

2024

第 6 期

总第474期

淇河飞溅智慧花 一智慧鹤壁时空大数据平台建设侧记 测绘先锋正青春 一记河南省自然资源青年科技人才吕宝奇



郭幸生到固始县刘营村调研乡村振兴工作

本刊讯 6月4日,河南省测绘地理信息技术中心 党委书记、主任郭幸生一行到定点帮扶村固始县李店 镇刘营村调研乡村振兴工作,并召开驻村帮扶座谈会。

在刘营村委会议室,河南省测绘地理信息技术中 心驻村第一书记李永利就刘营村高标准农田建设、村 集体产业红薯粉条厂建设项目,以及防返贫监测、五 星支部创建、村庄规划、产业发展等工作情况进行了 汇报,并现场展示了河南省测绘地理信息技术中心为 支持固始县李店镇高标准农田建设规划捐助的价值 30 余万元的高清遥感影像图。

郭幸生认真听取了汇报,对驻村工作队所做的各 项工作及发展谋划表示肯定,并对产业发展、高标准 农田建设等方面工作提出指导性意见,嘱托驻村工作 队认真落实。郭幸生向固始县委、县政府和李店镇党委、 政府对驻村工作队给予的大力支持和生活中的关怀表



示感谢。郭幸生强调,河南省测绘地理信息技术中心 将一如既往地做好坚强后盾,全力支持固始县刘营村 乡村振兴快速发展。

调研期间,郭幸生一行还实地查看了刘营村红薯 粉条厂建设情况。

②(倪晓华/文图)

河南省测绘地理信息技术中心 赴廉政教育基地开展主题党日活动

本刊讯 5月23日,河南省测绘地理信息技术中 心党委联合河南省自然资源厅测绘地理信息管理处、 河南省测绘院党委,以"增强红线意识 提高党性修养" 为主题,组织党员干部赴许昌市开展主题党日活动。 河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生, 中心党委委员、副主任肖峰,中心党委委员、办公室 主任陈政民,河南省自然资源厅测绘地理信息管理处



处长王军胜参加学习活动。

当天上午,全体党员来到许昌市规划展览馆,详 细了解许昌市城市规划、建设和发展历程,感受许昌 市的古韵文化和现代文明。在许昌市博物馆,大家参 观了"许昌人""夏都之源""曹魏许都""许州记忆" 四个展区,深入了解许昌市的历史文化底蕴。下午, 大家来到长葛市廉政教育基地,参观习仲勋同志在长 葛的"中央河南调查组"旧址,认真聆听习仲勋同志 在长葛调研期间的事迹介绍,了解在历史特殊时期共 产党人善作敢为,勇于担当尽责,为群众解决实际困难、 为中央决策积极谋划的动人故事,深刻理解习仲勋同 志"江山就是人民、人民就是江山"的崇高情怀。

此次主题党日活动使全体党员接受了深刻的党性 教育和精神洗礼,进一步增强了"四个意识",坚定"四 个自信",做到"两个维护"。大家纷纷表示,将以 此次活动为契机,继承和发扬党的优良传统,在工作 中担当履职尽责。[2](周正/文陈庆贺/图)

卷首语

时空大数据提升政府治理能力

◎ 本刊评论员 王红闯

大数据是以容量大、类型多、存取速度快、应用价值高为主要特征的数据集合,以时间空间为维度的相 关数据被称为时空大数据。

在信息化建设强力推动下,时空数据成为越来越重要的生产要素。智慧城市是若干个信息系统的集成, 它基于共同的设施和数据资源,具有大量共性化的操作,因而需要一个操作系统。而时空大数据平台是智慧 城市的"大脑"。鹤壁市在河南省智慧城市建设中走在全省前列,智慧鹤壁时空大数据平台建设国家试点项 目 2024 年 3 月 29 日顺利通过自然资源部验收,形成了"1+4+5+1"的成果体系,在统筹推动建设、立足数据 共享、创新发展应用等方面打造了智慧城市的"鹤壁模式"。

地方治理是国家治理的重要组成部分。如何提升地方政府治理能力,是当前亟须探索的重大课题。笔者 认为,"鹤壁模式"值得借鉴,时空大数据平台建设成果为推进城市治理体系和治理能力现代化奠定了坚实 基础。时空大数据正在改变传统治理的思维模式和运作方式,可为国家治理提供技术支持,为地方政府提升 治理能力、实现精细化治理开辟新途径。

国务院印发的《促进大数据发展行动纲要》提出,系统部署大数据发展工作,加快政府数据开放共享、 推动资源整合、提升治理能力。地方政府应充分考虑大数据给社会治理带来的变革与影响,积极采取应对措施, 切实提升治理能力。

要更新治理理念。当前,以时空大数据加强和改善地方治理,障碍主要不在技术层面,而是意识与理念问题。 地方政府应彻底摆脱政府全能主义的传统管理理念,坚持以人为本,加强和创新社会治理;将开放大数据与 贯彻落实党的群众路线结合起来,整合各类数据资源,从服务型政府理念出发,在保证国家安全、保护商业秘密、 保障个人隐私的基础上,实现数据的开放共享,推进各系统数据互联互通,推动治理能力全面提升。

要创新治理结构和方式。建立基于时空大数据的决策机制,既能有效解决实际问题,又能预测社会需求, 进而探索出更加科学的治理结构和方式。为此,应搭建广泛深入了解社情民意的大数据窗口,及时公开地方 政府信息,及时反馈群众意见,并进行有效处理;加强信息资源深度挖掘与收集,建立跨层级、跨部门的数 据信息资源整合、共享机制,消除"信息孤岛"现象,提高地方政府治理效能;创新公共治理结构与公共服 务体系,使公众有效参与公共产品从设计到供给的全过程。

要加快时空大数据核心技术的突破与应用。近年来,我国数据技术快速发展,但数据服务器、存储设备、 数据库管理系统等核心技术和关键设备依然依赖国外企业。应加大数据技术研发投入,努力实现核心技术自 主可控。加快数据基础设施建设,运用物联网、云计算等新一代信息技术,实现全面透彻的感知、宽带泛在 的互联、智能融合的应用,推动以用户创新、开放创新、大众创新、协同创新为特征的可持续创新,打造智 慧城市和智慧政府。加强时空大数据专业人才培养,为时空大数据在各个领域的应用提供人力资源支持。

"数字决定命运,科技引领未来"。要充分利用数字科技对城市进行优化、重塑和再造,提高城市"免疫 力",实现多用信息,少用能源,多利群众,少受灾难,要进一步加大"新基建"建设力度,提升56、云计算、 物联网、智能终端等基础型数字基础设施的全民覆盖力度,提高大数据、人工智能、智慧城市、工业互联网、 区块链、北斗导航等应用型数字基础设施的普惠服务能力,不断满足人民日益增长的美好生活需要,促进数 字科技福祉惠及全民。



资源信息化测绘 2024年下半月第6期总第474期

測运資訊・政束 解決
文化传播・技术交流
主管单位:河南省自然资源庁 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
姚宜斌	武汉大学测绘学院院长
郭增长	河南测绘职业学院党委书记
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
 寿燕翮 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 礼 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:李小娟
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 时空大数据提升政府治理能力

国内要闻

4 莫干山地信研讨会在德清召开 等8则

时政传递

- 6 河南省测绘地理信息技术中心举办深化党纪学习教育读书班
- 7 河南省地理信息产业协会召开2024年工作会议

特别关注

8 淇河飞溅智慧花——智慧鹤壁时空大数据平台建设侧记

测绘广角

- 14 焦作加速推进实景三维建设 濮阳市开展测绘地理信息管理工作专题调研
- 15 泌阳时空大数据平台项目技术文件通过评审 新密市开展应急测绘无人机救援演练

经天纬地

16 测绘先锋正青春——记河南省自然资源青年科技人才吕宝奇

豫外传真

18 陕西榆林:实景三维让规划审查更智能19 河北省加快测绘事业转型升级

发展研究

20 从"统筹发展和安全"角度
 谈如何守住测绘地理信息安全管理底线

技术应用

22 一种结合SOR算法的SLAM点云降噪方法

- 27 基于多模态特征融合的无人机测绘图像目标识别研究
- 31 遥感技术在自然保护地卫片执法中的应用研究
- 35 倾斜摄影测量与激光雷达技术在大比例尺地形图高程 精度方向的研究
- 39 ArcMap环境下的宗地四至交互式填写工具设计与实现
- 43 基于多级特征融合的高光谱遥感影像分类研究
- 46 三角高程结合精密水准在申嘉湖高速(上海段)特大型桥梁 挠度检测中的应用
- 49 基于高分数据在露天矿数据库中智能识别监测的应用研究

地图故事

52 形山绘海 神用象通 ——邱志杰和他的地图画

人文地理

55 黄沙生绿绿生金

文苑撷英

- 58"耐寒"与"耐旱"
- 59 儿时端午
- 60 远山的呼唤
- 61 我打碎了夕阳 七律二首

艺术欣赏

62 胡兴顺书法作品欣赏

合作单位

64 《资源导刊·信息化测绘》宣传合作单位

封面

黄河八里胡同 赵晓战/供图



莫干山地信研讨会在德清召开

6月6日,莫干山地信研讨会——"测 绘地理信息赋能新质生产力"在浙江德清召开。会议 由中国测绘学会指导,莫干山地信实验室、中国测绘 科学研究院联合主办,包括"院士观点""专家视角""高 端论坛"三个板块,围绕"测绘地理信息赋能新质生 产力"开展了8场专题报告和一场高端访谈。

"院士观点"板块围绕北斗赋能万物互联、国家一体化算力网和时空大数据平台、用好实景三维打造新质生产力等主题,对时空信息赋能新质生产力的基本 思路、底层逻辑进行了解读与分享。"专家视角"板 块从生产要素创新性配置、产业转型升级、智慧城市 推动数字化经济发展等角度,阐述了地理空间信息智 能赋能新质生产力的理论、方法、路径和实践等。"高 端访谈"板块从科学技术、生产要素、数字产业方面 分享了测绘地理信息赋能新质生产力的思路,并对测 绘地理信息如何拥抱新质生产力提出了具体建议。

李德仁、薛其坤获国家最高科学技术奖

2023年度国家最高科学技术奖6月24日在北京 揭晓,李德仁院士、薛其坤院士获得中国科技界崇高 荣誉。

李德仁是著名的摄影测量与遥感学家,一直致力 于提升我国测绘遥感对地观测水平。他攻克卫星遥感 全球高精度定位及测图核心技术,解决了遥感卫星影 像高精度处理的系列难题,带领团队研发全自动高精 度航空与地面测量系统,为我国高精度高分辨率对地 观测体系建设作出了杰出贡献。

薛其坤是凝聚态物理领域享有国际声誉的实验物 理学家,取得多项引领性的重要科学突破。他率领团 队首次在实验上观测到量子反常霍尔效应,在国际上 产生重大学术影响;在异质结体系中发现界面增强的 高温超导电性,开启了国际高温超导领域的全新研究 方向。

《时空信息与智能服务丛书》编撰启动

近日,中国地图出版社集团召开《时空信息与智 能服务丛书》编委会第一次会议,围绕时空信息赋能 高质量发展和数字化转型这一重大需求,深入探讨了 策划出版时空信息系列丛书相关事宜,议定丛书编委 会工作职责和运行机制,形成丛书规划指南,审议第 一批丛书分册。

推动编撰出版一套具备整体性和系统性、先进性 和实用性、创新性和可读性、易读好看的时空信息精 品丛书,是一项顺应时代潮流的系统工程,将给测绘 地理信息学科发展、行业进步带来积极贡献。

下一步,《时空信息与智能服务丛书》将围绕时 空定位、时空感知、时空建模、时空认知、时空智能、 时空信息基础设施、时空信息赋能和时空信息生态等 重点内容,在选题策划、重点难点、形式创新等方面 积极修改完善,力争为推动我国数字化时代测绘地理 信息事业的转型升级以及时空信息智能服务领域的高 质量发展提供支撑。



我国成功发射地球之眼1号等 3颗卫星

6月6日13时,谷神星一号(遥十三)运载火箭 在酒泉卫星发射中心成功发射,顺利将TEE-01B星(地 球之眼1号卫星),纳星三号A星、B星共3颗卫星 与爱神星留轨试验平台送入瞬时轨道高度545km的太 阳同步轨道。

TEE-01B 星运行轨道高度为 545km,可获取星下点 地面像元分辨率 0.52m,幅宽优于 14.8km 的遥感图像, 用于为国土资源监测、矿产资源开发、智慧城市建设、 林业资源普查、生态环境监测、公共应急卫生等领域 提供遥感数据服务。

纳星三号A星、B星是两颗遥感技术验证卫星, 主要进行对地遥感成像、对地光学信标导航验证。

爱神星留轨试验平台是国内首个商业火箭末级留 轨试验平台,是在谷神星一号运载火箭末级的基础上,



通过升级实现在轨运行能力,可为新技术、新器件、 新产品的在轨试验提供低成本、便捷性验证平台。

卫星观测技术新突破让滑坡灾害预警更高效

近日,中国地质大学(武汉)副教授周超研究团 队联合国内外专家,通过卫星影像获取滑坡灾害精细 变形,实现了滑坡灾害的有效预测,为大区域范围内 滑坡灾害的普适性监测预警提供了新解决方案。相关 研究成果刊发在国际期刊《工程地质》上。

周超介绍,卫星观测技术为滑坡灾害观测提供了 新手段。该方法通过多时相合成孔径雷达干涉测量 (MT-InSAR)技术,从卫星影像中提取滑坡的位移信息, 为预警预报提供低成本基础数据。研究团队通过卫星 观测数据,揭示了水库滑坡的时空变形机制,并应用 机器学习技术,构建滑坡运动对环境驱动因素的动态 响应函数,提升了预测的有效性。

研究结果显示,MT-InSAR 可以精准监测滑坡变形, 机器学习算法能准确建立滑坡变形与其驱动因素之间 的复杂非线性关系。通过整合 MT-InSAR 和机器学习技 术优势,该方法不仅能考虑滑坡灾害演化的物理机制, 还能在大尺度范围内进行高效、准确预测。

我国成功发射张江高科号卫星等5颗卫星

5月31日7时39分,我国在酒泉卫星发射中心 成功将搭载的极光星座01星(复旦信息星)、02星(上 海电机学院一号),张江高科号卫星、逆水寒二号卫星、 河北临西一号卫星共5颗卫星发射升空,卫星顺利进 入预定轨道。

极光星座 01 星、02 星将在轨开展星间和星地的 长时通信验证,构建激光通信在轨实验平台,在轨响 应不同速率、不同体制、不同轨道间距的业务场景需求。

张江高科号卫星、逆水寒二号卫星充分继承红外 遥感卫星的成熟产品和研制技术方案,搭载 GNSS(全 球卫星导航系统)掩星和长波红外相机载荷,通过对 GNSS 掩星数据反演可得到大气层温、湿、压以及电离 层电子密度,通过长波红外相机获得目标信息,对大 气及热点目标探测,具有广阔的应用前景和应用价值。

河北临西一号卫星为气象遥感卫星,搭载 GNSS 掩 星大气探测载荷,可以获取大气温度、湿度、气压等 信息,弥补传统气象观测手段的不足。





<u>8700</u>亿元

近日,国家发展改革委、国家数据局、财政部、 自然资源部出台《关于深化智慧城市发展 推进城市全 域数字化转型的指导意见》(以下简称《意见》)。

《意见》围绕总体要求、全领域推进城市数字化 转型、全方位增强城市数字化转型支撑、全过程优化 城市数字化转型生态及保障措施等5个方面,着力推 进城市全域数字化转型。《意见》提出,到2027年, 全国城市全域数字化转型取得明显成效,形成一批横 向打通、纵向贯通、各具特色的宜居、韧性、智慧城 市,有力支撑数字中国建设;到2030年,全国城市全 域数字化转型全面突破,人民群众的获得感、幸福感、 安全感全面提升,涌现一批具有全球竞争力的中国式 现代化城市。

根据 IDC 数据,2023年,中国智慧城市 ICT (信息和通讯技术)市场投资规模超过 8700亿元,较2022年的市场投资规模有所提升。到 2027年,中国智慧城市 ICT 市场投资规模将超过 1.1万亿元;以 8%的复合增速测算,2029年,中国智慧城市的市场规模将超过 1.3万亿元。

2700亿元

6月14日,中国遥感应用协会在四川眉山举行的 "院士眉山行"活动暨第二届眉山卫星产业发展大会上, 发布了《中国遥感应用事业发展蓝皮书(2024)》(以 下简称《蓝皮书》)。《蓝皮书》初步测算和评估认为, 2023年,我国遥感卫星及应用产业规模超过2700亿元。

《蓝皮书》显示,2023年我国遥感卫星数量进一步大幅增长。截至2023年底,在轨运行风云气象卫星9颗,海洋卫星10颗,陆地观测卫星至少50颗。我国成功发射近百颗商业投资的遥感卫星,比2022年增长超过15%。截至2023年底,在轨运行商业遥感卫星至少150颗。

《蓝皮书》指出,2023年我国遥感卫星不断加强 业务化服务,国家航空遥感重大成果的应用成效不断 突显,应用领域不断深化和拓展,在国土勘察、地质 调查、海监海事、生态环境保护、智慧交通、水利水务、 精准农业、应急管理、测绘制图(即时定位与地图构建) 等领域,成为推进空天科技创新及其成果转化、支持 低空经济快速发展的重要力量。[2]

河南省测绘地理信息技术中心举办 深化党纪学习教育读书班

◎ 李华 陈庆贺

为深入开展党纪学习教育,理解党的宗旨和原则, 增强党性修养,提高政治觉悟,5月份,河南省测绘 地理信息技术中心依托安阳市委党校,连续举办两期 "感悟红旗渠精神 深化党纪学习教育"读书班。河南 省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生参加 开班式并讲授党课,中心党委委员、副主任肖峰,中 心党委委员、副主任武永斌,中心党委委员、办公室 主任陈政民分批次参加学习。

读书班要求全体学员,一是提高政治站位,细心 认真、逐字逐句地学。要深入学习贯彻习近平新时代 中国特色社会主义思想和党的二十大精神,深化党纪 学习教育,坚持原原本本学、认认真真悟,深刻理解 其核心要义和实践要求,在学深悟透做实上下真功夫, 切实把学习成效转化为做好本职工作、推动事业发展 的生动实践。

二是把握学习重点,用心用脑、知行合一地学。 要紧密结合党纪学习教育,深入学习研讨安阳市在精 神传承、文化底蕴、乡村振兴等方面的独到经验。通 过实地考察、案例分析,结合工作实际,深刻理解"三 支撑、三服务"工作定位,将学习成果转化为服务测 绘工作、服务自然资源工作高质量发展的实际行动。

三是营造浓厚氛围,示范带动、交流互助地学。 要把读书班作为一次理论上的强力充电,对重要篇目、 关键章节反复研读、重点推敲,深刻领会精神实质, 准确把握核心要义;要把读书班作为一次思想上的深





刻洗礼,充分利用课上学习、课下交流、分组讨论、 分享体会等形式,强化交流互动、深化思想碰撞,切 实做到从思想上正本清源、固本培元;要把读书班作 为一次党性上的深度淬炼,坚持边学习、边对照、边 检视、边整改,发扬刀刃向内的自我革命精神,打扫 政治灰尘,纠正行动偏差。

四是严守纪律规矩,牢记底线、心存敬畏地学。 每一位学员都要严格遵守培训班的规章制度,严格服 从党校管理,确保学习的严肃性和实效性。要珍惜宝 贵的集中学习机会,远离日常工作的繁杂,专心致志, 以严谨的态度、饱满的热情投入学习,确保学有所得、 学有所成。

学员纷纷表示,读书班精心安排、周密部署,不 仅有课堂理论教学《学习红旗渠精神 感悟党纪党规》 《坚决打赢反腐败斗争攻坚战持久战》、新修订的《中 国共产党纪律处分条例》解读、《学习谷文昌精神、 强化纪律意识》等专题讲座,而且有领导专题党课, 以及青年洞、红旗渠纪念馆、观摩基层党建示范点的 现场教学,内容极为丰富。本次读书班以统筹部署到 位、深化学习到位、工作结合到位的"三个到位"方针, 推动党纪学习教育取得实效。

河南省测绘地理信息技术中心机关党员、所属单位班子成员、各支部负责人、党务干部、先进工作者和入党积极分子等100余人参加读书班学习。②(作 者单位:河南省测绘地理信息技术中心)

河南省地理信息产业协会召开 2024 年工作会议

◎ 本刊记者 陈庆贺

6月14日,河南省地理信息产业协会2024年工 作会议暨第三届理事会第二次会议在郑州隆重召开。 河南省测绘地理信息技术中心党委书记、主任郭幸生, 河南省自然资源厅原一级巡视员、河南省地理信息产 业协会领导杜清华,河南省自然资源厅测绘地理信息 管理处处长王军胜,河南省测绘地理信息技术中心副 主任肖峰等领导参加会议。

郭幸生指出,河南省地理信息产业协会第三届理 事会团结奋斗,积极进取,技术创新与应用推广不断 发展,数据获取和保障能力不断提升,产业规模与协 同合作不断拓展,人才培养与队伍建设不断壮大。郭 幸生强调, 2024 年是地理信息产业发展壮大的重要一 年,要以党的二十大精神为指导,深入贯彻落实新发 展理念,扎根测绘地理信息技术,持续推动地理信息 产业高质量发展。要不断提升核心竞争力,加大研发 投入,推动地理信息技术的自主创新以及与各行业的 深度融合,推动地理信息技术应用从单一领域向多领 域拓展,助力行业数字化转型。要不断提升服务能力, 强化完善服务体系,进一步加强与政府部门、企事业 单位的合作,推动地理信息技术在公共服务和社会治 理等领域的广泛应用。要持续完善人才培养机制,不 断提升从业人员的专业素质和技术水平,推动地理信 息产业健康发展。

杜清华强调,要坚持党建引领,加强创新理论武 装,强化政治建设,深化主题教育,创新基层党建,营 造风清气正的政治生态。要提升服务质量,搭建便捷 有效的产业监测平台、公平公正的评选平台、和谐畅 通的辅政平台和产学研合作平台,树立协会优质品牌。 要加强科技创新,推动产业转型升级,着力打造优秀 地理信息龙头企业品牌,推进产学研用融合发展,打 造创新应用新高地。要辅助行业管理,引导行业规范 发展,积极开展信用体系建设和会员单位信用等级评 价,营造行业优良信用环境。要打造过硬品牌,提高协 会地位作用,在科技奖励、论坛活动、专业培训等方面 打造协会品牌,树立协会形象,扩大协会影响。要发挥 自身优势,彰显组织建设质量,充分发挥协会的枢纽桥 梁作用、工委会的主力军作用、秘书处的参谋助手作用, 为推进新质生产力发展贡献地理信息力量。

王军胜指出,协会要深刻认识测绘地理信息事业 发展迎来的新机遇、新挑战,精准对接全省测绘地理 信息行政管理的新谋划、新举措,加快形成推动全省 地理信息产业发展的新动力、新格局,为全省测绘地 理信息事业高质量发展作出新贡献。

肖峰从推动产业创新发展、加强行业高效联动、 提升服务质量和水平等方面回顾了协会第三届理事会 成立以来取得的成绩。就下一步工作部署,肖峰强调, 要转变观念,为协会发展把握主动性;要转变作风, 全面提升协会组织合力;要提升能力,推动协会持续 健康发展。

会上,河南省地理信息产业协会副会长李振平从 9个方面介绍了协会2024年重点工作,副会长张文炤 传达了全国地理信息产业协会工作会议精神。会议特 邀河南理工大学教授卢小平领学了习近平总书记关于 新质生产力的重要论述,特邀战略支援部队信息工程 大学教授冯伍法和河南省自然资源厅测绘地理信息管 理处二级调研员姚胜利传达了省自然资源厅党组相关 会议指示精神。协会部分会员单位做了典型发言,协 会分支机构智慧国土、资源调查与位置服务、卫星导 航等工作委员会做了工作汇报。

会议颁发了协会理事、常务理事、副会长单位牌匾, 通报了协会秘书处内设机构和个别理事单位名称变更 情况,表决通过副会长单位推荐的副会长人选和6名 新增副秘书长人选。**②**



一智慧鹤壁时空大数据平台建设侧记

◎ 本刊记者 栗荣晓 王红闯

悠悠淇水,巍巍太行,在青山碧水环绕之中有一个美丽而古老的城市,那就是河南省北部的鹤 壁市。

鹤壁,因仙鹤栖于南山峭壁而得名。她是封神榜故事发生地,她是鬼谷子王禅隐居地,她是儒 商文化的发源地,她有"黎阳收、顾九州"的黎阳仓。"鹤鸣于九皋,声闻于天"是她厚重的诗经 文化,"百舸争流,鹤立潮头"是她如今的奋斗宣言。

这座既古老又年轻的城市,习近平新时代中国特色社会主义思想在这里践行,河南省委、省政 府支持鹤壁高质量发展的意见在这里落地生根,地理信息产业蓬勃兴起,数字经济产业发展迅猛, 卫星互联产业破冰启航。

在信息化建设齿轮的强力推动下,智慧鹤壁时空大数据平台建设国家试点项目横空出世,成为 一种强大的生产力。2024 年 3 月 29 日,该项目顺利通过自然资源部验收,形成了"1+4+5+1"成 果体系,为推进城市治理体系和治理能力现代化奠定了坚实基础。

近日,本刊记者来到这座美丽而有温度的城市,走进鹤壁市自然资源和规划局,一层层剥开智 慧鹤壁时空大数据平台试点项目(以下简称"平台项目")在统筹推动建设、立足数据共享、创新 发展应用等方面创新的面纱,用虔诚之心去沐浴智慧城市"鹤壁模式"背后飞溅的淇河"智慧浪花"。



智慧浪花溅"酸甜"

在工作人员石顺娇的带领下,我们走进鹤壁市自 然资源和规划局,通过工作人员对平台建设情况介绍, 我们了解到,2020年12月,鹤壁获批智慧城市时空 大数据平台国家试点建设。为确保平台项目高质量完 成,鹤壁市成立由市长任组长、市直部门主要领导为 成员的领导小组,先后出台《鹤壁市数字经济和数字 政府建设工作推进机制》《鹤壁新型智慧城市规划建 设方案》《鹤壁市数字政府建设规划(2021-2023)》 《鹤壁市开展新型智慧城市建设行动工作方案》等文件, 加强项目实施的组织、督导、推进等各项工作。

平台项目以鹤壁市政府为主导,由鹤壁市自然资 源和规划局负责协调与管理,凝聚了航天宏图、河南 省遥感院、埃洛克三家单位技术力量,联合院士团队, 历时两年多协同打造,构建出多源数据一体化、平台 服务开放化、应用领域多元化的时空大数据平台。

技术支撑单位航天宏图工作人员李珂盈边演示边 讲解:"项目建设过程中,鹤壁市紧紧围绕自然资源部、 河南省自然资源厅关于新时代测绘地理信息'两支撑、 两服务'的工作定位,构建测绘地理信息和卫星遥感 全产业链生态,培育高质量发展新动能,夯实时空大 数据底座,支撑'保发展、保耕地、保生态、保权益、 保安全'工作,打造可复制的智慧城市'鹤壁模式'。" 秉承"边建设、边应用、边服务"的建设思路,经过 两年多的探索实施,鹤壁以"突出实用"为导向,紧 紧把握自然资源部的政策导向,建成了时空大数据平 台服务体系,同时面向自然资源、政务服务、社会公 众开展典型示范应用,为政府决策、部门监管、数据 共享和信息惠民等提供时空信息服务。

"平台形成'1+4+5+1'的成果体系,即一个时空 数据总底座、四套不同网络环境的智慧平台、五大领 域的信息系统对接和示范应用拓展、一套运行保障体 系,项目成果惠及鹤壁市智慧国土、城市规划、智慧 文旅、智慧交通、应急环保等数智化管理工作,取得 了良好成效。"鹤壁市自然资源和规划局测绘地理信 息管理科科长杜军英说。

时空大数据平台建设倾注太多人的辛苦与努力, 两年多的连续奋战,"终有战果"。在自然资源部验 收会上,专家组对项目建设给予高度肯定,表示平台 数据丰富、基础扎实,形成了时空数据汇聚、处理、 整合的技术体系,示范应用成效显著,具有推广价值, 在可视化技术、大数据分析、可持续发展监测评估、



● 平台项目验收会现场

资产化运营管理等方面进行了有益探索。平台项目顺 利通过验收后,自然资源部国土测绘司副司长王瑞幺、 二级巡视员严荣华,河南省自然资源厅党组成员、副 厅长景志刚对鹤壁市表示祝贺,要求以时空大数据平 台这一智慧底座为基础,抓紧推进实景三维鹤壁建设; 深度挖掘测绘地理信息数据作为新型生产要素的价值, 切实构建新型基础测绘体系;依托全国首家空间地理 信息与 5G 融合应用试验区,做好地理信息跨界融合, 做大做强地理信息产业。

提起平台项目建设的"艰苦岁月",杜军英感触 颇深。两年多时间里,测绘地理信息管理科坚持每天 有人值班、每周召开例会、每月一次工作总结,随时 了解平台建设进度,及时化解工作中出现的难点、堵 点。如遇重大节假日,还要特别加强平台监管和值守, 组织相关人员开展学习培训、模拟演练,确保项目稳 步推进。

疫情期间,居家办公,杜军英坚持不懈地学习, 遇到没听过的新技术、不理解的新概念,就不厌其烦 地请教老教授和行业专家,与项目组同事共同编写项 目设计书、技术方案、需求调研等多项材料。由于长 期的紧张工作和久坐,2023年4月,杜军英经医生诊 断为腰椎间盘突出引发椎管狭窄,腰疼难忍,但她轻 伤不下火线,依然坚持工作。直到2024年春节,平台 建设业已完成,进入试运行阶段,她才趁着假期去医 院就诊,但耽误了最佳治疗时间,只得做了手术。

航天宏图项目经理王斌是技术团队的"总指挥"。 除了日常工作安排,王斌还需要经常出差,这让他与 妻女聚少离多。在一次重要的平台演示汇报期间,他 连续几周没有回家,很是遗憾没能参加女儿的生日, 当收到妻子发来的女儿生日视频,看到女儿可爱的笑 脸,他再也抑制不住酸楚的泪水,眼睛瞬间湿润了,



平台项目外业数据采集

他亏欠女儿和妻子的太多太多。

河南省测绘地理信息技术中心所属单位河南省遥 感院技术团队承担着基础数据生产和部分信息化系统 建设工作。2022年10月,项目经理史秦龙的孩子刚 刚出生,而他负责的基础时空数据子项目正处攻坚期, 项目的紧迫性让他难以安心陪伴妻子和孩子。他懂得 小家与大家、个人利益与国家利益孰轻孰重,短暂思 考后,史秦龙决然留在项目部,保证项目顺利推进。

平台项目建设两年多时间, 鹤壁市自然资源和规 划局9楼办公室,成了技术研发团队日夜奋战的"战 场",会议室灯火通明的夜晚,见证了他们坚守测绘 的责任与担当。

在该局测绘地理信息管理科办公室,记者被醒目 的"先进集体"荣誉牌子所吸引,这牌匾凝结着测绘 人多少辛勤的汗水,饱含着多少个鲜为人知、酸甜苦 辣的故事,正是这支项目建设的铺路队伍,舍小家、 顾大家,默默为建设新时代高质量发展的智慧鹤壁贡 献着力量。

智慧浪花溅"奇想"

发展新质生产力就要抓住创新的"牛鼻子"。

亚里士多德说,"想象力是发明、发现及其他创造活动的源泉",想象力是人类创新的源泉,鹤壁市自然资源和规划局,大胆奇想,把创新放在发展的逻辑起点、现代化建设的关键位置,一以贯之培育创新生态,加快时空大数据平台建设,激活了智慧城市发展的"淇河浪花"。

鹤壁市自然资源和规划局党组成员、市不动产登 记交易中心主任曹峰介绍,项目紧抓时空数据这一重 要的新型生产要素,强化数据汇聚、治理、融合、共享, 筑牢平台建设根基,多举措夯实数据共享。在打破数 据壁垒上,项目汇集了鹤壁市自然资源、林业、农业、 水利等28个政府部门共600余项数据成果,打造了数 据共享资源池,解决了各部门数据管理分散、信息流 通不畅、数据标准不统一等问题。

在实现动态监管上,项目建立"智慧平台+物联 感知"的管理模式,汇集公安系统监控、天眼系统和 智慧合杆等共计 9960 个点位信息,接入监控视频流, 实现城市全域的动态化监管。

在深化数据共享上,制定《鹤壁市空间地理数据 管理办法(试行)》,完善地理信息数据汇集更新、 共享交换等管理机制,推广平台数据和应用服务,推 动数据资产化运营,释放时空数据经济价值,引导规 范时空数据综合成果产品交易,打造时空大数据流通 交易生态体系,为时空"活数据"更新机制提供"源 动力"。

此外,项目积极引进新技术、新方法,在二三维 数据成果组合生产、地理实体创新编码、多源异构数 据融合共享、多平台一体化、全国产化设计、政务内 外网双网布设、创新平台信息安全保障方式等方面进 行了积极探索。

平台与电子政务网融合的模式全国第一。数据布 设在政务云,分别在政务内外网与共享交换平台对接, 即在政务外网与鹤壁市大数据局的共享交换平台融合, 在政务内网与鹤壁市保密局的共享交换平台融合,与 双网交换平台互联互通,通过共享交换平台对外提供 服务。

平台实现全国产化适配。项目选择航天宏图 PIE 软件、翰高数据库,采用政务云资源进行资源存储, 全面实现国产化适配的部署和运行,并通过鹤壁市政 务云对外提供数据服务。在自然资源部验收会上,专 家评价鹤壁时空大数据平台全国产化设计属全国首列。



平台项目建设成果演示



多平台一体化建设模式。项目遵循《深化智慧城 市发展推进城市全域数字化转型的指导意见》,推进 城市信息模型、时空大数据、国土空间基础信息、实 景三维中国等基础平台功能整合、协同发展和应用赋 能,这是全国第一个四个基础平台协同建设的项目。

创新地理实体地方编码机制,实现人机兼读。鹤 壁市地理实体编码创新使用"静态码+动态码"的编 制模式。静态码采用自然资源部的北斗网格编码,具 有地理位置的唯一性,可以实现"机读"。动态码以 各级行政区划及门牌号代码为编制规则,可以实现"人 读"。这套编码不改变其他编码规则,通过唯一的地 理位置关联人、地、物、事,有效解决实体"万码奔腾" 的问题。

积极探索平台信息安全保障新措施。平台在满足 基本用户管理规定的同时,通过标记用户名水印的方 式,实现数据溯源有依据,保障数据服务安全。

全省各市实景三维建设进度第一。鹤壁市超前完 成市本级三区的建成区范围共 150 平方千米的 0.03 米 及村庄集聚区范围共 52.3 平方千米的 0.015 米倾斜摄 影影像和实景三维模型构建,以及市本级建成区 150 平方千米的 0.03 米分辨率的真正射影像成果、市本级 三区和淇县范围内 1:2000 和 1:500 的数字高程模型 ● 鹤壁市消防救援支队指挥中心大厅

成果、全域二维地理实体数据和市本级150平方千米 三维地理实体数据成果建设。

智慧浪花溅"惠泽"

"智慧鹤壁时空大数据平台为消防智能接处警和智能指挥系统提供了最优道路和灾害现场二维、三维模型数据以及周边消火栓等消防设施信息,实现基于'一张图'的指挥、调度、分析和决策,为高效灭火救援提供科技支撑。"6月28日,在鹤壁市消防救援支队指挥中心大厅,该中心主任王国龙一边演示无人机实时监测一边告诉记者。

王国龙所说的消防"一张图"建设,就是激发数 据要素、开发利用活力的案例。为充分发挥测绘地理 信息时空数据要素的乘数效应和生产价值,依托平台 丰富的基础测绘数据成果,鹤壁面向全市委、办、局 应用需求,制作了12张专题电子地图和38幅标准专 题图,实现各部门地图标准化、精准化使用,支撑"四 个秩序"规范化建设。

数据支撑,创新"数智"政府治理手段。鹤壁建 设了政务数据采集展示管理系统,将政务数据与时空 数据关联,提升服务效能;增加智慧文旅应用场景, 在各文旅景区景点以三维实景和720度全景照片的形 式,展示景区详情和历史文化,结合智能规划旅游路 线功能,提升游客游览体验感;充分集成共享鹤壁市 生态、文化、产业、社会经济、人才等信息资源,实 现鹤壁生产、生活和生态空间的高质量治理和发展。

化繁为简,实景三维赋能自然资源管理。项目建 设的自然资源综合决策会商系统和实景三维土地供应 系统,叠加实景三维数据成果,实现自然资源业务信 息与地上、地表、地下立体空间一体化联动,真实、 立体、直观、准确展现建筑物的全貌、室内布局和周 围环境,便于决策者和参与者对各种规划设计方案进 行辅助设计及最终评审,提高设计效率和品质的同时, 大大缩减了传统规划审批时间。通过系统还可实景展 示项目周边环境,满足看地时间不受限、空间不受限, 边看边测算,分辨率可达厘米级。叠加规划指标、配 套基础设施信息等内容,使得资源调配更加科学合理。

2023年6月以来,通过自然资源综合决策会商系统,已支撑鹤壁市城乡规划委员会会议,服务15个项目建筑设计方案审议、21个地块控规方案审议,实现自然资源部门所有用地审批在实景三维下进行的目标。

优化环境,实景 VR 助力鹤壁精准招商。平台充分 发挥数据潜能,在改进政务服务、优化营商环境等方 面彰显出多重价值。基于实景三维数据和精细化模型, 以时空大数据平台为支撑,建设鹤壁产业园产业评估 一张图系统和数字东区展览馆;打造产业园数字孪生 体,实现产业园区精细化管理;采用 AI 虚拟数字与 3D VR 全景融合技术,对鹤壁东区进行云端展览,打

A & STAT STA

破距离与时间局限,实现用户足不出户与企业随时在 线洽谈;打造招商名片服务系统,聚焦鹤壁市整体产 业、交通、空间布局,展示鹤壁在招商方面的整体形象, 为用户提供线上招商。

"慧眼"识灾,卫星遥感赋能政府决策。采用卫星 遥感和无人机技术、地灾监测设备、实景三维、视频 融合等多种技术手段,迅速获取受灾区域影像数据, 精准判断受灾情况和受灾范围,从而为救援工作提供 有力支持。此外,对地灾隐患进行全天候监测,能够 有效推断地灾隐患的发展趋势,及时有效地发出预警, 最大限度减少人员伤亡和财产损失。

2023 年汛期,系统通过监测设备和分析模型,第 一时间发现云梦山公路崩塌险情,迅速向有关部门汇 报并及时采取封路措施,避免对过往游客的生命财产 安全造成伤害。

"一张蓝图"绘到底,开启乡村振兴信息服务平台。 该平台通过产业振兴、生态振兴、组织振兴、文化振兴、 人才振兴五大板块,结合鹤壁市情和各项人才引进政 策,全方位对外提供乡村振兴方面的政策和成效。如今, 鹤壁市乡村振兴战略进入了全新的实施阶段,一幅"产 业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕" 的乡村振兴图景正徐徐展开。

智慧浪花溅"暖流"

为进一步发挥时空大数据潜能,实现"用数据说 话、用数据决策、用数据管理", 鹤壁市还打造了数 字化治理高地、构建起新型智慧城市发展体系——华 为物联感知平台(城市大脑)。

城市大脑综合运用大数据技术,按照"全市域、 全领域"目标,通过搭建各类分析模型,实现多维度、 可视化的综合指挥调度,为全市经济、社会发展决策 提供参考,为平时协调联动、战时应急指挥提供可靠 路径。

在智慧城市建设上, 鹤壁在政务内网、国土专网、 政务外网和互联网开发了四种不同网络环境的时空大 数据平台, 既能保障数据服务的安全调用, 又能为不 同的用户群体提供精准服务。

平台项目建设以来, 鹤壁市自然资源和规划局通 过创新机制、数据赋能, 进一步提高不动产登记数字 化管理水平, 实施"一图查房""一码缴费""一码 管地", 推进全时域可视化查询、全链条优化审批、 全周期高效化服务, 使"互联网+不动产登记"成为 鹤壁中小企业、广大群众交口称赞的服务新举措。不 动产登记涉及诸多企业, 更涉及千家万户, 平台的便 捷高效, 真正让老百姓少跑腿。不动产登记证书不仅 仅是一本证书, 一本本证书的发放, 不仅让老百姓脸 上露出灿烂的笑容, 更像党的温暖, 汩汩流进老百姓 的心田!

"我们秉持'让数据跑路、用数据治理'服务理念, 以智慧鹤壁时空大数据平台试点项目建设为契机,发 挥试点示范作用,为加快推进测绘地理信息转型升级 贡献鹤壁力量。"曹峰说。 随着智慧鹤壁数字化转型不断深入,未来平台将 演变成数字化的"智能体",所有相关联的数据都能 相互连接,随时被调用、被看到、被感知,进而实现 指挥调度如"身之使臂、臂之使指",最终实现领导 一屏通览、城市一网统管、部门一平台联动。

与此同时,平台还可以对经济、社会治理等领域 的历史性数据进行挖掘、分析,形成对未来发展趋势 的预判,为政府决策提供科学依据,使经济社会健康 蓬勃发展。

"未来,我们将加强平台的更新维护,稳步推广项 目成果应用,为城市精细化管理、经济发展和公众生 活提供实时、丰富、全面、权威的时空基础支撑,以 智慧城市建设更好赋能数智未来。"鹤壁市自然资源 和规划局党组书记、局长唐友才表示。

鹤壁,满城樱花、银杏绣城、处处竹园,淇河漫步、 云梦龙泉、朝歌文化,这是来到鹤壁的人们对这座城 市的切身感受。

鹤壁,一座能感知、会思考、可进化、有温度的 智慧城市正在快速成长。鹤壁,智慧城市庞大的数字 公共服务体系,落脚点是知冷知暖的贴心举措,只有 将时空大数据嵌入老百姓的日常生活,才能不断增强 人民群众的获得感、幸福感、安全感。

我们相信,未来的鹤壁,时空大数据平台更新步 履永不停歇,就像淇河之水奔流向前,不仅会流出雎 鸠飞出《诗经》的秀美诗篇,更会飞溅出更加智慧的 幸福浪花! **②**

焦作加速推进实景三维建设

今年以来, 焦作市自然资源和 规划局持续加大力度, 推进实景三 维焦作建设, 不仅将该项工作列入 2024 年焦作市委、市政府重点推 进的"十大民生"项目, 还将项目 更新与应用相结合, 坚持边建设边 应用, 以用促建, 提升全市国土空 间治理现代化水平, 赋能城市精细 化管理。

实景三维焦作项目作为焦作市 唯一、权威的数字空间底座, 由焦 作市自然资源和规划局精心筹划建 设。该局利用数字焦作项目的基础 数据进行深层次开发应用,通过将 三维数据采集、入库,建成了覆盖 焦作全市域的城市三维模型数据 库。截至目前,该项目已完成400 平方千米三维模型数据生产,其中, 中心城区 100 平方千米是单体精细 模型,分辨率优于0.1米。项目还 建立了一系列城市三维仿真应用系 统,已面向全市自然资源保护、国 土空间规划、产权登记、数字旅游 等十多个领域共建共享,同时为智 慧便民服务、智慧城市应用、数智

科技应用等 30 多项重点工作提供 统一的空间定位框架和分析基础, 提升了政府执政能力和城市总体竞 争力。

焦作市自然资源和规划局还打 造了实景三维地理信息平台,通过 在线应用、系统互联互通、二维三 维联动等方式提供直观、准确的三 维场景展现和数据分析服务。该平 台能够叠加各部门专题数据,进行 二维、三维数据联动,把现有整个 城市的地形地貌、建筑物等信息 "搬"进平台,还能将规划中的建 筑在平台上显现出来。这不仅为政 府宏观决策提供了三维空间参考, 还能为各类数据和应用场景提供统 一的时空基准,助推新型智慧城市、 数字孪生城市建设。

在实施实景三维模型数据生产 过程中,焦作市自然资源和规划局 实行"全面"与"定点"相结合, 进行时序化更新探索。目前已完成 全市地形级实景三维、重点区域城 市级实景三维、全市二维多风格电 子地图的更新和时空大数据平台运 维工作,探索建立了基于不同级别、 不同尺度进行实景三维全面更新与 定点更新相结合的更新机制,完成 了50余平方千米优于0.05米分辨 率的倾斜摄影三维模型制作、真正 射影像(TDOM)和优于0.5米格网 数字高程模型(DEM)数据的生产 更新任务。

据了解,在项目建设期间,相 关成果已在焦作市"三区三线"管 控、城市更新建设成效评估、历史 遗留矿山生态修复监测等工作中得 到应用,并对焦作市中心城区176 平方千米建设连片区域实景三维成 景进行更新、完善和应用拓展,为 全市数字政府建设提供统一、规范、 准确的地理空间框架成果。

"下一步,我们将依托数字政 府建设实景三维底座,推广实景三 维成果应用,实现自然资源全要素 三维可视化、管理一体化、决策精 细化,为焦作市经济社会发展提供 扎实的数据支撑。"该局相关负责 人表示。②(焦作市自然资源和规划 局张涛陶莎)

濮阳市开展测绘地理信息管理工作专题调研

近日,濮阳市自然资源和规划 局先后到濮阳县、清丰县、南乐县、 范县和台前县开展测绘地理信息管 理工作专题调研。

此次调研旨在全面了解各县区 在测绘地理信息领域的工作进展、 存在的问题以及下一步工作方向。 调研组通过座谈、听取汇报、观看 演示等方式,对数字县域(乡镇) 成果更新与应用、卫星导航定位基 准站运维、测绘行业管理、安全生 产和测绘成果质量监管等方面进行 了深入了解。同时,还详细了解了 新版政府工作用图和公益地图的编 制情况,以及测绘地理信息软硬件 安全防控和涉密测绘成果清理等工 作进展。

调研组实地查看了部分卫星导 航定位基准站的运行维护状况,督 导测量标志深化清查和修复、基准 站北斗三号升级改造后运维、基准 站建设备案等工作,并对后续工作 的开展提出指导意见。

调研组强调,要深刻认识测绘

地理信息管理工作的重要性,对照 2024年全市自然资源和规划工作 要点,抓实做好测绘地理信息各项 管理工作。要不断推进实景三维建 设与应用,以应用促建设促更新, 拓宽基础测绘数据应用场景,精准 高效服务濮阳经济社会高质量发 展。要继续加强队伍建设,培育本 地化服务队伍,为濮阳市测绘地理 信息事业健康持续发展提供强有力 的人才和技术支撑。②(濮阳市自 然资源和规划局秦怡美)

泌阳时空大数据平台项目技术文件通过评审

5月29日,河南省测绘院编 制的泌阳县时空大数据平台建设项 目技术文件在郑州通过专家评审。 河南省测绘地理信息技术中心党委 委员、副主任武永斌参加评审会。

会上武永斌充分肯定了项目建 设成果,要求项目建设与实景三维 河南建设结合起来,力争将该项目 打造成精品工程,在实景三维县域 建设中起到引领作用;要与泌阳县 政府管理和社会治理的具体需求结 合起来,以用促建,做好成果应用; 要与以后的日常变更结合起来,保 持数据的现势性,让数据充满活力。

评审会由泌阳县自然资源局组 织召开,来自国家基础地理信息中 心、华北水利水电大学等单位的专 家听取了项目设计汇报,审阅了相 关资料文档,对有关问题进行了质 询。经过充分讨论,专家组一致认 为:技术文件目标明确,内容丰富, 技术路线科学,项目经费使用计划 合理,进度计划严谨,组织保障措 施得当,同意通过评审。

据介绍,该项目采用信息化测 绘技术,对泌阳县全域开展地形 级三维模型建设、县规划区开展城 市级实景三维模型建设、县重点区 域开展精细化三维模型建设,并对 县规划区、乡镇建成区开展1:500 地形图制作,全县自然村居民点开 展1:1000 地形图制作和非居民点 开展1:2000 地形图制作。同时, 该项目基于基础测绘地理信息数 据、实景三维数据设计的"以图管 地"系统、企业经济管理系统,典 型示范作用明显。项目还将利用高 频次航空航天遥感影像开展耕地 "非农化""非粮化"监测和露天 矿山遥感动态监测,满足泌阳县经 济社会发展需求。

下一步,河南省测绘院将按照 专家组意见进一步完善技术文件, 尽快组织实施,在项目建设过程中 以应用为导向,积极与相关部门对 接,为泌阳县政府决策、数字化建 设提供强有力的技术支撑。[2](河 南省测绘院张键刘明东)

新密市开展应急测绘无人机救援演练

为提升应急测绘保障能力,5 月21日下午,新密市自然资源和 规划局在伏羲山风景区管委会牛心 石村赵家门组精心组织了一场针对 地质灾害的联动应急测绘无人机救 援演练。

此次演练模拟了"牛心石村赵 家门组遭遇山洪、泥石流及山体滑 坡等地质灾害,其中董金升、常彪 两户村民受到泥石流严重威胁", 新密市自然资源和规划局测绘应急 队立即启动应急测绘响应预案,派 遣外业无人机应急救援分队紧急赶 赴现场。

到达指定位置后,应急救援分 队即刻按照指令,高效协作,操控 无人机迅速升空,获取"灾区"高 清实景影像,实时掌握"受灾区 域"和"受灾群众"现状。同时, 利用无人机紧急投送救生衣和生活 物资,为救援工作提供有力支持。



依托实时生成的测绘应急成果,现 场救援指挥中心获得了关键的测绘 地理信息要素,为灾情的精准研判 和高效决策部署提供了数据和技术 支撑。

此次演练切实增强了新密市自 然资源和规划局应急测绘队伍的应 急保障意识,进一步提升了测绘队 伍应急响应、现场处置、快速获取 和处理数据的能力,为保护人民群 众生命财产安全、应对重大突发公 共事件的应急测绘保障打下了坚实 的基础。②(新密市自然资源和规划 局 冯建坡)

测绘先锋正青春

— 记河南省自然资源青年科技人才吕宝奇

○ 本刊特约记者 张永强 通讯员 蒋达

6月7日,河南省自然资源厅 公布第二届河南省自然资源科技创 新团队和科技人才名单,河南省测 绘院测绘地理信息发展研究中心负 责人吕宝奇入选"青年科技人才"。 消息传来,熟悉他的领导和同事都 说,吕宝奇是实至名归。

参加工作以来,吕宝奇一直奋 战在测绘第一线,勤勤恳恳,任劳 任怨,用青春和热血、勤劳和智慧 诠释了共产党员不忘初心、牢记使 命的责任与担当,书写了测绘人为 国奉献的华丽篇章。他敢于创新, 勇当先锋,多次主持和参加河南省 重大工程项目建设,连年被评为先 进工作(生产)者、优秀共产党员。 2024年,他还荣获河南省测绘地 理信息技术中心 2023 年度突出贡 献奖。

初出茅庐 从"傻干"到"骨干"

2005年7月,吕宝奇大学毕 业来到河南省测绘工程院第二测绘 队,从事野外测绘,工作内容是 1:1000比例尺地形图调绘。

当时,正常的工序是男同志负 责调绘,调绘完的图纸交给内业的 女同志编辑成图。但吕宝奇与别人 不同,偏偏要多干活。他白天野外 调绘,晚上把自己调绘的图纸编辑 成图,避免了工序间的衔接麻烦, 提高了生产效率,也保证了图纸质 量。有人说他"傻",他也只是"嘿 嘿"一笑说: "只要图纸质量高, 多干也是值得的。"

正因为这样不停地"傻干", 吕宝奇很快成为全院知名的技术能 手、业务骨干。从外业测量到内业 绘图,从土地二调到国土三调, 从城镇地籍调查到不动产确权登 记,从地理国情普查到国土空间规 划……处处都有他忙碌的身影。

2018年,河南省开始第三次 国土调查工作。当时,已任院总工 办副主任的吕宝奇,承担了"全省 调查界线制作及控制面积确定"项 目,主要任务是确定全省158个县 级行政区的调查界线和国土面积。

这个任务工作量大,也很复杂。 尤其是省界,同时也是县界、市界, 错一点全部都错。而且,要把原来 的平面面积改成椭球面积。对吕宝 奇来说,也是第一次干。他早出晚 归,废寝忘食,辛辛苦苦干了5个 月,确定了每个县的调查界线和国 土面积。但是,把所有县的面积一 加,他头蒙了:超出了国家核定的 河南省国土面积。

问题出在哪儿? 吕宝奇以匠人 之心认真研究,不断摸索,编了3 个程序,增加了3个约束性条件, 问题迎刃而解。制作的地图下发各 县后,普遍反映制作科学、准确, 为做好国土三调节省了大量人力、 物力。

勇于创新 从"大锅饭"到"合力干"

"吕宝奇不是一个只会钻研技 术的人,在管理上也是一把好手。" 河南省测绘院院长付治河如是评 价说。

2020年5月,吕宝奇调任院 技术中心负责人。他敏锐地洞察部 门存在的问题,针对过去"有活大 家一起干、效益奖平均分、干多干 少都一样、干好干差都一样"的"吃 大锅饭"弊端,推出改革措施,实 施量化管理,按照制图面积和完成 质量,对能量化的工作全部量化, 难度大的,提高奖金系数。顺应民 意的改革一举多赢,提高了制图质 量和效率,也提升了职工的工作积 极性和收入,实现了领导、职工、 客户"三满意",而团队也在一次 次挑战中不断成长。

强化科技支撑,提升科研能力 是保障。为进一步加大科创力度, 河南省测绘院党委在2023年3月 组建了测绘地理信息发展研究中 心,聚集了一批高素质研发人才, 员工全是硕士研究生以上学历,专 业涉及地理信息、测绘、遥感、计 算机等。河南省测绘院党委在选择 中心负责人时,再次将目光聚焦到 吕宝奇身上。

吕宝奇不负众望,带领全体员 工一步一个脚印,开拓一个又一个 战场。在团队建设中,他注重科研 创新,始终坚持创新是第一生产力, 在内部倡导民主、团结的创新氛围, 建立健全科学、有效、公平的绩效 评价体系,完善有利于尊重和保护 创新的学术评价制度和绩效评估激 励制度。同时,优化创新人才队伍 培养机制,根据团队实际需求和成 员特点,制定相应的培养方案、培 养路径,为成员提供学习和实践的 机会,以提高他们的专业素养和创 新能力。

身先士卒 从"工作狂"到"大家忙"

在河南省测绘院,吕宝奇是出 名的"工作狂",加班加点是常态, 吃住在办公室也是常态。他说:"很 多测绘工作任务重、时间紧,单靠 正常的工作时间无法完成,必须加 班加点,才能保质保量完成。"

2021年7月,河南遭受重大洪 涝灾害,抢险救灾急需专业防汛图, 可以直观地了解受灾面积和现场情 况。7月23日,院技术中心接到制 作周口、安阳两地的专业防汛图任 务后,全体人员加班加点,将前线 航拍的各种数据复制坐标、构建三 维模型,制作出分辨率5厘米的高 清晰影像图。当时,因为洪灾严重, 一些地方一片汪洋,没有参照物进 行准确的复制坐标。吕宝奇连夜联 系合作公司提供技术支持,引入先 进的制模技术, 高质量完成任务, 于次日凌晨5点将防汛图送到河南 省防汛救灾指挥部,确保全省科学、 准确地开展防汛救灾工作。

任务一个接着一个。2021年9 月底,河南省20个县地理国情监 测项目下达院里。该项目涉及300 多万个图斑,需按照上年度情况, 逐个图斑核实地类是否发生变化, 若有变化,需到现场核实。按照往



年要求,一般需要半年时间完成。 但项目下达时,明确完成时限为3 个月。为此,又是上紧了发条的90 天。吕宝奇带领全体人员加班加点, 按时在当年12月底完成任务。

2023年以来,在吕宝奇带领下, 河南省测绘院测绘地理信息发展研 究中心人人奋勇、个个争先,面对 一个个任务,没有丝毫懈怠,"大家 忙"成为一种工作常态。

2023年6月,研究中心负责研 发河南省矿山环境违法违规问题专 项整治监测监管系统,要求在两个 月内完成。时间紧任务重,吕宝奇 带领全部门同志,加班加点,从需 求调研、原型设计、数据库设计到 代码编写等环节,攻坚克难,一步 步实现系统的所有功能,于8月15 日全国第一个生态日之前正式上线 运行,为全省国土空间生态修复及 矿山监测监管增添"利器",促进 了全省矿业高质量发展。

经过一年多的努力,研究中心 已具备系统性承接科技创新项目的 能力,改变了在研发上对外部单位 的依赖。由吕宝奇牵头研发的河南 省矿山综合整治和生态修复监测监 管系统、河南省矿山环境违法违规 问题专项整治监测监管系统、河南 省矿产资源勘查开采综合监督管理 信息系统相继投入使用,为全省国 土空间生态修复监测监管、矿山环 境违法违规问题专项整治、矿产资 源勘查开采综合监督管理等提供了 技术支撑。2023年,研究中心共获 得中国地理信息产业协会 2023 地 理信息科技进步二等奖1项、中国 测绘学会全国优质测绘工程奖银奖 1项、河南省自然资源厅优质测绘 工程奖5项、2023年度河南省测绘 科学技术奖2项,编制的《工程建 设项目联合测绘技术规范》《工程 建设项目联合测绘数据库规范》等 地方标准和规范得到广泛实施。

测绘先锋正青春,再踏层峰辟 新天。吕宝奇用实际行动诠释了一 名自然资源青年科技人才的担当与 使命。面对荣誉和成绩,他始终保 持谦逊和进取的心态,脚踏实地, 用行动说话。他坚信,科技创新是 一场没有终点的征途,只有不断学 习积极探索,引领更多年轻科技工 作者投身于此,才能为自然资源事 业作出更大贡献。**②**

陕西榆林: 实景三维让规划审查更智能

○ 贺枫斐

近年来,陕西省榆林市全面开展实景三维榆林建 设,在数据资源、基础平台、应用服务建设方面积累 了一定成果。目前,榆林已实现2019年和2022年的0.2 米分辨率航空影像全市域覆盖,0.05米分辨率航空影 像市中心城区、榆横、榆神工业园区全覆盖;榆林市 中心城区537平方千米倾斜摄影三维模型;中心城区 135平方千米的城市白模;中心城区重点区域约5平 方千米分工精细化三维模型。

为更好地为城市建设、城市管理提供多维、可持 续发展的信息化服务,榆林市在市本级建设工程项目 开展设计方案三维报建时,将设计三维模型纳入国土 空间基础信息平台统一管理,融入实景三维场景进行 放样,直观考察设计方案的合理性、美观性、协调性, 结合量化分析用地规模、建筑规模、日照条件等规划 控制要求,优化规划审查流程。

三维赋能城市新生态

榆林市自然资源和规划局通过利用实景三维建模 技术,对城市道路和关键区域进行高精度建模,构建 丰富的三维城市数据体系,显著增强规划视觉效果与 实用性。在此基础上建立的三维辅助决策系统不仅创 新了规划审查模式,提高审查效率,还通过实现规划 方案的智能化分析与快速评估,有效缩短工程项目审 批周期,增强智慧城市建设的活力。

全面提升城市三维数据体系,激发城市建设活力。 榆林市自然资源和规划局依托己有的地理空间数据成 果,深化运用实景三维建模先进技术,对榆林市建成 区范围内约 190 千米的主干道、次干道进行高效的道 路和建筑退让空间建模,为榆林市空间规划提供全新 的视觉效果。同时,还对 330 千米支路进行倾斜成果 路面模型修饰,提升城市规划的全面性和多样性。在 城市发展的关键区域和项目上,在4平方千米面积内 的重点区域,选取适合本区域特色的模型,人工打造 超精细模型,全面优化三维数据体系建设。

建立全新三维辅助决策系统,提升规划审查效率。 榆林市自然资源和规划局以榆林市国土空间基础信息 平台为基础建设三维辅助决策系统,将方案上会评审、 辅助决策需求作为工作出发点,以二维三维一体化展 示方式,对多个项目方案进行全方位比对展示,有效 提升了规划审查工作质效。

推动全新规划审查模式,持续优化营商环境。三 维辅助决策系统的建成,带来了全新的规划审查模式。 使用该系统,规划管控要素可通过量化分析进行评价, 工程建设项目可通过三维模型进行展示,规划建设方 案可通过智能化分析进行检验,从而提高项目一次审 查通过率,大大缩短工程规划许可证发放前审查时间, 为优化榆林市营商环境提供有力保障。

精铸规划审查新标杆

榆林市三维辅助决策系统的推出,不仅是对传统 规划审查流程的一次革新,更是一场深度触及城市管 理精细化、决策智能化、城市风貌特色化等多维度的 城市转型升级。

榆林市三维辅助决策系统打造了现状规划无缝衔 接的技术平台,主要用于工程建设项目规划方案进行 上会展示和评审,着重对规划管控要素进行引导与控 制。项目建成后,领导和专家直接通过该系统即可审 查建设项目设计方案,方便建设项目方案精准决策。

2023年5月,榆林市三维辅助决策系统开始试运 行。截至2024年1月,系统累计服务64个三维报建 项目进行上会评审,从策略、工作机制、数据、技术 等方面为加强规划管控工作提供了支撑。该系统有助 于促进重大建设项目审议、审批程序的落实,建立健 全规划设计方案比选、论证、审查制度,提高规划设 计方案决策水平。系统通过二维数据与三维模型的融 合,实现系统、整体、宏观反映城市空间景观格局, 满足建设项目可视化展示和可量化分析的全面把控, 实现规划管控工作从粗放式向精细化管理转型,全面 提高城市空间规划管理与决策水平。

开启智慧管理新篇章

通过三维辅助决策系统,榆林市开创了全新的规 划审查模式,使得规划决策过程更加直观、高效。下 一步,在不断突破与创新的征途中,榆林市三维辅助

深耕时空大数据 培育新质生产力 河北省加快测绘事业转型升级

○ 王爽 宋海娟 李红涛

为培育测绘新质生产力,优化测绘行业营商环境, 服务全省经济社会高质量发展,近日,河北省自然资 源厅出台《2024年测绘事业转型升级工作举措》(以 下简称《工作举措》),明确了河北省测绘事业转型升 级的工作目标和具体措施。

《工作举措》提出,要推广国家级时空大数据平台 建设试点成效,构建新型基础测绘体系;加强现代测 绘基准体系建设,夯实时空信息定位基础;推进实景 三维河北建设,丰富基础时空信息资源;拓展数据成 果赋能应用,打造实景三维应用场景;落实测绘行政 审批事项下放,深化"多测合一"改革成效,优化测 绘市场营商环境;加大测绘政策业务培训力度,强化 事中事后监管,提升测绘行业监管能力的工作目标。

聚焦激活时空数据新动能、培育测绘新质生产力, 《工作举措》部署了构建新型基础测绘体系、夯实时 空信息定位基础、丰富基础时空信息资源、打造实景 三维应用场景等四项措施:

构建新型基础测绘体系方面,提出加快国家级时 空大数据平台建设试点和成果发布推广;坚持高水平 "走出去"和高质量"引进来"有机统一,深入研究 新型基础测绘体系,逐步建立以现代测绘基准、实景 三维河北、时空大数据平台为主要内容的新型基础测 绘业务格局。

夯实时空信息定位基础方面,部署进一步优化省 级北斗导航定位基准站网,升级通信线路,加强规模 化应用,提升用户体验感;强化全省测绘基准基础设

决策系统还需通过深度融合海量数据资源与尖端技术 能力,不断丰富数字城市的细节与真实性,为决策者 配备透视未来城市发展的智慧之眼。

榆林市三维辅助决策系统将持续扩大数据整合的 广度与深度,不断为三维模型注入鲜活血液,使其成 为更加丰满、真实的数字城市景象。同时,紧贴科技 前沿发展趋势,积极探索 AI 智能分析等先进技术的嵌 入应用,以此催化系统智能化升级,为榆林市乃至更 广阔地区的城市精细化管理和可持续发展蓝图绘制提 施建设,完成全省一等、二等水准网建设;鼓励市级 打造区域北斗导航定位基准服务系统,建立区域高精 度似大地水准面模型。

丰富基础时空信息资源方面,强调加快实景三维 河北建设步伐,完成全省范围 0.2 米分辨率倾斜航空 摄影数据获取、11 个地级市城镇开发边界范围内 0.05 米分辨率倾斜航空摄影数据获取、11 个地级市城市三 维模型数据(LOD1.3级)生产、全省北部地区约 9 万 平方千米区域地形级基础地理实体数据制作工作。

打造实景三维应用场景方面,谋划推动实景三维 数据与自然资源管理、经济社会发展深度融合,促进 自然资源在时间、空间上的优化配置,实现以数据换 空间,大力支撑自然资源管理;促进各类生产要素供 给和需求在时空上的精准匹配和高效流通,赋能政府 决策,助力数字经济发展,服务数字生态文明建设。

同时,《工作举措》就优化测绘行业营商环境、提 升测绘行业监管能力提出多项措施,要求各地落实从 事测绘活动的单位测绘资质审批事项委托下放工作, 继续深化"多测合一"改革,应用"多测合一"信息 管理平台,加强与行政审批平台对接,推动成果共享 应用,推进县级开展改革工作;坚持问题导向和实践 导向相统一,继续开办"燕赵测绘大讲堂",实施全 省测绘行业"双随机、一公开"监督检查和测绘项目 实施成果质量监督检查,加强测绘行业安全生产日常 巡查和专项监督检查,逐步构建以信用为基础的测绘 行业新型监管体系。[2](作者单位:河北省自然资源厅)

供有力支持。

榆林市三维辅助决策系统在成功赋能规划审查之 后,将进一步探索其在地质灾害排查、机场净空审查 及地籍调查等多元化领域的深层应用,致力于构建一 个跨职能、跨界别的综合服务枢纽。这一平台不仅将 成为连接各政府机构的桥梁,更将为城市管理与公共 服务业提供创新、全面的策略支持,全方位升级城市 的服务功能与治理效能。②(作者单位:陕西省榆林市 自然资源和规划局)

从"统筹发展和安全"角度 谈如何守住测绘地理信息安全管理底线

○ 王晨阳

党的二十大报告从党和国家事 业发展战略全局出发,对推进国家 安全体系和能力现代化作出了战略 部署,为我们做好维护国家安全和 社会稳定工作指明了前进方向,提 供了根本遵循。

测绘地理信息工作与国家安全 紧密交织,对领土纷争、边界划定、 军事斗争等至关重要,被视为"国 之重器"。尤其是现代战争俄乌冲 突一再证明了测绘地理信息工作对 战争局势乃至国家安全的影响与价 值。我们要增强忧患意识,坚持国 家安全的底线思维,未雨绸缪、居 安思危,准确把握总体国家安全观 要求,统筹测绘地理信息"发展与 安全",守住国家地理信息安全管 理底线。

严守测绘地理信息安全管 理底线的必要性

一是贯彻落实党的二十大精 神以及领导讲话要求。习近平总 书记在党的二十大报告中强调"推 进国家安全体系和能力现代化", 并提出"健全国家安全体系""增 强维护国家安全能力""提高公共 安全治理水平""完善社会治理体 系"等重要任务。党的十九届五中 全会首次把"统筹发展和安全"纳 入"十四五"时期我国经济社会发 展的指导思想。此外,《习近平谈 治国理政》第四卷阐述了"统筹发 展和安全"核心要义,即"实现高 质量发展和高水平安全的良性互 动,既通过发展提升国家安全实力, 又深入推进国家安全思路、体制、 手段创新,营造有利于经济社会发 展的安全环境"。测绘地理信息安 全管理工作关系到国家主权、安全 和利益,在维护政治、经济、军事、 科技和其他非传统领域国家安全中 发挥着重要作用。基于统筹发展与 安全的视角,可以更好地把握测绘 地理信息安全管理工作。

二是测绘地理信息安全管理 已纳入政策法规。在测绘地理信 息安全管理方面,我国已将测绘地 理信息安全监管列入法律法规和测 绘地理信息行政管理职能。《中华 人民共和国测绘法》要求"县级以 上人民政府测绘地理信息主管部门 应当会同本级人民政府其他有关部 门建立地理信息安全管理制度和技 术防控体系,并加强对地理信息安 全的监督管理",同时要求重点做 好以下工作: 做好测绘地理信息管 理工作, 拟定国家地理信息安全保 密政策并监督实施, 做好地理信息 成果管理和测量标志保护, 审核国 家重要地理信息数据: 做好基础测 绘和测绘行业管理, 审查向社会公 开的地图,监督互联网地图服务; 做好测绘资质资格与信用管理:做 好监督管理国家地理信息安全和市 场秩序等。足以看出国家对测绘地 理信息安全管理工作的重视程度。

三是市场和技术发展的驱动 作用。《自然资源部关于加快测绘 地理信息事业转型升级 更好支撑 高质量发展的意见》提出了测绘地 理信息"两支撑、两服务"工作定 位,坚持守正创新、统筹发展和安 全的测绘地理信息管理工作要求, 并明确提出到 2025 年 "95% 的用 户使用公众版测绘成果"的主要目 标。目前,针对测绘地理信息市场 发展的刺激和社会化应用需求不断 增长的现状,只有对现行测绘地理 信息安全管理政策制度进行创新和 调整,才能不断满足测绘地理信息 服务经济建设、国防建设、社会发 展和生态保护的要求。此外,随着 新技术与测绘地理信息的跨界融合 与应用,需要加快我国测绘地理信 息安全技术创新,从而进一步推动 高质量发展,成为守住测绘地理信 息安全管理底线的重要驱动因素。

测绘地理信息安全管理需 要应对的风险挑战

近年来,人工智能、大数据、 自动驾驶、卫星互联等新技术、新 业态迅猛发展,测绘地理信息安全 管理也面临前所未有的挑战,如测 绘地理信息安全管理工作如何适应 新领域发展带来的调整,如何应对 新技术、新业态的风险挑战,如何 构建严密的涉密测绘成果和地理信 息数据管理体系,如何建立完善的 地理信息安全监管体系和政策措 施,以及如何加强地理信息安全技 术能力等。

此外,随着导航、通信、外 卖、物流等平台企业积累了海量的 地理信息数据,并且具有精度高、 时效性强、覆盖面广等特点,极有 可能影响国家安全,也是测绘地理 信息安全管理面临的重要问题,亟 须调整测绘地理信息行业管理思维 方式,思考如何在确保地理信息安 全的前提下,大力发展地理信息产 业,让数据资源流通起来,让企业 主体活动起来,让发展格局盘活起 来,更有效地处理好活力与秩序关 系的问题和挑战。

如何守住测绘地理信息安 全管理底线

一是树立底线思维。明晰测 绘地理信息管理工作中的国家安全 红线,将安全红线划出来,并围绕 "红线"作出相应的制度安排,不 断完善政策法规和技术标准,完善 监管体系和工作机制,构建技术防 控体系,全方位守住安全底线。

二是增强风险意识。提高政 治站位,强化大局意识、责任意识、 安全保密意识。过去,测绘地理信 息安全管理工作长期处于"发现问 题、处理问题"的被动局面,面对 新时代各类风险挑战,测绘地理信 息安全管理工作必须由被动"遇见" 转向主动"预见",主动做好风险 评估、防控、应急等工作准备,建 立地理信息安全风险监测预警体系 和应急处置机制,从管理措施、技 术手段上,下好先手棋,打好主动 仗,有效防范化解各类风险挑战。

三是推行包容审慎监管。当前,测绘地理信息正在迈向信息化、

智能化,相关新技术、新应用、新 业态不断涌现,这些新技术既可能 代表着未来发展趋势,也可能对现 有安全管理带来冲击,既不能一味 地放任其野蛮生长,也不能因为安 全风险而一竿子限制到底,而要支 持有效监管、风险可控下的先试先 行,通过不断试错、不断优化探索 出最优解。

具体建议

一是强化测绘地理信息监 管。加强发展与安全的统筹,将行 业监督管理的重心放到"有效监管" 和"优化服务"上来,着力构建保 障测绘地理信息安全发展的体系和 能力。鼓励采用数字水印、安全控 制等技术,包容、审慎支持新业态 健康发展,进一步形成对涉密测绘 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。优化地图审核事 权配置,完善监管制度框架,加强 跨部门、跨地域协同监管。

二是健全安全发展的制度政 策。以安全发展为核心,科学评估 和论证现行规章制度,持续对测绘 地理信息安全管理政策进行研究探 索,保持相关法律法规和政策的与 时俱进。强化保密定密管理,完善 测绘成果相关管理规定,建立健全 测绘地理信息数据安全各项管理制 度。完善测绘地理信息安全相关标 准,建立测绘成果和地理信息分类 分级管理的制度体系等,使安全发 展的篱笆更加牢固。

三是技术创新赋能测绘地理 信息安全管理。积极探索和破解 安全技术,推动测绘地理信息高质 量发展。加快测绘地理信息保密处 理技术优化升级和新技术应用,推 动国产密码等安全技术与测绘地理 信息保密处理技术融合应用,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。面 向自动驾驶、实景三维等新技术安 全应用需求,加快研发测绘成果加 密/脱密技术、安全监管技术、安 全使用方案等系列的安全技术。

四是提升安全发展的能力水 平。一方面,围绕测绘地理信息工 作"支撑经济社会发展、支撑自然 资源管理"的定位,努力提升测绘 地理信息工作的能力和水平, 通过 高质量发展提升维护地理信息安全 的能力,同时在发展中更多考虑影 响地理信息安全的因素,将安全发 展思想贯穿至测绘地理信息管理工 作的各领域、全过程。另一方面, 在技术跨界融合应用背景下,测绘 地理信息数据获取渠道更多元、处 理手段更智能、应用服务更广泛, 相应的安全保障能力也要跟上技术 发展的节奏。而测绘地理信息安全 的核心思想应从"安全保障"转向 "安全发展",发展和安全是测绘 地理信息工作必须同时坚持和并驾 齐驱的。

从统筹"发展和安全"角度进 行测绘地理信息安全管理已成为新 时代测绘地理信息事业发展的必经 之路,测绘地理信息与国家安全的 密切关系,促使我们要充分落实统 筹发展和安全的要求,把维护国家 安全贯穿至测绘地理信息工作全过 程,厘清测绘地理信息工作的红线、 底线,切实增强敏感性、预见性。 只有通过不断完善测绘地理信息安 全管理政策制度、强化监管作用、 加强安全技术创新和提高安全发展 能力水平,才能牢牢守住测绘地理 信息安全管理底线。②(作者单位: 自然资源部测绘发展研究中心)

一种结合SOR算法的SLAM点云降噪方法

刘志朋1金泽林1李浩然2

(1. 中国能源建设集团辽宁电力勘测设计院有限公司, 辽宁 沈阳 110000; 2. 辽宁省水利水电勘测设计研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110000)

摘 要:针对同步定位制图技术获取的三维点云存在离群噪声点问题,结合 SOR 算法提出了一种点云降噪方法, 通过探究保留电脑云个数与参数 k、n之间的关系获取了参数标准差倍数 n 以及邻域点数量 k 的最优值。采用此方法 对室内、室外两个实验区进行降噪实验,结果表明:邻域点数量取 40、标准差倍数取 2 时降噪效果较好,此降噪方 法能够高效地剔除离群噪声点,且点位误差符合精度要求。

关键词:同步定位制图技术;三维点云;离群噪声点;降噪;参数寻优

1 引言

二维地图传递的信息已经不能满足当今社会发展 的需求^[1,2]。高精度三维模型的快速构建与制图成为 支撑复杂应用的关键^[3,4]。三维激光扫描仪具有工作 效率高、扫描范围广、数据精度高等特点,扫描获得 的高精度点云可满足大多数三维场景建模需求。受限 于设备成本和操作难度,费时的数据配准工作极大地 增加了三维建模成本^[5]。移动三维扫描系统由于内置 同步定位与测图技术 (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM)算法的特性,与架站式扫描仪相 比精度略低,其优势在于扫描效率高、成本低。但移 动三维扫描系统在使用过程中会因为许多因素产生离 群噪声点数据,现有的三维点云降噪方法存在较大的 局限性和主观性^[6-8]。针对这一现象,本文提出一种 具有普适性且客观准确的高效点云降噪方法。该方法 通过计算点云到邻域的距离进行噪声点判别,在保证 点云完整性的前提下,对离群噪声点数据进行剔除。

2 SOR 算法降噪

三维激光扫描的最终结果为密度不均匀的点云数 据集合。数据获取时,受各种因素影响(尤其是在施 工场地、扬尘大、物体多的区域),最终采集的数据 集存在一定的离群噪声点^[9]。目前常用的点云降噪 方法有双边滤波、半径滤波、高斯滤波等^[10-12]。其 中,双边滤波的原理是结合距离与空间的结构去噪, 效果较好,但仅适用于有序点云;半径滤波和高斯滤 波更简便且运行速度快,但需人工指定搜索范围、圆 的半径和圆内点的数量,有较大的主观性。针对当 前降噪方法存在的不足,本文结合统计异常值去除 (Statistical Outlier Removal, SOR) 算法对数据 进行离群点处理。

2.1 实验区概况

2.1.1 室内实验区

室内实验区为广州南方高铁测绘技术有限公司的 地下停车场。待测地下停车场面积约 3000m²,共有 9 层楼和一个地下车库。由于地下车库投入使用时间较 长,停车较多,导致各种不连续性,能见度低,场景 复杂。路面场景开阔,可视性好,整体空间结构简单, 但内部道路较长,在扫描时易发生偏移。

2.1.2 室外实验区

室外实验区为辽宁省沈阳市铁西区大潘街道的赵 家小区南区。待测实验区占地面积约为45000m²,位于 铁西区西部,周围地势平坦开阔,多工业厂区。小区 内居民楼有16栋,整体采用行列式布局,其间建筑物 平行排列,住宅建筑之间穿插安排有公共设施、绿地、 景观等,且建筑物间距较大,使得在路口处对于各个 内部道路具有较好的通视条件。整体空间结构简单, 视野开阔、可视性好,同时也具有内部道路与拐角。

2.2 仪器参数

实验数据由德国 Navvis 公司搭建的 M6 移动扫描 系统获取, M6 配备了六个高分辨率摄像头和四台远程 激光扫描仪,用于捕捉视角范围为 360° 的图像。推行 M6 推车时,其集成的激光扫描仪可收集 100 米范围的 环境测量值。该仪器主要包括头部单元、机身单元以 及车轮单元,具体如图 1 所示。

2.3 SOR 降噪算法

SOR 算法去除离群噪声点的原理: 假设在三维空间中, 待处理点云表示为 $P = \{p_i \in R^3 | i = 1, 2, 3, ..., n\}$,

作者简介:刘志朋(1990-),男,汉族,工学硕士,主要从事工程测量研究及时间序列数据处理。

首先对其中的任意采样点 *p_i*,建立 *p_i*的 *k* 邻域,而后 计算出采样点 *p_i* 与其 *k* 邻域点的平均距离,如果距离 在设定范围内,则判定该点为主体点云进行保留,否 则判定为离群噪声点,并移除^[13]。



图1 Navvis M6移动三维激光扫描仪外观

SOR 算法去除离群噪声点的具体步骤如下:

(1) 基于 KD-tree 按次序搜索每个点云的 *k* 个邻 域点,按公式(1) 计算点云数据到 *k* 个邻域点的平均 距离,预先设置的 *k* 值越大,每个点云需要计算的距 离就越多,处理效率就越低。

$$\overline{d} = \frac{1}{k} \sum_{i}^{k} d_{i} \tag{1}$$

(2)计算*k*个点距离的平均值和标准差,如公式(2)所示,其中,μ为点云数量,*d*为距离。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{\mu} \sum_{j=1}^{\mu} (d_j - \bar{d})^2}$$
(2)

(3) 设置标准差倍数的阈值 *n*,标准范围计算公式如下:____

 $d_{\max} = \overline{d} + n^* \sigma \tag{3}$

公式中, \overline{d} 表示平均距离, d_{\max} 为计算出的标准 范围, n 为阈值, 可自行设定, 设置越大, 留下的点越多。

(4) 判断每个点与邻域点的平均距离与标准范围的大小,若大于该阈值,则被认为是离群点去除,反之保留。SOR 去噪时需要设置两个阈值,一个是邻域 点的数量 *k*,另一个是标准差的倍数 *n*。本文采用基于 KD-tree 的方法建立点云的 *k* 邻域。

3 降噪实验

为了确定不同类型数据集的最优去噪参数,首先 对分别室内、室外两个实验区固定标准差倍数*n*后, 选取不同的 k 值对点云数据进行去噪处理,得到不同的 k 取值与去噪后点云数量的关系;其次固定 k 值后选取不同的固定标准差倍数 n,对点云数据进行去噪处理,得到不同的 n 取值与去噪后点云数量的关系;最后通过不同去噪参数的组合对实验区点云进行去噪, 完成去噪参数寻优。

3.1 室内降噪实验

首先固定标准差倍数 n 后选取不同的 k 值对点云数据进行去噪处理,不同的 k 值与去噪后点云数量的关系如图 2 (a) 所示。其次选取不同的标准差倍数的阈值 n 与固定的 k 值组合进行上述实验, n 取值与保留点云数量的关系如图 2 (b) 所示。



(a)同n值下保留点数与k值关系(b)同k值下保留点数与n值关系图2 室内实验区去噪参数关系

室内点云数据集去噪后的剩余点云随着搜索邻域 点的逐渐增加,所剔除的离群噪声点越来越少。在 n 值固定为1.5的情况下,随着k值由10到110逐渐递 增,所保留的点云个数也逐渐递增,而且递增速度逐 渐变快。然而此趋势在 n=30 时不复存在, 保留点云 的个数虽然持续维持递增状态,但递增速度随着k值 的增大而逐渐变慢,最终递增趋势趋于平缓,被保留 的点云个数趋于稳定。当*k*值较小时,在去噪后的点 云成果中发现,还有部分离群噪声点没有被剔除,例 如当 k=10 时,如图 3 (a)所示,在实验区停车场顶 棚区域分布着散乱的离群点,已用蓝色标出,由此可 知 k 值过低不能很好地去除噪声点。当 k 值过大时, 经过去噪的点云会出现过度去噪现象,当 k=110 时, 去噪后的点云结果如图3(b)所示,顶棚部分的实体 点云已被过度剔除,导致点云缺失,不能完整表示扫 描目标的实体。当 k=30 时,如图 3 (c)所示,顶棚 部分的离群噪声点大部分已被剔除,保留了完整的扫 描目标点云,且密度与厚度效果较好。

随着 n 值的逐渐递增,保留的点云数量也在不断 增加,所剔除的点云数量逐渐减少。在 k 值固定为 30 的情况下,随着 n 值由 0.5 到 3 逐渐递增,所保留的 点云个数也逐渐递增,而且递增速度逐渐变慢,这种

趋势随着 n 值的变化一直存在, 最终递增趋势趋于平 缓,被保留的点云个数趋于稳定。当n值较小时,在 去噪后的点云成果中发现,还有部分离群噪声点没有 被剔除,例如当 n=0.5 时,如图 4 (a)所示,实验区 分布着散乱的离群点未完全剔除。当n值过大时,经 过去噪的点云会出现过度去噪现象,当*n*=3时,去噪 后的点云结果如图4(b)所示,停车场侧边墙角区域 的实体点云已被过度剔除,导致点云缺失,不能完整 表示扫描目标的实体。当n=1.5时,如图4(c)所示, 顶棚部分的离群噪声点大部分已被剔除,且剩余点云 足够体现出实体结构。



(a) *k*=10

(b) *k*=110



(c) *k*=30 图 3 参数 k 变化时室内实验区点云对比



(a) *n*=0.5



(c) *n*=1.5 图 4 参数 n 变化时室内实验区点云对比

3.2 室外降噪实验

为了探讨不同点云数据采集场景下各种因素对 SOR 算法参数确定的影响,采用上述同样的两组实验 思路对室外采集的点云数据进行 SOR 算法降噪,再次 统计参数n和k与保留点云个数的关系,具体如图 5



图 5 室外实验区去噪参数关系

在 n 值为 1.5 的情况下,当 k 值由 10 到 110 逐渐 递增,所保留的点云个数也逐渐递增,然而递增速率 的取数不尽相同,当10 $\leq k \leq 20$ 时,递增速率最快, 而后随着 k 值的增大, 速率越来越慢。当 k 值较小时, 在去噪后的室外实验区点云成果中发现,还有部分离 群噪声点没有被剔除,例如当k=10时,如图6(a)所示, 室外实验区独栋楼层侧边墙的点云与未处理过的原始 点云相似,还分布着散乱的离群,由此可知, k 值过 低不能很好地去除噪声点。当k值过大时,经过去噪 的点云会出现过度去噪现象,当k=110时,去噪后的 点云结果如图6(b)所示,楼栋侧面墙的实体点云已 经被过度剔除,导致点云缺失,墙面显示不完整。当 k=30时,如图6(c)所示,楼栋表面的离群噪声点大 部分已经被剔除,而且剩余点云能够很好地体现出实 体结构,保留了完整的扫描目标点云。



(b) *k*=110



(c) *k*=30 图6 参数 k 变化时室外实验区点云对比

随着 n 值的逐渐递增,保留的点云数量也在不断 增加,所剔除的点云数量逐渐减少。在k值固定为30 的情况下,随着n值由0.5到3逐渐递增,所保留的 点云个数也逐渐递增,且递增速度逐渐变慢。同样, 当n值较小时,在去噪后的点云成果中发现,还有部 分离群噪声点没有被剔除,例如当*n*=0.5时,如图7(a) 所示,实验区楼表面的窗口四周还分布着散乱的离群 点,未完全剔除。当*n*取值过大时,经过去噪的点云 会出现过度去噪现象,当*n*=3时,去噪后的点云结果 如图7(b)所示,停车场侧边墙角区域的实体点云、 窗口处的点云已经被过度剔除,边缘形状无法完全显 示。当*n*=1.5时,如图7(c)所示,窗口四边的离群 噪声点大部分已经被剔除,且剩余的点云基本可以体 现出实体的结构。







通过不同去噪参数的组合对去噪后点云的效果对 比发现,SOR 降噪算法的邻域点个数 k 与标准差倍数 n 对在不同数据采集场景下获得的点云降噪效果,没有 太大影响。两种数据集中,邻域点个数 k、标准差倍 数 n 与保留点个数的关系大致相同。

3.3 去噪参数寻优

为了进一步确定利用 SOR 算法降噪的最佳参数, 在上述实验估计出来的合理去噪参数范围内,对参数 进行了不同的组合,本次实验数据集的初始点云数量 为 2607248,表1 统计了不同 *n、k* 值组合的去噪后保 留的点云数量,以得出去噪效果最优的参数组合。

保留点云个数与邻域值呈现出单调递增的趋势, 在 n=40 时,保留点云的变化幅度已经逐渐减小,明显 的离群噪声点已经尽除,随着邻域值 k 的提升,保留 点云个数的增加速度越来越慢,个数趋于稳定,可见 此时 k 值对点云的影响较低。分析可知,保留的点云 个数同样在 n=40 时趋于稳定,当 n 值超过 50 时,保 留点云个数逐渐呈现下降趋势,由上文实验可知,此 现象属于对点云的过度剔除,导致将表示扫描目标结 构的点云被剔除。因此,当*n*=40时,SOR 算法的去噪效果为佳。

在不同 k 值下,标准差倍数 n 与保留点个数的关 系保持着相同趋势,保留的点云数量随着设定标准差 倍数 n 值的增大而不断增加,而 n 值逐渐增加到一定 数值时,邻域点数量 k 对于保留点云数量的影响降低。 当 n 值分别为 0.5、1、1.5 时,保留点的数量会随邻 域点数量增加而增加,当 n 值大于或等于 2 时,保留 点云个数递增的量逐渐减少,当 n=2.5 和 3 时,保留 点的数量趋于平稳。因此,当 n=2 时,能够有效去除 误差较大的噪声点,并尽可能大限度地保留点云。

综上所述,经过实验判断得出,当邻域点数量 k=40,n=2时,能够剔除与主体点云误差较大、偏离 较远的离群噪声点,尽可能保证主体点云的完整性。

表1 不同n、k值组合去噪后的点云数量

标准差 倍数 <i>n</i>	邻域点 数量 <i>k</i>	去噪后 点数	标准差 倍数 <i>n</i>	邻域点 数量 <i>k</i>	去噪后 点数
0.5	10	2223517	0.5	40	2261212
1	10	2381635	1	40	2395507
1.5	10	2458724	1.5	40	2473714
2	10	2506152	2	40	2520460
2.5	10	2537542	2.5	40	2548737
3	10	2558847	3	40	2565224
0.5	20	2243557	0.5	50	2265301
1	20	2385284	1	50	2398392
1.5	20	2463007	1.5	50	2475363
2	20	2511162	2	50	2522432
2.5	20	2542450	2.5	50	2549629
3	20	2562210	3	50	2565644
0.5	30	2257921	0.5	60	2267054
1	30	2392062	1	60	2400100
1.5	30	2469486	1.5	60	2475965
2	30	2516679	2	60	2522430
2.5	30	2546467	2.5	60	2549512
3	30	2564018	3	60	2565466

4 精度评定

在经过 SOR 算法剔除离群噪声点后,为进一步评 价采集点云降噪后的精度,选取室外实验区的 12 个控 制点以及 4 个建筑物角点作为检查点,为使实验更具 有普遍性,角点是随机选取的,并经过多次量测坐标 取均值作为真值。

采用中误差公式对选取的检查点进行质量评价, 中误差计算如公式(4)所示^[14],其中,*m*_x为*x*方向 中误差, m_y 为y方向中误差,m为平面中误差, m_h 为z方向中误差,n为检查点个数。

$$m_{x} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta x)^{2}}{n}}$$

$$m_{y} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta y)^{2}}{n}}$$

$$m_{h} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta h)^{2}}{n}}$$

$$m = \sqrt{(m_{x})^{2} + (m_{y})^{2}}$$
(4)

表2 检查点三维点位误差

编号	x坐标误差/m	y坐标误差/m	z坐标误差/m
A1	0.017	0.022	0.022
A2	0.022	0.032	0.031
A3	0.032	0.037	0.026
A4	0.016	0.013	0.041
A5	0.041	0.026	0.018
A6	0.037	0.018	0.043
Α7	0.016	0.008	0.023
A8	0.035	0.023	0.033
А9	0.028	0.048	0.013
A10	0.043	0.055	0.037
A11	0.053	0.053	0.030
A12	0.030	0.049	0.048
J1	0.008	0.005	0.044
J2	0.044	0.025	0.013
J3	0.040	0.001	0.008
J4	0.033	0.018	0.024
最大差值	0.054	0.055	0.048
最小差值	0.001	0.001	0.007
中误差	0.03288	0.03172	0.02862

检查点三维点位误差如表 2 所示,分析表 2 检查 点的误差数据发现,在扫描区域的 16 个检查点中, x 方向的误差绝对值分布在 0.01~0.03m 的约占总点 数的 44%,分布在 0.03~0.05m 的大约占 52%;y 方 向的误差绝对值分布在 0.01~0.03m 的约占总点数的 56%,误差绝对值分布于 0.03~0.05m 的约占总数的 36%,在平面误差方面,0.05m 以上的误差不超过总数 的 8%。而 z 方向的误差绝对值分布在 0.01~0.03m 的 约占总数的 64%,分布在 0.03~0.05m 的约占总数的 36%。本次所选点的 x 方向中误差为 0.03288m,y 方向 误差为 0.03172m,平面中误差为 0.04569m,此误差可 能受 SOR 降噪算法的参数影响,在个别扫描区域不能 达到最佳降噪效果,导致点云数据过度剔除,从而使 精度下降。由上述点位误差分析得出,经过 SOR 算法 降噪处理后的点云数据的点位误差符合相关规范要求。

5 结语

本文通过不同场景下设定不同的去噪算法参数*n*、 *k*值组合,进行 SLAM 点云去噪处理,分析去噪后目标 物体的点云特征、参数与保留点云个数的关系,结果 表明:当*k*=40,*n*=2时,能够剔除与主体点云误差较大、 偏离较远的离群噪声点,尽可能保证主体点云的完整 性;最后通过优化后的 SOR 算法对点云数据进行去噪 处理,并对降噪后点云进行了精度评价,平面点位中 误差约为 0.046m。总体来说,此种降噪算法基本满足 了剔除离群噪声点的需求,提高了点云数据的精度, 满足后期三维建模需要。

参考文献

- 谢代军.无线局域网室内定位技术研究[D].郑州:解放军信息工程 大学,2013.
- [2] 吴陈洣.基于群智感知的无线室内定位[D].北京:清华大学,2015.
- [3] Tran H,Khoshelham K,Kealy A,et al.Shape Grammar Approach to 3D Modeling of Indoor Environments Using Point Clouds[J].Journal of Computing in Civil Engineering,2018,33(1):1–14.
- [4] Remondino, Fabio. Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning[J]. Remote Sensing, 2011, 3(6):1104-1138.
- [5] 王松.基于机器学习的场景分析与重建[D].无锡:江南大学,2018.
- [6] 汤圣君.多视图像增强的RGB-D室内高精度三维测图方法[D]. 武汉:武汉大学,2017.
- [7] 徐华键,向煜,黄志,等.测绘新技术在城市新基建模型构建中的融合应用[[].测绘通报,2021(5):132-136.
- [8] 孙文潇,王健,张红月,等.基于三维正态分布变换的地面与SLAM 点云配准[J].测绘通报,2022(S2):200-205.
- [9] 尹泽豪.大规模建筑点云的配准算法的研究与实现[D].广州:华南 理工大学,2021.
- [10] 管西鵰.树木三维点云数据分析与建模技术研究[D].长沙:中南林 业科技大学,2015.
- [11] 刘华光,王军军,寇媛.利用无人机激光点云数据更新地形级实景 三维地理场景[]].测绘通报,2022(9):111-114.
- [12] 丁帆.点云数据三维网格构造方法研究[D].武汉:华中科技大 学,2007.
- [13] 崔钰琳.基于无监督学习的TOF矢量点云自适应目标提取算 法研究[D].北京:中国科学院大学(中国科学院国家空间科学中 心),2022.
- [14] 危双丰,刘振彬,赵江洪,等.SLAM室内三维重建技术综述[J].测绘 科学,2018(7):15-26.

基于多模态特征融合的无人机测绘图像目标识别研究

黄东

(武汉航天远景科技股份有限公司,湖北 武汉 430000)

摘 要:在分析无人机测绘图像时,主要依托单一图像特征进行目标识别,但容易受到部分干扰信息影响,导致目标识别结果F测度值(F测度值是一种综合考虑准确率和召回率的评价指标)较低。因此,提出基于多模态特征融合的无人机测绘图像目标识别方法。在计算无人机测绘图像像素点的扩散系数基础上,通过抑制或增强像素点的梯度值来实现图像去嗓处理,提取图像的梯度特征、熵特征和对比度特征,并分别绘制特征图。运用多模态特征融合理念融合多方面图像特征,生成多模态特征图。结合 SRC(稀疏表示分类器)和 CNN(卷积神经网络分类器)建立多分类决策融合方案,得到多模态融合特征,并利用该特征进行图像目标识别。实验结果表明,在不同噪声比条件下,所提方法的目标识别结果F测度值总是大于0.9,能更准确地识别出无人机测绘图像的所有目标。 关键词:多模态特征;扩散阈值;对比度;梯度;无人机图像;目标识别

1 引言

无人机测绘图像的目标识别在军事侦察、灾害监测、城市规划、土地利用等领域具有重要意义^[1]。但是, 部分无人机测绘图像包含了复杂的背景信息^[2],如何 从图像中准确快速识别出相关目标,逐渐成为人们的 关注重点。针对这一问题,很多专家学者进行了无人 机测绘图像目标识别方法的研究。

文献[3]采用基于图论的图像分割算法处理图像, 手动标记出前景和背景图像灰度参考值,根据该灰度 值进行图像分割。利用深度学习卷积神经网络构建图 像目标识别模型, 该模型自动接收经过分割处理的图 像,通过深度学习进行分析,最终得出目标识别结果。 但是,该方法目标识别精度较低。文献[4]针对目标 图像进行处理, 使得图像尺寸统一。以特征金字塔网 络为基础,设计具有连续采样功能的图像目标识别模 型,将处理后的图像不断输入模型,利用特征金字塔 结构采集图像特征并进行融合,根据融合特征完成图 像目标识别。但是,该识别方法容易出现漏检情况。 文献 [5] 从待识别的无人机测绘图像入手, 计算其局 域峰值杂波均值,将其看作相位优选约束条件。建立 基于多通道联合变换相关器的目标识别方法, 通过对 目标图像不断旋转缩放,获取峰值位置变化标准差, 并与最初定义的约束条件相对比,得出图像目标综合 识别结果。但是,该方法F测度值较低。

现有图像目标识别方法在实践应用中有很多不足 之处,如目标识别结果F测度值较低、目标识别效果 不好。为了提升无人机测绘图像目标识别准确度,本 研究设计一种基于多模态特征融合的新型识别方法, 研究内容如下:

(1)在确定无人机测绘图像扩散系数后,通过抑制或增强像素点的梯度值来实现图像去噪处理,得到去噪后的无人机测绘图像。

(2)以去噪处理后的无人机测绘图像为基础,提 取其梯度特征、熵特征和对比度特征,并分别绘制特 征图。运用多模态特征融合理念融合多方面图像特征, 生成多模态特征图。结合 SRC 和 CNN 建立多分类决策 融合方案,得到多模态融合特征,根据多特征融合结 果实现无人机测绘图像的目标识别。

(3) 将 F 测度值作为实验指标,通过相关实验验 证了该方法的有效性。

2 以多模态特征融合为基础设计无人机测绘 图像目标识别方法

2.1 建立图像滤波去噪策略

考虑到无人机测绘图像的背景结构较为复杂,甚 至存在很多遮挡物,会对目标识别结果产生影响,因 此,在图像目标识别的第一个环节,运用扩散系数建 立图像滤波去噪策略。针对图像中像素点较低区域的 扩散系数进行抑制,增强目标像素与背景像素之间的 界限^[6]。同时,对于像素值差异较大区域进行扩散增 加处理,将该区域包含的噪声像素、冗余像素直接消除, 达到图像滤波效果。此步骤的创新之处在于通过引入

作者简介:黄东(1974--),男,汉族,本科,工程师,研究方向:航空摄影测量与遥感、地理信息等。

像素点扩散系数,可以使相邻像素点之间的灰度值更 加趋同,从而减少图像中的噪声或杂乱信息。与此同时, 根据像素点的梯度值,可以抑制或增强部分区域的细 节信息,特别是在边缘和纹理丰富区域进行更为有效 的处理,保留更多有用信息,并减少图像伪影或模糊。

对于梯度较小和梯度较大的图像局部区域来说, 其目标扩散速度分别表现出过慢和过快的特点,为了 更好地表现出这种特点,计算无人机测绘图像的梯度 系数,具体公式如下:

$$\eta_1(\|I\|) = 1 - \frac{1}{1 + (\|I\|/\alpha)^2} \tag{1}$$

$$\gamma_2(\|I'\|) = 1 - \exp[1 - (\|I\|/\alpha)^2]$$
(2)

公式中,η 表示局部梯度系数,η 表示全局梯度 系数,*I、I* 分别表示局部和全局检测器,α表示梯度 参考值, exp 表示以自然常数为底的指数函数。

当局部梯度系数取值大于梯度参考值时,表明此 时实现了扩散系数的加强,无人机测绘图像中的噪声 点已经被消除。反之,若局部梯度系数取值小于梯度 参考值,则代表扩散系数被抑制了,无法达到预期的 图像去噪效果。对此,需要预先设置一个梯度系数扩 散值,来提升无人机测绘图像的全局噪声点敏感性, 从而取得更优的图像去噪效果。

2.2 提取无人机测绘图像特征

传统的图像特征提取和融合往往局限于单一特征 或者线性组合方式,没有充分利用多方面的图像特征 信息。本研究针对无人机测绘图像,综合考虑了图像 的梯度特征(反映边缘信息)、熵特征(反映图像复 杂度和信息量)、对比度特征(反映灰度分布差异) 等多方面信息,并将其融合为多模态特征图。

首先将滤除后的无人机测绘图像转换为灰度图像, 再引入灰度共生矩阵^[7]提取图像的对比度特征。其中, 对比度值计算公式为:

$$P(a,b) = \frac{\beta_{ab}}{K^2} (a,b \in S) \tag{3}$$

$$C(x, y) = \sum_{a}^{K} \sum_{b}^{K} (a - b)^{2} P(a, b)$$
(4)

公式中, (*a*, *b*)表示灰度等级, *S*表示图像窗口, *P*表示像素点灰度等级转移概率, *β*表示两个灰度等 级区域间隔的像素点数量, *K*表示无人机测绘图像包 含的灰度等级数量, (*x*, *y*)表示图像中心点, *C*表示 图像对比度值。

根据图像对比度值计算结果绘制对比度特征图。

从图像中心点出发,计算图像中四个不同方向的对比 度值的平均值,组成区域灰度共生矩阵,经过二值化 处理即可得到最终对比度特征图。

$$\overline{C}(x,y) = \frac{1}{4} \sum_{d}^{4} C_{d}(x,y)$$
(5)

$$\chi(x,y) = \begin{cases} 0, & \ddagger tem \\ l_{max}, & 0 \le \delta_1 \le \overline{C}(x,y) \end{cases}$$
(6)

公式中,d表示随机选择的一个方向, l_{max} 表示最 大灰度等级, \overline{c} 表示对比度均值, χ 表示对比度特征图, δ_1 表示对比度特征图图像分层阈值。

在灰度共生矩阵辅助下,计算无人机测绘图像小 块区域的熵值。在对整张图像遍历后^[8],生成一个熵 特征图。这个熵特征图能够展示图像纹理的非均匀程 度,并显示图像的混乱程度。熵特征图计算过程如下:

$$E(x,y) = -\sum_{a}^{K} \sum_{b}^{K} P(a,b) \log P(a,b)$$
(7)

$$\overline{E}(x,y) = -\frac{1}{4} \sum_{d}^{4} E_{d}(x,y)$$
(8)

$$\phi(x, y) = \begin{cases} 0, & \ddagger \& \\ l_{\max}, & \delta_2 \le \overline{E}(x, y) \le 0 \end{cases}$$
(9)

公式中,E表示图像熵特征值, \overline{E} 表示熵特征均值, φ 表示熵特征图, δ_2 表示熵特征图二值化处理阈值。

针对原始图像进行亮度降低处理,并转换为 HIS (色调、饱和度、亮度)模式^[9],通过图像像素水平 与垂直分量差分法,计算出图像中每个像素点的亮度 分量,求出梯度特征图。

$$g(x, y) = \left| \varepsilon(x, y) - \varepsilon(x+1, y) \right|$$

+
$$\left| \varepsilon(x, y) - \varepsilon(x, y+1) \right|$$
(10)

公式中,g表示梯度特征图, ε表示图像亮度分量 图像。通过上述处理,得到无人机测绘图像的对比度 特征、熵特征和梯度特征,以便为后续的无人机测绘 图像目标识别奠定基础。

2.3 设计多模态特征融合算法

为从多个角度描述图像的特性并捕捉图像中复杂 场景及目标,提高无人机测绘图像识别和分析的准确 性,本研究运用多模态特征融合理念,将上文提出的 三方面特征信息进行融合,构成多模态特征图,主要 包括特征提取、加权融合计算两个步骤,具体如图1 所示。在无人机测绘图像多模态特征融合过程中,需 要对每个特征图像分别进行处理,利用基于核函数矩 阵的中值滤波方法处理原始对比度特征图,得到更新 后的对比度特征图。



图1 图像多模态特征融合

$$\chi'(x,y) = M\left[\chi(x,y)\right] \tag{11}$$

公式中,χ′表示中值滤波后的对比度特征图,*M* 表示中值函数。

构建一个腐蚀矩阵,并利用椭圆形算子进行形态 学腐蚀操作,对熵特征图进行处理,将图像中区域连 通起来,得到更新后的熵特征图。

$$\phi'(x, y) = \phi(x, y) \otimes V \tag{12}$$

公式中, φ'表示形态学腐蚀处理后的熵特征图, V表示腐蚀矩阵,⊗表示椭圆形算子。

最后,以加强梯度特征的边缘明显程度为目标, 针对降低亮度后的图像取最大值,以此为基础求出更 新后的梯度特征图。

$$g'(x, y) = \max\{g(x, y)\}$$
 (13)

公式中, g'表示整体灰度变换后的梯度特征图, max 表示最大值。

通过上述操作,完成所有无人机测绘特征图像的 初步处理,为将这些图像合理叠加起来,定义公式(14) 所示的加权系数。

$$\begin{cases} \tau_1 = r \times g'(x, y) + h \\ \tau_2 = l_{\max} - g'(x, y) \\ \tau_3 = 0.6 \times g'(x, y) \end{cases}$$
(14)

公式中, τ₁、τ₂、τ₃分别表示梯度特征、熵特征和 对比度特征对应的加权系数, r、h 表示两个参数。

根据给定的加权系数公式(14),将对比度特征图、 熵特征图和梯度特征图进行加权叠加,得到一个多模 态特征图,如公式(15)所示。

 $f(x, y) = \tau_1 g'(x, y) + \tau_2 \phi'(x, y) + \tau_3 \chi'(x, y)$ (15) 2.4 生成图像目标分类决策融合识别方案

以多模态特征融合结果为基础进行图像目标识别 时,应用稀疏表示分类器和卷积神经网络分类器依次 识别出图像目标。在完成两个分类器的识别后,根据 决策融合流程,得到最终识别结果,具体的识别流程如图2所示。



图2 基于多分类器决策融合的图像目标识别流程

如图2所示,应用稀疏表示分类器进行第一轮图 像目标识别,初步筛选出图像目标所属类别,将分类 器输出结果对应的重构误差表示为概率形式^[10],并设 置一个合理的判断阈值。当重构误差大于该阈值时, 表明此时图像目标识别结果有极大可能性是真实的, 可以将其作为下一轮识别的训练样本。反之,在后续 识别过程中这部分答案不需要重新考虑。

应用卷积神经网络构建 CNN 分类器,展开第二轮 目标识别,并采用线性加权融合的思路,将识别结果 与第一轮识别结果融合起来,输出最终目标识别结果。

3 实验

3.1 实验数据

为了测试本文目标识别方法对无人机测绘图像目标识别效果,需要展开一系列实验分析。在采集实验数据时,应用大疆无人机搭载多光谱相机,组成无人机测绘遥感系统,实物如图3所示。利用无人机测绘系统采集实验图像时,相关参数如表1所示。

按照表1参数设置后,控制无人机测绘系统分别 在城市道路上空和郊区道路上空,离地300m到400m 范围内飞行35分钟,采集无人机测绘图像。经过统计 可知,本次采集的实验图像共13000多张,从中挑选 8000 张组成测试集,并将所有测试图像分为两组,分 别为简单场景的无人机测绘图像集和复杂场景的无人 机测绘图像集。应用本文方法、文献[3]方法、文献[4] 方法进行图像目标识别,将各方法识别结果与真实图 像目标分布情况进行对比,以此验证本文研究方法的 优越性。



图3 无人机测绘系统 表1 无人机测绘图像采集参数

仪器	参数项	参数值
	最大水平飞行速度	$21 \mathrm{m/s}$
无人机	最长飞行时间	39min
	最大载重量	6kg
	传感器数量	5
	光谱范围	600~900nm
	视场角	47.5°
多光谱相机	影像尺寸	1920×1080
	相机尺寸	8.5×5.9×4.5mm
	相机重量	232g
	最大拍摄帧率	2帧/s

3.2 图像目标识别结果

运用基于多模态特征融合的识别方法,对测试集 内的实验图像进行目标识别,需要先提取对比度特征 图、熵特征图以及梯度特征图,以测试集中随机选择 的一张图像为例,其特征提取结果如图4(a)所示, 经过加权叠加处理后,得到多模态特征融合图像,如 图4(b)所示。



按照相同方式求出所有待识别图像的多模态融合 特征,基于此进行无人机测绘图像目标识别,简单场 景和复杂场景的图像目标识别结果分别如图 5 和图 6 所示。由图可知,在多模态特征辅助下,可在不同背 景下准确识别出场景中所有目标,证明了本文方法的 可行性。



图5 简单场景目标识别结果



图6 复杂场景目标识别结果

3.3 识别方法性能对比

设置测试集内图像处于不同噪声比条件下,分别 采用文献[3]和文献[4]方法、本文方法对所有图像 进行目标识别,计算不同方法识别结果的F测度值, 以此来衡量识别方法的应用性能。

$$F = \frac{(1+\theta^2) + \psi \times R}{\theta^2 \times \psi + R} \tag{16}$$

公式 (16) 中, F 表示 F 测度 (F-measure) 值,

*9*表示权值, *Ψ*表示图像目标识别查准率, *R*表示图像目标识别查全率。不同方法目标识别 F-measure 值对比如图 7 所示。

由图 7 可知,随着图像信噪比的降低,三种方法 (下转第34页)

遥感技术在自然保护地卫片执法中的应用研究

胡堂学

(广元市自然保护地工作站,四川 广元 628000)

摘 要:利用国产卫星影像的空间分辨率优势,结合人工智能算法开展变化图斑综合提取,以此探讨多源卫星遥感 影像在自然保护地卫片执法工作中的适用性。研究结果表明:采用 Tensorflow 框架搭建变化检测模型,开展变化图 斑提取,并利用深度学习地物分割算法优化图斑边界,可以提升监测精度,研究构建的变化检测模型可较好地提取 出变化图斑,且地物混淆程度较低。采用 GF2 影像进行图斑边界优化,较好地消除了图斑边界锯齿状等问题。通过 叠加自然保护地等专题成果数据,筛选出了疑似违法图斑,避免了漏识别现象,提升了工作效率。 关键词: GF1; GF2; 变化提取; 分割优化; 自然保护地

1 引言

卫片执法是利用卫星遥感技术,对比前后时相土 地利用与变化情况,对地表土地利用情况进行实时监 测,识别变化图斑信息的一种土地执法监管手段,通 过土地卫片执法形成全国一张图管理国土资源,建立 土地审批、供应、使用、执法监察等业务的网络监管 平台,建立"天上看、地上查、网上核"的立体土地 监管体系^[1-3]。现有公开免费的卫星影像均为中低分 辨率,对于较小变化图斑如独栋房屋不能准确识别出 来。此外,无人机航空摄影因成本高、更新慢等,不 适合开展大范围、多频次的卫片执法。而国产高分卫 星的发射升空,为卫片执法提供了数据支撑,提升了 图斑提取精度。

目前应用较多的卫片执法监测方法多为人工目视 解译,通过对比两个时期的卫片提取变化图斑,并对 图斑进行属性附加。随着遥感技术的发展,越来越多 的分类算法应用到卫片执法,如利用非监督分类与监 督分类进行多时期影像地物提取,对比提取成果获取 变化信息^[4-9]。近年来,随着人工智能的兴起,越来 越多的行业利用深度学习算法开展应用,基于此,本 研究选用 Tensorflow 框架,综合利用人工智能深度学 习自适应网络算法开展变化图斑综合提取,以此探讨 多源卫星影像在自然保护地卫片执法工作中的适用性。

2 技术路线与数据介绍

2.1 技术路线

首先对待提取的前后时相进行预处理,并进行像 元对齐,确保输入的影像不存在任何影像变化检测的 质量问题(比如色彩外溢、未配准、云遮挡等)。预 处理完成后,将前后时相输入全要素变化检测模型, 解译得到所有潜在的变化图斑。然后,根据先验知识 和变化监测的实际需求,设置图斑面积阈值,剔除阈 值以下的小碎斑。接下来,进行伪变化剔除的后处理, 结合语义分割的解译结果剔除一部分地物类型没有发 生改变的伪变化。最后,进行后验变化类型识别,赋 予变化图斑具体的变化类型标签。具体技术路线如图 1 所示。



作者简介:胡堂学(1988一),男,汉族,本科,工程师,主要从事自然保护地勘界立标、疑似违法图斑核查、违法线索监测等。

2.2 数据介绍

国产高分辨率卫星高分一号(GF1)搭载了两台 2m分辨率全色/8m分辨率多光谱相机,四台16m分辨 率多光谱相机。GF1星突破了高空间分辨率、多光谱 与高时间分辨率结合的光学遥感技术、多载荷图像拼 接融合技术、高精度高稳定度姿态控制技术,单星同 时实现高分辨率与大幅宽的结合,2m高分辨率实现大 于 60km成像幅宽,16m分辨率实现大于 800km 成像幅 宽,适应多种空间分辨率、多种光谱分辨率、多源遥 感数据综合需求,满足不同应用要求。

国产高分辨率卫星高分二号(GF2)是我国首颗自 主研发的亚米级民用卫星,是由自然资源部牵头建设、 专门服务自然资源调查与监测的公益性卫星。GF2卫 星搭载两台高分辨率 1m 全色、4m 多光谱相机实现拼 幅成像,通过纠正、正射、融合等处理,得到优于 1m 的正射影像成果。

3 模型构建与预测

3.1 变化检测模型构建

变化检测神经网络模型结构主要由三部分构成。 (1)孪生网络,该部分有两个完全一样的神经网络分 别提取两景影像的特征,实现原始影像到特征空间的 映射。(2)互注意力网络,该部分两景影像相同的区 域之间互相传递特征信息,从而使两景影像的特征得 到进一步精炼。(3)特征对比网络,对两景影像的特 征进行差异对比,并输出像素级的差异得分图。变化 检测神经网络的整个运算流程如图 2 所示。



图2 变化检测神经网络结构

3.2 模型训练

本研究深度学习样本数据集来源于前期卫片执法 监测图斑成果,根据人工智能算法对样本大小及类型 的要求,基于 Python 算法进行样本数据集制作,然后 将样本块按照 7:1.5:1.5 比例划分训练集、验证集、 测试集。训练集参与模型的训练,验证集用于模型训 练过程中验证模型的精度,并作为模型选择的依据。 测试集作为保留集,用于进行最终模型评估。本模型 使用 Adam 优化器,共训练 400 轮,初始学习率设置为 0.001,并按照余弦函数衰减。为缓解过拟合,权重衰 减参数设置为 0.02。每训练一轮,都在验证集上验证 模型 mF1 指标,训练完成后,选择 mF1 最高结果作为 最终模型使用。通过对比本模型与传统 CNN 模型的预 测精度,本模型的 F1 分数提升了 0.04,对应准确率 和召回率提升 4%。模型训练过程 loss 曲线如图 3 所示。



图3 训练loss曲线

3.3 变化信息提取

通过训练与优化得到的变化检测模型,带入前后时相的 GF1 影像,进行变化图斑提取,提取的部分图斑如图 4 所示,由图可知,变化信息基本识别出来,如新增建筑、灭失建筑等。

4 地块边界优化

基于 GF2 卫星影像的高分辨率优势,采用深度学 习 DexiNed 网络超像素分割算法开展耕地地块提取, 模型多次使用了跳层链接操作,在加深网络的同时方 便网络进行优化,提升边界提取精度。DexiNed 网络 如图 5 所示。

相对于 GF1 的两米级分辨率, GF2 的分辨率更高, 对地物特征的表达更清晰。采用 GF2 影像,结合地物 分割与边界后处理,得到如图6所示的分割效果。由 图可知:居民地与硬化道路的分割效果与实际情况完 全符合,且边界严格按照实际走向。



图4 变化图斑提取成果







图6 GF2分割效果 通过 GF2 的分割优化,对变化图斑的识别与提取 有了很大提升,图斑提取效果如图7所示。由图可知, 前后时相中新增了道路、厂房图斑。通过分割优化, 得到的图斑边界整体与实际情况吻合。新增道路图斑 在边界处有零星锯齿状,是因为在道路相交处存在误 识别现象,但新增道路图斑较完整地提取出来;新增 厂房的识别效果也较好,厂房周边的裸露土地,通过 农作物的剔除,较好地避免了裸地误识别问题。



图7 局部图斑提取效果

5 疑似图斑提取

研究提取的变化图斑,叠加自然保护地矢量界限 数据进行图斑筛选,筛选出疑似自然保护地内部变化 图斑,如图8所示。通过叠加自然保护地界限,可快 速筛选出自然保护地内疑似变化图斑,将筛选的疑似 变化图斑推送至自然资源执法督察部门,结合三调数 据、不动产确权数据、土地审批数据等,综合分析变 化图斑是否为合法用地,若存在违法用地或超出审批 面积,即根据图斑所在位置进行实地勘察执法。通过 遥感手段开展的卫片执法工作,整体较传统的人工排 查方法更省时省力,且避免了漏识别现象,整体工作 效率较高。



图8 叠加分析后的自然保护地变化图斑

6 结论与展望

综合利用国产卫星影像的高分辨率优势,开展自 然保护地变化图斑遥感提取,以此探讨多源卫星影像 在卫片执法工作中的适用性。研究得到以下结论:

(1) 基于 Tensorflow 框架构建的变化检测模型, 经过多轮次迭代优化,精度提升4%,提取的变化图斑 与实际情况相符合,且未出现漏识别现象。

(2)采用 GF2 影像进行地物分割优化,民地与硬 化道路的分割效果较好,且边界严格按照实际走向。

(3)通过叠加自然保护地等专题成果数据,较好 地筛选出了疑似违法图斑,避免漏识别现象,提升工 作效率。

参考文献

[1] 王昕.浅谈卫片执法检查工作存在的问题及建议[J].中国房地产

业, 2020(7):289.

- [2] 程颖,王子琦.浅析卫片执法检查与国土资源执法监察工作的关系[J].华北国土资源, 2013(6):2.
- [3] 吴学瑜,赵旭阳.关于差别化土地卫片执法检查的探讨[J].中国国 土资源经济,2013, 26(12):4.
- [4] 丘泉昌.遥感技术在土地执法检查中的应用研究——以南平市建 阳区为例[D].福州:福建农林大学, 2017.
- [5] 杜凤兰,田庆久,夏学齐,等.面向对象的地物分类法分析与评价[]].
 遥感技术与应用,2004,19(1):20-23.
- [6] 曹宝,秦其明,马海建,等.面向对象方法在SPOT5遥感图像分 类中的应用——以北京市海淀区为例[J].地理与地理信息科 学,2006,22(2):5.
- [7] 周俊利,杨振.改进指数特征的面向对象遥感分类张掖市农作物 种植提取[J].资源导刊·信息化测绘,2021(12):27-30.
- [8] 吴聪.面向对象的高分辨率遥感影像分类在卫片执法中的应用研究[D].昆明:昆明理工大学, 2015.
- [9] 叶琴.利用卫星影像进行土地执法检查的工作方法及流程[J].测 绘与空间地理信息,2013,36(6):3.

(上接第30页)

的目标识别F测度值都表现出不断降低的趋势。但本 文方法目标识别的F-measure值总是保持在0.9以上, 明显高于其他两种方法,这一对比结果证明了本文方 法具有优越的图像目标识别性能。



图7 不同方法目标识别F-measure值对比

4 结束语

由于无人机测绘图像具有更加复杂的背景信息, 使得对该类图像的目标识别难度较高。对此,应用多 模态特征融合理念,提出同步考虑图像对比度特征、 熵特征、梯度特征,准确识别图像中包含的目标。从 实际应用结果可以看出,该方法表现出优越的目标识 别能力,可以在无人机应用中发挥更大的作用。

参考文献

- 廖辉传,赵海霞.基于分类器决策融合的红外图像目标识别方法
 [].红外与激光工程,2022,51(8):282-287.
- [2] 王梁,侯义锋,贺杰.基于Mask-RCNN的自然场景下油茶果目标 识别与检测[]].中国农机化学报,2022,43(12):148-154,189.
- [3] 苏立平.Grabcut算法在无人机影像船舶目标识别的应用[J].舰船 科学技术,2022,44(20):165-168.
- [4] 朱槐雨,李博.单阶段多框检测器无人机航拍目标识别方法[J].计 算机应用,2021,41(11):3234-3241.
- [5] 林超,韩艳丽,娄树理,等.基于多通道联合变换相关器的旋转和缩 放不变性目标识别方法[]].中国激光,2022,49(13):97-112.
- [6] 尤锟,张全成,李凯勇.基于三维激光点云的运动图像动态目标识 别方法[]].应用激光,2022,42(4):147-153.
- [7] 王薇,汪理,陈吹信.基于CNN的机器人视觉光谱图像目标识别技术[J].激光杂志,2022,43(3):118-122.
- [8] 纪冲,王琛.基于多模态深度学习的图像序列弱小目标识别[]].计 算机仿真,2022,39(2):414-418.
- [9] 齐嘉豪,张宇,万鹏程,等.红外遥感图像目标识别对抗算法研究[J]. 航空兵器,2022,29(3):47-53.
- [10] 张涛,刘刚,朱冀涛,等.基于LSGAN及迁移学习的智慧工地监控图 像修复和识别方法[J].中国测试,2022,48(9):125-132.

倾斜摄影测量与激光雷达技术在大比例尺地形图 高程精度方向的研究

贺国亮 高娜 李裕家

(甘肃大禹九洲空间信息科技有限公司,甘肃 兰州 730050)

摘 要:随着无人机倾斜摄影测量和激光雷达等测绘新技术的快速发展,大比例尺地形图生产作业逐渐向高效率、高精度、低成本转变。倾斜摄影测量与激光雷达技术相结合,可实现植被覆盖区域地形地貌的高精度测量。以某高速公路建设项目1:1000地形图测制作业为例,通过不同技术方法之间的数据论证对比,探索试验倾斜摄影与激光雷达技术在地形图生产中的整体效率及精度是否满足作业要求,以期为后续项目生产提供技术指导。 关键词:倾斜摄影测量;机载激光雷达(LiDAR);大比例尺地形图;高程精度

1 引言

无人机倾斜摄影测量技术能获取多视高分辨率航 空影像,生成可量测实景三维成果,但在地表植被茂 密区域,受植被高度、覆盖度及飘动物体等影响,高 程值大多无法满足大比例尺地形图精度要求。机载激 光雷达(LiDAR)技术集计算机、激光测距、惯性导航、 GNSS 差分定位和数码影像获取为一体,具备高精度、 高密度、数据获取速度快等特点,在获取地表高程数 据模型方面具有独特优势。将两种技术相结合可为大 比例尺地形图生产提供精度保障^[1]。本文以西北山区 某高速公路建设项目为例,对地形图生产流程及不同 区域数据采集高程精度进行探讨分析。

测区位于秦巴山区、青藏高原、黄土高原交汇区, 地形西北高东南低,境内崇山峻岭与峡谷盆地相间, 最大高程 1540m,最小高程 1160m。测区植被茂盛,主 要有针阔混交林和栎类阔叶林。项目起点是甘肃省陇 南市康县望关镇寨子村,终点是甘陕交界的康县白河 沟,路线全长约 43 公里。项目难点主要是测区高差大 且植被覆盖度高,故采用机载激光雷达技术弥补植被 覆盖区高程精度问题。测区概况及线路设计如图1所示。

2 技术流程

项目基于无人机倾斜摄影测量技术实现1:1000 地形图测绘,考虑测区植被覆盖较大,结合机载激光 雷达技术获取测区真实地面模型,保证地形图的高程 精度。项目技术流程主要有控制点布设及平差计算、 DOM(数字正射影像)生产、激光雷达数据获取、DEM(数 字高程模型)生产、DLG(数字线划图)生产、成果质 检等,具体流程如图2所示。







图2 技术流程

3 主要技术环节

3.1 高精度控制测量

项目平面控制测量采用 GNSS 静态测量方式, 对测 区桥梁跨度超过 2000m ≤ L < 3000m、隧道贯通长度

作者简介: 贺国亮(1984—),男,汉族,本科,高级工程师,主要从事摄影测量与遥感数据处理、工程测量等工作。

3000m≤Lg<6000m选用三等控制网,具体如图3所示。 除此之外,整条线路选择四等平面控制网,测区投影 长度变形值不大于2.5cm/km,布设三等控制点16座、 四等控制点49座,便于建立线路工程测量平面控制坐 标系。高程控制测量采用水准测量方法进行,整个项 目水准满足三等水准测量精度,每公里观测高差中误 差的偶然中误差<±3mm,水准联测所有等级控制点。



图3 二寺GNS5控制

3.2 倾斜摄影测量

项目以成都纵横 CW-20 混合翼垂直起降无人机飞 行平台为主要航空器,采集测区倾斜摄影数据,以大 疆 M300 为辅助飞行平台,承担居民点密集区域补飞, 搭载成都睿铂 DG3pro 五镜头航摄仪^[2]。区域网划分依 据成图比例尺、航摄比例尺、测区地形、航区实际分划、 图幅分布等选择最优实施方案。区域网图形宜呈矩形 或方形,以满足空中三角测量精度要求为原则。三维 建模系统是基于图形运算单元 GPU 的快速三维场景运 算,由空三和影像密集匹配后建立的影像之间三角关 系构成 TIN,再由 TIN 构成白模,从影像中计算对应 纹理,将纹理映射到对应白模,最终形成真实三维场景。 局部倾斜摄影三维模型成果如图 4 所示。项目航飞拍 摄原始像片 22245 张,重建模型分块 500m×500m,有 效瓦片数量 494 个。对三维模型精度进行抽样检查, 检测后平面中误差为 0.059m,高程中误差为 0.065m。



图4 倾斜摄影三维模型(局部)

3.3 激光雷达点云数据

机载激光雷达测量系统(LiDAR)集激光测距技术、 GNSS 技术和惯性导航技术于一体,旨在获取高精度的 数字表面模型(DSM),利用激光进行测量,主动发射 激光脉冲(CMP)采集数据。由于激光器发射的激光波 长较短,能够穿过植被缝隙直接测量至地面点,形成 多次回波信号,获得海量数据。LiDAR技术不受外界 光照环境因素影响,可实现全天候测量,在大比例尺 地形图测绘中将获得的地面点云数据作为地形图高程 数据来源,可弥补三维实景模型的隐蔽高程劣势问题, 具有高精度、高密度、高效率优势,可极大地提高地 形图测绘的精度及效率,还能在线路工程激光雷达点 云数据中直接提取所需的纵、横断面数据^[3]。

项目激光雷达的关键技术参数有:惯导系统为诺 瓦泰 kvh1750 光纤惯导,采样频率 200Hz;激光扫描 仪型号为 RIEGL VUX-1LR,最大脉冲频率 820kHz,扫 描角度 90 度,共飞行 5 个架次,采用 CORS 基站与飞 机地面基站同时采集模式进行数据采集。数据处理流 程有 POS 数据预处理、激光点云数据预处理、航带拼接、 系统差改正、点云分类、数据精处理等,抽样检查点 云成果高程中误差为 0.052m,确保精度符合要求后提 交内业制图人员处理。局部激光点云模型如图 5 所示。



图5 激光点云模型(局部)

3.4 三维测图 DLG 生产

基于倾斜摄影三维模型进行全要素地物采集、编辑,地物、地貌要素按编码分层进行采集,采集内容包括测量控制点、水系、居民地及设施、交通、管线、地貌、植被与土质、注记等信息,以内业数据采集定位、外业调绘定性为原则进行^[4]。根据先内业后外业再内业的作业方式,内业判读采集后由外业进行核查、调绘、补测,最后由内业编辑成图,将激光雷达分类的点云成果作为地形图的高程数据。局部DLG成果如图6所示。

4 高程精度对比分析

利用倾斜摄影实景三维模型进行所见即所得的采 集制图,经大量试验表明,平面位置精度满足相关规 范要求^[5]。但在有大量植被覆盖、地形高差变化较大 区域,三维模型的高程精度、通过激光雷达获取的点 云高程数据精度和传统仪器实测数据的精度统计对比 较少,因此,针对不同地形类型的硬化地表和非硬化 地表,对比分析三维模型、激光点云、全站仪实测三 种高程成果^[6],具体结果如表1所示。



图6 DLG成果(局部) 表1 高程较差对比(单位:m)

点号	三维模型 高程值	激光点云 高程值	实测点 高程值	实测-模型 (ΔH)	实测-点云 (ΔH)	类型备注				
	(H)	(H)	(H)							
JC1	1187.579	1187.659	1187.624	0.045	-0.035	非硬化裸 露地表				
JC2	1173.851	1173.801	1173.814	-0.037	0.013	非硬化裸 露地表				
JC3	1196.247	$1196.\ 307$	$1196.\ 371$	0.124	0.064	耕地				
JC4	1278.327	1278.266	1278.213	-0.114	-0.053	耕地				
JC5	1284.613	1284.751	1284.718	0.105	-0.033	草地				
JC6	1370. 328	1370. 491	1370. 450	0.122	-0.041	自然坡地				
JC7	1421.361	1421.426	1421.450	0.089	0.024	自然坡地				
					•••					
JC331	1265.281	1265.394	1265.536	0.255	0.142	林地				
JC332	1237.206	1237.119	1237.032	-0.174	-0.087	林地				
JC333	1203.649	1203.737	1203.885	0.236	0.148	林地				
	剔除粗差3个									

4.1 硬化地表精度对比

本文硬化地表主要指测区水泥硬化地面、沥青浇 筑的路面、无任何植被覆盖且较为坚实平整的地面等。

(1) 三维模型数据与全站仪实测数据

随机检查点总数 330 个,其中硬化地表共有 135 个,占总数的 40.91%,高程较差小于 10cm 的有 102 个,占硬化地表总数的 75.56%;剩余 33 个检查点较 差大于 10cm 小于 16cm,占硬化地表总数的 24.44%。 全站仪实测高程与三维模型高程的最大较差为-15cm (JC80),该点位于模型边缘;最小较差达到 1.2cm。

硬化地表的整体数据分布统计有 73 个点的实测高 程在三维模型之上,较差为正值,占比 54.07%,其余 62 个点比三维模型低,较差为负值。

(2) 激光点云数据与全站仪实测数据

在点云生成的模型中对相同的135个硬化地表检

测点进行检测,得到实测高程与点云模型较差对比, 较差均小于10cm,占硬化地表总数的100%,最大较差 为8.7cm,较差最小为0.5cm。在三维模型中检测误差 最大的JC80在激光点云模型中的较差为4.3cm。

硬化地表的整体数据分布统计有 89 个点的实测高 程在点云模型之上,较差为正值,占比 65.92%,其余 46 个点比点云模型低,较差为负值。硬化地表高程精 度统计对比如表 2 所示。

表2 硬化地表高程精度统计对比

硬化地表点	$<\!10 \text{cm}$	$10 \mathrm{cm} \leq \delta \leq 16 \mathrm{cm}$	最大较差	最小较差
实测与三维模型对比	75.56%	24.44%	-15.0cm	1.2cm
实测与点云模型对比	100%	—	8.7cm	0.5cm

4.2 非硬化地表精度对比

本文非硬化地表是指测区硬化地表以外的地面, 主要为耕地、草地、林地、自然山坡以及非硬化裸露 地表等。

(1) 三维模型数据与全站仪实测数据

测区检测点共195个,其中耕地地表22个、草地 类型检测点 36 个、林地地表 23 个、自然山坡 31 个、 非硬化裸露地表83个。耕地基本位于两山之间的川地, 地面平整, 土质酥软, 地表有少许植被覆盖, 检测点 位于耕地地表裸露处,耕地在三维模型中并无太大影 响; 草地类型检测点多位于川地, 虽地势较为平坦, 但杂草丛生, 草覆盖度较高, 草地类型在三维模型中 可见地表裸露点非常少, 地表模型表现模糊; 测区树 木多为松树与阔叶林混杂生长,树木高度及郁闭度较 高,地面伴有草丛覆盖,受树木影响,林地在三维模 型中拉花情况较多,高程影响非常大;自然山坡选择 山体半坡,坡度多为25°以上,相对较陡,地面植被 覆盖较多; 非硬化裸露地表综合选择测区植被覆盖度 不高、在三维模型中清晰可见的三维非硬化裸露地表, 此类点在三维模型中特征明显、易于选择^[7]。统计对 比结果如表3和图7所示。

由表 3 和图 7 可知,由于植被对建模的影响, 在三维模型中提取的高程数据较差小于 10cm 的占比 46.46%,在有植被覆盖的耕地、草地、林地中小于 10cm 的占比并不高,林地仅为 26.09%,耕地仅有不到 32%,说明在三维模型中植被覆盖区域的高程值与实测 值较差相对较大,但无植被覆盖的非硬化裸露地表的 高程数据接近实测数据,较差接近,统计精度较高^[8]。

(2) 激光点云数据与全站仪实测数据

同样将195个全站仪检测点与激光点云数据进行

对比统计,结果如表 4 和图 8 所示。激光点云数据有 73.27% 与全站仪实测点的较差小于 10cm,比三维模型 高出 26.81%。同样受林地郁闭度及地面草丛覆盖度的 影响,林地、草地在整体检测点中高程精度相对较差, 林地小于 10cm 的占 52.17%。非硬化裸露地表检测点 数量最多,相比三维模型数据整体质量较高,在小于 10cm 这一项指标中高出 10.84%。

表3 三维模型数据与全站仪实测数据精度统计

较差范围	耕地	草地	林地	自然 山坡	非硬化 裸露地表	整体 占比
< 10 cm	31.82%	50.00%	26.09%	67.74%	56.63%	46.46%
$10 \mathrm{cm} \leq \delta \leq 16 \mathrm{cm}$	45.45%	25.00%	13.04%	22.58%	28.92%	27.00%
$16 \mathrm{cm}{\leqslant}\delta{<}33 \mathrm{cm}$	22.73%	25.00%	60.87%	9.68%	14.46%	26.55%



较差范围	耕地	草地	林地	自然 山坡	非硬化 裸露地表	整体 占比
<10cm	81.82%	77.78%	52.17%	87.10%	67.47%	73.27%
$10 \mathrm{cm} \leq \delta \leq 16 \mathrm{cm}$	9.09%	19.44%	34.78%	9.68%	24.10%	19.42%
16cm $\leqslant \delta <$ 33cm	9.09%	2.78%	13.04%	3.23%	8.43%	7.31%
■ <10 100.00%	cm	■ 10cm≤	δ <16cm		6cm≤δ<33c	m
40. 00% 20. 00%		L	١.		_	
耕地	草	地	林地	自然	山坡 非硬化	裸露地表

图8 激光点云数据与全站仪实测数据精度统计 4.3 中误差统计对比

将三维模型数据与激光点云数据的中误差进行对 比分析,结果如表 5 和图 9 所示。激光点云高程模型 与倾斜三维模型相比精度更高,通过对同一批全站仪 检测点在不同类型地表区域的对比,发现植被对地表 高程的影响在两种不同模型的数据中得到体现,其中 林地中误差最大,硬化地表中误差最小,数据结果与 实际相符^[9]。激光雷达点云数据更接近全站仪实测值, 整体数据质量更高,与真实地表更为吻合。

表5 三维模型数据与激光点云数据中误差对比



5 总结

基于倾斜摄影测量与激光雷达技术生产大比例尺 地形图已有成熟的技术流程,通过倾斜实景三维成果 可准确判读平面地物要素,快速获取地物信息;利用 激光雷达点云可解决实景三维因植被覆盖造成的局部 模型拉花、地物扭曲等问题,减少外业补测工作。此外, 基于激光雷达点云数据可提高地形图高程精度,在生 产过程中两类数据可相互查验,增加检查对比项,提 高成图质量,确保地形图精度符合相关规范要求^[10]。

参考文献

- 王春敏.无人机倾斜测量技术在大比例尺地形测绘中的应用研究[J].测绘,2018,41(2):86-88.
- [2] 范传辉,曹久立,吴成秋.工程测绘中激光雷达测绘技术的应用探 析[J].工程技术研究,2018(6):77-78.
- [3] 李财风,袁宗福.浅谈机载激光雷达数据处理[J].测绘与空间地理 信息,2018,41(8):189-191.
- [4] 陈松尧,程新文.机载LiDAR系统原理及应用综述[J].测绘工 程,2017,16(1):29-31.
- [5] 王勇,熊爱武.机载LiDAR,点云数据精度评定方法的研究[J].测绘 与空间地理信息,2013,36(8):130-131,134.
- [6] 谭金石,黄正忠.基于倾斜摄影测量技术的实景三维建模及精度 评估[]].现代测绘,2015,38(5):21-24.
- [7] 杜国庆,史照良,龚越新,等.LiDAR技术在江苏沿海滩涂测绘中的 应用研究[J].城市勘测,2007(5):23-26.
- [8] 岁有中,张新霞.机载激光雷达在矿山1:2000 DEM生产中的应用[]].地矿测绘,2018,34(2):34-35,38.
- [9] 康学凯,王立阳.无人机倾斜摄影测量系统在大比例尺地形测绘中的应用研究[]].矿山测量,2017,45(6):44-47.
- [10] 曹帅帅.无人机倾斜摄影测量三维建模的应用试验研究[D].昆明: 昆明理工大学,2017.

ArcMap环境下的宗地四至交互式填写工具设计与实现

李巨云 钟尊听 杨正英

(上海飞未信息技术有限公司,海南 海口 570000)

摘 要:为了提高权籍调查类项目内业数据生产中的宗地四至录入效率,创造性提出一种宗地四至交互式填写方法, 并基于 ArcMap 软件开发了插件工具。该工具实现了单人日录入逾 2000 宗地四至信息的良好效果,在一定程度上提 高了录入准确度,可应用于多地、多类型项目生产。

关键词: 宗地四至; 权籍调查; ArcGIS; ArcMap; 二次开发

1 引言

宗地是土地权属界址范围内的地块或空间,是地 籍调查、不动产登记的基本单元。宗地四至是指宗地 在北、东、南、西4个方位上相邻的宗地。一般记载 相邻宗地的权利人名称,若无相邻调查宗地,则应记 载毗邻的道路、河流、池塘、空地等地物、地貌名称。

近年来,随着农村土地承包经营权确权、农村房 地一体不动产确权、集体土地所有权登记成果更新汇 交等权籍调查类项目的开展,宗地四至提取需求增多, 一些学者对宗地四至自动化提取算法进行了研究,提 出了方位角法、最小面积外接矩形 - 方位角法、交界 线法、界址线 - 缓冲相交距离法等创新和改进算法, 提高了工作效率^[1-7]。但是,这些自动化算法都难以 达到人工目视解译的准确率,对于不规则宗地、多邻 宗宗地的四至选取很难达到理想效果;对于需要叠加 DOM (数字正射影像)、DLG (数字线划图)等数据, 目视判断邻宗地物、地貌的情况更是无法处理。因此, 对于一些四至关系判定要求严格的权籍调查类项目, 作业人员不得不采用人工目视解译填表方法,保证四 至关系的准确率,耗费了大量人工。

鉴于此,本文提出一种基于 ArcMap 的人机交互式 宗地四至填写方法。通过人机交互作业模式赋能目视 解译填表工作,提高作业效率,降低作业成本,一定 程度上避免了属性表填写可能出现的失误。

2 工具设计

2.1 技术路线分析

ArcMap 是 ArcGIS 桌面系统的核心应用软件,提供了地理数据展示、查询、编辑、分析和地图制图等功能,广泛应用于地理信息数据处理工作,用户基数大,

熟练程度高。因此,选用 ArcGIS 作为基础平台,开发 可加载到 ArcMap 的编辑功能增强工具(俗称"插件"), 实现人机交互式的宗地四至填写,是一个理想的技术 路线。

2.2 基础平台分析

ArcGIS 是美国 ESRI 公司开发的 GIS 平台软件系 统,其基础是 ArcObjects,基于微软的 COM (Component Object Model,组件对象模型)技术实现。ArcGIS 既 是一个 GIS 应用平台,提供了 ArcMap、ArcToolbox、 ArcScene 等桌面应用软件,又是一个 GIS 基础开发平 台,提供了 Extending ArcObjects、ArcGIS Addin、 ArcEngine、ArcPy 等开发框架。

Extending ArcObjects 是 ESRI 公司提供的针对 ArcGIS 桌面产品最强大的开发框架,本文采用 C#语言, 基于 Extending ArcObjects 提供的 BaseTool 抽象类 开发了可加载到 ArcMap 软件的人机交互式四至填写插 件工具。

插件工具应用安装时,安装程序会将所有动态链接库 DLL 文件拷贝到安装路径,并通过 ESRIRegAsm. exe 把 COM 组件 DLL 注册信息写入注册表对应的目录, ArcMap. exe 启动时会在注册表中查找相关信息,并依 据这些信息进行 COM 组件对象的初始化,从而实现工 具的加载与应用^[8]。

2.3 功能逻辑设计

2.3.1 基础操作逻辑设计

基于 ArcMap 实现人机交互式四至填写工具,基础 操作流程设计为:首先,在属性表创建权利人 (QLR)、 北至 (BZ)、东至 (DZ)、南至 (NZ)、西至 (XZ)5 个文本型字段;然后,开始编辑,启用工具,选中本 宗图斑,按"北→东→南→西"的顺序依次点击邻宗 图斑,读取权利人信息;最后,将权利人信息写入"四

作者简介: 李巨云(1992--),男,汉族,专科,助理工程师,从事测绘工程与地理信息等相关工作。

至"字段。

2.3.2 交互面板设计

实现完全意义上的交互方式是: 邻宗信息获取后, 通过屏幕展示给操作人员, 经判定无误后继续下一步 操作。但是 ArcGIS 的桌面开发框架未就编辑工具类提 供用户窗口,所以需要借助 Win32 API 窗口管理技术 将自定义交互面板嵌入 ArcMap 的地图窗口, 向用户输 出操作提示和操作结果, 用户交互面板如图 1 所示。



图1 嵌入用户交互面板

2.3.3 特殊情况处理

(1)无调查邻宗。即本宗地在本次调查中无邻宗 图斑,需要叠加 DOM、DLG 等数据来判读邻宗地物、地 貌。可以通过 JSON 或 XML 等标准化数据格式存储预设 地物、地貌信息(字典,0-9 数字编码为键,地物、 地貌名称为值),在工具启用时读取预设信息存储到 SurfaceFeatures字典(结构为{数字键:地物地貌 名}),通过键盘输入编码查询字典值的方式快速录 入判读结果。

(2)四至获取错误。在屏幕拾取邻宗权利人或者 键入邻宗地物、地貌代码的过程中,难免会出现失误。 因此,工具设计了交互面板,通过实时输出到屏幕的 方式向用户展示四至获取结果,用户发现获取错误后 可以按下 Esc 键发送指令取消本次四至获取操作,重 新开始。

2.4 整体操作流程

在功能逻辑设计的基础上,进一步完善整体业务 流程,具体如图2所示。

(1) 四至信息存储。创建一个长度为4的文本型 数组 Parcels,用来存储四至信息。

(2)四至信息获取。选中本宗,按"北→东→南→西"顺序点击邻宗图斑,获取其权利人字段信息,

或者通过键盘输入邻宗地物、地貌代码,获取的四至 信息暂存到 Parcels 数组,并展示到交互面板。

(3)四至信息获取错误处理。用户在交互面板发 现四至获取错误后,可以按下 Esc 键发送指令取消本 次四至获取,清空四至数组 Parcels,重新开始。

(4)四至信息写入属性表。4次四至获取操作后, 工具暂停,等待用户确认交互面板展示的四至信息无 误后,按下空格键发送写入指令,读取 Parcels 数组 向本宗对应的属性表记录写入四至信息。



3 工具实现

本文工具使用 Visual Studio 2019 开发,在 Extending ArcObjects 开发框架提供的 BaseTool 抽 象类基础上实现。

3.1 创建工具类

创建继承自BaseTool抽象类的工具类 AdjoiningParcelsPicker,创建后会自动生成构造函 数及重写方法。BaseTool抽象类继承自BaseCommand 抽象类并实现了ITool接口,BaseCommand抽象类则 实现了ICommand接口。ITool接口的成员主要提供了 通过键盘、鼠标与ArcMap交互的方法。ICommand接 口提供了一系列属性和方法,用于设置工具在ArcMap 加载后显示的图标、标题、提示、工具所属类别、工 具启用状态等。图 3 的 UML 类图描述了工具类的继承 关系。



图3 UML类图

3.2 交互面板嵌入 ArcMap 地图窗口

工具类的 OnClick 重写方法是工具按钮被点击事件的响应方法,在该方法中借助 Win32 API 提供的窗口操作类函数,将自定义交互面板 UIWindow 嵌入ArcMap 地图窗口内部上方,如图 1 所示。

(1) 获取 ArcMap 应用(主窗口) 句柄

工具类被 ArcMap 加载后,会在 OnCreate 重写方 法中将 ArcMap 应用实例对象赋值给 m_application, 实现语句如下:

public override void OnCreate(object hook)
{

this.m_application = hook as IApplication;
.....

}

可以通过应用实例对象 m_application 的 hWnd 属 性获得 ArcMap 应用的句柄。

(2) 获取 ArcMap 地图窗口句柄

地图窗口是 ArcMap 主窗口的子窗口,如图1所示, 借助 Microsoft Spy++分析可知地图窗口的 Class Name 是"AfxFrameOrView90u"。通过 Win32 API 提 供的 FindWindowEx 函数, 传入父窗口句柄、待查找子 窗口的 Class Name,即可获取地图窗口句柄。实现语 句如下:

IntPtr hwndMapFrame=Win32API. FindWindowEx(m_application.hWnd,IntPtr.Zero, "AfxFrameOrView90u", null);

(3) 交互面板嵌入 ArcMap 地图窗口

使用 Win32 API 提供的 GetWindowRect、SetParent、 MoveWindow 3个函数实现交互面板的嵌入。首先,使 用 SetParent (UIWindow.Handle, hwndMapFrame) 函数,传入交互面板句柄、地图窗口句柄,将地 图窗口设置为交互面板的父级窗口;然后,使用 GetWindowRect函数获取地图窗口的屏幕坐标;最后, 使用 MoveWindow函数参照地图窗口坐标将交互面板移 动至其内部上方位置,如图1所示。

3.3 交互面板的动态调整

交互面板嵌入后还需要实现动态调整功能,以 适应 ArcMap 窗口的缩放变化。该功能在工具类的 Refresh 重写方法中实现。首先,使用 GetWindowRect 获取地图窗口的屏幕坐标,与此前获得的坐标进行 比较,如不同则证明窗口发生了缩放;然后,使用 Win32 API 提供的 SetWindowPos、MoveWindow 两个函 数对交互面板的位置进行调整。

3.4 四至填写业务逻辑实现

四至填写业务逻辑主要通过工具类提供的 OnClick、OnMouseDown、OnKeyUp、Deactivate等重写 方法来实现。

(1) 工具启用

OnClick 是工具按钮被点击事件的响应方法,点 击按钮后工具启用,在该方法中实现对宗地数据规范 性校验、读取预设地物地貌信息字典、交互面板嵌入 等业务逻辑。

(2) 四至拾取

OnMouseDown 是鼠标被点击事件的响应方法,在 该方法中实现目标宗地选中及邻宗权利人信息获取的 业务逻辑。使用 ArcObjects 提供的空间过滤功能选择 鼠标点击处的图斑,第一次选中的图斑为目标宗地, 使用 ISymbol 接口提供的相关方法将其高亮显示,然 后四次点击邻宗图斑获取权利人字段信息(或者键盘 输入地物地貌代码),获取的四至信息写入 Parcels 数组,并同时输出到交互面板。

需要特别注意的是,OnMouseDown (int Button, int Shift, int X, int Y) 的 X、Y 两 个 参 数 是 以 ArcMap 地图 窗口左上角为原点的鼠标点击位置 "屏幕坐标",借助 IActiveView.ScreenDisplay. DisplayTransformation.ToMapPoint(int x, int y) 方法转换成地图坐标后,才可使用到空间过滤相关方 法中。

(3) 地物地貌键入

OnKeyUp 是键盘按键被按下后弹起事件的响应方 法,在该方法中实现地物地貌信息键入的业务逻辑。 OnKeyUp(int keyCode, int Shift)方法中 keyCode 参数是键盘上数字键、字母键、F键等对应的 ASCII 码值,数字键被按下弹起后,会在 SurfaceFeatures 字典中查询对应的地物地貌名称,写入 Parcels 数组 并同时输出到交互面板。

(4) 写入属性表和错误处理

这两个业务逻辑也在 OnKeyUp 方法中实现。四至 拾取(或键入)完成后,按空格键将四至信息写入目 标图斑属性。如果四至获取过程中发生失误,可以按 ESC 键退出本次操作,重新开始。

(5) 工具退出

Deactivate 方法是其他工具被点击,该工具处于 非活动状态后执行的动作,在该方法的重写中实现关 闭交互面板、视图刷新等操作。

4 工具运行要求与应用效果

4.1 运行要求

(1) 数据要求

宗地数据应是ArcGIS软件所支持的面要素数据,以Shapefile、Personal Geodatabase 或File Geodatabase 三者中的任一种形式存储,采用投影坐标系。宗地数据要素类应至少包含四至北(BZ),四 至东(DZ)、四至南(NZ)、四至西(XZ)、权利人 (QLR)等四至信息提取所需的字段,字段应是文本型 且长度满足需要,QLR字段需要预先填写宗地的权利 人名称或者地物名称。

(2)运行环境

工具依托 ArcGIS 软件,采用 C# 语言编写,运行 环境除了应该满足 ArcGIS 软件基本运行需要外,还应 具备相应版本的.NET Framework。具体的运行环境要 求如表1所示。

项	目	版本、型号或要求
西州	CPU	优于Intel Core i5
硬件	内存	>8GB
	操作系统	Windows7/10/11, 64位
软件	基础平台	ArcGIS 10.1及以上版本
	.NET Framework	4.5.2

表1 运行环境要求

42 信息化测绘

4.2 应用效果

本文工具已应用于多个省份的农村土地承包经营 权确权、农村宅基地基础信息调查、集体土地所有权 数据更新等项目,实现了单人日录入四至信息逾2000 宗的良好效果,超出单纯人工写入属性表方式4倍以 上,大大提高了工作效率与准确度。工具应用界面如 图4所示。



图4 工具应用界面

5 结语

本文创造性提出一种人机交互式宗地四至录入方 法,为宗地四至录入工作提供了一种新模式。该方法 操作简单,省时省力,在应用中实现了单人日录入逾 2000 宗地四至信息的良好效果,提高了录入成果的 准确度,具有较大的应用价值。此外,该方法提出的 Extending ArcObjects框架下BaseTool 工具类实现 用户面板的方案也可为GIS程序员提供开发思路参考。

参考文献

- [1] 方衎,胡维.农村土地承包地块四至自动读取的研究[J].测绘与空间地理信息,2015,38(11):202-204.
- [2] 陈迅,李辉.基于ArcObjects二次开发的宗地四至快速提取方法的 实现与改进[J].河南科技,2020(19):3.
- [3] 李文林,李东峰,胡启亮.AutoCAD提取权籍调查宗地四至的方法 []].现代测绘,2018,41(4):50-52.
- [4] 郑江,李曦凌,李磊,等.一种宗地四至关系提取算法的实现[J].云南 水力发电,2015,31(5):17-19.
- [5] 王保国,苏小东.基于最小外接矩形的宗地四至赋值程序设计与 实现[J].测绘,2020,43(3):134-136.
- [6] 邵晴晴,朱福利.一种宗地四至提取方法探讨[J].测绘地理信息,2014,39(4):4.
- [7] 张建新,王良民,汪显如.ObjectARX宗地四至提取算法的实现[J].
 测绘地理信息,2018,43(4):3.
- [8] 陈永刚,汤孟平,施拥军,等.利用ArcObject组件定制ArcGIS行业工 具条[C].//中国地理信息系统协会第四次会员代表大会暨第十一 届年会论文汇编,2007.

基于多级特征融合的高光谱遥感影像分类研究

李启洪

(重庆市测绘科学技术研究院,重庆 401121)

摘 要:针对传统模型对小样本数据集分类时精度低和分类性能不稳定等问题,结合混合卷积网络的特征提取优势, 提出一种改进的混合特征提取分类模型。首先以混合卷积神经网络为基础,在 3D 特征提取阶段加入一个多深度的 单一尺度特征提取块,以提高空谱联合特征提取的判断能力;然后在 2D 特征提取阶段,嵌入多尺度交互的注意力 模块,用于抑制尺度空间中无效信息的干扰。在 Pavia University 数据集上进行实验,并与传统模型进行对比。实验 结果表明:该方法的总体精度为 95.79%,均优于对比模型的分类结果。 关键词:高光谱图像分类;混合卷积神经网络;深度学习;特征提取

大键问: 向九谙凶诼分尖; 讹合态状神经网络; 沐及字刁; 符征

1 引言

高光谱遥感是当下遥感技术的一个重要分支,可 反映地物的空间信息和光谱信息^[1]。通过获取地物的 光谱特征和形态关系,实现了对不同物质的可靠识别 和差异化分析。在早期的研究中,学者们针对高光谱 信息提出了基于主成分分析^[2]、独立成分分析^[3]和线 性判别分析^[4]等分类方法。但对本质上具有较强非线 性特性的高光谱图像而言,分类效果并不理想。随着 计算机技术的不断发展, 高光谱图像分类领域已经取 得了巨大进步。Wang 等人^[5]提出将密集网络(FDSSC) 模型用于分类, 该模型可以连接密集单元中的任意两 个卷积层,实现特征重用和信息传递,从而提高了分 类精度。然而,高光谱图像分类仍存在高光谱数据量大、 样本量少、模型泛化能力弱等问题。基于此,本文提 出一种改进的混合特征提取分类模型,并将提出的模 型在Pavia University数据集上进行实验,结果表明, 本文方法的总体精度为95.79%,均优于对比模型的分 类结果。

2 多级特征融合的高光谱图像分类

不同类别的样本在混合卷积神经网络上的性能表 现较为接近,但是精度不高。因此,本文对混合卷积 结构的三维特征提取阶段和二维特征提取阶段进行模 型结构优化,可以在保持网络稳定性的情况下提高分 类精度。

三维特征提取阶段构造了一个三维的多级特征提 取块,然后通过多级特征提取块优化当下较为主流的 多尺度特征提取结构,进而改善所提取的空间光谱联 合特征;二维特征提取阶段,设计了一个空间多尺度 交互注意模块,抑制无效信息的同时,可增强多尺度 空间的重要特征响应。

2.1 多尺度特征融合

2.1.1 多级特征提取模块

通过优化模型可以提高卷积神经网络的特征判别 性,一般从深度、宽度和基数这三个方面进行优化。 通常增加神经网络的深度可以提高特征信息的抽象级 别,扩展神经网络的宽度可以增加特征的多样性^[6]。 因此结合扩张卷积设计单一尺度下的多级特征提取 块 (Multi-level Feature Extraction Blocks, MFEB),扩张卷积的主要作用是直接捕获远距离、大 尺度范围内的高度相关性特征,从而抛弃了过去为获 得全局或更大范围特征而使用的下采样层。MFEB 的结 构设计如图1所示,经过不同分支的特征提取后,需 要对各分支进行融合输出。首先使用级联操作对提取 的不同特征进行拼接,然后通过一个核大小为1×1×1 的卷积层对特征进行融合,该卷积层也起到调整特征 通道维度的作用。之后,利用恒等的残差连接来促进 信息的流动,同时预防神经网络在传播过程中出现梯 度消失现象。最后,为了促进网络模型的收敛,MFEB 中的每个卷积层后面都接有一个批归一化层,并且在 残差连接后还添加了 ReLU 激活层,以增加模型的非线 性表达。

2.1.2 改进多尺度特征融合结构

尺度多样性是遥感影像的显著特点,多项研究工 作表明多尺度特征提取对于提高模型泛化性具有重要

作者简介:李启洪(1983—),男,汉族,本科,助理工程师,主要从事测绘地理信息工作。

意义。但也正是因为多尺度特征所表现的优异性能, 导致更少人去思考单一尺度下的特征提取是否充分。 传统的神经网络多尺度特征提取模块如图2(a)所示, 由图可以发现,该模块在不同分支中引入不同大小的 卷积核来进行多尺度特征的提取。改进的多尺度特征 提取结构如图2(b)所示,该结构采用串行的多尺度 融合方式,可以降低模型的运算负担,之后利用具有 不同尺度大小的 MFEB 取代传统多尺度结构中的各尺度 卷积。最后,分别对各尺度 MFEB 所提取的特征进行抽 象压缩。



图2 传统多尺度结构和优化的多尺度特征提取结构 2.2 空间多尺度交互注意模块

(b)

(a)

在高光谱图像特征提取过程中,不可避免地会存在干扰项,通过注意力机制进行加权可以有效提高判别性特征的响应强度。将自注意机制与空间多尺度结构相结合,提出了空间多尺度交互注意(Spatial Multi-scale Interactive Attention,SMIA)模块,该模块主要分为两个部分,分别是多尺度空间特征提取和尺度交互特征细化。在多尺度特征提取阶段利用分组卷积中的通道分组将输入特征划分为尺寸相同的四组特征。

2.3 多级特征融合的高光谱图像分类模型

高光谱图像具有非常高的光谱维度,所以前期要 对整个高光谱数据执行 PCA 降维处理,然后对降维数 据进行逐通道的标准化运算,这个过程可以避免后续 运算由于通道间的数据差异而带来误差。此外,由于 完整图像输入网络对硬件具有较高的要求,因此采用 批处理的 patch 块作为网络的输入。在确定 patch 块 的尺寸大小后,以原始图像空间维度中的每个像素 值作为每个 patch 块的中心进行切割。在获得全部 patch 块之后,将背景元素构成的 patch 块移除,以 降低模型运行负担。

3 实验与结果分析

3.1 数据集与实验设置

为评估所提出网络模型的性能,研究选用 Pavia University和 Indian Pines数据集作为实验 数据,并与 BAMCM^[7]和 SSRN^[8]分类方法进行对比分析。 Pavia University数据集由反射光学一光谱一成像系 统(ROSIS)传感器捕捉意大利北部帕维亚大学上空的 数据集。该图像的空间分辨率为 1.3 米,共有 42776 个样本数据。

3.2 参数设置及评价指标

具体的实验硬件及软件设置如表1所示。

表1 实验环境

	实验环境	配置
	CPU	Inte (R) Core (R) i5-4200M
*** /1	内存	64G
便件	显存	48G
	GPU	NVIDIA 3060Ti
	深度学习框架	PyTorch1.2.0
	编程语言	Python3.7
软件	环境管理	Anaconda3
	IDE	Pycharm

实验使用 Adam 优化器,学习率设置为 0.001, epoch 被 设 置 为 500 进 行 实 验,Batch_size 被 设 置为 512。为了更好地适应局部特征提取网络,本 次实验在原始图像中提取以目标像素为中心的正 方形局部图像作为网络输入。评价指标是评定分 类结果的一个准则,本文以每一个类别的精度、 总体精度(Overall Accuracy,OA)、平均精度 (Average Accuracy,AA)和 Kappa 系数(K)作为评 价指标。其中,OA 表示整个测试集中的标签预测正确 比例,AA 表示每一个类别标签预测正确比例的均值, K 表示分类图与真实结果图一致性程度。

3.3 结果分析

该阶段将其他网络也进行训练、结果对比。在对 比实验中,确保所有网络的实验环境相同,并设置相 同的参数配置,对比模型包括 BAMCM 和 SSRN。各模型 在Pavia University数据集的分类准确率如表2所示。 表2 Pavia University数据集的分类准确率

_					
	模型	OA (%)	AA (%)	Kappa	
	BAMCM	90.20	85.81	86.88	
	SSRN	90.21	76.81	88.81	
	原始模型	92.17	85.09	89.57	
	本文模型	95.79	90.65	95.21	



Asphalt Shadows Self-Blocking Bricks

图3 Pavia University数据集对比实验可视化图像

表 2 为模型在 Pavia University 数据集上的定量 分类结果,包括各类别的分类情况和三个综合评价指 标。从表2可以看出,本文所提出的模型在该数据集 上产生了最高的分类精度,模型的 OA、AA 和 Kappa 分 别为 95.79%、90.65% 和 95.21。 相比 BAMCM 和 SSRM 的精度有明显优势,并且在原始混合卷积神经网络的 基础上取得一定程度的提升:本文提出模型与 SSRN 的 AA 差距明显高于 OA,这是因为 SSRM 在小样本量类别 的精度普遍低于所提出的模型。

本文提出的模型在数据集上产生了最优结果,且 精度都在90%以上,这表明该模型的特征优化策略不 仅能够提高小样本类别的精度,还能防止其他类别出

现较大的波动。

各模型在 Pavia University 数据集的分类结果如 图 3 所示。从图中可以看出,本文提出的多级特征融 合的分类图具有更好的视觉效果。观察对比模型的分 类结果, BAMCM 模型和 SSRN 模型在边界和内部存在明 显错分现象,实验证明本文提出的模型在 PU 数据集上 可以实现更好的分类效果。

4 结束语

本文结合混合卷积网络的特征提取优势,提出一 种改进的混合特征提取分类模型,构造了块内单尺度 多层级特征融合和块间多尺度特征融合的网络,从而 改善了 3D 空谱联合特征的质量,并且结合自注意力机 制设计了一个空间多尺度交互注意模块,实现多尺度 空间特征的联合细化,在 Pavia University 数据集上 取得较好的分类结果。由于高光谱图像样本数量少, 且存在同一类别的地物对应不同的光谱信息和同一类 光谱信息对应不同类别地物的现象,需要采取更加合 理的方法对光谱数据进行分析,下一步将研究更加充 分且合理的光谱和空间特征提取方法。

参考文献

- [1] 冯权泷,牛博文,朱德海,等.土地利用/覆被深度学习遥感分类研 究综述[]].农业机械学报,2022,53(3):1-17.
- [2] 李树涛,李聪好,康旭东.多源遥感图像融合发展现状与未来展望 [J].遥感学报,2021,25(1):148-166.
- [3] Licciardi G, Marpu P R, Chanussot J, et al. Linear Versus Nonlinear PCA for the Classification of Hyperspectral Data Based on the Extended Morphological Profiles[]].IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2012,9(3):447-451.
- [4] 肖波,毛文华,梁小红,等.基于高光谱图像和判别分析的草地早熟 禾品种识别研究[]].光谱学与光谱分析,2012,32(6):1620-1623.
- [5] Wang W, Dou S, Jiang Z, et al. A Fast Dense Spectral -Spatial Convolution Network Framework for Hyperspectral Images Classification[J].Remote Sensing, 2018, 10(7):1068.
- [6] 马亚美,王双亭,都伟冰.双分支多维注意特征融合的高光谱图像 分类[J/OL].计算机工程与应用:1-14[2023-09-01].
- [7] Dong H W, Zhang L M, Zou B. Band Attention Convolutional Networks For Hyperspectral Image Classification[J].Computer Vision and Pattern Recognition,2019.
- [8] Zhong Z L, LI J, Luo Z M, et al. Spectral Spatial Residual Network for Hyperspectral Image Classification: A3-D Deep Learning Frame work[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2018,56(2):847-858.

三角高程结合精密水准在申嘉湖高速(上海段) 特大型桥梁挠度检测中的应用

史晟恺

(上海市测绘院,上海 200063)

摘 要:常规的特大型桥梁挠度检测方法往往采用单一仪器进行测量,尽管精密水准精度高,但在高速公路封道不 便或路面钉子无法反映桥墩沉降等特殊情况下,应用也受限。同样,仅使用RTK测量高程,精度也无法满足现实需求。 通过对比多年实际测量数据,结合数学理论进行建模分析,在获得实际测量数据基础上计算出相应的精度指标,并 进行定量分析。研究结果表明,利用高精度全站仪测量三角高程,同时结合精密水准测量技术,不仅能高效准确地 测量地形复杂的特大型桥梁挠度,还能有效保障作业人员安全,满足抗干扰目的。

关键词:桥梁;挠度;水准仪;高精度全站仪;三角高程

1 引言

为了保障桥梁的安全和稳定运行,及时发现并解 决隐患,大型桥梁竣工后,桥梁主体的健康维护至关 重要。定期巡查和维护可以及时发现桥梁问题,并进 行维修处理,以确保桥梁的结构安全和使用安全,延 长桥梁的使用寿命、降低维修成本。而这些维护依据 主要来自检测数据。因此,桥梁每年都会有针对性的 安全检测,涉及沉降、倾斜、位移和挠度等多方面内容, 其中桥梁挠度指标主要用来衡量桥梁的性能好坏^[11]。 桥梁挠度检测可为桥梁养护单位科学养护提供数据支 撑,也可达到科学有效监管和降本增效的目的。挠度 测量有很多方法,但是受到施测安全、周期进度、成 本预算和技术手段等多方面影响,每座大桥都会建立 一套适合的测量方案。

目前,业内桥梁挠度检测有多种方法,主要包括: 振动传感器、建筑监测系统、激光测距仪^[2]。其中振 动传感器、建筑监测系统在特大型桥梁上极易受天气 及车辆通行导致桥梁晃动的影响,结果可靠性无法保 障。而激光测距仪作业受条件约束,在桥梁上测量具 有一定危险性,但地面测量又容易受树木遮挡、距离 过远而难以获取准确数据。所以急需一种既能保证精 度,又能高效安全完成挠度测量的方法。本文充分考 虑水准仪和全站仪的高精度和数据可控优势,通过采 用新的测量方式把两者结合,替代传统单一的挠度测 量方法。实验表明:相比以往测量,该方法能在保障 人员安全的情况下,提高外业效率和数据的可靠性。

2 相关理论和现有技术手段

2.1 挠度计算公式

求挠度函数来计算应变和应力是固体力学的研究 方法之一^[3],挠度是指桥梁的支撑结构在受到荷载作 用下产生的变形程度^[4]。其原有计算方法需计算三维 空间的弯曲程度,而桥梁重点是竖向变化。因此,本 文优化了挠度计算公式,使形变量和沉降量相结合。

由于沉降值是通过高精度全站仪直接测得的数据, 这就意味着可以通过计算不同点位的高程,和前期的 沉降值比较来计算垂直方向的变化程度,进而替代直 接测量一个跨段不同位置的形变量。其计算公式为:

$$f_d = \Delta S_{AE} - \frac{L_{AE}}{L_{AE+}L_{EB}} \Delta S_{AB} \tag{1}$$

$$\Delta S_{AE} = S_E - S_A \tag{22}$$

$$\Delta S_{AB} = S_B - S_A \tag{3}$$

公式中, S_A 、 S_B 为基础上A、B点的沉降量(mm), S_E 为基础上E点的沉降量(mm), L_{AE} 为A、E两点间 距离(m), L_{EB} 为E、B两点间距离(m)。挠度计算 如图 1 所示。



作者简介: 史晟恺(1992-), 男, 汉族, 硕士研究生, 工程师, 主要从事工程测量工作。

2.2 现有技术手段

为确保成果精度满足《工程测量通用规范》等文 件要求,实现高程系统一,同时减少测绘人员上桥作 业的安全风险,降低封道对交通造成的不便,本文采 用二等水准测量确定区域内水准基点,然后利用高精 度全站仪的便捷性,直接在桥下安全位置,通过三角 高程法测量桥梁侧面布设的棱镜。

2.2.1 精密水准仪测量法

水准仪可测量前后两个点的高差,由高程控制点 出发测得水准路线上各监测点的高程。精密水准仪测 量法是利用水准仪和水准尺测定设在桥梁上的沉降点, 通过不同里程沉降点的变化,计算出所在钢结构的挠 度值^[5]。

2.2.2 全站仪测量法

全站仪挠度测量基本原理是三角高程测量,通过 测量控制点和监测点之间的水平距离和竖直角,计算 得到两点间高差,把控制点高程引到监测点。再通过 监测点所在的跨度,计算出所在钢结构的挠度值^[6]。

3 研究过程

申嘉湖高速公路(上海段)东起浦东国际机场, 西至浙江省界,全长大约84公里。整个路段共有5座 大型跨江桥梁,分别是闵浦大桥、油墩港桥、斜塘河桥、 浦东运河桥和大蒸港桥,均为本次研究对象。每座大 桥会根据需要和现场实际,设有不同的挠度监测点数 量,但采用相同的测量手段。

3.1 实施步骤

桥梁检测中桥墩沉降数据来源于二等精密水准测 量,跨江钢结构沉降来源于三角高程。三角高程的起 算数据来源于测量桥墩时二等水准路线中的留点,确 保系统一致性。通过监测点埋设时所在的跨度,得出 所在钢结构的挠度值。具体步骤如下:

将沿线既有基岩点作为水准路线的起算点,根据 《国家一、二等水准测量规范》(GB 12897—2006) 规定的二等水准测量方式进行施测^[7]。在水准路线进 行到大桥附近时,接测多个沉降控制点,这些控制点 后续会用作三角高程观测的后视点。桥墩上的沉降观 测钉采用散点测量方式,测回数为2。每个桥墩会有2 至4个不等的沉降观测钉,计算其平均值得到桥墩的 绝对高程。测量成果按 Excel 数据格式输入计算机, 形成数据文件。桥墩沉降点形状如图2所示。

测量完水准路线和桥墩上的沉降钉后,利用新布

设的高程控制点,以三角高程测量方式传递高程至桥体钢结构上的挠度监测点^[8],观测前需在仪器中输入 气温、气压、湿度进行大气改正。通过观测得到的高 程控制点和各监测点的斜距、竖直角,计算出监测点 的绝对高程^[9]。在测得桥墩和大桥钢结构的沉降点后, 通过相应公式计算出挠度值。



3.2 项目数据

通过多年观测得到 5 座大桥近 10 年的挠度数据, 部分数据如表 1 所示。

表1 部分桥梁挠度成果

桥名/挠度点	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	警报
斜塘河桥	-8.15	-10.95	-5.81	-7.02	-6.87	-8.21	-3.6	-7.23	14
大蒸港桥	-7.87	-6.75	-6.52	-9.11	-10.53	-12.57			33
浦东运河桥	-6.74	-0.52	-0.77	-2.46	-3.08	2.3			19
闵浦大桥	-12.59	-14.37	-11.46	-6.08	-13.57	-12.92			47
油墩港桥	-11.61	-12.15							20

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)相关规定, 挠度警报值为L/500(L为计算跨径)。根据5座桥梁的设计跨径, 求出各自警报值分别为14、33、19、47、20。从数据可以看到, 没有桥梁达到警报值, 符合实际情况。

3.3 精度分析

沉降观测所用仪器是天宝水准仪。根据《国家一、 二等水准测量规范》(GB 12897—2006)中水准路线 中误差的计算方式,可得到各沉降监测点和水准路线 的精度。以浦东运河桥为例,其监测点精度为 0.44mm, 线路水准留点精度为 0.38mm。

三角高程观测所用仪器是徕卡 TS60 高精度全站 仪,棱镜模式测距为 0.6mm+1ppm,测角精度为 0.5"。 当用全站仪测量三角高程时,因计算所用的距离数据 为斜距,所以测距误差与竖直角大小没有关系。根据 仪器自身的距离精度指标,结合实际测量数据,计算 出测距精度;结合标称测角精度,计算出垂直距精度。 由于观测距离较短,且观测前会在仪器中输入气温、 气压、湿度,精度分析时不考虑地球曲率和大气影响。 以浦东运河桥为例,三角高程的测量精度如表 2 所示。

点名	距离 (m)	测回数	单点精度 (mm)	测量精度 (mm)
后视1	29.90516	2	0.45	
1	5.65477	2	0.43	0.62
2	37.32794	2	0.45	0.63
3	110.7162	2	0.50	0.67
后视2	40.28421	2	0.45	
4	13.14949	2	0.43	0.63
5	73.80718	2	0.48	0.66
6	113.05673	2	0.50	0.68

表2 浦东运河桥三角高程测量精度

挠度监测点的高程数据由地面传播,精度应联合 控制点精度和三角高程测量精度,浦东运河桥的水准 控制点是水准路线中的留点,精度为0.38mm。但挠度 是自由设站,为方便计算,两者取相等权重,最终每 个挠度点的绝对高程精度如表3所示。

表3 高程测量精度

点号	f1	f2	f3	f4	f5	f6
高程精度 (mm)	0.73	0.63	0.67	0.63	0.66	0.68

从表3可知,6个点位的高程平均精度是0.67mm, 满足《工程测量规范》(GB 50026—2007)要求,即 监测点位的高程中误差应不大于2mm。根据挠度计算 公式,浦东运河桥的3个挠度点中有2个在三分之一跨, 一个在跨中。两边桥墩*AB*的误差为*σ*_A和*σ*_B,中间3 个挠度监测点的误差为*σ*₁、*σ*₂和*σ*₃,具体如图3所示。



图3 高程数据精度分布

根据挠度计算公式,求其一阶导数得出误差公式:

$$\sigma_{f1}^2 = \sigma_1^2 + \frac{4}{9} \sigma_A^2 + \frac{1}{9} \sigma_B^2 \tag{4}$$

$$\sigma_{f2}^2 = \sigma_2^2 + \frac{1}{4}\sigma_A^2 + \frac{1}{4}\sigma_B^2 \tag{5}$$

$$\sigma_{f3}^2 = \sigma_3^2 + \frac{1}{9}\sigma_A^2 + \frac{4}{9}\sigma_B^2 \tag{6}$$

公式中, σ_{f1} 和 σ_{f3} 为桥墩两边三分之一跨位置的 挠度值精度, σ_{f2} 为桥墩跨中位置的挠度值精度, 计算 可得挠度值的观测度, 具体精度如表4所示。由表可知, 测量精度符合《混凝土结构设计规范》(GB 50010— 2010)的挠度值精度要求, 以及《工程测量通用规范》 (GB 55018—2021)的三角高程测量精度要求。

表4 挠度测量精度

点号	1	2	3	4	5	6
挠度值精度(mm)	0.78	0.68	0.73	0.69	0.71	0.74

3.4 适用性比较

激光测距仪是一种非接触式方法,虽然测量速度 快,但精度受环境条件和设备性能影响很大。一般特 大型桥梁均有一定的跨度和高度,地面上激光测距仪 无法一站测得所有数据,分开测量无法统一平面高程 系统,而本文采用的方法可统一坐标系,故在数据统 一性和大桥整体分析合理性上更优。

接测水准路线精度虽高于本文方法,但水准测量 需进入正在运行的桥面,周期和安全性都不及本文方 法,且本研究也符合相关规范的精度要求。以闵浦大 桥为例,跨江段和边墩总长约1.6公里,上下行往返 测量需6.4公里,加上桥面坡度及车辆开过抖动影响, 共需3人6小时,往往由于无法同一天封两边道而拉 长周期天数。本文方法在该桥梁测量中,3人仅需4 小时,且不受封道影响,在效率和使用条件上更优。

4 结论

本研究将三角高程测量和精密水准测量技术相结 合,开展特大型桥梁挠度检测,解决了传统方法在复 杂地形下的局限性。研究结果显示,该方法不仅能高 效准确地测量特大型桥梁在复杂地形的挠度,降低外 业测绘难度,还能得到更加全面的数据。综上所述, 同时应用这两种测绘方法能大大提高外业效率且不遗 漏数据,在挠度测量中充分可行。

参考文献

- 樊锋,张欣.大跨度县索桥静载试验及多种挠度测试方法对比分析
 [J].广东公路交通,2021(5):40-45.
- [2] 杜兰顺.桥梁监测中挠度测量技术的应用分析[J].交通测 绘,2022(36):152-154.
- [3] 胡梦岚.基于数字图像技术的桥梁动挠度测量[D].合肥:合肥工业 大学,2015.
- [4] 王帆.地面沉降分析及预测模型研究[D].邯郸:河北工程大学,2017.
- [5] 甄亚男.考虑区域沉降的高速铁路沉降预测方法研究[D].成都:西 南交通大学,2012.
- [6] 侯建国,王腾军.变形监测理论与应用[M].北京:测绘出版社,2008.
- [7] 国家质量监督检验检疫总局.国家一、二等水准测量规范:GB/T 12897-2006[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [8] 张值,胡波,袁长征.精密三角高程代替二等水准实现跨河水准测量的研究与应用[J].测绘通报,2019(11):121-125.
- [9] 叶茂.京沪高速铁路沉降监测数据处理与分析[D].成都:西南交通 大学,2011.

基于高分数据在露天矿数据库中智能识别监测的 应用研究

姚丰 1 郑晶晶 2 闫丽 3

 (1.河南省政务大数据中心,河南 郑州 450000; 2. 平顶山市自然资源综合保障中心,河南 平顶山 467002; 3. 中核勘察设计研究有限公司, 河南 郑州 450000)

摘 要:随着遥感技术的发展,露天矿山和尾矿地物目标智能解译技术日趋成熟,但复杂环境下的高精度智能检测 仍是研究的重难点。基于高分影像的辐射校正、几何校正、配准及影像融合等预处理,采用 YOLOv8 模型对矿库样 本集进行训练,获得最佳模型参数;利用高分系列影像开展矿库的位置识别,用识别的矿库位置重新训练 YOLOv8 语义分割模型,获得矿库的边界信息;再通过人工修正进行干预,获得高精度矿库智能识别结果。该方法不仅实现 了重点矿区地物目标及其周边植被变化信息的大范围信息提取,而且快速宏观掌握了尾矿库危险源空间分布特征。 关键词:YOLOv8 模型;露天矿库;目标识别;语义分割;高分数据

1 引言

在高分背景下进行露天矿库智能识别监测应用, 研究基于高分数据源的典型露天矿山与尾矿库目标识 别和语义分割的深度学习算法模型,对多源卫星遥感 数据进行成果转化,实现对尾矿库周边环境以及安全 生产宏观层面的监察监管,以此增强库区安全监管及 潜在危险预防能力。

利用预处理的高分系列遥感影像进行矿库智能识 别主要分为两大部分,一是矿库位置的智能识别,二 是矿库边界的识别,采用的技术是 YOLOv8 模型的目标 识别和语义分割,技术路线如图 1 所示。



2 基于深度学习算法模型的目标检测

针对高分影像尾矿库和露天矿的目标识别检测, 采用目前最先进的 YOLO 深度学习算法,基于图像全局 信息的目标检测系统对目标区进行检测。YOLOv8 采用 了 Darknet 的深度神经网络结构,结合不同层次的特 征提取,有效捕捉到目标的形状、纹理和位置信息, 还支持多种视觉任务,集姿态估计、目标检测、图像 分类和实例分割为一体^[1]。YOLOv8 算法细节如下:

(1) Input:输入要求以及预处理,基础输入为 640×640,推理的预处理为letterbox(根据参数配 置可以为不同的缩放填充模式,主要用于resize到 640),转换为RGB、CHW等。

(2)骨干网络(Backbone):主要指用于特征提取、 已在大型数据集上完成预训练、拥有预训练参数的卷 积神经网络,如 ResNet-50、Darknet53等。骨干网络 使用的仍是 CSP 思想,不过将 YOLOv5 的 C3 模块替换 成 C2f 模块,实现进一步的轻量化。同时,YOLOv8 仍 使用了 YOLOv5 等架构的 SPPF 模块。SPPF (Spatial Pyramid Pooling-gFast),速度较 SPP(空间金字塔池) 更快,解决了卷积神经网络对图相关重复特征提取问 题,大大提高了产生候选框的速度,节省了计算成本。

(3)颈部网络(Neck):在Backone和Head(头部网络)之间会添加一些用于收集不同阶段特征图的网络层。骨干网络和颈部网络部分可能参考了YOLOv7 ELAN设计思想,将YOLOv5^[2]的C3结构换成梯度流更

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

丰富的 C2f 结构,将高级特征与上下文信息相结合, 并对不同尺度模型设置不同的通道数,提高模型整体 性能,C3 和 C2f 对比如图 2 所示。



图2 C3和C2f对比

(4)头部网络(Head): 主要用于预测目标的 种类和位置。Head部分是目前主流的解耦头结构 (Decoupled-Head),用解耦头结构将检测头和分类 分离,独立处理视觉任务。Head用基于Anchor-Free 的目标检测算法,通过定位目标物体的关键点限定其 搜索空间。YOLOv8 模型 Head 没有之前的 objectness 分支,只有解耦的分类和回归分支,其回归分支使用 了Distribution Focal Loss提出的积分形式表示法。 YOLOv5 与 YOLOv8 模型 Head 对比如图 3 所示。





YOLOv8 有 5 个不同大小的目标检测预训练模型, 当第一次使用时,会从Ultralytics发布页自动下载。 YOLOv8 模型具体参数如表 1 所示。

-						
	模型	深度	通道	参数量	复杂度	
	Y0L0v8n	0.33	0.25	3.2	8.7	
	YOLOv8s	0.33	0.50	11.2	28.6	
	YOLOv8m	0.67	0.75	25.9	78.9	
	YOLOv81	1.00	1.00	43.7	165.2	
	YOLOv8x	1.33	1.25	68.2	257.8	

n(nano),s(small),m(medium),1(large),

x (extralarge) 代表不同大小的模型,模型深度与通 道数不同,不同型号模型的参数量和复杂度存在差异。 数据集数量充足且类别样本均衡时,模型参数量越大, 学习到的特征越多,模型性能越好,但数据集较小时, 参数量的增大会增加过拟合风险,导致模型性能下降。

3 基于深度学习算法模型的语义分割

YOLOv8^[3] 由 Ultralytics 发布, 与之前的 YOLO 相比, YOLOv8 模型更快、更准确, 同时为训练模型提 供统一框架, 以执行以下基本任务,包括:目标检测、 实例分割、图像分类、人体姿态。语义分割主要是将 场景图像分割成若干个类别区域,并对每个区域添加 类别标签。实例分割比目标检测更进一步,涉及识别 图像中的单个对象,并将其与图像的其余部分分开。 在实际应用中不仅需要知道对象在图像中的位置,还 需要知道对象的确切形状,这时实例分割非常有用。

YOLOv8-seg 有 5 个不同模型大小的预训练模型: n (nano)、s (small)、m (medium)、1 (large) 和 x (extralarge),其中,YOLOv8n-seg 是最小的模 型,但速度最快,而YOLOv8x-seg 是最准确的模型, 但速度最慢,模型具体参数如表 2 所示。

表2 模型参数

模型	CPU ONNX速度 (ms)	A100 TensorRT 速度(ms)	参数量 (M)	复杂度 (B)
YOLOv8n-seg	96.1	1.21	3.4	12.6
YOLOv8s-seg	155.7	1.47	11.8	42.6
YOLOv8m-seg	317.0	2.18	27.3	110.2
YOLOv81-seg	572.4	2.79	46.0	220.5
YOLOv8x-seg	712.1	4.02	71.8	344.1

4 训练参数

模型参数不同会影响最后的训练结果,Y0L0v8seg 的参数在 default.yaml 文件中,根据训练模型的 需要,选择合适的参数进行训练。模型主要参数如下:

(1) Model: 模型文件的路径。Model 参数指定了 所使用的模型文件的位置,例如 yolov8n-seg.pt 或 yolov8n-seg.yaml。

(2) Data:数据文件的路径。Data参数指定了数据集文件的位置,例如 coco128-seg.yaml。数据集文件包含训练和验证所需的图像、标签。

(3) Epochs: 训练的轮数。Epochs 参数确定了模型将会被训练多少次,每一轮都遍历整个训练数据集。 训练的轮数越多,模型对数据的学习就越充分,但也 增加了训练时间。 (4) Patience: 早停的等待轮数。在训练过程中, 如果在一定的轮数内没有观察到模型性能的明显提升, 就会停止训练。Patience参数确定了等待的轮数,如 果超过该轮数仍没有改进,则停止训练。

(5) Batch:每个批次中的图像数量。在训练过程 中,数据被分成多个批次进行处理,每个批次包含一 定数量的图像。Batch 参数确定了每个批次中包含的 图像数量。特殊的是,如果设置为-1,则会自动调整 批次大小至显卡能容纳的最多图像数量。

(6) Imgsz: 输入图像的尺寸。Imgsz 参数确定了 输入图像的大小,可指定一个整数值表示图像的边长, 也可指定宽度和高度的组合。分割模型的输入图像尺 寸均为 640,表示图像的宽度和高度均为 640 像素。

(7) Workers:数据加载时的工作线程数。在数据 加载过程中可使用多个线程并行加载数据,以提高数 据读取速度。Workers参数确定了加载数据时使用的 线程数,具体的最佳值取决于硬件和数据集的大小。

(8) Device: 训练运行的设备。Device 参数指定 了模型训练所使用的设备,例如使用 GPU 运行可以指 定为 cuda device=0,或者使用多个 GPU 运行可以指 定为 device=0、1、2、3,如果没有可用的 GPU,可以 指定为 device=cpu,使用 CPU 进行训练。

5 模型验证

5.1 验证方法

在 ArcGIS 软件数据图层中对矿库智能识别模型结 果与矿库样点数据进行解译判别,统计矿库智能识别 正确样点个数、样点总数。在示范区选取5景高分数 据重复以上步骤,记录5组矿库智能识别模型精度数据。

5.2 验证结果

图 4 (a),基于 GF2_PMS1_E118.5_N31.5_20190523_ L1A0004016616 高分数据生产矿库智能识别模型结果 数据与矿库样点数据进行解译判别,选取 50 个样 点,正确数量 44 个,错误为 6 个。图 4 (b),基于 GF2_PMS1_E118.5_N31.5_20191231_L1A0004515322 高分数据生产矿库智能识别模型结果数据与矿库样 点数据进行解译判别,选取 50 个样点,正确数量 45 个,错误为 5 个。图 4 (c),基于 GF2_PMS1_E118.5_ N31.5_20220715_L1A0006594151 高分数据生产矿库智能 识别模型结果数据与矿库样点数据进行解译判别,选取 50 个样点,正确数量 46 个,错误为 4 个。图 4 (d), 基于 GF2_PMS2_E118.5_N31.7_20200601_L1A0004838627 高分数据生产矿库智能识别模型结果数据与矿库样 点数据进行解译判别,选取50个样点,正确数量47 个,错误为3个。图4(e),基于GF2_PMS2_E118.6_ N31.5_20210730_L1A0005788039高分数据生产矿库智 能识别模型结果数据与矿库样点数据进行解译判别, 选取50个样点,正确数量46个,错误为4个。



(绿色样点为实际矿库位置,红色样点为非矿库)

6 总结

记录5组矿库智能识别模型精度数据,对5组数 据取平均值,测试结果如表3所示。研究结果表明: 利用YOLOv8模型对不同时期的露天矿库进行智能检 测,模型自动检测精度较高,人工干预较少,有效改 进了传统的目标检测模式。目前,本文模型仍有改进 空间,未来将考虑在保证模型检测精度的条件下,优 化模型结构,提高模型的检测速度和泛化能力,减少 过拟合,使模型能更好地应用于复杂环境下的露天矿 数据库智能检测,大幅度提高矿库检测效率。

表3 矿库智能识别精度测试结果

模型平均精度	模型精度	GF预处理数据
	88%	1 20190523
	90%	2 20191231
91.2%	92%	3 20220715
	94%	4 20200601
	92%	5 20210730

参考文献

- [1] 刘莫尘,褚镇源,崔明诗,等.基于改进YOLOv8-Pose的红熟期草莓 识别和果柄检测[]].农业机械学报,2023,54(2):244-251.
- [2] 陈范凯,李士心.改进YOLOv5的无人机目标检测算法[J].计算机 工程与应用,2023,59(18):218-225.
- [3] 刘瑞锦,何章鸣.基于YOLOv8的卫星遥感图像快速目标检测方法[J].空间控制技术与应用,2023,49(5):89-97.

形山绘海神用象通 ——邱志杰和他的地图画

◎ 徐永清

一个初夏温馨的晚上,中国科 学院大学北京玉泉路校区的阶梯教 室里,坐满了年轻的学子,以及一 些像我这样应汪前进老师之邀前来 听邱志杰教授《谷歌地图时代的山 水画》讲座的老年人和中年人。

邱志杰,当代艺术家,天津美 术学院院长、中央美术学院副院长, 1969年出生于福建漳州。邱志杰 是个大忙人,这次他欣然来到中国 科学院大学开讲座,盖因他是一位 与科技结缘的艺术家。他认为,从 科学技术到技艺,从技艺到艺术, 从艺术到工艺,从工艺到工业,从 工业再到科技,是连起来完全平滑 过渡过来的关系。科普即美育,艺 术与科技自古以来密不可分,大到 建筑、雕塑,小到陶瓷、首饰,当 然还包括地图,科学技术的发展得 以帮助艺术家实现更多的可能性。

一直以来,邱志杰十分关注科 技艺术的课题,也做了很多与科技 相关的作品和项目。尤其是 2010 年至今,邱志杰创作了一系列手绘 地图作品。

邱志杰的数百幅地图作品,展 现多元的树状结构,由数不清的节 点 — 根系、树干、枝蔓、树叶、 花朵构成的集合。这让我想到地图 学的一个重要概念 — 制图综合, 指在大比例尺空间数据缩编为小比 例尺空间数据时,对空间数据进行 抽象,是空间数据尺度变换、集成 与融合、分析与挖掘等的基本手段 之一。与科学意义上的地图不同, 邱志杰手绘的地图,是艺术生产的 产品,其构思、创作过程与最终的 成果,在我看来,不妨称之为人文 地图的制图综合。

早在 2014 年,在巴西举行的圣 保罗双年展,邱志杰应邀在展厅入 口处的巨大墙面上(长32米、高7.5 米),绘制了水墨壁画《不存在的 旅行者》,成为整个展览中最显眼 的点题之作。据悉,这幅地图壁画 事先在北京设计,从左到右,分别 是《乌托邦地图》、上部的《众神 地图》和下部的《宗教地图》,再 往右则是《旅行者地图》和《学园 地图》。

2023年12月初,复旦大学历 史地理研究所所长张晓虹教授邀请 我12月下旬到复旦作一场讲座, 我准备的题目是《图说乌托邦》, 其中也要介绍邱志杰的《乌托邦地 图》。为此,我向邱志杰请求一张 他的高清电子版《乌托邦地图》, 他很快发来我需要的图片和论述 《乌托邦地图》的一篇文章。在这 篇文章里,艺术家的自我阐述,对 我那场讲座来说很重要。

邱志杰说,圣保罗双年展《乌 托邦地图》的整体设计,引起了很 多人的兴趣,有的人看见了一个人 的全身或下半身,他有张开的腿, 甚至还有两双离开了脚的鞋。有的 人则看见了两个互相紧紧抱在一起 的男女的侧面像,说是画面中央偏 上方的"大洪水"湖泊是他们下巴 下面的空间,他们正在接吻,一条 铁路从唇间穿过。

邱志杰表示,绘制《乌托邦地 图》,最重要的是分清"天国""仙 境或乐土""黄金时代""净土""乌



▲ 巨型金属板壁画《香港文化地图》

BRONZE AGE 金時在 ARD GOLDEN AGE EROIC AGE LRON TELECLEIDES DARDANUS METAMORPL EUCALION TAIPING HEVENLY KINGDO NOUNT OF PREHISTOR NOAH'S AR 大平史国 LINDU 以降VEDIC ESSAIR KALI YUGA MATSY RETA YUGA MAHABHARATA 洪水 DAWATTER MUTS 百日国事 THE GREAT FLOOD ARATHIS ATRHAS TVILLIAM. W GILGAMESH FLOOT GREAT DISAPPOINTMEN ZIUSUDRA SUTHROS 大失望 市 BORDER 两台達 AVATAR ATHENAEUS OF MAKE ROOM

托邦"等概念。"黄金时代"认为 乌托邦存在于过去。在地图上,"黄 金时代"在主岛最上端,弥赛亚山 脉的左右两边。不管是希腊还是吠 陀都相信存在"黄金时代一白银时 代一青铜时代一黑铁时代"的美好 过去及依次失落。中国也有上古三 代太平盛世的想法。净土,或者叫 生态性乌托邦,是相信存在某种未 被污染的、美好纯洁而简单的生活, 是一种原始共产主义。不管是中国 的桃花源、老子的小国寡民,还是 香巴拉或香格里拉概念,都是这种 生态乌托邦,它从诞生之初就是政 治的,在晚近的科幻作品中尤其是。

邱志杰认为,"黄金时代"一 路向下堕落,终于来到世间末日般 的"大洪水"时代,世界各地的大 洪水神话似乎都是为了让他们的拯 救者出现而设计的,拯救者在这里 和弥赛亚相遇了,"大洪水"拯救 神话开启了史诗时代。此后的乌托 邦思想,牵挂着的总是现实的政治 制度设计。这时的乌托邦应该叫"工 程性乌托邦"。

的确,这幅《乌托邦地图》壁

画巨作,目光投向远古和远方,念 念不忘于当世。"黄金时代"在主 岛最上端,东方的蓬莱仙境、桃花 源、小国寡民、香巴拉或香格里拉 归类于"净土"。柏拉图的《理想国》 置于中心位置,左边是通向资本主 义的山脉,右边穿越集体主义隧道, 来到社会主义者的实验区。还有培 根科学性的新大西岛和反面乌托邦 之岛。我们不妨将这幅《乌托邦地 图》,称作乌托邦的集大成图式。

邱志杰在中国科学院大学《谷 歌地图时代的山水画》讲座中,生 动地向大家讲述了他的地图故事。

才华横溢、精力充沛的邱志杰, 创作领域横跨绘画、摄影、装置、 录像、行为艺术、新媒体艺术。艺 术地图,我称为地图画。艺术地图 是邱志杰具有代表性的系列作品。 邱志杰习惯收藏地图,对各种和地 图相似的东西也感兴趣。由于地图 具有思维导图特质,他经常将之用 作各种展览的策划蓝图,这些阐述 策展理念的地图中,蕴含了艺术家 对其身处的艺术生态系统的反思。

邱志杰正式开始创作艺术地图

▲ 邱志杰《乌托邦地图》(局部) 作品,是在2010年,受国际策展 人小汉斯之邀参加慕尼黑的DLD会 议(数字生活设计),他绘制了一 张《二十一世纪地图》。2011年, 邱志杰入围Hugo Boss艺术奖,需 要在画册中做6页艺术家项目介 绍,为了充分表达主题,他想到了 画地图,除了《二十一世纪地图》, 他还绘制了《总体艺术地图》《南 京长江大桥地图》《乌托邦地图》 《重新发电地图》等。

地图不仅是逻辑框架,也被邱 志杰用来在艺术市场换取赞助,开 发衍生品。更重要的是,在描画的 过程中,他意外画出了关于自身的 秘密地图,"版画的传统把我引向 了地图,《说文解字》的传统把我 引向了地图,维特根斯坦的传统也 把我引向了地图"。随后几年,他 又画了《城市馆地图》《中山公园 地图》《圆明学园地图》《革命史 地图》《身体思想地图》《命运地 图》等一系列地图。

在传统地图走向终结、电子世 界的地图方兴未艾的时代,邱志杰 用艺术地图展开他的智力版图。他



将研究、写作、幻想和行动脚本统 一在艺术地图绘制中,在他创作的 多个系列、200多幅地图作品中, 以山水笔墨构造的空间坐标系,凝 练地将地域、观念、神祇、人物、 物件、事物和事态编织在一起,为 观者提供在相互关系中理解万物互 存的可能性。阅读邱志杰的地图, 相当于跳到他惊涛骇浪的脑海里 去游泳,细腻的描绘和奇绝的想 象,如一波波大浪翻涌,你可能被 其"掀翻",但审美乐趣也在于此。

邱志杰的许多地图作品,在世 界各地的展览场地和公共场所呈现 为巨大的水墨壁画,大大增强了各 种线索交叉的复杂感,以及由此诞 生的对过去、当下与未来的好奇感。

在香港西九龙高铁站离港大厅 的一面墙上,有邱志杰一幅3米高、 54米阔的巨型金属板壁画《香港 文化地图》,茂盛的绿植,如海水 一般包围着85块岛屿般的锌板, 地图漂浮在绿色植物墙上,上面以 中英文密密麻麻地写满本港流行文 化诸多领域,包括电影、电视、流 行歌曲、文学、戏剧、港漫、建筑、 媒体、历史、美食、体育乃至都市 传奇的符号式人物、代表作、事件 和概念的关键词,巨细靡遗,无以 复加,分布在山谷、平地、居住区 和水域,许多海外华人看到这幅作 品,往往仔细端详后潸然泪下。

当然,邱志杰也创作了部分传 统意味更加浓郁的地图,如《黄河 诗景图》,基本参照了真实的黄河 流域的地理,而将古代关于黄河的 诗句分布在相应的地点之上,这幅 作品成了他的得意之作,"舍不得 卖"。此外,他的《长江诗境图》, 将诗性长江的文脉图谱,糅进广袤 无垠的万古江河之中,展现出一幅 可阅读的长江文化图景。

作为博采众长的地图绘制者, 地图画在邱志杰十多年的艺术实践 中承载了多重功能:既是自我意 识、工作框架、展览计划、思想交 流、政治拓扑,也承担了历史文化 研究提纲挈领之功能。值得关注的 是,邱志杰的地图创作能够与时俱 进,他与科学家合作开发人工智能 软件装置,拓展了自身地图创作的 边界,让他得以运用 AI 技术,进 ▲ 邱志杰《黄河诗境图》(局部)

行崭新的实验性的地图创作。

当我聆听完将近两个小时的 《谷歌地图时代的山水画》讲座以 后,也在寻思怎样向地图爱好者介 绍邱志杰的地图作品。

忽然,1500年前南朝刘勰的 《文心雕龙•神思》在脑海中涌现: "夫神思方运,万涂竞萌,规矩虚 位,刻镂无形。登山则情满于山, 观海则意溢于海,我才之多少,将 与风云而并驱矣。方其搦翰,气倍 辞前,暨乎篇成,半折心始。何则? 意翻空而易奇,言征实而难巧也。 是以意授于思,言授于意,密则无 际,疏则千里。或理在方寸而求之 域表,或意在咫尺而思隔山河。" 这段话,简直是为邱志杰的地图画 作品量身定制,还用得着我再去搜 肠刮肚吗?

邱志杰教授精彩纷呈的讲座, 正如刘勰赞曰"神用象通,情变所 孕。物以貌求,心以理应",让我 大开眼界,度过一个美好、满足的 夏夜。②(作者系中国测绘学会边海 地图工作委员会副主任委员、《地图 研究》集刊主编)

黄沙生绿绿生金

◎ 孙利芳

小满时节,我从倩影绰绰的汝 河涉水而来,跟随黄河奔流不息的 足迹一路向东,从中原粮仓河南到 齐鲁大地聊城,开启了两河明珠黄 河故道防沙治沙的探绿之行。此时, 家乡河南正千里波澜麦浪翻涌,我 对同饮黄河水的山东聊城有着一脉 华夏情的亲切和期盼。

一到聊城,便颠覆了我的三大 错误观念。其一,原以为聊城既是 黄河故道,应该受风沙所累,很干 旱、土地贫瘠。谁知却是一湖碧水 绕古城——东昌湖环城而建,湖 水相连,城湖相依,城在水中,水 在城中,城中有湖,湖中有城。登 上十大名楼之一的光岳楼俯瞰四 周,东昌湖波光粼粼,碧波荡漾, 仿佛江南水乡般温润怡人。聊城粮 丰林茂,所属莘县是国家级生态示 范区、中国蔬菜第一县;冠县是 鸭梨之乡,入选国家级全域森林康 养试点建设县;高唐清平林场以全 省第一名入选全国防沙治沙先进单 位。其二,原以为聊城名称可能与 《聊斋志异》有关,事实上,却因 古有聊河而得名。其三,聊城人杰 地灵,季羡林、孔繁森、武训、孙膑、 吕才等名人辈出,文化底蕴深厚。

这一绿湖环绕、绿林覆盖、绿 色生态之地,亦是运河古都,文化 深厚的国家历史文化名城。

"黄河之水天上来,奔流到海 不复回"。黄河全长约5464公里, 自西向东孕育了华夏文明和人类的 生生不息,但因流经黄土高原携带 泥沙,且屡次改道决口泛滥,也给 两岸人民带来很大灾难。

聊城处于鲁西黄泛冲击平原, 由于黄河6次改道形成大面积黄河



● 冠县国有毛白杨林场 安文龙/摄影



故道,聊城成为沙化严重的地区之 一,全市沙化土地近250万亩、荒 漠化面积210多万亩。特别是冠县、 莘县、高唐备受其害,风沙肆虐, 林木稀少,水土流失严重,生态严 重恶化,风、沙、旱、涝、碱,常 常是"大风刮起不见家,庄稼一年 种几茬,十年九年被沙压""关上 门、闭上窗,不误晚上喝泥汤", 一穷二白的不毛之地,让老百姓苦 不堪言。

俱往矣。如今,站在这片土 地,目之所及,满目的林、满眼的 绿、满地的粮、满树的果,青山绿 水,处处万物和谐共生的生态文明 景象。

穿梭在冠县毛白杨林场的万亩 林海,一行行毛白杨挺拔高耸,笔 直的身躯恰似威武的哨兵手挽手呵 护着这片土地。翠绿的叶片微风摇 曳、风姿绰约,释放着负氧离子, 正像《齐民要术》中描述的那样: "一名高飞,一名独摇"。黄绿、 浅绿、碧绿、青绿、翠绿,整个林 场铺锦叠翠,青翠欲滴。一阵风吹 来,绿色如波涛翻涌,如海浪沉浮, 漫卷而来。满眼的绿,热情吻上我 的发梢,染上我的衣裙,连空气也 仿佛变得绿莹莹的。

令我惊叹的是,毛白杨树干上 那一双双深邃而睿智的眼睛—— 那是树枝修剪或自动脱落形成的疤 痕。也许它很痛,可它却如此深情 地凝望着土地,守护着良田,回报 着自然,眼神是如此的纯净、慈悲、 博爱、坚韧,像极了这片土地上的 英雄人民。我想,它一定是在感谢 这里的几代人曾经为防沙治沙所做 出的努力、所付出的汗水。

林间空隙地,葱茏的艾草散发 着淡淡的艾香,紫色的丹参花一串 串紫气盈盈,牡丹、白芷、灵芝、 蒲公英、知母……中草药和食用菌 等林下经济作物一派生机勃勃。

冠县田马园村,则是另一派硕 果累累的丰收景象。金色杏子挂满 枝头,一颗颗一串串,在绿叶间若 隐若现,引得我们垂涎欲滴。大棚 种植的大樱桃,恰似一颗颗红玛瑙, 鲜艳欲滴。拈一个品尝,酸甜可口,

汁满爆浆, 怎一个爽口了得?

樱桃是田马园村致富增收的 "摇钱树"。全村种植面积4000亩, 人均纯收入达到2.6万元,家家户 户都搬进了风格统一的小别墅。

86 岁的村民田银生, 历经沧 柔,见证并参与了从最初防沙治沙 到脱贫致富、乡村振兴的全过程。 他忍不住打着梆子说起了山东快板 《脱贫致富的田马园》: "同志们 朝前看,前面就是俺田马园,一年 四季有水果,又能品尝还卖钱。 别墅小楼一大片,三室两厅都齐 全……西楼有个卫生院,打针吃药 不出村,老弱病残更方便。人人都 说马园好,十里八乡都夸赞。这都 是党中央的政策好,各级政府帮助 咱,全国各族大团结,幸福生活 万万年……"

在韩路村万亩果园,虽然错过 了梨花盛开、堆雪铺玉的花开满园, 却见证了果实套袋,万绿丛中万点 红的丰收在望。放眼望去,400年 树龄的"梨树王",威武强壮,独 木成林,单株结果4000斤;300 年树龄的"梨皇后",温婉富贵, 碧树成荫;其他大大小小的梨树有 35万多棵,满目翠绿,绿浪翻滚, 令人叹为观止。

高唐县的国有林场,保留了一 小片 2021 年一场龙卷风过后林场 受灾现场。当时有的树木被狂风连 根拔起,有的被拦腰拧断,5000 亩林场全部受灾。现在,被拦腰拧 断的树木从根部又发出了新芽,已 长成翠绿的小华盖,见证着毛白杨 坚韧的生命力和自然万物生生不息 的神奇。

正是有了5000亩林场的庇护, 有了树木与狂风的不懈较量,才减 轻了百年不遇的17级龙卷风带来 的灾害。如果没有林场做屏障,后 果将不堪设想。

仅仅两年多,在各级政府和群 众的努力下,灾后重建基本完成, 造林绿化5000亩,植树15万余棵, 乔灌花草一体化种植70余个品种, 林下全部铺设滴管系统,走出了一 条林业节水灌溉新路子,新的林场 已经葱茏满园。

到达鲁西地区风沙治理旗帜莘 县马西林场时,但见浓荫蔽地、绿 盖遮天,一股清凉之风徐徐而来, 赶走了初夏的炎热和烦躁。这里森 林覆盖率达 90%,被称为"马西绿 洲"。马西林场在"造林""护林""用 林"三篇文章上下足功夫,打造了 生态经济双向收益的防风固沙新模 式,在涵养水源、吸烟滞尘、固碳 释氧、净化大气环境、生物多样性 保护等方面起到了重要作用,同时 带动马西地区的林业生产。莘县已 经成为鲁西北重要的木材收购、运 输、加工、销售产业集散地,成功 带动了周边经济的发展。

地处位山灌区沉砂池的太平新 村度假区,四周绿树环抱,白鹭湾 因生态良好引得白鹭齐飞而得名。 金色的麦子长势喜人。大棚里脆嫩 嫩的小芹菜绿油油的,被抗倒伏的 小网格网成一个个小菱形,煞是可 爱。羊肚菌、灵芝、时令蔬菜等林 下经济作物已采摘上市。法国百合 紫色的花丝丝缕缕、层层叠叠、如 梦如幻、高贵典雅,两只小蜜蜂像 是在欢迎我们这些远方来客,殷勤 地飞舞着,采吮着花蜜,引得第一 次见到此花的我们争相拍照惊叹。

好客的村民一个劲儿让我们品 尝她家满树的黄杏和紫色的桑葚, 正在晾晒油菜的大叔放下钢叉,谈 起太平新村的幸福生活,笑得合不 拢嘴。

统一规划、统一样式的新村民 居整齐划一,绿意缠绕的紫色葡萄、 绿叶托举的红苹果、勤劳耕地的老 黄牛、传统运输工具架子车、繁忙 的麦收场景,一幅幅独具乡村民俗 特色的墙画优美得像一张张油画, 在夕阳里勾勒出世外桃源的恬静。

月亮爬上来,银色月华洒落在 露营的草坪上,我们吟诗赏月,开 怀畅谈此次向绿而行的收获和感 叹。如此良辰美景,让我们真想不 辞长做太平人…… 这次"两河明珠·向绿而行" 防沙治沙调研行,让我们真真切切 感受到聊城防沙治沙的显著成效。 几代聊城人民,艰苦实干,因地制 宜,在风沙危害较轻的地区推广"宽 林带、大网格",在风沙危害较重 的地区推广"窄林带、小网格", 推进治沙防护林带与林果产业带相 结合、多林种混交造林等创新典型 沙化治理模式,科学治沙、育林、 种植,在植树造林防沙治沙的征程 上写就一段传奇,曾经大风漫卷、 黄沙漫天的日子已经一去不返,到 处是生态绿洲,绿意盎然。

跟随乡村振兴的时代节拍,聊 城人民又不断改进,用丰产林、经 济林、果品林、林下经济等增收致 富,不仅护了绿,又由绿生金,生 态发展之路让老百姓的日子芝麻开 花节节高。

绿水青山就是金山银山。从黄 河故道"一天进嘴二两土,白天不 够夜里补"的恶劣环境,到如今遍 地绿意的生态之洲,聊城在防沙治 沙、乡村振兴、黄河流域生态保护 和高质量发展中,正谱写着新时代 "黄河大合唱"的壮美华章。[2](作 者单位: 汝州市地质矿产保护发展中。)



●太平新村全景

"耐寒"与"耐旱"

世间一切植物,只要具备了"耐 寒"与"耐旱"这两个特性,就没 有不能生存的地方,到处都能见到 它们的倔强身影。人也是如此,如 果有了"耐寒"与"耐旱"这两个 本事,就会活得生机勃勃,昂扬向 上,成为"泰山顶上一青松,挺然 屹立傲苍穹"。

先说"耐寒"。寒即寒冷,包 括寒门、寒窗、寒舍、寒食,冷脸、 冷遇、冷门、冷灶等。一个人要经 得起这些寒冷,心是热的,血是热 的,以内热抗外寒,以正气御邪气, 那就会成为傲雪红梅,"千里冰霜 脚下踩,三九严寒何所惧,一片丹 心向阳开"。

历史学家范文澜为了研究历 史,放弃热闹的仕途,远离热火的 人群,枯守静室,冷对喧嚣,几十 年如一日,不急不躁,默默地搞研 究,静静地做文章,终于完成《中 国通史简编》写作,使中国史学实 现了革命性的前进,奠定了他"当 代历史学家"的学术地位,同时也 践行了他"板凳要坐十年冷,文章 不写一句空"的诺言,实现了"坐 得冷板凳,吃得冷猪肉"的人生奋 斗目标。

作家陈忠实写《白鹿原》,从 构思到写成,差不多也坐了十年冷 板凳。为了集中精力,排除干扰, 他把自己关在陕北农村的陋室里, 远离尘嚣,倾情投入。吃饭是冷锅 冷灶,睡觉是冷衾冷炕,面对的是 冷笔冷墨,冷纸冷砚,终日里冷冷 清清,寂寞不胜,茕茕孑立,形影

◎ 陈鲁民

相吊。但是,他的辛勤劳作得到了 异常丰厚的回报,《白鹿原》这部 著作奠定了他"当代文学大师"的 地位,带给他许多显赫的头衔职务 和非常可观的经济收入。天道酬勤, 功不唐捐,陈忠实的"冷板凳"没 有白坐,终于给他换来了香喷喷的 "热饽饽",换来了热腾腾的文学 春天。

再说"耐旱"。植物离不开水 的灌溉,人也离不开水的滋润。有 的人生存环境很好,风调雨顺,四 季如春,水肥应有尽有,所以活得 风生水起,舒服惬意。也有的人生 存环境很差,干旱少雨,蒸发量远 大于降雨量,活得十分艰苦窘迫。 这个时候,学会耐旱就成了活下去 的法宝。一方面要适者生存,努力 进化出节水的能耐,不浪费每一滴 水;另一方面要充分利用好一切水 分,紧紧抓住一切机遇。

"耐旱",需要坚韧不拔的精神。 文物研究保护专家樊锦诗工作的敦 煌莫高窟,地处沙漠,远离都市, 干旱少雨,水比油贵,生活、工作 条件都很艰苦。樊锦诗本是来自江 南水乡的柔弱女子,习惯于杏花春 雨、草长莺飞的生活环境,却硬是 在飞沙走石、旱魃肆虐的大漠深处 工作了四十多年,孜孜矻矻,宵衣 旰食,为保护敦煌壁画作出重大贡 献,被誉为"敦煌儿女",当选"感 动中国 2019 年度人物"。"耐旱", 成就了这位不凡女性,使她的人生 大放异彩。

"耐旱"也需耐心等待。姜太

公在渭水等待周文王十年,王宝钏 在寒窑苦等薛平贵十八年,苏武在 塞外等汉朝使者十九年,勾践等复 国机会二十年,唐德宗之子李诵等 接班二十五年,诺贝尔文学奖得主 爱丽丝•门罗等了四十五年……这 期间他们可能会滴水不遇,干涸之 极,但只要耐心熬过去,卧薪尝胆, 含辛茹苦,就会等来生命的甘泉, 等来咸鱼翻身的机会。

大千世界,万物竞生。丰腴温 暖之乡固有得天独厚的牡丹、芍药、 月季,极寒之地也有不惧严寒的苔 藓、南极海棠、珍珠草,极旱之地 则有抗旱英雄仙人掌、骆驼刺、复 活草,都活得有滋有味,风姿绰约。 人是万物之灵,适应能力更强,只 要愿意并肯坚持,善学并且坚忍, 也能长出"耐寒"与"耐旱"的本 事。这样,不论什么样的恶劣环境, 什么样的艰苦条件,都挡不住扎根 生芽,发枝开花,结出丰硕的生命 之果。②(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)





每到端午节,人们首先想到的 就是吃粽子。可是在我的记忆里, 小时候过端午除了香包、彩线、艾 叶和大蒜头儿,根本就不知道粽子 是什么样子。

那时,过端午最紧要的一项, 就是在日出前用清澈的河水洗手洗 脸。民间传说,"药王爷"体恤民 众,每逢端午的五更时分便会显圣 施法,使得百草皆可入药,江河湖 泊里的水也能防病治病。于是天刚 蒙蒙亮,母亲就领着我们弟兄仨来 到河边,一只手按着我们的头,另 一只手则撩起清凉的河水往我们脸 上抹拉,一边洗一边念叨:"一洗 不害眼,二洗不生疮,三洗全年都 安康……"

等洗完了回到家,母亲又像变 戏法似的拿出来几个大小形状不同 的香包,除了让我们弟兄仨各自佩 戴在脖子上,还会挂在门窗边和床 头。这些香包都散发着浓烈的香辛 味,母亲说这是为了除晦祛邪、驱 除蚊虫。

为了做这些香包儿,母亲把功 夫用在了平时。无论是自家做衣服 剩下的布头儿,还是别人弃之不用 的碎布,她都用心拾掇在一起。临 近端午那几天,母亲白天忙于劳作, 晚上就在昏黄的灯光下,将那些五 颜六色的布头儿裁剪、拼缀在一起, 再把香附子、柏树籽、白芷、雄黄、 朱砂等几味中药研碎,顺着预留的 边缝填进去,缝严实后就成了心形、 菱形等花花绿绿的香包儿。

给我印象最深的是母亲做的 "母子"香包,就是在大香包下连 着几个小香包,每个小香包下面又 缀着两绺花穗儿,花穗儿是母亲用 细线在指甲盖儿大小的花布中间串 上一指长的大蒜茎秆做成的。除了 这些精美的香包,母亲还把五种颜 色的细线搓成一绺,系在我们的手 腕和脚脖上,说是要等端午节后首 个下雨天才能解下,这样长虫(蛇)、 蜈蚣、蝎子等毒虫就不能近身了。 可是,我往往嫌它碍事,等新鲜劲 儿一过,就和香包一起摘下丢在一 旁了。

父亲也会在端午节这天早早出 门,踩着露水到野外去挖中草药。 当太阳刚在东边老龙窝的山顶露出 小半边脸的时候,父亲就背着满满 一荆篮花花草草回来了,里面有清 热去火的"猪耳朵(车前子)"、 止咳祛痰的"猫猫眼",还有专治 腰腿痛的"老鸹嘴"、防治咽喉肿 痛的"蛤蟆草"……这些草药被父 亲拾掇干净,晒干后保存起来,平 时家里有谁不舒服了,就有选择地 取出一些煎水喝,往往都有很好的 疗效。

此时,母亲已把提前准备好的 艾叶插在门头,同时煮好了鸡蛋和 大蒜。蒜瓣儿经清水煮过,变得黏 腻而寡然无味;鸡蛋是自家养的鸡 下的,在那年月里还算稀罕物,可 我嫌清水煮的鸡蛋没味道,还噎喉 咙,就不愿意吃。但母亲总会逼着 我们至少吃一个鸡蛋和几瓣儿大 蒜,否则就不准出门,理由只有一 个:为了我们的健康,吃了端午节 煮的大蒜和鸡蛋才能破除百毒、才 不怕长虫"缠"身。

又是一年端午至,面对商场超 市里琳琅满目的各色粽子,我依然 怀念小时候过端午母亲逼我吃大蒜 和鸡蛋的情景,也愈发感动母亲对 孩子们无微不至的关怀和浓浓的爱 意。②(作者单位:禹州市自然资源 和规划局)

远山的呼唤

◎ 任广路

夕阳西下,倦鸟散飞,羊群似 的云朵被最后一抹阳光镶着金边随 风舒卷,牧童骑牛而归,羊倌鞭羊 而回,炊烟飘起处渐渐显来一处村 落,名曰:西山底。

这是去野外分队报到必经的最 后一个平原村落,接下来要沿着险 峻的盘山土路逶迤而行,直至高山 上的野外分队矿区。

我的心一直忐忑不安地翻腾 着,因没来过地质队而一次次问着 司机王师傅:"矿区啥样?什么时 候才能到?"毕业前曾和学校老师 商量,是分配到地调一队还是探矿 三队,最后我们一致认为探矿三队 肯定有矿,因此我和两位同学一起 选择来到探矿三队,并且直奔野外 分队矿区。

我坐在解放牌油罐车副驾驶位 上,行李、箱子绑在油罐上面,一 路晃晃悠悠向洛宁上宫探矿三队二 分队矿区进发。

走了一个多小时,平原渐尽, 山峦凸显,想象中的排排楼房宿舍 和宽阔的厂区根本就不存在。王师 傅说:"小任,你想象的地质队是 不存在的,野外生活是很艰苦的, 你要有思想准备呀!"

汽车猛地一晃,瞬间把我的思 绪拽了回来。我往外一看,吓得浑 身汗毛直竖,只见盘山土路坑洼不 平,窄处悬崖峭壁如同刀削斧砍, 油罐车不停地左右颠簸,我不由得 屏住呼吸缩成一团。王师傅说:"别 怕,时间长了你就习惯了,地质队 人天天都是这种生活。"

幸有满山的茂林修竹,又加路 边的激流清湍,还有阵阵的鸟叫蝉 鸣,让我渐渐缓下了一颗惶恐不安 的心。不远处,一排排低矮的铁皮 活动房和零散走动的人群让我预 感:快要到了!

终于,油罐车停在一块篮球场 般的空地上,王师傅说:"到了, 去报到吧。"

来人帮我卸了行李。我呆立在 空地上,望着远近的群山才恍然明 白:"我选择的探矿三队原来是在 大山里呀!"

二分队是探矿三队最大的分 队,单位一多半的人都在这里上班, 他们都很朴实,工作非常卖力,大 部分活儿都是自己干,很少雇用民 工。矿区山路连绵二三十里,钻塔 密布,坑道繁多,电站、水站星罗 棋布。医务所的三名医生肩负矿区 几百名职工的健康医疗重任。

熟悉一星期后,我就背起药箱, 拄根木棍,沿着崎岖陡峭的羊肠小 道,爬山远行去钻机、坑道巡诊, 为大家看病换药。每到一处,职工 们都很高兴,做份米饭炒白菜热情 地招待我。我从他们粗糙的双手、 流满汗水的脸庞、满是油污的地质 服上,看到野外地质队员风餐露宿 的艰苦生活,他们大部分人半年都 没下过山,很想听我讲讲城市、平 原的生活。

这里交通确实不便,不通汽车, 离开地质队的车更是寸步难行。记 得有次送病人回洛阳错过了地质队 的车,我只得坐公共汽车于下午五 点多到达洛宁县城,再翻山越岭才 能回到野外分队矿区。那时,天色 已晚,大雨滂沱,我全身湿透,拄 棍前行。寒冷、饥饿、疲惫不断来 袭,路上还不时遇到穿行的毒蛇, 这些都没能挡住我的脚步,终于, 夜里十一点我到达了矿区……

这,可能就是那个年代地质队 员的责任心。

后来,我到了矿区三号坑口工 作,结识了耀哥、梅哥等一群朋友, 对文学、书法和音乐的共同爱好让 我们成为了知己。

我们常常坐在山坡草地上,弹 琴唱歌,吟诗作赋,把酒临风,醉 后泼墨,笔走龙蛇,言志抒怀,信 可乐也。我们还共同经历了民工放 炮炸石修建钻机工作平台的场景, 连环炮响,声震云天,我们躲在坑 道向外看,漫天碎石天女散花般落 房砸地,阵阵有声,让人如临战场, 终身难忘。

在山的另一边,一个坑口的塌 方事故,让我深刻体会到野外地质 医生的重要性。职工撤出坑道后, 因为没有医生而迟迟不能进入坑道 支护抢险,队领导紧急赶到现场指 挥,临时指派我翻山过去做好医疗 救护。没有医务所,就用荆笆简单 围了个圈,充当临时医务所。夜里, 我就地而卧,仰望繁星而眠,当真 是天当房地当床。但,有我在,职 工就敢下坑道支护抢险,十五天后

我打碎了夕阳

○王捷

我打碎了夕阳, 将碎片洒向天空。 化作点点星光, 拨开黑夜的迷茫。

我打碎了夕阳, 让光芒照进心房。 温暖了冰冷的角落, 驱散了内心的彷徨。

我打碎了夕阳, 将碎片拼凑成月光。 挂在漆黑的夜空, 照亮回家的方向。

我打碎了夕阳, 一抹阳光下手捧海棠。 却又止不住地思念, 梦里是自己儿时的脸庞。

我打碎了夕阳, 却不见故乡的星光。 夜晚一片寂静, 又怎能听到母亲的吟唱。 我打碎了夕阳, 把霞光装进行囊。 在黑夜中追逐梦想, 在晨曦中收获希望。

我打碎了夕阳, 也打碎了内心的彷徨。 追光的道路不再迷茫, 坚定地走向前方。 〇(作者单位:河南省中纬测绘规划 信息工程有限公司)



读闫国起《回味人生》有感 读刘恒权《岁月成诗》有感 捧书一读确心惊, 夕阳岁月举杯盏, 纵然毕生唱大风。 夜雨舟人赋诗还。 万里驰骋沙场雪, 溪花禅意钟灵秀, 四时鏖战扶危旌。 远山怀古松风寒。 楚汉戎装绘天地, 情品人间知浪静, 中原呕沥为民生。 闲观万事吐箴言。 吾辈虽非投笔吏, 读罢细品深奥意, 掩卷湿襟看长缨。 不叹孤芳思见贤。

2(作者单位:河南省测绘地理信息技术中心)

终于恢复了正常工作,我也第一次 体会到了人生的价值!

认识地质队,了解地质人,融 入深山野外地质生活,一晃八年过 去,我从一名青涩的医学生变成了 真真实实的地质队员。我永远怀念 这八年的野外地质生活,虽是一名 医生,但我也曾为河南地矿事业出 过一份力!青春无悔,献身地质事 业无尚光荣!

茶香氤氲,回味无穷,书房斗 室里我陷入了对三十七年前这段工 作经历的深深回忆……

也许,人到中年就特别怀旧, 尤其这八年的野外地质生活时常会 如梦般在脑海重演,条件虽然艰苦, 生活虽然艰辛,甚至还有过苦恼和 委屈,但恰恰是这困苦的环境磨炼 了我坚强的意志,培养了我处理各 种危难的能力,学会了与人相处的 善良,这成为我一生最大的财富!

这些年,心里仿佛总能听到一 种声音,似曾熟悉却又莫名喜欢。

现在终于明白了!

那是钻机的轰鸣,那是远山的 呼唤。②(作者单位:河南省第三地 质勘查院有限公司)



胡兴顺书法作品欣赏







臺屬牌



第二方 一方子 一方子 「よのえ」 「「「「「「「」」」 ふみみ お月典明む

13. 14. 3 X な深とさく、か 「よりも 12 印合意的派派 なかみ月興城山 甲石文書與順之圖 ر ا 包括 5 ふ いまべきのやち 日本 大学教 - in the second 甲底拿 如照 順書 んちり 海陽橋城城東京 き液れなけ 御子れ 御白房 日北江西 このやろうはなっ 夏を成いいと言言 別にある時味 1 記事子かい意記 教子れていそち 「日」というとき Mar Nor 甲石百些順七 此项書

《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中铁七局集团郑州工程有限公司 郑州市规划勘测设计研究院 新郑市新房测绘队 河南建岩信息工程有限公司 河南中豫勘测规划技术有限公司 郑州市交通规划勘察设计研究院 河南中联建设有限公司 郑州超图地理信息技术有限公司 河南省瑞兴工程咨询有限公司 河南省启沃土地咨询有限公司 河南数字城市科技有限公司 郑州经开规划勘测有限公司 河南建正勘测规划设计有限公司 河南省国源工程咨询有限公司 郑州众益信息科技有限公司 河南省恒信工程技术服务有限公司 河南中信测绘地理信息有限公司 中建国信勘测规划有限公司 郑州市水利建筑勘测设计院

郑州郑房测绘有限责任公司 河南省水利勘测设计研究有限公司 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 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

河南省高校 GIS 教育研讨会在焦作成功召开

本刊讯 近日,以"筑信创之基,共建 GIS 教育" 为主题的河南省高校 GIS 教育研讨会在河南省焦作市 河南理工大学举办。来自河南大学、战略支援部队信 息工程大学、河南城建学院、信阳师范大学、郑州大学、 华北水利水电大学、郑州师范学院、黄河水利职业技 术学院、河南工业职业技术学院、黄河交通学院、许 昌学院、郑州城市职业学院等 12 所高等院校的 40 余 名教师参加会议。

河南省测绘学会常务副理事长杜清华、河南理工 大学副校长金双根、超图软件华中大区华中平台销售 团队负责人姜春韵参加会议并致辞。研讨会由超图软 件华中大区华中平台销售团队郜利康主持。

会上,河南理工大学测绘与国土信息工程学院院 长袁占良、教授王世东,超图软件平台产品线副总裁 陈勇,超图软件教育工作委员会秘书长、教育生态总 监王璐,超图软件华中大区华中平台销售团队李彩露 分别作了题为《河南理工大学测绘科学与技术学科"双 一流"创建与发展》《地理信息科学专业建设经验交流》 《空间智能软件技术创新与发展》《携手同行,助力 GIS 教育》《GIS 信创应用案例分享》的报告。

随后,参会教师围绕 GIS 专业建设、人才培养、 产学合作、校企共建以及国产 GIS 教育生态圈打造等 专题展开研讨交流,教师们踊跃建言,分享了宝贵的 经验和思路。本次研讨会的成功举办,为全面深入产 学研结合,进一步推进河南省高校 GIS 教育和产业人 才培养打下了坚实基础。未来,超图软件将与各位专 家和老师在河南省 GIS 教育事业上携手同行,与更多 高校合作共建实践课程和实习基地。

河南省高校 GIS 教育研讨会由河南省测绘学会、 自然资源部地理信息系统技术创新中心、河南理工大 学、超图软件联合主办,由河南省测绘学会测绘教育 与科普工作委员会、河南省测绘学会地质灾害与环境 监测专委会、河南省测绘学会工程建设与不动产测绘 专委会、河南省测绘学会地图学与 GIS 专委会、河南 理工大学测绘与国土信息工程学院、郑州大学地球科 学与技术学院等 6 家单位共同承办。 (二(张鑫/文图)



6·25 第34个全国土地日

节约集约用地 严守耕地红线 严守劳资源安全底线

