

郭幸生到信阳等市调研实景三维建设工作

本刊讯 日前，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生带领实景三维河南建设工作调研组，先后到信阳市、南阳市、洛阳市，调研实景三维建设工作。

调研组通过听取汇报、查阅资料、走访相关部门、召开座谈会等方式，全面了解各市实景三维建设工作进展、典型做法、存在的困难和问题。

通过深入调研，郭幸生对三市前期工作给予充分肯定，并对下一步工作顺利开展提出指导意见。

一是务必深化认识，全面把握工作的深远意义和重大责任。各市自然资源主管部门要压实责任，深刻理解体会实景三维河南建设的重大意义，摒弃“不在乎、不重视”“等、拖、看”“不怪我”的思想，发挥主观能动性，争取早日完成任务。

二是注重协调配合，切实将项目落地工作落到实处、细处。要积极与财政部门对接协调，多举措落实建设经费；要积极与地方政务大数据部门紧密协作，破解各行业应用场景建设中的底座不统一、标准不一致的矛盾；要积极与部队和地方空域管制部门沟通，充分把握 2024 年数据采集的最佳时间节点。

三是强化组织管理和质量监控，精心选择技术支

撑队伍。根据河南省自然资源厅党组工作部署，由省测绘地理信息技术中心组织开展实景三维河南技术标准制定，参与自然资源部相关技术文件编制，并认真核查、督导、监理城市级实景三维建设工作。各市要选择好专业队伍，快速推进城市级实景三维建设，对标省级实施方案任务要求，严格按照计划组织生产，确保 2025 年实景三维河南建设目标全面完成，按时向自然资源部提交建设成果。

四是坚持应用引领，实现省市联动，共筑现代化河南建设之基。要提前谋划经费投入，把示范应用纳入资金预算，以点带面打造实景三维建设良好生态环境。要超前谋划应用场景建设，推动实景三维全面实践，促进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。

信阳市、南阳市、洛阳市自然资源主管部门负责人表示，将严格按照河南省自然资源厅统一部署，积极作为，主动担当，加快推进实景三维建设进程，确保按照时间节点高质量完成任务。

河南省自然资源厅测绘地理信息管理处，省测绘地理信息技术中心基础测绘处，省测绘院、省遥感院等单位负责人和技术骨干参加调研。☑（方乐道 / 文图）



勇担“泰山责” 争做“泰山石”

◎ 本刊评论员 王红闯

习近平总书记对安全生产作出重要批示时指出：“生命重于泰山。各级党委和政府务必把安全生产摆到重要位置，树牢安全发展理念，绝不能只重发展不顾安全，更不能将其视作无关痛痒的事，搞形式主义、官僚主义。”

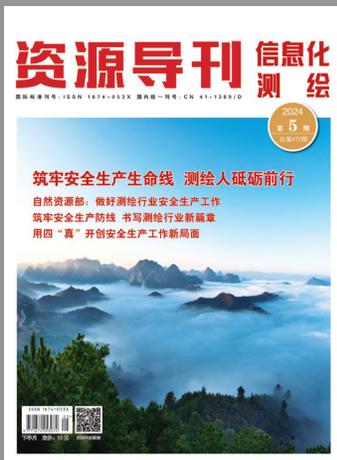
4月29日，自然资源部办公厅印发《关于做好2024年地质勘查和测绘行业安全生产工作的通知》，要求抓紧抓实地质勘查和测绘行业安全防范和管理工作，确保行业安全生产形势持续稳定。我们要充分认识到安全生产不仅仅是一种责任，更是一种使命，要深入贯彻落实习近平总书记对安全生产作出的重要指示批示精神和自然资源部对测绘行业安全生产提出的高要求。

狠抓测绘行业安全生产是贯彻落实以人为本的具体体现。习近平总书记指出：“人民至上、生命至上，保护人民生命安全和身体健康，我们可以不惜一切代价。”在人民群众最关心、最直接、最现实的利益中，最重要的莫过于对生命安全的保障。因此，党员干部特别是领导干部要牢固树立以人为本、生命至上的理念，高度关注人民群众的生命财产安全，切实维护好人民群众的根本利益，在事关人民群众生命财产安全的大是大非问题上，一定要慎之又慎，不能有丝毫松懈和马虎。要坚持正确的政绩观，牢固树立抓经济发展是政绩，抓安全生产也是政绩的观念，绝不能以追求生产效率和快速完成作业任务为代价换取一时的发展，更不能不顾人民群众的生命财产安全盲目追求发展。

狠抓测绘行业安全生产是各级党员领导干部的使命担当。安全生产无小事，安全责任重于山。党员干部特别是领导干部要深刻认识加强安全生产工作的极端重要性、紧迫性，要保持清醒的头脑和高度的警觉，进一步增强紧迫感、责任感和使命感。要摆正安全与生产、安全与效益、安全与发展的关系，把安全生产作为促进经济社会稳定发展的重要前提和学习习近平新时代中国特色社会主义思想的重要抓手，摆到重中之重的位置，常抓不懈。要充分认识到测绘行业安全生产连着政治、连着经济，抓安全生产就是抓民生、抓稳定、抓发展，安全是领导最大的政绩，是企业最大的效益，也是百姓最大的福祉。

狠抓测绘行业安全生产是强烈责任观的生动实践。为了避免安全事故发生，党员干部特别是领导干部要始终把人民生命安全放在首位，狠抓安全生产管理，既要有精细化管理的探照灯，也要有系统性思维的大局观。要以对党和人民高度负责的精神，完善制度、强化责任、加强管理、严格监管，把安全生产责任制落到实处，切实防范重特大测绘行业安全生产事故的发生。必须深入开展测绘行业大检查、安全生产专项督导检查等安全专项排查整治，整治活动要有针对性，要见实效，不能形式上轰轰烈烈，实质上不痛不痒。同时，要把安全生产专项整治与日常监管结合起来，通过深化专项整治，总结经验，形成制度，建立健全测绘行业安全生产长效机制。测绘行业安全生产专项整治关键是要抓整改，对重大事故隐患要落实部门、明确专人进行跟踪整改，限期完成，不能搞一阵风，检查了就算万事大吉。

生命重于泰山，安全生产任何时候都只能加强，不能削弱。习近平总书记强调：“人命关天，发展决不能以牺牲人的生命为代价。这必须作为一条不可逾越的红线。”再严的规定、再好的制度，不落实都会落空。狠抓测绘行业安全生产，不仅仅是靠嘴上说说就行、会议传达就可以的，必须依靠从省到市县乡、从干部到群众，始终把人民生命安全放在首位，担得起“泰山责”，做得了“泰山石”。领导干部要勇于担当，时刻“安”字在心、“全”字当头，绷紧安全生产这根弦，进一步完善制度、落实责任、严格监管、排查隐患，切实抓好安全生产各项工作，努力实现科学发展、安全发展，真正让人民群众吃上“定心丸”、过上幸福安宁的生活。



资源导刊 信息化测绘

2024年 下半月 第5期 总第472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 华北水利水电大学原校长
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
姚宣斌 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
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 朱志军 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
论文编辑：王俊
美术编辑：宋珂
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 勇担“泰山责” 争做“泰山石”

国内要闻

- 4 2024年城市国土空间监测启动 等8则

时政传递

- 6 自然资源部办公厅、工业和信息化部办公厅联合印发通知
规范移动互联网应用程序中登载使用地图行为
7 郭幸生为党员干部讲授党纪学习教育专题党课

特别关注

- 8 筑牢安全生产生命线 测绘人砥砺前行
9 自然资源部：做好测绘行业安全生产工作
10 筑牢安全生产防线 书写测绘行业新篇章
11 用四“真”开创安全生产工作新局面
13 实现“双零”的背后
——河南省测绘地理信息技术中心安全生产行稳致远
14 安全生产治本攻坚 未来三年这样干
16 紧绷安全之弦 筑牢安全防线
守牢安全生产底线 助推事业高质量发展
17 以人为本 安全为先
树牢底线思维 争树行业标杆
18 突出重点抓安全
筑牢安全生产防线

测绘广角

- 19 河南省测绘学会2024年工作会暨十届三次常务理事会召开
信阳市开展地质灾害及应急测绘保障演练
20 2023年河南省地理信息产业20强及最具活力中小企业名单出炉
河南省基础地理信息数据和天地图成果应用座谈会召开
息县：建设“数字自然资源”优化营商环境

豫外传真

- 21 山东实现“一村一图”全覆盖

经天纬地

- 22 行稳方能致远 千里源自跬步
——记中核勘察党委书记、执行董事苗长伟

发展研究

- 24 充分挖掘数据要素潜力 加强测绘地理信息高质量供给

技术应用

- 27 重要生态空间人类活动变化智能识别
30 基于露营地兴趣点的违法占用耕地监测方法应用探索
34 遥感技术在农作物倒伏监测中的应用
37 土壤污染物空间插值对比分析
41 基于Inpho和ContextCapture相结合利用常规航摄资料
进行地形三维模型生产的方法
44 北斗PPK技术在电力工程航测中的应用
48 基于Landsat数据的呼伦湖面积、水量变化分析
51 基于三维激光扫描的隧道全断面变形量测方法

地图故事

- 54 中国周代地图

文苑撷英

- 58 半痴半醉半天真
59 记忆中的小河
60 凝听洗耳河畔的春天
61 海愈无声

艺术欣赏

- 62 杨建摄影作品欣赏

合作单位

- 64 《资源导刊·信息化测绘》宣传合作单位

封面

峰丛云海 杨坤/供图

关注

2024年城市国土空间监测启动

近日，自然资源部办公厅印发通知，在全国开展2024年城市国土空间监测工作，重点聚焦城市国土空间治理中公共服务、生活宜居、交通便捷、安全韧性等情况，为提高城市规划、建设、治理水平提供支撑。

通知指出，此次监测工作以土地利用现状为依据，在变更调查成果地类基础上进一步细化相关地类，确定监测要素的空间位置、占地范围、面积（长度）、相关属性等，并监测其变化情况，掌握城市建设总量、用地结构、基础设施和服务功能等情况，支撑城市建设用地细化、国土空间规划编制及实施监督、国土空间规划城市体检评估和用途管制等国土空间治理工作。

通知强调，各地要深刻认识实事求是、质量第一是调查监测工作的生命线，健全质量管理体系、落实质量管理责任、强化质量问责机制。国家将对监测成果开展质量抽查，结果将在全国予以通报。

两部门联合征集实景三维创新应用案例

近日，自然资源部办公厅和国家数据局综合司联合印发通知，即日起在全国范围内开展2024年实景三维数据赋能高质量发展创新应用典型案例征集工作，旨在积极培育实景三维中国多类型应用场景，加快构建实景三维中国应用生态，切实发挥测绘地理信息数据要素保障效能，服务经济社会高质量发展。

通知明确，将聚焦应用场景、服务模式、赋能作用三方面开展典型案例征集。其中，应用场景围绕支撑自然资源管理、赋能政府决策、助力数字经济发展、服务百姓美好生活、服务数字文化建设、支撑数字生态文明等；服务模式方面聚焦数据服务、平台服务、知识服务等；赋能作用方面体现时空基准、时空关联、时空分析、时空智能、时空安全等。案例应具有较强的典型性、示范性、实用性，并已在实际生产生活中应用，解决了突出问题，取得了显著成效。

2024版国家地理信息公共服务平台启用

4月24日，2024版国家地理信息公共服务平台（又称“天地图”）正式启用。通过融合最新的地理信息科技，2024版“天地图”具有更丰富的地图数据、更完善的服务功能、更多样的地图产品。

据了解，2024版“天地图”更新发布交通、居民地、水系、绿地、政区、地名地址等地理信息要素1231.12万条，其中政府机构、教育机构、医疗机构等政务兴趣点数量增加54.97万条；更新发布2米分辨率遥感影像达794万平方千米、优于1米分辨率遥感影像达655万平方千米。截至目前，“天地图”在线服务地理信息数据要素总量达3.3亿条，2米分辨率遥感影像覆盖全部陆地国土，优于1米分辨率遥感影像覆盖陆地国土的98%。

同时，2024版“天地图”还首次开放了多时相影像专题，新增了全球地形山影服务，优化了地名检索服务，扩展了城市搜索接口，重构了数据可视化引擎等。

科技

世界首套高精度月球地质图集发布

日前，世界首套高精度月球地质图集在北京正式发布。这套图集由我国科研团队绘制，主要基于嫦娥工程科学探测数据，是目前精度最高的全月地质“写真集”。

这套图集比例尺为1:250万，包含一幅全月地质图（主图）、一幅全月岩石类型分布图、一幅月球构造纲要图和30幅月球标准分幅地质图，识别并标记了全月12341个撞击坑、81个撞击盆地、17种岩石类型、14类构造。图集采用中英文双语，随图同步发布了详细的使用说明书，全面解读了绘图时所采用的数据来源、地图比例选择依据、图面上呈现的所有内容以及提出的全新地质年代划分法、构造和岩石分类系统等关键知识。

目前，该图集已经集成至我国科学家搭建的数字月球云平台，并服务于月球科学研究、科普教育以及



我国未来月球探测工程的着陆区选址、月球资源勘查和路径规划。

国内首个“遥感+AI”App发布

4月24日，吉林长光卫星技术股份有限公司（下称“长光卫星”）宣布“吉林一号网”正式上线，这是我国首个“遥感+AI”App，旨在服务遥感从业者投身航天信息产业生态建设，加速遥感数据落地应用。

据悉，“吉林一号网”由长光卫星科研团队历时一年打造。团队结合深度学习数据挖掘、遥感和图像处理等技术，使该款App能够自动化、智能化解译高分辨率遥感数据，轻松实现地物分类、目标提取、变化检测等多项功能。另外，还有数十门遥感小课堂及数百篇卫星应用专业知识内容免费上线，助力行业用户充分挖掘“吉林一号”数据潜在价值，推动航天信息产业“百花园”加速成长。目前，“吉林一号网”App已在主流手机应用商店上线。

今年初，长光卫星完成我国首个星间激光超高速通信试验，建立了空间高速激光数据传输网络试验系统，这意味着卫星可将更多超高分辨率遥感数据实时传回地球，为“遥感+AI”App提供更全面的数据支撑。

全国首个城市级万物编码行业标准出台

近日，《城市数字公共基础设施统一识别代码编码规则》获住建部批准为城乡建设行业产品标准，将于今年8月1日起正式实施。这是全国首个明确城市所有实体对象编码规则和分类框架的国家行业标准，也是城市数字公共基础设施建设的基础性标准。

城市数字公共基础设施统一识别代码类似于人的身份证号码，即对城市实体对象赋予“数字身份证”，用于构建万物标识体系，为万物互联提供支撑。统一识别代码可不受行业划分、标准修订等影响，能更好地保证城市各类对象代码的全生命周期唯一性，不仅可解决城市各类实体对象在数字世界的标识问题，构建互联关系，更重要的是可以实现各类实体对象跨部门的信息归集、关联和共享，逐步形成城市数字资产库，最终实现实体城市与数字孪生城市的“一一映射”。

该标准确定了3段21位的城市实体对象统一识别代码编码规则和分类框架，将城市实体对象划分为13个大类、87个中类和332个小类。

5月18日，中国卫星导航定位协会在北京发布《2024中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》。

白皮书显示，2023年我国卫星导航与位置服务产业总体产值达到5362亿元人民币，较2022年增长7.09%。其中，包括与卫星导航技术研发和应用直接相关的芯片、器件、算法、软件、导航数据、终端设备等在内的产业核心产值同比增长5.5%，达到1611亿元人民币，在总体产值中占比30.04%。由卫星导航应用和服务所衍生带动形成的关联产值同比增长7.79%，达到3751亿元人民币，在总体产值中占比69.96%。

随着“北斗+”和“+北斗”的不断发展，产业生态圈不断扩大，截至2023年底，我国卫星导航与位置服务领域相关的企事业单位已近2万家，从业人员近百万；在境内上市的业内相关企业（含新三板）为90家，上市公司涉及卫星导航与位置服务的相关产值约占全国总体产值的8.93%左右。知识产权方面，截至2023年底，中国卫星导航专利申请累计总量（包括发明专利和实用新型专利）已突破11.9万件，同比增长4.84%，继续保持全球领先。

5月6日，国家对地观测科学数据中心面向用户，公开发布高光谱卫星专题数据。首批共享11个数据集，数据量达2300GB，含高光谱卫星影像1500余景。

本次发布的高光谱卫星数据是2019~2023年咸海和老挝琅勃拉邦两个典型试验区的L1B级标准卫星影像产品，由珠海一号星座高光谱系列卫星对试验区扫描拍摄产生。数据覆盖试验区全景，利用珠海一号系列高光谱卫星多波段特点，制成一张试验区高光谱图，可为自然资源、生态环境、农业等行业应用提供服务。

数据集来源于高光谱卫星数据开放共享与应用合作计划（CASH计划），是其阶段性重要成果之一。高光谱联合观测试验区项目（SAHO）是CASH计划的重要内容之一，拟在全球选择一系列具有典型科学研究意义的地理区域作为联合观测区，协调CASH计划成员观测机构的各类型高光谱卫星、地面高光谱观测仪器和其他观测设备等，对区域进行连续观测，形成覆盖联合观测区的长时间序列、多观测模式、星地联合的高光谱数据集，并免费向全球科学界开放。☑

自然资源部办公厅、工业和信息化部办公厅联合印发通知 规范移动互联网应用程序中登载使用地图行为

◎ 本刊记者 栗荣晓

近日，自然资源部办公厅、工业和信息化部办公厅联合印发通知，规范移动互联网应用程序（以下简称 App）中登载使用地图行为。

近年来，地图以其立体直观、耦合作用显著等特点，不断被应用到各类 App 中，在推动经济社会高质量发展、服务百姓生活等方面发挥着积极作用。但是，从此前的应用实践看，个别企业在登载使用地图时缺乏足够的法治意识和国家安全意识，使用的“问题地图”要么错绘我国国界线，要么漏绘我国重要岛屿，这不仅会误导公众，也会损害我国国家主权、安全和发展利益。

通知指出，正确的国家版图是国家主权和领土完整的象征，体现了国家在主权方面的意志和在国际社会中的政治、外交立场。地图是国家版图最常见、最直观的表现形式，具有严肃的政治性、严密的科学性、严格的法定性。各地、各有关单位、各移动互联网应用程序主办者要提高政治站位，坚持总体国家安全观，充分认识正确登载使用地图的重要性，增强国家版图意识，坚决防止“问题地图”的产生。

通知从三个方面要求规范 App 登载使用地图行为。一是依法履行行政审批。从事互联网地图服务的主办者应严格按照《中华人民共和国测绘法》《中华人民共和国反电信网络诈骗法》《互联网信息服务管理办法》《地图管理条例》等规定，向自然资源主管部门、电信主管部门履行地图审核程序、ICP 备案手续。如有地图内容发生变化或者进行更新的，应依法重新履行地图审核程序。

二是严格落实主体责任。App 主办者应落实安全主体责任，确保在登载使用地图时准确反映中国领土范围、行政区域界线、重要岛屿等并标示审图号；引用地图时要注明地图来源和审图号；对违反法律法规登载使用地图的注册用户要依法依约采取警示、限制功能、关闭账号、保存记录并上报等处置措施。从事互联网地图服务的 App 主办者，还应持续强化技术能力建设，加强对互联网地图新增内容的核查校对。

三是强化国家版图意识宣传。App 主办者应按照

自然资源主管部门、电信主管部门要求，积极参与国家版图意识宣传工作，知悉了解地图管理相关法律法规，牢固树立“地图无小事”的观念，在 App 开发、上线审查阶段明确规范使用地图的要求，从源头上防止“问题地图”出现。

通知强调，要增强协同联动，进一步提升 App 的直观性、交互性、动态性。首先，要优化服务，各地自然资源主管部门、电信主管部门要优化地图审核、App 备案政务服务，提供信息化服务等便利措施，提高工作效率。各地自然资源主管部门要加大标准地图投放力度，继续通过标准地图服务系统以及国家地理信息公共服务平台“天地图”向社会公众免费提供标准地图和具有审图号的地图，不断满足社会公众、法人主体对地图的需求。

其次，要建立机制。各地自然资源主管部门、电信主管部门应建立信息共享、应急处理、联合惩戒等工作机制，形成工作合力。两部门定期通报有关地图审核信息及 App 备案信息，对梳理发现 App 中的“问题地图”线索进行会商，对重点违规线索开展深入调查，对可能出现的问题进行预判，对趋势性问题提出措施，提高防范“问题地图”和抵御风险的能力，督促 App 主办者落实安全管理责任义务。

同时，要加强监管。针对登载使用地图的 App 存在“应当送审而未送审的，使用未经依法审核批准的地图提供服务的，或者未对互联网地图新增内容进行核查校对的，通过互联网上传标注了含有按照国家有关规定在地图上不得表示的内容的，未在地图的适当位置显著标注审图号的”等违法违规行为，自然资源主管部门将会同电信主管部门对 App 主办者依法采取处置措施，营造规范健康的互联网地图服务市场环境。

通知既细化了《地图管理条例》等法律法规的规定要求，也督促 App 主办者做好事前工作，不给“问题地图”任何生存空间。地图无小事，App 主办者要绷紧法治这根弦，强化国家版图意识，依法履行行政审批程序，严格落实主体责任，以实际行动自觉维护法律权威。☑

郭幸生为党员干部讲授党纪学习教育专题党课

◎ 周正 陈庆贺

为深入学习贯彻习近平总书记关于党的纪律建设重要论述，推动广大党员干部贯彻落实好《中国共产党纪律处分条例》（以下简称《条例》），5月13日，河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生在第一期党纪学习教育培训班上，以《深刻领悟党纪蕴含的道理学理哲理 以铁的纪律护航全省测绘地理信息事业高质量发展》为题，为党员干部讲授专题党课。中心党委委员、副主任武永斌，中心党委委员、办公室主任陈政民参加学习。

郭幸生结合习近平总书记关于党纪学习教育的重要论述，河南省委、河南省自然资源厅读书班动员会议精神，围绕推动党纪学习教育与中心重点工作的紧密结合，对党纪学习教育的重要意义、主旨要义、成果转化等内容进行了深度阐述。郭幸生强调，一要提高政治站位，从党的百年光辉历程中深化对党纪学习教育重大意义的认识。要认识到开展党纪学习教育是党的纪律建设的重要内容，深刻理解测绘地理信息事关“国之大者”“省之要者”“责之重者”，以铁的纪律、严的要求，锻造纪律铁军，做好测绘服务支撑。

二要坚持原汁原味学习，从原文的精读细学中深

刻领悟习近平总书记关于党的纪律建设的重要论述，做到逐条学、深入学、摆进去学，防止出现浮于表面、不求甚解等形式主义、官僚主义作风，坚持不懈提高党性修养。

三要笃学慎思力行，在“六大纪律”主旨要义中筑牢思想根基。要坚持个人自学与集中学习相结合、新旧《条例》相对照，采取理论中心组学习、举办读书班等多种形式，全面牢牢把握“六大纪律”主旨要义和规定要求，切实把党的纪律学深学透学到位。

四要抓融合见实效，以高度的政治自觉把党纪学习教育成果转化为推进中心事业高质量发展的实际成效。要坚持纪律建设和高质量发展“两手抓、两促进”，把开展党纪学习教育同落实党中央重大决策部署、完成中心工作相结合，坚定执行“向‘政’而行、向‘事’而为、向‘优’而进、向‘新’而动”四个方向，把党纪学习教育与履职尽责、担当作为紧密结合，以党建高质量引领、推动测绘地理信息事业高质量发展。

河南省测绘地理信息技术中心所属单位班子成员、中心机关第一期党纪学习教育培训班学员等60人参加党课学习。☑（作者单位：河南省测绘地理信息技术中心）



自然资源部：做好测绘行业安全生产工作

◎ 本刊特约记者 张永强

4月29日，自然资源部办公厅印发《关于做好2024年地质勘查和测绘行业安全生产工作的通知》（以下简称《通知》），要求抓紧抓实地质勘查和测绘行业安全防範和管理工柀，确保行业安全生产形势持续稳定。

一是时刻保持高度警惕，不折不扣抓好安全生产工作。《通知》指出，今年以来，一些地区和行业接连发生重特大安全生产事故，教训极为深刻。习近平总书记多次作出重要指示批示，要求深刻吸取事故教训、压实安全责任、认真排查隐患、狠抓工柀落实。各单位要深入学习，深刻领悟，坚决执行。要结合行业实际狠抓落实，在思想上高度警醒起来，坚决克服麻痹思想和侥幸心理，紧密结合工柀实际，看到行业安全生产存在的问题、短板和风险，采取更多有力有效的举措把安全生产各项工柀落到实处。

《通知》要求，各地自然资源主管部门要主动扛起属地管理职责，加强辖区内测绘单位安全生产工柀的监督管理和指导，将安全生产监管工柀常态化、制度化，加强风险隐患排查，督促指导行业单位做好问题整改，落实两级台账管理，实现问题隐患闭环清零，确保问题整改到位。各测绘单位要压紧压实主体责任，依法落实安全生产第一责任，不断完善全员、全方位、全过程安全生产责任体系，将安全生产的法律責任传递到各个工柀岗位和神经末梢，以責任到位推动安全制度措施到位，确保实现安全生产。

二是狠抓隐患排查治理，不遗余力筑牢安全生产防线。《通知》明确，各级自然资源部门要立足“从根本上消除事故隐患、从根本上解决问题”，下大力气解决安全生产工柀中基础性、源头性、制度性问题，尤其要突出源头管控，推动安全治理模式由事故处理向事前预防转型。要紧紧抓住薄弱环节的安全生产管理，盯紧重点、把握关键，组织测绘单位突出抓好项目临时驻地、实验室、保密室、档案室、仪器设备储藏室、各种形态的办公区等重点场所安全生产管理，

加强野外作业、钻探施工、吊装作业、动火作业、有限空间作业、高处作业、临时用电、交通运输、道路作业等易发事故关键环节风险防范措施，严格劳务派遣和灵活用工人员安全管理，野外作业时配齐安全装备，坚决杜绝野外作业人员冒险作业和单独作业。

《通知》强调，要深入推进安全风险隐患自查自纠，树牢“隐患就是事故，发现不了隐患就是最大隐患”理念，督促指导行业单位建立健全并落实好安全风险分级管控和事故隐患排查治理常态化工作机制，按照《地质勘查和测绘行业安全生产重点检查事项指引（试行）》（自然资办发〔2023〕51号）有关要求，结合2023年地质勘查和测绘行业安全生产通报的问题，认真排查整治风险隐患，发现和纠正不安全行为和状态，把风险隐患消除在萌芽之时、成灾之前。

三是扎实开展督导核查，不留死角整治安全生产顽疾。《通知》要求，坚持眼睛向下、瞄着问题，结合安全生产治本攻坚三年行动等重点工作，直插现场，纵深推进行业安全生产专项督导核查。要敢于发现和指出问题，指导解决问题，确保真查真改、取得实效。针对安全生产管理制度建设、安全生产主体责任落实、安全生产教育培训、安全风险隐患排查治理、安全装备投入使用、应急管理等情况，要全面摸排核查，逐条逐项进行核实，全面“过筛子”。对发现的问题要逐一建立动态监管台账，能整改的立行立改，无法立即整改的，要逐项明确責任人、整改标准、工柀措施和完成时限，按照“清单制+销号制”全流程跟踪、闭环管理，确保所有问题全面彻底整改。对存在安全生产責任落实不到位、问题隐患逾期不改或拒不整改等行为的单位，坚决依法依规严肃追究責任，并纳入异常名录和严重失信主体名单，实施联合惩戒。

《通知》指出，各地自然资源主管部门要以“时时放心不下”的責任感抓好属地监管，认真梳理总结地质勘查和测绘行业安全生产薄弱环节、突出问题和整改措施，并形成安全生产情况总体报告，于12月31日前报送自然资源部。☑

筑牢安全生产防线 书写测绘行业新篇章

◎ 河南省自然资源厅党组成员、副厅长 景志刚

悠悠万事，安全为要。

党中央、国务院历来对安全生产工作高度重视，面对严峻复杂的安全生产形势，习近平总书记多次做出重要指示批示，要求各地区和有关部门强化红线意识、实施安全发展战略，抓紧建立安全责任体系、强化企业主体责任落实，加强安全监管改革创新，全面构建长效机制，要求领导干部敢于担当，坚决遏制重特大事故发生，切实维护人民群众生命财产安全和社会大局稳定。

随着我国经济社会的快速发展，测绘地理信息技术在自然资源管理和经济社会发展等各个领域发挥着越来越重要的作用。然而，测绘地理信息行业，特别是传统基础测绘大都涉及野外作业、高空作业等高风险环节，安全生产管理风险大、责任重。各级测绘行业主管部门和从业单位要时刻保持高度警惕，严格落实党中央、国务院、自然资源部和河南省委、省政府关于安全生产的决策部署，以严防死守的工作精神、务实真干的工作作风、严谨细致的工作落实，排查风险隐患、推动问题整改、防范风险发生，筑牢我省测绘从业单位安全生产底线，助力全省测绘行业高质量发展。

牢固树立安全至上理念 切实把安全生产当大事

各级自然资源管理部门和测绘企业要深入学习贯彻习近平总书记关于安全生产的重要论述和重要指示批示精神，准确把握当前复杂严峻的安全生产形势，切实提升政治站位，充分认识抓好安全生产工作的极端重要性和极端紧迫性，牢固树立安全生产“100-1=0”的安全至上理念，站在讲政治、讲大局的高度，把安全生产当成事关党和人民事业发展的大事，事关人民群众生命财产安全的大事抓好抓实。要严格落实《中华人民共和国安全生产法》和自然资源部《关于加强地质勘查和测绘行业安全生产管理的指导意见》等文件精神，落实“三管三必须”安全生产管理要求，始终绷紧安全生产这根弦，真正把保护好人民群众的生命财产安全当红线、当底线，当我们履职尽责的生



● 5月4日，河南省自然资源厅有关领导到河南省测绘地理信息技术中心督导安全生产工作

命线，以“时时放心不下”的责任感来推工作、抓落实。

全面压实安全管理责任 切实把安全生产当正事

全省各级自然资源主管部门要认真落实测绘行业主管部门的安全生产属地管理责任和直接监管责任，做到党政同责，一岗双责，齐抓共管。要进一步细化责任清单，明晰责任边界，压实主体责任，明确单位主要负责人为安全生产第一责任人，健全和完善责任体系。要指导和督促各相关从业单位落实好安全生产主体责任，建立健全安全生产管理制度，制定年度安全生产工作计划，压实内设机构安全生产责任，配强

用四“真”开创安全生产工作新局面

◎ 河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任 郭幸生

2023年，河南省测绘地理信息技术中心全面贯彻落实党的二十大精神，认真学习习近平总书记关于安全生产工作的重要指示批示，始终坚持“安全第一，预防为主”方针，牢固树立安全发展理念，认真贯彻河南省委、省政府和省自然资源厅关于安全生产工作部署，坚持“党政同责、一岗双责”“三管三必须”原则，严格落实各项制度规定，强化责任担当，压实责任，有效防范和坚决遏制各类事故发生，实现安全生产“双零”目标。

安全无小事。安全生产体现的是担当精神，反映的是严实作风，考验的是工作能力。面对安全生产的严峻形势，必须以更加积极的态度，用四“真”开创安全生产工作新局面。

思想上真重视

一是进一步增强政治敏锐性。坚决把贯彻落实习近平总书记重要指示批示精神和党中央的决策部署作为主责主业，“第一议题”抓学习快、“第一遵循”抓贯彻快、“第一政治要件”抓落实快。

二是进一步树牢安全理念。全中心必须牢固树立安全发展理念，坚持统筹发展和安全，以强力保障“实景三维、信息化、军民融合”建设平稳发展为抓手，做到业务发展与安全生产“两不误、两促进”，保证测绘地理信息数据安全、信息安全。

三是进一步扛稳安全责任。中心各级领导干部必须扛起做好安全生产工作的政治责任，切实履行安全生产职责，以“时时放心不下”的责任感和极端认真

安全生产管理人员，制定安全生产工作措施，按照《测绘作业人员安全生产规范》对各类人员进行安全生产教育和培训，切实做到安全生产责任落实到位、风险防范措施到位、安全投入到位、安全培训到位、基础管理到位、应急救援预案到位。通过压实责任，加强监督，做到人人讲安全、人人管安全、人人皆安全。同时，还要加大安全责任事故的查处、问责和以案促改，对责任单位和责任人要打到疼处、痛处，让他们真正痛定思痛，痛改前非，做到“一家出事故、万家受教育”，有效防止悲剧重演。

坚决筑牢安全生产防线

切实把安全生产当作自己的事

抓好安全生产，要坚持防患于未然。全省各级自然资源主管部门要结合实际，进一步制定和完善涵盖测绘地理信息生产全过程的安全生产监督管理制度体系，进一步优化作业流程、规范操作程序。要联合应急和消防管理等专业部门，结合“双随机、一公开”等制度的落实，持续开展安全生产大检查，做到“全覆盖、零容忍、严执法、重实效”。要采取不发通知、不打招呼、不听汇报、不要陪同和接待，直奔基层和企业生产一线、直插现场的方式暗查暗访。要指导从

业单位加强所属人员的安全培训教育，加强关键业务、关键环节的安全风险防患，重点做好野外作业、高空作业、恶劣气候条件作业以及单人单车外出作业等各种特殊环境作业的安全管理，坚持用完善的制度和有效的监管来消除各种安全隐患。

各从业单位要根据实际作业特点，制定有针对性的安全生产规章制度，确保各项措施落实到位。要牢固树立安全生产红线意识、底线意识，将人的生命安全放在首位，特别要重点关注本单位所属的多业态混合经营场所、人员密集场所安全情况，切实加强劳务派遣和灵活用工人员的安全教育培训，进一步强化全员安全生产意识。要以预防为主，防治结合，注重事故预防，强化安全风险识别、评估和预警，切实做到防患于未然。同时，加强安全生产监督检查，定期对安全生产工作进行检查，发现问题及时整改，确保安全生产形势稳定。

安全生产喊不得口号，靠不得侥幸，必须警钟长鸣，常抓不懈，全省自然资源主管部门的各级领导干部和测绘地理信息产业从业单位领导要始终保持临事而惧、为了安全睡不着觉的警醒状态，构筑坚实的安全生产防线，守牢安全生产底线，努力为全省测绘行业的转型升级创造一个安全、良性互促的发展环境，保障全省测绘地理信息产业高质量稳健发展。☑

负责的担当精神，推进工作落实，守好安全底线。

责任上真压实

一是发挥组织职能，深入推进治本攻坚。各单位主要负责人必须切实履行安全生产第一责任人职责，及时协调解决重大问题。安委办坚决严格落实隐患排查整治督办评估问效机制，推动工作早落实、快落实。

二是发挥制度优势，健全完善责任体系。各单位必须着力构建涵盖全员、全方位、全过程的安全生产责任管理制度，建立安全生产管理和责任清单，不给推诿扯皮留缝隙。双重预防体系建设要把风险隐患找准、找齐，并将双重预防管理机制运用到日常业务工作中，真正发挥作用。

三是发挥标准支撑，规范提升本质安全。各单位必须建立问题隐患、整改措施、整改责任、督改责任“四张清单”，健全安全生产管理制度，加强统筹协调、监督检查、考核指挥，不断提升本质安全水平。

措施上真到位

一是抓好安全专技队伍建设。各单位必须配齐建强安全管理组织，充实安全专业技术人员，加大培养团队骨干力度，注重理论学习，在提升专业素养上发力；注重安全演练，在提升应急避险能力上发力；让安全员牢记安全生产监管责任、员工牢记安全生产岗位责任；注重工作实践，在排查治理安全隐患上发力，确保有足够力量承担起安全生产督导检查的任务。

二是做好冬春消防安全防范。针对各类火灾事故易发的实际，适时对办公楼、职工食堂、家属院等场所开展违规用电用气、私拉乱接电线等问题的自查排查；开展清理楼道、阳台、厨房可燃杂物，离人关闭电源、火源、气源的“三清三关”工作；积极防范极



●组织开展消防安全演练



●安全专项工作会议上，各单位负责人递交安全目标责任书
端天气，在影响道路交通安全和野外作业安全的情况下控制车辆和人员外出活动；对应急预案、处置措施等再检视、再落实，做好应急准备。

三是扎实开展专项行动。各单位必须以“六查一打”“安全活动月”活动细则为依据，对照标准，落实好各项具体要求。中心安委办要坚持打通落实的“最后一公里”，对安全生产工作要敢督敢查、真督实查，加强通报和问责力度，督导检查坚持严的基调、严的措施，紧盯各类风险隐患不放，督促各单位彻底整改。

工作上真用心

一是进一步抓好教育培训，固本培源。各单位必须强化培训，定期邀请安监、消防等部门的专家授课，开展应急知识、逃生技能等安全知识培训；积极组织贴近生产生活的应急处突、避险逃生演练，让安全理念、安全知识、安全技能、安全文化深入人心。

二是进一步解决困扰难题，疏通经络。各单位坚决切实梳理那些常治长存、久治不改的问题，以敢于“抠痼挤痘”的气魄，坚决根治工作中的痼疾，协调解决好复杂疑难问题。

三是进一步锤炼作风，增强能力。必须做到对安全生产工作快速反应、快速处理。强化效率意识，做到案无积卷、事不过夜，“零停滞”“零延误”。

上下同欲者胜，同舟共济者赢。我们坚决铆足测绘人的“拧劲儿”，拿出“测绘自古艰苦战”的精神意志，敢于在全国全面开展安全生产治本攻坚三年行动建设上“打头阵、挑重担”，加快督导检查机制“焕新”，实现应急救援能力“倍增”，推动全员安全生产责任制“启航”，开创具有河南特色的测绘安全工作管理样板，勇当测绘行业安全制度体系高质量发展的标杆柱石，努力建设测绘基业。☑

实现“双零”的背后

——河南省测绘地理信息技术中心安全生产行稳致远

◎ 本刊特约记者 张永强

2023年，河南省测绘地理信息技术中心深入贯彻落实习近平总书记关于安全生产的重要指示，牢固树立安全发展理念，扎实开展“党政同责、一岗双责”“三管三必须”原则，严格落实各项规章制度，以实际行动有效防范、坚决遏制各类事故发生，实现了零事故、零伤亡的“双零”目标，在河南省自然资源厅安全生产委员会2023年度工作考核中获评“优秀”等次。

健全安全组织，完善工作制度。2023年，中心及所属单位纷纷成立安全生产委员会，强化领导作用，配备专职安全员，全年共召开7次安全生产会议，传达上级指示，分析安全生产形势，研究风险管控重点，协调解决矛盾问题。同时，通过微信工作群实时分享安全生产案例，强化全员安全意识。中心还制定了详细的安全生产责任制体系、应急救援预案和年度计划，确保全年工作有序开展。

明晰安全责任，强化主体职责。中心党委与所属单位、机关各处室签署了《安全生产（消防）目标管理责任书》《综治和平安建设工作责任书》，将安全生产绩效与个人考核挂钩，严格执行责任追究制度，切实做到责任到位、投入到位、管理到位。中心领导亲力亲为，深入一线开展督导检查，共检查180多个场所，发现并整改安全隐患，确保作业环境安全。同时，通过与一线员工交流，收集员工意见和建议，强化灾害防范预案，要求从严从细落实安全生产措施和责任，确保无虞。

健全安全体系，提高工作质量。中心通过印发一系列文件，明确了安全风险管理和隐患排查治理流程，制定了具体管控措施，将风险分级管控与隐患排查治理贯穿安全管理的各个环节。按照“专职+专家+专班”的思路，推行“专家查隐患、部门严督查、党委压责任”的排查模式，及时更新设施设备，提高了安全防护水平。针对各单位生产设备运转稠密、季节多雨潮湿等特点，中心组织各单位排查电力线路和制定应急预案，防患于未然，确保各项工作安全进行。

中心安委办坚持工笔细描，制定全员安全生产责任制体系16项、440条，明确各级领导及岗位的责任

和义务，实现责任落实“纵向到底，横向到边”，形成覆盖到各部门、各岗位、每个人的责任体系，把“人人讲安全、个个会应急”的总体目标落到实处。

强化安全教育，提升全员素质。在春节过后、外业项目出测前，中心安委办要求各单位组织开展全员安全生产培训，学习《安全生产法》《测绘作业人员安全规范》《河南省安全生产条例》等内容，观看安全生产事故警示教育片，并根据重大节日、季节更替、任务转换，及时丰富相应的安全形势教育、职业健康教育等内容。同时，通过信息网站、展板、LED屏、标语、微信等多种形式，进行警示提醒，提升全员安全生产自觉意识和本能素质，确保每个员工都具备必要的应急处理能力和自我保护意识。

实战安全演练，提升应急能力。“安全始于心，防范始于行”。中心上下时刻把“应急准备好了没有”作为检验应急能力的标尺，全年组织消防演练、疏散演练7场次，参加人员近千人，不仅锻炼了员工的应急处置和防护能力，也提升了单位间的协作能力。河南省遥感院协同河南省测绘院、河南省地理信息院对常见火情处置进行专项演练，查找自身安全技能短板，熟悉岗位风险隐患，检验单位联防能力，为各项工作平稳运行提供了有力保障。河南省地图院结合办公楼特点，开展全员疏散演练，形成了一种人人参与、人人重视安全的浓厚氛围。

夯实安全基础，保障生产运行。中心机关和河南省应急测绘保障中心严格执行24小时值班制度，确保关键时刻有人值守。在经费统筹预算方面，中心安排了一定比例的经费，用于解决安全防范的实际问题，严格按照国家标准、行业标准配置消防设施器材，设置安全标识，做到科学、实用、醒目、方便，积极营造有利于保障安全生产的良性氛围，为安全生产提供坚实的物质保障。

河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生表示，下一步将继续深化安全生产工作，坚决落实安全生产责任制，守护好人民群众的生命财产安全，为社会和谐稳定贡献力量。☑

安全生产治本攻坚 未来三年这样干

○ 本刊特约记者 张永强

4月10日，河南省测绘地理信息技术中心安全生产委员会印发《河南省测绘地理信息技术中心安全生产治本攻坚三年行动实施方案（2024—2026）》（以下简称《实施方案》），要求中心所属各单位深入贯彻落实习近平总书记关于安全生产系列重要指示精神和党中央、国务院决策部署，全面落实河南省委、省政府和省自然资源厅要求，坚持人民至上、生命至上，进一步夯实安全生产工作基础，从源头上消除事故隐患，有效防范遏制生产安全事故发生。

总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，坚持安全第一、预防为主、综合治理，着力增强安全风险管控能力，消除各类事故隐患。开展安全生产治本攻坚“七大行动”，落细落实《河南省自然资源厅办公室关于细化完善地质勘察和测绘行业安全生产重点检查事项》相关措施要求，在安全理念、安全责任、安全规划、安全法治、安全标准、安全素质等方面补短板、强弱项，切实提高风险隐患排查整改质量、切实提升发现问题和解决问题的强烈意愿和能力水平，推动事故隐患动态清零，不断提升本质安全水平，加快推进安全生产治理体系和治理能力，努力推进中心高质量发展和高水平安全良性互动。

工作目标

通过三年治本攻坚，中心统筹安全发展理念更加牢固，坚守安全红线的意识更加牢固，全员安全生产责任体系进一步健全完善、责任更加明晰，消减安全风险、事故隐患更加主动；各级安委会组织推动、相关部门齐抓共管，全链条排查整治风险隐患更加有力、全员安全素质和应急能力显著提升；2024年底前厘清各部门职责清单，健全完善全员安全生产责任制体系，建立本单位安全风险数据库，完成信息系统基本框架构建；2025年底前，完成风险分级和隐患判定工作，全楼层立体四色图分级标识；2026年底前实现双重预防工作机制常态长效运行，针对各类安全风险的一批“人防、技防、工程防、管理防”措施落地见效，本质安全水平大幅提升，确保中心安全生产形势持续稳定。

八大任务

一是开展单位主要负责人安全教育培训。将《习近平总书记关于安全生产的重要论述》《中华人民共和国安全生产法》《自然资源部关于加强地质勘查和测绘行业安全生产管理的指导意见》等相关法律法规、消防安全教育列入干部培训的必修课程，突出隐患排查整治方面内容，中心每年至少组织开展一次集中教育培训，切实提升各级领导干部统筹发展和安全的能力，推动安全生产责任落到实处。

二是深化事故警示教育。深刻吸取近几年国内典型事故教训，灵活采取观看安全警示教育片、到警示教育基地参观见学等方式，中心机关每年至少组织全体人员开展一次集中警示教育，中心所属单位每半年组织全体职工开展一次警示教育，切实做到以案警示、以案促改。

三是持续开展风险隐患排查整治。总结风险隐患排查整治2023行动经验做法，大力开展“双随机、一公开”“四不两直”督导检查，采取“专家查隐患、部门严督查、党委压责任”的方法，围绕重大安全生产问题（突发安全事件）和重要时节（两会、党代会）、重大节日（元旦、春节、清明节、五一劳动节、端午节、中秋节、国庆节）等重点时段，重点突出全员安全生产责任制落实、应急演练、消防安全、数据安全、网络安全等方面内容，紧盯基层末梢，深入一线，督促指导各单位深入开展风险隐患排查治理。中心每半年对所属单位及外业项目部覆盖检查一次，每季度组织一次综合性安全检查活动；中心所属单位每季度对所属部门及外业项目部覆盖检查一次，每月组织一次专业性安全检查活动。严格落实隐患排查整治督办评

估问效机制，按照“以整改质量为核心，强化监督求极致”的原则，建立问题隐患、整改措施、整改责任、督改责任“四张清单”，一般隐患立即整改完成并反馈，推动排查整治工作落实到位。

四是强化业务领域安全监管责任。严格落实“管生产必须管安全、管业务必须管安全”、安全生产履责述职和职责落实报告制度，压实各部门在生产安全、数据安全、网络安全、消防安全、财务安全、人事管理安全等方面的安全责任。中心机关各处室负责人每半年对业务指导单位至少开展一次安全督导，聚焦阶段性重点任务、专项治理、重点时段突出问题，强化全过程督促指导。负有安全生产监督管理职责的部门，在各业务职责范围内，对有关安全生产工作实施监督管理；负有业务管理职责的部门，在履行业务管理职责的同时，必须履行相关安全职责，将安全工作作为业务管理工作的重要内容，制定实施有利于安全工作的标准规范、政策措施，指导、督促所属单位加强安全防范，在组织人事、干部考核、宣传教育、责任追究、安全投入、科技装备等方面统筹考虑安全工作，落实各项支持政策，着力帮助中心所属单位找准安全生产领域源头性、根本性问题，共同推进安全发展。

五是加强消防安全风险管控。深化消防安全专项治理，定期分析研判消防安全风险，紧盯食堂餐厅、办公场所、住宅小区、资料室、机房、外业项目部等重点场所，结合季节特点和单位实际，部署开展夏季消防检查、冬季火灾防控等集中整治，重点排查用火、用气、用电等方面存在的安全隐患，深化打通消防生命通道工程，动态纠治锁闭安全出口、占堵疏散通道、门窗违规设置障碍物等违法行为，确保消防设施设施和器材按规定标准配备到位、消防安全预案健全、消防演练有效、疏散通道畅通。

六是积极配合有关部门开展专项整治。综合运用“天眼+”视频监控系统和“河南一号”卫星影像，发挥中心业务优势，积极配合好有关部门开展专项行动，持续提升中心业务能力和监管水平，确保违法违规问题早发现、早制止、早处置。

七是健全完善以预防为主的双重预防长效机制。巩固安全生产双重预防管理系统建设现有成果，完成风险库建设，加快系统合作研发步伐，建成信息化管理系统，加强动态管理，不断提升防范化解安全生产风险隐患的能力和水平。

八是开展全民安全素质提升行动。聚焦“人人讲



● 4月1日，河南省测绘地理信息技术中心开展第一季度安全生产检查

安全，个个会应急”主题和目标，持续开展安全生产月、消防宣传月等活动，将安全警示教育纳入中心教育体系，推动安全宣传工作落实有效。深入开展安全生产教育小讲堂活动，每半月制作安全生产教育短视频，讲解安全生产知识、消防设施设备使用方法、应急疏散和自救逃生知识技能，介绍安全生产典型经验做法、曝光存在的突出问题，在中心全体会议或微信群、公众号上推送播放，推进安全教育培训全覆盖，让安全理念深入人心、安全文化触及灵魂、安全知识打下烙印、安全技能炉火纯青，切实提高从业人员安全素质。

保障措施

加强组织领导。各单位要召开专题会议进行动员部署，建立完善信息汇总、动态研判、督导检查等机制，切实加大督促推动力度。各单位主要负责人每月至少组织一次安全生产治本攻坚工作会议，听取进展情况汇报，协调解决项目跨地区、跨部门安全生产突出问题。

加强责任落实。严格落实“三管三必须”的要求，进一步明确责任分工，制定细化专项工作方案，要全面规范并建立领导干部安全生产职责清单和年度任务清单，明确治本攻坚责任分工和工作目标，采取“工作照单履职、失职照单问责、尽职照单免责”的方法，拧紧责任链条，层层压实安全生产党政责任。

严肃问责问效。各单位要建立完善安委会督办制度，严格责任倒查工作机制，倒逼各类问题隐患及时整改到位。要强化正向激励，将治本攻坚三年行动开展情况纳入党政领导干部考察、评优评先等工作，推动安全生产治本攻坚三年行动落实落地。☑

紧绷安全之弦 筑牢安全防线

◎ 河南省测绘院院长 付治河

2024年是中华人民共和国成立75周年，是实现“十四五”规划目标任务的关键一年，做好安全生产工作责任重大。河南省测绘院将一如既往地思想上高度警醒，紧密结合测绘行业工作实际，采取更多有力有效的举措，把安全生产各项工作落到实处。

不断完善安全生产管理体系。安全生产没有旁观者。我们将依法落实安全生产第一责任，不断完善全员、全方位、全过程安全生产责任体系，将安全生产的法律责任传递到各个工作岗位，传递到神经末梢，以责任到位推动安全制度措施到位，确保实现安全生产。建立完善全员安全生产责任制体系，明确院主要负责人、分管负责人和各科室（部门）及部门各岗位安全生产责任，全体干部职工签订《安全生产责任书》《保密承诺书》，形成上下贯通、分工明确、共同负责的安生管理体制机制。

持续提升安全生产意识。组织开展警示教育、“安

全生产开工第一课”等集中教育培训，学习《测绘作业人员安全规范》及安全生产制度。开展消防演练，大幅提高了职工的消防安全意识，掌握了相关安全求生技能，进一步提升了全体干部职工的安全风险辨识能力及安全隐患处置能力。

创新安全生产宣传方式。拍摄制作了城市测绘安全教育小讲堂等两期安全生产教育短视频，以生动有趣的形式讲解安全生产知识、消防设施设备使用方法、应急疏散和自救逃生知识技能，引起了广大干部职工的共鸣，取得了良好的宣传效果，让安全理念深入人心、安全文化触及灵魂、安全知识打下烙印。

下一步，河南省测绘院将健全完善以预防为主的双重预防长效机制。巩固安全生产双重预防管理体系建设现有成果，完成风险库建设，加快系统合作研发步伐，建成信息化管理系统，加强动态管理，不断提升防范化解安全生产风险隐患的能力和水平。☑

守牢安全生产底线 助推事业高质量发展

◎ 河南省遥感院院长 张向军

近年来，河南省遥感院始终践行“人民至上、生命至上”的理念，把安全生产作为事业高质量发展的生命线，不断规范安全生产管理，早在2015年便顺利通过ISO职业健康安全管理体系认证；制定安全生产预案，对生产项目各环节进行危险源识别；为作业人员配备安全防护装备，定期对办公环境、消防设施等进行检查整改；开展安全生产培训，提升职工安全意识和防范能力，有力保证了全院安全形势的持续稳定。

然而，安全生产工作永远在路上，不能有丝毫松懈。我们必须深化认识，强化责任，站在拥护“两个确立”、做到“两个维护”的高度，切实把思想和行动统一到习近平总书记重要指示精神和党中央、国务院的决策部署上来，要以对人民群众生命财产安全高度负责的态度，保住底线，守住红线，确保安全生产万无一失。

我们将进一步加强安全生产工作，突出重点，健全三个体系：健全组织体系，明确职责分工，配齐配强安全生产管理人员；健全责任体系，将安全生产与中心工作同规划、同部署、同检查；健全制度体系，

定期召开安全生产会议，分析研判安全形势，修订完善安全生产责任制和双重预防管理体系，实现人岗匹配、岗位全覆盖。

我们将狠抓工作落实，严格抓好值班值守和应急处置工作，加强应急能力建设，确保在突发情况下能够快速响应、妥善应对；加大宣传教育力度，营造安全生产氛围，提升员工安全意识和能力素质；强化问责机制，对于发生重大安全事故的部门和个人，实行安全生产“一票否决”制度，并严厉惩处；着眼本质，从排查化解重大安全风险着手，建立问题隐患清单和整改措施清单，确保治理措施到位、隐患真正清除。同时，加强对特殊岗位人员的网络安全和数据保密教育，普及安全常识和自救技能，提高安全防范意识和能力。

安全生产无小事，我们必须时刻绷紧安全生产这根弦，以更加坚定的决心、更加有力的措施、更加务实的作风，坚决守牢安全生产底线，实现年度安全生产工作“双零”目标。☑

以人为本 安全为先

◎ 河南省地图院院长 田耀永

近年来，河南省地图院深刻领会习近平总书记关于安全生产工作的重要论述，始终坚持以人民为中心的发展思想，将安全视为发展之基、生命之重。院党委坚持安全生产“党政同责、一岗双责”的原则，全面强化安全生产管理，树立了“人人都是安全员，个个会排隐患”的良好风尚，营造了一个安全、有序的工作环境。

河南省地图院党委在组织层面展现出高度责任感，定期学习研究安全生产议题，强化安全生产委员会职责，制定并完善了涵盖教育培训、数据管理、网络设备等多个领域的一系列安全生产规章制度，确保各项工作有规可依，有据可循，为全院干部职工提供了清晰的行为准则。

安全生产教育和培训是提升员工安全素养的关键环节。全院职工积极参与各类安全培训，深入理解安全理念，掌握必要的安全技能，形成预防为主、综合治理的安全生产文化。在突发情况下，广大职工能迅

速响应，减少事故影响。

在日常管理中，河南省地图院安委会对测绘内外业工作进行细致规划，通过定期安全会议、设施更新、隐患排查和演练，确保每个环节的安全。尤其是在测绘作业中，加强风险评估和应急预案的制定，保障外业作业人员的生命安全。

在督导排查工作中，河南省地图院安委会以严谨的态度对待每一个细节，从硬件设施到软件系统，从内部环境到外部风险，都进行了全面而系统的检查。无论是节日安全还是汛期防洪，均制定了详实的应对措施，确保在任何情况下都能及时应对。

未来，我们将持续强化安全生产队伍建设，提升工作质量和水平，健全安全生产体系。通过强化安全生产监管人员的专业素养，建立完善的安全生产责任制，将安全生产工作推向新高度。同时，通过制度化、规范化管理，形成全方位、立体化的安全生产防护网，确保每位员工的生命安全和单位高质量发展。☑

树牢底线思维 争树行业标杆

◎ 河南省地理信息院党委书记 朱志军

近年来，河南省地理信息院党委上下联动，进一步完善安全管理制度，树立以人为本、安全发展的理念，有效防范化解了一些安全风险。我们充分认识到，安全生产是一项长期而艰巨的任务，需要树牢底线、极限思维，时刻筑牢安全防线，争树行业标杆，确保全年安全生产“双零”目标顺利实现。

完善安全管理制度。制定全员安全生产责任制，明确各级管理人员和岗位员工的安全职责，坚持院党委会安全生产第一议题制度，同时制定院双重预防体系，找准风险隐患点、建立风险库，施行分级管控，并将双重预防管理机制运用于日常工作中，确保各项安全制度得到有效执行。

加强宣传教育，加大安全投入。我院组织观看安全生产警示教育片，通过剖析真实案例，强化员工安全生产意识，提升安全风险防控能力。注重隐患排查，防患于未然。今年以来共排查隐患5次，累计整改一般隐患5个，在重点防火部位投入4万余元加装气体

灭火弹，有效预防和减少火灾事故的发生。

保证测绘地理信息数据安全至关重要。我院对内部涉密网络通过安装“三合一”、主机监控与审计系统、网络版杀毒软件实现安全管控；内部生产网络部署介质管控系统；互联网接入通过行为审计系统进行管控；对外分发地理信息数据嵌入水印信息，实现地理信息涉密数据版权快速、准确的核定和追溯，并通过嵌入不同的用户单位信息，区分不同用户，明确泄密数据的来源，反向查询泄密单位，从而追溯违法源头。同时，明确泄密责任，真正做到“无事勤提防，遇事稳如山”。

抓好关键环节，加强应急管理。以野外安全风险防范等关键环节为重点，加强安全生产管理，强化培训指导，规范作业要求，配齐野外通讯设备和安全防护用品，全力保障野外作业安全。健全应急管理制度和应急预案体系，确保在突发事件发生时能够迅速有效应对。同时，加强应急演练和应急处置能力的培训，提高员工应急反应速度和突发事件处置能力。☑

突出重点抓安全

◎ 黄河勘测规划设计研究院有限公司测绘信息工程院院长 刘朋俊

2023年，黄河勘测规划设计研究院有限公司测绘信息工程院坚持以危险源管控为核心，抓好重点领域风险防控，有效防范各类安全生产事故发生，保证了全年安全生产工作局面的基本稳定，获评总公司安全生产目标考核一等奖。

安全检查有重点。我们精心组织，开展重点部位安全生产抽查工作，对电动车充电区、配电房、食堂、门面房等进行重点抽查；做好春节、五一、十一等关键时点安全检查与车辆封存工作，有效保证节假日期间的安全生产；做好“安全生产月”“交通安全百日竞赛”“安全生产百日行动”等关键节点的安全检查工作，对发现的隐患及时整改处理，确保隐患整改无死角。全年共计开展各级隐患排查近1500次，发现整改一般隐患172次，未出现较大以上安全隐患。

安全监管有重点。我们组织开展“进班组、查隐患、讲安全”活动，院领导及安全管理人员深入山东雨水工情监测，牡丹江、沂蒙抽蓄电站安全监测，泰

安、潍坊无人机巡检，黄河下游数字孪生，成都灌区，北海高标准农田等21个外业现场检查指导安全生产工作。全年通过有计划、有组织、有目的的定期检查和不定期巡查，有力推动了安全生产工作。

事故预防有重点。我们突出重点，加强外业作业现场安全生产管理，认真分析测区现场实际，辨识危险源，制定安全生产预防措施；加强用电和消防安全管理，对办公区灭火器进行全面维护，消除火灾隐患，同时加大日常巡检频次，严防火灾事故发生；加大外业工地用电与消防专项检查频次，开展用电与消防精准培训，增强员工安全用电和安全防火意识；加强交通安全管理，组织参加公司“交通安全百日竞赛”活动，26名驾驶员获得表彰；积极开展驾驶员安全培训，不断提高驾驶人员安全行车意识、守法意识，有效预防和杜绝交通事故的发生。此外，结合项目生产实际，开展安全管理思路、体系建设、管理流程、责任落实等宣讲活动，确保安全、高效推进各项工作。☑

筑牢安全生产防线

◎ 河南省中纬测绘规划信息工程有限公司董事长 黄韞韬

河南省中纬测绘规划信息工程有限公司始终坚持提高全体职工安全生产责任意识，夯实安全生产工作基础，以安全促生产，以安全促发展，先后完成城市基础数字地形测图、地籍测量、土地勘测、地下管线普查、土地整理开发设计、土地储备规划、地图编制等重大工程2000多项，无重大安全事故发生。

领导重视，规范管理。公司领导班子多次召开专题会议研讨安全生产工作，修订完善安全生产管理制度，规范安全生产管理。对照自然资源部有关要求，2024年3月下发新的安全生产管理制度，调整了安全领导小组，加强安全生产奖惩制度，将安全生产主体责任落实到位。同时，针对外业项目驻地、车辆交通安全、人身安全、仪器设备安全、数据成果安全、无人机飞行安全、宿舍安全、餐厅安全等关键环节，制定了安全风险管控、安全生产监督管理制度，对公司安全生产管理起到了积极作用。

加强培训，提高意识。面向所有人员开展入职培训第一课，即安全生产培训，使新入职人员对公司安全生产管理制度形成固性思维，树起安全生产第一道防火墙。公司每年开展消防、安全生产制度、保密、安全生产法等不同内容的专题培训，还定期组织开展消防演练活动，确保全员均能操作消防器材。今年以来，已进行安全生产培训3次。2月29日，公司组织职工参加了河南省地理信息产业协会组织的安全培训云课堂。

分级管控，排查隐患。我们不断完善建立风险分级管控、隐患排查治理双重预防体系，实施风险自辨自控、隐患自查自治工作机制。每年初在公司内部开展安全隐患排查，由相关部门具体开展安全危险源识别并制定相应的整改措施，再由公司统一汇总，对多发的隐患进行重点治理并制定预案，确保安全生产工作抓牢抓实。☑

河南省测绘学会2024年工作会议暨十届三次常务理事会召开

4月19日，河南省测绘学会2024年工作会议暨十届三次常务理事会在新乡顺利召开。河南省测绘地理信息技术中心党委委员、副主任肖峰参加会议并讲话。

肖峰强调，要适应新形势，服务经济建设大局，立足全省测绘地理信息改革创新的重要举措，探索新技术、新方法，提高科研能力和质量，以更加昂扬的奋进姿态开展学术研究和应用探索。要建立新体系，打造产学研用联盟，加强合作，建立产学研一体化创新体系，提升行业整体技术水平和竞争力；要注重人才培养，打造一支高素质、高水平、有活力的测绘科技人才队伍。

要服务新路径，走出河南特色发展道路，希望更多专家、代表参与“支撑军队信息强军，服务军民融合创新”，共同推动河南省地理信息产业高质量发展，服务全省乃至国家经济社会发展大局。

会议部署了河南省测绘学会2024年重点工作：一是聚焦主责主业，做好党建引领，围绕“服务好会员，服务好测绘科技工作者”这一中心工作，不断强化党建引领，将党的领导融合贯穿学会工作的全方位全过程，以服务促发展，增强凝聚力和向心力。二是丰富学会活动，创新工作内容，全力办好河南省测绘地理信息大会，举办更有温

度、更有实效、多层级的学术技术交流互动。三是紧扣学会定位，提升服务能力，瞄准国内外测绘地理信息科技前沿，拓展服务的深度与广度，提供更多具有针对性、个性化的学术技术服务，完善高效、规范、有序的内部治理体系，进一步提升学会服务能力和水平。

会议传达学习了中国测绘学会、河南省科学技术协会、河南省自然资源厅工作会议精神，听取了学会分支机构建设报告，审议了《河南省测绘学会科学技术奖励办法（修订稿）》，表决了部分常务理事单位更换常务理事等事宜。

☑（本刊记者 陈庆贺 张磊）

信阳市开展地质灾害及应急测绘保障演练

为了检验提高全市地质灾害应对能力和应急测绘保障水平，5月7日，信阳市自然资源和规划局在光山县成功举办地质灾害与应急测绘保障联合演练。

此次演练模拟光山县某地受持续强降雨影响，突发山体滑坡。面对灾情，信阳市自然资源和规划局立即启动应急预案，指挥部迅速抵达灾害现场展开指挥。

演练中，巡查预警组通过多种方式向受灾群众发送预警信号，避险转移组协助居民有序撤离。警戒联络组对现场实施警戒，确保受灾居民区和道路得到全面隔离和管护，有效避免二次伤害发生。应急测绘保障组和专家组迅速行动，利用无人机、RTK等先进技术设备，第一时间获取地质灾害现场的最新测绘地理信息数据。随后迅速制作受灾地区现状地形图和影像图，为



后续抢险救灾、指挥决策提供了重要的技术和数据支撑。在专家组指导下，应急救援处置组开展了有效的应急处置工作，防止了次生灾害发生。后勤保障组为撤离群众提供了充足的物资保障，确保他们得到妥当安置。

此次演练检验了信阳市地质灾

害应对及应急测绘保障水平，同时检验了各方应急救援力量密切配合、协同作战的能力，维护了人民群众生命财产安全，积累了地质灾害应对和应急测绘保障实战经验，为防灾救灾、指挥决策提供了精准的科学依据。☑（信阳市自然资源和规划局 汤杰 金维峰）

2023年河南省地理信息产业20强及最具活力中小企业名单出炉

4月20日，河南省地理信息产业协会在郑州组织开展2023年河南省地理信息产业20强及最具活力中小企业评选。河南省测绘地理信息技术中心党委委员、副主任肖峰参加评选会议。河南省地理信息产业协会副会长兼秘书长曹源主持会议。

依据《河南省地理信息产业协会关于评选2023年河南省地理

信息产业20强及最具活力中小企业的通知》的文件要求，河南省地理信息产业协会组织全省地理信息产业及相关行业专家组成评选专家组，制定评选办法及评选标准。评选工作坚持公开、公平、公正、客观、科学、权威的原则，通过企业申报、协会初审、专家组评选等环节，成功评选出2023年河南省地理信息产业20强及10家最具活力

中小企业。

根据评选结果，河南省遥感院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、河南省测绘院等20家单位被评为2023年河南省地理信息产业20强；思源时空科技（河南）有限公司、中科宏图勘测规划有限公司等10家单位被评为2023年河南省地理信息产业最具活力中小企业。☑（本刊记者 栗荣晓）

河南省基础地理信息数据和天地图成果应用座谈会召开

近日，河南省测绘地理信息技术中心、河南省地理信息产业协会组织有关专家，在郑州召开河南省1:10000基础地理信息数据暨“天地图·河南”成果应用专家座谈会。

会议介绍了新型基础测绘、实景三维河南建设进展及近期工作部署、河南省地理信息公共服务平台（即“天地图·河南”）的十年发展历程、基础地理信息数据成果历史迭代及分发服务等情况，并呼吁

各行各业积极提供专题资料、现有数据成果使用案例和存在问题等，以便及时更新全省基础地理信息数据，确保数据的现势性和权威性，更好地服务于行业应用。

与会专家依托各自专业领域，逐一介绍本行业对1:10000基础地理信息数据使用和“天地图·河南”成果应用情况，并围绕测绘工作的要素内容、属性信息、制图表达、成果服务等主题进行讨论，提出对

基础地理信息数据成果的关注点、侧重点和需求度，进一步拓展测绘服务内容与合作方向。

座谈会上，专家们提出的建设性意见和建议，为进一步推广应用基础地理信息数据和“天地图·河南”成果打下基础，为实景三维河南建设实体数据架构、顶层设计提供了思路，将进一步助力河南省地理信息产业高质量发展。☑（河南省地理信息院 石晶）

息县：建设“数字自然资源” 优化营商环境

为进一步优化营商环境，息县自然资源局立足实际，采取多项举措，以市场主体需求为导向，聚焦企业和群众面临的痛点、堵点、难点问题，以“一网通办”为主线，全面推进“数字自然资源”建设。

一是深化线上服务改革，构建“数字自然资源”新格局。推动政务服务向移动端延伸，让市场主体和群众享受更加便捷、高效的在线服务。通过“多测合一”平台，实现工程建设项目审批中的测绘服务全程网办，减少重复测绘，提高审

批效率。同时，积极推广电子证照的应用，促进跨地域、跨部门电子证照的互认互信。

二是完善线下服务，提供规范、高效、便利的政务服务。不断完善政务服务大厅窗口标准化建设和管理，实现“一窗受理、集成服务、限时办结”；推行“党员帮代办”服务，由专业的窗口服务人员负责业务咨询、跟踪项目审批进度，实现由“企业跑”向“政府跑”转变；明确适用容缺受理的审批服务事项及材料，制定容缺受理事项清单，

优化办事指南，提高审批效率。

三是简化审批流程，提升审批效率和服务水平。通过推动国土空间规划“一张图”建设，实现了规划信息的共享和协同，从根本上解决了规划矛盾冲突问题。同时，强化测绘成果在验收、登记等环节的共享应用，避免了重复测绘，减轻了企业负担。此外，区域评估工作的加快推进和成果应用范围的扩大，也为企业节省了大量资金和时间成本。☑（息县自然资源局 郝军见 马晓雨）

山东实现“一村一图”全覆盖

◎ 李振青

一版览全省，一村一画像。5月7日，山东省自然资源厅和聊城市政府联合召开山东省“一村一图”工程数据发布会，发布了山东省“一村一图”影像本底，覆盖全省79655个行政村、15.8万平方千米，其遥感影像分辨率可达0.2米。这标志着，山东省实现了全省“一村一图”全覆盖。

乡村振兴，规划要先行，编制规划的依据则是以地图为代表的时空信息。“一村一图”就是用最新的影像图制作的底图、底数、底板。为持续强化测绘地理信息数据要素保障，山东省自然资源厅紧抓遥感影像这一测绘地理信息工作的龙头环节，在2米分辨率卫星影像全省一月一覆盖的基础上，实现0.5米分辨率卫星影像季度覆盖，更好地满足全省对测绘地理信息数据资源的需求。

据介绍，2021年至2023年，山东利用3年时间完成全省0.2米分辨率航空遥感影像数据全覆盖；通过项目统筹、技术统筹不断强化对市县测绘地理信息工作支持，部分市已实现0.1米分辨率航空遥感影像全域覆盖，在节约利用财政经费基础上，提升了全省各级影像数据的分辨率，精细展现行政区域的地貌现状。同时，山东省自然资源厅会同省大数据局出台了《山东省地理空间数据管理办法》，明确了全省遥感影像统筹获取和共享利用职责。

按照山东省委、省政府的部署要求，山东充分发挥测绘地理信息大数据优势，印发了《强化测绘地

理信息技术保障服务全省经济社会高质量发展项目清单（第二批）》，制作了全省行政村电子影像地图。依托省级地理信息时空大数据中心海量数据高效处理能力，山东自然资源厅规模化开展全省优于0.2米遥感影像数据成果裁切处理，自动化提取基础地理实体数据库中的图层信息和注记信息，智能化布局“一村一图”的图面内容，智慧化设计整套制图工作流程。

目前，山东省已制作完成全省近8万个行政村的全景照，数据成果以电子化存储发放，具备高分辨率、高现势性、高复用度等特点，可用于村庄规划编制、基层治理、美丽乡村建设等工作。据悉，滨州、蒙阴、费县、夏津等市县或省派第一书记、工作队，已先期申领6000余幅。

“从成效方面来看，山东省国土测绘院提供的2018、2019、2020三年的武城县影像数据成果为武城县2019年、2020年水利整治项目提供了数据支持，为武城县2019年高标准农田建设提供数据支持，而影像数据还服务于武城县政府决策。”山东省国土测绘院综合处生产科相关人员举例说。

山东省自然资源厅副厅长申胜利表示，山东省目前已构建形成多层级的遥感影像数据体系。此次发布的“一村一图”，为乡村振兴工作提供了重要的工作底图和决策依据。山东省自然资源厅将扩大测绘地理信息成果的影响力、感染力和传播力，用通俗易懂的地图语言增强基层干部群众对测绘地理信息的

认知力，将“一村一图”等打造成为山东省测绘地理信息赋能应用的又一亮丽品牌。同时，要推动“一村一图”等成果融入村庄规划、基层治理、美丽乡村建设等基层实际工作中，使“用地图展示、让数据说话”成为基层治理的新风尚，要通过应用准确、真实、客观的测绘地理信息成果提升基层科学化治理水平。

“下一步，省市县三级自然资源主管部门要强化协同、形成合力，充分发挥测绘地理信息数据和技术优势，为数字乡村建设搭建统一的时空基底，大力推进北斗、无人机、实景三维等在乡村振兴领域的应用，助推实现乡村振兴、农业农村现代化战略总目标，为山东高质量发展作出更大贡献。”申胜利说。

山东省自然资源厅将持续做好测绘地理信息数据要素供给，与各市加强协作，持续推进省级测绘地理信息服务，更新优化全省优于0.2米分辨率航空影像，打造全省乡村振兴“一村一图”服务品牌；同时推动实景三维山东建设，打造三维乡村振兴数字基底，丰富服务乡村振兴工作手段，利用北斗卫星导航定位基准站网、省级地理信息公共服务平台、无人机联动管理服务平台等服务窗口，更好地服务乡村振兴。

发布会现场，山东省自然资源厅向聊城市政府授图、向聊城市自然资源和规划局授盘，山东省国土测绘院、山东省自然资源厅国土测绘处向聊城市各县（市、区）政府授盘。☑（来源：山东省自然资源厅）

行稳方能致远 千里源自跬步

——记中核勘察党委书记、执行董事苗长伟

◎ 本刊记者 栗荣晓 通讯员 薛海林

近日，中核勘察设计研究有限公司（以下简称“中核勘察”）获得“2023年河南省地理信息产业20强”殊荣。近年来，中核勘察不断提升勘察设计能力，引领行业新发展，连续四年入围地理信息产业百强企业，相继被认定为“河南省博士后创新实践基地”“河南省首批勘察行业专精特新企业”“河南省‘瞪羚’企业”“河南省创新型中小企业”等。这些荣誉的背后，离不开一位年轻有为的“80后”领导，他就是中核勘察党委书记、执行董事——苗长伟。

自2009年参加工作以来，从技术员、主管、生产单位负责人，到经营管理部门负责人、子公司负责人，苗长伟历经多个岗位，或坚守在测绘服务阵地，或挺身于科技攻关前沿，或奋战在市场开拓一线，面对一个个项目、一次次困难，他不断夯实价值的底盘、精神的基座，带领中核勘察全体员工创新拼搏，锐意进取，取得一个个成绩。

破解难题，深化改革

苗长伟深知“以专业塑品质，以品牌赢市场”的重要性。他积极创新工作思路，把握市场发展信息，牢牢掌握市场主动权，带领中核勘察不断实现省内版图再延展、省外市场再突破、业务拓展再深化的良好发展态势，打造出一张亮闪闪的



“测绘服务金名片”。

扩大服务范围才能补链强链。“要充分面对市场，就要纵向延伸产业链，横向扩大服务领域，实现多元化发展。”苗长伟始终保持对行业敏锐的洞察力，为公司科学发展寻找新的增长点，大力推动资质体系的“提质”和“扩面”。

2021年，中核勘察成功在霞浦等3个核电项目拓展了水下地形测量业务，成为集团首家具备涉核项目海洋测绘能力的单位。2022年，成功获批测绘资质中含量最高的“大地测量”甲级子项，成为国内为数不多、河南省唯一的测绘八甲单位。2023年，中核勘察又成功取得“互联网地图服务”乙级资质，为开拓互联网地图市场服务迈出坚实的一步；这一年，工程检

测服务项目第一次突破检测领域单项合同额千万元大关……

巩固阵地才能拓展新市场。在现有市场基础上，苗长伟提出以提升服务质量为宗旨，积极履行主业之上有主责的原则，带领团队按时完成各项重大工程项目，高质量、高标准提交数据成果。

与此同时，苗长伟审时度势，坚决打破现有舒适区，锚定新能源发展趋势，不断寻找“蓝海市场”。近年来，中核勘察在风电和光伏前期测图及运营期监测领域取得了新突破，签订新能源类项目20余个。此外，中核勘察在海洋测绘领域不断发力，积极与国内海事部门、航道管理部门、中海油等企事业单位签署战略合作协议，使海洋测绘业务逐步成为公司新的业务增长点。

勇担重任，守正创新

不日新者必自退。苗长伟积极向实力强劲的行业单位“取经”，学习先进的管理经验，三年来开展对外交流活动30余次；同时，不断拓宽高校合作领域，先后与郑州大学、华北水利水电大学、东华理工大学、信阳学院等高校建立合作关系，围绕当前国家测绘行业发展趋势、精密工程测量、北斗导航技术应用及科技前沿进行探索。

“遥感技术的应用促进了新时代测绘事业的发展。遥感卫星就像天上的眼睛，让人们对地面上的一切了然于胸。”苗长伟介绍，他率领公司科研团队聚焦大气细颗粒物立体监测与应用领域，攻克了动态数据实时传输、大气细颗粒物浓度精确反演估算、灰霾微尺度溯源等重点难题，构建了高时相、高精度大气细颗粒物反演和估算方法，研发出一套具有自主知识产权的大气细颗粒物动态协同监测综合系统。功夫不负有心人，大气细颗粒物立体监测关键技术与应用成果整体达到国际先进水平，并荣获2023年全国地理信息科技进步奖二等奖。

中核勘察一直致力于信息化发展和新技术应用，2021年至2022年，在承担的田湾工程项目建设中引入多波束水下地形测量技术，采取广角度发射和多信道定向接收，获得水下高密度条幅式海底地形数据，突破了传统单波束测深技术的局限，大大提高了海底地形勘测的精度、分辨率和工作效率，实现了测深技术史上的一次革命性突破；在合肥离子医学中心国产质子治疗系统医疗验证基地建筑微变形监控工程项目中，首次应用了激光跟踪仪，使微米级的测绘精度首次应用到中国核工业集团的项目建设中。

同时，在各核工程项目推广应用智能化监测方法探索上，苗长伟带领研发团队完成了“CNISDR在线监测云平台研发”“基于多源空间数据融合技术的数字孪生渲染引擎研发”等科研项目，尤其是中核勘察自主研发的低空机载LiDAR地表信息获取系统、智能化全息测绘、CNISDR在线监测云平台等，填补了核电勘察监测领域空白。

苗长伟在理论与实践之间找到了有机结合点，先后主导和参与的研发项目获7项发明专利、8项实用新型专利授权，11项科技进步奖；苗长伟本人连续多年被行业协会评为先进科技工作者，入选首批工程建设科技创新青年拔尖人才和郑州市重点产业急需紧缺人才名录，入选河南省自然资源厅测绘地理信息专家、河南省住房和城乡建设行业行政审批评审专业人员、河南省国防工业建设工程专家。

以人为本，幸福勘察

长期以来，苗长伟始终视员工为亲人。“企业不仅是工作的场所，更应成为职工温暖的港湾。每念及此，我便深感责任重大，有很多做不完的事儿。”苗长伟始终坚持“以人为本”的管理原则，创造性提出“幸福勘察”理念，致力于将企业打造成为一个幸福大家庭。

在员工眼中，苗长伟不仅是一位亲力和极强的领导，更是一位愿意倾听员工声音、细心发现员工需求的引路人。对于员工在衣食住行、工作环境等方面提出的诉求，他积极作为，对外努力改善员工野外工作生活条件，对内开办员工餐厅、生活小超市，建设员工活动室，改造内部停车场，并特别打造了温馨的“母婴室”。此外，他还组织策

划了各类群团活动，丰富员工的业余生活……在苗长伟的关怀与努力下，如今员工的办公与生活环境得到了极大改善。

随着中核勘察事业发展进入快车道，苗长伟一方面把青年员工培养作为公司的“一号工程”，积极引入和培育高端人才，将研究生以上人才占比提升至24.56%；另一方面，不断在人才培养方面做“加法”，积极施行薪酬改革制度、开展“墩苗”“育苗”培育计划、实施竞聘上岗选拔、兑现各类专项奖励，充分调动员工的积极性和主动性。

不栽梧桐树，何引凤凰来？为尽快给中核勘察事业转型发展引入“智慧大脑”，苗长伟还积极推动搭建高层次平台。2023年，中核勘察成功获批建设河南省、郑州市博士后创新实践基地。同年9月，受CSC国家基金委资助，刚从加拿大Western university Ontario高校交流回国的博士郑铮接到了“橄榄枝”，在面试会上，苗长伟现场承诺：“你只要带着技术来，剩下的所有问题，我们来解决。”如今，中核勘察已经引进两名像郑铮这样的博士人才。

“苗书记给年轻人创造了很多机会，将一些探索性工作交给我们去做，很有成就感。”“跟着苗书记干，有干劲、有奔头，心里特别踏实。”这是员工们对苗长伟的评价。苗长伟就像一块巨大的磁铁，以强大的磁场和无形的人格魅力，吸引着大家共同建功立业。

行稳方能致远，千里源自跬步。谈及未来，苗长伟信心满满、干劲十足，“作为核工业的一份子，我时刻准备着为公司高质量发展贡献自己的智慧，在谱写中原更加出彩的绚丽篇章中贡献测绘力量”。

充分挖掘数据要素潜力 加强测绘地理信息高质量供给

○ 王维

党的二十大报告中明确提出“加快建设数字中国”“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合”。而近年来，数字中国、数字经济、数据要素等关键词多次出现在政府文件中。2018年8月，《数字经济发展战略纲要》的发布标志着首个国家层面的数字经济整体战略落地。2020年4月，《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》确立了数据作为第五个生产要素的根本地位。2022年1月，《“十四五”数字经济发展规划》为数字经济的发展确立指导思想，明确了发展目标和重点任务。2023年2月27日，中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，提出了数字中国建设的整体框架，为中国中长期数字化建设和发展指明方向。由此可以看出，数据资源已经成为数字中国建设的核心要素，数字化驱动也成为经济社会高质量发展的强大动力。

数据本身和数字化驱动缘何有如此效用，竟成为加速我国经济社会高质量发展的关键一环？事实上，数据是对客观世界状态的一种记录，通过数据的聚集可以对客观世界的动态变化进行描述，不同的聚合规模决定了不同的状态呈现，不同的聚合方式催生出不同的描述角度。因此，随着我们对数据本身认识的不断深入，数据早已摆脱数

据库组分的简单定位，而逐渐成为具有海量规模、多样化结构、高速增长等特征并蕴含高经济价值的，被看作是一种与劳动、资本、土地、知识、技术、管理等生产要素并列的新型生产要素。2022年12月中共中央、国务院印发的《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》中对数据这一新型生产要素进行了重新定义，它是数字化、网络化、智能化的基础，已快速融入生产、分配、流通、消费和社会服务管理等各环节，深刻改变着生产方式、生活方式和社会治理方式。

为此，根据数据化驱动模式对于数据本身规模、质量的基本要求，进一步明确测绘地理信息的数据要素定位，并以建设基础设施、丰富资源供给、拓展应用场景为重要抓手，充分挖掘测绘地理信息作为数据生产要素的巨大潜力，加强产品和服务的高质量供给，将是推动测绘地理信息更好地服务和支撑国家建设数字经济、数字社会、数字政府的整体战略，以及为自然资源管理和国土空间治理提供精准可靠的时空数据要素保障的必由之路。

一、测绘地理信息由数据资源向数据要素转化的意义

（一）测绘地理信息作为数据要素的重新定位

由于测绘地理信息传统的生产

流程和应用模式均是围绕“地图”这一核心概念延展的，而无论是更早时期的纸质地图还是经过数字化的地图衍生产品，最主要的功能和价值就是直观呈现空间位置信息和表达空间位置关系，因此，测绘地理信息以往常被简单地定义为一种数据资源，其聚合而成的各种形式的数据集合则作为各类时空数据库的基础组成部分。但随着测绘地理信息与人工智能、大数据、现代通信技术等不断跨界融合，其相关成果和服务已经不限于4D产品、测绘基准和基本地图等，在供给端和需求端之间点对点的生产和应用模式也在发生转变。与之相对应的，测绘地理信息在各类数据之间发挥的“纽带”作用则越来越凸显。

与传统生产要素相比，数据要素一般在配置资源方面具有明显优势。而测绘地理信息除了具备一般数据可重复使用、非排他性等特征，还具有渗透性强、带动性大、耦合作用显著等优势，对其他生产要素具有放大、叠加、倍增作用。其与高新信息技术融合集成后形成的产品和服务可以全方位赋能实体经济，在实现数字产业化的同时，推动传统产业实现产业数字化，提升全要素生产率。因此，以潜在应用价值和资源配置效率作为重要衡量标准，测绘地理信息已经成为支撑和保障经济社会高质量发展的重

要素数据要素。

(二) 测绘地理信息作为数据要素的价值释放

2022年2月，自然资源部办公厅印发的《关于全面推进实景三维中国建设的通知》提出，“实景三维作为真实、立体、时序化反映人类生产、生活和生态空间的时空信息，是国家重要的新型基础设施……为数字中国提供统一的空间定位框架和分析基础，是数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素。”《数字中国建设整体布局规划》则明确将推进实景三维中国建设、大力推进北斗规模应用作为夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”，推进数字技术与经济、政治、文化、社会、生态文明建设“五位一体”深度融合的重要举措。这一系列政策文件的内容表述进一步阐明了以位置数据和三维地理信息数据为代表的测绘地理信息数据的获取和应用对于推动经济社会高质量发展的巨大价值。

为准确理解和把握习近平总书记关于“当前，全球数字化发展日益加快，时空信息、定位导航服务成为重要的新型基础设施”这一论述的精神实质，以及深入贯彻落实国家围绕数字中国建设做出的构建新发展格局、推动高质量发展的具体战略部署，需要加强测绘地理信息高质量供给，最大程度地发挥测绘地理信息作为数据生产要素的价值。这就意味着，在进一步加强测绘地理信息数据资源建设，努力提升数据资源规模和质量，不断激活测绘地理信息数据潜能，有效释放其在定义空间位置和表达空间关系方面核心价值的同时，要以实现“为数字中国提供统一的空间定位框架和分析基础”为目标，推进现代测

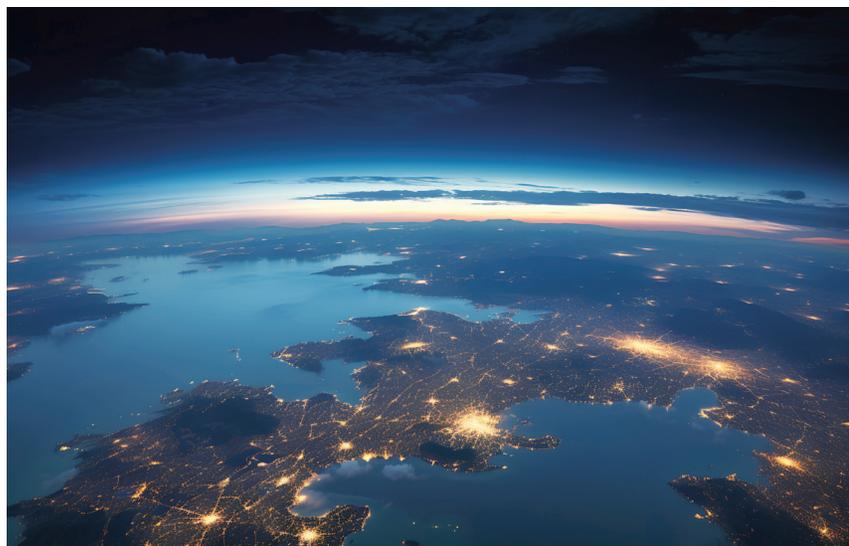
绘基准、实景三维中国、智慧城市时空大数据平台建设，构建国家统一的时空信息基础设施，全面赋能经济社会发展。

二、测绘地理信息高质量供给的内容和路径

目前，测绘地理信息相关产品和服务已经发展成为由航空航天遥感技术、卫星导航定位技术和新一代信息技术共同驱动，用以提升国家空间治理整体能力的重要抓手。尤其是以大数据、人工智能、虚拟现实（VR）、云计算为代表的新兴信息技术，为测绘地理信息获取与处理、海量数据管理与服务提供了新的技术推动力。鉴于此，加快建设以新一代大地基准、测绘地理信息人工智能知识库、遥感影像智能解译样本库、智慧城市时空大数据平台等为代表的新型信息基础设施，丰富测绘地理信息数据资源，拓展测绘地理信息应用场景，将极大地加强测绘地理信息的高质量供给，从而促使数据消费应用端得到不断深化和拓展，催生新的产业形态和服务模式。

第一，加快推进测绘地理信息

新型信息基础设施建设。一是在北斗导航定位芯片技术攻关获得重大突破，全国卫星导航定位基准服务系统已经基本实现向全社会提供厘米级实时导航定位服务的基础上，围绕北斗三号全球卫星导航系统，全面构建新一代大地基准，面向自然资源管理和国土空间治理精细化、立体化等要求，提供统一的空间定位参考框架，将存量基础地理信息数据库所具备的国土空间二维平面定位框架功能，扩充为国土空间三维立体定位框架功能，并进一步提高其应用便捷性。二是加快测绘地理信息人工智能知识库建设，构建以知识为引导、算法为基础的混合型智能计算范式，实现对海量空间地理数据的表达推理和未来发展趋势预测，智能化解决复杂的现实问题，为全方位促进人工智能与空间信息技术的深度融合应用奠定坚实基础。三是建立全国遥感影像智能解译样本库，提升基于多源调查与监测成果的自然资源全要素信息快速提取与智能解译能力。结合新型基础测绘对各类地理实体“只测一次”的发展要求，针对不同类别、不同区域的地理实体特点，建



立涵盖不同数据类型、不同波段、不同尺度的地理实体识别解译样本,同时建立样本标准化存储、索引与管理规则,形成开源共享的语义化地理实体识别解译样本库。四是加快构建具备数据服务、接口服务、功能服务、计算存储服务、知识服务能力的智慧城市时空大数据平台,在推进基础时空数据向实景三维数据升级的同时,促进基础时空数据、公共专题数据、物联网实时感知数据、互联网在线抓取数据等的融合应用。

第二,着力提升测绘地理信息及相关数据资源的获取和运用能力。一是在进一步强化“空天地海”一体化测绘地理信息数据采集能力的同时,不断丰富高精度、高效率、自动化、海量数据信息的采集手段,并全方位融合融入经济社会各领域、生产—流通—消费全过程的测绘地理信息数据资源,逐步构建起具备规模大、种类多、现势性好、空间覆盖面大、空间分辨率高等特点的测绘地理信息数据资源集。二是不断加强大数据、人工智能等相关学科领域与测绘地理信息领域的技术融合创新,以技术创新推动数据实践应用,不断促进包含手机信令数据、通讯基站数据、智能交通轨迹等在内的各类结构化、非结构化的多源数据与测绘地理信息数据的集成应用,使测绘地理信息在各类数据间扮演好“核心要素”和“中间人”角色,使以测绘地理信息相关技术为基础支撑的系统、平台更多地承担和拓展各类信息载体和服务窗口的作用。

第三,努力拓展测绘地理信息数据应用场景。一是围绕5G基站、特高压、新能源汽车充电桩、大数据中心、工业互联网、智慧能源系

统等新型基础设施建设,以及综合交通枢纽和物流网络、城市群和都市圈轨道交通网、全国干线油气管道、水利基础设施等传统基础设施建设的需要,充分发挥测绘地理信息在智能化可视化空间规划、空间布局、空间分析与管理等方面的应用优势,为数字中国建设打造统一的时空基底。二是围绕提升国家治理体系和治理能力现代化的需要,加快推进实景三维中国建设,加强遥感影像变化监测技术创新,推动基于北斗的GNSS接收机、定位芯片等导航定位装备的产业化应用,强化基于位置的虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术应用,充分发挥高精度地理信息数据及相关技术在支撑环境治理、促进精细化管理等方面的基础保障作用,为保障国家粮食安全、推进新型城镇化建设、加快乡村振兴等提供强有力的技术支撑。三是加快建立健全以无人测绘、地理信息大数据等高新技术为支撑的测绘地理信息应急保障体系,不断提升采集、分析大数据及辅助决策的能力。四是通过测绘地理信息与5G、物联网、人工智能、大数据等高新信息技术的深度融合,促进基于三维地理信息和位置数据的新产品、新服务不断涌现,全方位、全角度、全链条地赋能农业、制造业和运输业等传统产业,加快产业数字化进程,提升全要素生产率,通过数字经济惠及大众。

三、加强测绘地理信息高质量供给的保障举措

(一) 强化创新支撑

面向测绘地理信息工程建设和成果应用的技术需求,以跨界融合、泛在感知、智能自主、精准服务为基本特征,加强测绘地理信息基础

理论和技术自主创新。包括实景三维、地下水探测、数据库建设、质量控制等理论研究,关键核心技术攻关和重大装备研发,测绘地理信息技术与5G、人工智能、大数据、云计算等高新技术的融合应用创新,卫星导航定位、位置智能感知、实景三维建模与地理信息安全防控技术等方面的原始创新。

(二) 统筹安全发展

围绕测绘地理信息在获取、处理、流通和应用全流程的高效防护,进一步修订完善测绘地理信息法律法规和政策,从被动“遇见”向主动“预见”转变。建立测绘地理信息数据分级分类保护制度,明确各类测绘地理信息数据应用场景,加大脱密测绘地理信息产品供给。积极推动数字水印、安全控制和国产密码等技术的合理融合应用,形成对涉密测绘地理信息保管、提供、使用全流程、全覆盖的可信分发、可控使用和过程溯源技术体系。

(三) 加强统筹协调

与时俱进地调整国家与地方工作分工,按照“只测一次、多级复用”的原则,强化国、省、市、县各级间的工作和资源统筹,尽量避免出现对测绘地理信息资源获取的重复投入、重复开展。建立健全和严格执行信息共享制度,畅通信息共享渠道,避免“信息孤岛”出现。调整测绘地理信息相关规划、年度计划编制方式,增强规划、计划执行的刚性约束,确保测绘地理信息的重点任务和重大工程高效落地。对计划指标体系内容和表现形式进行优化,使实景三维中国建设、地理实体数据库建设与更新等更能体现测绘地理信息高质量供给的指标内容得到充分体现。☑(作者单位:自然资源部测绘发展研究中心)

重要生态空间人类活动变化智能识别

刘学俊¹ 贺伟²

(1. 山东省国土测绘院, 山东 济南 250013; 2. 青岛旭联工程建设有限公司, 山东 青岛 266000)

摘要: 重要生态空间人类活动变化信息提取, 对生态环境保护有重要意义。通过研发人工智能高精度变化检测技术, 建立了基于计算机自动提取与人机交互质检相结合的解译工作模式, 实现建筑物、推填土、道路等重点地物目标和变化图斑的自动提取, 解决了单一技术方法区域适配性低、精度差等问题, 提升了人类活动自动识别精度水平, 可为相关业务提供高精度、自动化识别手段。

关键词: 人类活动; 变化检测; 自动提取; 生态空间

1 研究背景

空间生态人类活动变化信息提取, 是保护生态环境的重要技术支撑。近年来, 随着监测技术的提升, 变化信息提取由之前的人工提取发展到现今的基于人工智能技术自动提取^[1]。然而, 人工智能变化检测算法仍存在检测技术精度低、类型识别不准等问题。为解决监测精度问题, 通过建立大样本库, 融合生态学、地理学背景知识, 针对性开展基于半监督分类、多波段数据联合学习和知识迁移跨域的变化检测算法模型研究, 强化影像对比信息特征提取能力, 提高算法模型在不同影像数据源之间的泛化性和识别精度, 从而实现重要生态空间人类干扰活动变化的自动化、高精度提取^[2,3]。

2 关键技术

针对当前人类干扰活动遥感自动变化检测技术精度低、类型识别不准等问题, 通过建立覆盖典型人类干扰活动目标类型的大样本库, 融合生态学、地理学、遥感和GIS等背景知识和方法, 开展人类活动高精度变化检测算法和人类活动类型精准识别技术研究。

2.1 技术路线

(1) 人类活动高精度变化检测算法模型研究

针对当前重要生态空间人类活动干扰二级分类变化识别正确率低、精确率低等问题, 开展基于多源高分辨率国产卫星的弱监督训练、多波段数据联合学习和知识迁移跨域的变化检测算法模型研究, 强化影像对比信息特征提取能力与细小变化的发现能力。结合人类活动变化检测样本库, 基于孪生MaskFormer卷积神经网络开展人类活动变化检测算法模型训练, 提高

算法模型在不同影像数据源之间的泛化性以及人类活动变化检测模型的提取精度。

(2) 人类活动类型精准识别算法模型研究

结合轻量级网络MobileNet, 构建面向多任务学习的多分支变化检测技术框架, 基于变化检测精细样本标注数据, 设计基于二分类变化提取+图斑场景分类两阶段方案, 开展变化图斑属性识别任务, 以及基于层次标签的级联变化检测方法、尾部分布的CUTMIX数据增强方法研究, 改善数据“长尾”特性带来的算法模型对于类型识别精度低的问题, 进而实现监测区域采石挖沙、采矿、工业、交通和能源开发等不同人类干扰活动变化图斑类型属性的精准识别。

2.2 原理方法

人类活动类型精准识别模型使用MobileNet这类轻量级卷积网络, 在保证模型准确率的前提下降低模型大小, 有效提升模型推理速度。由于其参数量小, 网络能适用于各种真实的应用场景, 将MobileNet中的普通卷积换成深度可分离卷积, 并引入超参数形式确保网络可以灵活调整模型大小。与标准卷积不同, 深度可分离卷积可分解为深度卷积和点卷积两个操作。深度卷积首先将特征图在通道维度进行分解, 并对每一个单独的通道特征进行卷积操作。而点卷积通过将卷积核大小设为1, 保证特征图大小不变, 进而对特征图进行升维和降维。相较于标准卷积方式, 深度可分离卷积能够有效减少卷积操作的计算量和参数量, 大大减小了网络的推理延迟, 加快模型预测速度。

结合轻量级网络MobileNet, 研究设计了基于二分类变化提取+图斑场景分类方案, 开展变化图斑属性识别任务。人类干扰活动多分类变化检测技术流程

作者简介: 刘学俊(1972—)男, 汉族, 本科, 高级工程师, 研究方向: 信息获取在地理信息中的应用。

如图 1 所示。

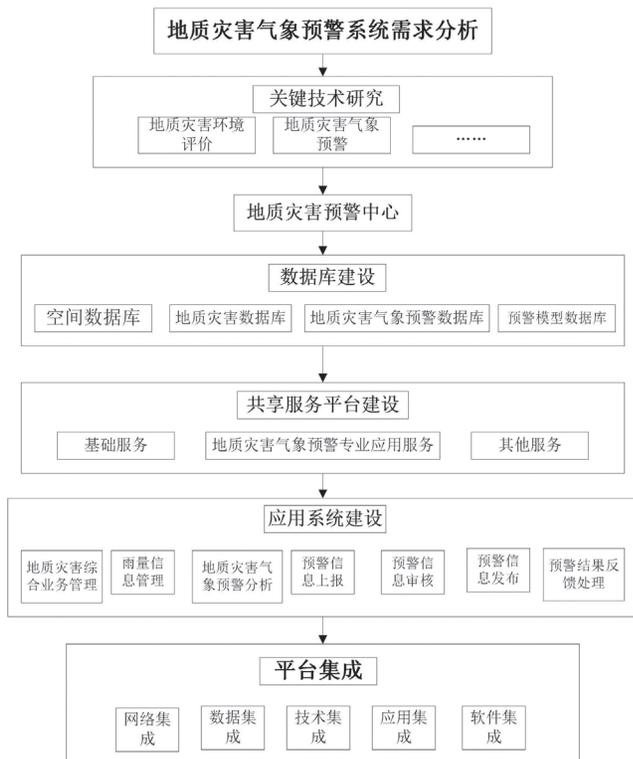


图1 多分类变化检测技术流程

场景分类样本制作：影像分辨率为 1~2 米，影像小片尺寸为 256×256 个像元。制作样本类别包括矿石开采、尾矿库、居民地、水电站 / 大坝、风机、火电厂、光伏、机场、铁路、道路（硬化 / 其他）、沟渠、大棚。基于上述场景分类样本训练 MobileNet 场景分类模型，实现场景（切片）分类任务。然后将场景分类预测模块与二分类变化检测模块进行集成，实现变化图斑提取与变化属性分类任务。MobileNet 场景分类模型如图 2 所示。

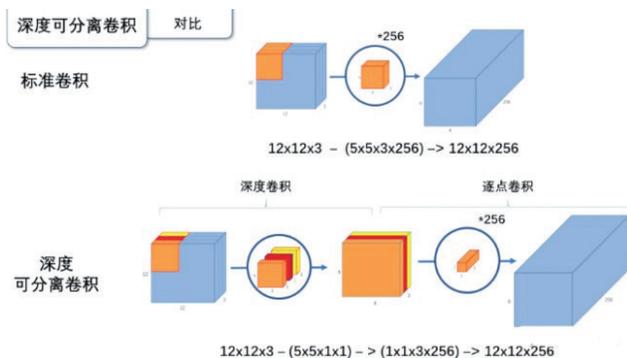


图2 MobileNet场景分类模型

模型具体部署技术实现细节如下：

(1) 部署环境：基于 EXE 可执行文件或 docker 容器部署，面向硬件驱动以及算法依赖封装所有环境和

推理代码，并以文件形式保存环境为镜像，镜像可以迁移到任意硬件适配机器，实现快速部署；

(2) 测试数据归一化：针对测试数据分布，使用测试数据统计结果归一化，提升模型泛化能力；

(3) 测试数据增强：针对测试影像数据进行多种变换，分别预测变化结果，再基于多个数据结果共同决策；

(4) 多模型集成：基于多个高精度变化检测模型预测同一批数据，再基于多个模型结果共同决策；

(5) 遥感大图预测：设计变化检测大图推理策略，分块读写数据，减少内存和硬盘开销；

(6) 分布式预测：采用 pytorch 分布式接口，实现基于多 GPU 多进程的并行预测；

(7) 基于 TensorRT 推理加速：使用英伟达官方模型推理加速工具，将模型转换到 TensorRT 格式并预测，提升在 GPU 下的推理速度。

3 模型研究与验证

高精度自动变化检测技术基于构建的深度卷积神经网络模型，采用 UNet++ 结构，选择 ResNet50-D 骨干网络设计人类活动识别模型，对前后期输入影像分别进行特征提取，再进行多尺度拼接，形成人类活动识别网络模型，ResNet50-D 骨干网络模型概念如图 3 所示。将样本数据集输入人类活动识别模型，通过选择损失函数、设置学习率、迭代步长、轮数、训练终止策略等训练参数进行迭代训练，训练结束后得到人类活动识别模型，并基于深度学习算法得到人类活动图斑结果。同时，基于同一类别的地理国情数据，对分割后的影像块进行聚类分析，异常图斑偏离在类中心之外，根据相似性分析得到典型特征，依据四分位间距法得到全样本的变化图斑。然后采用技术融合方式进行图斑融合，得到最终变化检测成果。

基于上述策略，研发构建重要生态空间典型人类活动高精度快速变化检测技术，实现采石挖沙、采矿、工业、交通和能源开发等典型人类活动的高精度快速变化检测能力，自动变化检测识别率达 90%，漏判率不高于 10%，自动识别总体准确率为 65%，最终提取精度可达 90%~95%，生态破坏问题主动监测人力和时间成本节约 60% 以上。

3.1 模型研究与布设

当前已将人类活动高精度变化检测和类型精准识别模型部署至中心内网服务器，并开展模型的初期测

试应用。在具体变化检测模型封装层面，面向硬件驱动以及算法依赖封装所有环境和推理代码，并以文件形式保存环境为镜像，实现快速部署。

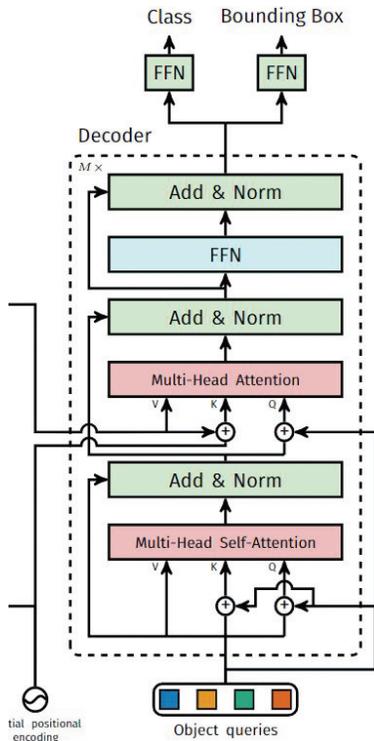


图3 ResNet50-D骨干网络模型概念

3.2 模型精度验证

(1) 模型精度验证

应用上述模型开展淮河流域人类干扰识别变化检测应用，基于淮河流域的识别结果开展模型精度验证，监测效果如表 1 所示。

表1 二分类技术成果完成情况

指标内容	完成值
针对生态保护红线、自然保护区等重要生态空间典型人类干扰活动的自动变化检测识别率	识别率为89.6%
针对生态保护红线、自然保护区等重要生态空间典型人类干扰活动的自动变化检测漏检率（2米分辨率影像，大于100平方米变化图斑）	漏检率为10.4%
综合作业效率	比人工解译提升三倍 (通过GPU硬件加速人工微调)

试验项目人工标注的真实变化区域覆盖面积为 26.17 平方公里，标注真值图斑即真实变化区域图斑数量有 2144 个。提出的二分类模型预测图斑即模型检测变化区域图斑数量为 4824 个，覆盖面积 26.73 平方公里。人工标注图斑与模型预测图像相交数量为 1921 个，变化检测模型自动变化检测识别率达 89.6%，漏

检率 10.4%。淮河流域变化检测结果如图 4 所示，结果显示：模型对于较小区域的变化区域有很强的识别能力，能够有效检测出人工漏检区域。对于难以区分区域，模型也有较好的识别能力。在 GPU 硬件加速情况下，实测综合作业效率（算法模型自动解译+人工对结果微调）比纯人工解译速率提升了 3 倍左右，能够更智能、更高效、更精准地完成遥感影像变化区域的自动提取。

从传统深度学习的评价指标考虑，选择 F1 分数作为模型测试结果的评价指标。F1 分数指标经常用于对深度学习模型算法精度进行评价，F1 值越高，深度学习模型精度越高，表征漏检率较低和识别率较高。经过验证，模型的 F1 值达 80.67%，其中识别率 0.8248，正确率 0.7903。F1 值达到 80% 左右，说明模型的提取结果综合考虑了识别率和正确率，这意味着模型不仅能够提取研究区的大部分变化区域，且提取的都是准确的变化区域，有效减少了变化区域提取的漏检和误检现象。



图4 淮河流域变化检测结果

(2) 异地泛化能力验证

模型异地验证选用的精度指标分别为真值图斑总数、正确预测图斑数、漏判率，其中真值图斑总数为实际情况中真实变化的图斑总数，正确预测图斑数是

(下转第 33 页)

基于露营地兴趣点的违法占用耕地监测方法应用探索

陈 祯

(福建省测绘院, 福建 福州 350002)

摘 要: 土地卫片执法是监测和查处违法用地行为的重要工作思路, 为了多角度、全方位地监测违法占用耕地行为, 在卫片监测基础上创新和补充监测手段是极为必要的。首先挖掘露营地建设中的盲目用地问题, 提出以露营地为监测切入点, 借助互联网大数据优势, 基于卫片执法思路排查发现违法占用耕地行为的方法。通过福建省5个地市的工作实践, 验证本方法的可行性和有效性。

关键词: 土地卫片执法; 互联网大数据; 露营地; 违法占用耕地

1 引言

土地是经济社会发展的重要物质基础和稳增长的重要资源要素。近年来, 随着我国经济持续增长和城市化进程迅猛推进, 土地资源开发利用日趋增多, 违法用地尤其是占用耕地的案件呈“井喷式”增长, 国家粮食安全的根基受到威胁^[1,2]。自然资源主管部门通过加强宣传教育、建立监督机制、出台法律法规、建立举报机制等一系列措施严厉打击违法占用耕地行为。土地卫片执法^[3,4]是近十年查处违法用地的重要工作思路, 是通过不同时相卫星遥感影像监测土地利用变化, 有效发现特定时段的新增违法用地, 但由于影像覆盖周期、影像质量等问题, 仍然会存在漏监测问题。为了多角度、全方位地监测违法占用耕地行为, 在卫片监测基础上创新和补充监测手段极为必要。本文挖掘了时兴的露营地建设中的盲目用地问题, 借助互联网大数据优势获取露营地位置等信息, 结合卫片监测的影像库和自然资源调查监测数据, 排查发现违法占用耕地情况, 以扩大监测面、减少遗漏, 提升行政执法效能, 落实最严格的耕地保护制度。

2 野外露营地与违法占用耕地的联系

露营地是具有一定自然风光, 且可供人们使用自备露营设施如帐篷、房车或营地租借的帐篷、小木屋、移动别墅、房车等进行户外活动, 占有一定面积的娱乐休闲空间^[5]。根据所处环境不同, 露营地可分为以下六种类型: 山地型、海岛型、湖畔型、海滨型、森林型、乡村型^[6]。由此可见, 露营地的选址亲近大自然, 从营地类型及其实际建设场景发现, 露营地一般

搭建在城市公园内部、乡村的耕地或水域附近、森林、海岸边等地方, 其中建设在乡村耕地或水域附近、森林里的营地, 处在用地的敏感地带。

随着近几年人们对户外娱乐休闲需求的提升, 野外露营活动备受青睐, 露营行业市场规模逐年增加^[7]。但由于投资或经营者克扣用地成本、规避土地申请手续等投机取巧心理, 以及对土地利用知识的欠缺, 建设营地时容易出现违法用地情况, 存在完全占用和超出用地审批范围而部分占用两种情形。这种行为在自然资源部通报的重大典型违法违规用地案例和各级地方政府自然资源主管部门监督发现的案例中占有一定比例^[8]。鉴于此, 可以将露营地作为违法占用耕地监测的重点排查对象。另外, 由于露营地这类户外旅游信息在互联网上广泛普及, 包含文字描述、图片、视频等多样化形式, 易于抓取搜集和辨别环境特征。因此, 依托互联网大数据优势^[9], 基于野外露营地兴趣点的违法占用耕地监测方法极具可行性。

3 结合野外露营地与卫片执法的违法占用耕地监测方法

鉴于野外露营地建设中存在的违法用地风险高、频次高, 将露营地作为监测切入对象, 借助互联网大数据优势搜集露营地信息, 基于卫片执法的数据基础和工作思路排查违法占用耕地行为, 是本文的探索重点。土地卫片执法是利用卫星遥感技术获取遥感影像, 通过对同一区域前后时相的遥感影像进行比对^[10], 获取土地、矿产利用变化情况(变化图斑), 然后套合永久基本农田、规划、审批等业务数据发现疑似违法

作者简介: 陈祯(1967—), 男, 汉族, 大专学历, 工程师, 主要从事基础地理信息研究。

图斑，并经实地核查，发现和查处违法用地和违法开矿行为^[2]。结合野外露营地与卫片执法的违法占用耕地监测方法，利用卫片执法的影像、业务数据优势，将在网络上获取的“可疑”露营地位置，在影像上定位与判读，套合业务数据进行叠加分析，确定疑似违法占用耕地的位置和范围，最后融入卫片执法的正常工作流程。本文设计的监测技术路线如图1所示。

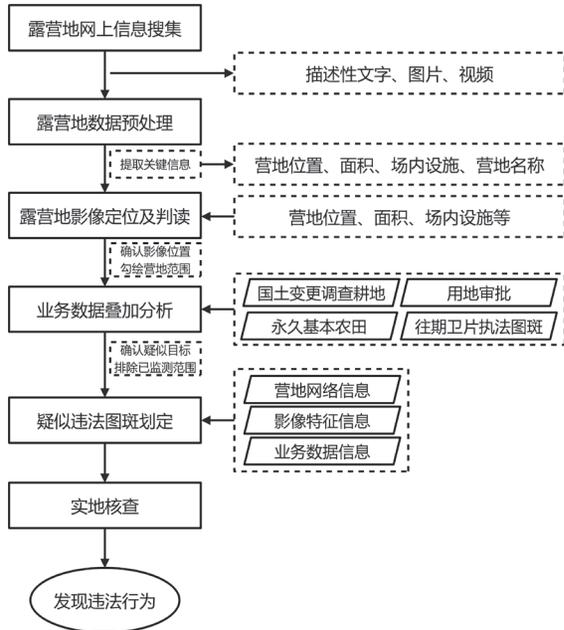


图1 技术流程

(1) 露营地网上信息搜集：利用网络爬虫技术在互联网上抓取以监测区为限定、“露营地”为主题的网页数据。

(2) 露营地数据预处理：人工对抓取的露营地数据进行初筛，剔除公园内、海岸边等明显合理合法的露营地场所；对初筛后的露营地信息进行提取和整理，主要提取反映营地位置、营地场内设施等关键描述性信息、图片和视频，整理成库数据表和文件夹格式。

(3) 露营地影像定位及判读：根据营地位置信息在卫片执法影像库中检索相关影像，并根据营地的特征信息在影像上进行位置定位和范围判读。

(4) 业务数据叠加分析：叠加国土变更调查耕地、永久基本农田、用地审批、往期卫片执法图斑等数据进行分析判断，确认露营地是否违法占用耕地。

(5) 疑似违法图斑划定：根据营地网络信息、影像特征及业务数据综合判定的结果，圈定疑似违法占用耕地图斑。

(6) 实地核查：下发疑似违法图斑，实地核查，发现违法行为。

4 实践案例

依托地方自然资源部门的耕地保护工作需求，基于本文所述监测方法在福建省选择5个地市开展了具体的工作实践，验证该方法的可行性和有效性。5个地市的监测区陆域面积约6.7万平方千米，其中4个地市沿海，1个地市处于内陆山区，耕地资源约910万亩，园地资源约6910万亩，林地资源约760万亩，耕地属于稀缺资源。

4.1 露营地网上信息搜集及预处理

以小红书、高德地图、百度地图、抖音等大众平台为信息来源，利用网络爬虫工具在互联网上抓取以“XX省”“XX市”为限定，以“露营地”为主题的网页数据。由于一部分露营地通过坐落位置和周边环境可以大概率判断其为合法用地，就不纳入排查，比如坐落在公园内部、海边沙滩等地的露营地。

首先对抓取到的营地数据进行初筛，剔除公园内、海岸边等明显合理合法和不在监测区范围的露营地，由此得到的营地数据是157处。对初筛后的露营地进行关键信息提取和整理。一般情况下露营地宣传网页都会包含营地的描述性导航地址或地图导航定位，营地的面积规模、场内设施等吸引游客的描述或图片，以及过往游客发布的自媒体视频，根据这些文字、图片、视频内容人工提取梳理营地坐落位置、面积、场内设施、营地名称等，这些信息不一定全都检索到，但要尽可能详尽。将信息整理记录在库数据表和文件夹，称为露营地初始库，初始数据示例如表1所示。

表1 露营地初始库数据示例

营地名称	信息来源	市	县	镇	类型	占地面积 (亩)	场内设施
黄金海岸	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	永宁镇 石狮海滩	露营地	85	草坪 桌椅 停车场
梦营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	永宁镇 宝盖镇	露营地		
花海谷	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	永宁镇	露营地	130	帐篷 草坪 桌椅 房屋
五堡哨所	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	鸿山镇	露营地	24.57	
桃花岛露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	灵秀镇 龙湖镇	露营地		
大风车露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	莆田	仙游县	大济镇 外山乡	露营地		
酷野谷路虎营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	武夷山市	市武夷街道	露营地		
茶溪谷露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	武夷山市	市星村镇	露营地	50	
兰卡野奢营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	武夷山市	市武夷街道	露营地	72.51	帐篷 草坪
山喜露营	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	建瓯市	芝山街道	露营地	20	

4.2 露营地定位及影像判读

利用 2023 年第三季度的卫片执法影像作为监测影像，根据营地的位置属性定位到相应区域影像。露营地初始库中的营地位置详尽程度不一，有的到村级，有的到乡镇级，具体位置需要人工对照初始库的照片以及场内设施等环境信息在影像上进行目测判读定位。根据特征营地主要分为野外露营地和房车营地两类，野外露营地的标志性地物包括帐篷、大块草地等，房车营地的标志性地物包括房车、停车场等。有些营地因为网上信息时效性差，而影像上已发生变化，应将这类营地从表中剔除。在定位到具体坐落后，根据初始库的面积、场内设施和影像上的地物聚集性特征，大概确认营地范围，并进行范围勾绘，具体如图 2 所示。经过这一步，营地初始库记录变更为 146 条。



(a) 野外露营地范围勾绘 (b) 房车营地范围勾绘

图2 营地范围勾绘示例

4.3 业务数据叠加分析

以影像和露营地图斑为本底，叠加国土变更调查中的耕地数据、永久基本农田数据和用地审批数据进行分析判断，确认是否有疑似违法用地，具体如图 3 所示。确认露营地存在违法用地嫌疑的基本依据是：

- (1) 若露营地图斑全部或部分落入耕地或永久基本农田范围内，但没有用地审批数据，且营地与耕地或基本农田图斑重叠面积超过 100 平方米；
- (2) 若露营地图斑全部或部分落入耕地或永久基本农田范围，有用地审批数据，但落入部分超出用地审批范围而面积超过 100 平方米。除此之外，不认为有违法用地嫌疑。叠加往期卫片执法图斑成果，当确认存在疑似违法用地的露营地图斑落在已监测图斑范围内的，不再作为本次监测对象。

4.4 疑似违法图斑划定

根据业务数据分析确认疑似违法占用耕地的营地位置和范围后，勾绘疑似违法图斑，并填写相关属性信息，包括疑似占用的土地类型、占用面积、营地名称、坐落位置等，具体如表 2 所示。图斑提取总体原则是应提尽提，所有接近或大于上图指标的疑似违法

用地均应提取，避免遗漏。该步骤确认的疑似违法用地有 102 处。对内业确定的疑似违法图斑进行外业核实，这是确认违法用地行为是否真实存在的最终依据。



图3 营地疑似违法用地情况示例

表2 疑似违法图斑属性信息示例

营地名称	信息来源	市	县	镇	类型	占用耕地面积(亩)	占用永久农面积(亩)	审批占比	经度	纬度	图斑面积(亩)
黄金海岸	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	永宁镇石狮海滩	露营地	0	0		118.7	24.68	86.94
梦营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	永宁镇宝盖镇	露营地	0.0561	1.6911	18.52%	118.7	24.7	31.79
花海谷	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	永宁镇	露营地	0	0	100%	118.7	24.73	128.77
五堡哨所	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市	鸿山镇	露营地	0	0		118.8	24.73	24.57
桃花岛露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	泉州	石狮市晋江市	灵秀镇龙湖镇	露营地	6.7073	6.2766		118.6	24.71	11.76
大风车露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	莆田	仙游县永春县	大济镇外山乡	露营地	0	0	23.73%	118.5	25.32	46.45
酷野谷路虎营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	武夷山市	市武夷街道	露营地	0	0		118	27.68	55.65
茶溪谷露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	武夷山市	星村镇	露营地	34.0388	30.6492		117.8	27.62	53.18
兰卡野奢营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	武夷山市	市武夷街道	露营地	30.2914	0	17.75%	118	27.68	72.51
山喜露营地	抖音、小红书、高德地图、百度地图	南平	建瓯市	芝山街道	露营地	8.498	0		118.3	27.08	19.22

4.5 成果分析

采取本文监测方法，内业确认了 102 个疑似违法图斑，通过外业实地核实确认违法占用耕地的营地有

14个,各阶段的数据统计如表3所示。该结果验证了基于野外露营地兴趣点排查违法占用耕地行为的可行性和有效性。

表3 不同流程阶段营地个数统计

营地类型	初始库营地数(个)	影像确认营地数(个)	疑似违法图斑数(个)	违法占用耕地营地数(个)
野外露营地	157	87	65	9
房车营地		59	37	5

5 结论与展望

基于野外露营地兴趣点对违法用地现象进行查找定位,在监测区范围内发现有102处疑似违法占用耕地图斑,说明露营地这个切入点是有价值的,在基于卫片执法严格保护耕地方面创新了工作思路;基于露营地排查到的疑似违法图斑成果对土地卫片执法监测成果形成了较好的补充。同时,这一监测思路的实践探索对于查处、打击露营地建设占用耕地违法行为能起到较好的警示作用。有待进一步思考提升的是,在获取露营地信息方面,可以拓展互联网搜集以外更权威、更全面的途径,减少人工清洗数据的工作量;在发现违法的切入点方面,可以拓展到野外露营以外的其他行业或目标,进一步拓宽卫片执法的监测面,提升土

地卫片执法的行政效能,为耕地保护和粮食安全把好关、把严关。

参考文献

- [1] 郭欣.土地执法监督中存在的问题及对策研究——以X市为例[D].太原:山西大学,2023:1-5.
- [2] 周雅雯,黎钰,江振.土地要素与宏观经济关系定量研究——以江西省为例[J].江西科学,2023,41(5):1023-1028.
- [3] 自然资源部执法局.2023年自然资源卫片执法工作解读[J].资源与环境,2023(3):18-23.
- [4] 徐贵兴,聂飞.基于ARCGIS的“两违”监管平台的研究——以昌江黎族自治县为例[J].江西科学,2022,40(4):780-782.
- [5] 周婷婷,陈芷祺,李丽.基于大数据分析的城市露营行为特征和绿地需求研究[J].广东园林,2023,45(6):60-65.
- [6] 李言.临江带状公园露营地规划设计——以肇庆市江滨公园为例[J].现代园艺,2024,47(3):128-130.
- [7] 郝邦国,蒋维,李钢,等.数字化背景下露营产业的趋势研判与发展路径[J].体育科技文献通报,2024,32(2):145-148.
- [8] 自然资源部通报31起土地违法案件[J].中国环境监察,2021(5):10.
- [9] 宋超,张树山,杨大志,等.基于“互联网+”GIS大数据的土地卫片执法探究[J].地理空间信息,2021,19(3):21-23.
- [10] 高诚鹏.基于多源高分辨率遥感影像的福清市“两违”监测[J].江西科学,2020,38(5):768-773.

(上接第29页)

模型解译成果中真实变化的图斑数量,漏判率是模型未识别出的图斑数占真值图斑总数的百分比。

在华北、西南、华东、华中、华南4大区,分别选择具有代表性的1个区域,共4个区域进行变化识别精度分析。通过自动提取模式,实现典型人类活动变化图斑准确率不低于90%的精度。此外,通过结合人机交互质检模式,可实现典型人类活动目标和变化图斑提取精度90%~95%,综合作业效率较纯人工解译方式提升了3~5倍。高精度变化检测模型异地验证统计结果如表2所示。

表2 高精度变化检测模型异地验证统计

序号	行政区划	变化图斑总数	模型监测变化图斑总数	准确率
1	河北省承德市隆化县	470	425	90.43%
2	广东省清远市连南瑶族自治县	317	289	91.67%
3	湖南省张家界市桑植县	382	347	90.84%
4	江苏省无锡市滨湖区	686	625	91.11%

4 结论

本文通过研究重要生态空间人类活动高精度变化检测技术,集成全样本变化检测、深度学习等自动识别技术,以及基于遥感影像和地图切片服务的人类活动自动变化检测能力,最终建立了计算机自动提取与人机交互质检相结合的解译工作模式,实现建筑物、推填土、道路等重点地物目标和变化图斑的自动提取,解决了单一技术方法区域适配性低、精度差等问题,提升了人类活动自动识别精度,可为相关业务提供借鉴。

参考文献

- [1] 张雄一,邵全琴,宁佳,等.长江上游地区生态恢复程度及植被恢复潜力空间差异分析[J].地理研究,2023,42(7):1904-1920.
- [2] 徐宗霞,蔡彩,李泽宇,等.基于深度学习的遥感变化检测技术应用研究[J].北京测绘,2023,37(2):248-253.
- [3] 孙永光,赵冬至,高阳,等.海岸带人类活动强度遥感定量评估方法研究——以广西北海为例[J].海洋环境科学,2014,33(3):6.

遥感技术在农作物倒伏监测中的应用

赫军伟¹ 田晓宁²

(1. 河南正宇勘测规划有限公司, 河南 郑州 450000; 2. 北京观微科技有限公司, 北京 100096)

摘要:近年来,黑龙江省频发自然灾害,造成各类农作物严重倒伏。基于Planet卫星影像及倒伏监测地块种植的作物分类矢量数据,利用现代遥感技术,针对各类作物不同倒伏角度的冠层光谱特性曲线建立遥感图像解译与分类标志,通过专题信息提取与量测计算,实现对作物倒伏情况的高精度监测,并形成作物倒伏监测分级结果。通过开展实地地面调查和抽样检测,确认监测结果准确率达到80%以上,证实了遥感技术在倒伏监测定量服务的可行性、合理性和准确性。

关键词:遥感技术;农作物;受灾;光谱特性;倒伏监测

1 引言

黑龙江省作为我国主要的粮食生产基地,粮食生产情况广受关注。由于自然灾害频发,农作物受灾严重,其中,倒伏是农作物生产中普遍存在的问题,是高产、稳产的重要限制因素之一。因此,必须及时掌握黑龙江省农作物倒伏受灾情况,将农作物减产控制在最低限度^[1]。

传统农作物倒伏监测往往借助人工实地调查、量测,受人为因素影响较多,例如:受灾区域过大,无法及时、全面查灾;倒伏面积难以及时准确测算;倒伏情况严重程度不一,难以快速划分、统计。传统调查方式必须耗费大量时间、人力方可获取少量结果^[2],不利于及时开展减灾工作。采用现代遥感技术,利用高分辨率影像替代大量人工实地勘察,能在较短时间内获取相应数据,在黑龙江省农作物大面积种植区域有着成本低、效率高等优势。随着遥感技术的发展,针对农作物倒伏的宏观快速监测将成为农作物受灾及产量评估的重要手段,可为国家粮食安全提供保障。

2 农作物倒伏监测工作流程

2.1 基本原理

农作物受灾发生倒伏后,会造成迎向遥感卫星的作物冠层区域发生变化。在多光谱遥感影像下,农作物冠层光谱变化主要表现在两方面:

(1) 多光谱遥感影像下,作物植株组成发生了很大变化。植株直立时,多光谱辐射来源主要是植株叶片,茎秆(含叶鞘)对冠层光谱的贡献很小;而植株倒伏后,测定光谱的主要来源是茎秆,其次才是叶片,

作物茎秆与叶片的光谱反射率如图1所示。由图可知,茎秆在可见光波段的光谱反射率与叶片相当,在近红外波段的光谱反射率高于叶片,在短波红外波段的光谱反射率低于叶片^[3]。

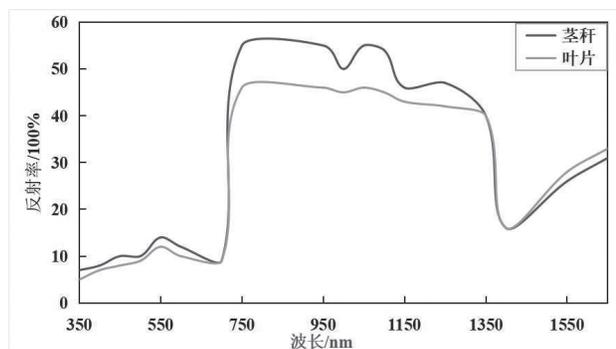


图1 作物茎秆与叶片的光谱反射率

(2) 由于作物植株倒伏,植株各部分光照条件有一定变化。植株直立时,由于植株的垂直结构效应,顶层叶片受光条件较好,而中下层叶片因顶层叶片遮挡,受光条件较差,存在一定阴影现象,且太阳入射角度越大,阴影现象越明显,反射的光谱辐射降低越多。

假设地块平整,作物播种和长势都比较均匀,冠层空间分布差异较小,倒伏前的冠层光谱都十分接近,而倒伏后的冠层光谱差异主要是倒伏角度的差异。在不同倒伏程度的作物中取值,来比较正常直立与倒伏 10° 、 25° 、 70° 时的冠层光谱。对比后发现,倒伏角度越大,在 $350\sim 52500\text{nm}$ 波段的光谱反射率越大^[4],不同倒伏角度的作物冠层光谱曲线如图2所示。

以地面光谱在 630nm 的反射率与作物倒伏角度的统计相关散点图为例进行分析,发现作物植株倒伏角度与光谱特征存在显著正相关特性,具体如图3所示。

作者简介:赫军伟(1990—),男,汉族,本科,测绘工程师,注册测绘师,主要从事测绘地理信息与遥感技术应用等研究工作。

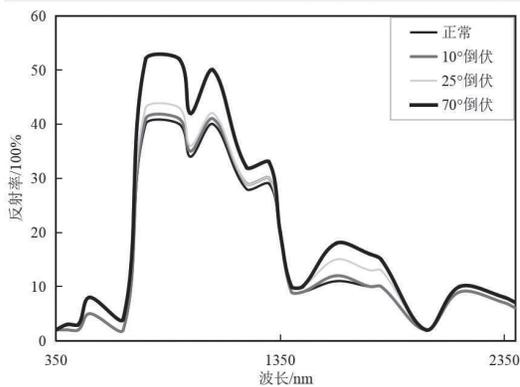


图2 不同倒伏角度的作物冠层光谱曲线

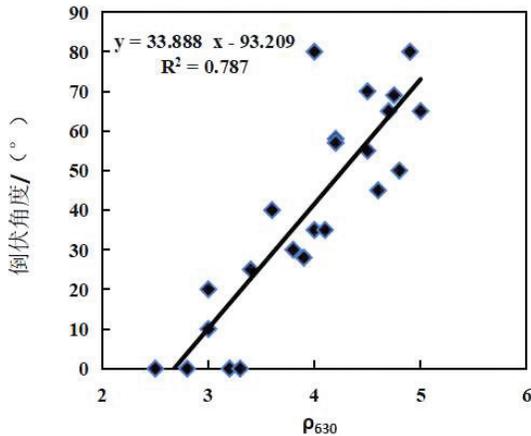


图3 作物倒伏角度与630nm反射率统计关系

2.2 技术流程

针对黑龙江省鹤岗市农作物的倒伏监测，主要有如下技术步骤。

2.2.1 遥感影像预处理

对监测区的遥感影像数据分别进行大气校正、辐射定标、系统几何校正、几何精校正、匀色镶嵌等处理。

2.2.2 遥感图像解译与分类

确定专题信息分类类别；选择分类特征，建立解译标志；选择训练样本，提取统计信息；选择算法，进行分类；生成监测结果。其中，“选择分类特征，建立解译标志”和“选择算法，进行分类”是解译与分类精度的关键。

解译标志是指在遥感图像上能具体反映和判别地物或现象的影像特征，建立解译标志是从选择遥感影像特征入手。遥感影像特征可具体分为色调或颜色、阴影、大小、形状、纹理、图案、位置、组合，这是遥感解译的8个基本要素。其中色调与颜色反映了影像的物理特征，是地物电磁波能量的记录；而阴影则是地物三维空间特征在影像上的反映，其余几项反映了影像的几何特征和空间关系。综合8个解译要素，

结合遥感成像时间、季节、空间分辨率、地理区域和研究对象等，整理出不同目标在图像上特有的表现形式，建立识别目标所依据的影像特征——解译标志。

图像分类是根据不同波段的光谱亮度、空间结构特征或其他信息，按照某种规则或算法，将图像中每个像素划分为不同的类别。为了提高遥感影像的分类精度，分类时一般采用多波段数据以及波段间运算产生的一些新变量（如比值影像、植被指数影像），因此，遥感影像分类的特点是变量的影像分类。

2.2.3 量测计算与专题信息提取

量测计算主要是借助专业软件如地理信息系统，在已知图像比例尺基础上对分类后的图像量测和计算，以获得精确的作物倒伏面积、倒伏程度等信息。

专题信息提取和图像分析是在图像解译和分类、量测计算基础上，通过综合、分析、归纳，从目标的相互联系中定性、定量地提取专题特征信息并进行分析。

2.2.4 精度验证

对不同监测结果开展内、外业精度验证。内业主要利用 Kappa 系数和总体精度方法。外业通过实地田间调查，结合倒伏分级结果及作物种类，选取不同倒伏类型、不同倒伏程度、具有代表性或分类结果存在争议的地块，记录各点数据，保留相应影像资料，为内业基于遥感影像确定倒伏程度与范围提供调查验证，详细技术流程如图4所示。

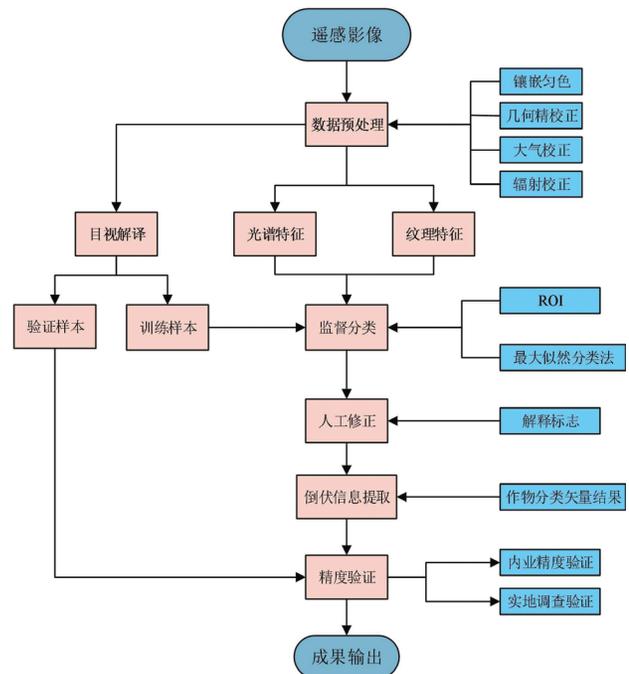


图4 作物倒伏监测技术流程

3 遥感技术在农作物倒伏监测中的应用

以黑龙江省鹤岗市农作物倒伏为例进行监测。

3.1 建立分类和解译标志

倒伏类型识别是农作物倒伏监测的基础。倒伏可分为3大类：倒伏、半倒伏、未倒伏。

植株直立与植株倒伏后多光谱影像呈现的主要差异在于颜色变化，即农作物反射的光谱颜色与作物倒伏程度成负相关，真彩色影像中倒伏呈现浅绿色，未倒伏影像呈现深绿色，可依此建立解译标志。

3.2 监督分类

实地利用GPS-RTK采集、选取多个倒伏区的训练样本，内业选用计算机监督分类及最大似然法分类算法。最大似然法是一种根据贝叶斯准则建立非线性判别函数集对遥感影像进行监督分类的方法，可分别基于光谱特征、主成分特征、纹理特征、植被指数等因素，同时定量考虑两个以上的波段和类别，基于先验知识和农学经验，根据训练样本的均值和方差来评价其他像元和训练样本类别间的相似性，最终分类结果矢量图与监测区范围矢量一致，这是监督分类中精度较高的一种方法。

3.2.1 勾画分类标志 ROI 样本数据

利用ArcGIS软件，根据目视解译建立的倒伏分类标志，将外业GPS-RTK采集的数据导入ArcGIS软件，生成“倒伏监测地块.shp”矢量文件，进行掩膜提取遥感影像中倒伏监测地块区域。新建与倒伏监测地块投影坐标系相同的各作物倒伏、半倒伏、未倒伏空白矢量文件，在监测范围内分别勾画出各作物不同倒伏程度的样本区域。新建7类样本ROI矢量文件，分别为玉米全倒伏、玉米半倒伏、玉米未倒伏，大豆全倒伏、大豆半倒伏、大豆未倒伏，水稻未倒伏。

3.2.2 最大似然法分类

利用ENVI软件，打开倒伏监测地块掩膜提取后的遥感影像，通过DataManager工具调整波段显示假彩色成像。打开最大似然监督分类工具，添加掩膜提取后的影像，形成倒伏监测地块监督分类结果图。运用Majority/Minority Analysis工具进行降噪处理，并将处理后的倒伏监测数据导入ArcGIS软件，将栅格数据转换成多边形面数据，面数据属性表显示基于样本解译标志的分类结果，以此构成监督分类结果。

3.3 目视解译分类

完成监督分类后对计算机分类数据进行人工质检，通过人工目视解译修正分类错误的计算机分类结果。

3.4 人工修正

结合卫星影像的纹理、颜色等特征，识别地块边界，对分类结果中由于噪声影响产生的碎小图斑或分类不准确、边缘不规整、非作物等图斑，对照分类解译标志进行人工修正。

3.5 倒伏信息统计

经分析，玉米倒伏面积为15654.41亩，半倒伏面积为331970.51亩，未倒伏面积为158624.99亩；大豆倒伏面积为2907.27亩，半倒伏面积为15146.71亩，未倒伏面积为10707.09亩；水稻未倒伏面积为48910.02亩。不同作物倒伏分类情况如表1所示，鹤岗某区倒伏监测成果如图5所示。

表1 不同作物倒伏分类情况

作物类型	倒伏(亩)	半倒伏(亩)	未倒伏(亩)
玉米	15654.41	331970.10	158624.90
大豆	2907.27	15146.71	10707.09
水稻	0.00	0.00	48910.02

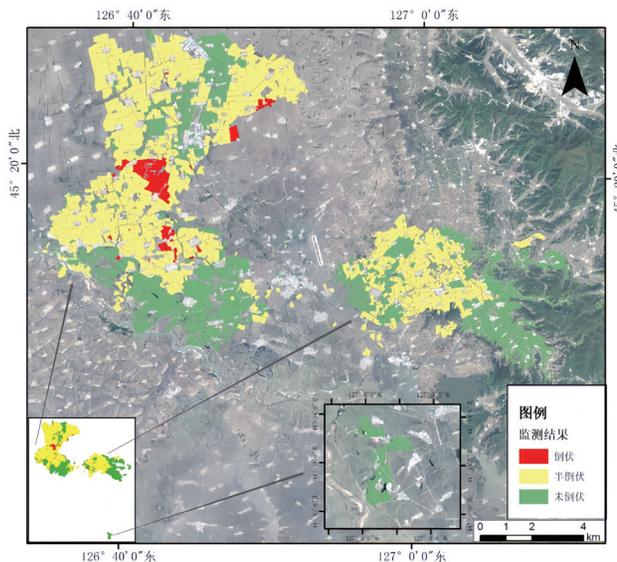


图5 鹤岗某区倒伏监测成果

3.6 精度验证

3.6.1 内业精度验证

内业精度验证采用Kappa系数和总体精度方法。利用ENVI软件精度验证工具Confusion Matrix Using Ground Truth ROIs，参考经验及地物光谱特征，选取500个采样点，对倒伏、半倒伏、未倒伏监测结果精度进行评价，具体结果如表2所示。计算总体精度为94%，Kappa系数为0.85，证明此监测模型具有通用性，监测结果精度较高。

(下转第40页)

土壤污染物空间插值对比分析

林世惠 吴泳瑶

(广东省国土资源测绘院, 广东 广州 510500)

摘要: 我国经济快速发展进一步加剧了环境污染。随着城市治理政策的出台, 工厂逐渐退出城市, 工厂搬迁后遗留场地的重新利用问题亟待关注。对污染场地的甲苯污染物分布情况开展研究, 利用空间插值方法进行先验性探索, 为土壤和地质科学研究分析奠定基础。主要内容: 首先使用反距离加权、径向基函数和经验贝叶斯克里金的插值方法获得遗留场地污染物的插值结果; 其次是对插值结果进行对比分析, 并进行精度评定, 最终确定污染物的最佳插值方法以供使用。

关键词: 土壤污染; 空间插值; 精度评定

1 引言

近年来, 随着工业化经济体制完成, 发达国家和发展中国家的工业化和机械化进程加剧了土壤污染, 严重影响人类生存^[1], 尤其是在重要化学工厂的建设、生产和原料迁移中, 存在一系列不同程度的污染风险。现在我国各地对土壤和地下水污染的监测与治理越来越重视, 赵威通过对全国的耕地统计分析得到, 受污染耕地已经达到 0.1 亿 hm^2 ^[2], 其中有机物污染所占比重相对较大。污染源的存在不仅对农作物减产、环境污染有一定影响, 还会通过食物链的传输影响人们的身体健康。

对污染物进行空间分析时, 空间插值必不可少, 其精度决定了空间分析的准确性, 对于研究、探索污染物扩散规律具有重要意义。在插值方法研究中, 反距离加权插值方法被广泛用于 DEM 邻域, 王彬彬等人提出一种顾及高程的时空反距离加权算法 (H-TIDW), 从时空方面对 PM2.5 进行了估计^[3]。而径向基函数 (RBF) 通常应用于神经网络, 段平等人在已有研究基础上提出各向异性的 RBF 空间插值算法, 并用于对矿石的分布预测^[4]。克里金插值方法对地理空间随机分布的物体拟合有较强的适用性, 王金鑫提出八叉树的修正克里金插值算法, 在三维地质建模中具有重要作用^[5]。周明等人在研究土壤中污染物的分布时, 对比了反距离加权、普通 RBF 插值函数和普通克里金方法, 在进行插值拟合的研究中发现以上插值方法各有优缺点^[6]。

本文通过反距离加权、径向基函数和经验贝叶斯克里金的插值方法, 研究污染场地的甲苯污染物在土

壤中的分布情况, 并对结果进行对比分析、精度评定, 为土壤和地质科学研究奠定基础。

2 研究区现状及数据获取

研究区是广州市一家工厂的废弃区域, 如图 1 所示。该工厂曾为化工场地, 常年进行工业生产, 现已根据政府出台的工厂迁移政策, 迁移至其他地方。工厂搬迁后, 污染土地遗留下来, 本文将对遗留土地进行风险评估, 确定是否可重新利用。



图1 污染场地区域

通过钻孔方式对土壤进行取样, 地质钻孔取样可充分了解到地下真实情况, 如地下土壤层种类、污染物种类及该点污染物浓度等, 还可精确测出深度。不

作者简介: 林世惠 (1996—), 男, 汉族, 本科, 助理工程师, 主要从事测绘工程、GIS研究与应用、遥感影像处理等工作。

足之处在于地质钻孔成本高, 获取数据有限。研究选取了 130 个钻孔点, 采用均匀分布方法进行钻孔取样, 每个钻孔深度为 5 米。经过钻孔分析, 该土壤层分为 4 层, 具体类型如表 1 所示。

表 1 土壤层种类

平均厚度	土壤层类型
0.49m~0.52m	填土
1.02m~1.53m	粉土
2.02m~2.54m	粉砂
0.85m~0.93m	粘土

3 统计分析

在地理统计学中进行数学分析, 主要是为了探索空间数据的变化和特征, 得到与地理位置相关的量化结论。具体来说, 通过数学分析, 可对地理现象进行测量、定量描述、模型建立、趋势预测等, 从而深入理解地理数据呈现出的规律、关系和影响。将采样数据进行数学分析, 因实地采样点数据不满足正态分布, 所以利用对数变换使其满足正态分布, 再进行插值计算, 转化后的污染物正态分布直方如图 2 所示, 正态分布如图 3 所示。

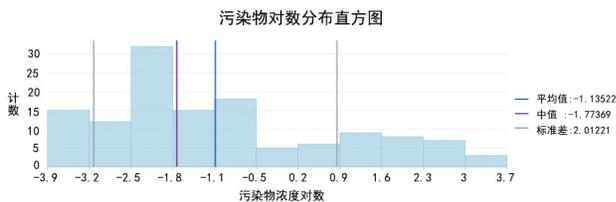


图2 正态分布直方

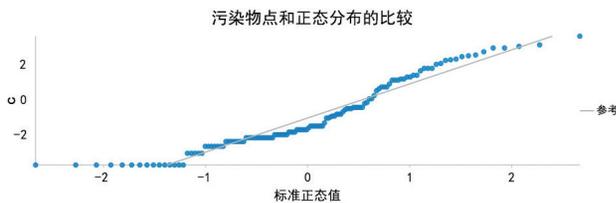


图3 正态分布

4 研究方法

4.1 反距离加权插值方法

反距离加权插值方法 (Inverse Distance Weight, 简称 IDW) 的最大优点是运行效率高, 结构简单。在插值过程中, 通过对权重的 (即样本点周围待插值点的属性值) 选择进行拟合。在权重配比中, 使用距离的倒数进行定权, 因为在地理学上, 距离越远, 属性值的影响会越小, 权重也会变小。但是, 权重与

距离的关系比较复杂, 可以选择参数对权重进行控制, 通常选择 1 进行简单拟合。公式如下:

$$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i) \quad (1)$$

$$\lambda_i = \frac{1}{(D_i)^p} \left[\sum_{i=1}^N \frac{1}{(D_i)^p} \right]^{-1} \quad (2)$$

公式中, $\hat{Z}(S_0)$ 为待估点 S_0 处的属性值, N 为样本容量, λ_i 为权重, $Z(S_i)$ 为样本点 S_i 处的属性值, D_i 为第 i 点处的样本点与待估点距离, p 为幂指数, 通常定义为 2。

4.2 径向基函数插值方法

径向基函数 (Radial Basis Function, 简称 RBF), 是一种精确的插值方法, 最早是应用于地理学, 基函数的选择有很多, 便于向高维 (三维) 扩展, 在进行三维重建和曲面拟合方面有重大贡献。

很多学者利用 RBF 的插值方法对侵蚀沟地形的三维点云模型进行了构建, 得到了较高的精确模型。虽然径向基函数优点较多, 但是通过解线性方程组来计算待插值点的属性值, 在维度较高、数据量较大时往往使得线性矩阵较大, 导致线性方程组无解, 形成一个病态问题。因而, 众多学者选择了局部径向基函数的插值方法, 可以有效降低运算的复杂性。具体公式如下:

$$f(x) = \sum_i^N C_i \rho(\|x - x_i\|_2) \quad (3)$$

公式 (3) 中, C_i 为权重, $f(x)$ 为属性值, $\|x - x_i\|_2$ 为待插值点与样本点的空间距离, $\rho(\|x - x_i\|_2)$ 为插值基函数, 这里基函数的选择默认为高斯函数。

4.3 经验贝叶斯克里金插值方法

经验贝叶斯克里金插值方法 (Empirical Bayesian Kriging, 简称 EBK), 是在普通克里金插值方法基础上增加了对半变异函数的误差估计。接下来通过介绍克里金插值模型来了解 EBK 插值模型, 然后在计算结果中使用 EBK 插值方法进行插值计算和误差统计。克里金插值方法公式为:

$$\hat{Z}_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i \quad (4)$$

公式 (4) 中, \hat{Z}_0 是点 $(x_0 - y_0)$ 处的估计值, λ_i 为权重系数。该公式与反距离加权函数形式上一致, 但是在权重表达上有所差异。克里金在权重方面是利用半变异函数进行计算。

EBK 的优势在于考虑了空间各向异性对实验结果

的影响,空间搜索椭圆是建立在半变异函数的基础上,而且在权重拟合方面也是通过半变异方差进行复杂计算。变异函数的拟合有**高斯拟合**、**球面拟合**、**指数函数拟合**等,对于变异函数不再进行详细介绍。EBK运行效率比较低,算法结构也很复杂。在插值应用中,高浩然等人利用EBK模型预测襄州地区耕地的土壤重金属污染物分布,并进行了时间分析,结果显示随着时间的推移,土壤中的重金属含量没有降低,反而逐年累加^[7]。

5 结果分析

5.1 插值结果

使用ArcGIS等相关软件得出了RBF、IDW、EBK的插值结果以及空间插值误差,如图4到图9所示。从图4、图6和图8的结果可以看出,中心点颜色较深,污染物浓度较大,最大值可达30以上;随着范围的扩大,污染值呈现不同程度的降低。由此得出,污染源在中心区域,并且辐射范围较大。

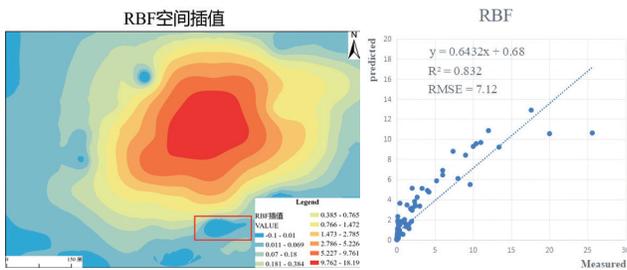


图4 RBF空间插值

图5 RBF空间插值误差

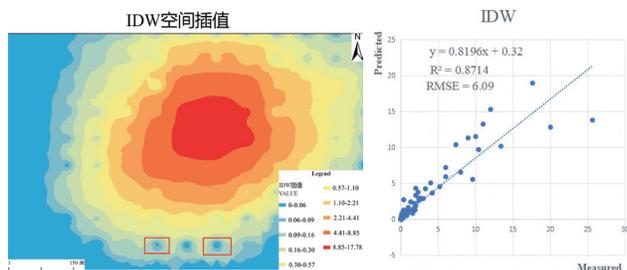


图6 IDW空间插值

图7 IDW空间插值误差

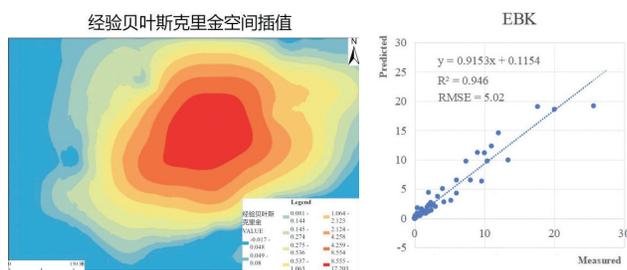


图8 EBK空间插值

图9 EBK空间插值误差

通过对比发现,图4和图6可以看到不同程度

的“牛眼”现象,即:样本数据值过偏,导致形成以中心点为圆心的圆圈,在图中用红色矩形框标出。这是精确插值方法中出现较多的现象,导致插值结果出现很大误差。在IDW插值中,污染物的分布边缘存在一定程度的坑洼,没有平滑过渡。图5、图7和图9中的点表示的是各插值的样本数据,蓝色线为根据各插值方法拟合的回归线。

由图8可以看出,EBK空间插值在重点区域并未出现“牛眼”的重大误差,且过渡平滑,插值效果优于RBF和IDW插值,EBK在误差统计方面的结果也优于其他两种方法。对比图5、图7和图9,利用回归模型(如多元线性回归)探究地理因素与目标变量之间的空间依赖性和影响,可为地理决策提供参考意见。

5.2 精度评定

通过计算插值结果,并对结果进行精度评定,确定插值结果的可靠性。本文选择的精度评定因子有:最小值(MIN),最大值(MAX),均值(ME),均方误差(RMSE),其中,RMSE反映利用样点数据估计值的灵敏度和极值效应。

$$\text{最小值: } \text{MIN} = \min(|\varepsilon_i|), \quad i = 1, \dots, n$$

$$\text{最大值: } \text{MAX} = \max(|\varepsilon_i|), \quad i = 1, \dots, n$$

$$\text{平均值: } \text{ME} = \sum_{i=1}^n |\varepsilon_i| / n, \quad i = 1, \dots, n$$

$$\text{均方误差: } \text{RMSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 / n}, \quad i = 1, \dots, n$$

利用以上方法计算精度,结果如表2所示。根据RMSE性质,数值越小,精度越高。本文利用最大值、最小值将样本数据设定一个允许的范围,得到土壤污染物插值精度由高到低依次为:EBK > IDW > RBF。综上所述,最终确定经验贝叶斯克里金插值方法(EBK)是最优选择。

表2 精度评定

方法	MIN	MAX	ME	RMSE
IDW	0.036	0.561	0.174	7.12
RBF	0.024	0.334	0.105	6.09
EBK	0.012	0.136	0.061	5.02

6 总结与展望

本文利用三种插值方法对土壤中的甲苯污染物进行空间插值,得到甲苯在污染场地的分布特征,并对插值结果进行精度评定。结果显示,运用经验贝叶斯克里金插值方法(EBK)的插值精度较高,达到实验预期要求。但是,目前的三维空间分析产品实现上略有

不足,只是通过二维空间分析进行结果叠加,生成三维模型,并没有充分考虑垂直方面的因素,如重力影响。在空间插值方面,目前众多研究只是进行数据驱动,没有结合相应的地学知识进行空间插值,如在土壤污染物的插值过程中,在垂直方向是否应该考虑土壤孔隙度的影响等,在下一步的研究中将会重点解决这类问题。

参考文献

[1] Paz-Ferreiro J, Gascó G, Méndez A, et al. Soil pollution and remediation[J]. International Journal of Environmental Research and

Public Health,2018,15(8):1657.
 [2] 赵威.土壤污染治理中生物修复技术的运用[J].清洗世界,2022,38(6):158-160.
 [3] 王彬彬,石丽红,卢月明.一种顾及高程的时空反距离加权插值方法[J].测绘与空间地理信息,2018,41(10):82-85.
 [4] 段平.三维空间场各向异性径向基函数空间插值模型研究[D].南京师范大学,2015.
 [5] 王金鑫,秦子龙,曹泽宁,等.基于八叉树的修正克里金空间插值算法[J].郑州大学学报(工学版),2021,42(6):21-27.
 [6] 周银明,吴达胜.基于RBF和IDW的气象要素插值方法比较[J].计算机时代,2019(10):8-10.
 [7] 高浩然,周勇,刘甲康,等.基于EBK插值预测和GDM模型的襄州区耕地土壤重金属时空分布及来源变化分析[J].环境科学,2022,43(11):5180-5191.

(上接第36页)

表2 Kappa系数及总体精度验证

实际灾害空间信息	提取灾害空间信息			总计
	倒伏	半倒伏	未倒伏	
倒伏	117	32	22	171
半倒伏	9	103	50	162
未倒伏	23	45	99	167
总和	149	180	171	500

PA%=84.9% Pc=0.94

表3 Kappa系数及总体精度验证

实际灾害空间信息	现场灾害信息			总计
	倒伏	半倒伏	未倒伏	
倒伏	113	37	21	171
半倒伏	11	101	50	162
未倒伏	21	48	98	167
总和	145	186	169	500

PA%=84.8% Pc=0.93

3.6.2 实地调查验证

为验证遥感解译结果精度,增强对作物地面特征的认知,优化遥感解译标志,对分类结果进行了野外调查与核查。

(1) 内业确定初步采样点和采样路线。采样点要分别覆盖大豆、玉米、水稻、小麦、经济作物和其他6种类型作物;空间上要均匀覆盖受灾区域;采样路线要合理,方便外业采集。

(2) 外业实地采集。采集设备包括GPS-RTK,装有GIS软件、具有定位功能的拍照手机,充电宝等。根据前期内业设定的采样点,拍照记录重点倒伏区域情况。在外业采集过程中,应结合实地情况适当增加内业设置不完善的采样点,例如现场倒伏状况与内业监测结果不符的地块、具有代表性或分类结果存在争议的地块。保留相应影像资料,为内业基于遥感影像确定倒伏程度与范围提供调查验证。

针对内业选取的500个采样点,对倒伏、半倒伏、未倒伏监测结果精度进行野外调查与核查,结果基本与内业验证精度一致,具体如表3所示。

4 结束语

通过利用遥感技术对黑龙江省鹤岗市某地区农作物倒伏进行监测,得到玉米、大豆、水稻等主要作物的倒伏受灾情况,为迅速开展减灾工作提供支撑。同时,通过精度验证,计算的监测精度达94%。该技术精度高,范围广,成本低,极大地解决了传统作物倒伏监测受人为因素影响,不能及时、准确、高效评估灾情状况的问题,为农作物倒伏的宏观快速监测提供了一种有效手段,为维护国家粮食安全提供了保障。

参考文献

[1] 吕志群.基于MODIS的黑龙江省耕地作物长势监测[J].现代农业,2023(3):63-68.
 [2] 周平,周恺,刘涛.水稻倒伏监测研究进展[J].中国农机化学报,2019,40(10):162-168.
 [3] 陆洲,徐飞飞,罗明,等.倒伏水稻特征分析及多光谱遥感提取方法研究[J].中国生态农业学报(中英文),2021,29(4):751-761.
 [4] 王猛,张杰,梁守真,等.玉米倒伏后冠层光谱变化特征分析[J].安徽农业科学,2014,42(31):11187-11188.

基于Inpho和ContextCapture相结合利用常规航摄资料进行地形三维模型生产的方法

李肖扬¹ 赵翠晓² 余鹏磊² 赵锦龙¹

(1. 河南省金地遥感测绘技术有限公司, 河南 郑州 450003; 2. 河南省遥感院, 河南 郑州 450003)

摘要: Inpho 软件具有模块化生产、自动化程度高等特点, 被广泛应用于常规航空摄影测量项目中, 空三加密成果仅用于生产传统 4D 产品, 常规航摄资料利用率较低。针对这一问题, 提出一种技术途径将 Inpho 空三加密成果对等无损导入 ContextCapture 软件, 快速生成密集点云、DSM/DEM 和地形三维模型成果。经检查点检测, 地形三维模型能够满足 1:2000 三维模型精度要求, 为 Inpho 和 ContextCapture 软件的无缝衔接互补做了有益尝试。

关键词: Inpho; ContextCapture; 空三加密; 三维重建; 地形三维模型

1 引言

2022 年 2 月, 自然资源部印发《关于全面推进实景三维中国建设的通知》, 提出要在全国开展实景三维中国建设。2022 年 9 月, 河南省自然资源厅印发《关于全面推进实景三维河南建设的通知》, 实景三维河南建设启动。自然资源部印发的《实景三维中国实施方案(2023—2025)》要求, 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”^[1]。数字高程模型(DEM)、数字正射影像图(DOM)、实景三维 Mesh 模型是实景三维建设的重要底座数据, 用来构建地理场景。地形级实景三维主要通过 DEM 和 DOM 叠加, 经过实体化并融合物联感知数据组成。由于地形的起伏, DOM 数据叠加在 DEM 上, 会造成 DOM 中地物(例如道路、建筑物、桥梁等)在表象上的扭曲。若利用航天/航空影像密集匹配生成点云数据进行三维重建, 可在一定程度上改善由两种数据叠加造成的地物扭曲。

基于经典摄影测量原理设计的 Inpho 摄影测量工作站, 可快速获得高质量空三加密成果, 具有模块化生产、自动化程度高等特点, 是众多单位进行航空摄影测量空三加密、生产 DEM 和 DOM 的首选软件。但该软件对像幅小、姿态变化较大、畸变较严重的无人机影像并不适用, 且在三维重建方面的表现不如 ContextCapture(以下简称 CC)软件。

CC 是市面上主流的三维建模软件, 采用计算机视觉技术匹配密集点云, 针对影像数据, 只要拥有足够的重叠度, 就可自动匹配获取大量的连接点, 但得到

的空三成果精度较低, 使得三维模型的精度分布不均匀, 高程精度较难控制。相较于其他软件, CC 在空三加密和模型重建阶段均可实现多节点联机作业, 提升数据生产效率。故 Inpho 软件在空三加密方面更有优势, 而 CC 软件则在三维重建方面更有优势。

目前, 有学者研究 Inpho 软件与其他软件的生产^[2-6], 但利用 Inpho 与 CC 联合作业的并不多, 且现有研究均将 CC 空三加密成果利用算法转换成 Inpho 可接收的形式^[7]。若将 Inpho 软件的空三加密成果导入 CC, 回避 CC 空三加密精度低的问题, 并利用 CC 多节点联机生成 DSM、点云数据和地形三维模型, 不仅能提高常规航空摄影测量系统空三加密成果的利用率, 而且在 CC 中导入已有空三加密成果亦可避免二次加密造成的精度损失。

2 技术路线

本文通过对 CC 软件和 Inpho 软件的空三文件进行解析, 梳理两款软件空三文件之间的对应关系, 探索二者空三加密成果的转换机制, 提出基于 CC 和 Inpho 软件构建地形三维模型的方法。

首先从 Inpho 软件导出空三加密成果, 然后通过开发空三成果转换工具将 Inpho 软件的 Patb 成果转换为能导入 CC 软件的 xml 文件, 最后在 CC 软件中进行三维重建, 如此既能保留 Inpho 软件的空三加密成果精度, 又无需在 CC 软件中进行二次空三加密, 借助 CC 软件多节点建模功能进行三维模型重建, 技术路线如图 1 所示。

作者简介: 李肖扬(1964—), 男, 汉族, 大专, 工程师, 主要从事地理信息数据处理工作。

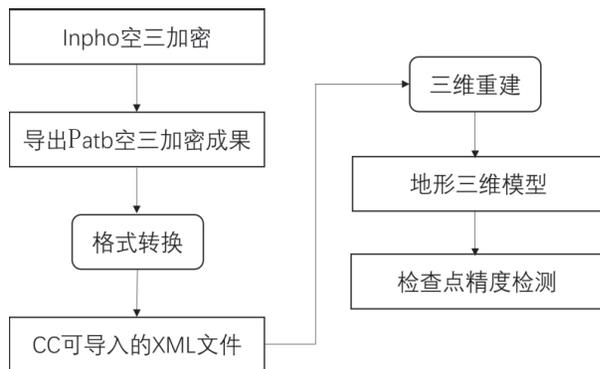


图1 技术流程

3 空三加密成果解析与转换

3.1 Inpho 空三加密成果信息解析

Patb 成果主要包括四个文件: image.pat、adj.pat、ori.pat、cont.pat。其中, image.pat 文件记录自动匹配的像点网的像点坐标, adj.pat 记录平差后加密控制点的 XYZ 坐标, ori.pat 记录每张影像的外方位元素(其中角元素用 3×3 旋转矩阵格式表示), cont.pat 记录外业像控点的名称、坐标。转换时只需读取前三个文件, 因为 adj.pat 已经包含了外业像控点和加密控制点的信息。

3.2 CC 空三加密成果 XML 文件解析

XML 文件包含三个三级标签: Photogroups、ControlPoints、TiePoints。其中, Photogroups 的每个 Photogroup 标签分别记录了相机的像素尺寸、焦距、像幅大小、像主点位置、畸变参数, Photogroup 标签内的每个 Photo 标签对应工程中的一张影像, 记录影像的 ID、影像路径、像主点坐标、旋转矩阵。ControlPoints 的 ControlPoint 标签对应每个像控点, ControlPoint 记录像控点的名称、XYZ 坐标以及影像的量测值。TiePoints 的 TiePoint 标签均对应每个连接点, TiePoint 记录连接点的名称、XYZ 坐标以及投影到像方后所对应的每张影像的 ID 和量测值。

3.3 两类空三文件的对应关系

根据以上描述, 对比两款软件的空三文件, 文件中的影像、像机参数、像控点和连接点的关键信息存在一定的对应关系, 如表 1 所示。

表1 Inpho空三文件与CC的XML文件标签对应关系

Inpho软件的空三文件	CC软件的XML文件标签
ori.pat (外方位元素文件)	Photogroups/Photogroup/pos
adj.pat (加密点文件)	ControlPoints/ControlPoint
image.pat (像面点文件)	TiePoints/TiePoint

对比二者旋转矩阵发现, Inpho 软件中影像外方位角元素采用 $\omega-\varphi-\kappa$ 转角系统, 旋转矩阵 RM 与外方位角元素之间的关系为:

$$RM = \begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \kappa - \sin \varphi \sin \omega \sin \kappa & -\cos \varphi \sin \kappa - \sin \varphi \sin \omega \cos \kappa & -\sin \varphi \cos \omega \\ \cos \omega \sin \kappa & \cos \omega \cos \kappa & -\sin \omega \\ \sin \varphi \cos \kappa + \cos \varphi \sin \omega \sin \kappa & -\sin \varphi \sin \kappa + \cos \varphi \sin \omega \cos \kappa & \cos \varphi \cos \omega \end{bmatrix}$$

CC 软件中的 ω 起始方向、 φ 角和 κ 角的旋转方向均与 Inpho 中对应的角度方向相反, 因此影像的旋转矩阵 RM_1 与外方位角元素之间的关系为:

$$RM_1 = \begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \kappa - \sin \varphi \sin \omega \sin \kappa & -\cos \varphi \sin \kappa - \sin \varphi \sin \omega \cos \kappa & -\sin \varphi \cos \omega \\ -\cos \omega \sin \kappa & -\cos \omega \cos \kappa & \sin \omega \\ -\sin \varphi \cos \kappa - \cos \varphi \sin \omega \sin \kappa & \sin \varphi \sin \kappa - \cos \varphi \sin \omega \cos \kappa & -\cos \varphi \cos \omega \end{bmatrix}$$

3.4 转换过程实现

按照上述两类空三成果文件的对应关系, 如果直接将 Patb 成果通过算法转换成 XML 文件, 则存在以下问题:

XML 文件为文本文件, Patb 成果为多个 .pat 文件。前者结构简单, 存储空三加密信息量大, 后者将空三加密信息存储在不同的文件中。Patb 三个文件与 XML 的标签并不严格一一对应。两者数据结构差异较大, 直接进行转换作业效率较低, 需要逐行读取信息后匹配到对应位置, 可找一种易读性强的文件格式作为中转, 提高转换效率, 亦方便后续通过中转格式将 Inpho 空三加密成果转换为其他摄影测量软件的空三加密成果。

本文基于 C++ 自主研发了一套空三加密成果转换工具, 以 Erdas LPS 模块空三加密成果文件作为中间成果, 将 Inpho 软件的 Patb 成果转换为 LPS 的加密成果, 利用转换工具将 LPS 加密成果转换为 XML 文件。两个步骤的工具界面如图 2 所示, 其中图 2 (a) 为 Inpho 空三成果转换为 LPS 空三成果界面, 图 2 (b) 为 LPS 空三成果转换为 XML 文件界面。



(a)



(b)

图2 空三数据转换工具界面

4 案例分析

4.1 测区情况

选择济源市城区为实验区，面积约为 49.2 万平方米，原始航空影像分辨率为 0.2 米。测区有检测点 28 个，位于测区道路上，检测点周围较为平坦，不存在高差大的情况。测区范围和检测点分布状况如图 3 所示。

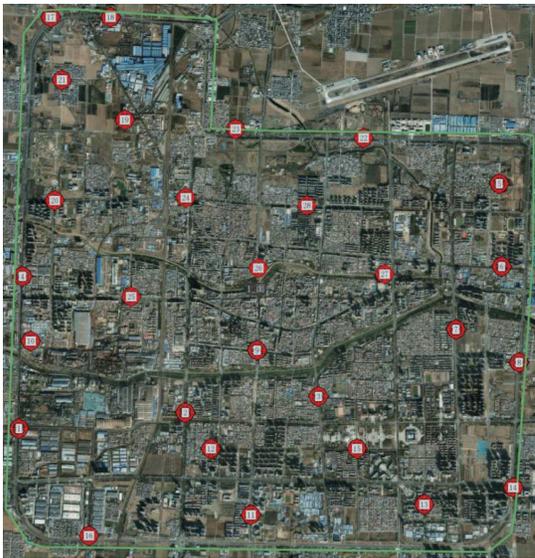


图3 测区范围及检测点分布情况

4.2 空三加密成果转换

(1) Inpho 空三加密

使用 Inpho 软件中的 MATCH_AT 模块，首先通过相对定向，恢复测区影像的相对位置，根据影像色阶自动计算重叠区域的同名连接点。对于可能出现的影像变形、拼接错位、连接点稀疏漏洞、坐标残差超限等问题，检查 POS 数据正确性、影像时相色差、特殊区域色阶变化不明显等，采用手动添加连接点、调整 POS 数据等方式解决上述问题。

基于多相片量测功能，在正射、立体环境下进行地面控制点量测及检查。根据控制点类型，按照外业点之记成果，在平面、立体模式下进行像控点转刺。转刺完成后，进行区域网自动平差，查看平差报告，检查控制点坐标残差超限与否。对超限控制点在立体环境下进行调整，并剔除粗差点位，实现区域网内部结构稳定、无变形和错位情况。测区绝对定向精度满足要求后，进行下一步骤。

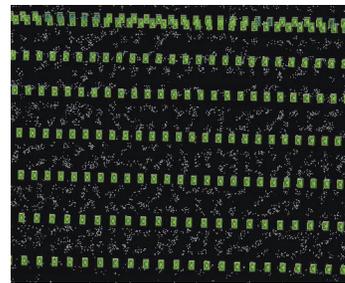
(2) 加密成果转换

从 Inpho 软件将测区已满足精度要求的空三加密成果导出为 Patb 格式，其中包含像点文件、外方位元素文件、连接点文件。按照本文方法将 Patb 转换为

XML，转换后的 XML 文件如图 4 (a) 所示，导入 CC 后影像与加密点分布情况如图 4 (b) 所示。

```
<Photo>
  <Id>100</Id>
  <ImagePath>E:/images/212002001022.tif</ImagePath>
  <Component>1</Component>
  <Pose>
    <Rotation>
      <M_00>0.99807399361943294</M_00>
      <M_01>0.06184665825250179</M_01>
      <M_02>-0.00482639861122148</M_02>
      <M_10>0.06188311907386654</M_10>
      <M_11>-0.99805283822554258</M_11>
      <M_12>0.00781099760776731</M_12>
      <M_20>-0.00433391673267872</M_20>
      <M_21>-0.00809462617649232</M_21>
      <M_22>-0.9999578462079373</M_22>
    </Rotation>
    <Center>
      <x>335307.09670000</x>
      <y>3898636.43052000</y>
      <z>3991.75911000</z>
    </Center>
    <Metadata>
      </Metadata>
    </Pose>
    <ExifData/>
  </Photo>
```

(a)



(b)

图4 XML文件部分展示及导入CC软件后分布情况

4.3 三维重建

利用本文方法无需在 CC 软件中进行空三加密和地面控制点转刺，通过点云计算、TIN 构建，对 TIN 进行滤波简化等处理，利用处理后的 TIN 创建白模三维模型，并进行纹理映射，生成地形三维模型。纹理映射时，大小设置为影像边长的约 1.5 倍，纹理精度要接近影像地面分辨率。测区地形三维模型如图 5 所示。



图5 测区地形三维模型

4.4 精度分析

利用 4.1 中的检测点与地形三维模型套合，在模型上相应位置采集点位坐标，得到地形三维模型的位置精度。通过对比得到二者的位置差异，如图 6 所示。

(下转第 47 页)

北斗PPK技术在电力工程航测中的应用

许冬 王顷 李岩 何松庭 于周忠

(中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司, 吉林 长春 130021)

摘要: 在 PPK 技术的基础上, 对北斗 PPK 辅助无人机航测应用进行了研究, 并通过工程实例对研究结果进行验证, 结果表明: 电力工程领域利用北斗 PPK 技术进行像控点布设及 POS 数据解算的精度完全满足要求。该作业方式可为在山区、荒漠、草原等受网络信号和基线长度限制场景下开展无人机航空摄影测量作业提供参考。

关键词: 北斗; PPK; POS; 航测

1 引言

GNSS PPK (Post Processed Kinematic, PPK) 是一种事后差分的 GNSS 定位技术, 由于不要求基准站与流动站间实时数据传输, 使其具有更大的作业半径, 可作为 RTK 测量方式在山区、荒漠、草原等受网络信号和基线长度限制场景下的重要补充^[1,2]。

传统 PPK 辅助航空摄影测量的研究和应用多基于 GPS 进行, 随着 2020 年北斗卫星导航系统完成全球组网, 具备全球服务能力, 基于北斗卫星的 PPK 辅助航空摄影测量的研究越来越多, 如袁修孝基于 BDS-2 分析了 BDS 辅助无人机航摄影像的空中三角测量的可行性^[3]; 孙冲等通过 3 类 6 组试验, 验证了利用北斗卫星进行 PPK 处理可大幅提升无控条件下的平面和高程精度^[4]。本文以飞马 V300 无人机采集数据为例, 通过试验验证北斗 PPK 技术在无人机航测中的应用可行性, 旨在为山区、荒漠、草原等特殊地区的无人机航空摄影测量作业提供参考。

2 PPK 简介与技术流程

2.1 PPK 技术简介

PPK (Post Processed Kinematic) 技术的工作原理是利用一台基准站和至少一台流动站同步进行观测, 接收机之间不需要实时数据传输。测量结束之后, 在计算机中利用相应数据处理软件进行处理, 最终确定基准站接收机与流动站接收机之间厘米级的相对位置; 然后通过坐标转换得到流动站的准确坐标^[5-7]。

PPK 技术的优势在于: 利用后处理软件进行处理得到结果, 在测量过程中不受距离限制便能获得高精度结果, 弥补了 RTK 在实际测量中必须依赖数据通信

链的缺点^[8], 其成本相较于 RTK 技术有一定优势。

2.2 北斗 PPK 辅助无人机摄影测量技术流程

研究利用北斗 PPK 技术辅助无人机航空摄影测量, 具体技术流程如下:

- (1) 采用北斗 PPK 技术进行野外像控点布测;
- (2) 无人机在航测期间对北斗卫星进行观测, 并记录至观测文件中;
- (3) 通过单点定位方式, 获取相机曝光时刻北斗天线相位中心的位置, 并将其与姿态属性等相关参数一并写入机载 POS 文件^[2];
- (4) 同步进行地面站 GNSS 静态观测;
- (5) 外业结束后, 在软件中利用地面站的静态观测数据和无人机机载 POS 文件进行 PPK 融合处理, 通过内插获取每张影像曝光时刻北斗天线相位中心三维坐标^[2];
- (6) 再将上述内插出的天线相位中心三维坐标引入空中三角测量光束法区域网平差中。

3 精度分析

3.1 像控点精度分析

为了对北斗 PPK 技术在像控点测量时的精度进行分析, 使用司南 Lu2 GNSS 接收机进行了相关试验。由于像控点的真值不易获取, 而控制点的真值可以通过静态测量方式获取, 因此采用控制点模拟像控点的方法对某电力工程的控制点进行测量。因研究涉及的所有控制点均已通过 GNSS 静态解算获得, 故将其解算值作为真值。基站架设在控制点 KD28 上, 基于 PPK 测量模式对 KD24~KD27 和 KD29 共 5 个点进行观测, 每次测量时卫星数量不能少于 7 颗, GNSS 接收机只接收北

基金项目: 中国能源建设股份有限公司重大科技项目“北斗在能源电力领域的应用技术研究”(CEEC2022-ZDYF-01)

作者简介: 许冬 (1990—), 男, 汉族, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事电力测量工作。

斗卫星信号，PDOP 值小于 5，基准站与流动站的采样率均设置为 1s，流动站初始化时间设置为 300s。

(1) 观测时间对测量精度的影响分析

研究分别按照采集时间为 15s、30s、60s、120s 对 KD29 进行了观测，通过对比测量结果与 KD29 真值的差值，分析北斗 PPK 技术使用时观测时间对测量精度的影响，对比结果如表 1 所示。

表1 同点在不同观测时间的北斗PPK测量精度对比

点号	观测时间/s	与基站距离/km	dX/m	dY/m	dXY/m	dH/m
KD29	15	5.7	0.01	0.005	0.011	-0.006
KD29	30	5.7	0.019	-0.003	0.019	-0.011
KD29	60	5.7	0.028	0.006	0.029	-0.014
KD29	120	5.7	0.001	0.004	0.004	-0.009

由表 1 可知，在不同观测时间 KD29 的 4 次观测值与真值差值均较小，其平面误差 dXY 最小为 0.004m，最大为 0.029m；高程误差最小为 0.006m；dH 最大为 0.011m。结果表明，如果流动站经过初始化，在观测条件良好的情况下，观测时间对测量精度的影响较小，均能达到厘米级精度。

(2) 流动站与基站距离对测量精度的影响分析

对 KD24、KD25、KD26、KD27 及 KD29 分别进行测量，观测时间均为 30s，通过比较测量结果与 KD29 真值的差值，分析北斗 PPK 技术使用时流动站与基站的距离对测量精度的影响，精度对比结果如表 2 所示。

表2 在相同观测时间下距基站不同距离北斗PPK测量值精度对比

点号	观测时间/s	与基站距离/km	dX/m	dY/m	dXY/m	dH/m
KD29	30	5.7	-0.005	-0.003	0.006	-0.011
KD24	30	9.9	-0.017	-0.004	0.017	0.012
KD25	30	12.9	0.023	-0.006	0.023	-0.017
KD26	30	15.2	-0.022	-0.014	0.026	-0.032
KD27	30	18.3	0.059	0.016	0.061	-0.046

由表 2 可以看出，5 个点的观测值与真值差值随着距离的增大而增大，其中平面差值最小为 0.017m，最大为 0.061m；高程差值最小为 0.011m，最大为 0.046m，说明流动站经过初始化后，在观测条件良好的情况下，在 18km 范围内均能达到厘米级精度。

3.2 机载 POS 解算精度分析

为验证北斗 PPK 技术解算的机载 POS 数据是否满足摄影测量空三加密要求，分别利用单北斗、单 GPS 和多星座 GNSS 方式进行 PPK 解算。由于无法获取试验 PPK 求得的 POS 坐标真值，为评定单北斗和单 GPS 的 PPK 精度，将目前公认效果较好的 GNSS 多星座组合解

算结果作为参考进行对比，两者三维坐标较差的曲线变化如图 1 和图 2 所示，各方向中误差如表 3 所示。

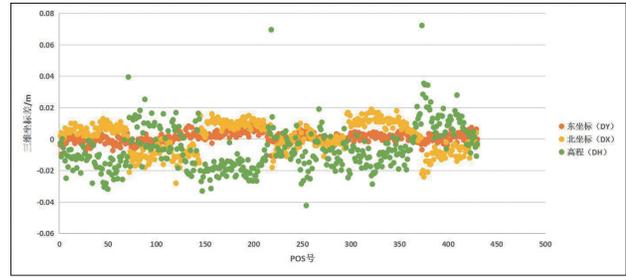


图1 单北斗与GNSS多星座组合PPK结果三维坐标差值分布

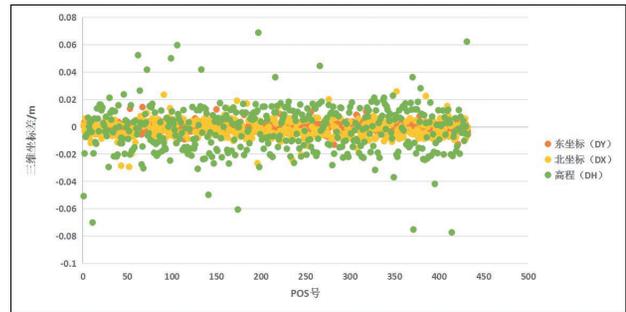


图2 单GPS与GNSS多星座组合PPK结果三维坐标差值分布

表3 不同卫星组合PPK方案固定解X、Y、Z方向中误差 (mm)

PPK方案对比	D_x	D_y	D_z
BDS与GNSS	8.3	3.5	14.8
GPS与GNSS	6.7	3.3	17.1

综合图 1、图 2 和表 3，可得如下结论：

(1) 北斗 PPK 解算的摄站坐标在 X 方向上差值最大值为 0.013m，最小值为 -0.013m，计算出中误差为 0.004m；Y 方向上差值最大值为 0.02m，最小值为 -0.028m，计算出中误差为 0.008m；Z 方向上差值最大值为 0.082m，最小值为 -0.042m，计算出中误差为 0.015m。

(2) GPS PPK 解算的摄站坐标在 X 方向上差值最大值为 0.014m，最小值为 -0.013，计算出中误差为 0.003m；Y 方向上差值最大值为 0.026m，最小值为 -0.029m，计算出中误差为 0.007m；Z 方向上差值最大值为 0.069m，最小值为 -0.077m，计算出中误差为 0.017m。

(3) 利用单北斗和单 GPS 进行 PPK 解算，求得机载 POS 数据与利用 GNSS 多星座组合 PPK 解算数据的 X、Y、Z 方向精度相差不大，为厘米级。

4 工程实例

选择内蒙古西乌珠穆沁旗白音华镇境内某开关站项目开展无人机航摄试验，测区呈不规则矩形，地貌

主要为草原。利用飞马 V300 无人机开展试验，无人机搭载的卫星定位模块和地面基站 GNSS 接收机均可同时接收多星座的卫星信号。测区面积为 1.7km²，成图比例尺为 1:1000，为了保证成图精度，在作业过程中按 1:500 比例尺进行航线统筹规划，航高 236m，地面分辨率 2.95cm，布设 5 个像控点、9 个检查点，像控点及检查点布置如图 3 所示。航向重叠度为 80%，旁向重叠为 65%，共采集照片 1488 张。

外业结束后将获取的像片导入 PhotoScan 软件，初始化后将基于北斗 PPK 技术获取的 1488 个 POS 数据、5 个像控点、9 个检查点数据分别导入 PhotoScan 软件，并对像控点和检查点进行逐一刺点，生成空三质量报告，结果如表 4 和表 5 所示。

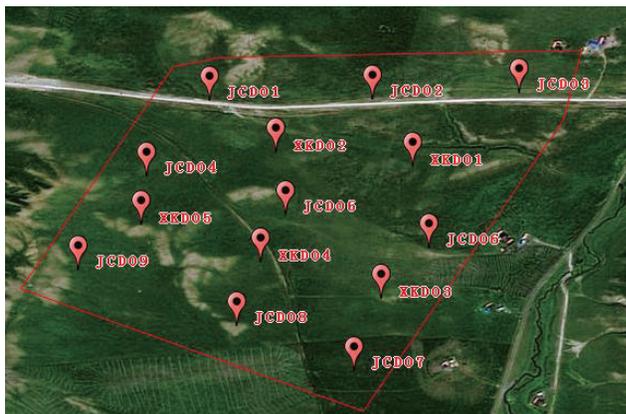


图3 测区范围、像控点及检查点布置

表4 像控点精度

标签	Xerror (cm)	Yerror (cm)	Zerror (cm)
XKD01	1.65729	-0.362602	-0.063168
XKD02	0.564813	-1.09078	0.0455178
XKD03	0.412598	0.330651	0.0016102
XKD04	0.155454	-1.49601	0.105857
XKD05	-0.178771	-1.4612	-0.160405
中误差	0.811416785	1.077382259	0.092736323

表5 检查点精度

标签	Xerror (cm)	Yerror (cm)	Zerror (cm)
JCD01	2.96246	-0.262604	-2.93402
JCD02	1.17477	-2.80021	2.5988
JCD03	-2.10708	-1.96832	4.3718
JCD04	2.84134	-2.22193	-1.04418
JCD05	5.15818	-4.91357	-0.294396
JCD06	3.85769	-4.51134	-3.96199
JCD07	0.979832	-3.56537	0.605434
JCD08	-2.10972	-5.58828	-2.72617
JCD09	-4.19255	-4.32263	2.09814
中误差	3.111739612	3.709486621	2.6572743

表6 检查点平面精度统计 (部分)

序号	点号	观测值		图上坐标		X差值 (m)	Y差值 (m)	平面差值 (m)
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
1	tp1	4757028.132	431651.408	4757028.126	431651.488	0.006	-0.08	0.08
2	tp2	4756867.395	431747.376	4756867.503	431747.5	-0.108	-0.124	0.16
3	tp3	4756768.85	431662.996	4756768.686	431663.13	0.164	-0.134	0.21
4	tp4	4756571.609	431363.202	4756571.523	431362.971	0.086	0.231	0.25
5	tp5	4756670.807	431272.83	4756671.002	431272.595	-0.195	0.235	0.31
6	tp6	4757174.827	431647.508	4757174.82	431647.602	0.007	-0.094	0.09
7	tp7	4756608.244	431523.08	4756608.518	431523.254	-0.274	-0.174	0.32
8	tp8	4757088.132	431786.408	4757088.423	431786.167	-0.291	0.241	0.38
9	tp9	4756848.132	431561.408	4756848.421	431561.558	-0.289	-0.15	0.33
10	tp10	4756983.132	431538.908	4756983.174	431538.629	-0.042	0.279	0.28
...
70	tp70	4757802.298	428370.336	4757802.326	428370.608	-0.028	-0.272	0.27
71	tp71	4757818.326	428507.712	4757818.589	428507.856	-0.263	-0.144	0.3
72	tp72	4757757.316	428200.997	4757757.513	428200.7	-0.197	0.297	0.36
73	tp73	4757932.209	428325.375	4757931.912	428325.239	0.297	0.136	0.33
	平均值							0.0484
	中误差							0.22

表7 检查点高程精度统计 (部分)

序号	点号	观测值			图上高程 h (m)	高程差 (m)	高程差平方
		X (m)	Y (m)	h (m)			
1	tp1	4757028.132	431651.408	289.8	290	-0.2	0.04
2	tp2	4756867.395	431747.376	301.2	301.2	0	0
3	tp3	4756768.850	431662.996	295.0	294.9	0.1	0.01
4	tp4	4756571.609	431363.202	279.0	278.8	0.2	0.04
5	tp5	4756670.807	431272.83	277.8	277.6	0.2	0.04
6	tp6	4757174.827	431647.508	283.4	283.7	-0.3	0.09
7	tp7	4756608.244	431523.08	292.0	292.0	0	0
8	tp8	4757088.132	431786.408	287.2	287.1	0.1	0.01
9	tp9	4756848.132	431561.408	291.6	291.4	0.2	0.04
10	tp10	4756983.132	431538.908	287.4	287.7	-0.3	0.09
...
70	tp70	4757802.298	428370.336	286.9	287.2	-0.3	0.09
71	tp71	4757818.326	428507.712	286.1	286.1	0	0
72	tp72	4757757.316	428200.997	284.7	284.8	-0.1	0.01
73	tp73	4757932.209	428325.375	294.0	294.1	-0.1	0.01
	合计					-1.2	2.58
	平均值					-0.016	0.0353
	中误差						0.19

空三结果满足精度要求后，利用 PhotoScan 软件生成 DEM 和 DOM，并将其导入清华山维软件进行地形图矢量化，进而得到该区域的 1:1000 比例尺地形图。

为了对 1:1000 地形图进行精度分析, 利用 GNSS RTK 均匀采集测区 73 个明显地物点作为平面和高程检查点, 通过计算平面中误差为 0.22m, 高程中误差为 0.19m, 均满足《火力发电厂工程测量技术规程》(DL/T 5001-2014) 工程测量标准中表 8.6.6 对点位平面较差和高程较差的精度要求。部分检查点平面精度统计如表 6 所示, 高程精度统计如表 7 所示。

5 结论

本文对北斗 PPK 技术在航测像控点采集及机载 POS 数据解算的精度进行了分析, 并将其应用到实际工程中。具体结论如下:

(1) 北斗 PPK 技术摆脱了流动站和基站之间的实时通讯限制, 作业半径更大, 作业效率更高。

(2) 利用北斗 PPK 技术进行测量, 如果流动站与基站距离保持一致, 观测时间长短对测量精度的影响不大; 如果流动站观测时间保持一致, 随着流动站与基站距离的逐渐增大, 测量精度也会逐渐降低。

(3) 单北斗 PPK 方法与 GNSS PPK 方法精度相当, 在像控点测量及 POS 解算的作业精度为厘米级, 满足

电力工程航空摄影测量相关要求; 将 PPK 技术应用到电力工程无人机航测中, 完全可以满足 1:1000 地形图的精度要求。

参考文献

- [1] 全红菊, 江峻毅, 胡守超. 无人机 PPK 技术在电力工程中的应用[J]. 测绘通报, 2018(S1):108-111, 116.
- [2] 王晶, 王朝阳, 张峰, 等. 北斗 PPK 技术辅助无人机航空摄影测量精度分析[J]. 测绘通报, 2022, 549(12):64-69.
- [3] 袁修孝, 蔡杨, 史俊波, 等. 北斗辅助无人机航摄影像的空中三角测量[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2017, 42(11):1573-1579.
- [4] 孙冲, 尤超帅. 基于 GPS PPK 的高海拔电力工程航测应用[J]. 山西建筑, 2022, 48(16):189-191.
- [5] 郭建华. GPS PPK 技术在地形地籍测量中的应用[J]. 城市勘测, 2011(3):88-90.
- [6] 郭保. GPS PPK 技术在像控点测量中的应用及精度分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(11):161-162, 165.
- [7] 夏立福, 李井春. 基于 PPK 技术的像控点测量方法应用与研究[J]. 矿山测量, 2012(6):71-73, 76.
- [8] 欧阳亚, 彭鑫, 张奇, 等. GPS PPK 技术在电力勘测中的应用[J]. 地理空间信息, 2019, 17(5):96-98.

(上接第 43 页)

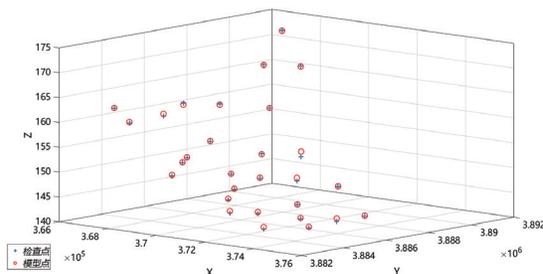


图6 检查点和模型点坐标对比

计算出的平面和高程中误差满足《实景三维地理信息数据倾斜摄影测量技术规程》中规定的地形级三维模型精度要求, 结果如表 2 所示。

表2 检查点精度检测(单位:米)

地貌类型	中误差类型	规范要求中误差	实际测量中误差
平地	平面中误差	1.4	0.19
	高程中误差	0.75	0.34

5 结论

本文通过算法实现 Inpho 空三加密成果向 CC 空三文件 XML 的转换, 将 Inpho 空三加密成果导入 CC 软件, 制作满足精度要求的地形三维模型, 解决了 Inpho 到

CC 空三加密成果对等无损转换问题, 提高了传统空三加密成果的利用率, 拓展了航空摄影数字影像的成果内容, 为大范围地形三维模型的快速制作进行了有益尝试。

参考文献

- [1] 自然资源部. 实景三维中国建设总体实施方案[G]. 北京: 自然资源部, 2023.
- [2] 赵莎莎, 王伟丽, 徐文会. 基于多种软件的 DEM 生产方法探讨[J]. 测绘标准化, 2022, 38(1):40-43.
- [3] 吴洪宪, 廖玉祥. 一种利用历史空三加密成果制作 DOM 的方法[J]. 地理空间信息, 2021, 19(12):114-116.
- [4] 陶兰花, 马静, 李娜娜, 等. 基于 PCI GXL 与 INPHO 软件在 GF-7 影像生产中的应用[J]. 地理空间信息, 2021(8):19.
- [5] 曹鹏, 陈曦, 张俊, 等. 全球测图中 CIPS 和 INPHO 在弱纹理区域的 DSM 匹配效果分析研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, 43(S1):111-113, 119.
- [6] 王伟丽, 王西萍. Inpho 和 VirtuoZo AAT 软件的空三加密数据转换方法探讨[J]. 江西测绘, 2020(1):21-22, 26.
- [7] 李晓, 叶进勇, 魏霖, 等. Context Capture 与 INPHO 结合的无人机空三加密方法研究[J]. 城市勘测, 2019(1):75-78.

基于Landsat数据的呼伦湖面积、水量变化分析

俞娜飞¹ 楼锦涛² 杜军鹏³

(1. 宁波宁大地基处理技术有限公司, 浙江 宁波 315020; 2. 浙江城乡工程研究有限公司, 浙江 杭州 311100;

3. 宁波恒成岩土工程检测有限公司, 浙江 宁波 315200)

摘要: 在地理信息系统和遥感技术的支持下, 选取多源、多时相的数字遥感影像及呼伦湖周边地区气候、水文资料, 通过分析水体面积和水位、年均气温和年降水量的变化, 揭示呼伦湖面积的变化趋势。结果表明: (1) 利用目视解译结果以及水文站观测结果与研究方法获取呼伦湖水位面积进行比较, 实验结果表明该方法可有效提取水体边界信息; (2) 呼伦湖的面积在 2009 年前持续下降, 2010 年面积增加, 2011 年面积较少, 但在 2013 年至 2015 年呈现逐年增加趋势, 且增加趋势明显。

关键词: 呼伦湖; Landsat; 监督分类; 目视解译; 水体范围

1 引言

呼伦湖是中国第五大湖、东北地区第一大湖, 同时也是亚州中部干旱地区最大的淡水湖, 水域宽广, 该区域生态环境对中国北方区域具有重要影响, 被誉为“草原明珠”^[1]。它与呼伦贝尔草原及大兴安岭森林合力保护我国北方的生态环境, 在地区生物多样性维护、生态安全保护以及经济可持续发展等方面都起到不可替代的作用^[2,3]。

呼伦湖处于高纬度干旱半干旱地区, 是典型的寒旱区草原型湖泊, 具有降水稀少、蒸发强烈、有冰封期等特点。该地区靠近中国、蒙古、俄罗斯三国交界处, 人口稀少, 水文、气象等观测站点设置不足, 且每年有超过 6 个月的漫长冰期, 传统的地面测量需要大量人力、物力开展野外测量获取真实数据, 但受天气、野外环境影响较大, 难以定期获取有效的观测数据。随着遥感技术的快速发展, 每天可以获取多源、不同尺度、不同分辨率的遥感影像数据, 可客观全面地完成对呼伦湖的长年监测, 该技术具有覆盖范围广、时效性强、成本低等优势^[4,5]。

随着技术的不断发展, 遥感数据已应用于国内外的湖泊湿地研究。孟庆吉通过多期遥感数据结合 NDWI 指数提取 2000~2020 年呼伦湖面积, 并分析面积变化原因, 为政府科学规划提供数据支撑, 但该方法仅利用影像的光谱获取水体边界信息, 没有对获取边界信息的精度进行评价^[6]。王鹏飞等通过分析降水量、蒸发量、区域气候以及相对湿度的变化规律, 结合多种数据关联分析方法, 获得不同因素对湖泊水位

面积变化的影响关系^[7]。吴世坤等使用印度 IRS-1B LISS II 数据对印度 Punjab 区域 Harike 湿地的土地覆盖、水体水质、水生植被及季节变化的影响等, 进行检测和制图比较, 最终对该地区湿地生态环境的保护提出了建议方案^[8]。于海峰等利用 Landsat 数据与多年实测数据实质指标对内蒙古乌梁素海的富营养化状况进行了模糊模式识别研究, 构建了适合湖泊水体水质的浓度反演模型^[9]。刘建强等提出基于海洋一号 C 卫星数据的呼伦湖蓝藻遥感监测及对比分析方法, 通过利用海洋一号 C 星搭载的成像仪获取多光谱遥感影像数据, 并结合蓝藻信息的光谱特征、指数特征获取蓝藻爆发信息, 最后经过天津法获取两种分类结果的最大类间方差值^[5]。金鸽等通过利用 Landsat 数据的多光谱信息、MNDWI 指数提取呼伦湖水位面积变化, 结合突变检验法、Mann-Kendall、线性回归分析等方法, 分析主要气象因子与水位变化相关性, 得出夏季天气因素升高导致湖泊蒸发量增加、整体湿度下降进而影响水位产生变化的结论^[3]。

本文综合运用不同时相的开源卫星影像数据, 通过遥感影像丰富的光谱信息, 利用机器学习分类方法对寒旱区湖泊水体进行信息提取, 并对提取的长时间序列呼伦湖水体信息进行二值化处理, 生成呼伦湖水体边界信息。然后, 利用假彩色组合波段和较独立的红外波段分别提取水体并相互验证, 结合最大面积掩膜去除周围湿地对水体提取的干扰, 最终达到较好的解译效果。该方法为后续相关湖泊水位边界提取、水量变化分析以及储水量变化分析提供一种技术参考。

作者简介: 俞娜飞 (1978—), 女, 汉族, 本科, 助理工程师, 从事测绘与地理信息数据处理。

2 数据处理

2.1 研究区简介

呼伦湖，又名达赉湖或呼伦池，位于内蒙古自治区呼伦贝尔满洲里市南郊，跨新巴尔虎左旗与新巴尔虎右旗，夹于兴安岭山脉与蒙古高原之间，地理坐标介于 $116^{\circ}58' \sim 117^{\circ}48'E$ ， $48^{\circ}33' \sim 49^{\circ}20'N$ 。湖面为东北至西南走向的不规则斜长方形，最大宽度41km、长度93km，周长大约480km。湖泊最大水深可达8m，蓄水量达120亿 m^3 ^[10]。

呼伦湖流域处于干旱半干旱的高纬度地带，属温带大陆性气候，其气候特点是：冬季严寒漫长，春季干旱多大风，夏季温良短促，秋季降温急剧。该地区降水稀少，近年来年均降水量已不足180mm，但雨热同期，降水集中在6~9月，占全年降水的80%。年均蒸发量约为1411mm，且呈上升趋势，远远大于当地的降水量。

2.2 数据选取

自1972年以来，美国地球资源卫星系列的陆地卫星(Landsat)计划已发射8颗卫星，主要任务有：监管农、林与畜牧业，预报和鉴别农作物的病虫害种类及程度，预测农作物的收成；监测水利资源的利用情况，预报自然灾害与环境污染；调查地面观测难以达到的情况，如地下矿藏、地下水资源与海洋资源等；拍摄各种目标的影像以绘制专题图。

随着遥感技术的不断发展，全世界各行各业都有Landsat数据的用武之地^[8-10]。为了对呼伦湖水面变化情况进行研究，选取Landsat影像资料为主要数据源，利用在役运行的Landsat7与Landsat8卫星数据进行湖面提取。本研究使用了1999~2015年的Landsat数据，选取每年夏季水量较大且云量较少时期的一幅影像，共13幅。

2.3 研究方法

研究需经过几何校正和大气校正(Landsat8 OLI数据无需几何校正)，其中几何校正确保不同时相影像定位精度在1个像素以内。分别赋予7、5、2为红、绿、蓝3种颜色进行RGB合成，得到较好的图像显示效果，选取不同地物类型的样本数据区，利用监督分类中的神经网络分类法对影像进行分类。首先，将影像分为水体、陆地、湿地、沙地四类，再将除水体以外的其他三类合并为一类；通过人机交互方式对分类结果进行精细化，完成呼伦湖水面边界的自动提

取；使用水面面积最大的1999年提取结果制作呼伦湖掩膜，将其他影像按此掩膜进行裁剪，以降低其他地物对分类精度的影响。

然后，利用对水体敏感的近红外波段(TM/ETM+为第4波段，OLI为第5波段)，以目视解译方法进行水面提取，用以和监督分类的结果进行对照。经对比可知，分类结果比较准确。

最后，在ArcGIS软件中对监督分类提取出的其他水面(河流、小水池等)的栅格进行二值化处理，获取呼伦湖水位边界矢量图。由于篇幅限制，文中仅以2000年结果为例给出不同方法的研究结果，详细结果如图1所示。



(a) 监督分类结果 (b) 目视解译结果 (c) 矢量化结果

图1 2000年不同方法的研究结果

3 数据结果与分析

3.1 呼伦湖面积年际变化分析

提取1999~2015年间呼伦湖面积，经过分析统计获取其变化率结果，详细结果如表1所示，多时相水位边界叠加结果如图2所示。

由表1可知近17年来呼伦湖的面积变化情况，在1999~2009年这10年间呼伦湖的面积逐年减小，2009~2011年这3年湖面萎缩严重且水面积变化不大，水面范围较为稳定，在2013年之后水面又以较快速度扩张，重新达到近2100 km^2 的水平。

图2显示了呼伦湖17年来水面及湖岸线的变化，其中面积最大、最外层的湖面取自1999年，面积最小、最内层的湖面取自2011年。部分年份因面积几乎相同显示为重叠状态。从图中可以看出，呼伦湖近17年的水面变化主要集中在西南角水深较浅、坡度较小的湖湾和东侧的缓滩。东岸为湖水冲积沙滩，坡度缓和，水位的高低变化能明显反映出水面大小。图中左下角的湖湾为全湖水面变化最明显的区域，2009~2011年间该区域近乎干涸。

表1 呼伦湖多年水面面积统计

年份	数据源	面积 (km ²)	相对上一年变化率
1999	Landsat7ETM+	2115.79	
2000	Landsat7ETM+	2105.98	-0.464%
2001	Landsat7ETM+	2070.62	-1.679%
2002	Landsat7ETM+	2064.92	-0.276%
2003	Landsat7ETM+	2043.44	-1.040%
2006	Landsat5TM	1938.07	-5.157%
2007	Landsat5TM	1933.58	-0.232%
2009	Landsat5TM	1786.21	-7.622%
2010	Landsat5TM	1802.43	0.908%
2011	Landsat5TM	1764.16	-2.123%
2013	Landsat8OLI	1922.99	9.003%
2014	Landsat8OLI	2035.05	5.827%
2015	Landsat8OLI	2076.42	2.033%

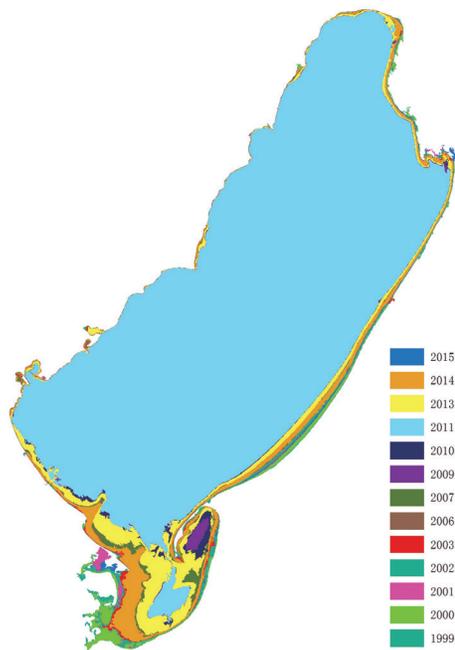


图2 呼伦湖多年水陆界面叠加

3.2 呼伦湖面积变化原因简析

呼伦湖位于干旱半干旱地区，降水稀少，蒸发强烈，所以呼伦湖水量受到降水的补给较少，主要依靠地表径流和地下水的补给。同时，呼伦湖位置特殊，地处中国、蒙古国、俄罗斯三国交汇地带。虽然呼伦湖完全位于我国境内，但它的各项水文特征都会受到其他两国影响。克鲁伦河是呼伦湖的主要源头，发源于蒙古国的肯特山。由于蒙古国沙化严重，2007年该国600多条大小河流曾一度干涸或断流，其中就包括

克鲁伦河。这可能是呼伦湖水位下降的重要原因。

同时，呼伦贝尔地区近年来沙化严重，现在已成为我国第四大沙地，沙化面积的增加不利于地表径流的保存，从侧面加重了呼伦湖的萎缩。

自2006年，内蒙古自治区政府实施呼伦湖水资源配置及水环境治理工程，从海拉尔河引水，补充呼伦湖水量。这与2013年起呼伦湖面积开始快速增大的观测结果相吻合。

4 结论

本文利用Landsat光学遥感数据对呼伦湖水体边界进行自动提取和解译，同时对不同时期的遥感影像提取的水位边界结果进行对比分析。结果表明，呼伦湖水位面积在1999~2015年间呈现先减小再增大的变化趋势，其水面变化主要集中在西南角的湖湾和东侧的冲积滩。呼伦湖湖面面积、水量变化受到多种自然因素和人为因素的共同影响，未来还将结合呼伦湖流域降水量、蒸发量、河流径流量、气温、人类活动影响等信息做进一步分析研究。

参考文献

- [1] 曹秉帅,徐德琳,窦华山,等.北方寒冷干旱地区内陆湖泊生态安全评价指标体系研究——以呼伦湖为例[J].生态学报,2021,41(8):2996-3006.
- [2] 陈嘉琪,陈仕琦,马芬艳,等.基于数字遥感影像的呼伦湖水量平衡分析[J].水资源保护,2020,36(6):73-79.
- [3] 金鸽,安慧君,虎日乐.1991年~2018年呼伦湖区域气候特征及其对水域面积的影响[J].石河子大学学报(自然科学版),2022,40(1):68-74.
- [4] 李朝晖,单楠,王琪,等.2013-2020年呼伦湖流域植被碳源/汇估算及影响因子分析[J].生态与农村环境学报,2022,38(11):1437-1446.
- [5] 刘建强,石淇,宋妍,等.基于HY-1C卫星的呼伦湖蓝藻遥感监测及对比研究[J].地理信息世界,2022,29(5):35-38.
- [6] 孟庆吉.2000-2020年呼伦湖面积动态变化及驱动因素分析[J].河南科技,2021,40(27):102-104.
- [7] 王鹏飞,郭云艳,周康,等.1961-2018年呼伦湖水面面积变化特征及其对气候变化的响应[J].环境科学研究,2021,34(4):792-800.
- [8] 吴世坤,孙玉.利用多源数据分析呼伦湖地表与地下水的动态变化[J].遥感技术与应用,2021,36(1):155-164.
- [9] 于海峰,史小红,孙标,等.2011-2020年呼伦湖水质及富营养化变化分析[J].干旱区研究,2021,38(6):1534-1545.
- [10] 张博,郭云艳,王书航,等.呼伦湖水体磷的时空演变及其影响因素[J].环境科学研究,2021,34(4):824-830.

基于三维激光扫描的隧道全断面变形量测方法

徐大龙

(北京久城科技有限公司, 北京 101399)

摘要: 由于传统隧道工程变形量测方法的测点数量较少, 不能全面量测出来隧道变形情况, 提出基于三维激光扫描的隧道全断面变形量测方法。首先, 应用三维激光扫描技术, 获取隧道的环境参数, 监测出隧道内全断面的相对变形。然后, 提取隧道断面, 得到全断面的几何变形量。最后, 分析隧道变形的正射影像, 完成其变形测量。实验结果显示: 使用基于三维激光扫描的隧道全断面变形量测方法, 最大偏差值结果小于 1mm, 与扫描断面变形方法和传统检测布点方法相比, 最大误差值分别少了 4mm、6mm, 说明该方法量测精度较高, 能够满足隧道全断面变形量测要求。

关键词: 三维激光; 隧道施工; 变形量测; 全断面变形

1 引言

隧道是现代交通基础设施不可或缺的组成部分, 隧道结构的稳定性和安全性对保障交通运输安全至关重要^[1]。由于地下水位、地质条件、工程施工等因素影响, 隧道结构会产生一定的变形, 如沉降、收敛、扭曲等。准确量测隧道的全断面变形量, 可以了解隧道结构在使用过程中存在的变形情况, 及时发现和解决潜在的结构问题, 对于评估隧道结构的安全性和使用寿命具有重要意义^[2]。在隧道维护和加固设计中, 全断面变形量的量测数据可用于了解各区域的应力状态和变形特征, 为合理规划施工方案和选择适当的加固措施提供依据^[3], 也可用于评估工程质量和效果, 为隧道建设和维护提供技术参考。

文献[4]提出基于 DSCM (数字散斑相关方法) 的隧道围岩变形量测方法, 采用 DSCM 采集隧道围岩变形数据, 通过中小型隧道物理模拟试验系统对隧道围岩的变形情况进行模拟量测。文献[5]提出基于图像点云的隧道大变形监测方法, 通过计算机视觉图像点云提取隧道变形初期和后期特征, 根据变形监测点的稀疏情况, 完成隧道大变形的量测。但是, 这两种方法的量测结果与实际变形存在一定差距。

三维激光扫描仪能够快速、准确地获取大量点云数据, 实现对隧道全断面的高精度量测。这种非接触式量测方法可以避免传统量测方式可能出现的人为误差和不便性, 让量测结果更加准确可靠。因此, 本文选择利用三维激光扫描技术对隧道的全断面变形进行量测。

2 基于三维激光扫描的隧道全断面变形量测方法

2.1 基于三维激光扫描技术的隧道参数获取

隧道安全取决于隧道断面的变形问题, 基于三维激光扫描技术进行隧道全断面变形检测时, 需要建立一套适用于隧道等超长线性结构的原位检测方法, 以确保数据获取的准确性和有效性。在实际工程中, 全断面三维激光扫描获取的数据不能直观反映隧道的相对变形, 因此必须进行适当处理。

由于隧道为一条超长线, 为全面扫描整个隧道, 必须在隧道轴线上设置多个测点, 且测点的间隔越大, 测点数量越少, 量测时间也就越短。如果量测台距离太大, 会使量测数据的质量变差, 因此两个监测点的距离应该根据隧道的内径、最大入射角决定。入射角度是指入射光线与被测物体的法向之间所形成的角度, 入射角度较大时, 其误差也就越大。设定该监测点处于隧道中心的轴线位置, 隧道的三维激光扫描示意图如图 1 所示。

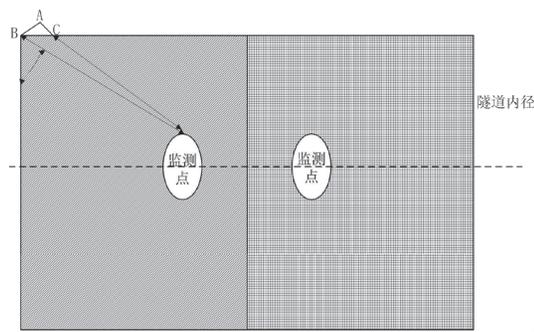


图1 隧道的三维激光扫描

作者简介: 徐大龙 (1984—), 男, 汉族, 本科, 高级工程师, 研究方向: 测绘地理信息。

由图 1 可知, 入射角最大时, 监测点位于 B 点。根据上述几何关系, 最大入射角的计算公式如下:

$$\alpha_{\max} = \arctan \frac{q}{w} \quad (1)$$

公式 (1) 中, α_{\max} 表示监测点扫描范围内的最大入射角度, w 代表隧道的内径, q 代表两个监测点之间的距离, 当 $q = 1w$ 时, 则 $\alpha_{\max} = 45^\circ$ 。考虑隧道工程的量测条件有限, 监测点无法放置在隧道的中心轴线上, 则建议 q 取值为 $1w \sim 2w$ 。

扫描的分辨率可以用两个监测点的距离表示, 测点之间的距离越近、越密集, 则分辨率越高, 所需要的时间则越长, 最大分辨率的计算公式如下:

$$O_{\text{opt}} = \frac{2\beta_{\max} \sin \left[\arctan \left(\frac{q}{w} \right) \right]}{\sqrt{q^2 + w^2}} \quad (2)$$

在三维激光扫描站进行扫描时, 因自身视场受限, 需从多个角度对目标或环境进行多次扫描, 以获取目标或环境的全貌。在隧道内布置多个激光扫描仪时, 每一台激光扫描仪得到的点云都属于不同的参照系统, 将这些数据统一到同一系统内的方法叫做“拼接”。拼接分为两种, 一类是免靶子拼接, 另一类则是基于靶子拼接。免靶子拼接最大的不足之处是, 必须对大量的重叠区域进行扫描, 同时还必须找到带有显著特点的目标, 所以拼接的质量和准确性都不及基于靶子拼接^[6]。

将点云数据统一到同一系统过程中, 随着拼接数量的增多, 拼接误差会逐渐累积增大。为了克服这一缺点, 学者们提出了一种多测点全局拼接方法, 即将一个区域的标靶放置在区域的两端, 并将该区域的测站作为区域中所有测站的拼接控制点, 其拼接方案如图 2 所示。

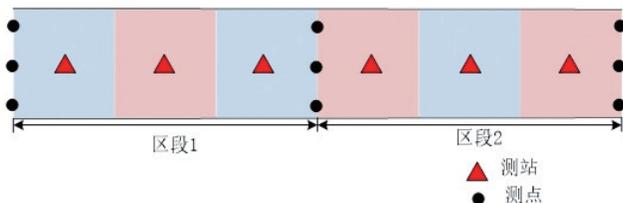


图 2 多测点全局拼接方案

结果证明, 靶板的量测精度不受量测距离的影响, 所以断面的长度仅需要依据靶板的尺寸来确定。改定后的方案以 5 个测点为一个区域, 1 号测点和 5 号测点的点云在相同坐标系统上只需要进行一次拼合, 拼合次数比原方案少一次, 从而降低了误差^[7]。

2.2 提取隧道的断面

扫描的隧道全断面数据处理完成后, 使用 Matlab 软件进行隧道设计断面的里程分配方案, 输入软件后, 将其作为参考隧道全断面模型。比较分析的方法主要有“实测与设计对比”和“实测与实测对比”两种。两个应用场景各不相同, 但是部分比较的基础都是相同的里程数。采用“实测与设计对比”方式得到的隧道断面差异, 体现了管环装配过程中的变形, 而采用“实测与实测对比”方式得到的结果, 体现了管环在两次量测过程中的变形收敛性。

第 1 次全断面提取一般都是以隧道的设计轴或盾构的中线为初始参考轴, 在垂直方向上, 取一块等间距、适中厚度的断面点云, 并对断面进行压缩, 得到与剖面中心公里相平行的三维坐标系。“实测与设计对比”时, 断面中心的辐射中线差值为 u_{z_i} 。在隧道实测全断面与设计断面对比中, 断面差值的计算公式如下:

$$u_{z_i} = \sqrt{u_{x_i}^2 + u_{y_i}^2} - g \quad (3)$$

公式 (3) 中, g 表示隧道半径, x_i 、 y_i 、 z_i 表示三维坐标系坐标, u_{z_i} 是以量测 / 断面的中心位置与设计断面的中心位置相吻合为条件的, 是量测断面的几何变形量。若两次全断面扫描得到的量测断面的中心位置相吻合, 则两次 u_{z_i} 之差值 Δu_{z_i} 就是两次实测全断面之几何变形^[8]。

2.3 分析隧道变形的激光点云强度图

利用三维激光扫描法获得的隧道参数不仅包括隧道内部的几何变形信息, 还有扫描激光照射的正射影像。正射影像是通过激光照射在隧道内部反射回的反射强度数值, 利用此项数值, 产生了 1000 个灰度等级, 并将其投射到三维激光隧道正射图像中。该图像是通过三维激光扫描得到的每一个点的反射光, 转化为一个可以粘贴到真实隧道相应位置的灰度像素^[9], 然后由数以万计的像素形成一张可以无缝粘贴到隧道内壁的 1:1 比例的灰度图像。

该灰度影像在隧道的轴线方向正下方, 沿隧道方向量测后, 以量测的隧道轴心为设计轴心, 将真圆形剖面的等高线输入软件进行投影, 获得的正射图与真实洞壁的尺寸成一比一。因而, 三维激光的隧道平射灰度图像可用于检测隧洞内部的裂纹、渗漏等异常情况, 建立实时隧道数据的三维建模, 同时也可作为隧洞的欠挖、断面应变值、平面度等参数的彩色数字研究报告的基础图。

3 实验测试与分析

为证明本文基于三维激光扫描的隧道全断面变形量测方法的有效性,进行了实验测试,对比了本文方法与基于 DSCM 方法、基于图像点云方法的量测效果。

3.1 实验准备

常用的隧道全断面变形监测方法是全站仪,其量测精度可以为隧道变形监测提供参考。为验证地表三维激光扫描技术在隧道全断面变形监测中的准确性和可靠性,本文将使用三维激光扫描仪和全站仪,对两条隧道的全断面进行变形监测,并将本文方法、基于 DSCM 方法与基于图像点云方法的精度进行对比,实验场景如图 3 所示。



图3 实验场景

根据国家量测标准设计隧道量测施工内容,具体方法如表 1 所示。

表1 隧道量测施工信息

序号	隧道1	隧道2
项目	周边位移	拱顶下沉
工具	全站仪、收敛仪	全站仪、水平尺、钢尺、水准仪、测杆
布置	每一代表性地段设置一个断面,每个断面设置10~20个测点	围岩不超过50m设置5~10个测点,若围岩较差则适当增加监测断面。
量测频率	1~2次/天	1~2次/周

3.2 实验结果与分析

分别将三种方法带入实验测试,实验结果对比如表 2 所示。由实验数据可以看出,本文方法得出的实验结果与实验设定的变形数据趋于一致,证明使用本文方法能够有效、准确地量测出隧道全断面的变形数据,且精度较高,最大偏差值小于 1mm,与基于 DSCM 方法、基于图像点云方法相比,最大误差值分别少了 4mm、6mm。

表2 实验结果对比(单位:mm)

实验对象	实测变形数据	本文方法的量测数据	基于DSCM方法的量测数据	基于图像点云方法的量测数据
隧道1全断面处(1)	5	4	9	12
隧道1全断面处(2)	14	14	19	15
隧道1全断面处(3)	15	16	21	19
隧道2全断面处(1)	3	3	8	6
隧道2全断面处(2)	16	15	18	18
隧道2全断面处(3)	19	20	24	26

4 结束语

由于隧道内不同部位的裂隙水含量不等,本文构建的三维有限元数值模型并没有考虑裂隙水在隧道内的影响,从而导致本项目的数值模拟结果与真实情况有差异,这是未来研究的重点方向。受施工现场工作环境及研究时间制约,量测结果与实际变形存在一定偏差,因此如何在满足现场测试条件的前提下,使量测结果更加符合实际,也是未来全断面隧道变形测量需要深入研究的方向。

参考文献

- [1] 赵强,王涛.一种三维激光扫描技术隧道整体变形分析方法[J].测绘科学,2021,46(2):99-105.
- [2] 金卓,王占利,张自宾.基于三维激光扫描的矿井开拓巷道围岩变形测量技术研究[J].应用激光,2020,40(6):1120-1125.
- [3] 韦征,周臻,俞旻韬,等.基于三维激光扫描点云整体分析的铁路隧道超欠挖检测方法[J].铁道学报,2023,45(1):135-140.
- [4] 李元海,刘德柱,孟庆彬,等.基于DSCM的深埋软岩隧道围岩变形与松动圈演变规律试验研究[J].采矿与安全工程学报,2021,38(3):565-574.
- [5] 张宇,阳军生,祝志恒,等.基于图像点云的多维度隧道初期支护大变形监测研究和应用[J].隧道建设(中英文),2021,41(5):795-802.
- [6] 汪壮壮,汪学清,赵云猛,等.小净距深埋平行隧道全断面开挖相互影响数值分析[J].水利与建筑工程学报,2023,21(2):213-219.
- [7] 田国锋,黄引,余龙光,等.上软下硬地层隧道变形规律及预留变形量研究[J].运输经理世界,2022(2):130-132.
- [8] 陈丽俊,陈建勋,罗彦斌,等.深埋大跨度绿泥石片岩隧道变形规律及合理预留变形量[J].中国公路学报,2021,34(6):147-157.
- [9] 周满兵.大跨度公路隧道施工中变形监控量测及应用[J].工程与建设,2023,37(2):623-626.

中国周代地图

◎ 王树连

周代是中国原始地图向以制图六体为标志的精细地图过渡的时期。多种史籍记载证明，周代地图的应用十分广泛。在周武王伐商时，就有使用地图的记载。1954年6月，在江苏省镇江大港镇烟墩山出土了西周青铜器《宜侯矢簋》，其铭文上记载：“王省武王、成王伐商国，遂省东或图。”意为周康王阅看了武王、成王的《伐商图》，又看了《东或（国）图》，这说明武王和成王攻打商朝之前，利用地图研究过商朝的军事地理等情况。

春秋战国时期，以兼并土地为目的的战争空前激烈，当时“凡兵

主者，必先审知地图”。同时，凡言兵的著作大都有附图。据《汉书·艺文志》记载，《吴孙子（孙武）兵法》附图9卷、《齐孙子（孙臧）》附图4卷、《魏公子（无忌）》附图10卷、《楚兵法》附图4卷、《孙轸》附图2卷、《王孙》附图5卷、《黄帝》附图3卷、《风后》附图2卷等。在完璧归赵的典故中，当蔺相如准备以玉击柱，“秦王恐其破壁，乃辞谢固请，召有司案图，指从此以往十五都予赵”，这里记载了秦王诏令有关官员在地图上把15座城划归赵国。

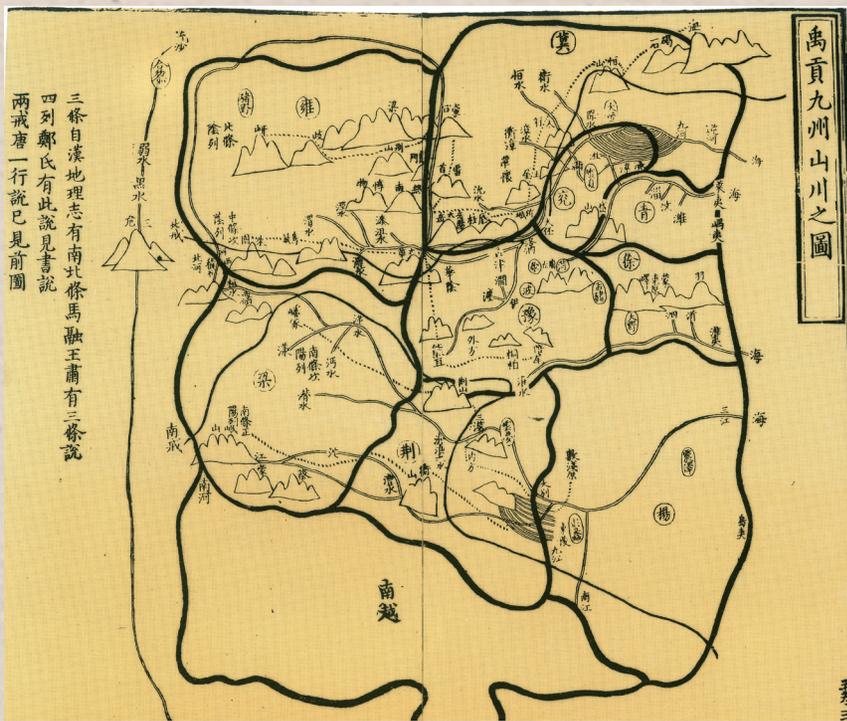
周代虽然留存下来的地图实物

极少，但是历史典籍中有众多地图的相关记载，为探求周代地图的概略情况提供了线索。

天下之图

根据《周礼》记载，周代已经建立了几百人的测绘队伍，司险与职方氏（后世演变为军事测绘管理机构职方司）是绘制天下之图的组织者。周代不仅能够绘制区域地图，还能绘制天下之图或九州之图，用来谋划战争，管理国家。

另据《周礼·夏官司马》载，管理九州之图、天下之图的测绘职官有司险与职方氏。司险“掌九州之图，以周知其山林、川泽之阻，而达其道路。设国之五沟、五涂，而树之林以为阻固，皆有守禁，而达其道路”。司险掌管九州地图，全面了解各州山脉、森林、江河、湖泊对交通的影响，勘测和守护道路。职方氏“掌天下之图，以掌天下之地，辨其邦国、都鄙（注：五百家为一鄙）、四夷、八蛮、七闽、九貉、五戎、六狄之人民，与其财用、九谷、六畜之数，周知其利害。乃辨九州之国，使同贯利……乃辨九服之国”。职方氏的职责包括天下地图测绘，熟悉九州不同的地理状况，了解九服之邦国，即周边邻国的情况，包括查明邻国的城镇，调查各少数民族的财富和谷物牲畜的数量，分析地理物产等对作战的利弊影响等。

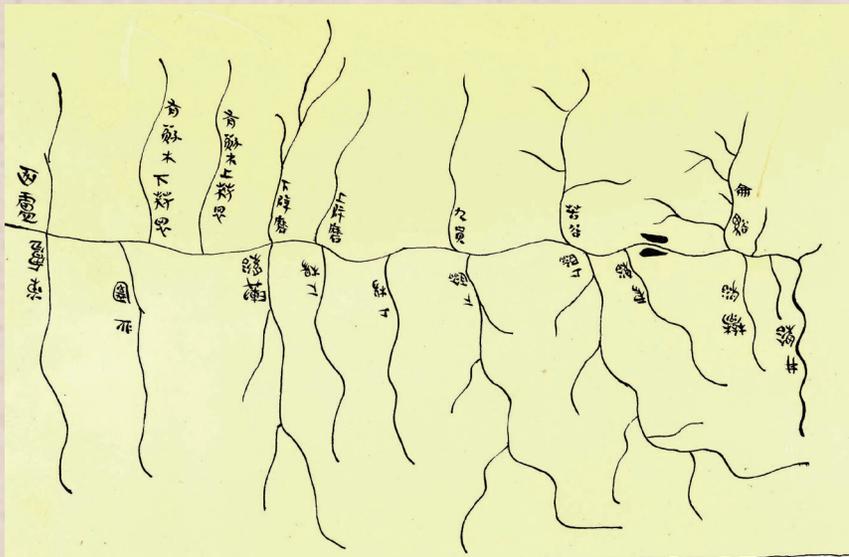


▲ 《禹贡九州山川之图》

又据《周礼·地官司徒》所载，地官是掌管天下土地之图的职官。地官司徒“掌建邦之土地之图与其人民之数，以佐王安扰邦国。以天下土地之图，周知九州之地域广轮之数，辨其山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰之名物。而辨其邦国、都鄙之数，制其畿疆而沟封之……以土会之法，辨五地之物生……以土均之法，辨五物九等，制天下之地征……凡建邦国，以土圭土其地而制其域”。可见，地官掌管的全国土地之图是为了征收各地的贡赋。此外，隶属地官的“遂人掌邦之野。以土地之图，经田野，造县鄙形体之法”“县师掌邦国、都鄙、稍甸、郊里之地域……凡造都邑，量其地，辨其物，而制其域”。可见，遂人和县师是地方负责土地测绘的职官。

九州之图与天下之图的地理范围主要指周代的疆域。战国时，以合纵著名的苏秦在说服赵王联合抗秦时称“臣窃以天下之地图案之，诸侯之地，五倍于秦”，说明苏秦利用天下之图计算，指出各诸侯国的土地之和是秦国的5倍。各诸侯国的土地与秦国土地之和应是九州。当代地理学者王成组认为，中国“当时这一名词的应用，似乎局限于商王朝或周王朝直辖的境域，同时也类乎后代的中原，所以与四方相对称”。

自从禹划九州后，九州就成为先秦历代的基本疆域。在普天之下莫非王土的先秦时期，天下、九州、中国在语义上基本是重叠的。宋代所刻《六经图》碑中在“尚书图下”有《禹贡九州山川之图》《禹贡山川总会之图》等，图碑现存于江西省上饶市博物馆。这两幅地图反映了后人对九州地域的理解，也可



▲ 放马滩出土的木板地图墨线图

以作为我们理解九州之图涵盖范围的参考。

还有一种理解，天下之图大于九州之图。天下之图包括周代版图及其周边四夷地区，或者说“天下”是当时所知地理范围的代名词。先秦地理名著《禹贡》记载了类似同心圆的五服地域。服者，服役之意。五服为甸服、侯服、绥服（或宾服）、要服、荒服，实际是规定距离王都不同地区服役纳贡的不同种类，距离越远，纳贡越少，服役越简单。“夫先王之制：邦内甸服，邦外侯服，侯卫宾服，夷蛮要服，戎狄荒服”。显然，五服的地理范围超出了九州的地域，王朝实际上对要服、荒服地区的统辖力度并不大。事实上，在泛指语境下，天下之图与九州之图在语义上没有严格界限，均指涵盖周代全部地理视野的地图，也是周代政治家、军事家进行战略筹划的重要依据。

地图内容

研究周代军用地图承载的内容只能从典籍记载，从流传下来的个别地图实物中推测其概略情况。

《管子·地图篇》详细记载了军事指挥者阅看及研究地图应该了解的常规内容，“凡主兵者，必先审知地图。輶辘之险，滥车之水，名山、通谷、经川、陵陆、丘阜之所在，直草、林木、蒲苇之所茂，道里之远近，城郭之大小，名邑、废邑、困殖之地，必尽知之。地形之出入相错者，尽藏之。然后可以行军袭邑，举措知先后，不失地利，此地图之常也”。

管仲在这里指出，军用地图的常规内容包括像輶辘道一样的险关隘口、通舟楫的大江大河、著名的山脉、通达的谷地、有道路的平地、丘陵和高地等军事地形的具体方位；以及茂密繁盛的草地、树林和蒲苇地的情况；道路的远近，城郭的大小；有名的城镇、城镇废墟、尚未开发的土地，都必须完全了解；“出入相错”的复杂地形等，也要心中有数。管仲同时指出，只有对地图深入研究，才能恰当有序地采取相关策略，把握地利，行军作战，这都是地图的意义。

1986年，在甘肃省天水市放马滩秦墓中出土了7幅地图，这些

地图均用墨线绘在4块大小基本相同(约长26.7cm、宽18.1cm、厚1.1cm)的松木板上。根据同时出土的竹简纪年和随葬品的特征,甘肃省文物考古研究部门鉴定为秦王政八年(公元前239年)物品,这是目前世界上最早的木板地图,其保存之完好实属罕见。

根据随葬《墓主记》竹简知悉,墓主是一名叫丹的军人,说明编制这些地图可能出于军事目的,这从侧面反映了当时军用地图的大体面貌。这些地图按其用途分为2幅行政区域图、3幅地形图和2幅林木资源图。经考证,这些地图是战国末期秦国邦县(今清水县)的地图,邦县当时有犬丘、西戎、犬戎之称。

地形图上绘有山脉、河流、关隘、道路、界域等。行政区域图上绘有山川、沟溪、关隘、道路、山名、地名、寺庙等,地名按照不同级别用方框圈注。物产和森林图绘有山脉、地形、关隘、道路、物产、森林、地名等。值得一提的是,森林物产图中注有各地之间的相距里程,与现今距离大部分相符,说明这些地图有一定的实测基础。总之,放马滩秦墓木板地图在内容上包含了主要的地形要素,其中山脉、河流、关隘、道路等对于军事的意义重大。

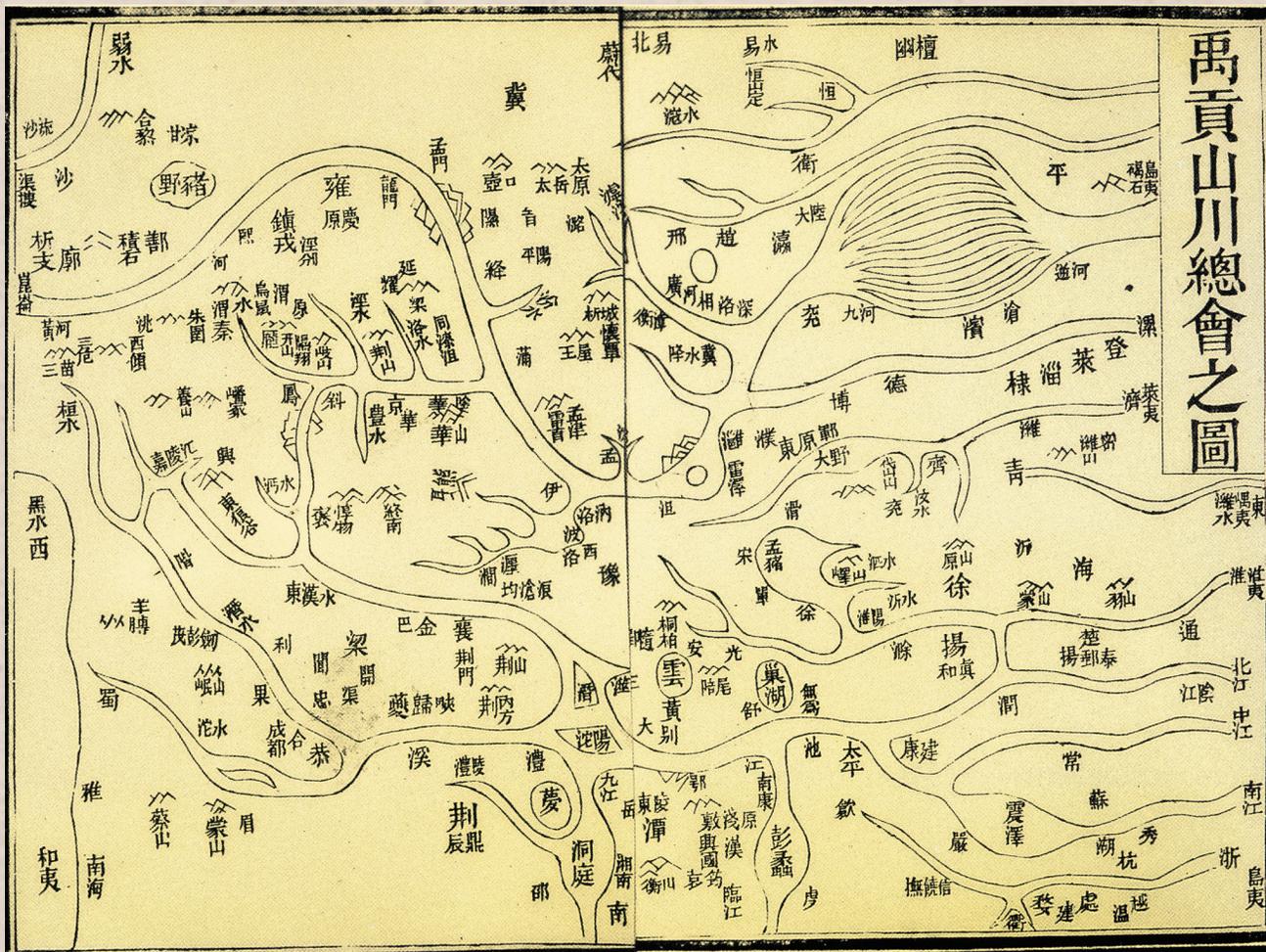
不同用途的地图表示的内容也不一样。军事地图内容如《管子·地图篇》所记以及放马滩木板地图所示。而地官司徒掌管的地图主要为

不同条件下的物产情况,由此确定与标明各地的贡赋。《周礼·地官》记载:“土训掌道地图,以诏地事。”即国王出巡,土训利用“道地图”(交通地图)为向导,避免走错路。交通图上每30里一座“路室”,每50里一座“侯馆”,还有井田制推行下的乡间阡陌。

制绘方法

周代地图的制作方法可以从战国时期放马滩秦墓木板地图和中山国国王墓《兆域图》来分析。

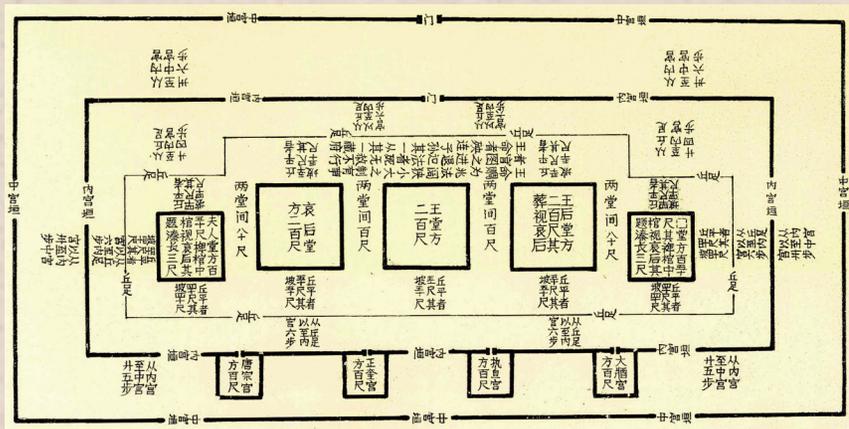
1974年至1978年,在河北省平山县战国中山国遗址出土了一块铜板墓域平面图,约长96cm、宽48cm、厚0.8cm,重32.1公斤。



▲《禹貢山川總會之圖》

据考证，此图是战国时期中山国王的随葬品，时间在公元前310年左右。《周礼》记载，建墓葬时，要“先画其地之形势，豫图出其丘垄之处”“冢人掌公墓之地，辨其兆域而为之图”“墓大夫掌凡邦墓之地域，为之图”，故称墓葬图为《兆域图》。《兆域图》是标示王陵方位、墓葬区域及建筑面积形状的平面规划图，是我国目前发现最早的建筑平面图，也是世界上最早有比例的铜板建筑图。《兆域图》标示了王陵及王后、夫人等5个陵墓上建筑的方位，同时对王陵的堂、宫、门等位置标示得十分详细，伴有文字说明和图形符号，并刻有中山国王的诏书42字。地图上的文字均用战国时期的文字金文书写。研究证明，《兆域图》符合中国古代制图六体的基本要求。

周代的地图采用符号加注记表示地图内容。周代地图内容比较丰富，能够涵盖基本地理要素，表示方法也有显著进步。河流和道路等线状要素容易用线条来描绘，山名、地名、关隘可以用文字注记，但一些地理要素，如种类繁多的地物则需要采用特别的方法表示，这就促成了地图符号的产生。史载，夏代《九鼎图》描绘出“远方图物”，因此“百物为之备”。《九鼎图》上的“百物”应该是实物的摹绘，带有符号示意的性质，是原始地图符号的一种。而《兆域图》采用线划符号表示地物，线划符号用金银镶嵌而成。图上数字注记（38处）、文字说明（33处），如“中宫垣”“内宫垣”“丘足”“门”“堂”“宫”等对应着相应的线划符号，布局严谨。这些地图符号的应用，说明周代地图已经开始脱离原始形象地图的画法。



▲ 《兆域图》墨线图

在周代，地图比例尺开始应用。放马滩秦墓木板地图的物产和森林图上，注明了部分区段各地之间的里程。实际里程远，在图上相距也远，说明制图者具有明确的比例尺意识。《兆域图》标明的方位是上南下北，图上采用尺、步两种度量单位标注，采用的比例尺为1:500，注明了“垣”“宫”“门”“堂”之间的距离与地形的坡度。记述周代天文测算的《周髀》绘有《七衡图》，此图比例尺为图上1分折实地1000里（或图上1分折实地2000里）。据此推断，至少有一部分周代地图比较科学地采用了比例尺。

周代地图还使用了多种材质。当时尚无纸张，通常使用竹简写字，而地图需要一定的幅面，因此难以绘制在竹简上。周代地图大体采用以下材质：一种是把地图铭刻在铜器或铜板上，如铜板《兆域图》以及前代的《九鼎图》；另一种是绘制在木板上，如放马滩木板地图；还有一种放在匣子里的地图，如荆轲刺秦王时，“取图奉之，发图，图穷匕首现”。地图包裹着匕首，联系到汉代早期的马王堆帛地图，此图可能是绘在帛上的地图。

此外，周代地图已经有了实测

基础。早在禹时代，就有步量国土四至的记载。到了周代，测量工具更丰富，有测量与绘图工具规矩，有测量方向的司南，有测量南北距离的土圭等。

《韩非子·有度》说：“人主失端，东西易面，而不自知，故先王立司南以端朝夕”，这里“端”指端正，“朝夕”指日出的东方和日落的西方，意为先王制造司南的目的是用来校正东西方向。《周礼》记载，在阳城（今登封市）的周公测景台上利用“土圭之法，测土深，正日景，以求地中……日至之景，尺有五寸，谓之地中”。从这一记载可知，使用土圭测量日影，目的是为了推求地中，在夏至那天，8尺表杆的日影长1.5尺的地方就是地中。地中即大地的中心。把阳城地区视为大地的中心，反映了当时天圆地方的宇宙观。

后来，人们把圭和表结合为一体，制成圭表，大大提高了立表测影的精度。圭表成为中国古代常用的天文测量工具，一直沿用到明代。当时的人们，根据“寸影千里”（两地日影相差1寸，距离为1000里）的法制，采用土圭之法，推算南北两地的距离，解决了远距离测量问题。☑（作者单位：西安测绘研究所）

半痴半醉半天真

陈鲁民

古诗《半字诗》：“半水半山半竹林，半俗半雅半红尘。半师半友半知己，半慕半尊半倾心。半醒半迷半率直，半痴半醉半天真。半虹半露半晴雨，半皎半弯半月轮。”不仅读来朗朗上口，颇具音乐节律，而且句句都很精彩，富有哲思，气象万千。我最心仪其中“半痴半醉半天真”一句，以为这是人生最佳状态、最理想境界，令人无限神往。

痴，即迷恋过甚。如痴如醉，就是对某种事物不顾一切的喜欢，不计成本的投入，毫无保留的眷恋。于是就有了画痴顾恺之，诗痴贾岛，石痴米芾，竹痴郑板桥，戏痴李雪健等。这就是古人“性痴则其志凝，故书痴者文必工，艺痴者技必精”的道理。搞艺术或许需要这种不管不顾、全力投入的品性，但做人做事却切切不可，要痴而有度，痴不过分，痴不伤身。否则，就可能弄巧成拙，适得其反。

痴情，最好也是半痴，若用情太深，不留后路，不能自拔，那就成了弱智可笑的花痴，一旦分手，

受伤害极大，很难复原。求财，也要半痴，过于痴迷，钻进钱眼里，下场好的不多。明代吏部尚书周应秋，每日须勒索一万两银子才罢休，人称“钱痴”，最后死于非命，遗臭万年。娱乐也是如此，一过分就会玩物丧志。唐玄宗痴迷歌舞，不理朝政，不仅作曲、击鼓，还登台表演，人称“梨园天子”。结果，在霓裳羽衣曲中，“安史之乱”葬送了大唐盛世，留下千秋悲歌。

再说半醉。酒至微醺，花至半开，是最佳状态。一个人若滴酒不沾，永远清醒，就没有情趣，令人敬而远之，朋友一定很少。反之，经常喝得酩酊大醉，烂醉如泥，就像西晋名士刘伶、阮籍那个醉法，也不敢恭维。一是酒多伤身，酒精中毒；二是酒后误事，譬如醉驾、酒后乱性等；三是形象差，丑态百出，贻笑大方。

依我管见，最好的状态是，每过上一段时间，就找几个朋友小酌一次，半醉一回，放松一下，谈天说地，月旦人物。既可见真性情，也能加深友谊，提高幸福指数。就像白居易邀请老友刘十九：“晚来天欲雪，能饮一杯无？”

劝酒者常爱说一句话“不醉不归”，其实能归就说明还不是大醉，尚能把握住自己，尽管已踉踉跄跄，还算是半醉。“家家扶得醉人归”，那才是大醉、全醉。活在世上，就要一半明白，一半糊涂；一半清醒，一半沉醉。很喜欢叶倩文唱的那首歌：“天地悠悠过客匆匆潮起又潮落 / 恩恩怨怨生死白头 / 几人能看透 / 红尘呀滚滚痴痴呀情深 / 聚散终有时 / 留一半清醒留一半醉 / 至少梦里有你追随……”

天真，后边再加个烂漫，即不受礼俗拘束的品性，心地单纯，性

情真诚，对人不设防，处世无城府，就是所谓赤子之心。半天真，即老实而不笨拙，和善而不软弱，没有心计也不会被人算计，不占别人便宜也不轻易被伤害，满腹经纶却带有孩子气，身处俗世却能脱俗，饱经沧桑并不老于世故，一把年纪却无油腻之感。

苏东坡是半天真的人，诗词写得花团锦簇，字字珠玑；但人事来往，官场交际，却不大精通，不无幼稚。钱钟书是半天真的人，学富五车，知今博古；为人却直来直去，毫无城府。袁隆平是半天真的人，搞杂交水稻试验，精益求精，慎之又慎，是个科学家；休息时间打麻将，嘻嘻哈哈，吵吵闹闹，成了老顽童。他们都活得很真实，很精彩，活出了真性情，不掩饰也不做作，不圆滑也不迂腐。即便是满头飞雪，一脸皱纹，但心底永远年轻，永葆青春。历经千山万水，归来仍是少年。洗尽铅华，淡雅如菊。

“半痴半醉半天真”，安身立命的智慧之说，做人处世的经验之谈，我喜欢。☑（作者系战略支援部队信息工程大学教授、中国作家协会会员）





记忆中的小河

◎ 申伟

纪录片《航拍中国》里，地形地貌、气候环境、自然生态各不相同。看着绿意盎然的生态大地，我不由想起《梦里老家》的歌词：田园碧水青山环抱，稻秧青啊菜花儿黄扑面芬芳，清清小河在心田流淌，浓浓绿荫感染了我的情哟，古老村庄，梦里老家，心里的家园，梦幻天堂。

我的童年生活在一个革命圣地的小县城，附近很多山上有战争时期的烈士墓，我就读的小学便是以英雄名字命名。每年清明节，学校都会组织我们去烈士陵园扫墓，缅怀那些为国家、为民族付出生命的英雄。那一天，我们都会佩戴一朵小白花，步行十几里，沿着公路向目的地缓缓前行。

翻过家属院的围墙，有一条淮河流域的小支流，名唤三里河。河边杂草丛生，野花点缀其间，河水清澈见底。春天到来时，女孩子们会掐一把野花编成花环戴在头上，嬉笑着、吵闹着，相互抢夺。有时还会从河边的小水洼里捧起一捧蝌蚪，装进塑料袋带回家，却总会遭到大人的呵斥：“赶快倒回去，这些蝌蚪长大都是青蛙，吃害虫的！”

到了夏天，孩子们在浅水处挖小坑蓄水，捕捉游弋的小鱼。每每听到孩子们玩水的欢声笑语，大人们便急匆匆放下手中的活计，跑向河边，紧张地呼唤孩子们回家，生怕发生意外。然而，调皮的男孩子

还是会偷偷溜到河里，狗刨、打水仗……这些无忧无虑的时光，构成我童年最快乐的回忆。

那个年代，物质条件并不富裕，日常出行依赖的是自行车、绿皮火车，家家户户根据发放的粮票来计划生活的开支。但那时，天空是湛蓝的，云朵是洁白的。夏天的夜晚，邻居们围坐在院子里，轻摇芭蕉扇纳凉，门口小菜园的虫鸣不绝于耳，孩子们则躺在凉席上，仰望星空，一颗颗数着星星。

弹指一挥间，改革开放悄然走过二十个年头时，我也从少年步入中年，见证了许多曾经遥不可及的梦想变为现实，手机、私家车走入百姓家，高速公路四通八达。儿子的童年勾起我童年的记忆，那曾陪伴我成长的三里河，变成了怎样的模样？

驱车回到故乡，县城里高楼林立取代了老式平房，曾经清澈的三里河已干涸见底，偶尔在低洼处还能见到一些黑黄相间、浮着泡沫的污水。岸边堆积着小山一样的垃圾，各色塑料袋掺杂其间，泥土已发黑板结，覆盖着一层白色粉末，就连昔日的绿树也变得凋零。我无奈地叹了口气，为环境恶化深感痛心。

放眼望去，这样的现象并不罕见。海洋污染、过度捕捞，草地、滩涂面积逐渐萎缩，空气污染严重，不少物种绝迹。人类的过度开发、污染与破坏，给地球带来了创伤。

修复地球，是人类的责任和使命。

2012年11月，党的十八大的春风吹遍神州大地，绘就生态文明建设的宏伟蓝图，吹响一体治理山水林田湖草沙、建设美丽中国的号角。我满怀期待，真心祈祷，愿每个人的生活，都能与青山绿水和谐相处。十余年过去，我国走出一条生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，美丽中国建设迈出重大步伐。

今年，我带着已步入青年的儿子再次回到故乡。我看到，曾经的伤疤已然愈合，三里河已蜕变为休闲的好去处。沿着河岸，两条步道蜿蜒而行，河边绿树成林，草坪如茵，各色鲜花竞相绽放。傍晚时分，散步的、打太极的、慢跑的……人来人往络绎不绝，欢声笑语在河畔回荡。我盼望的天蓝、水清、地绿的故乡，已成为现实。

我心潮澎湃，满怀感激。在中国共产党的领导下，全国人民团结奋斗，用心呵护每一寸土地、每一寸山川、每一抹绿色，一点一滴的努力终于铸就今日的大美中国。衷心希望身处伟大变革时代的我们，深刻铭记习近平总书记“绿水青山就是金山银山”的理念，坚持实施山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，坚实迈出绿色、循环、低碳的发展步伐，让我们的祖国天更蓝、山更绿、水更清。☑（作者单位：河南省测绘院）

凝听洗耳河畔的春天

◎ 孙利芳

周末，偷得浮生半日闲，我与朋友各撑一把小伞，漫步雨中，顺着弯弯曲曲的木质栈道款款而行，寻觅洗耳河畔娇羞浪漫的春天。

一串雨丝，透亮晶莹，浸润着明媚的花瓣。粉艳的美人梅娇嫩嫣然，似翩翩起舞的粉蝶，层层叠叠，摇曳多姿，清雅高贵，尽情展露娇媚灿烂的笑颜，散发甜蜜馥郁的芬芳。花瓣小心翼翼呵护着丝丝纤柔的花蕊，羞怯灵动半掩娇容，起伏飞舞晕染腮红，浅浅匀红霞染枝头，美人神韵尽在其中。灿灿美人梅，如火如荼，一树繁花，似乎正在聆听大珠小珠落玉盘的缱绻。

樱花愈发纯净得一尘不染，洁白如玉，铺天盖地花韵仿佛要把整个春天拥入怀抱。满树洁白锁烟雨，花香弥漫落花风，把春天的雨也浸染出点点滴滴的蜜甜。

依依柳丝，烟雨中更加飘渺，宛若一缕缕碧绿的轻烟蜿蜒环绕在洗耳河的两岸。曼妙的柳枝上，不知何时飞来一串串绿色的蝴蝶，织

成碧玉般的春帘，把春的气息漫卷。

一串明黄花瓣间，悄悄探出绿色的叶片，黄绿相间的枝条随风摇曳，雨中那抹金黄明艳，是连翘独一无二的春天。脚下的草儿，在雨露的浇灌下，铺成柔软细腻的碧毯，绿得愈发可爱，让人不由得心生爱怜。两岸高楼，在春雨轻烟的笼罩下，在团团花韵的簇拥中，朦朦胧胧，焕发出一种烟雨江南的韵味。

轻轻地，我来了，漫步在细雨蒙蒙铺满花香的小径，闭上眼睛，轻嗅洗耳河畔的春天，耳畔，仿佛听到了花儿呢喃。睁开眼睛，雨中那抹别样的春色，正在五彩斑斓中绚烂。轻烟飘飘，青草碧绿，栈道清幽，河水清流，柳丝摇曳，樱花烂漫，连翘明艳，美人梅风姿绰约，紫荆花含苞待放，垂丝海棠蓄势待发。那浅碧，那嫣红，那洁白，那亮黄，那一帘烟雨朦胧、细柳落花、花香满径的春意，让我沉醉不已。

缓缓前行，在一树繁花之下，我赫然发现了满地落红片片，想起

“夜来风雨声，花落知多少”的诗句，蓦然有了“昨夜微雨花成泥”的点点遗憾。

纤纤细雨垂烟柳，簌簌春风吹落花。突然有了一丝伤感，想起林黛玉的《葬花吟》：“花谢花飞花满天，红消香断有谁怜？游丝软系飘春榭，落絮轻沾扑绣帘。闺中女儿惜春暮，愁绪满怀无释处。手把花锄出绣帘，忍踏落花来复去……”若有一把花锄，我也许要东施效颦，把这些多情的落花葬于洗耳河畔的青青草地之下吧？

满地落红，片片相思，丝丝春雨，淋湿心头。叹人生短短几十年，其实跟这花儿又有何不同？正兀自悲伤，抬头忽见微雨浅风中，一对春燕掠过青青河水，双宿双飞，渐渐隐于柳烟袅袅依依花红深处，又不自觉莞尔淡然释怀，解劝自己：“落红不是无情物，化作春泥更护花。”与其悲春、伤春、叹春、怜春，不如惜春、爱春、盼春、迎春，以欢喜心过好当下，以欢喜心迎接未来。



海愈无声

◎ 李苗苗

湛蓝的海换了一种颜色
海风吹不散它的忧愁
鲸、海龟与游鱼
低泣声交织
和着海浪声
奏起悲悯的交响

时光似乎依旧静好
只是忽然间，人们匆匆奔走
想在核污水侵蚀前
急切地凝望大海
深嗅它的气息
触摸它的温度
铭记此刻璀璨的模样

孩子不解大人的匆忙

欢笑脸上闪烁着期待
他们跌跌撞撞地畅想
与水獭的偶遇
水獭依旧翘着嘴巴
噗吡噗吡，晃动着小手
和过往的旅人、航行的船只
打着招呼，传递它纯粹的温暖

无法想象
当灾难的阴影逼近
它们残喘着，无法言说的模样
窒息的绝望
会比腹中塞满塑料更痛吧
可是又能躲到哪里
礁石的缝隙
贝壳的怀抱

海草的环绕
都被深海包裹
任由无尽的黑暗
覆盖它们蓝色的眼眸

夜深人静，笔落纸停
外面即将暴雨倾盆
这是海洋最后的哭泣
风呼啸着吹进窗子
俯身轻问
你们流下的眼泪
我可否带走
洒向遥远的一千九百公里
是否就能拯救那片受伤的海域

☑ (作者单位：漯河市自然资源和规划局)

畅游在“微雨燕双飞，落花香满地”的洗耳河畔，遥想当年高洁隐士许由修身养性，淡泊名利，畅游山林，听到尧让位于自己，感到耳朵受到污染，临水洗耳，以驱名利之污染，洗耳河因此而得名。许由心性旷达于物外，志趣高洁的谦谦君子之风，恰如洗耳河畔的自然万物，任花开花落自悠然，自得宠辱不惊，多么值得我们敬仰。

王国维说：“一切景语，皆情语也。”是啊，“春来春去无元尽，花落花开自有时。”花儿正是有了这种豁达胸怀，才会在怒放时肆无忌惮毫无顾虑，在凋零时自由自在坦然如风。无论是否有人欣赏，不管是否有人赞叹，即便在无人注意的角落，也依然努力绽放，展露独

一无二的芳华，才让大自然的春天百花争艳、生机盎然。

只要绽放过，燃烧过，就毫无遗憾。即便随风凋零无处寻，就算随雨辗落花成泥，也依然香如故，魂依旧，情永久。心中有梦想，心态随风扬，扎根在泥土，来年又芬芳。如此四季轮回，春夏交替，便有了花的永久芬芳，便有了大自然的源远流长。

我们何尝不应向这些花儿学习？该学习时努力学习，该成长时努力成长，该奋斗时努力奋斗。人生短短几十年，犹如花开花落转瞬即逝，只要走过了，奋斗了，便无愧此生。我们要好好享受人生路上每一个过程，孝顺父母，珍惜爱人，善待朋友，爱护子女，奉献别人，

回报社会，感恩大自然给予的一切馈赠。如此，当生命的终点来临，我们便能不留遗憾，坦然面对，就像花儿那般潇洒飘逸、从容淡定。

“春有百花秋有月，夏有凉风冬有雪。若无闲事挂心头，便是人间好时节。”往昔阳光明媚的春天欣欣向荣，五彩缤纷。今日邂逅斜风微雨的春天，别有一番情趣弥漫心间，恬淡、朦胧、浪漫，更有一种晶莹剔透雨润青春的生机盎然。

漫步在细雨飘飞的洗耳河畔，凝听雨中花儿的春意呢喃，我豁然开朗。人生路上，不管艳阳高照，还是风雪雨霜，无论平坦大道，抑或荆棘崎岖，我们都要且行且感悟，且行且欢喜，且行且精彩，且行且珍惜。☑ (作者单位：汝州市地矿局)

杨建摄影作品欣赏



杨建，四川成都人，《中国国家地理》、星球研究所特约摄影师，四川省摄影家协会会员，现就职于四川省华地建设工程有限责任公司。

杨建先后在《中国摄影》《大众摄影》《中国国家地理》《中国摄影报》《中国日报》《四川日报》等报刊及星球研究所发表作品千余幅。其作品曾入选中国日报《百名摄影师聚焦中国》，中国国家地理《再发现四川 100 个最美观景拍摄地》，四川科学技术出版社《探秘四川》，四川文旅厅、星球研究所《四川从哪里来》，并先后荣获金钟奖、巴蜀艺术奖、五一艺术奖、西部首届多媒体航拍摄影大赛二等奖等。



● 金色胡杨



● 昆仑天梯——莲宝叶则



● 矮寨大桥



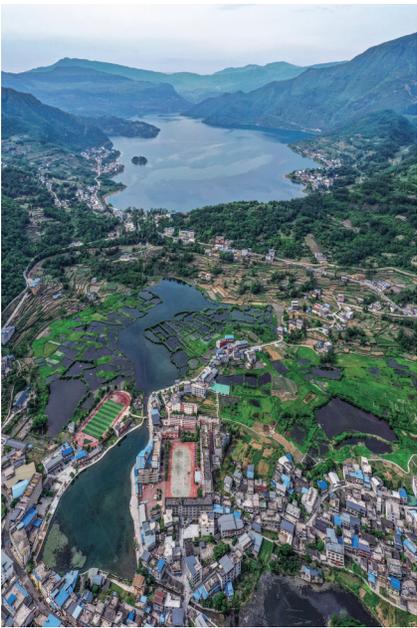
● 珠峰夕照



● 四川雷波县马湖



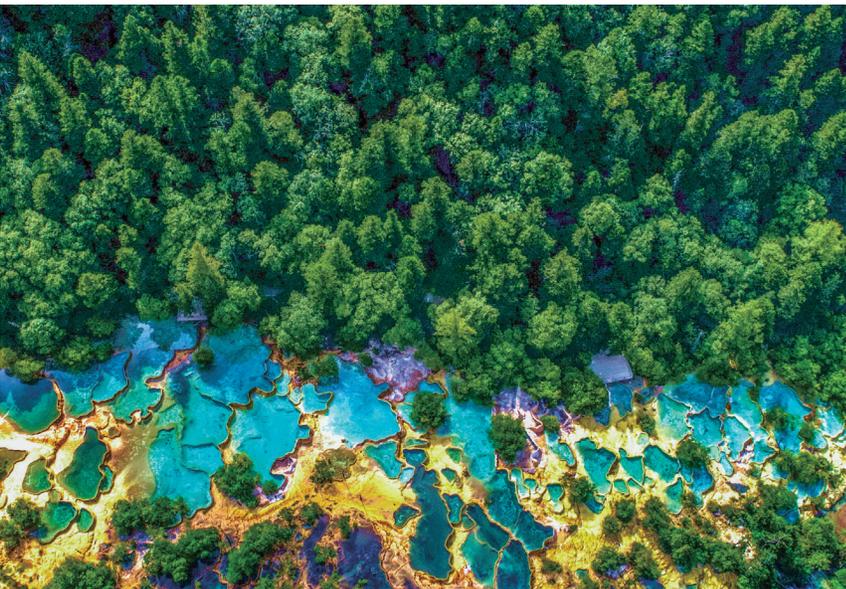
● 金龟戏水



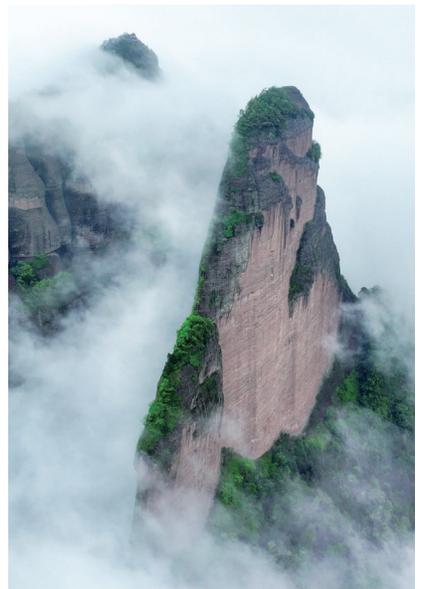
● 三面环山的马湖



● 夕阳下的梯田



● 彩池争艳



● 烟雨江郎山

《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

济源市自然资源技术保障中心

南阳空间测绘有限公司

“郑州航空港号”卫星成功发射

本刊讯 5月20日11时06分，“郑州航空港号”卫星搭乘长征二号丁运载火箭在太原卫星发射中心发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务获得圆满成功。“郑州航空港号”卫星是国家发展改革委核准的新一代遥感互联网卫星，是郑州航空港经济综合实验区与二十一世纪空间技术应用股份有限公司（以下简称“世纪空间技术公司”）合作开展空间信息服务的重要载体。

作为目前唯一由国务院批复设立的国家级航空港经济发展先行区，近年来，郑州航空港努力培育壮大以航空航天卫星产业为代表的先进制造业集群，并取得了“开局破题”的阶段性成果。

“我们设立了航空航天产业指挥部，不断加大对航天卫星服务产业的支持力度，并与包括世纪空间技术公司在内的航空航天领域颇具实力的企业开展了深度合作。”郑州航空港区相关负责人介绍，面对“商业航天”等战略性新兴产业大发展的重大机遇，郑州航

空港将与世纪空间技术公司等企业重点围绕卫星遥感、北斗导航、卫星通信、卫星测运控、卫星数据运营服务等领域开展深入合作，并促进航天卫星产业与我省交通、物流、水利、农业、智慧城市等应用场景相结合，高标准打造具有河南特色的航空航天卫星产业集群。

据介绍，“郑州航空港号”卫星具有高敏捷、高稳定、高精度等特点，运用世纪空间技术公司的星载智能监测与在轨处理技术，可与地面测控接收站网、互联网云服务中心、用户应用终端等组成“星-地-云-端”天地一体化系统，实现大区域快速覆盖，具有在轨智能图像处理和信息解译分析能力，支持在轨扩展处理功能。投入使用后，也将与在轨运行的北京系列其他遥感卫星协同工作，进一步提升数据获取、智能观测和信息服务能力，长效服务实景三维中国建设，同时为自然资源、生态环保、农林水务、灾害应急、城市综合运行管理等多个领域提供高分辨率遥感大数据产品和服务。☑（陈骏/文 郑斌/图）



