省了大量质检成本，保证了数据成果的质量要求。

本系统将基础地理更新数据成果检验工作转变为可操作的电脑应用软件，能够有效提高测绘质检工作人员的工作效率，满足测绘质检的工作要求。

6 结束语

本文实现了基础地理更新数据成果质量检验系统，该系统操作简便、实用，界面友好，集成基础管理功能、检查方案配置、图形数据检查、精度检查评定、质量评分和质检报告输出等功能，实现了测绘成果检验工作的流程化和智能化。结合参与的测绘地理信息成果检验工作，将此系统成功应用到河南省多个基础地理更新数据成果检验的项目验收工作中，极大提高了工作效率，而且实用性强，具有广阔的推广应用价值。

参考文献

[1] 姜艳春.浅谈基础地理数据从SHP到EPS的转换[J].城市建设理论研究,2016(10):386.

[2] 侯利云.测绘质检能力建设研究[J].经纬天地,2014(2):51-55.

[3] 国家测绘产品质量检验测试中心,自然资源部四川测绘产品质量监督检验站,自然资源部黑龙江测绘产品质量监督检验站,等.GB/T 24356—2023测绘成果质量检查与验收[S].北京:中国标准出版社,2023.

[4] 国家测绘局测绘标准化研究所,国家测绘产品质量监督检验测试中心,陕西省测绘产品质量监督检验站.GB/T 18316—2008数字测绘成果质量检查与验收[S].北京:中国标准出版社,2008.

[5] 林蒙安.测绘产品质检管理系统的设计与实现[J].测绘与空间地理信息,2013(6):244-246.

[6] 王静.GIS数据质量控制理论与实践[D].阜新:辽宁工程技术大学,2004.

[7] 李传方,邹秀琼,张伟,等.地形图质量评分标准的研究[J].地理信息空间,2018(4):87-88,93.

[8] 张忠民.测绘地理信息成果质检综合服务系统的研究与实现[J].测绘标准化,2018(1):40-43.

[9] 郑亚慧.基于GIS内外业一体化河道成图系统开发研究[J].人民长江,2009,40(13):73-75.

[10] 乔柱.城市大比例尺地形图自动化综合的研究[J].测绘与空间地理信息,2015(7):172-173,176.

联合GEE与多源遥感数据的土地利用分类研究

黄仲

(江西省赣西土木工程勘测设计院, 江西 宜春 336000)

摘要: 基于随机森林算法 (Random Forest, RF) 和 Google Earth Engine (GEE) 云平台, 探索时间序列的 Sentinel-1 合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 数据后向散射系数对大范围土地分类的效果, 并融合 Sentinel-1、Sentinel-2 主被动遥感数据, 探究利用 JM 距离寻找最优特征的可行性, 对比分析了融合数据后向散射系数、光谱特征、植被指数特征与纹理特征等不同组合对土地分类精度的改善情况。结果表明: 在地形复杂和雨量丰富的江西赣州地区, 单使用时序 SAR 数据对土地利用分类的总体精度达到 85.02%, Kappa 系数为 0.79。融合主被动 Sentinel 数据的分类精度最高, 总体精度达到 94.96%, Kappa 系数为 0.93。但 SAR 数据相对光学数据和主被动融合数据, 在光学数据云雾覆盖区域可进行土地分类研究。本研究采用的方法和平台, 能准确、高效地进行土地利用分类工作, 具有很好的推广价值。

关键词: Google Earth Engine; 多时相融合; JM 距离; 随机森林; 土地利用分类

1 引言

有效、快速地获取土地覆被信息对于土地资源监测、土地资源统一规划、农业快速发展、水资源合理配置具有重要意义。土地目标对象的提取和分类是土地要素变化的基本内容, 为土地覆被变化提供了数据依据。过去, 人们通过实地调查和汇总统计了解覆盖信息, 既费时又费力。遥感技术目前用于地面的实时监测, 影像信息时效性好, 可实现大规模土地利用的实时监测, 显著提高土地资源信息获取效率。

随着遥感技术的日渐成熟, 高精度的土地分类成果已成为趋势, 通常会通过时间序列的多期影像方法来提高土地分类精度。如朱永森等以多期 HJ/AB 星为数据源, 创建 PCI、NDVI 指数和模型阈值, 提取城市群土地分类利用信息^[1]。

高分辨率光学影像具有清晰的光谱和地物纹理信息, 在破碎区域能获取更高的精度。基于高分辨率影像的土地分类研究采用的方法主要包括滤波、支持向量机、机器学习、高斯核函数等。然而, 在实际应用中, 对于大尺度和云雨较多地区, 受云雨、光照等因素的影响, 经常造成数据缺失形成无效观测, 一定程度上限制了土地分类的准确提取^[2]。

合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 数据, 对云层的穿透力很强, 具有不受云雨天气影响、全天时、全天候监测等特点, 弥补了光学影像的不足。然而, 单一时相的 SAR 数据很难对地物进行

精确提取, 主要是因为 SAR 数据的信号易受其他地物相干斑噪声的干扰, 影响对目标地物的提取。

有学者认为, 多时相或者多极化 SAR 数据能够获得更好的分类结果^[3]。利用光学数据和 SAR 数据融合, 可以最大限度地提升地物分类精度。除数据源外, 根据地区环境选择合适的分类算法, 也会提升分类精度结果^[4]。

近年来, 随着机器学习算法的发展, 利用机器学习算法进行地物分类被广泛应用。随机森林算法是机器学习分类算法的一种, 具有模型训练时间少、计算精度高等特点, 同时对训练样本的数量和质量要求较低, 因此可用于复杂的地物分类中。

GEE 是一个结合海量卫星遥感影像以及地理要素数据的网络平台, 存储了 Sentinel 数据、MODIS 数据集、降水数据、海洋表面温度数据、Landsat 数据、气候数据和海拔数据等海量数据, 可以解决大面积土地覆盖制图方面最重要的数据存储下载问题^[5]。用户可以轻松访问、选择和处理待研究区域的大量数据。GEE 云平台也允许用户上传自己的栅格和矢量数据 (例如 GeoTIFF 或 Shape 文件) 进行分析, 完全控制访问^[6]。因此, 该平台被科研人员广泛应用。基于此, 本文借助 GEE 云平台数据资源和计算资源, 将 Sentinel-1 SAR 极化数据所包含的地物结构信息、Sentinel-2 光学数据的光谱信息和机器学习 RF 算法相结合, 探究时间序列 SAR 数据、融合时间序列 SAR 和光学数据的不

作者简介: 黄仲 (1990—), 男, 汉族, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程测绘、三维激光扫描、无人机航测。

同特征值组合对土地利用分类精度的影响，初步验证了利用 JM 距离寻找最优特征的可行性。

2 研究区域与数据来源

2.1 研究区概况

研究区为江西省南部的赣州市(113° 54′~116° 38′ E, 24° 29′~27° 09′ N)，区域范围如图 1 所示。该地区受地质构造和成土因素等条件影响，具有土地类型地域性强、土地利用差异明显、山地多平原少、耕地面积小、后备耕地资源不足等特点。

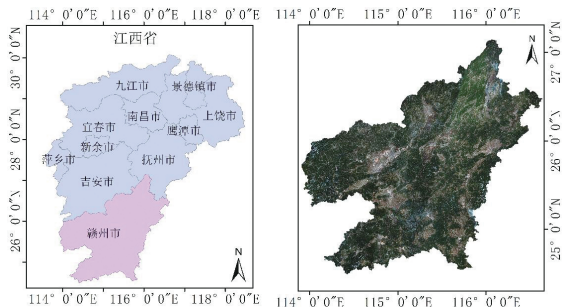


图1 江西省赣州市

2.2 数据来源及预处理

Sentinel-1 主动微波遥感卫星由两颗极轨卫星 A 星和 B 星组成，搭载 C 波段的合成孔径雷达（SAR）传感器，重访周期小于 10 天，本文采用分辨率为 10m，极化方式为“VV”和“VH”的后向散射系数数据。Sentinel-2 由 Sentinel-2A 和 Sentinel-2B 两颗高分辨率卫星组成，单颗卫星的重访周期为 10 天，两颗互补，重访周期为 5 天。

本文选取的研究区范围较大（3.9 万平方公里）且时间序列长久，因此在 GEE 云平台上进行调用、处理 Sentinel-1 微波遥感数据（811 景）和 Sentinel-2 MSI 多光谱遥感数据（374 景）。SAR 数据虽不受云雨气候影响，但由于距离成像中心越远的像元噪声越强，因此调用 GEE 预处理参数完成轨道参数定标、辐射定标和热噪声去除等操作。多光谱数据易受云雨影响，因此调用平台云掩膜算法对影像进行计算，将云量参数设置为小于 10%，并将去云影像重采样至 10m。遥感影像参数及日期如表 1 所示。

表1 遥感影像参数及日期

传感器	波段	波长 /nm	分辨率 /m	数据日期
Sentinel-1	VV		10	2021. 11. 01~2022. 06. 01
	VH		10	2021. 11. 01~2022. 06. 01
Sentinel-2MSI	B1-B12	443-219000	10-60	2021. 11. 01~2022. 06. 01

2.3 特征集构建

结合研究区植被的生态环境特点，共计 24 个特征变量。其中选取 Sentinel-1 高度、坡度 2 个地形特征，选取 Sentinel-2 光谱反射率及相关植被、水体、红边指数共 16 个特征变量。选取 Sentinel-1 SAR 数据的极化特征变量和纹理特征变量，选取灰度共生矩阵（Gray-level Co-occurrence Matrix, GLCM）生成的角二矩阵（Angular Second Moment, ASM）、对比度（Contrast, CONTRAST）、相关性（Correlation, CORR）和熵值 4 个纹理特征变量，具体如表 2 所示。

表2 特征变量及其计算公式

传感器	组	特征变量	符号或计算公式
Sentinel-1	地形特征	高程	Elevation
		坡度	Slope
	极化特征	垂直极化	VV
		垂直—水平极化	VH
		角二矩阵	ASM
	纹理特征	对比度	CONTRAST
		相关性	CORR
		熵值	ENT
	光谱特征	波段	B1-B4/B8/B8A/B9-B12
		归一化植被指数 NDVI	$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$
Sentinel-2	指数特征	归一化水体指数 NDWI	$NDWI = (G - NIR) / (G + NIR)$
		增强型植被指数 EVI	$EVI = 2.5 * (NIR - R) / (NIR + 6.0 * R - 7.5 * B + 1)$
	特征	绿色归一化植被指数 GNDVI	$GNDVI = (NIR - G) / (NIR + G)$
		绿叶指数 GLI	$GLI = (2G - R - B) / (2G + R + B)$
		优化土壤校正植被指数 OSAVI	$OSAVI = (1 + 0.16) * (NIR - R) / (NIR + R + 0.16)$

根据《赣州市第三次全国国土调查主要数据公报》现行的土地利用分类体系，结合研究区土地利用 / 覆被特点，将研究区分为建设用地、水体、林地、裸地和耕地 5 大类。

结合多期 Google Earth 遥感影像，在遥感影像上进行采样。建设用地包括房屋、道路等，林地包含林地、草地、城市绿地等，裸地包括裸土、裸岩以及采石场等。在 Google Earth 上，采用随机采样方法在研究区采集样本点，一共获得总样本 8657 个样本点，根据目前常用解译分类习惯，将训练样本和验证样本比例设置为 7：3，分别为 6493 个和 2164 个，样本数据集如表 3 所示。

表3 样本数据集

数据类别	建设用地	水体	林地	裸地	耕地	总数
训练数据集数量	798	2098	2508	503	588	6493
验证数据集数量	266	699	836	168	196	2164
总数	1063	2797	3343	670	783	8657

3 研究方法

3.1 总体技术流程

利用 SAR 影像和光学影像特性, 提取地物光谱特征、极化特征、纹理特征、指数特征和地理特征, 基于 JM 距离特征优选, 实现特征最优解, 构建特征组合, 融合时序 SAR 影像和时序光学影像, 实验验证不同特征不同融合影像信息的提取地物分类差异, 分析分类精度及在不同组合下的优势。技术流程如图 2 所示。

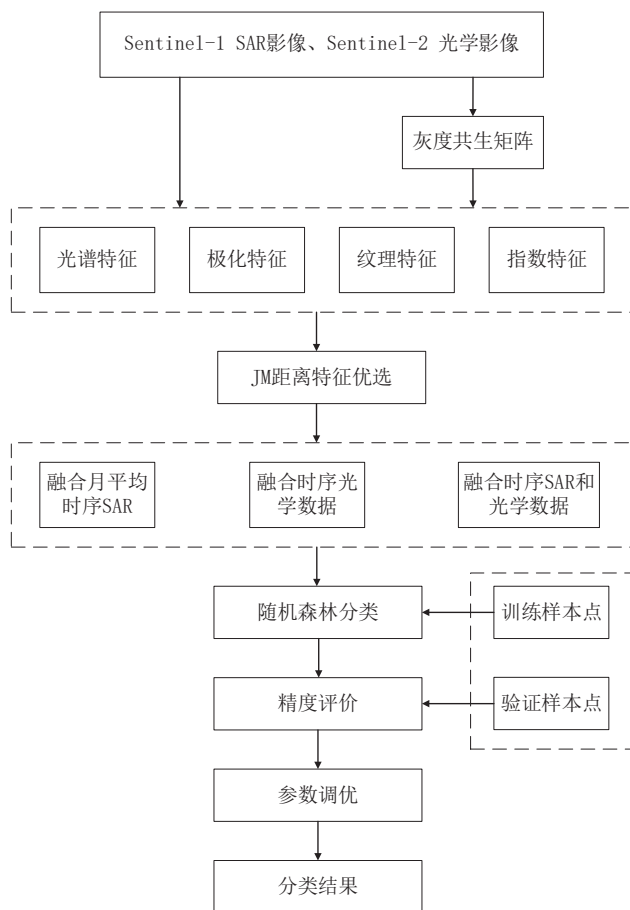


图2 技术流程

3.2 特征优选

采用 JM 距离确定研究区土地分类最佳特征组合。JM 距离是评价不同类别之间分离程度的有效办法, 其表达式为:

$$JM = 2(1 - e^d) \quad (1)$$

公式 (1) 中, d 表示某一特征的巴氏距离。通常情况下假设多变量正态分布, 巴氏距离 d 的公式为:

$$d = \frac{1}{8} (m_j - m_i)^T \left[\frac{\Sigma_i + \Sigma_j}{2} \right]^{-1} (m_j - m_i) + \frac{1}{2} \ln \frac{|\Sigma_i + \Sigma_j|}{|\Sigma_i| |\Sigma_j|} \quad (2)$$

公式 (2) 中, m_k 表示某一特征的均值, Σ_k 表示某一特征的协方差。JM 距离表示样本间的可分离程度, 其值在 0~2 之间, 值越大表示分离度越高。

3.3 随机森林算法

随机森林(RF)是机器学习和监督分类算法的一种。随机森林算法的预测结果是通过求解组成森林的不同决策树的多数决策结果得到的。随机森林算法具有运算速度快、分类准确率高、对噪声数据敏感等特点。随机森林模型训练速度比较快, 可以创建高精度的分类器, 分类效果更好。但是随机森林中决策树的数量会极大地影响随机森林算法的效率。如果决策树的数量太少, 分类精度会下降; 如果决策树较多, 分类精度趋于稳定, 但工作速度较慢^[7]。总体来说, 随机森林的数据公式模型如公式 (3) 所示, 本文在保证分类精度的同时也确保工作效率, 因此基于大量的实验研究选取决策树数量为 50 最为合适。

$$F(x) = \sum f_i(x) \quad (3)$$

公式 (3) 中, $F(x)$ 表示随机森林的预测结果, $f_i(x)$ 表示第 i 棵决策树的预测结果。

4 实验结果与分析

4.1 特征优选

利用 GEE 云平台调用特征去相关函数模块, 计算特征集相关系数矩阵, 设置保留相关系数绝对值小于 0.9 的特征集, 完成特征去相关。然后调用 JM 距离函数模块, 分别统计计算不同特征对 5 类覆被类型的 JM 距离的分离程度。

按照分离程度由高到低增加特征变量。当特征数为 21 时, 林地制图精度达到最大; 当特征数为 23 时, 建设用地制图精度达到最大; 当特征数为 23 时, 水体制图精度达到最大; 当特征数为 22 时, 裸地制图精度达到最大; 当特征数为 21 时, 耕地制图精度达到最大。以上地物覆盖类型之后会随着特征继续增加分类精度, 开始趋于稳定并有所下降。因此可利用特征优选确定最少代入计算的特征, 筛选排名靠前的 5 至 10 个特征作为最优特征进行后续分类, 减少信息冗余。具体特征增加过程如图 3 所示。

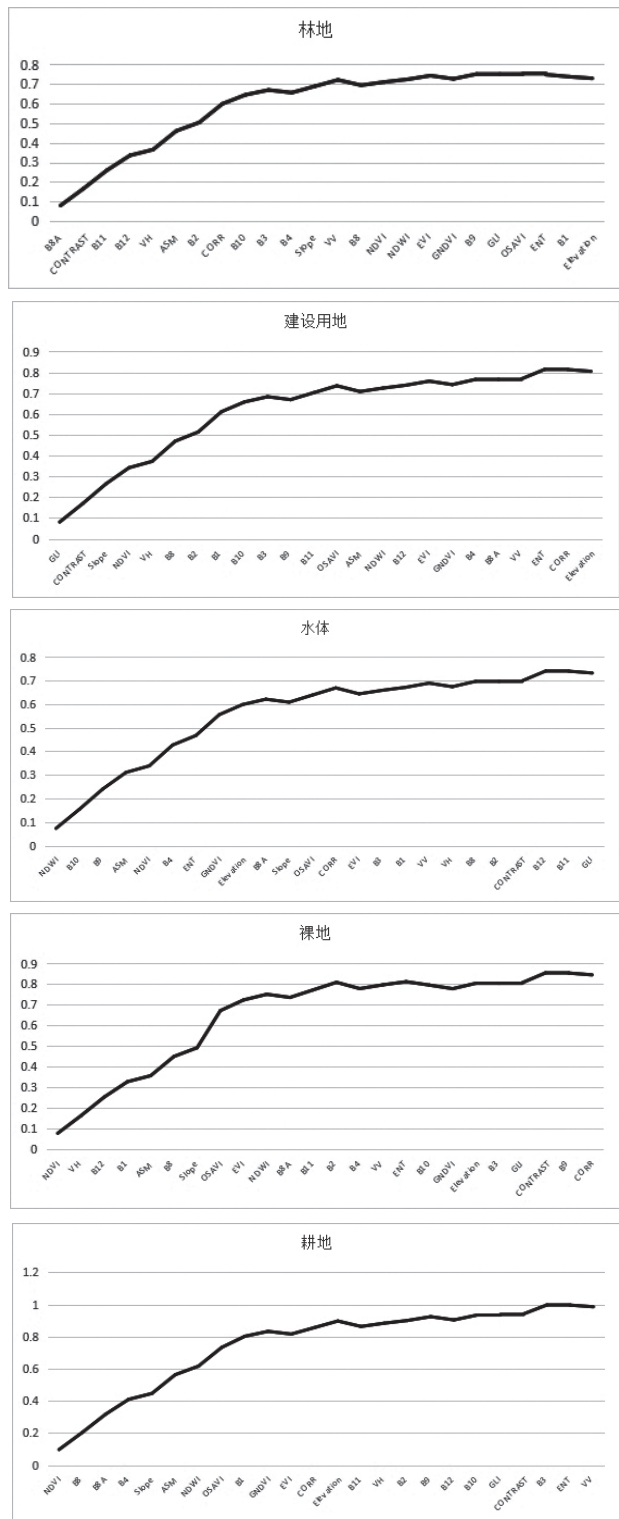


图3 制图精度随特征变化情况

4.2 融合 Sentinel 主被动遥感数据分类

单利用某一时相的 SAR 极化特征数据有极大局限性^[8]。将月尺度上 SAR 观测数据进行均值合成,可降低云雨天气对分类精度的影响,提高土地利用分类的精度^[3]。本研究选取 2021 年 11 月到 2022 年 6 月的

Sentinel-1 SAR 数据,在月尺度上进行均值合成,用于土地利用分类研究。在 GLCM 计算纹理特征共生矩阵大小的选择上,选取 4、8、16 邻域数值进行计算,分类精度最高为 4 邻域。融合多时相 Sentinel-1 极化特征和纹理特征的分类总体精度为 85.02%, Kappa 系数为 0.79。分类效果不是特别理想,结果如表 4 所示。

表4 多时相Sentinel-1 SAR的极化特征分类结果

覆被类型	建设用地	水体	林地	裸地	耕地	总数	制图精度(%)
建设用地	1472	2	518	45	17	2054	71.66
水体	8	4197	0	0	65	4270	98.29
林地	387	0	4741	90	0	5218	90.86
裸地	375	2	332	390	2	1101	35.42
耕地	5	162	1	2	622	792	78.54
总数	2247	4363	5592	527	706	13435	
用户精度(%)	65.51	96.20	84.78	74.00	88.10		
训练精度:	99.23%	验证精度:	98.92%	总体精度:	85.02%		
Kappa 系数:	0.7869						

受研究区地理位置及气候环境影响,在 2021 年 11 月到 2022 年 6 月期间,难以获取单天覆盖整个研究区的 Sentinel-2 光学影像。因此,选取 2022 年 1 月到 6 月覆盖整个研究区的合成光学数据,探究融合主被动遥感数据对土地利用分类精度的影响。首先,对光学数据进行分类研究,分类结果如表 5 和图 4 所示。

表5 Sentinel-2光学数据分类结果

覆被类型	建设用地	水体	林地	裸地	耕地	总数	制图精度(%)
建设用地	1882	0	0	93	79	2054	91.63
水体	0	4124	0	0	146	4270	96.58
林地	0	607	4610	1	0	5218	88.35
裸地	134	0	0	967	0	1101	87.83
耕地	2	368	0	0	422	792	53.28
总数	2018	5099	4610	527	1061	13435	
用户精度(%)	93.26	80.88	100	91.14	65.22		
训练精度:	99.84%	验证精度:	99.78%	总体精度:	89.36%		
Kappa 系数:	0.8509						

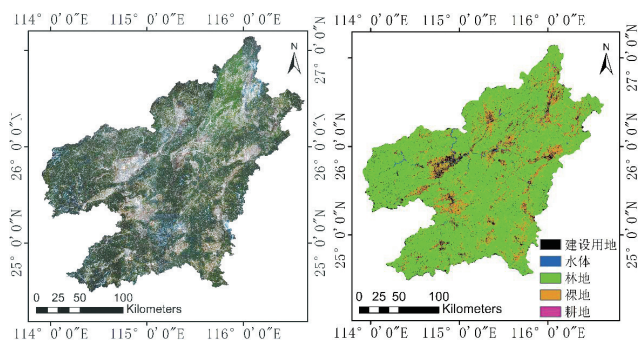


图4 Sentinel-2光学数据(左)及其分类结果(右)

由表 5 和图 4 可知, Sentinel-2 光学数据的分类总体精度为 89.36%, Kappa 系数为 0.85。相对融合 Sentinel-1 SAR 数据的分类总体精度提升 4.34%, Kappa 系数提升 6.40%。

其次, 融合时序Sentinel-1 SAR数据、SAR纹理特征和Sentinel-2 光学数据, 进行土地分类研究, 结果如表 6 和图 5 所示。此时, 融合主被动遥感数据的土地分类总体精度为 94.96%, Kappa 系数为 0.93, 相对于单独使用光学数据, 分类总体精度提升 5.63%, Kappa 系数提升 7.82%; 相对于融合时序 Sentinel-1 SAR 数据, 分类总体精度提升 9.94%, Kappa 系数提升 14.22%。

表6 多时相Sentinel-1 SAR数据的极化特征、纹理特征融合单幅光学数据分类结果

覆被类型	建设用地	水体	林地	裸地	耕地	总数	制图精度 (%)
建设用地	1952	1	0	65	36	2054	95.03
水体	1	4248	0	0	21	4270	99.48
林地	0	125	5093	0	0	5218	97.60
裸地	185	0	0	916	0	1101	83.20
耕地	0	243	0	0	549	792	69.32
总数	2018	5099	4610	527	1061	13435	
用户精度 (%)	91.30	92.00	100	93.37	90.59		
训练精度: 99.92%	验证精度: 99.89%		总体精度: 94.96%		Kappa 系数: 0.9291		

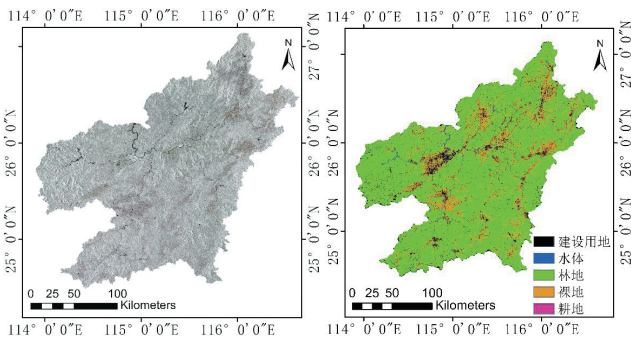


图5 SAR VH极化图(左)和多时相Sentinel-1 SAR数据的极化特征、纹理特征融合单期光学数据分类结果(右)

多源融合后的影像分类成果精度更加精准,耕地、水体、林地等在图像上的分类更加精细。这主要是由于 SAR 数据的地物后向散射特性异于光学遥感影像。光学数据反映的是目标体的光谱特性, SAR 数据的穿透性不仅能够获取植被表面信息, 对植被的叶、茎、枝干等信息也有一定反映, 获取的是不同于光学数据的地物信息^[9]。此外, 时序 SAR 数据相对于光学数据和融合主被动遥感数据, 在有云雾覆盖时同样能够进

行土地利用分类。在气候湿润、多云多雾的江西省赣州地区, 当缺乏光学数据时, 使用长时序 SAR 数据是最优选择。

5 结论

研究在 GEE 云平台上, 利用时序 Sentinel-1 SAR 数据和 Sentinel-2 光学影像, 在 RF 算法上, 构建不同的特征向量组合, 验证了利用 JM 距离寻找最优特征的可行性, 对比分析了不同特征向量组合对土地利用分类的精度, 得到如下结论:

(1) 在缺乏光学数据的情况下, 融合时序月平均 SAR 数据对土地利用分类的精度能够达到 85%, 特别是对水体的识别精度能够达到 96% 以上; 相对于光学数据, 时序 SAR 数据能够穿透云雾, 对云覆盖区域的土地利用分类有一定指导作用。

(2) 利用 JM 距离探索了不同地物的最优特征选择, 并将特征数降低, 且相对提升了制图精度。

(3) 时序月平均 SAR 数据与光学数据融合时, 土地利用总体分类精度最高, 达到 94.96%, Kappa 系数达到 0.93。

参考文献

[1] 朱永森,曾永年,张猛.基于HJ卫星数据与面向对象分类的土地利用/覆盖信息提取[J].农业工程学报,2017,33(14):258-265.

[2] 陈全,周忠发,王玲玉,等.基于多时相Sentinel-1SAR数据的喀斯特石漠化区地表土壤水分反演研究[J].红外与毫米波学报,2020,39(5):628-636.

[3] LUO C,QI B,LIU H,et al.Using Time Series Sentinel-1 Images for Object-Oriented Crop Classification in Google Earth Engine[J].Remote Sensing,2021,13(561).

[4] 谭深,吴炳方,张鑫.基于Google Earth Engine与多源遥感数据的海南水稻分类研究[J].地球信息科学学报,2019,21(6):937-947.

[5] KUMAR L, MUTANGA O. Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage,Trends, and Potential[J].Remote Sensing, 2018,10(10).

[6] PHAN T N,KUCH V,LEHNERT L W.Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier - The Role of Image Composition[J].Remote Sensing,2020,12(15).

[7] 郭群佐,邓荣鑫,魏义长,等.河南省原阳县引黄灌区水稻田信息提取研究[J].湿地科学,2021,19(1):40-46.

[8] 郭交,刘健,宁纪锋,等.基于Sentinel多源数据的农田地表土壤水分反演模型构建与验证[J].农业工程学报,2019,35(14):71-78.

[9] 郭交,朱琳,靳标.基于Sentinel-1和Sentinel-2数据融合的农作物分类[J].农业机械学报,2018,49(4):192-198.

基于ArcGIS和Illustrator的地震应急专题图制作

陈中宇¹ 吴宇参² 吕郁青¹

(1. 中国人民解放军 32016 部队, 甘肃 兰州 730000; 2. 自然资源部测绘标准化研究所, 陕西 西安 710054)

摘要: 以青海省果洛州玛多县地震应急专题图制作为例, 从数据准备、数据处理、底图制作、图面美化和地图输出等方面, 对基于 ArcGIS 和 Illustrator 制作地震应急专题图的方法进行探讨, 并总结 Illustrator 在制图中的优势及符号化处理技巧, 为相关专题地图的制作提供参考。

关键词: 地震应急专题图; ArcGIS; Illustrator; 符号化

地震灾害是由地震引起的强烈地面振动及伴生的地面裂缝和变形, 造成各类建筑物倒塌和损坏, 交通、通讯中断等人畜伤亡和财产损失的灾害。中国位于亚欧板块, 属地震多发地区。按中国地震局要求, 相关单位需在震后第一时间开展紧急会商等工作。为最大限度提升救援效率, 救援人员需在第一时间制作生成辅助决策的报告文档和地震应急专题图。地震应急专题图是了解灾区背景、震情灾情、救援进展最直观的方式, 为政府部门作出抗震救灾决策提供重要依据^[1]。

本文以青海省果洛州玛多县地震应急专题图制作为例, 从数据准备、数据处理、底图制作、图面美化和地图输出等方面, 对基于 ArcGIS 和 Illustrator 制作地震应急专题图的方法进行探讨, 并总结 Illustrator 在制图中的优势及符号化处理技巧, 为相关专题地图的制作提供参考。

1 地震应急专题图制作

1.1 数据来源

基础矢量数据来自全国基础地理信息数据库。国家基础地理信息数据库建设历经二十余年, 形成了覆盖全国陆地范围, 包括正射影像数据库 (DOM)、地形要素数据库 (DLG)、数字高程模型数据库 (DEM) 和地形图制图数据库 (DTM) 四种类型的基础地理信息资源, 公众可在国家基础地理信息中心全国地理信息资源目录服务系统免费下载和使用。

地震应急专题图制作主要基于上述基础矢量数据及后期收集到的相关专题资料。地震发生后, 政府及救援单位关注重点为 4.0 级及以上地震区域的灾区范围、乡镇人口数量和密度及各乡镇距离等信息。全国基础地理信息数据库资源为应急救援行动提供了准确

的基础数据^[2]。同时全国基础地理信息数据库提供了 1:5 万、1:25 万、1:100 万等多个尺度及不同现势性版本的数据, 为个性化专题图制作提供数据支撑。

1.2 制作流程

地震应急专题图制作主要分为底图制作和图面美化。在 ArcMap 中完成已有数据整理、基础底图导入 (如影像图、基础地理要素的矢量数据等)、地震经纬度坐标点导入和展点、要素名称标注, 指北针、比例尺的制作及制图综合等。将处理完的数据导入 Illustrator, 对数据要素进行符号化处理和修饰, 完成专题图制作。地震应急专题图制作流程如图 1 所示。

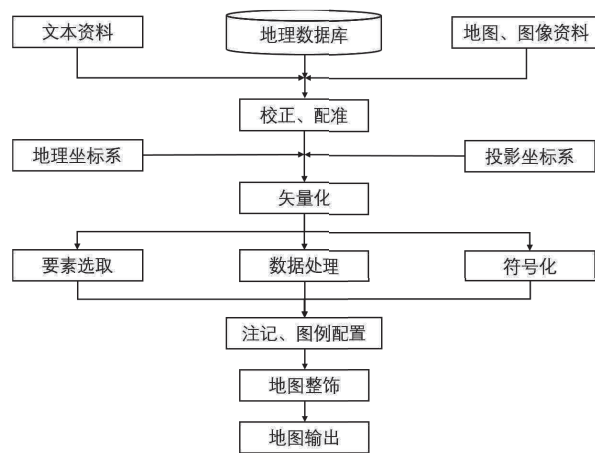


图1 地震应急专题图制作流程

1.2.1 底图制作

(1) 数据整理。确定图幅大小, 选定适当比例尺及制图范围, 将搜集到的基础矢量数据导入 ArcGIS。对相关图层进行排列, 底层为影像图, 上层为交通、水系、居民地图层, 最上层为注记层和专题图层。

(2) 数据导入。导入地震坐标点。由于经纬度生成的坐标点坐标格式为 WGS1984, 为保证数据的一致

作者简介: 陈中宇 (1994—), 男, 东乡族, 本科, 助理工程师, 主要从事地图制图工作。

性,坐标系选择 CGCS2000。打开 ArcToolbox 找到数据管理工具→投影和变换→要素→投影→选择要投影数据→选择保存位置→选择输出坐标系→完成。

(3) 要素名称标注。对重要的基础要素进行标注说明,如重要的道路编号、行政区名称、居民地名称、水系名称等。ArcGIS 的地图标注模块对标注的内容、方式、字体式样、大小、方向和颜色等都可以参数化设置,可单击右键→属性→图层属性→标注,对文本字符串、文本符号、放置属性及比例范围进行修改。还可使用预定义的标注样式,根据地震应急专题图的应用需要,建立个性化样式^[3]。对于专题图中标注、符号、图形等构图要素间的冲突,ArcGIS 提供了完备的冲突协调避让功能。通过设置各类地图要素的避让策略和权重值,可以有效协调解决专题图中各地图要素间的避让关系。需要注意的是,在标注时可暂不考虑注记摆放位置以及压盖关系处理,在后期 Illustrator 中对标注和要素进行重新摆放。

(4) 制图综合。制图综合是整个专题图编制过程中最具复杂性和专业性的环节。地震应急专题图经过数据筛选、图层叠放次序设置和构图要素冲突协调等综合处理后,要全面准确地表达重点内容,达到传递突出信息的效果,为后期灾后救援等活动提供必要支持,因而对个别重要等级较低的要素进行综合取舍。

首先,考虑专题图将用于什么目的,例如紧急响应、灾害评估,根据不同的目的、不同的应用场景,选择不同的内容进行表示。其次,编制时对已获取的数据进行综合分析处理,保留重要内容,去掉干扰和多余要素,确保内容质量和信息传达效果。再次,通过调整专题图中各要素的叠放次序,使得信息传达准确、清晰协调,避免冲突与混淆。在不同的要素图层间,要将点图层(如地震位置点)放到最上层,线图层(如境界、地震波传播方向)次之,面图层(如植被、水体)放在最下层;在同类要素图层间,按重要性等级排列,最重要的图层(如铁路、高等级公路)放在最上层。

(5) 导出至 Illustrator。确定好比例尺,选择固定范围裁剪全部要素,检查上述操作过程,保证所需数据和要素均已完成操作,避免出现遗漏。点击文件→导出地图,选择 AI 格式,300dpi,保存后即可在 Illustrator 中进行图面美化处理。

1.2.2 图面美化

(1) 建立符号库。前期需统一在 Illustrator 规范建立相关要素的符号库,包括重要城市、一般城市、

港口、机场、井泉、政府部门、军事基地、警察局、消防局等点要素,省界、市界、县界、主要铁路、次要铁路、高速公路、主要公路、次要公路、其他道路、线状河流等线状要素,湖泊、大面积的辫状河流、连块的居民地等面状要素。符号化流程如图 2 所示。

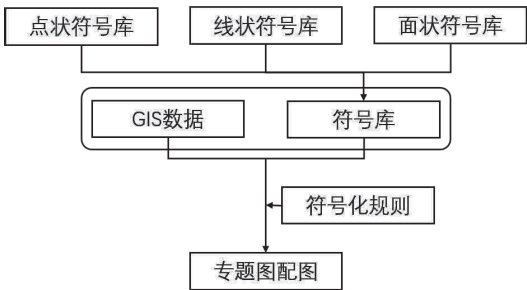


图2 符号化流程

一般的点状符号在 Illustrator 中只需使用绘图工具制作即可,如钢笔、多边形生成工具等,通过控制矢量图形的描边、填充、图形样式,可得到任意线型和矢量图形的描边。对于特殊点状符号,用一般的制作方法不能完整表现出地理位置和空间关系的属性,可通过“变换”功能对点状图形进行移动、缩放、旋转、对称等操作,将图形进行变换和组合,从而制作出种类多样、满足需求的点状符号。以乡镇要素标注为例,将绘制好的符号导入符号库,替换掉由 ArcGIS 导出的要素符号,重复上述操作,直到每个要素均替换完成,确保每个要素均进行了字符链接,在后续只需修改链接的符号,即可进行批量修改。

线状符号制作主要涉及宽度、颜色、线条样式等,对于一些特殊线状符号,结构更复杂,且具有自己的特性,处理时要满足美观的同时兼顾空间位置的精准性。本文以行政边界和河流为例,对不同类型线要素进行符号化处理。

①行政边界符号化:这类线要素主要通过修改颜色、宽度和虚线间隔及重复排列呈现形态表达,该方法也适用于对高速、国道、县道一般的分界线符号化。

②河流符号化:1:100 万全国基础地理信息数据库的河流是实地绘制,从 ArcGIS 导入 Illustrator 后,要素节点和拐点密集,制图时处理这类特殊符号的难度较大,符号化过程包括节点抽稀和渐变绘制。节点抽稀,即在 ArcGIS 中使用 Smooth 工具或在 Illustrator 中使用平滑工具对节点进行抽稀处理;渐变绘制,即在 Illustrator 中使用描边工具快速调整河流粗细。首先新建一条线段,使用工具栏的宽度工具,对线段左侧进行拉伸处理,再打开描边工具将

做好的线段添加到配置文件,完成河流的渐变工具生成,点击想要渐变的河流,使用宽度配置文件进行处理。

③面状要素符号化:面状要素符号化包括内部颜色填充、透明度调整和描边修改。内部颜色填充,即选择要素,双击填充,根据规范要求输入相应 CMYK 颜色值;透明度调整,即通过调整面要素透明度,达到美观的同时,显示面图层以下的压盖要素,使地图更富有层次感;描边修改,描边本质上是线状符号,可以按照线状符号制作的一般方法来绘制^[4]。符号化后的某地区境界与渐变河流如图3所示。

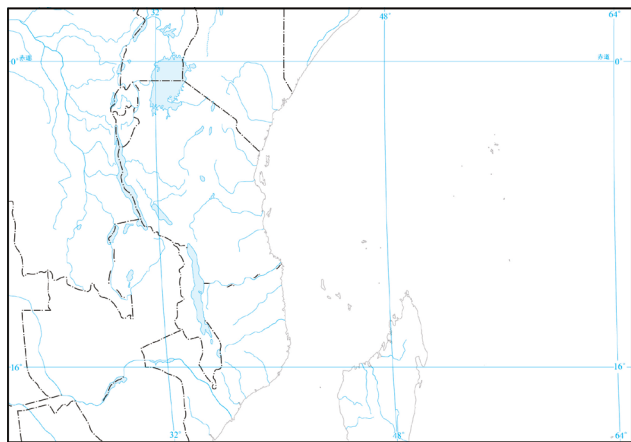


图3 符号化后的某地区境界与渐变河流



图4 制作样图

(2) 专题要素添加及地图整饰。将搜集到的专题信息,如地震基本情况、抗震救灾情况、现场实景照片、地震影响范围分布等相关信息合理摆放,置于图内。图饰修整是出图工序的最后一步,在完成所有要素的符号化处理及专题要素的添加后,遵循布局合理原则,对文字压盖、摆放位置、指北针、图例、比例尺、图框等进行合理布置,完成最终出图效果。因比例尺已在 ArcGIS 中完成制作,无需对其进行变化,指北针和

图例可根据图幅大小,摆放在适当位置。图框制作可使用纯色和花纹进行修饰,纯色是对线条宽度和颜色进行调整,花纹制作可按照线状符号制作的一般方法来绘制。玛多县地震影像样图如图4所示。

(3) 成果导出。Illustrator 支持如 bmp、png、jpg、TIFF 等多种格式导出,分辨率选择 300dpi。png 是无损压缩算法的位图格式,支持透明效果。jpg 是一种有损压缩格式,文件尺寸较小,同时导出不会改变成果图片长宽。TIFF 格式保存的文件失真度较小,建议选择此种格式。

2 优势分析

专题图编制常使用 ArcGIS 软件,但在矢量要素符号化和图面效果表达方面还存在一定缺陷,因而结合 Illustrator 平面设计软件进行地图二次加工,可增强出图的美观性,使地震应急专题图内容更加聚焦,表达更加直观,而前期规范统一的符号库预置,一定程度上减少了专题图编制的工作量,提高了出图效率。

使用 ArcGIS 与 Illustrator 进行制图,有效结合了两个软件的优势,提高了专题制图效率,也使成图效果更加美观,内容层次更加丰富。当符号库完备、技术流程相对固定之后,使用 ArcGIS 和 Illustrator 制图将会更加便捷。这次虽以地震应急专题图制作为例,但许多方法同样适用于其他专题类地图的制作。

3 结语

编制地震应急专题图是地震发生后抗震救灾工作的重要内容之一,利用不同的技术手段编制地震应急专题图对优化震后抗震救灾工作起到至关重要的作用。本文对基于 ArcGIS 与 Illustrator 编制地震应急专题图的具体流程进行了探讨,总结在符号化和标注设计上的优势,为相关专题图编制提供参考。

参考文献

- [1] 孔祥雪,王万宁,冯石,等.QGIS在地震应急专题图绘制中的应用[J].黑龙江科学,2021,12(2):106-107.
- [2] 张翼,周妍,许娟,等.基于用户需求的地震应急信息服务特征研究[J].震灾防御技术,2021,16(1):211-219.
- [3] 贾鹏鹏.基于ArcGIS的港口总体规划专题图编制[J].工程建设与设计,2021,453(7):113-115.
- [4] 张兵,李少梅.基于Illustrator的地图符号制作及线状要素关系处理[J].测绘与空间地理信息,2019,42(1):63-66,71.

中国人测绘首幅月面图背后的故事

◎ 王树连

“第一幅月面图像是绕月探测工程成功最重要的标志之一，宣示我国千年奔月的梦想已经成为现实！”2007年11月26日，中国国家航天局正式公布首次月球探测工程的第一幅月面图像。中国首幅月面图，是中国航天科学技术工作者与测绘科学技术人员精诚合作，利用中国航天器、探测器获取的月面图像研制的重要探月成果。

十几年过去了，让我们追忆中国首幅月面图的研制过程，关注这一重大创新成果背后的故事。

全力支援

2003年3月的一天，承担探月工程相机研制任务的中国科学院、西安光学精密机械研究所的研

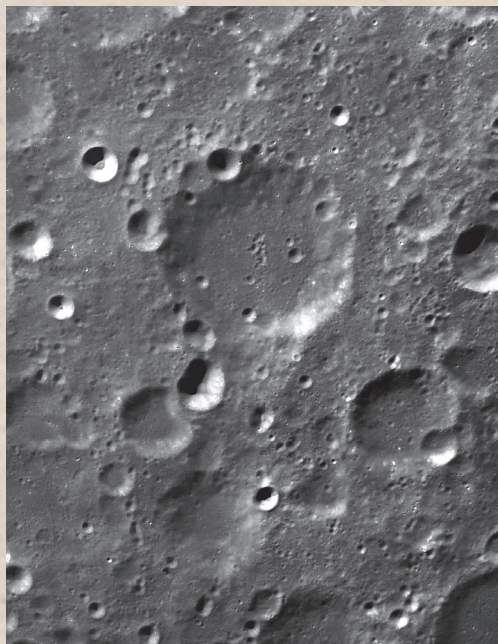
制人员登门，向中国工程院院士、西安测绘研究所研究员王任享请教，前者计划在嫦娥一号上搭载两个相机，进行交向摄影。但是，两个相机太重，探月工程总体要求只能搭载一个相机。对此，还不知如何是好。

王任享院士对多年在航天测绘领域的合作伙伴直言快语：“相机多，不但太重，而且摄影测量处理就会繁琐。我认为，可以采取三线推扫的一个相机方案。探月卫星飞行时推扫摄影，同一台相机的三个平行的CCD线阵可以获取月球表面同一目标星下点地面目标的正视、前视、后视三幅二维原始数据图像，经三维重构后，即可再现月表三维立体影像，并据此测绘出月面影像

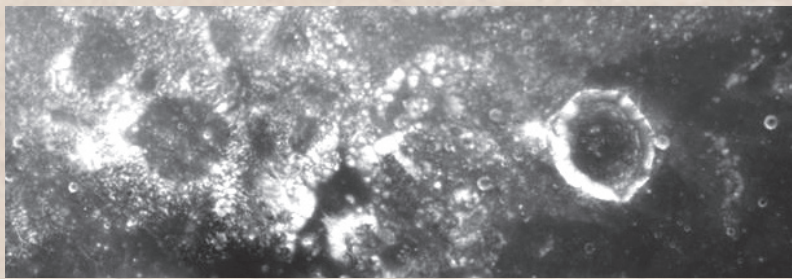
产品。”

这就意味着合二为一，将拟议中的两个摄影相机扔掉一个。一个相机重量约20千克，嫦娥一号要飞到38万千米远的月球轨道，减少20千克的有效载荷对探月卫星的意义十分重大。探月工程指挥部计划采用王任享院士提出的三线阵CCD相机方案。

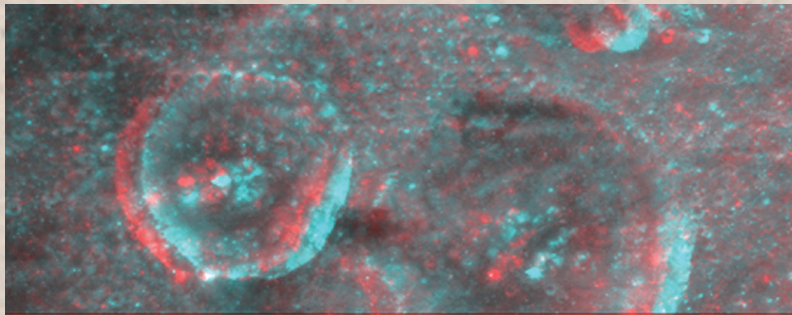
一个相机方案是王任享院士基于卫星摄影测量经验及对三线阵CCD相机摄影测量的研究心得提出的，并没有对月面测绘做过针对性的详细计算与分析，对于嫦娥一号这样宏大的工程，任何方案都应该具有不容置疑的科学性和可行性，更不能出现颠覆性问题，必须要做到万无一失才行。王任享院士因为



● 中国首幅月面图（局部）



● 仿真月面正射影像图



● 仿真月面互补色立体影像图

自己的方案被采纳而好多天吃不好、睡不香，日夜思考、研究方案的科学性与可行性。他利用多年来研究的实验性软件，首次对 120 米的像元摄影资料进行处理，以数学模拟方法对三线阵 CCD 相机方案作了反复测算，最终得出结论：一个相机方案是可行的。

2005 年 6 月，绕月探测工程应用系统指挥部的研究人员再次来到西安测绘研究所，正式签订了《绕月探测工程 CCD 立体相机测绘能力评估》协议书和《绕月探测工程 CCD 立体相机摄影测量数据处理系统研制》合同。

西安测绘研究所把支援中国绕月探测工程视为义不容辞的使命，调集技术骨干，成立了 5 人研究小组。研究小组在王任享院士的指导下立即开展评估工作与相关摄影测量处理系统的研制。试验，评估；再试验，再评估，直至寻求到上佳方案。这是科研项目论证阶段必须的试错过程，也是一个技术方案最终被采纳的重要基础。特别是航天工程，每个环节都必须反复验证，精益求精，做到零缺陷。绕月探测工程指挥部在最后决定采用三线阵 CCD 相机开展探月活动之前，希望看到西安测绘研究所基于科学实验的具有说服力的评估报告。

秋天是收获的季节。这一天，实验室里洋溢着欢快的氛围。研究人员们戴着红绿眼镜在计算机上竞相观看月面互补色立体图像。一个直径约 20 千米、深达 2 千米的月坑，如同巨大的盆钵镶嵌在月球表面，这成为大家欣赏的亮点。这是王任享院士和卫星摄影测量研究人员利用美国阿波罗飞船获取的月球影像，采用三线阵推扫方法模拟的月面立体模型。接着研究小组利用



● 王任享院士（中）研究卫星图像

阿波罗飞船获取的月球影像及 DTM（数字地形模型），按照三线推扫原理，摸索生成仿真嫦娥一号获取的前视、正视、后视图像，并据此测绘出正射影像图、等高线、高程数字模型和三维景观。深入的研究为嫦娥一号在实时传输获取摄影图像后，快速生成月面图几何反演产品打下了良好基础。

第一轨月面图

2007 年 10 月 24 日，中国西昌卫星发射场。嫦娥一号卫星冲破云霄，奔向太空，开始了中国首次探月之旅。经过多次变轨飞行之后，卫星于 10 月 31 日开始飞向月球轨道。11 月 20 日，卫星进入距离月面 200 千米的圆形工作轨道，揭开了一系列探月活动的序幕。

2007 年 11 月 20 日，注定是一个难忘的日子。金秋的余韵在初冬的北京飘散着。王任享和卫星摄影测量研究小组的成员，带着便携式计算机，来到嫦娥一号地面应用系统图像接收处理中心。笔记本电脑里储存了两种方法的成套处理软

件，随时准备处理嫦娥一号传回的图像数据，尽快测绘出月面图。

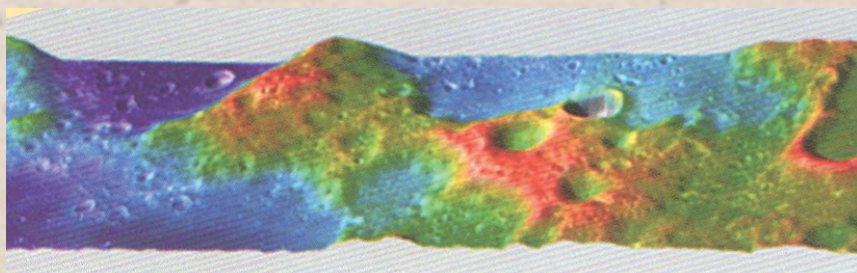
探月工程首席科学家欧阳自远紧紧握着王任享的手，充满期待地说：“今天就看你们的了！”

王任享与在场的同仁一样，静静地等待着来自太空的信息。获取三维影像、测制月面三维地形地貌是嫦娥一号探月的首要任务。此时，王任享的淡定中暗藏忐忑。因为事先已经进行了审慎的先验评估，确认采取的技术方案是成功的，应该算是成竹在胸。但是，第一次面临真刀实枪的考验，会不会出现意想不到的问题，心中自然有些担心。

此时，王任享又想起立下“军令状”的时刻。那是卫星摄影测量研究小组送交绕月探测评估报告后不久，欧阳自远来到西安测绘研究所，看了嫦娥一号仿真影像生成的三线阵影像、正射影像图、数字高程图、数字等高线、红绿互补的影像以及精美的三维动画等成果演示，高兴地说：“不久前我到印度访问，印度探月工程采用的也是三线阵推扫方案，与我们不谋而合。”



● 第一轨反演月面正射影像图(局部)



● 第一轨月面三维晕渲图(局部)

他又询问：“为了尽快证明探月工程是成功的，缓解大家焦急等待的心情，你们能不能在拿到影像后一两天内就做出月面图？”

王任亨当即答应：“只要能够拿到有立体重叠的月面影像，我们保证在一两天内拿出成果。”

君子一言，驷马难追。正常情况下，如此短的时间是很难测绘出地形图的。一方面，因为月面影像处理必须有外方位元素。获取外方位元素的通常做法是依靠卫星测定的轨道坐标，或星载星敏感器测定的姿态角，或月面控制点，这些数据在一两天内是拿不到的。另一方面，面对全新的月球影像资料，已有的处理系统再成熟也可能遇到新问题，需要耗费时间通过反复试验研究解决。

为尽快拿出月面图，王任亨和研究小组决定采取应急的特殊方法，解决或暂时绕开这些难题。采取的方法称为反演法，即在摄影测量坐标系内，回放立体模型，仅仅利用影像本身计算摄影坐标系的外方位元素。根据这一思路，王任亨带领研究人员采用了两种解算方

法：一种叫自由外方位元素法，一种叫等效框幅法。这两种方法经过试验均取得了成功。

2007年11月20日，时钟来到19点，嫦娥一号卫星搭载的CCD相机面对月面，开机摄像，并开始向地面传输数据。23点，数百千米长的月面摄影图像数据传输完毕。面对中国航天器第一次传来的月面数据，在场人员的心情非常激动。

研究小组成员立即分组对嫦娥一号传回的第一轨影像数据进行处理。笔记本电脑在测绘人员手中就像一张纸、一支笔，描绘着一根根曲线，拼接着一帧帧图像。王任亨与王建荣、李晶两位工程师一起，进行三线阵影像平差计算，重建外方位元素、DEM采集、等高线、正射影像生成及互补色立体影像制作。望着测标点在月面立体模型表面游走，王任亨产生了俯视月球的豪迈感。

2007年11月21日凌晨1点多，王任亨把测绘好的正射影像图、三维立体图、互补色立体图、等高线图等演示于图像接收处理中心大厅。在场的研究人员凝神望着中国

人测绘的月面图，片刻就是一阵骚动。“我们成功了！”大家彼此祝贺着。

原计划接到月面图像后一两天测出月面图，实际上仅仅用了不到3个小时。速度之快，超出了在场焦急等待结果的人们的预期。

欧阳自远再次握住王任亨的手。王任亨如释重负地说：“今夜总算完成了你交给的任务。”欧阳自远也十分激动：“这么快，完全出乎意料，谢谢大家！谢谢大家！”

首幅月面图

一幅月面图由若干轨图像“无缝拼接”而成。王任亨及其卫星摄影测量研究团队，利用嫦娥一号传回的第一轨图像数据和反演法，测制出月面正射影像图、三维立体图、互补色立体图、等高线图等，为首幅月面图的制作提供了宝贵经验。

2007年11月21日，在探月工程地面应用系统的布置下，相关数据处理人员完成了19轨正射影像的处理，并利用成套的处理软件直接拼接成图，作为向国务院汇报和向媒体首次发布的月球探测资料。从发布的首幅月面图上，可以看到：月面地形影像十分清晰，明暗色调和谐，大大小小的月坑一目了然。

王任亨望着首幅月面图，自豪地说：“美国阿波罗探月的图像分辨率是100米，嫦娥一号图像分辨率是120米。阿波罗用胶片照相，并在卫星上自动冲洗，随后变成电子信号用模拟信号传回地球。嫦娥一号是面阵的数码摄影，是数字传输，效率与质量自然更好。中国首幅月面图证明，中国航天测绘迈上了月球测绘的新台阶。”（作者单位：西安测绘研究所）

年味渐浓

◎ 孙利芳



周末午后要到书店买本书，也不太远，我索性步行前去。

一过完腊八，街上的年味一天天浓了起来。一阵风吹过，远远飘来一股烤红薯的香味，香香甜甜，是那么亲切诱人。走出好远，那股香味还萦绕在我的心头，久久不能散去。记得小时候，每天晚上妈妈都要蒸上一笼红薯，然后放在灶台的炕肚子里。第二天，我和哥哥准备上早读时，红薯便烤得又香又软，热乎乎地暖着手心，吃一口甜在嘴里、暖在心头。那些烤红薯温暖着我学生时代每一个寒冷的早读时光，也温暖着我的一生。

再往前走，路边热气腾腾的汤锅里正煮着白白胖胖的汤圆，我不由得停下脚步。摊主热情招呼：“下一碗吧？热乎乎喝一碗，浑身舒坦着呢！”果然，咬一小口，那雪白滚圆、馅多皮薄的汤圆润滑松软，香甜可口，浓浓的黑芝麻、脆脆的花生仁、红红的山楂汁一股脑流了出来，一下子甜到心头。

不光汤圆，好吃的东西还真多。冰糖葫芦又出现在我眼前。那一串串诱人的冰糖葫芦好漂亮啊！红红的山楂，金黄的橘瓣，鲜艳的圣女果，还有小小的山药豆，嫩绿的猕猴桃，外面裹着晶莹剔透的冰糖，看起来赏心悦目，吃起来凉丝丝、脆生生的，甜中带酸，酸中带甜。冰糖甜，水果鲜，那滋味甘甜悠长，突然让人想起老北京胡同里那一声声亲切的“冰—糖—葫—芦—嘞！”

也让我不由得哼唱起经久不衰的歌曲：“都说冰糖葫芦酸，酸里面它裹着甜。都说冰糖葫芦甜，甜里面它带着酸。冰糖葫芦好看它竹签串，象征幸福和团圆，把幸福和团圆连成串，没有愁来没有烦……”

记得小时候，炒花生、烤红薯、爆米花是腊月里最喜爱的美食。在没有风的冬日，街坊邻居聚在一起，拿上干树枝、玉米芯、棉花秆生一堆火，摆上几块砖头，等火焰燃尽，在火炭里埋上红薯，再坐上一个大铁锅，放上细细的沙子，炒上一锅花生。大铲子不停翻搅，花生遇热，噼里啪啦脆响，不一会儿，炒花生的香味就从热锅里悠悠飘出，馋得孩子们趁大人不注意，猴急猴急地从锅里抓一把来，顾不得烫手，剥开就迫不及待放进嘴里，咔嚓咔嚓嚼起来，脆生生的，满口香味！等花生炒熟了，火炭里的红薯也烤熟了，直吃个肚子溜圆，浑身上下热乎乎的，那幸福的滋味历久弥新！

爆米花自己做不了，得等到走街串巷的师傅来。师傅每到一个村子，就会受到极热情的待遇。这家端碗面条，那家送点白面馒头，从早一直忙到晚。在那个物质奇缺的年代，家家户户都会给孩子爆上一袋子爆米花当零食。常常是孩子们围了一大堆，看着师傅把金黄的玉米粒装进爆米花的锅里，用钳子拧紧封口，添上一铲子煤，拉开风箱，开始不停地转动锅具，孩子们则在一旁焦急地等待。过了十几分钟，

师傅停了风箱，把长长的口袋套在锅具顶头扎紧，孩子们赶紧跑得远远的，捂紧耳朵，只听“砰”的一声巨响，一股白烟腾空而起，口袋里聚满了气，鼓鼓的，爆米花的香气弥散开来，孩子们欢呼着跑过去，白花花的、带着金边的爆米花从袋子里倒出来，你一把我一把吃起来，焦香焦香的，比山珍海味都解馋。

我正沉浸在儿时的回忆中，突然，独具民俗特色的剪纸，如同一朵朵美丽的花儿映入眼帘。一张小小的红纸，经过艺术家灵巧双手的一折一剪，一虚一实，一拉一展，妙剪生花，点纸有魂，活灵活现的作品就出现在眼前。瞧，蝴蝶正翩翩起舞，大红喜字喜气盈盈，龙飞凤舞吉祥如意，富贵牡丹花开艳丽……一幅幅栩栩如生、惟妙惟肖。

春节是我们一年中最隆重的传统节日，人们都喜欢在窗户上贴上各种剪纸窗花，来烘托喜庆的节日气氛，将春节装点得红红火火、喜气洋洋，也代表着人们辞旧迎新、接福纳祥，对来年的美好祝愿。我欢喜地买下一幅《红梅报春》剪纸作品，期待红彤彤的新年吉祥如意。

如今的生活越来越红火，几乎每天都像在过年，而临近年关的腊月更加温暖美妙。街两边，红红的春联喜庆地映照着红红的腊月，红红的灯笼散发着红彤彤的吉祥之光，红红的窗花蕴含着人们对美好生活的无尽祝福……（作者单位：汝州市地矿局）

难忘姥姥腊八粥

◎ 郜泉州

12岁那年，我考上了中学，学校离姥姥家仅两公里远。腊月初七那天，姥姥请她邻居家的孩子捎信，让我去家里吃腊八粥。那时小孩子嘴馋，一听说能吃腊八粥，初七下午放学后，我背上书包，便飞跑到两公里外的姥姥家。

姥姥是做腊八粥的好手。晚上，姥姥着手准备腊八粥的食材，我赶紧跑去帮忙。姥姥笑着说：“一边儿去，你毛手毛脚的，越帮越乱，把你的作业完成再耍。”

我把作业写完后，装进书包，立在姥姥旁边，看她忙前忙后。只见姥姥把绿豆、红豆、小米、红枣、柿饼、核桃仁、花生米、葡萄干等食材准备好，一一放在案板上，又拿出核桃大小的一块冰糖砸碎，放在一只小碗里，姥姥称这是八宝冰糖粥。我一看，好家伙，案桌上整整放了九只碗，待客似的摆了一桌。我不禁感叹，中国人民真有智慧，能把这么多的生食做成香喷喷的饭粥，真是动了一番脑筋，做了多少次试验，才变为经验。

一想到第二天早上就能吃上姥姥做的八宝冰糖粥，我就兴奋得难以入睡。好不容易睡着，做梦也流着口水，梦里还不停地催促姥姥：“明天早点做腊八粥，不要耽误我上学。”姥姥宠溺地笑着点了点我的额头：“耽误不了，小馋嘴猫。”

第二天天不亮，姥姥便起了床，把煤炉上烧的散煤捅开，抽开下火道，蓝色的火苗腾地一下子升起来。

姥姥搁锅添水放食料，先把不易煮烂的绿豆、红豆、花生米放进锅里，把煤炉下火道堵塞一半，用小火熬煮一小会儿，捞出几粒，看它们煮裂开了小口，再把小米、红枣、柿饼、核桃仁、葡萄干放进锅里，用文火慢慢细熬。为了防止粥稠煎锅熬糊，姥姥用木长把铁头勺子不停地搅动。热气腾腾地升上空中，弥漫在房里，这时，一股浓浓的粥香飘散开来。

闻着粥香，我匆匆洗脸刷牙，走到姥姥身后，问道：“姥姥，粥熟了没？可以吃了吧？”姥姥边搅动勺子边笑着说：“看你急得喉咙里光想伸出一只手，快熟了。”说罢，姥姥用小调味勺挖了一点，吹凉些尝了尝，然后把碎冰糖、雪梨片、橘皮丝撒进锅里，搅拌均匀后把下火道堵上，再进行焖熬，拿姥姥的话说，焖熬出的腊八粥更加软糯香甜。

“开饭了，拿碗来！”灯光下，姥姥掀开锅盖，满锅腊八粥红里透亮，红白相间，黄绿陪衬，五彩缤纷。姥姥手拿勺子，高兴地说：“腊八粥，香又甜，过了腊八是新年。共产党领导好时代，人民生活比蜜甜……”性急的我顾不得听姥姥唱些什么，赶紧抓过一只铁碗，递给姥姥，姥姥挖了一勺子倒进去，恰好满满一碗。

我拿起小勺子，舀了一下腊八粥吹了吹，送进嘴里，顿时烫得我舌头发麻。我赶紧用舌头搅拌着香

甜的腊八粥，试图让它冷却下来。为了不耽误上学，我一边吹着粥，一边不怕烫地吃起来。姥姥见状无奈地说：“慢些吃，锅里多哩，把嘴烫伤，看你过节咋吃饺子哩。”我狼吞虎咽吃完了一大碗腊八粥，肚里饱饱的，打个嗝满嘴香甜。

这时，天已拂晓，我背上书包，高高兴兴、蹦蹦跳跳向学校奔去。路上，只觉得浑身发热，寒冷也绕我而去。

如今，姥姥已去世多年，但她做腊八粥的情形、给我盛粥时的音容笑貌和那些温暖话语，依然清晰地刻印在我的脑海。那香甜的腊八粥和姥姥的关爱，仿佛穿越了时空，让我倍感温馨。我不由咏出几句诗来，以表达我对姥姥的深切怀念和感激之情：腊八节里粥飘香，饭粥让你添力量。姥姥爱心在饭粒，铭刻心里永不忘。[2]（作者单位：巩义市住房和城乡建设局）



我用时间雕琢人生诗句

◎ 贺 斌

一元复始，万象更新。时间，毫不留情地从我的指尖溜走。旧岁真诚地在我身后推着，嘱托向前，朝着目标，迎难而上，笑对人生，喜沐朝阳……

2023 年末的一场大雪，下得铺天盖地，给大自然穿上了银装的同时，也净化了我的心灵。在飘舞的飞雪中，我触摸到了青松气质，可谓大雪压青松，青松挺且直。我喜欢踏雪寻梅的恬静时光，喜欢铁骨铮铮的腊梅傲霜迎雪的品格。看到腊梅盛开，就会让我想起两首古诗，一首是王安石的《梅花》：“墙角数枝梅，凌寒独自开。遥知不是雪，为有暗香来。”另一首是卢梅坡的《雪梅》：“有梅无雪不精神，有雪无诗俗了人。日暮诗成天又雪，与梅并作十分春。”那皑皑白雪和坚毅的腊梅在严寒中相互映衬，腊梅托举于自身数倍的积雪，造化了浮动的暗香，这也正是腊梅的坚守。看着那梅花雪花争相绽放，我就像拥抱着一个艳丽多姿的春天。

2023 年的春暖花开，似乎还是梦里鲜活的模样，我还来不及回味，日历就已经翻到了 2024 年。四季变幻中，我收获了知识、收获了快乐与友情，留下了太多美好，太多不舍……一些美好的事物以及我所经历的一些事情，已在我的记忆深处扎根，也在我的眼前一次次被放大。

2023 年，我的生活最是阳光快乐。我的日常，如我古筝上的弦，

说紧不紧，说松不松，调得非常精准，我把持得也相当到位，所做的一切非常有意义。比如：在中秋前夕，我参加星实力艺术中心组织的慰问团，去养老公寓做慈善，公益演出，关爱老人，奉献爱心。

生命如歌，生活如诗。我一边写工作文字充实自己，一边用诗歌和散文记录生活之美好，一边学习歌唱与器乐丰盈生命，一边修饰形体增加自信，一边加强锻炼使自己尽显朝气……我在不断完善自己，让普通人的平淡日子过得鲜活，过得有滋有味，过得丰富多彩。

我也通过努力，获得了满心惬意。我在一点点将生命的扉页绘成斑斓的人生画卷，让年逾花甲的我迈着青春的步伐，与春天的唯美同框，与夏天的绿荫牵手，与秋天的景象合韵，与冬天的雪花共舞，舞出人生的精彩与活力，舞出自信与骄傲。这就是我的人生冀望，我也在用心用情用意，认真地一步一步去兑现，试图在人生旅途雕琢诗句。

2023 年，我把时间用到了极致。我发挥余热，热爱生命，敬畏自然，也痴迷写作。

写作，费心劳神，需要耐得住浮躁，守得住寂寞，心静如水，拒绝尘世的浮躁诱惑。只有在寂寞中吸收、吸足养料，摒弃对外界纷繁的物质追求，人格魅力才能持久弥香，精神才能得到升华。古往今来，大凡有成就之人正是因为懂得耐住寂寞，专注于事，人生才更加美好。

都说有爱好之人不易变老。平日我工作之余的所有精力，都用在每一道自选题上。尽管唱歌、电吹管、双排箫这些自选题完成得不是很好，却也聊以自慰，“不因虚度光阴而悔恨，也不因碌碌无为而羞耻”。生命之美，源于自强不息，我在热爱的事业、家庭和兴趣爱好上，争取让自己小有成就。

写作，劳苦功高。在所写文字变成铅字的那一刻，我觉得所有付出都是值得的。尤其是，报刊编辑约稿时，自己精心挖掘，认真梳理，整理素材，求证核实，修改报审，提交发送后，一篇篇印有自己芳名的通讯、消息、图文、散文、诗歌见诸报端，手捧大红的证书时，最是让我高兴和欣慰了。

2023 年，我又有了新任务：义马市老干部艺术团秘书长，义马市音乐家协会宣传创作委员会副会长、秘书长等职。我用自身优势，用热情发挥余热，传播正能量，播撒绿荫的种子，春天还会远吗？

懂得奋斗的人，看到的永远是希望。时光车轮在我的生活轨迹上，碾压出一道深深的印迹。这道印迹，可圈可点，值得我拥有和珍惜，值得我微笑面对。在充满希望的 2024 年，我将以更加饱满的精神状态，更加积极向上的学习态度，发扬滴水穿石的精神，在我所有的自选题上，取得骄人成绩，给自己交上一份满意的答卷。☑（作者单位：义马市自然资源和规划局）

测亘古天地，绘四海春秋

◎ 冯思儒

2023年，在我生命中，注定是不平凡的一年，对于很多测绘工作者而言犹是如此。

这一年，我国测绘技术取得了举世瞩目的突破性进展。一直以来，测绘工作都面临着种种挑战，如地形复杂、环境恶劣等。然而，在2023年，我国测绘工作者凭借不懈的努力和创新的智慧，成功突破一系列技术难题。

在遥感技术方面，2023年5月、12月，第56颗、57颗和58颗北斗导航卫星成功发射，北斗系统可靠性和服务性能进一步提升；11月，北斗系统正式加入国际民航组织（ICAO）标准，成为全球民航通用的卫星导航系统。目前，我国北斗卫星导航系统已形成涵盖芯片、模块、天线、板卡终端等硬件和软件服务的全链条完整产业链，国产芯片出货量超亿级规模，北斗规模应用已进入市场化、产业化、国际化发展关键阶段。

人工智能技术在测绘行业的应用取得了丰硕成果。人工智能是通过深度学习去替代传统的重复性、复杂性工作。比如，基于深度学习、大数据分析等手段，人工智能助手能够智能识别地形特征、自动绘制地图，大大提高了测绘工作效率。得益于人工智能技术的赋能，基于遥感影像的目标识别、变化检测、地物分割等功能可以做到自动化，遥感图像解译周期大幅缩短、解译精准度得到提高，从而为遥感影像

的多领域应用奠定基础。

在空间探索方面，我国测绘工作者通过对月球、火星等星球的高分辨率遥感图像进行分析，成功获取这些星球的地形数据，为我国太空探索事业提供了重要支持。随着我国航天事业的不断发展，未来测绘工作者将在宇宙探索领域发挥更加重要的作用。

这一年，我国测绘事业取得了举世瞩目的成就，一系列重大项目的顺利完成，展现了我国测绘工作者的高素质 and 硬实力。他们不仅在国内外项目中屡创佳绩，还为我国地理信息产业的发展作出了巨大贡献。在他们的努力下，我国测绘事业正逐步迈向世界领先水平。

这一年，测绘工作者们夜以继日，辛勤付出。他们深入荒野，攀登高峰，穿越沙漠，不畏艰险，一心一意只为国家建设和民生改善提供精准的地理信息支持。他们用双脚丈量大地，用心灵感受责任，以崇高的职业操守，为我国测绘事业树立了光辉典范。

这一年，外业的兄弟们奔赴在祖国的大江南北，用脚丈量了山河辽阔，用手绘制了人间烟火。他们的付出与坚守，为我国经济社会发展提供了宝贵的数据支撑。

这一年，内业的姐妹们用计算机整合了地理信息，用心谱写了丹青不渝，用意诠释了浑然一体。她们的智慧与才能为测绘事业的发展提供了强大的后盾支持。

这一年，测绘工作者们用他们的所见所闻，所思所想，所感所悟，给自己增添了一笔。2023年，他们携手共进，为我国测绘事业的辉煌未来共同努力。2024年，我国测绘事业将继续蓬勃发展，测绘工作者们将秉承优良传统，以更加坚定的信念、更加务实的作风，为实现全面建成社会主义现代化强国的宏伟目标，贡献测绘力量。他们将为国家重大战略需求提供有力保障，为生态文明建设、乡村振兴、新型城镇化等领域注入强大动力。随着新技术的不断涌现，测绘工作者们坚信，未来的测绘事业将更加繁荣昌盛，将为人类生活带来更多美好变化。

值此新旧交替之际，让我们向所有测绘工作者表示崇高的敬意，向他们表达诚挚的感谢。他们是祖国测绘事业的基石，是推动我国地理信息产业发展的中坚力量。他们的付出和奉献，将永远镌刻在祖国的大地，成为我们共同追求卓越的动力。让我们为测绘工作者的辛勤付出喝彩，为我国测绘事业的辉煌成就欢呼！

撰写此文之时，窗外残雪未化。回望2023年，一切快得仿若梦里，梦中有位老人，站在桥头，大手一挥，慢慢吟出诗句：

仿佛人生如鲫过，子立川上叹斯夫。

未知来日蹉跎意，再见已是百年秋。□（作者单位：河南省测绘院）

记录生活 留下记忆

——陈宵萧摄影作品欣赏



陈宵萧，广东省广州市人，自然资源部南海局退休干部，现为自然资源部摄影家协会会员。

他接触摄影已 30 余载，当时正值广州举办盛大的第六届全运会，城市日新月异，旧城区改造如火如荼，令人目不暇接，深受感染的陈宵萧决定用镜头捕捉这些令人振奋的瞬间。最初，他只是将摄影视作记录生活的手段，经过全运会的洗礼，他才逐渐领悟到摄影的真谛：光与影的交错、色相与灰度的奥妙，都成为他镜头下的探索主题。

对于陈宵萧而言，一幅优秀的摄影作品不仅要包含艺术要素，更需具备灵魂，主题鲜明，且能触动人心。这是他追求的方向，也是他对摄影的执着。

本期《艺术欣赏》栏目，带您一起欣赏陈宵萧老师镜头下的美丽瞬间。



● 江苏省兴化垛田油菜花



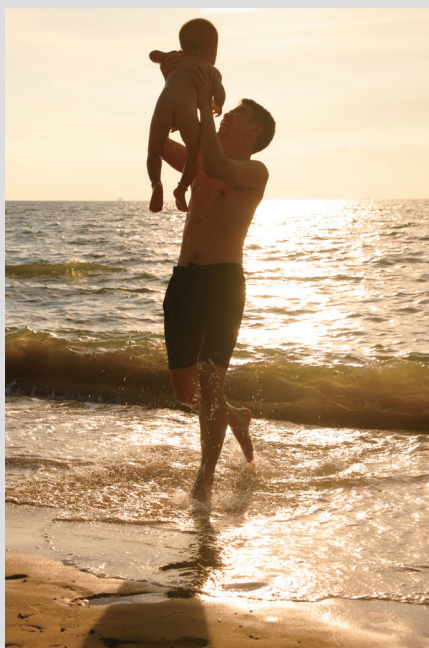
● 湖南省江永县上甘棠村



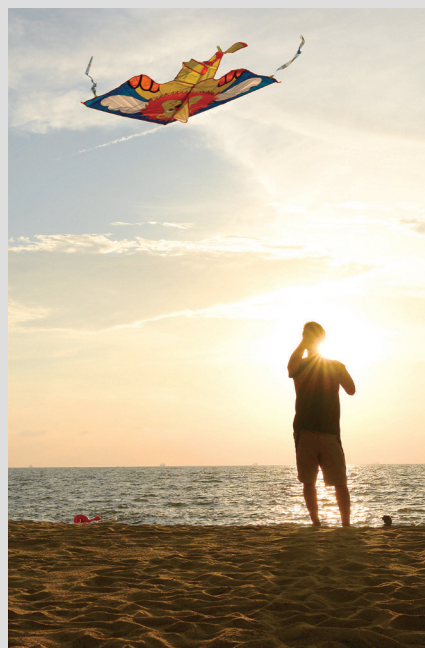
● 美丽乡村上甘棠



● 赛况焦灼



● 父亲的喜悦



● 随风而起



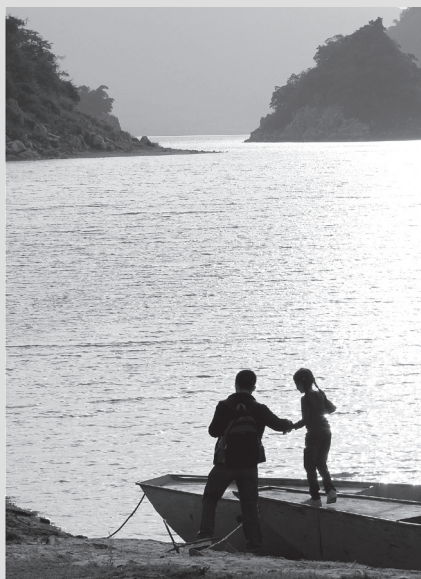
● “再三嘱咐”



● 西藏班公湖



● 千锤百鑿



● 父执育女长



● 景德镇陶瓷艺术传承者

《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
中建国信勘测规划有限公司
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院有限公司
郑州华程测绘有限公司
开封市金源测绘有限公司
北京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
济源市国土测绘地质环境监测院
南阳空间测绘有限公司

河南省地理信息产业协会 第三届理事会换届大会在郑州召开



本刊讯 2023年12月27日，河南省地理信息产业协会第三届理事会换届大会在郑州召开。中国地理信息产业协会监事长刘小波，河南省自然资源厅原一级巡视员杜清华，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生，河南省测绘地理信息技术中心副主任肖峰参加会议。

刘小波对河南省地理信息产业协会第二届理事会在工作中取得的成绩给予充分肯定，希望河南省地理信息产业协会在新一届理事会领导下，以更加开阔的视野和更加扎实的工作，开创协会发展的新未来，为推动河南省和全国地理信息产业高质量发展贡献更大力量。中国地理信息产业协会将一如既往地支持河南省地理信息产业协会的工作和地信产业的发展。

杜清华强调，河南省地理信息产业协会要加强党建工作，突出党建引领，强队伍、促业务，做到党建和业务“双过硬”；要全面提高服务意识，开展产业研究和运行监测工作，真正发挥好协会服务大局的作用，为行业主管部门开展工作当好助手和参谋；要提升协会的作用和地位，在会议论坛、科技奖励、团体标准、专业培训、宣传推介等方面打造协会品牌效应。

郭幸生要求，新一届理事会要带领协会广大会员主动适应新技术、新模式、新常态，加大高端产业创新投入，赋能经济社会发展；要加强各协会间的交流合作，探索建立健全协调配合、创新发展的长效机制，为会员企业健康发展提供更多机会和平台；要充分发

挥协会的桥梁和纽带作用，协助各级政府、行业主管部门建立规范的测绘地理信息市场秩序，创建良好的发展环境；要打造开放型、枢纽型、平台型、智库型行业协会，坚持创新发展与守正合规并重，为全省地理信息产业高质量发展作出新的贡献。

肖峰强调，要充分认识当前党和国家事业发展的新形势，紧紧围绕自然资源部、河南省委、省政府重大决策部署，以推动高质量发展为主题，以测绘地理信息供给侧结构性改革为主线，以服务社会主义现代化河南建设为核心，构建新型基础地理信息体系，提高基础地理信息管理和服务能力，助力在黄河流域生态保护和高质量发展中走在前列，谱写新时代中原更加出彩的绚丽篇章。

会议在嘹亮的国歌声中拉开帷幕，宣读了山东、河北等十几个省（市）、自治区地理信息行业协会发来的贺信，表彰了2023年协会先进单位和先进个人。会议审议通过了《河南省地理信息产业协会第二届理事会工作报告（财务报告）》《河南省地理信息产业协会章程（修改稿）》《第三届会员代表大会理事会选举办法》《第三届理事会理事候选人情况说明》《第三届监事选举办法、监事候选人推荐情况说明》《第三届理事会工作委员会管理规定》等事项。

会议选举产生了河南省地理信息产业协会第三届理事会理事、常务理事和负责人，以及监事会监事和监事长。☑（栗荣晓/文图）



