

# 资源导刊

# 信息化 测绘

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

2024  
第 9 期  
总第480期

## 技能创造价值 匠心筑梦未来

### ——河南省测绘行业职业技能竞赛侧记

## 测绘科技创新赋能超大城市治理

### ——以上海市为例

ISSN 1674-053X



9 771674 053074



下半月 定价: 10元

扫码关注我们

# 2023年度河南省基础测绘项目通过验收



本刊讯 9月23日，河南省自然资源厅组织专家在郑州对河南省测绘地理信息技术中心承担建设的2023年度河南省基础测绘项目进行验收。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武永斌参加会议。

王军胜要求，一是当大事。面对基础测绘任务，绝不能存在敷衍了事、验收过关即安的侥幸心理。必须严肃对待，根据专家反馈和上级任务要求，结合财务规范标准，扎实开展整改工作，确保每一项测绘成果都经得起检验。二是当正事。要紧跟自然资源部推动测绘事业转型升级的步伐，紧密围绕经济社会发展实际需求，不断创新思路，科学编制方案，高效组织实施。三是当成自己的事。要保持积极进取的态度，勇于在逆境中寻求突破，将有限条件转化为无限可能。要加强调查研究，深入了解河南省现状及其他省份先进经验，形成有价值的分析报告，为政府决策提供参考，推动测绘地理信息事业再上新台阶。

武永斌表示，面对新形势、新任务和新需求，河南省测绘地理信息技术中心将秉持守正创新的发展理念和“不破不立、先立后破”的原则，持续做好国家基本比例尺基础地理信息数据建设与更新，做好传统

成果向新型成果的平稳过渡。同时，加快推进新型基础测绘体系和实景三维河南建设，为全省自然资源管理、国土空间治理和经济社会发展提供更好更丰富的测绘地理信息产品和技术保障，助力河南省数字化战略实施。

验收会上，来自战略支援部队信息工程大学、水利部黄河水利委员会、河南省政务大数据中心、河南省财政厅、中国电建集团等单位的专家，认真听取项目建设情况汇报，审阅文档资料，观看成果演示，经质询和讨论，一致认为项目提交的资料齐全、规范，项目根据《河南省自然资源厅关于下达2023年基础测绘及实景三维河南建设生产计划的通知》要求，完成河南省1:10000基础地理信息更新与建库、河南省地理信息公共服务平台(天地图·河南)数据更新及运维、卫星导航定位基准服务系统运维等八项任务，经检测机构全面检验，成果质量符合国家相关技术标准和规范要求。项目成果公益性、基础性作用突出，在自然资源管理、赋能政府决策、助力数字经济发展、服务公众美好生活等方面发挥重要保障和支撑作用，经济社会效益显著，且经费使用合理，完成了既定绩效目标，同意通过验收。☑ (陈庆贺/文图)

# 以测绘地理信息工作绘就时代新篇章

◎ 本刊评论员

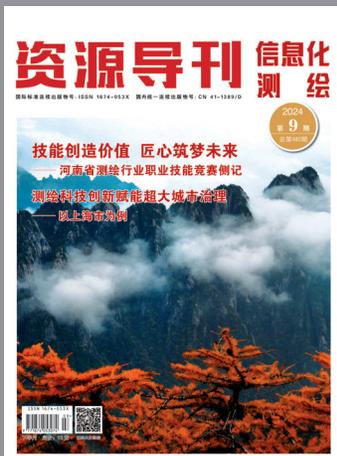
在这个金秋送爽、丹桂飘香、举国同庆的美好时节，我们迎来新中国 75 周年华诞。75 载风雨兼程，75 年辉煌成就，每一份荣耀都凝聚着无数中华儿女的智慧与汗水，每一寸土地都见证着新中国从站起来、富起来到强起来的伟大飞跃，也见证了测绘地理信息事业的蓬勃发展。在这历史性的时刻，让我们以饱满的热情，向伟大的祖国母亲献上最诚挚的祝福和最深切的敬意！

回顾往昔，测绘之光照亮了中原大地。75 年来，测绘地理信息事业伴随着国家的每一次跨越发展，从无到有，从小到大，从弱到强，承载着国家发展的重任，见证了河南乃至祖国大地的变迁。从传统的地图绘制到现代的地理信息系统建设，从基础测绘到卫星遥感，从数据采集到信息分析，每一步都凝聚着测绘人的智慧与汗水。河南测绘工作者始终坚守在中原大地，用脚步丈量每一寸土地，用镜头捕捉每一个瞬间，用数据描绘出一幅幅壮丽的山河画卷。无论是抗震救灾、脱贫攻坚，还是城市规划、生态保护，都留下了测绘人不倦的身影。每一次精确的数据采集，每一次详尽的地图编制，都是对国家建设的有力支持、对人民生活的深情守护。

在新时代的征程上，河南省测绘地理信息工作积极融入国家发展大局，以科技创新为驱动，不断提升服务经济社会发展的能力和水平。在自然资源管理方面，通过构建空天地一体化的自然资源监测监管体系，实现对全省自然资源的动态监测和精准管理，为资源节约集约利用提供了有力支撑。在智慧城市建设方面，依托地理信息数据，打造智慧城市大脑，实现城市管理的精细化、智能化，为智能交通系统的优化、城市应急响应的提速、公共服务资源的均衡配置提供了精准支撑，为城市规划、环境保护、灾害预防等领域提供了强有力支持，为推动高质量发展注入了强劲动力。在社会化服务方面，积极拓宽服务领域，创新服务模式，推动地理信息成果广泛应用。从传统的地图制作到三维实景模型构建、从单一的数据到综合的信息服务解决方案，测绘地理信息工作正逐步渗透到社会生活的方方面面，成为推动经济社会发展的重要力量。在人工智能、大数据、云计算的加持下，测绘地理信息工作向智能化、自动化、服务化方向转型，实现了对海量地理信息的快速处理与深入挖掘，将为政府决策、行业应用提供更加精准的数据支持。

展望未来，我们信心满怀。站在新的历史起点，测绘地理信息事业迎来了新的发展机遇和挑战。科技发展日新月异，大数据、云计算、人工智能等新技术正在深刻改变着测绘地理信息的面貌，河南省测绘地理信息工作将继续秉承“热爱祖国、忠诚事业、艰苦奋斗、无私奉献”的测绘精神，坚持“三支撑、三服务”的工作定位，不断深化与各行各业的融合创新，推动地理信息产业与数字经济、智慧城市等领域的深度融合。通过构建更加完善的数据治理体系，提升数据共享与服务能力，为政府决策、社会管理、民生服务提供更加精准、高效的信息支撑，以更加昂扬的斗志、更加扎实的作风、更加创新的思维，为中原大地的高质量发展贡献测绘力量。

新时代同心筑梦，新征程凯歌以行。让我们不忘初心，牢记使命，以更加饱满的热情、更加专业的技能、更加开放的心态，投入测绘地理信息工作的滚滚洪流，用我们的智慧和汗水，以测绘地理信息工作为笔，以中原大地为纸，共同绘制出一幅幅波澜壮阔、绚丽多彩的时代新画卷，向伟大的祖国致敬，祝愿祖国繁荣昌盛，国泰民安！愿河南省测绘地理信息事业在新时代征程中，书写更加辉煌的篇章！



## 资源导刊 信息化测绘

2024年 下半月 第9期 总第480期

测绘资讯·政策解读  
文化传播·技术交流

主管单位：河南省自然资源厅 主办单位：河南自然博物馆

编辑出版：《资源导刊》杂志社

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

邮发代号：36-373 定价：10元 印刷单位：河南匠心印刷有限公司

地址：河南省郑州市红专路71-1号《资源导刊·信息化测绘》编辑部

编辑部：0371-65941858 广告发行部：0371-65941854

投稿邮箱：xxhch2015@163.com QQ 通联群：185394654

### 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  
寿燕翻 赵海滨 付洽河 张向军  
田耀永 朱志军 曹源 周学军

### 声明

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

社长：刘立新  
执行总编：肖峰  
副社长：左金安  
副总编：刘鹏飞  
编辑部主任：王红闯  
责任编辑：王敏  
摄影总监：赵洪山  
文字编辑：王敏 栗荣晓  
陈庆贺  
论文编辑：张蓓蓓  
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 以测绘地理信息工作绘就时代新篇章

### 国内要闻

- 4 自然资源部测绘标准所牵头修订的两项国家标准发布 等8则

### 时政传递

- 6 2024中国地理信息产业大会在昆明召开  
7 全国卫星导航定位基准站一张网上线  
《河南省测绘地理信息条例》(草案)通过专家论证

### 特别关注

- 8 技能创造价值 匠心筑梦未来  
——河南省测绘行业职业技能竞赛侧记

### 测绘广角

- 12 河南省地理信息产业融合发展交流会在郑州举办  
鹤壁淇河国家湿地公园确权登记成果通过省级验收  
13 河南省测绘地理信息技术中心驻村工作队扎实开展消费帮扶工作  
光山县实现大比例尺地形图全域覆盖

### 经天纬地

- 14 河南省测绘院：辉煌七十年 创新向未来  
15 河南省遥感院：五十年初心不改 新时代再铸辉煌  
16 河南省地图院：以地图之光 引领璀璨未来  
17 河南省地理信息院：科技之光，引领地理信息新篇章  
18 思源时空科技(河南)有限公司：专一·专注·专业  
19 东网空间地理信息有限公司：专注精测 护航中国速度  
20 郑州市郑土测绘服务有限公司：创新测绘服务 铸就城市发展基石

### 豫外传真

- 21 全国首宗面向L4及以上自动驾驶示范运营地图审图号发放  
湖北武汉“城市智眼”云控平台正式上线  
22 湖南长沙：数字世界里平地起高楼  
23 陕西计划培育千亿级时空信息产业创新集群

### 发展研究

- 24 测绘科技创新赋能超大城市治理  
——以上海市为例

### 学术研究

- 27 基于PIE软件的遥感技术应用实践教学研究

### 技术应用

- 30 利用VLBI数据解算地球自转参数  
33 集群式遥感影像并行处理系统的应用研究  
36 NDS高精地图模块解析  
40 基于改进YOLOv7的工地安全帽检测算法研究  
44 基于地理加权的区域城镇化建设对耕地景观破碎化驱动探析  
47 地面激光扫描与无人机摄影测量结合的地形测量探讨  
51 基于遥感手段的作物识别提取研究

### 地图故事

- 54 清代的《正定府图》与井陘

### 文苑撷英

- 58 我在山楂小镇等你  
59 大乘山的秋天  
60 故园屋顶忆流年  
61 月夜，我把身心寄故乡

### 图说测绘

- 62 赛场上的精准舞步  
——2024年河南省测绘行业职业技能竞赛掠影

### 合作单位

- 64 《资源导刊·信息化测绘》宣传合作单位

### 封面

太白云海 张英琦/供图

## 关注 自然资源部测绘标准所牵头修订的两项国家标准发布

近日，由自然资源部测绘标准化研究所牵头修订的《全球导航卫星系统（GNSS）测量规范》《近景摄影测量规范》两项国家标准正式发布，将于2025年3月1日起实施并替代原标准。

《全球导航卫星系统（GNSS）测量规范》规定了利用GNSS静态测量技术建立GNSS控制网的布设要求、测量方法、精度指标和技术要求，适用于国家和区域各类GNSS控制网的设计、布测和数据处理，解决了我国卫星定位测量与控制中长期存在的北斗卫星导航系统定位测量标准支撑问题，以及多系统导航卫星信号的组合、选用和最优化问题。

《近景摄影测量规范》规定了近景摄影测量的精度、物方控制、获取、数据处理以及精度检验和成果资料的技术要求，适用于近景摄影测量技术在建（构）筑物测量、文化遗产保护、工业测量、生物医学等方面的应用，其他领域可参照使用。该规范的修订反映了近景摄影测量技术的最新发展趋势和应用需求，删除了有关模拟仪器和解析仪器的内容，为规范化我国近景摄影测量工作提供了技术指导。

### 我国北斗产业稳步迈入高质量发展新阶段

9月12日，中国卫星导航定位协会在武汉发布《2024中国北斗产业发展指数报告》（以下简称《报告》）。《报告》显示，截至上半年，我国北斗产业发展综合指数为1431点，同比增长9.07%，产业正稳步迈入高质量发展新阶段。

《报告》是我国北斗领域唯一关于产业发展指数的研究报告，用指数的形式客观、全面、综合、细致地展示了我国北斗产业发展的各方面情况。《报告》显示，截至2024年上半年，我国北斗产业链和供应链安全稳健，已实现亿级量产规模。我国各种类型的北斗终端设备应用总量接近2700万台/套，较去年同期增加超过400万台/套，同比增长17.4%，北斗应用渗透率超过50%。

同时，北斗大众应用成效突出，2024年上半年国内智能手机出货量1.39亿部，超过98%支持北斗定位功能。基于北斗高精度的车道级导航功能已覆盖全国超过100座城市的普通道路，可在隧道导航、事故预警等方面实现车道级导航功能。

## 中非北斗卫星导航系统及遥感应用联合实验室揭牌

9月6日，中非北斗卫星导航系统及遥感应用联合实验室在北京航空航天大学揭牌，将全方位加强双方在北斗卫星导航及遥感应用领域的国际交流与合作。

据介绍，在中国和南非两国政府的支持下，中非联合实验室由北京航空航天大学、南非文达大学、比勒陀利亚大学，以及南非—中国交通合作中心合作共建，旨在提出北斗高精度定位导航授时（PNT）技术应用的本地化解决方案，突破北斗系统在南非农田遥感和车联网中的应用瓶颈等。同时，通过联合开展科研与教育合作，培养一批卫星导航相关领域的高端复合型国际人才。

中非联合实验室项目将推动双方在人才联合培养、教师学术交流及科研、专业技能人才培养等多领域的合作交流，对推动中非两国在北斗卫星导航系统应用领域的全面合作具有重大意义。

## 科技

### 我国研制出高时空分辨率卫星遥感地图

9月2日，世界首幅高清全球年度一张图——“吉林一号”全球一张图发布。该项成果填补了国际空白，分辨率、时效性及定位精度等指标达到国际领先水平。

“吉林一号”全球一张图是从690万景“吉林一号”卫星影像中，精选120万景影像制作而成，累计覆盖面积达1.3亿平方公里，实现了除南极洲及格陵兰岛外的全球陆地区域亚米级影像全覆盖，具有覆盖范围广、影像分辨率高、色彩还原度高等特点。

在具体指标方面，“吉林一号”全球一张图所使



用的分辨率为 0.5 米的影像占比超 90%，单一年度影像覆盖时相占比超过 95%，整体云量小于 2%。相较于全球同类航天信息产品，“吉林一号”全球一张图兼顾了高空间分辨率、高时间分辨率及高覆盖率，具有显著的成果唯一性和指标先进性。

### 我国首个空天遥感数据要素评估服务平台投入运行

9月3日，“空天遥感数据要素评估服务平台”投入运行，并上线一批经过质量评价的地基观测数据和卫星遥感数据要素产品。该平台由中国科学院空天信息创新研究院遥感卫星应用国家工程研究中心牵头研制，是我国首个集遥感数据要素、质量评价和价值评估为一体的空天数据要素综合性服务平台。

此次平台上线的地基观测数据和卫星遥感数据要素产品包括 30 种全球和区域卫星遥感产品，采用了空天院科研人员利用自主算法和国产卫星遥感数据研制而成的 1 公里分辨率覆盖全球、16 米分辨率覆盖全国的遥感产品。

该服务平台是空天遥感数据要素流通的基础底座，具有建设空天遥感数据资源汇聚、质量评价、价值评估、应用场景展现等重要功能，为未来形成“数据所有者—数据加工者—数据服务商—数据交易所—数据应用方”创新性的空天遥感数据要素服务奠定了重要基础，对我国空天遥感领域的发展具有重要作用。

### 世界首部遥感热红外影像图集发布

9月6日，在第四届可持续发展大数据国际论坛上，可持续发展大数据国际研究中心（SDG 中心）发布《可持续发展科学卫星 1 号热红外影像图集》《可持续发展科学卫星 1 号微光城市群组图》和《可持续发展科学卫星 1 号微光影像图集（英文版）》。

作为世界首部遥感热红外影像图集，《可持续发展科学卫星 1 号热红外影像图集》收录了全球 118 个不同区域的 10 种不同类型地物景观，全面展示了典型自然地貌和人工地物的热特征，对理解地表能量平衡、气候变化、土地覆盖和土地利用变化、城市热岛效应、农业监测以及自然灾害评估等方面至关重要。

该图集展示了全球不同类型地物热特征景观及全球主要城市与 10 个代表性城市群的夜间灯光景观，从

空间探测人与自然交互作用的角度为全球可持续发展提供了全新视角，为相关可持续发展目标的监测与评估提供了有益借鉴和数据支撑。

## 数字

### 8111 亿元

8月28日，中国地理信息产业协会发布《中国地理信息产业发展报告（2024）》（以下简称《报告》）。《报告》显示，2023年，我国地理信息产业总体发展回升向好，产业增速达 4.2%，总产值达到 8111 亿元。

《报告》显示，我国地理信息产业总产值近 5 年复合增长率为 6.4%，近 10 年复合增长率为 12.1%。截至 2023 年末，我国地理信息产业从业单位数量约 22.3 万家，产业从业人员超过 407.3 万人，同比增长 2.3%。

据统计，截至 2023 年末，我国主营业务包括地理信息及相关业务的上市企业有 77 家，2023 年新上市企业 4 家。73 家内地地信上市企业 2023 年研发投入总额 172.6 亿元，同比增长 3.3%。2023 年公布的全国各省级 2022 年度科学技术奖中，共有 67 个地理信息相关项目获奖，较 2021 年增加了 8 项。截至 2023 年末，我国地理信息相关专利授权数超过 1.36 万件，较 2022 年同比增长 22.8%。

### 1 万亿次

8月29日，自然资源部发布信息显示，今年上半年，全国 11 家主要电子地图服务供应商提供位置服务日均超过 1 万亿次，日均提供导航服务总里程超过 40 亿公里。

在确保信息安全的前提下，通过北京、上海、广州、深圳、杭州、重庆 6 个城市自动驾驶地图应用试点，积极扶持新业态健康发展，正在形成可复制、可推广的经验。试点探索带动了地图、地理信息与智能网联汽车产业以及其他实体深度融合，地理信息支撑快递购物、外卖送餐、旅游导航等场景越来越多，应用越来越广。

数据显示，2018 年至今，自然资源部审核通过高级辅助驾驶地图近 400 件，数据覆盖全国大中城市。以百度、高德、腾讯、华为等为代表的 11 家图商，2024 年上半年提供位置服务日均 10092 亿次，日均提供导航服务总里程 40.1 亿公里。☑

# 2024 中国地理信息产业大会在昆明召开

◎ 李娟

8月28日至29日，2024中国地理信息产业大会在云南昆明召开。大会以“聚焦新质生产力 激发产业新活力”为主题，由云南省人民政府指导，中国地理信息产业协会、昆明市人民政府主办，云南省自然资源厅、昆明市自然资源和规划局协办，会上发布了《中国地理信息产业发展报告（2024）》。

科技部原部长、中国科学院院士徐冠华以视频形式发表讲话。徐冠华指出，地理信息企业要在经济下行中实现生存与发展，应当按照党的二十届三中全会精神，以自我革命的勇气进行深刻的组织变革，加大前沿性、颠覆性技术研发投入，进而提高技术领先优势和生产效率。要在国家经济社会发展大局的背景下，进一步谋划地理信息未来的方向和着力点，为国家大战略赋能，为地理信息产业升级助力。

自然资源部党组成员、副部长刘国洪出席大会并讲话。他表示，自然资源部坚决贯彻落实习近平总书记重要指示精神和党中央、国务院决策部署，着力推动测绘地理信息事业转型升级，促进地理信息产业加快发展。一是强化数据要素保障为产业筑基，二是提升公共服务能力为产业赋能，三是优化营商环境为产业护航。他指出，党的二十届三中全会强调“建设和运营国家数据基础设施，促进数据共享”，前不久党中央、国务院印发的《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》再次提出要求，“推进实景三维中国建设与时空信息赋能应用”，为地理信息产业发展提供了历史性机遇。要坚定发展信心，努力顺应产业发展新趋势；要强化要素供给，推进数据要素市场化配置；要培育应用生态，释放地理信息数据潜能；要优化发展环境，加快产业转型升级。

云南省人民政府副省长、党组成员王浩出席大会并致辞。他指出，地理信息是数字中国、数字经济的重要组成部分，是大力发展新质生产力不可或缺的基础性、公益性、战略性信息资源。站在高质量发展的新起点，云南全面启动全省实景三维建设，建成了以彩虹4中长航时无人机为主的国家航空应急测绘保障昆明基地，上线运行云南省地理信息公共服务平台（天地图·云南），创新丰富地理信息应用场景，地理信息产业规模持续扩大，地理信息数据逐渐成为支撑全



省数字经济高质量发展的强大引擎。

会议同期举办的第二届中国地理信息高新技术成果展，集中展示了国内外一批地理信息软硬件产品技术及应用的最新成果，为企业提供创新成果的展示平台，为产学研用单位搭建交流合作平台。

会上，中国地理信息产业协会会长李维森向2023年度国家最高科学技术奖获得者李德仁院士颁发“地理信息产业最高成就奖”奖杯，发布了2024地理信息产业百强企业、最具活力中小企业、最具成长性企业榜单，表彰了2024地理信息科技进步奖、2024地理信息产业优秀工程，举办了高端论坛、企业家论坛、创新秀、第二届中国地理信息高新技术成果展等活动。

大会高端论坛上，中国科学院院士、中国工程院院士李德仁作《地理信息拥抱新质生产力》报告，中国科学院院士周成虎作《智能时代的地理信息产业发展思考》报告，中国工程院院士陈军作《打造实景三维经济的新赛道》报告，李维森作《中国地理信息产业发展报告（2024）》，国际欧亚科学院院士、香港理工大学教授史文中作《城市信息学：地理信息科学发展的一个新方向》报告，华为计算产品线副总裁张华桦作《鲲鹏昇腾+空间智能，共创地理信息产业新动能》报告。

8月29日，大会举办自然资源、GIS、实景三维、智慧城市、智慧国土、智慧水利、智能网联汽车、数字孪生、低空经济、地理信息安全等14个专题论坛，地理信息及相关领域的院士、专家、企业家围绕不同主题作100多场报告。☑（来源：中国地理信息产业协会）

# 全国卫星导航定位基准站一张网上线

◎ 陆芬

8月29日，全国卫星导航定位基准站一张网建成并提供服务发布仪式在重庆举行。

为充分发挥测绘地理信息数据要素保障作用，激活测绘地理信息数据要素潜能，自然资源部统筹整合全国自然资源系统的3300多座卫星导航定位基准站，初步构建了基于北斗的全国卫星导航定位基准站一张网服务平台，实现全国基准站资源统一站点管理、汇集存储、质量分析、共享交换，开展覆盖全国、统一标准产品整网解算处理，可提供全国用户统一注册、无缝漫游与协同高精度定位服务。

据悉，全国卫星导航定位基准站一张网建设服务的目标是整合全国自然资源系统卫星导航定位基准站资源，构建法定权威、基准统一、功能完备、精准可靠、安全可控的服务平台，提供卫星导航定位基准服务，

促进数据共享利用，提升自然资源北斗规模化应用能力和水平，满足经济社会发展、各行业部门应用需求，助力国家安全和经济高质量发展。

目前，该服务平台已开通试运行，可提供全国统一测绘基准服务，服务内容主要包括观测数据、坐标成果、增强定位服务以及各类产品。服务采用线上、线下两种方式。其中，线上服务主要提供实时观测数据、增强定位服务、实时产品服务；线下服务主要提供坐标成果、事后观测数据文件、事后产品服务。服务平台一方面保障公益性测绘基准服务，推动北斗规模化应用；另一方面助力数字经济建设，为资源调查、智能交通、无人驾驶、精准农业、大众生活、社会治理等提供高精度、快速、实时的导航定位服务支撑。

☑（摘编自《中国自然资源报》2024年8月30日1版）

## 《河南省测绘地理信息条例》（草案）通过专家论证

◎ 于亚娇 陈庆贺

9月14日，河南省自然资源厅召开《河南省测绘地理信息条例》（草案）（以下简称《条例》）专家论证会。河南省自然资源厅测绘地理信息管理处处长王军胜参加会议，河南省测绘地理信息技术中心副主任肖峰主持会议。

会上，战略支援部队信息工程大学、郑州大学、华北水利水电大学、水利部黄河水利委员会、河南省地图院等单位专家，全面审议《条例》起草依据、章节布局和具体内容，围绕专业性、技术性问题和重点内容展开讨论。专家组一致认为《条例》内容符合标准，并针对重点议题提出修改意见。

会议强调，一是坚持与时俱进。随着经济社会快速发展，地理信息技术广泛应用，现行《河南省测绘管理条例》已不能适应新形势，《条例》修订势在必行。要确保《条例》契合最新精神、贯彻最新理念、落实最新要求。二是突出问题导向。《条例》修订要积极对标对表上级决策部署和目标任务，梳理完善当前测绘地理信息领域发展不充分不平衡的矛盾；要坚持靶



向施策，填补政策空白点，打通堵点，攻克难点，占领制高点。三是确保落地落实。要强化刚性约束机制，压实责任担当，全面提升要素保障能力，切实做到《条例》与上位法有效衔接，确保各项要求落实到位。

下一步，根据专家论证的意见和建议，河南省自然资源厅、河南省测绘地理信息技术中心将分责任、分条线、分版块快速做好《条例》的修改完善，为全省测绘地理信息行业高质量发展提供法治保障。☑（作者单位：河南省测绘地理信息技术中心）

# 技能创造价值 匠心筑梦未来

## ——河南省测绘行业职业技能竞赛侧记

◎ 本刊记者 栗荣晓 陈庆贺 通讯员 张磊

为认真贯彻落实党的二十大精神和习近平总书记关于技能人才工作重要指示精神，更好地弘扬测绘精神、劳动精神、工匠精神，推动河南高技能人才队伍建设，8月23日至25日，河南省测绘行业职业技能竞赛暨第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛河南赛区选拔赛在郑州成功举办。

此次竞赛旨在搭建互促互进的交流平台，为艰苦奋斗在测绘一线的广大职工提供一个展示才华和操作能力的竞技舞台，激发广大测绘工作者学知识、学技能的工作热情，鼓励广大测绘工作者钻研业务、创先争优，增强行业凝聚力和职业荣誉感，营造重培训、强技能、惜人才的良好氛围，为河南省测绘地理信息事业发展迈上新台阶提供有力的技能人才支撑。

“嘟……”一声响亮的哨声，瞬间点燃了赛场的激情。来自全省32支测绘队伍的64名选手齐聚一堂，激烈地展开了一场智慧与技能的巅峰对决。在高大楼宇的街巷，在郁郁葱葱的草坪上，在蜿蜒曲折的道路间，参赛选手们的身影如疾风般穿梭，每一次心跳都为胜利而努力……本期《特别关注》，记者带您一睹新时代河南省测绘人的风采和以赛促训的测绘故事。



## 确保赛事顺利举办

全国测绘地理信息行业职业技能竞赛是国家级二类赛事，是全国行业职业技能竞赛的重要组成部分。本次赛项为工程测量，分为理论知识考试和技能操作考核，侧重技能操作能力的检验。河南赛区选拔赛冠军单位将代表河南省参加国家级比赛，获得全国冠军可按照相关程序申报“全国五一劳动奖章”，对获得全国决赛前三名且是职工身份的选手，经核准可授予“全国技术能手”称号。

这场赛事的成功举办，将会激励全省更多测绘工作者走上技能成才、技能报国之路。

河南省自然资源厅党组成员、副厅长景志刚在大赛开幕式上指出，近年来，随着测绘地理信息技术与新一代信息技术的加速发展和深度应用，测绘地理信息对高技能型、复合型高端人才的需求更加强劲。举办这次技能竞赛，既是对全省测绘行业人才技能水平的一次全面检阅，也是提升行业从业人员整体素质、推动技术创新的重要平台，更是有助于在全行业营造尊重知识、尊重技能、尊重人才的良好氛围。大赛组委会以此次竞赛为契机，精心组织、周密安排、精准服务，确保把素质过硬、技艺精湛、作风优良的优秀选手选拔出来，在更高的舞台展现新时代河南测绘人的风采，助力“人人持证、技能河南”建设，为推进新时代中原更加出彩作出积极贡献。

选拔优秀人才参加全国决赛是全省测绘地理信息工作的一件大事，河南省自然资源厅党组高度重视，联合河南省人力资源和社会保障厅、河南省总工会，共同组建河南省测绘行业职业技能竞赛组委会，全面负责此次竞赛事宜。组委会根据自然资源部相关文件精神 and 河南省实际，制定了技术纲要、技能操作考核评分标准及理论知识考试大纲，邀请行业资深专家深入解析操作要点，为竞赛的公平性与专业性保驾护航。同时，组委会为选手们准备了充足的防暑降温物品和医疗保障措施，确保他们在高温环境能够保持良好的身体状态和精神状态。组委会下设裁判组、技术组、仲裁组、会务组、综合组、设备组、医疗保障组、宣传组等，共计100余人，各组各司其职，齐心协力，全力保障竞赛的各项事务有序开展。

为确保赛事公平、公正，组委会邀请省内知名高校教授、行业专家组成裁判组，成员名单保密至最后一刻，赛中施行裁判组与参赛队隔离管理，全程封闭。“我们要对得起每一位参赛选手的辛勤付出，经得起



历史的考验。”裁判长王同合对裁判组成员提出严格要求。

据介绍，在理论知识考试环节，组委会精心准备A、B两种卷面，相邻座位的试卷考题各不相同，从技术层面有效杜绝舞弊行为；在技能操作考核环节，一支队伍派一个裁判员，全程跟踪打分；对地图制图的评卷采用软件和人机交互方式，更为科学、严谨，尤其是参赛选手得分最高的前几名，裁判组内部会进行不记名评分，确保竞赛的公平、公正。

## 同场竞技展风采

“理论考试正式开始。”8月23日晚上，随着裁判长清脆响亮的哨声，比赛正式拉开帷幕。

理论知识环节重点考查测绘法律法规、职业道德及测绘基础知识、工程测量学等相关内容。早已潜心苦练多日的选手们端坐考场，个个信心满满。每一个答案都是他们日夜学习的结晶，每一道题目都承载着他们对测绘事业的深情。

“我在笔试部分考得挺好，希望在外业技能实操环节仍然能够正常发挥。”第一个迈出考场的河南省地图院参赛选手张欢自信地说。

8月24日，由于天气炎热，为保障竞赛顺利进行，组委会将外业比赛时间提前到早上6时40分开始。尽管时间提前，但参赛选手早早就等候在竞赛场地检录处，有序领取仪器。

外业技能操作考核内容为1:500外业数字测图，要求每轮的两名队员在特定区域，按照1:500外业数字化测图标准，根据场地实际情况，在规定时间内完成首级控制测量、图根加密测量、碎部点采集、草图绘制、数据传输等外业全部赛事内容。90分钟为一轮，然后两人交换角色，再进行一轮90分钟测量。一场3



个小时的比赛，高温天气、高强度作业，考验着选手的体力、耐力、效率与精度。

“快点儿！我们去最右边那个点位。”比赛一开始，河南省遥感院选手张永明扛起仪器冲队友大声说。刹那间，赛场上各队选手如同离弦之箭冲到外业测图场地，占据最有利的观测点位。仪器架设、图根点测量、碎部点测量……一个环节接一个环节，每一个动作都精确而迅速。

“路！”“下一个！”“房角！”“好！”参赛队友之间的喊话简洁、有力，他们配合默契，一听到同伴的声音或者看到挥动的手臂，便心领神会迅速开始下一步骤。

8月下旬的天气，“秋老虎”仍在持续发威。蒸笼一般的高温下，紧张快速的竞赛节奏，不一会儿选手们便湿透衣背、气喘吁吁。汗水流进眼睛，酸涩难耐，但见他们用手随意一抹，眯着眼紧紧贴近观测孔，瞄准特征地物点，精准输入坐标、快速读数、认真记录，片刻不停。一个支站点结束，迅疾扛起仪器，冲向下一个支站点。他们的眼神坚定，手上动作熟练而有力，每一次成功测量，都是对队友信任的回应，对胜利的渴望。

“天气异常炎热，这次竞赛是对参赛队员身体与专业技能的双重挑战。不仅需要应对高温天气，还需保

持高度的注意力与精确的操作，任何细微差错都可能导致测量结果的差异。”裁判员肖海红说。

突然，一个意外闪现在中核勘察设计研究有限公司选手聂子良身上。由于体力严重消耗，加上奔跑速度过快，聂子良不慎滑倒，左手大拇指摔在水泥地上，很快肿了起来。医护人员现场紧急处理后，他马上又投入比赛。“不能因为我的一点小伤，拖了队友的后腿。”赛后，聂子良斩钉截铁地说。

赛场上，因为天气炎热，有的选手出现呕吐、头晕等症状，他们接过医生手里的藿香正气水仰头喝完，二话不说就跑回比赛点，唯恐落后。

“测量是有技巧的，比如这条弧形道路，只要选好角度，直接测量一侧，另一侧就出来了，会节省不少时间。”裁判员杨丽一边记录成绩一边提醒选手，“外业提前一分完成，成绩就奖励一分。”

随着选手们陆续完成比赛任务，各参赛队员急匆匆返回数据处理区，展开内业编图环节的比拼。他们要在一个小时内，通过展点、连线等手段，运用线条、文字、图形等要素编绘1:500地形图，准确展示出采集区域的地物地貌信息和地形元素等。

“嘟……”随着裁判的哨声响起，所有选手都停下了手中的比赛项目。紧接着，裁判员快速地审核数据、计算成绩。彼时，赛场上的气氛达到前所未有的高潮，所有人的心都提到了嗓子眼。

当裁判长宣布竞赛结果的那一刻，整个赛场沸腾了，现场选手和观众用最热烈的掌声和欢呼声庆贺这场精彩纷呈的比赛圆满完成。

### 为河南测绘增光添彩

高温酷暑并未阻挡河南测绘精英们的热情与脚步。他们扛着精密的测量仪器，穿梭于复杂的测试场地中；或立于烈日之下，精准读取每一个数据；或俯身于草丛，细致地标记每一个点位。汗水浸湿了衣衫，却丝毫没有减缓他们前进的步伐。他们不畏艰难，勇往直前，用实际行动诠释了河南测绘人的责任与担当。在高温的炙烤下，每一滴汗水都是对测绘事业的热爱与执着；每一次精准的测量，都是对专业技能的精湛展现。

比赛期间，裁判团队秉持公正、公平、公开的原则，对每一位选手的表现进行了严格而细致的评判，确保了竞赛的权威性和公正性，为选手们提供了一个展示自我、挑战自我的良好平台。

在大赛闭幕式上，河南省测绘地理信息技术中心



党委书记、主任郭幸生宣读比赛获奖情况：经过三天激烈角逐，最终评选出郭晴晖、聂子良、张永明等一等奖6人，李朝亮、杜鹏超、杨金良等二等奖10人，徐金华、李冠南、记勇泽等三等奖17人。获奖选手不仅展现了高超的技能水平和扎实的专业功底，更用实际行动诠释了测绘行业“精益求精、追求卓越”的精神风貌。

此次竞赛还颁发了优秀裁判员、优秀组织奖、突出贡献单位等奖牌和证书。河南省遥感院荣获冠军选手单位，将代表河南省参加第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛。

“感谢组委会搭建的竞赛平台，感谢河南省遥感院领导的支持，比赛虽然很累，但动力满满，收获颇丰。”一等奖获得者郭晴晖，话语中充满了感激与自豪。在比赛过程中，郭晴晖不小心被钢尺划破手指，一时血流不止，但他没有丝毫动摇，用卫生纸简单缠绕下，又继续投入比赛，直至夺得全省第一名的战绩。

“我们精心策划，先吃透技术大纲，掌握好规则，并选择适合的训练场地，白天与夜晚都投入了高强度的学习与实训，特别针对竞赛特点加大了数据采集难度，全面提升队员的能力。”比赛过后，河南省遥感院领队范高林分享了团队的集训经历。

荣誉证书在阳光下闪耀，掌声在赛场上久久回荡。获奖选手们捧着红彤彤的荣誉证书，脸上洋溢着自豪与喜悦。他们用实力证明了自己，也为河南省测绘地理信息行业的发展贡献着自己的力量。

大家心里清楚，在这场竞赛中，每一位选手都是胜利者，因为他们展现了测绘人的工匠精神，传承着精湛的测绘技术。

为了准备此次比赛，很多单位选手提前两个月就开始着手进行专项练习，有的单位还邀请软件技术专

家对参赛选手进行指导。

“只要天气允许，我们每天坚持至少5个小时以上的外业训练，晚上再继续完成理论学习。”河南省地图院参赛选手张欢获得了一等奖，他告诉记者，“训练时，我们严格控制仪器架设时间，GNSS接收机争取30秒内架设完成，全站仪争取40秒内完成。”同时，起算点坐标数据输入与其他工作穿插进行，尽量不占用竞赛时间，采集速度也努力达到40分钟采集300个细部点以上。

提起赛前训练，一等奖获得者聂子良侃侃而谈：“在数据编辑训练中，我们特别重视速度提升，要求参赛队员在30分钟内完成数据编辑，剩余时间进行数据整理和自我检查，确保成果质量。在速度训练中，我们对软件的每一个命令、每一个键盘、每一个快捷键、每一个符号都进行了专项训练，‘争分夺秒’这个词语已无法形容我们对时间的渴求。”

“一场90分钟的训练，我们通常能搬五六个站点。这次比赛地物复杂、测量点位多，我们却搬了10个支站点，只有拼了命奔跑，才能在规定时间内完成。”郑州市规划勘测设计研究院有限公司选手王健峰说。

多名参赛选手表示，此次竞赛将成为他们提升自我、勇往直前的崭新起点。下一步，他们将紧密围绕测绘“两支撑、两服务”工作定位，锐意进取，突破自我，致力于测绘技术的深入钻研和创新实践，以全面提升个人及团队的专业技术能力为目标，为建设一支更加强大的测绘地理信息人才队伍而不懈奋斗。

“我将以此次竞赛为契机，不断完善备训方案，巩固强项，补齐弱项，抓紧练习，追求卓越，争取在全国大赛中有更佳表现，为河南争光！”即将代表河南省参加第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛的郭晴晖满怀信心。☑



## 河南省地理信息产业融合发展交流会在郑州举办

9月19日，河南省地理信息产业融合发展交流会在郑州举办。河南省地理信息产业协会领导杜清华参加会议。

会议指出，要坚持加强技术创新，突破关键技术瓶颈，推动地理信息技术向更高水平发展。要深化北斗系统应用推广，提升行业整体竞争力。要加强行业内外交流合作，构建开放合作的良好生态。要注重人才培养与引进，为地理信息产业发展提供坚实的人才保障。同时，河南省地理信息产业协会、河南省测绘学会要紧密团结广大测绘企业、科研机构、专家学者，以新质生产力发展为引擎，携手并进、开拓创新，为中国式现代化建设河南实践贡献应有力量。

会议强调，地理信息产业不仅是技术创新的竞技场，更是服务国



家战略、助力经济社会发展的重要力量。要以技术创新为引领，以融合发展为核心，以人才培养为支撑，不断拓宽地理信息应用领域，深化与各行业的融合互动，为“智慧河南”建设提供技术保障和数据支撑。

会议发布了“地信宝·时空信息产业综合服务平台”，作了

《DBD改造方案及相关产品介绍》《SuperMap GIS 空间智能软件技术创新进展》《AI赋能、创新驱动，构建新一代人机共智数据中心底座》等专题报告，为2024年第一期“地理信息公益大讲堂”优秀课程一、二、三等奖获得者颁奖。

☑ (本刊记者 栗荣晓)

## 鹤壁淇河国家湿地公园确权登记成果通过省级验收

9月10日，河南省自然资源确权登记局组织专家在鹤壁市对全省首批省级核查对象——鹤壁淇河国家湿地公园自然资源统一确权登记调查成果进行验收。

验收会上，来自河南省地质矿产勘查开发局第三地质勘查院、河南省国土空间调查规划院、河南省地质研究院、河南省地球物理空间信息研究院的专家们听取了项目汇报，审阅了有关成果资料，经质询和讨论，一致认为项目提交的成果资料齐全、规范，技术路线合理，工作方法正确，质量保障措施得当，技术指标符合有关规范要求；项目提交的文字成果内容完整、逻辑清晰，表格成果整理规范、关联信息

准确，图件成果要素完整、图面整洁、图式符号选择正确，数据库成果格式正确、结构合理、数据准确，符合相关标准要求，同意项目通过验收。

在项目执行过程中，承建单位河南省金地遥感测绘技术有限公司充分发挥测绘专业优势，通过多部门协同作业，收集整理了自然资源、生态环境、水利、林草等部门的21类相关资料，并依托先进的技术手段和分析方法，编制了详尽的工作底图，确保自然资源空间分布和基本信息准确无误。

同时，项目组按照既定作业流程，顺利完成登记单元预划审核、首次登记通告发布、内业调查、关

联信息核实、实地补充调查、调查成果上图以及数据库建设等一系列关键任务，最终形成了包含成果数据库、登记单元图、地籍图、专题图及多份文字材料在内的完整项目成果。

此次鹤壁淇河国家湿地公园自然保护地确权登记项目的顺利完成，不仅精准界定了自然保护地内各类自然资源资产的产权主体，划清了“四个边界”，为自然资源的有效监管、严格保护和所有者权益行使提供了坚实的产权支撑，也为鹤壁市自然资源和规划局后续全面推进水流、森林、矿产等其他自然资源的统一确权登记工作奠定了坚实基础。☑ (河南省遥感院 陈朝阳)

## 河南省测绘地理信息技术中心驻村工作队扎实开展消费帮扶工作

为进一步巩固拓展脱贫攻坚成果，充分发挥驻村帮扶工作队乡村振兴主战场的重要作用，近日，河南省测绘地理信息技术中心驻固始县刘营村工作队聚焦消费帮扶，突出“原汁原味原产地”，打造城市乡村联动模式，打通产品源头和终端消费，解决农产品销售问题，以实际行动解民忧、纾民困、助增收，筑牢乡村振兴基石。

积极联系，做好对接服务。河南省测绘地理信息技术中心消费帮扶通知下发后，驻村工作队第一时间与刘营村“两委”人员召开工作推进会，对各项工作进行分工，明

确目标、责任人及完成时限。驻村工作队与河南省测绘地理信息技术中心所属单位积极对接，推介刘营村花生油、菜籽油、土鸡蛋、手工红薯粉条等农特产品，动员广大职工通过“以购代帮”的方式，参与到消费助农的热潮中，以实际行动助力乡村振兴。

源头卡控，严把供货质量。驻村工作队将食品安全作为开展消费帮扶工作的重中之重，始终紧盯油产品、鸡（鸭）蛋、土鸡等质量，对收购、包装、配送等关键环节进行全过程跟踪监管。结合路途较远的实际问题，驻村工作队提前协调，

做好联系和路线规划，保证送达的农产品新鲜优质。通过严把供货质量，打造产品口碑，确保农产品卖得好、叫得响、走得远。

主动作为，统筹各项重点。驻村工作队利用节日契机，主动作为，以实际行动帮助村民拓展销售渠道，定点采购刘营村16万元农副产品，带动80户群众每户增收约2000元，让农特产品“走出村，迈进城”，有效拓宽了乡村产业发展新路径，为持续巩固拓展脱贫攻坚成果，助力乡村全面振兴贡献力量。☑（河南省测绘地理信息技术中心 李永利）

## 光山县实现大比例尺地形图全域覆盖

9月6日，由河南省遥感院、河南省测绘院等6家单位共同完成的“光山县全域地形图测绘项目”通过河南省自然资源厅组织的专家组验收，这标志着光山县实现了大比例尺地形图全域覆盖。

会上，来自战略支援部队信息工程大学、中国测绘科学研究院、北京师范大学、河南省国土空间调查规划院、河南农投产业投资有限公司及郑州数据交易中心等单位的专家认真听取了项目汇报，审阅了有关资料，经质询和讨论，一致认为项目提交的资料齐全、规范，符合验收要求；项目依据充分，技术路线正确，施测方法可靠，成果质量满足有关技术标准，符合合同约定，同意通过验收。

据介绍，光山县全域地形图测绘项目完成了光山县原有城区100平方千米1:500地形图更新，全县域乡镇建成区以及村庄集中建



设区500平方千米1:1000地形图制作，城区和乡镇建成区及村庄集中建设区外1235平方千米1:2000地形图制作，全县域1:2000地形图数据库建设，城区100平方千米1:500比例尺数字高程模型和正射影像图制作，以及城区外1735平方千米1:1000比例尺数字高程模型和正射影像图制作等内容。

光山县全域地形图测绘项目丰富了地理信息数据要素，加快了新型基础测绘体系和实景三维光山建设进度，推进了光山测绘地理信息事业转型升级，为“智慧光山”建设打造了统一的时空基底，对全面提高光山县测绘地理信息的保障能力和服务水平有着重要意义。

☑（光山县自然资源局 金维峰）

# 河南省测绘院： 辉煌七十年 创新向未来

在历史的长河中，河南省测绘院如同一颗璀璨的星辰，熠熠生辉。

河南省测绘院是河南省测绘地理信息技术中心所属正处级公益一类事业单位，前身可追溯至1954年成立的总参测绘局第一地形测量队。这是一支承载着悠久历史和光荣传统的队伍，早在1959年，便以卓越的贡献被国务院授予“全国工业、交通运输、基本建设、财贸方面社会主义建设先进集体”称号，该院代表更是荣幸出席了全国群英会，接受了周恩来总理亲自授予的奖旗。

时光荏苒，荣誉不断。1977年，该院被国家测绘总局授予“学大庆先进集体”，1998年荣获“全国测绘质量受表彰单位”。作为首批荣获国家甲级测绘资质和通过ISO9000质量管理体系认证的重点测绘单位，河南省测绘院在2006年和2010年分别被国家人事部和国家测绘局联合授予“全国测绘系统先进集体”。2010年3月，被河南省人力资源和社会保障厅、河南省测绘局授予“全省测绘系统先进集体”。2016年，被河南省总工会授予“五一劳动奖状”，并在2019年、2022年荣获“省级精神文明单位”。

作为原国家测绘局数字化生产基地骨干单位之一，河南省测绘院与武汉大学、河南理工大学、黄河水利职业技术学院等众多院校建立了科研教学示范基地。其完成的项目屡获殊荣，包括省部级科技进步



奖20余项、地厅级科技进步奖40余项、省级优质测绘工程奖80余项，以及软件著作权50余项。

在新时代的征程中，河南省测绘院肩负河南省现代测绘基准建设与维护的重任，致力于卫星导航定位基准服务系统的建设、运行、维护和应用，研发了基于北斗+5G的自然资源管理服务系统、地质灾害监测系统、120应急保障系统、智慧车辆调度管理系统、烟草物流配送线路规划智能管理系统、北斗智能农机管理系统以及实时大气监测系统应用，为自然资源管理和经济社会发展提供了高精度导航定位支撑。

此外，河南省测绘院还承担着全省永久性测量标志的普查维护、1:1万地形图更新、新型基础测绘地理信息数据的采集加工处理和开

发利用，以及地理国情基础性年度监测及专项监测等公益性基础测绘生产任务。

在履行基础测绘生产职责的同时，河南省测绘院立足河南，放眼全国，在国土空间规划、实景三维建设、时空大数据平台、自然资源资产离任审计、矿山动态监测及地质灾害监测预警、城市轨道交通勘测、全域土地综合整治、山体立法保护、生态修复等专业领域，为自然资源、农业、水利、林业、交通、文旅、能源等部门提供了坚实的测绘保障服务。

七十年风雨兼程，河南省测绘院以不懈的创新和卓越的贡献，成为我国测绘领域的领军者。在未来的道路上，该院将继续以科技创新为驱动，为我国测绘事业的发展贡献智慧和力量。☑

# 河南省遥感院： 五十年初心不改 新时代再铸辉煌

河南省遥感院成立于1974年5月，是河南省自然资源系统公益一类事业单位，是首批国家甲级测绘资质单位，亦是河南省最大的测绘地理信息单位之一。全国自然资源系统先进集体、河南省青年文明号、工人先锋号等荣誉，见证了河南省遥感院五十年的辉煌与卓越。

辉煌铸就与人才汇聚密不可分。河南省遥感院目前有在岗职工324人，其中专业技术人才306人，本科及以上学历260人。曾诞生大国工匠1名、全国及河南省五一劳动奖章8名、自然资源部高层次科技创新人才1名、全国及河南省测绘地理信息技术能手8名、注册测绘师24人，高级以上工程师37人，是一支高素质、能力强、拉得出去、能打硬仗的测绘劲旅。

河南省遥感院主要承担“河南一号”卫星及全省航空航天遥感影像数据的获取、统筹、处理、分发和应用服务，以及测绘地理信息应急服务保障、全省基础测绘的航测遥感等工作，同时支撑保障遥感动态监测监督预警、国土空间用途管制和生态保护修复等，不断引领河南省测绘地理信息行业创新发展，为全省自然资源和社会经济高质量发展注入强劲的“星”动能。

近年来，河南省遥感院不断提高测绘保障服务能力，牵头组建了河南省自然资源卫星应用技术中心，实现资源、高分等系列遥感卫星数据的常态化接收。2022年8月，牵头完成“河南一号”卫星发射，

实现全省亚米级遥感卫星资源双月覆盖；协助河南省自然资源厅联合相关厅局发布了《河南省遥感影像成果应用统筹管理办法》，全面保障全省遥感影像数据成果需求；自主研发了河南省自然资源卫星应用云服务系统，打造了全省首个卫星遥感综合服务平台，实现海量遥感数据的一站式查询申请、共享分发、在线服务、监测应用等，让用户能够像用水、用电一样使用卫星数据。

作为河南省唯一的省级骨干应急救援测绘保障单位，河南省遥感院建立了河南省应急测绘保障服务中心，为河南“7.20”特大暴雨、北京“杜苏芮”台风等突发灾害提供了及时精准的应急测绘服务，多次受到应急管理部、河南省应急管理厅等单位的高度赞誉；积极推动实景三维河南建设，高规格编制了实景三维河南建设总体实施方案、总体技术方案、质量控制方案和系列专业技术设计文件。

在创新驱动发展战略引领下，河南省遥感院成立了河南省遥感大数据工程技术研究中心，与河南省科学院强强联合，共建河南省空天信息智能处理与集成应用工程研究中心。同时，两大省自然资源科创中心和遥感大数据与时空信息科创团队并肩作战，围绕天空地网遥感监测体系，不断开展技术创新，以科技之光，照亮测绘地理信息事业发展之路。近年来，河南省遥感院荣获省部级科技进步奖、优质工程奖33个，厅局级奖项更是多达百余个，拥有软著60余个，申请发明专利9个，发表核心期刊论文60余篇，科研硕果成绩斐然，展现出强大的科技创新实力。

继往开来谱新篇。河南省遥感院将以更加开放的姿态、更加务实的行动，用科技创新为河南省高质量发展“蓄势赋能”，用卫星“天眼”守好河南的绿水青山，努力绘就中原大地更加美好的明天。☑



# 河南省地图院： 以地图之光 引领璀璨未来



在广袤的中原大地，有一家以地图为核心，服务社会发展的机构——河南省地图院。成立于1975年的河南省地图院，是一个集甲级测绘资质、省级精神文明单位和省级卫生健康先进单位等荣誉于一身的实力派，多年来稳居河南省地理信息产业30强，展现出深厚的行业影响力。

河南省地图院的业务范围广泛，涵盖摄影测量与遥感、工程测量、界线与不动产测绘、地理信息系统工程、地图编制、互联网地图服务、大地测量、测绘航空摄影等多个领域。作为一个综合性机构，河南省地图院不仅具备内外业、地图编制、平台研发等多方面能力，还拥有国家级测绘青年科技带头人、河南省测绘科技带头人、正高级工程师、高级工程师和注册测绘师等一大批专业技术人才，大家戮

力同心，共同编织一幅幅精美的地图，记录自然的脉络，描绘社会的变迁。

河南省地图院紧跟科技潮流，引入先进的固定翼、多旋翼无人机，GPS、全站仪、电子水准仪等先进设备。同时，依托强大的软件支持，如全数字摄影测量工作站、集群式影像处理系统和各类专业制图编图软件等，构建起集内外业、地图编制、平台研发于一体的综合性体系，使得服务支撑更为高效、精准。

河南省地图院始终秉持“三服务、三支撑”的要求，主动服务全省自然资源调查监测、确权登记、土地交易、军民融合等工作。该院研建的土地地选云平台，成功解决了土地市场全省不联动、信息不对称、互动不全面、竞争不充分、流程欠优化等一系列问题，实现了土地资源价值的最大化。同时，该院

还长期承担中央领导来豫调研及省内各种政务用图的保障工作，通过技术不断提升，将政务用图应急保障工作日常化、简单化。此外，由该院承建的河南省地理信息公共服务平台连续10年被自然资源部评为五星级节点，目前正在与河南省政务大数据中心合作，共同打造全省统一的空间基底数据。

在数字政府建设与自然资源管理的需求驱动下，河南省地图院积极拥抱新技术，勇于探索，注重创新，不断推进新型基础测绘、实景三维建设等重大项目。通过引进新技术、新方法，河南省地图院在多个领域取得了突破性进展，近百项地理信息成果荣获国家级、省级测绘科技进步奖、优质测绘工程奖，展现了其在技术创新与应用上的卓越实力，被中华全国总工会授予“工人先锋号”等称号。☑

# 河南省地理信息院： 科技之光，引领地理信息新篇章

在河南省科技版图上，河南省地理信息院犹如一座矗立的灯塔，以其卓越的技术实力和丰富的项目经验，引领着河南省乃至全国地理信息行业的创新与发展。

作为正处级公益一类事业单位，河南省地理信息院肩负着河南省1:1万基础地理信息更新、基本比例尺测绘档案资料馆藏及基础地理信息分发服务等公益性任务，为河南省乃至全国的经济社会发展提供了坚实的数据支撑。凭借国家甲级测绘资质的优势，河南省地理信息院的业务范围从大地测量、测绘航空摄影到地理信息系统工程、地图编制，再到导航电子地图制作与互联网地图服务，涵盖新型基础测绘、自然资源信息化、智慧城市建设等领域，不仅展示了其在地理信息领域的全面实力，更为河南省乃

至全国的地理信息行业提供了强大的技术支持。

河南省地理信息院汇聚89位精英，其中教授级高工4人，高级工程师37人，注册测绘师15人。他们不仅是技术的深耕者，更是创新的实践者。该院拥有河南省时空地理信息院士工作站、河南省自然资源科技创新中心（时空大数据与云平台建设研究）等多个高水平创新平台，参与了一系列重大科研项目，如测绘自主可控国家示范工程、河南省自然资源综合监测技术体系构建等。

近年来，河南省地理信息院在数字城市建设、国土空间基础信息平台研发等方面成就显著。该院研发的河南省国土空间基础信息平台、河南省军用地理信息保障服务平台、河南省省级空间规划信息平

台、河南省精准扶贫移动管理系统等40余个典型示范应用平台和系统，为政府机构和行业提供了强大的基础地理信息技术支撑。

荣誉满载，赞誉无数。河南省地理信息院以卓越的技术实力、丰富的项目经验和高度的社会责任感，赢得了国家测绘科学技术二等奖8项、省部级科技进步二等奖2项以及省级测绘科技进步奖、优质工程奖50余项等多项荣誉，先后荣获“第一次全国地理国情普查先进集体”，被授予“工人先锋号”“青年文明号”等称号。

河南省地理信息院不仅是地理信息的守护者，更是科技创新的引领者。未来，该院将继续秉承科技创新、服务社会的宗旨，为经济社会发展提供更高质量的地理信息支撑，书写新的辉煌篇章。☑



# 思源时空科技(河南)有限公司： 专一·专注·专业



2016年,思源时空科技(河南)有限公司(以下简称“思源时空”)扬帆起航,为各行业用户提供专业的新型时空数字信息服务和地理信息软硬件解决方案。

作为国家认定的高新技术企业和科技型中小企业,思源时空不仅是中国地理信息产业协会会员单位、大疆无人机河南省金牌代理商,还取得3A级信用企业、AAA级重合同守信用企业,拥有多项软件著作权、实用新型国家专利,以及甲级测绘、乙级土地规划、乙级农林行业设计、乙级工程勘察等多项行业资质,连续多年被评为河南省地理信息产业二十强、中国测绘地理信息行业百强商家等。

思源时空坚持用实力铸就行业标杆,用实力诠释“专一·专注·专业”的企业精神,深耕时空信息数字服务领域,创新探索全景全息地理信息+低空数据应用,为各行业

用户量身定制实景三维建设、生态环境保护、时空数据治理、二三维可视化、数字孪生应用、无人值守巡检预警等解决方案,为测绘行业创新发展注入了强劲动力。

思源时空,拥有一支120人的专业技术团队,配备了各种先进的仪器设备,用于航空摄影测量的固定翼无人机、大疆多旋翼无人机、睿铂倾斜相机、禅思相机、机载激光雷达、高性能航测数据处理工作站、EPS三维测图软件等一应俱全,确保数据采集处理精准高效。在水下及海洋测量、三维建模领域,思源时空紧跟行业技术潮流,不仅拥有单波束无人船、多波束测深仪等高精设备,还引入站式三维激光扫描仪、手持SLAM等先进装备,同时有多套GPS接收机、全站仪、手持测距仪、电子水准仪、地下管线探测仪等传统测量设备保驾护航,无论空中还是水下,都能为各类复

杂工程提供坚实的技术支撑。

历经多年发展,思源时空已成功实施战略聚焦和业务升级,发展足迹遍布全国,相继在山西和河南各地设立多家分公司,确保及时快速响应各地市场需求。同时,思源时空以前瞻性的战略眼光,投资成立了新疆思源时空科技有限公司、思源时空科技(甘肃)有限公司、思源时空科技(安徽)有限公司、河南拓康傲企业管理合伙企业、河南思清科技有限公司、河南迅维数字科技有限公司等子公司,进一步拓宽了业务领域与市场版图,构建起辐射全国的服务网络。

展望未来,思源时空坚持“以科技创新驱动低空经济、让时空数据创造无限可能”,以更精湛的技术实力、更贴心的客户服务、更开放的合作姿态,携手业界同仁,共同构筑高质量发展的地理信息生态系统,开启时空科技新篇章。☑

# 东网空间地理信息有限公司： 专注精测 护航中国速度

东网空间地理信息有限公司（以下简称“东网公司”），是一家专注提供“铁路行业勘察、设计、咨询、监测及高精度测绘”一体化系统解决方案的高技术服务企业，自2014年9月荣耀启航以来，专注铁路测量业务，以专业的技术团队、先进的测绘技术和设备、精益求精的工匠精神，迅速崛起为河南省高新技术领域的璀璨明星。

作为河南省市场信用评价AAA级单位，东网公司在业界树立了诚信经营的标杆，同时还是河南省地理信息产业协会、河南省测绘学会理事单位，铁路运输行业产教融合共同体理事单位，安徽商会理事单位，郑州市管城区明星企业；通过了ISO9001质量管理体系认证、职业健康安全管理体系认证及环境管理体系认证，在多个维度展现了卓越的实力和影响力。

专注铸造专业。东网公司深耕轨道交通领域，专注从事铁路变形监测、精测网建网（复测）、高速铁路精测精调、大机捣固测量、水下测绘、管线探测等；拥有专业技术人员60余名，是一支设备精良、实力雄厚、经验丰富、作风过硬的测绘专业技术队伍。东网公司配备了0.5秒测量机器人、0.2/0.3mm电子水准仪、无人机、无人测量船、地质雷达等设备60余台套，与中国铁路郑州局、武汉局、太原局，以及广铁集团、铁路设计院、铁路工程局等单位均有广泛的业务合作，先后配合完成徐兰高速线、京

广高铁、郑阜高铁、郑万高铁、济青高铁等精测网复测。

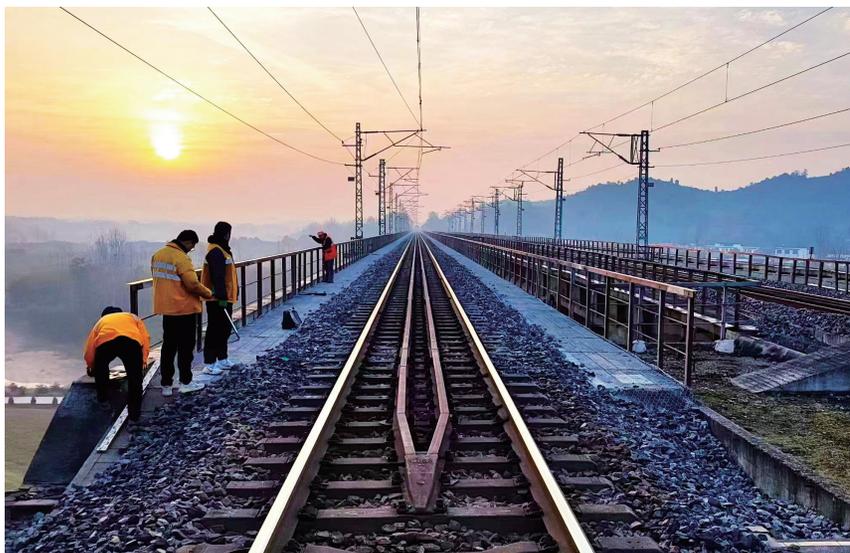
创新驱动发展。作为一家高新技术企业，东网公司注重“产学研用”融合发展，先后联合黄山学院、郑州铁路职业技术学院等科研院所构建“产学研用”共同体，积极开展科研项目并取得累累硕果；专注新技术、新设备在铁路交通领域的研究应用，积极拓展近景摄影、三维测量、自动化监测等领域的创新，自主研发的铁路沿线环境安全监测系统、铁路灾害预警系统、铁路执法现场勘验测量等技术手段，处于行业领先地位。

在追求企业发展的同时，东网公司不断承担社会责任。在郑州“7.20”特大暴雨期间，积极参与抢险救灾，为铁路正常运行提供了强有力保障。同时，多次向郑州慈善总会、蓝天志愿救援队捐款，关

心留守儿童体育发展，赢得社会各界的广泛好评。

十年风雨铸辉煌。东网公司先后荣获河南省优质测绘工程奖10余项，获得发明、实用新型、软件著作权等10余项；研究的关键技术荣获2023年河南省地理信息创新应用案例二等奖；连年当选河南省测绘学会先进集体、河南省地理信息产业协会先进单位；2024年更是获评地理信息产业最具活力中小企业，彰显了在技术创新与市场拓展方面的非凡活力。

中国高铁，以风为速，以轨为尺，丈量大国前行的步伐。十年来，东网公司见证了中国铁路的发展，与中国铁路同成长。未来，东网公司将继续秉承专业、创新、责任的企业精神，锤炼过硬本领，唱响奋进之歌，不断为铁路的安全运行与事业发展贡献力量。☑



● 线路复测

# 郑州市郑土测绘服务有限公司： 创新测绘服务 铸就城市发展基石

在郑州市，有一家测绘服务公司，它的名字或许并不为大众所熟知，但它的足迹却遍布这座城市的每一个角落。它——就是郑州市郑土测绘服务有限公司（以下简称“郑土测绘”），在测绘领域默默耕耘三十余载，为城市发展提供着精准数据支持，为城市的繁荣注入了源源不断的动力。

1993年4月19日，郑州市郑土测绘服务有限公司的前身——郑州市土地测绘服务部正式成立。作为郑州市自然资源和规划局下属的国有制企业，它承担着为城市土地管理和规划提供专业测绘服务的重任。2023年1月9日，随着业务的不断扩展和市场需求变化，公司正式更名为郑州市郑土测绘服务有限公司，标志着其从传统国有制企业向现代服务企业转型升级。

作为一家专业测绘服务公司，

郑土测绘不仅拥有乙级测绘资质，更是通过了AAA信用等级认证、ISO9001质量管理体系认证、ISO45001职业健康安全管理体系认证、ISO14001环境管理体系认证等一系列高标准的认证，确保每一项服务都达到国际化的专业标准，为客户提供可靠、高效、安全的测绘服务。

郑土测绘现有员工51人，其中测绘专业技术人员37人，包括高级工程师4人，注册测绘师4人，中级工程师23人，助理工程师8人。这样一支由资深专家和年轻技术骨干组成的人才队伍，形成了公司层次分明的阶梯式人才架构，不仅保证了技术的深度和广度，更确保了服务的精准性和高效性，为给每一个项目提供高质量的测绘服务奠定了坚实基础。

自成立以来，郑土测绘积极参

与众多国家、省、市级重大工程项目的测绘工作，不仅在国家、省、市级工程项目建设中扮演了不可或缺的角色，更在多个重大项目中发挥了关键作用。从郑州市连续运行卫星定位综合服务系统，到郑州至开封城际铁路、郑州至西安客运专线工程，再到郑州地铁轨道交通2号、3号线等多条线路以及贾鲁河综合治理工程项目、S312郑州境改建工程的测绘工作，郑土测绘的服务无处不在。这些项目的成功完成，不仅体现出公司卓越的技术实力和丰富的实践经验，赢得了省市级工程奖的荣誉，还为郑州市的城市建设提供了精准的数据支持，提升了城市的基础设施建设水平。

郑土测绘始终秉持“质量至上，客户至上”的宗旨，坚持以客户为中心，以质量为核心，不断追求卓越，竭诚为广大客户提供最满意的成果和服务。无论是技术解决方案的制定，还是在服务方案执行，郑土测绘都力求做到精益求精，确保每一个细节都能满足甚至超越客户的期望；无论是大型基础设施建设，还是日常的测绘服务，郑土测绘都以专业的技术和严谨的态度和优质的服务，赢得了客户的信赖和好评。

新时代大潮奔涌，郑土测绘将继续秉持初心，以科技创新为驱动，不断探索和实践，为推动测绘服务领域的进步和发展，为郑州市乃至更广泛地区的城市发展贡献自己的力量。☑



# 全国首宗面向L4及以上自动驾驶示范运营地图审图号发放

◎ 冯建奎

8月28日，广东省广州市规划和自然资源局向广州纤离科技有限公司发放全国第一宗面向L4及以上高级别自动驾驶运营的高精度地图审图号，推动实现自动驾驶汽车商业化和规模化应用落地。

据介绍，现有高精地图采集、生产与更新分别由不同的主体进行，安全难保证，导致高精地图生产效率低、成本高、更新慢。为填补国内审查技术空白，解决行业L4级自动驾驶运营“用图无号”问题，广州市规划和自然资源局颁布《广州市智能网联汽车基础地图审查要求》，并向广州纤离科技有限公司发放了全国首宗面向L4及以上高级别自动驾驶示范运营的高精度地图审图号。

自动驾驶技术的核心在于车辆能自主感知环境、做出决策并执行操作，而高精度地图作为自动驾驶系统的“眼睛”和“大脑”，提供了车辆所需的精确地理信息，地图数据不仅包括道路几何形态，还涵盖交

通信号、路标、行人等动态元素，为自动驾驶车辆提供了全面、立体的导航环境。目前，广州已经汇聚小马智行、文远知行、百度阿波罗、滴滴沃芽等领先的自动驾驶解决方案企业，以及广汽集团、小鹏汽车等主要汽车制造商。审图号的发放意味着地图制作单位可以合法进行地图公开使用，或交由车企、自动驾驶运营企业装车应用，对智能网联汽车高精度地图应用试点和自动驾驶企业规模化合规运营具有里程碑意义。

广州市规划和自然资源局副局长邓堪强表示，该局将按照“依法依规、安全可控、先行先试”原则，积极开展智能网联汽车基础地图数据采集与制作、存储传输、地图审核、地图服务和数据安全等全链路环节创新先试，同步健全完善相关服务与监管措施，探索完善支持智能网联汽车创新应用的基础地图管理服务体系，推动广州市智能网联汽车产业高质量发展。

☑（作者单位：广东省自然资源厅）

# 湖北武汉“城市智眼”云控平台正式上线

◎ 于江珮

8月29日，湖北省武汉市测绘研究院建设的“城市智眼”低空遥感监测系统正式上线，有助于支撑低空经济发展，升级云端大脑，构建管理动态网。

据了解，湖北省和武汉市相继出台了《湖北省加快低空经济高质量发展行动方案（2024—2027年）》《关于支持武汉市低空经济高质量发展的实施意见》《武汉市支持低空经济高质量发展的若干措施》，积极推动低空飞行保障体系建设，进一步夯实低空经济发展的基础条件，为低空经济产业发展提供了有力支撑。

武汉市测绘研究院大力开展“低空+遥感测绘”领域应用，建立了“城市智眼”系统。该系统包含“1+1+1+N”低空无人机遥感监测体系，即“一套低空无人机测绘遥感监测网络、一个低空无人机云控平台、一套人工智能算法库和N个典型应用场景”。该院通

过开展三维网格航线优化和立体安全监控方法等低空空域关键技术研究，搭建了集飞行控制系统、数据处理和分析系统、无人机服务管理中枢于一体的“城市智眼”低空无人机云控平台。在“城市智眼+”多业态场景应用方面，该院形成了“城市智眼”+测绘保障、耕地保护、建设项目管理等低空遥感解决方案，为谋划构建低空政务监管新模式，推动“城市智眼”与数字城市、数字政府的深度耦合提供了支撑。下一步，该院将立足“城市智眼”和数据底座，积极探索低空遥感技术闭环和业务闭环，重点围绕低空巡检、低空空域规划、低空监管、低空导航和低空遥感创新平台等赛道，打造低空遥感技术迭代高地和场景应用高地，推动形成“城市智眼”新质生产力。☑（作者单位：湖北省武汉市测绘研究院）

# 湖南长沙：数字世界里平地起高楼

◎ 范宏欢 彭小云

熙来攘往的人群、车水马龙的街道、高低错落的城市建筑……想象一下，当我们将整座城市搬到虚拟世界，轻点鼠标就能实时掌握城市运行情况，实现数字空间与现实空间的实时互联互通、在线治理，是不是像科幻电影一样不可思议？

如今，通过实景三维技术，这种曾存在于科幻大片里的图景，正逐渐在长沙变为现实。近年来，长沙坚持创新引领，加快探索构建新型基础测绘体系，持续推进实景三维长沙建设。目前，已建成覆盖长沙主城区 1000 余平方千米的城市级实景三维，构建了涵盖地上下、水上下、室内外全空间的实景三维数据体系，为长沙高质量发展提供了统一的空间定位框架和分析基础。

## 将立体城市搬进数字空间

“这是黄兴路步行街，地面上有几条斑马线都能看得清清楚楚。”近日，在长沙市规划勘测设计研究院（长沙市卫星应用技术中心），航测遥感数据部高级工程师王亚军正指着电脑屏幕，向笔者展示实景三维模型。只见他简单拖动鼠标，城市街道的各个角度便一览无余，每个地物要素的位置、高度、面积都可以在室内通过电脑精确测量得到。

什么是实景三维？作为一种新型基础测绘的标准化产品，实景三维也是国家新型基础设施建设的重要组成部分。简单来说，就是运用摄影测量、激光扫描、三维可视化、智能交互感知等新技术，将立体的城市搬进数字空间，尽可能地还原现实世界的真实面貌，把地图从 2D 变 3D，让城市“站”起来。

“实景三维建设，主要包括地形级、城市级和部件级三个层级。”王亚军介绍，地形级是最基础的，主要描绘山峦起伏等地形变化，服务宏观规划；城市级则更进一步，可以清晰地展现地表构建筑物，帮助实现城市精细化管理；部件级是对城市级的分解和细化表达，其空间粒度可以小到一根电杆、一个井盖，主要满足一些专业化、个性化应用需求。

## 实景三维技术赋能城市发展

二维纹理成“皮”，三维框架作“骨”，再叠加、融合各行业的管理数据，就形成“有血有肉”的实景

三维应用场景。

长沙市规勘院基础地理信息部高级工程师胡志超介绍，作为城市地理时空信息框架的重要组成部分，实景三维模型的应用前景非常广阔，不仅能用于可视化展示和虚拟漫游，还可为城市规划设计、城市精细化管理、文化遗产保护、应急救援等提供重要的空间信息支持。

例如在城市规划设计方面，实景三维可以为规划相关人员提供直观的地上地下一体化三维场景，帮助他们更好地理解和分析城市的空间结构和布局，做出最优的规划设计方案，同时有效防止了后期施工对地铁及地下管网的破坏；在城市精细化管理方面，融合物联网感知数据的实景三维，极端暴雨天气下可以实时预警和监测城市低洼区域积水情况，提前防范和疏散避险，有效保障城市交通安全、减少财产损失，保护市民生命安全。

“我们打造了长沙地铁 5 号线鸭子铺站的部件级实景三维模型，可以模拟不同场景下乘客在地铁站内的集散交织行为，评价诊断过道、扶梯、出入口等通道设施空间位置大小设置的合理性，进一步助力地铁站点交通研究。”该院高级工程师刘令介绍道。

依托实景三维数据，长沙还成功构建了一套高效的建筑和建筑风貌品质综合管控系统，在完整呈现长沙“山、水、洲、城”之美的同时，实现了对城市建筑风貌的精准把控和精细化管理，确保新建建筑与周边环境和谐相融，构成城市独特的风景线。

“2020 年至今，该应用成果已陆续服务长沙市报审项目方案审查各类会议 400 余次，实现 100% 建设项目三维辅助评审。其中，在长沙重点项目奥体中心选址中，通过模拟规划体育馆，在高度、色彩、周边环境配套、交通、地上地下空间、夜景亮化等方面进行模拟分析，辅助城市风貌管控工作从粗放式向精细化管理转型，助力美丽长沙建设。”长沙市规划信息服务中心工作人员周鑫介绍道。

据悉，在近日公布的湖南省实景三维创新应用优秀案例中，长沙市规勘院“实景三维与交通大数据模型仿真融合系列应用”“实景三维助力城市地下空间治理”，以及长沙市规划信息服务中心“基于实景三

# 陕西计划培育千亿级时空信息产业集群

◎ 常潇璐

近日，陕西省发展和改革委员会印发了《陕西省培育千亿级时空信息产业集群行动计划》（以下简称《计划》），时空信息产业将成为陕西省第9个培育千亿级产业集群。按照《计划》，陕西时空信息产业将构建“双核三区多点”覆盖全省的产业布局，以中国科学院国家授时中心园区、陕西测绘地理信息基地为核心区，以西安国家民用航天产业基地、临潼区、蒲城县为拓展区，辐射带动省域内众多行业领域时空信息智能服务示范应用。

《计划》提出，陕西时空信息产业的发展目标为，以时空信息全产业链发展为导向，瞄准高精度授时、卫星导航以及遥感卫星、时空地理信息市场需求，推进一批创新平台建设，构建智能化时空数据生产、汇聚、供给和应用全链条服务体系，着力突破时空关键技术、加快提升产业创新能力、优化完善产业生态、加速壮大产业规模、大幅提升国际竞争力，打造具有国际一流水平的千亿级时空信息产业集群。

为推动时空信息产业集群跨越式发展，陕西省将启动创新体系建设、关键核心技术攻关、高性能时空信息产品产业化、时空协同感知体系建设、时空协同支撑体系建设、专业人才汇聚、产业园区建设等八大工程。到2027年，初步形成时间频率产业、地理信息服务、导航与位置服务等时空信息产业为核心的产业集群，产业规模达到600亿元；到2030年，全省时空信息产业规模达到1000亿元。

根据《计划》，在陕西测绘地理信息局所在地区，要集中建设地理信息公共服务平台、北斗导航位置服务平台、遥感监测平台、测绘应急保障服务平台等新一代地理空间信息基础设施，聚集应急管理、水利建设、农业农村、交通运输、自然资源、生态环保等领域专业化时空信息服务公司，促进形成陕西省地理信息生产和应用生态圈。在产业园建设方面，将建设时空信息产业基地、国家地理信息服务出口基地，大力发展时空大数据产业化、高精度位置服务等时空信息服务产业，不断探索“北斗+”“+北斗”融合应用新模式，积极推动人工智能技术和时空信息在数字经济、智慧城市、灾害预防、生态环境、智能汽车、无人机等领域深度融合应用。

据了解，陕西省发展时空信息产业有着坚实基础和明显优势，不仅在工程测量、摄影测量、大地基准、北斗高精度位置服务等领域基础研究和应用研究居国内前列，还是全国重要的地理信息和空间数据科研生产基地，形成了较为完备的时空信息产业链。

参与《计划》制定的自然资源部第二地形测量队副队长吴晓春表示：“时空信息作为重要的数据要素，和政府治理、行业发展以及老百姓生活息息相关，政策的出台会推进相关企业加快发展，也为老百姓获取丰富地理信息提供了便捷途径，还将助力形成新质生产力、更好支撑陕西省高质量发展。”（作者单位：陕西测绘地理信息局）

维的城市和建筑景观风貌管控应用”案例入选十佳优秀案例。

## 2025年底初步建成实景三维长沙

“从无到有、从有到准、从准到精、从精到细，实景三维正逐渐向全市各个领域稳步推进……”长沙市自然资源和规划局负责人表示，未来，实景三维技术将不断向纵深发展，通过与人工智能、大数据、虚拟现实等技术融合，向智慧城市、自动驾驶、数字孪生、元宇宙等各个领域进行深入拓展应用。

一个全新的世界正在打开。根据《实景三维长沙建设实施方案（2023—2025年）》，计划在2025年底前完成实景三维长沙全部建设内容，基本建成生产高效、协调有序、动态更新的全市一体实景三维生产组织体系；初步建成“开放共享、按需服务”的实景三维应用服务体系；全面建立以基础地理信息获取全息化、实时化，处理自动化、智能化，服务网络化、社会化为特征的新型基础测绘体系。届时，实景三维也将为我们认识和表达世界的方式带来更多想象、更多可能。（作者单位：湖南省自然资源厅）

# 测绘科技创新赋能超大城市治理

## ——以上海市为例

◎ 王光耀

2020年11月12日，习近平总书记在浦东开发开放30周年庆祝大会上指出：“人民城市人民建、人民城市为人民。城市建设必须把最好的资源留给人民。要提高城市治理水平，推动治理手段、治理模式、治理理念创新，加快建设智慧城市，率先构建经济治理、社会治理、城市治理统筹推进和有机衔接的治理体系。”

习近平总书记在重庆考察时又指出：“治理体系和治理能力现代化是中国式现代化的应有之义，要强化数字赋能、推进城市治理现代化。”2019年颁布的《中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》，明确了构建什么样的国土空间规划体系，也对测绘地理信息工作提出了新要求，其核心就是要为全域全要素、陆海统筹、区域协调发展的国土空间开发保护提供统一的数据基底。

新时期国家对超大城市治理能力和自然资源管理的新要求，给测绘地理信息行业带来了新挑战、新机遇。把握住其中要义，以测绘科技创新顺应发展要求，才能真正履行好“两支撑、两服务”职责。

### 上海测绘发展阶段及城市建设治理对测绘的影响

和全国绝大部分城市测绘一样，上海的测绘技术也经历了模拟

测绘、数字化测绘、信息化测绘和智慧化测绘四个阶段。

模拟测绘阶段的服务领域主要是城市建设，以纸质、描述几何特性的测绘产品为主。20世纪80年代后期，伴随全球定位系统、计算机辅助制图、数据库技术的推出和计算机技术的普及，上海开始利用数字化手段采集、处理地理信息，形成数字高程模型、数字正射影像图、数字线划图、数字栅格图的4D产品。1999年，上海市测绘院正式向政府有关部门无偿赠送数字化图。2006年，上海市域数字正射影像生产完成，标志着数字化产品已全面覆盖上海测绘各领域。

随着信息高速公路计划和数字地球的提出，伴随互联网技术的发展，上海开始向信息化测绘转型。测绘逐步从地理信息的采集、存储、发布向分析应用发展，采集对象也不局限于空间地理位置，而是逐步叠加兴趣点等相关属性数据，各种地理信息系统和平台应运而生。产品表现形式也从二维转向三维，测绘服务对象也不局限于城市建设领域。代表性事件是2011年上海地理信息公共服务平台上线。

随着智慧地球、智慧城市理念的提出和大数据、云计算等技术的推广，海量数据、智能网联、智能控制飞行器等深入测绘领域，上海测绘进入智慧化阶段。上海市测绘

院应用天空地一体化手段采集多元数据，利用数字孪生技术再造一座城，形成了新型基础测绘体系和城市时空基底数字底座，开展了服务长三角一体化国家战略、服务城市精细化管理等应用场景建设。

上海市每一次测绘转型发展，都离不开新技术的影响，更离不开城市建设管理需求这个大背景。简而言之，测绘转型发展始终与两条主线紧密关联：一是技术发展，二是政府管理。两条主线中，技术发展的显示度较高，认知度统一；政府管理的相对显示度不高，认知度也较低，但其实这一主线对测绘转型发展的影响超越了技术影响。

上海测绘数字化转型和信息化、智能化发展，得益于上海浦东改革开放和上海市对信息化工作的大力支持。上海市政府于20世纪90年代初建立了年度基础测绘投入机制，促成上海数字地形图实现周期更新，为上海基础地理信息数据库建立及日后上海地理信息公共服务平台建设打下坚实基础。三维规划审批改革促成了上海市三维模型的构建，并且根据规划管理需要，构建了外滩、陆家嘴、衡复保护区等区域的超精细三维模型，形成了超精细、精细、标准、白模四类模型体系。国土资源动态变化发现的要求，又促成了上海市建立年度数字摄影测量航飞机制，积累了宝贵

的年度数字正射影像资料，促进了数字表面模型、数字高程模型产品的研发和使用。上海智慧城市建设的推进，也促进了新型基础测绘的发展。近年来，围绕上海市“一网统管”“一网通办”的要求，上海市测绘院在市、区、街镇、园区层面提供了数字孪生时空基底服务。

回顾上海测绘技术的发展，能明显看到政府管理对测绘发展的主导和影响。同时，上海测绘对城市建设和管理的有力支撑，也使政府对测绘工作的支持力度不断加大。

### 测绘面对新时期超大城市治理 必须作出创新转变

以往城市测绘服务领域以城市建设为主，兼顾规划和国土资源管理等。面对人民城市理念，面对数字赋能推进城市治理现代化，面对“两统一”带来的“多规合一”“多测合一”要求，测绘地理信息工作要进一步加强理念创新和科技创新。

首先要理念上创新，以管理逻辑指导技术逻辑；只有正确理解国家和上海市政府管理的要求，测绘技术才能有用武之地，测绘事业才能不断发展。在管理层面，国家在推进数字中国和美丽中国建设，上海在推进数字化转型和绿色低碳转型。习近平总书记在考察上海时强调的建设五个中心（国际经济中心、金融中心、贸易中心、航运中心、科创中心）、人民城市、城市高水平精细化治理等要求，对新时期测绘工作提出了更高标准。关注人的活动、城市各类资源配置、各类城市运行管理和服务等是城市治理的关键，基于此融合融通各类要素的泛在测绘，才是支撑和服务城市治理的发展方向。

在顺应政府管理要求基础上，



● 上海中心大厦规划测量

测绘要进行三方面科技创新转变：

一是要在技术手段和技术标准上进一步创新。基础测绘要从传统的点、线、面、体的空间物理属性测绘，进一步转变为地理空间的各种资源承载力和人的社会经济活动大数据的采集分析，并探索新的测绘产品及新的技术标准。

二是要在表达内容和方法上进一步创新。从对建筑物、构筑物、自然资源实体等的位置、轮廓、结构等的静态描绘，进一步转变为面向各类对象的全生命周期生长变化要素的动态表达，实现对城市治理的实时支撑。

三是要在服务形式和能级上进一步创新。从一次性供图、研建地理信息系统等基础性服务，进一步转变为“测绘+”的实时动态感知、虚实交互更新、追溯监管推演一体化的数字孪生物联解决方案服务。

### 测绘支撑超大城市治理的 攻关方向

从规划和自然资源角度来看，超大城市具有资源聚集度和利用率高、人口密度大、经济社会活动频

繁、要素结构复杂等特点。要更好支撑上海市规划和自然资源管理，更好支撑城市治理，测绘地理信息就要坚持“数据为王，算法为王，融合共建”，持续深化以上海城市数字孪生底座为代表的时空基底建设，为上海市委、市政府摸清城市建设成果家底提供支撑，并争取将所有获取的信息落到“一张图”上，指导城市治理。

一是要进一步围绕数据生产链，全过程开展数据治理，让数据活起来，让数据说话。

数字化转型、绿色低碳转型和自然资源“两统一”职责，客观上要求超大城市测绘不能只顾及物和物的几何关系，还要顾及物的自然属性、社会属性、经济特征等，更要顾及人和物的关系、人和地的关系，进而上升到人和自然资源、社会公共资源承载力的关系等。

在数据采集端，要在新型基础测绘基础上，围绕超大城市治理要求、围绕规划和自然资源管理要求，把数据采集从传统测绘关注的物及物的空间位置，拓展到物的属性和特征、物的社会经济要素上。

在数据存储端，要利用新的软硬件设施，安全有效地存储多元异构的海量数据，并结合自然资源部地理实体构建要求，完善上海地理实体的分类编码等工作，要结合规划和自然资源的管理逻辑，完善地理实体与管理要素的链接，使各类数据不仅条目清晰、检索便捷，更能够直接支撑资源管理，在此基础上向城市治理要素延伸。

在数据应用端，要进一步提高海量数据的发布速度和效率，使政府和社会用户能够及时使用。同时，要深入开展大数据分析和挖掘，充分利用历史数据和现势数据，结合总体规划评估、城市体检等工作，探索构建超大城市治理相关分类要素的分析模型和评价体系，通过合理的指标设计和科学的计算模型，为城市治理把脉，为资源科学配置提供指导性建议。

二是要进一步加强人工智能、深度学习等新技术的引进使用，深入开展变化发现和变化监测研究，推进基础测绘自动化更新技术研究。

随着自然资源管理标准不断提高和各类新技术的不断迭代，传统3S技术已经不能完全适应测绘“两支撑、两服务”要求，在服务管理和提升基础测绘能级两方面要加强算法的相关研究。

变化监测是测绘地理信息支撑自然资源管理的一项重点工作。实际工作中，变化监测的图斑发现与处理依然需要人工判别才能保证100%的正确处置率。传统的知识图谱方法不能满足自然资源管理的要求，因此要加强人工智能技术的引进使用，设计新的路径和探索新的计算模型开展变化发现和识别，争取进一步提高变化监测的自动化程度和准确率。

在基础测绘方面，“多测合一”机制的建立，大大推进了上海市基础测绘更新进程。虽然目前已使用天空地一体化手段提升了基础测绘效率和水平，但还存在大量野外人工作业。要探索使用人工智能和航测遥感各种新技术相结合，推进基础测绘快速变化发现、快速采集和出入库技术，进一步提高基础测绘效率，提高城市数字底座时效性。

三是要进一步加强物联感知、多元知识信息的融合，推进数字孪生技术在构建数字孪生城市中的实际应用。

智慧城市是城市精细化治理的重要基础，数字孪生城市是智慧城市的主要载体。上海已在花木街道、东方枢纽等区域构建了数字孪生平台，实现虚实映射、搭建应用场景功能。目前，上海数字孪生平台在地理信息数据层和服务层具备较强能力，但是在数据融合、物联感知、三维可视化表达方面还需突破。

数据融合方面，要探索城市多元数据的标准制定，结合部、市、局的工作要求，积极参与超大城市TIM（国土信息模型）标准的建设。同时，要探索BIM（建筑信息模型）、CIM（城市信息模型）、TIM（国土信息模型）在数字孪生城市中的融合。要结合“一张图”时空基底建设，主动融合城市治理的各类数据，为城市治理的“智慧大脑”提供综合数据保障。

物联感知方面，要加强物联网和传感技术的应用，结合“五个新城”（嘉定新城、松江新城、青浦新城、南桥新城、临港新城）及东方枢纽等区域的地下管线全生命周期管理，探索传感器布设和物联网传输感知技术，真正实现数字孪生仿真世界的动态感知。

三维可视化表达方面，要进一步提升地上、地面、地下三维模型一体化构建能力，进一步增强模型渲染效果，进一步研究轻量化发布技术，使大场景的模型展示快捷美观，满足超大城市不同管理层级的不同需求。

四要进一步在地图服务等领域加强众筹众源、共建共享。

人民城市人民建，人民城市为人民。城市治理的最终目标是为了人民，治理过程也需要人民参与。在上海市“15分钟生活圈”建设过程中，上海市测绘院在曹杨社区充分发动居民积极性，推出线上和线下结合的社区“15分钟生活地图”，最大程度发挥了社区公共资源作用。因此，测绘要更好支撑城市治理，就应结合社会热点和市民生活高关联度的项目，及时发布相关产品。同时，在相关信息发布平台建立人机交互友好界面，形成人人都能参与建设、使用成果的共建共享局面，进一步践行人民城市理念，也进一步推进社会数字化转型。

总之，超大城市治理体系和治理能力现代化，是一项复杂、系统的超级工程，而数字化、绿色低碳转型的总要求，给测绘行业带来的机遇大于挑战。作为城市时空基底的建设者和维护者，测绘人要坚持以国家和政府的管理逻辑为主导，以时空数据为基础，以科技创新为手段，融合城市治理和自然资源管理各种要素，调动社会各界共建共享，让多年积累的基础地理信息数据活起来，在融合多元数据基础上充分发挥城市治理和自然资源管理的数据要素作用，形成具有自主知识产权的数据资产，更好地发挥“两支撑、两服务”作用。□（摘编自《中国测绘》杂志2024年第5期）

# 基于PIE软件的遥感技术应用实践教学研究

王雪平<sup>1</sup> 李春锋<sup>1</sup> 李静<sup>2</sup>

(1. 河南水利与环境职业学院, 河南 郑州 450008; 2. 河南航天宏图信息技术有限公司, 河南 鹤壁 458030)

**摘要:** 遥感技术应用是一门对岗位技能要求较高的课程, 旨在培养学生掌握前沿理论和具备遥感实际生产应用的能力。然而, 鉴于我国遥感技术起步较晚, 目前国外遥感图像处理软件在教育和生产领域占据主导地位, 不利于我国遥感技术的自主发展和创新。因此, 聚焦遥感技术应用课程的实践教学环节, 以提升学生的实际生产能力为目标, 依托国产PIE软件, 基于生产流程, 通过“项目引领, 行动导向”教学, 树立使用国产遥感软件解决实际问题的意识, 构建国产遥感软件使用生态圈, 为遥感课程的实践教学提供借鉴和参考。

**关键词:** PIE; 遥感技术应用; 实践教学

## 1 引言

在国家高分辨率对地观测系统重大专项工程的持续推动下, 遥感技术获取的地理空间数据量日益增长<sup>[1]</sup>。因此, 对遥感大数据进行深度挖掘, 赋予其丰富的应用模式尤为重要。以此为契机, 从国家战略需求出发, 遥感领域急需培养具备业务理解、技术理解以及工程实践能力的高素质技术技能人才。高素质技术技能型人才培养的关键在于将课程的知识点和技能点相结合、将专业实践和生产过程相结合、将学科前沿与时代特性相结合, 实现教与产的有效转化。

遥感技术是一门综合性交叉学科, 实践教学主要依赖于遥感图像处理软件。当前, 在遥感技术应用课程实践教学过程中, 国外ERDAS、PCI、ENVI、eCognition、ArcGIS等软件占据主要地位, 这些软件的界面、使用方法与我国使用者的喜好不太贴合, 要求用户具备较高的逻辑能力和英语水平, 对于职业院校学生来说非常不友好, 对学生深入学习遥感技术应用产生了很大阻力。

近年来, 航天宏图信息技术股份有限公司坚持自主研发遥感数据处理软件, 取得了突破性进展, 其中, PIE系列包含从基础到高级的遥感数据处理软件, 拥有国内首个遥感云服务平台PIE-Engine, 聚集大量的国产高分辨遥感数据, 可以满足日常教学需求<sup>[2]</sup>。在当下软件国产化浪潮的推动下, 革新教学应用实践, 积极融入国产化数据资源和技术软件, 致力于提升学生运用国产软件处理国产数据的能力, 进而构建一套与时俱进的教学体系, 已成为刻不容缓的任务。

## 2 遥感技术应用课程教学中的问题及现状

### (1) 课程教学内容滞后

现在的遥感技术应用课程, 没有根据遥感行业技术发展情况及时更新教学内容, 未将学科发展的前沿技术更新到教材和教学中, 学生从课本或课堂中汲取的不是最新知识点, 难以做到学以致用, 与社会需求和实际应用不相符, 滞后于时代发展。

### (2) 实践环节脱离生产实际

当下, 遥感技术应用实践环节通常依据基于国外遥感软件使用说明书编写的实训指导书来确定, 依赖国外软件和技术, 涉及国内遥感处理软件的非常少, 与国内生产实际联系比较松散, 没能体现出最新的方法或技术, 缺乏最新的国产高分数据, 学生在实操过程中往往是照本宣科, 主观意识能动性不强。通过机械的实验环节, 学生难以掌握行业新技术和新方法。这样的教学模式容易导致学生对知识点的应用理解不深刻、学生脱离实验环境依然不能独立解决问题, 没有达到实验课的真正目的, 实验创新性较弱, 与生产过程脱节, 缺乏实时、动态更新, 与职业发展和岗位要求脱节。

### (3) 思政元素在教学过程中体现过少

对于非思想政治教育的专业课程来说, 也要依据专业性质和教学内容, 梳理知识点, 深挖贴合课程内容的思政案例, 充分发挥思政元素的培根铸魂作用。然而, 目前遥感技术应用课程教学时, 思政育人内容融入较少, 未能充分发挥课程在价值观引导方面的积极作用。

项目来源: 2022年河南省职业教育教学改革研究与实践立项项目(项目批准号: 豫教〔2023〕03172)。

作者简介: 王雪平(1986—), 女, 汉族, 硕士研究生, 高校讲师, 主要研究方向: 摄影测量与遥感技术。

#### (4) 教学考核体系不完善

教学考核方式和形成性评价手段单一, 主要依据学生出勤情况、学生提交的实习报告、期末成绩打分, 而对实验教学中合作精神、实际问题处理能力的考核比重不足, 评分体系很难有效区分, 不利于调动学生的学习积极性, 也不能如实反映学生对遥感技术应用专业能力的理解与掌握情况。

### 3 遥感技术应用课程教学设计

以遥感图像解译岗位能力为导向, 以提高学生遥感数据处理、分析、应用能力为目标, 依托国产 PIE 软件, 将课程的知识点和技能点相结合、将专业实践和生产过程相结合、将学科前沿与时代特性相结合, 解决教学中的内容滞后、产教环节脱离等问题, 从教学内容、教学资源库、教学模式、课程评价体系等多个方面构建课程体系。

#### 3.1 基于前沿技术设计教学内容

针对多源、海量、遥感大数据技术应用等前沿技术领域涉及的理论, 应紧密围绕遥感技术的核心需求, 着重强调工程实践经常运用的关键理论点, 教学施策应精准而具有针对性, 避免泛泛而谈的讲授方式。同时, 结合当前技术热点, 讲解国产 PIE 软件的独特优势, 为实践教学奠定坚实的理论基础, 以便学生能够更好地将理论知识与实际应用相结合。

#### 3.2 基于生产过程设计实践教学

实践教学是人才培养的重要环节。遥感技术应用实践教学主要涉及图像辐射和几何校正预处理、增强处理、解译与分类等, 这些技术要素的综合运用, 构成了实践教学应用。结合我国遥感软件的技术特点, 针对行业工程应用的关键技术环节, 精心设计实验课程<sup>[3]</sup>, 旨在为学生系统掌握遥感技术提供实践平台, 帮助学生更好地理解和应用理论知识。通过实验操作, 学生不仅能够加深对遥感理论的理解, 还能够提高解决实际问题的能力, 为未来的工程应用打下坚实基础。

#### 3.3 基于校企联合组建教学资源

校企双方联合开发课程资源, 依托省级智能建造资源库建立信息化教学资源, 基于学校产教融合、校企合作的办学特色, 聘请航天宏图等企业的专家指导学生实践教学环节。校企双方共同修订课程标准、编写思政教案, 搜集思政素材、录制思政视频。依托教育部供需对接就业育人项目, 与航天宏图信息技术股份有限公司对接就业实习基地项目, 在丰富教学内容

的同时让学生接触遥感领域的最新进展, 提高学生的学习兴趣, 拓展学生的专业视野, 提升学生的探索创新精神和创新创业能力。

在资源库建设中, 结合本课程特点, 深入挖掘课程的思政教育资源。将土地资源调查、国土空间规划、实景三维建设、一带一路等高分专项工程, 结合国产高分遥感影像、典型遥感人物等富含思政元素的素材, 有机融入遥感专业知识教学, 确保做到细致入微, 融会贯通。通过引入相关思政案例, 使在学习遥感知识的过程中, 自然而然地认识到我国遥感技术发展取得的显著成就, 增强学生对无私奉献、勇于拼搏、自主创新等精神的认同感, 培养出一代又一代四有好青年。

#### 3.4 基于实际生产设计教学模式

将“以学习成果为引向”的 OBE 工程教育和强调“学中做、做中学、以项目为驱动”的 CDIO 工程教育进行有机结合, 引入遥感技术应用教学, 精心规划教学环节, 有机融合线上与线下的教学优势, 将教学过程分为课前自学、课中研学和课后拓学三个阶段, 从而充分利用教学资源, 优化学习体验, 引导学生主动学习, 着重培养学生的创新思维、操作技能、团队协作意识和实际问题处理能力, 进而培育出符合行业发展需求的技术技能型人才。

#### 3.5 基于成长规律设计课程考核

遵循学生成长规律, 注重学生发展, 采用分层评价体系, 改革单一化考核, 从多个角度评价学生的学习效果, 以期更全面、更客观地评价遥感技术应用课程的教学和学习效果。通过构建更完善的课程教学评价体系, 激发学生发现和解决实际问题的热情和能力, 把课堂学到的知识应用到实际中。

## 4 遥感技术应用教学实施方案

遥感技术应用课程的实施方法包括模块项目化教学、案例教学, 以及任务驱动、线上线下混合式教学, 构建成果导向评价体系。

#### (1) 模块项目化教学

基于 OBE 教学理念, 以遥感图像解译岗位能力为导向, 依托国产 PIE 软件系列, 采用模块化项目教学, 设置遥认知、遥感数据获取、遥感图像处理、遥感图像解译等教学模块, 以工作任务为引领, 提高学生兴趣。在教学过程中, 教师示范和学生分组讨论、训练互动, 学生提问与教师解答、指导有机结合<sup>[4]</sup>。

## (2) 案例教学

案例教学给学生创设了一个真实情境,不仅能有效激发学生的学习兴趣,还能有效引导学生将注意力聚焦于完成任务和解决实际问题上,这也是推动国产PIE软件实际应用的重要实践环节。具体可以从以下几方面展开:

其一,基于PIE-Basic处理软件,选取具有代表性的国产高分影像进行遥感图像处理,主要介绍遥感图像处理的意义、方法、流程等。教学内容重点聚焦几何校正、影像增强等方面,引导学生探究图像处理时如何选取控制点、如何增强图像关键信息;通过实验让学生验证控制点选取对几何校正精度的影响,对比分析不同遥感图像增强方法的效果与优缺点,归纳总结遥感图像处理的关键环节和注意事项;引导学生在实际工作中根据不同的应用需求,灵活选择并优化处理方案,以实现最佳的应用效果。

其二,基于高光谱遥感影像PIE-Hyp处理软件对生态环境进行监测评估,鼓励学生积极讨论,探索并提出适宜的实施方法。教学过程中,要讲授涉及的相关理论知识,重点讲解波段组合应用以及RESI指数(遥感生态指数)计算方法,总结PIE-Hyp软件的优势及特点。

其三,基于多源遥感数据,采用PIE-Basic软件开展大范围的农作物提取实践。PIE-Basic作为一款集遥感、地理信息系统于一体的高度自动化应用平台,符合国内用户的认知习惯。实践过程中着重讲解目视判读和非监督分类、监督分类等计算机分类的原理和方法,引导学生梳理总结农作物分类提取方法,最后根据不同的应用需求,详细讲解农作物专题图的制作方法,确保学生能够将学习成果有效转化为实际应用。

## (3) 混合式教学

依托国产PIE软件,摒弃传统“满堂灌”的形式,采用任务驱动、线上线下、教师演示混合教学方法,利用省级资源库、动画、虚拟仿真、操作视频等资源,突破重难点,在实践中融入知识点讲解,加强实践操作,注重培养学生的岗位能力,引导学生自主完成生产性任务,具体实践教学内容如表1所示。

## (4) 构建成果导向评价体系

采取总结性与形成性测评相结合的方式,在技能竞赛、职业技能等级标准、思政要素等方面融入测评内容,从素质、能力和知识等方面进行全方位、全过程的测评。

表1 实践教学内容

实践教学	实践内容	评价观测点
国产遥感软件PIE的发展与应用学习	PIE软件的发展史	线下自主学习我国PIE软件的发展历程,上传学习感悟,课上围绕软件发展、主要优势、主要贡献等进行讨论,分享成果,作为评价内容之一。主要培养学生对国产软件PIE的认同感。
	PIE软件在环境监测中的应用,助力生态文明建设	分组查找PIE软件在环境评估中的典型应用案例,课上介绍生态环境案例的处理,依据展示成果开展组内自评、组间互评、教师导师点评等评价。
	基于PIE-Basic软件的几何校正	通过实验分析提高几何配准精度的要点,依据控制点选取情况、实操问题解决情况及精度效果进行评价。
	基于PIE-Basic软件的增强处理	通过实验比较分析不同遥感图像增强方法的效果和优缺点,依据实操问题解决情况、实验报告分析情况进行评价。
	基于PIE-Basic软件的非监督分类	通过实验操作,探析图像非监督分类精度提高的要点,依据实验过程、分类精度验证等情况进行评价。
岗位能力单项技能学习	基于PIE-Basic软件的监督分类	通过实验操作,探析图像监督分类精度提高的要点,依据实验过程、分类精度验证等情况进行评价。
	基于PIE-Basic的遥感图像专题图制作	通过实验操作,探析遥感专题图制作要点,依据实验过程及制图的整体度、美观度等情况进行评价。
	基于PIE-Hyp高光谱影像数据处理软件	通过典型案例教学,考核课程学习情况,依据典型案例方案设计、处理方法使用、质量、美观度、速度等完成情况进行评价。
	开展生态环境监测评估	
	基于PIE-Basic软件开展大范围的农作物提取	

## 5 结束语

针对遥感技术应用课程教学存在的问题,从教学内容、教学模式、教学评价体系等方面提出针对性建议,结合课堂教学和学习效果来看,基于生产过程选取的遥感课程实习项目更贴合当下需求,课堂教学与生产实际、时代发展联系更加紧密,课堂教学与国内外前沿知识和发展趋势更加切合,更能调动学生的学习积极性。将PIE系列软件融入遥感技术应用实践教学环节,充分展现了国产遥感图像处理软件的诸多优点,有助于普及、推广我国自主研发的遥感图像处理软件。

## 参考文献

- [1] 谢志伟,翟帅智,孙立双,等.遥感课程渐进式实践教学研究——以PIE遥感系列软件为例[J].中国新通信,2023(21):111-113.
- [2] 徐永明,祝善义.《遥感数字图像处理》课程实践教学改革与探索[J].地理空间信息,2022,20(8):156-158.
- [3] 贺智.“云+AI+5G”时代遥感实验案例式教学探索[J].科技与创新,2022(18):112-116.
- [4] 赵恒谦,李军,陈伟,等.PIE软件在遥感综合应用实验教学中的实践——以矿区生态环境综合评价为例[J].科技资讯,2023(9):164-168.

# 利用VLBI数据解算地球自转参数

王兴文 彭粤

(湖北省国土测绘院, 湖北 武汉 430010)

**摘要:** 地球自转参数是表征地球整体运动状态和变化状态的重要变量, 主要包含极移、日长变化或世界时等参数, 研究基于2012~2022年VLBI观测数据, 获取10年的地球自转参数时间序列, 并与IERS公布的EOP20 C04序列对比, 进行精度评定。同时, 利用快速傅里叶变换对解算后的地球自转参数序列进行频谱分析, 解算得到的极移参数精度分别为0.058mas、0.047mas, 世界时或日长变化的精度为0.022ms。极移序列的主要周期为钱德勒周期项、周年周期项、逆向周年和半年周期项, 而日长变化序列的周期则以月周期项、半年周期项和周年周期项为主。

**关键词:** 甚长基线干涉测量; 地球自转参数序列; 傅里叶变换; 极移参数; 日长变化

地球自转参数 (Earth Rotation Parameters, ERP), 也称为地转参数或科里奥利参数, 是表征地球自转的速率、地球自转轴方向及其变化的参数<sup>[1]</sup>, 是描述地球自转对地球上物体运动影响的一个物理量。这个参数反映了地球自转对物体运动的影响, 特别是在大气科学和海洋学中, 它对于理解风的方向和洋流的运动方向等有着重要作用。地球自转参数主要包括两部分: (1) 地球自转轴相对于地球本体内部结构的相对位置变化, 其观测量为极移 (Polar Motion, PM); (2) 地球自转速率变化, 衡量变化的观测量为世界时 (Universal Time, UT) 或日长变化 (Length of Day, LOD)<sup>[2]</sup>。

近年来, 随着甚长基线干涉测量 (Very Long Baseline Interferometry, VLBI)、全球卫星导航系统 (GNSS) 和现代空间大地测量技术的飞速发展, 获取高精度的空间观测资料成为可能<sup>[3]</sup>。高稳定性、高精度的地球自转参数序列是联系地球与天球参考框架的主要转换参数<sup>[4,5]</sup>, 可以获知并计算地球自转参数, 更准确地预测各种天体的运动轨迹和时间<sup>[6]</sup>, 以及预测和校正沿地表水平运动物体的偏转, 提高导航和地理测量的精度。

基于维也纳理工大学提供的解算2012~2022年的VLBI观测数据<sup>[7]</sup>, 利用VieVS 3.2软件获取10年的地球自转参数序列。将解算后的地球自转参数序列与IERS提供的EOP20 C04序列对比, 并进行精度评定, 基于快速傅里叶变换 (Fast Fourier Transform, FFT) 对地球自转参数序列进行频谱分析, 获得了有价值的研究结果。

**作者简介:** 王兴文 (1983—), 男, 汉族, 工程硕士, 高级工程师, 研究方向为工程测量、管线探测等。

## 1 实验原理

### 1.1 VLBI 观测原理

VLBI观测能测量射电源位置的精度优于0.01m", 这让它成为地球测量、地球动态测量和天体测量的有力手段。根据相对论原理, 宇宙任何星体的位置确定都需要一个参考系, 而VLBI观测得到的坐标系很稳定, 是迄今为止可以利用的最好的惯性参考系之一。基于VLBI, 通过将不同地点望远镜收集到的信号进行相关处理, 形成干涉图<sup>[8]</sup>, 进而分析出射电源的结构和特性。这种方法通过将多个望远镜收集到的信号进行干涉, 提高了观测的分辨率和灵敏度, 从而能观测到更远、更微弱的射电源。

VLBI的观测方程可表示为<sup>[9]</sup>:

$$\tau(t) = -\frac{1}{C} \mathbf{bs}(t) + \tau_{clk} + \tau_{instr} + \tau_{trop} + \tau_{ion} + \dots \quad (1)$$

公式(1)中,  $\tau$ 为时间延迟,  $b$ 是两台射电望远镜间的基线矢量,  $s(t)$ 为来自河外射电源的信号,  $C$ 为光速,  $\tau_{clk}$ 为站间钟差,  $\tau_{instr}$ 为仪器改正,  $\tau_{trop}$ 为对流层改正,  $\tau_{ion}$ 为电离层改正。

VLBI技术优势在于高精度和高效能, 通过联合多个地理位置的望远镜, 实现对遥远天体的高分辨率成像和精确测量。

### 1.2 精度评定

利用解算后的地球自转参数序列与EOP20 C04序列差值的均方根误差进行精度评定<sup>[10]</sup>, 表达式为:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2}{n}} \quad (2)$$

公式(2)中,  $X_i$  为解算地球自转参数序列,  $\tilde{X}_i$  为 EOP20 C04 序列,  $n$  为观测值个数。

### 1.3 傅里叶变换

傅里叶变换是一种传统的数理分析方法, 在工程中具有很好的应用效果, 其核心思想是任何连续信号都可以通过不同频率的三角波信号叠加来表示<sup>[11]</sup>。这一思想提供了从时间维度认知事物转移到频率维度认知事物的新视角。在信号分析中, 时间或空间称为时域, 作为自变量, 信号的某一频率特征作为因变量, 通过傅里叶变换产生信号的频率特性, 称为频率域<sup>[12]</sup>。在本公式中, 设自变量为  $t$ , 信号为  $f(t)$ , 则其经典的 Fourier 变换公式为:

$$F(w) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt, \quad w \in R \quad (3)$$

由于现实中很大一部分观测信号是离散的, 呈现时间观测序列, 不是连续的, 因此, 采用离散傅里叶变换建立了离散时域和离散频域之间的联系, 离散傅里叶变换公式和其反变换公式分别为:

$$F(w) = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} f(t)e^{-j2\pi w t/N} \quad (4)$$

$$f(t) = \sum_{w=0}^{N-1} F(w)e^{j2\pi w t/N} \quad (5)$$

采用傅里叶变换能够将复杂信号分解为简单的正弦波和余弦波的叠加, 进而可以观察信号的高频和低频情况。此外, 傅里叶反演公式进一步证明了从傅里叶变换得到的频域信息可以重构原始信号, 体现了信息的完整性和可逆性。快速傅里叶变换(FFT)算法的提出, 更是通过“分而治之”的策略, 大大提高了计算效率。

## 2 实验分析

### 2.1 观测资料

实验数据来源为 IVS 公开发布的观测资料(网址: <http://cddis.gsfc.nasa.gov/vlbi/ivsdata/vgosdb/>), 数据格式为 NGS 格式, 解算时间为 2012 年 1 月 1 日至 2022 年 1 月 1 日。在解算基准上, 地球参考框架为 ITRF2020(The International Terrestrial Reference Frame 2020), 天球参考框架为 ICRF3(The 3rd Realization of the International Celestial Reference Frame); 在解算策略上, 岁差章动模型为 IAU2006/2000A, 海洋潮汐模型为 FES2004, 星历为 JPL421, 对流层映射函数

为 VMF3, 电离层延迟从观测文件中读取; 此外, 台站改正还需考虑固体潮、大气负荷等因素的影响。在 2012~2022 年间, IVS 组织了 1030 次 IVS-R1/R4 观测, 即观测资料数目有 1030 个。因此, 利用三次样条插值法对解算后的地球自转参数序列进行插值处理。

### 2.2 数据解算与分析

2022 年 4 月, 最新的地球参考框架 ITRF2020 正式发布, 它包含最新的 EOP20 C04 序列, 以及每天的极地运动变化及变化速度。研究首先将实验解算后的地球自转参数序列与 EOP20 C04 序列归算到统一基准, 然后进行做差, 得到的实验结果如图 1 所示。同时, 将差值的均方根作为外符合精度, 表 1 统计了 2012~2022 年地球自转参数序列的外符合精度, 主要包括 X、Y 和 UT1-UTC。

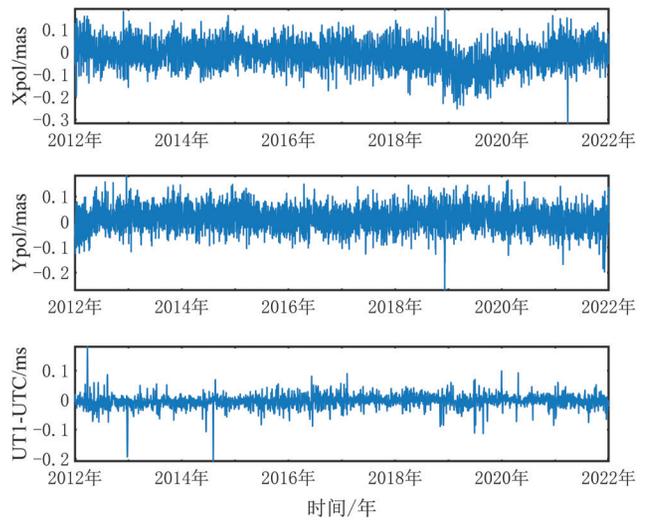


图1 实验结果与EOP20 C04序列的差值

表1 VLBI 解算地球自转参数的外符合精度

年份	Xpol/mas	Ypol/mas	UT1-UTC /ms
2012	0.058	0.051	0.030
2013	0.052	0.049	0.018
2014	0.052	0.049	0.023
2015	0.045	0.046	0.018
2016	0.051	0.041	0.021
2017	0.053	0.044	0.016
2018	0.063	0.051	0.019
2019	0.092	0.047	0.023
2020	0.057	0.045	0.015
2021	0.055	0.049	0.018

结合图 1 和表 1 来看, 2012~2022 年, 解算后的极移参数在 X 方向分量的均方根平均值为 0.058mas, 极移参数在 Y 方向分量的均方根平均值为 0.047mas,

UT1-UTC 的均方根平均值为 0.022ms。

从图 1 可以发现，解算后的 ERP 序列与 IERS 提供的 IERS14 C04 序列吻合度较高，且图像波动较缓，无系统偏差。部分解算数据残差波动较大可能是观测资料缺失造成插值不理想，或者因为观测台站的数目不同造成。综合来看，极移参数的精度优于 0.1mas，UT1-UTC 的精度优于 0.1ms，说明解算后的地球自转参数满足高精度、高稳定性要求。

### 2.3 频谱分析

采用频谱分析可以将观测信号按频率顺序展开，从而了解信号的频率构成。对于地球自转参数序列，其极移参数主要周期成分包含钱德勒周期项、顺向周年周期项、逆向周年和半年周期项；UT1-UTC/LOD 的主要周期成分包含月周期项、半年周期项和周年周期项。此外，地球自转参数序列还包含振幅较弱的其他周期项。利用快速傅里叶变换得到的地球自转参数序列频谱分析如图 2 所示，计算公式如下：

$$F(w)|_{w=w_1} = F(w_1) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-jw_1 t} dt \quad (6)$$

公式 (6) 中， $F(w)$  实际上是对原信号  $f(t)$  做了频谱分析。

为了更清晰地探测极移序列主要周期项，将极移参数在  $X$  和  $Y$  分量视作复数形式，其可以表达为：

$$Y = x(t) + y(t) \cdot i \quad (7)$$

$$\text{则振幅为: } A = |Y| = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2} \quad (8)$$

公式中， $x(t)$  和  $y(t)$  分别为极移参数在  $X$  和  $Y$  分量， $A$  为振幅。

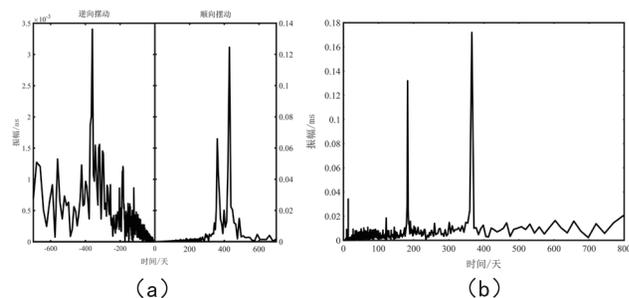


图2 基于FFT的地球自转参数序列频谱分析

从图 2 (a) 可以发现，极移序列具有极为显著的钱德勒周期项和周年周期项，周期分别约为 425 天和 360 天。此外，极移参数还存在振幅约为 3.5mas 的逆向周年周期项和 1.5mas 的逆向半年周期项，周期分别约为 -360 天和 -180 天。从图 2 (b) 可以发现，UT1-UTC/LOD 具有振幅明显较高的周年周期项和半年周期项，周期分别约为 360 天和 180 天。此外，还

存在振幅约为 0.04ms 的月周期项。可以发现，频谱分析能够获取地球自转参数序列各频率成分及其周期，是一种很好的方法。

### 3 结语

通过解算 2012~2022 年的 VLBI 观测资料，获取 10 年的地球自转参数序列，利用快速傅里叶变换对解算后的地球自转参数序列进行频谱分析。结果表明，解算后的地球自转参数序列满足高精度、高稳定性要求，极移序列具有极为显著的钱德勒周期项和周年周期项，UT1-UTC/LOD 具有振幅明显较高的周年周期项和半年周期项，频谱分析有利于了解地球自转参数序列的频率构成，研究的技术方法可为地球科学研究提供借鉴参考。

### 参考文献

- [1] 路瑞鹏,高勇,胡岩,等.从地震到星震[J].中国科学:物理学 力学 天文学,2024,54(8):31-52.
- [2] Kolaczek B, Ye S H. Astronomical series of the Earth rotation parameters[J].Astrophysics and Space Science,1991,177(1):121-138.
- [3] Herring T A, Dong D. Measurement of diurnal and semidiurnal rotational variations and tidal parameters of Earth[J].Journal of Geophysical Research: Solid Earth,1994,99(B9):18051-18071.
- [4] 魏二虎,刘文杰,金双根,等. VLBI和GPS观测联合解算地球自转参数和日长变化[J].武汉大学学报(信息科学版),2016,41(1):66-71,92.
- [5] 李斐,邵先远,曲春凯,等.利用2006—2015年VLBI数据进行地球定向参数解算与分析[J].武汉大学学报(信息科学版),2019,44(11):1581-1587.
- [6] 王备战,孙明国,金旺,等.地球自转周期、极移和章动与全球强震关联分析[J].地震工程学报,2023,45(5):1057-1065.
- [7] 魏二虎,畅柳,姜本海.利用VLBI观测对ERP参数和月地距变化相关性的研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2013,38(1):36-39,94.
- [8] 李路,倪卓娅,漆成莉,等.风云四号B星干涉式红外探测仪发射前辐射定标[J].光学学报,2022,42(6):272-285.
- [9] Böhm J, Böhm S, Boisits J, et al. Vienna VLBI and Satellite Software(VieVS) for Geodesy and Astrometry[J]. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 2018,130(986).
- [10] Bachmann S, Thaller D, Roggenbuck O, et al. IVS contribution to ITRF2014[J].Journal of Geodesy,2016,90(7):631-654.
- [11] 方勇,盛志超,金彦亮,等.面向本科生的傅里叶变换拓展教学方法[J].电气电子教学学报,2023,45(2):149-154.
- [12] 郭啸川,范鹏宇,党沙沙.傅里叶分析在高层建筑物GPS动态观测中的应用[J].矿山测量,2019,47(6):48-50.

# 集群式遥感影像并行处理系统的应用研究

李小娟

(河南省测绘院, 河南 郑州 450003)

**摘要:** 基于计算机系统的数据集群处理方法, 通过建立任务索引对原始影像进行点云自动滤波分类处理、遥感影像正射纠正集群并行处理、基于视差图的数字正射影像镶嵌线自动搜索等多项智能化处理, 对航空遥感影像数据批量快速生产进行了研究, 最终获取高精度的真正射遥感影像 (TDOM)。研究成果满足数据批量生产要求, 一定程度上改善了遥感影像的成果质量。

**关键词:** 集群处理; 真正射遥感影像; 点云自动滤波分类处理; 遥感影像正射纠正; 数字正射影像镶嵌线自动搜索

## 1 引言

随着城镇化建设的加速推进, 社会各界对航空数码影像的要求不断提高, 越来越多大区域、大比例尺摄影测量数据涌入测绘生产流程, 然而传统数字摄影测量工作站的处理效率已难以满足现代高效生产的需求。在后疫情时代, 全球经济环境变动, 成本控制成为制约测绘行业发展的关键。特别是在城镇化高速发展及全国实景三维城市建设的推动下, 基于串行计算的影像处理硬件已难以支撑高标准、高效率的生产要求。尽管有学者探索使用昂贵的并行计算机解决方案, 但高昂的购置成本令多数机构望而却步。软件方面, 大多数商业软件平台都无法兼顾各处理环节的优秀算法, 且算法不开源, 限制了生产过程中的自定义和优化。因此, 如何高效处理海量航空影像, 如何有效节约生产成本, 如何快速从海量影像中提取关键信息, 如何高标准生产系列遥感影像成果, 成为当前研究亟待解决的问题<sup>[1]</sup>。

## 2 总体技术思路

借鉴国内外航空摄影测量相关技术及最新研究成果, 融合无人机遥感系统的理论与工程实践, 解决大测区无人机遥感系统集成、数据获取、数据质量检查、数据处理、正射影像制作等一系列问题, 基于集群计算机数据并行处理原理, 构建了全新的系统架构, 开发了高效的调度算法, 实现数据处理各环节的整合与高效协同, 并在影像处理流程中增加了自动滤波分类处理、遥感影像正射纠正集群并行处理、基于视差图的数字正射影像镶嵌线自动搜索等核心技术, 批量生产系列遥感影像数据成果, 技术思路如图1所示。

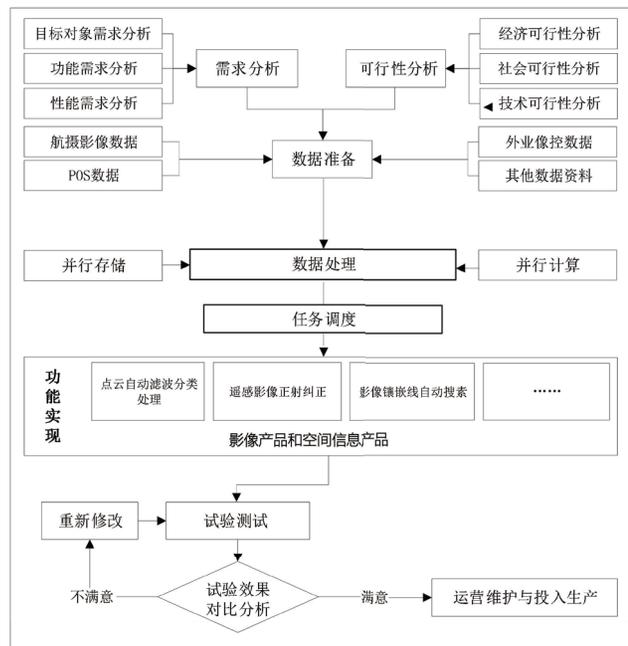


图1 航空遥感影像数据的智能化处理流程

## 3 关键技术研究

### 3.1 真正射集群运算网格一体化关键技术

真正射遥感影像 (TDOM) 是一种更高级的正射影像产品, 是基于数字表面模型 (DSM) 进行的正射纠正。DSM 数据信息不仅包含地形, 也包含建筑物等地物模型, 因此, TDOM 可将建筑物纠正到正确位置, 并通过遮蔽区域的检测和填补实现被遮挡区域纹理的修复<sup>[2]</sup>。生成真正射影像的关键在于优质数字表面模型的生成和建筑物遮蔽区域的检测。采用多角度倾斜多视影像密集匹配灰度点云的方法获取高精度 DSM, 并基于 DSM 对原始影像进行正射纠正和遮蔽区域检测, 然后结合相邻影像的纹理信息填补建筑物遮蔽区域, 从而生成

**作者简介:** 李小娟 (1983—), 女, 汉族, 硕士研究生, 工程师, 主要从事摄影测量和遥感研究。

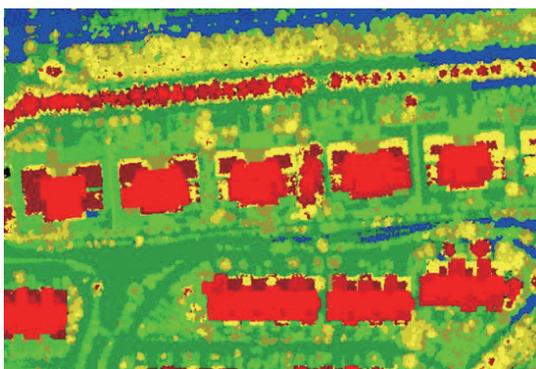
真正射影像<sup>[2]</sup>。

### 3.2 点云自动滤波分类处理

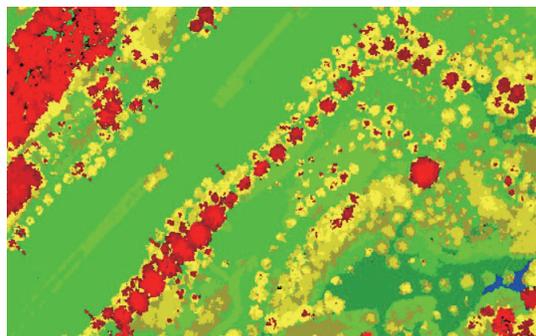
根据密集匹配点云特点，用平面点云密度自适应设置虚拟网格尺寸；基于坡度滤波思想，估计区域生长条件阈值；针对封闭区域地面点，沿实验区域建筑物主、次方向分析邻域语义信息，实现地面点完整分割<sup>[3]</sup>。研发点云自动滤波分类处理模块(如图2所示)，通过底层直接读取点云数据的统计指标信息，如点密度、点云坐标最小值和最大值、标准差，根据统计的指标信息设置最大最小高程进行高程异常滤波处理，自动滤除最大最小高程之外的点云，通过均值方差迭代滤波参数设置进行批量均值方差迭代高程异常滤波，进而进行批量粗分类，将植被、道路、房屋、水体等非地面点和地面点提取出来，实现点云的高效滤波并生成高精度DEM，点云自动滤波分类如图3所示。



图2 点云自动滤波分类处理模块



(a) 建筑物的分类



(b) 低矮植被的分类

图3 点云自动滤波分类

### 3.3 遥感影像正射纠正集群并行处理

遥感影像的正射纠正是生成正射影像的关键步骤，而并行处理是解决正射纠正速度问题的有效途径。改进的航空遥感影像正射纠正的负载平衡并行算法(PIORA-LB)可有效解决数据划分重叠度高和负载不平衡等关键问题。该算法的核心优势体现在：(1) PIORA-LB算法仅对纠正影像的有效像素区域进行处理，对非有效像素区域直接赋予背景值，便于后期数据干预与处理；(2) 根据计算负载的动态结果优化影像的划分策略，确保数据处理过程的连续和高效；(3) 采用非矩形分块策略对纠正影像、DEM数据以及原始影像进行划分，有效降低了数据通信中的冗余，提升了整体处理效率。

通过实验证明，PIORA-LB算法在处理大数据量影像正射纠正任务时，表现出良好的加速比，适合海量影像的快速正射纠正运算。通过对航空影像集群正射校正参数进行优化，分步实现集群校正任务、校正任务执行检查、集群校正成果影像、集群校正变形修改影像，最终可快速生产纠正后的TDOM。

### 3.4 基于视差图的数字正射影像镶嵌线自动搜索

传统的镶嵌算法通常仅聚焦于相邻影像间重叠区域的镶嵌线生成，而在实际生产过程中，大多是在商业软件自动生成镶嵌线后进行人工调整，以规避镶嵌线穿越重要地物(如建筑物、树木)的问题。而这一作业模式生产效率较低，在当前数据量急剧膨胀的情况下面临严峻挑战。

对于整个测区的影像镶嵌，研究采用基于最近像主点原则的镶嵌线网络生成方法<sup>[4]</sup>。该方法首先对整个测区进行网格划分，然后计算每个网格中心到全部影像中心的距离，取距离最近的影像号作为网格索引，最后对网格索引进行聚合，得到的聚合面边界就是初始镶嵌线网络<sup>[5]</sup>。该方法不仅能够有效避免镶嵌线穿越因建筑物和树木等高出地面物体而产生的几何错位区域，还能更精确地表达这些物体的轮廓，从而显著提高了影像镶嵌的自动化程度和最终产品的质量。

## 4 精度验证及效率分析

### 4.1 影像精度对比分析

此次实验成果对比分析，参考软件选择常用的测图软件。实验选取某市某乡镇1:500比例尺的航空影像，实验成果对比如图4所示。

按照数字正射影像图平面位置检查精度统计要求，

对某乡镇 1:1000 的抽样样本进行外业核查, 样本点共有 30 个, 对抽样的正射影像图同一明显地物点的平面位置坐标差值进行对比, 并计算中误差, 结果如表 1 所示。



(a) 航天远景生成的遥感影像 (b) 实验结果生成的遥感影像

图 4 遥感影像成果对比

表 1 软件生成影像(部分点位)-平面精度检测统计

工程	某乡镇		比例尺		1:1000		
点号	X原坐标	Y原坐标	X检测	Y检测	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	$\Delta S$
1	3661727.89	446095.909	3661728.09	446095.99	0.200	0.081	0.216
2	3661726.636	446081.289	3661726.83	446081.37	0.194	0.081	0.210
3	3661718.187	446082.013	3661718.57	446082.05	0.383	0.037	0.385
4	3661706.362	446082.946	3661706.54	446083.11	0.178	0.164	0.242
5	3661699.204	446083.475	3661699.5	446083.69	0.296	0.215	0.366
6	3661686.804	446084.601	3661686.94	446084.68	0.136	0.079	0.157
7	3661685.755	446081.649	3661685.8	446081.59	0.045	-0.059	0.074
8	3661684.493	446064.726	3661684.54	446064.93	0.047	0.204	0.209
9	3661681.588	446063.72	3661681.67	446063.91	0.082	0.190	0.207
10	3661708.077	446064.374	3661708.29	446064.49	0.213	0.116	0.243
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
精度评定							
检测坐标点数	30		0.6 <  2M  ≤ 1.2		4		
粗差率	0%		M  ≤ 0.6		45		
中误差限差 M (mm)	±0.60		检测中误差 M		±0.37		

经过对比分析, 可以看出实验生产的真正射影像的建(构)筑物不仅消除了因地形起伏而产生的投影误差, 对地物底部边缘不清晰、密度不同的数据表现出较好的适应性<sup>[6]</sup>, 还将错位建筑物移到了正确位置, 解决了拼接不自然问题, 通过与控制点数据进行平面精度检测, 按照内业测绘生产要求 1:1000 比例尺影像的中误差限差为 0.6mm, 研究生成影像的中误差为 0.37mm, 精度满足测图要求。

## 4.2 处理速率对比分析

将实验成果应用到某市开展土地综合整治试点项目, 根据外业获取的航飞数据, 1 人次在 40 台机器组成的集群下进行影像处理, 24 小时可完成测区 308 平方公里的航空遥感影像数据处理, 且基本无需人工干预操作。经测试, 数据经图幅复查及精度检测, 完全符合设计书和规范要求。按照传统内业作业平均效率进行测试, 针对 308 平方公里的处理速率, 需要 4 人次 4 台工作站近 15 天人机交互方可完成正射影像生产, 该实验结果极大地提高了内业生产效率, 节约了人力成本和经济成本。

## 5 结语

本文实验成果是结合实际业务需求, 实现了航空遥感数据的集群处理, 提高了内业测绘系列成果的生产效率。利用深度影像转换的点云高程信息, 提取出建筑物非连通区域, 提出基于全局范围选取种子点, 实现多种子点区域生长的点云快速滤波算法, 以及地物底部边缘不清晰区域建(构)筑物的有效分割; 构建了适合遥感影像的负载平衡并行算法模型, 实现航空遥感影像的快速正射纠正; 改进了正射影像镶嵌线快速智能检测方法, 实现镶嵌线的自动选择, 提高了影像镶嵌效率和智能化拼接质量。软件以 VC++6.0 为平台, 清除了“开源”和“商业”的生产障碍, 实现生产工具的灵活可控。而且利用集群式生产调度航测内业遥感影像数据的批量生产, 使数据批量生产不再复杂, 操作简单快捷, 大大提高了内业的作业效率。该实验成果投入使用后, 节约了大量生产成本。

## 参考文献

- [1] 张剑清, 柯涛, 孙明伟. 基于集群计算机的海量航空数码影像并行处理——并行计算在航空数字摄影测量中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(13):12-15.
- [2] 杨浩. 基于机载 LiDAR 点云的真正射影像生成方法研究[D]. 绵阳: 中国工程物理研究院, 2015.
- [3] 季虹良. 倾斜影像密集匹配点云建筑物提取技术研究[J]. 郑州: 战略支援部队信息工程大学, 2018.
- [4] 刘海龙, 王贺封, 张安兵, 等. 基于 MASK 算法的遥感影像匀光处理研究[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2017, 34(4):90-93.
- [5] 段梦梦. 基于视差图的数字正射影像镶嵌线自动搜索及其质量评价方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2015.
- [6] 李焱. 遥感影像色彩一致性处理和镶嵌线优化技术研究[D]. 郑州: 战略支援部队信息工程大学, 2018.

# NDS高精地图模块解析

王丽妍

(中汽创智科技有限公司, 江苏 南京 210023)

**摘要:** 高精地图是自动驾驶实现的重要条件之一, 导航数据标准(NDS)作为一种国际通用的高精地图数据规格得到广泛应用。当前NDS研究多集中于对规格特点和数据模型的宏观阐述, 对其高精地图模块缺乏深入探讨, 针对该问题, 从NDS框架特点、高精地图模块和产品应用形态三个方面, 对NDS规格进行了详细解析, 为NDS的进一步优化和应用提供了重要依据。

**关键词:** 高精地图; 自动驾驶; 导航数据标准; 解析; 车道组

高精地图是自动驾驶实现的重要条件之一, 与传统导航地图相比, 高精地图具备更高的精度、丰富度、动态性、可靠性和安全性<sup>[1]</sup>。高精地图面向的对象主要是汽车, 作为自动驾驶的传感器之一, 高精地图可与车辆总线或车载以太网提供的多源传感器信息进行融合, 共同为自动驾驶感知和规控模块服务<sup>[2]</sup>。导航数据标准(Navigation Data Standard, NDS)作为一种国际通用的导航地图物理规格, 包括对高精地图数据模型的精准定义和各类要素数据表达原则的具体说明, 注重高精地图数据在车端的应用效率, 可使导航引擎快速获取所需的路网数据, 为自动驾驶功能提供高效服务<sup>[3]</sup>。

詹骄<sup>[4]</sup>等对NDS标准概况、数据结构和数据模型等进行了分析, 将NDS的逻辑组织模型概括为“NDS数据库—产品库—更新区域—构建块—要素类—要素”的层次结构, 说明了NDS数据分类、要素表达和拓扑网络特点。陈培华<sup>[5]</sup>对NDS不同构建块显示数据的制作需求进行了分析, 设计并实现了基于Shape格式转换为道路级NDS显示数据, 包括名称、基础显示、路由和共享等构建块。张攀<sup>[3]</sup>等对高精地图物理规格含义进行了阐述, 并说明了NDS车道组模型特点、非道路模块与道路实体间的关联关系、要素间高耦合度的应用优势和专业的数据编译方式。

当前, NDS研究多集中于对规格特点和数据模型的宏观阐述, 而缺乏对高精地图模块的深入探讨。通过对NDS(基于NDS V2.5.4)框架特点、高精地图模块和产品应用形态三个方面进行深入研究和详细解析, 可以为NDS的进一步优化和应用提供重要的参考和依据。

## 1 NDS框架特点

目前, 国际上主流的高精地图数据规格主要有NDS、OpenDrive、Lanelet、Kiwi和OpenStreetMap等。国内高精地图数据标准的制定起步较晚, 相关标准尚未进行量产应用, 主要有Apollo OpenDrive、智能运输系统智能驾驶电子地图数据模型与交换格式、道路高精度电子导航地图数据规范等<sup>[4]</sup>。不同的高精地图数据规格根据面向的应用阶段和目标需求, 在文件存储格式、逻辑组织模型、数据分类、要素表达、拓扑网络、地图渲染和应用等方面有所不同。

NDS是用于汽车导航系统的标准化物理存储格式, 特性如下: 全球通用性、兼容性和互操作性、格式紧凑性和有效性、支持增量更新机制、应用软件和导航数据解耦、灵活性和可扩展性、支持不同存储媒体和数据分布<sup>[6,7]</sup>。NDS采用数据库、分区、分块和分级等技术, 能更好支持自动驾驶功能模块对高精地图的需求<sup>[7]</sup>。

### 1.1 数据库技术

采用的SQLite数据库技术可较好地存储与管理大量数据, 支持自动驾驶地图的增量更新、数据扩展和数据安全。NDS数据库包括一个或多个产品数据库, 每个产品数据库可由单独的图商提供, 也可单独更新。每个产品数据库又可由一个或多个更新区域组成, 每个更新区域都可独立更新。数据按照存储方式不同, 分为二进制流存储和关系表存储, 其中高级访问结构采用关系表存储, 低级批量数据采用二进制流存储。

### 1.2 分区方案

分区方案将每个层级划分为多个瓦片, 均覆盖地球表面。分区方案可支持高效的数据管理, 如数据库

**作者简介:** 王丽妍(1991—), 女, 汉族, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向为电子地图、高精地图及应用。

的增量更新、快速数据访问。应用程序一次访问数据库，就可加载同一瓦片内所有数据，从而提高路径规划和地图显示的性能。瓦片可作为数据更新单位，每个瓦片带有一个版本信息，而非每个要素，从而节省大量存储空间。

### 1.3 分块

NDS 划分了不同的构建块，不同构建块可实现不同的功能，如表 1 所示。高级可视化功能包括正射影像、数字地形模型、三维对象和交叉口视图，索引结构功能包括自动语音识别、SQLite 位置输入和全文搜索，导航和地图显示功能包括兴趣点、名称、语音等，高级自动驾驶功能包括定位地标和障碍物构建块，其中，高级自动驾驶、导航和地图显示功能均涉及的构建块包括路由、共享数据、车道、动态数据和地图置信度构建块。构建块在 NDS 中的重要性包括必需、核心和辅助，应用程序编程接口在访问数据库时，可对各构建块的数据进行过滤和聚合，创建所需的逻辑视图。

表1 NDS构建块

功能	Building block	名称	核心/辅助
高级可视化	Orthoimages	正射影像	核心
	Digital Terrain Model	数字地形模型	核心
	3D Objects	三维对象	核心
索引结构	Junction View	交叉口视图	辅助
	Automatic Speech Recognition	自动语音识别	辅助
	SQLite Location Input	SQLite位置输入	辅助
	Full-text Search	全文搜索	辅助
	POI (Points Of Interest)	兴趣点	核心
导航和地图显示	Name	名称	辅助
	Traffic Information	道路交通信息	辅助
	Speech	语音	辅助
	Basic Map Display	基本地图显示	核心
	Natural Guidance	自然引导	辅助
	Routing	路由	核心
	Shared Data	共享数据	必需
	Lane	车道	辅助
	Volatile Data	动态数据	辅助
	Map Confidence	地图置信度	辅助
高级自动驾驶	Localization Landmark	定位地标	辅助
	Obstacles	障碍物	辅助

### 1.4 分级

NDS 划分了 L0 至 L15 共 16 级，不同构建块的分级方案不同，一个构建块最多有 16 级（对于路由构建块，L13 是必需的），每个级别都细分为瓦片，形成一个覆盖整个地球表面的规则网格。高级别的数据所

包含的空间范围大，数据复杂程度低，数据量小；低级别的数据复杂程度高，体现的细节多，数据量大。这种分级方案的优势是：高级别数据可过滤不必要的细节，提升地图显示效率，加快路径规划结果计算。

### 1.5 框架分析

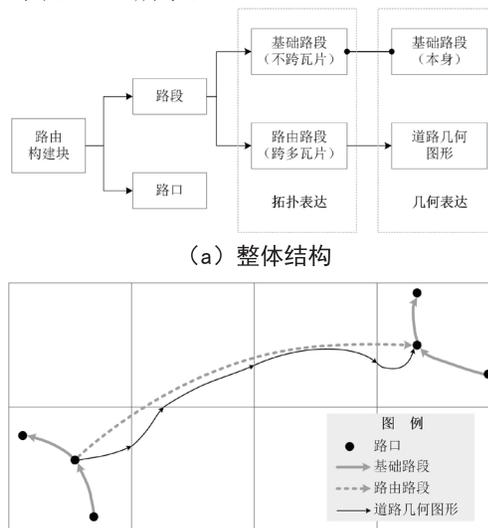
NDS 采用的数据库技术和分区方案，为自动驾驶在大范围量产对高精地图的需求奠定了基础，可对所需范围内的高精地图进行更加快速的存储和更新；NDS 采用的分块和分级策略，既能灵活组合各功能模块，又能高效显示与计算。

## 2 NDS 高精地图模块

NDS 提供了丰富的构建块用于传统导航地图和高精地图服务。高精地图模块涉及路由、共享数据、车道、动态数据、地图置信度、定位地标和障碍物构建块，其中路由、车道和定位地标构建块至关重要，为高级自动驾驶功能的横向定位、纵向定位和路线规划提供了关键信息，本章针对这三个模块展开详细解析。

### 2.1 路由构建块

路由构建块整体结构主要包括路段和路口，路段的表达又分拓扑表达和几何表达。不跨瓦片的路段用基础路段表示，跨多瓦片的路段用路由路段表示，如图 1 (a) 所示。基础路段位于本瓦片内，长度有限，为了实现最大效率，基础路段的几何信息直接与拓扑信息一起存储。路由路段的几何信息单独存储于道路几何图形中，道路几何图形在瓦片分幅处裁断。基础路段、道路几何图形和路口共同表达了道路级几何路网，如图 1 (b) 所示。



(a) 整体结构

(b) 表达示意

图1 路由构建块

### 2.1.1 道路属性

#### (1) 道路属性。

道路类型包括主干道、高速和匝道等，角度包括开始角度、结束角度；限制类属性包括限高、限宽和限速；高级驾驶辅助系统（Advanced Driving Assistance System, ADAS）属性包括曲率、坡度和航向等；条件属性包括时间范围、车辆类型；空间范围属性包括整个道路范围、某一长度范围、某两个节点之间范围；通行费计算属性如收费方向、收费类型。

#### (2) 路口属性。

路口属性包括路口坐标、连接到路口的路段数量、通过路口的路段拓扑连接。

### 2.1.2 支持功能

路由构建块支持的功能包括：

#### (1) 路线计算。

路由构建块的道路网络拓扑数据，可用于计算从给定起始位置到目标位置的最佳路线。

#### (2) 地图匹配。

路由构建块的道路几何图形数据，可与 GPS 或其他传感器提供的车辆位置信息相匹配。

#### (3) 路线指引。

道路拓扑和道路几何数据是路线引导所必需的，路线引导根据计算路线检查当前车辆位置，并导出指引描述。

#### (4) 高级驾驶辅助系统。

路由构建块中的附加属性层支持 ADAS，该层包含一组扩展属性，如曲率、道路宽度和坡度。

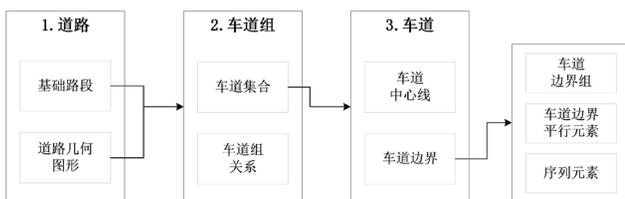
## 2.2 车道构建块

NDS 车道信息一般存储在车道组，车道组是某一路段垂直于道路通行方向上一个或多个车道构成的集合。车道组又挂接到道路上，两者耦合度高，车端可通过道路快速获取所需的关联要素<sup>[3]</sup>。

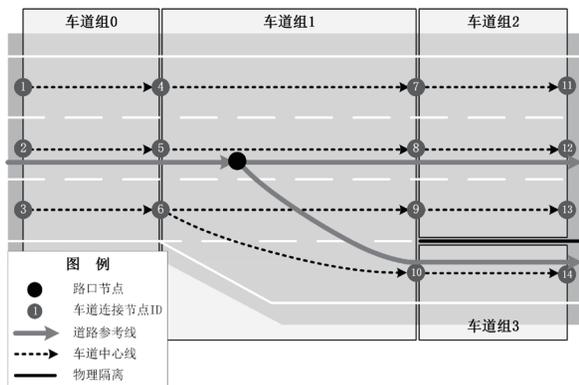
### 2.2.1 道路、车道组和车道

图 2 表达了“道路—车道组—车道”关系，图 2 (a) 描述了整体结构，道路可由参考线表达，道路中无论是基础路段或是道路几何图形，均挂接了详细的车道组信息。车道组内车道数恒定，且所有车道属于同一条道路、具有相同行驶方向，当车道数量发生变化（或相邻车道有较长的物理隔离）时，需要在变化的地方打断，形成两个不同的车道组。图 2 (b) 形成车道组 0、车道组 1、车道组 2 和车道组 3，共四个车道组。一个车道组的车道从路边到道路中间排列，同一车道组的

车道宽度和车道长度可能会有所不同。车道组和车道组之间可以形成车道组关系，包括对向车道组、相邻同向车道组和路口内交叉车道组，应用程序可通过车道组关系获取邻近车道的潜在交通风险信息。车道组包含组内的车道信息，包括车道中心线和车道边界。中心线是车道内的一条理论线，应连续且平滑地穿过车道组。车道边界可以是物理边界，也可以是地面标线。应用程序可以使用中心线进行路径规划，使用车道边界进行车辆定位。



(a) 整体结构



(b) 表达示意

图 2 道路—车道组—车道

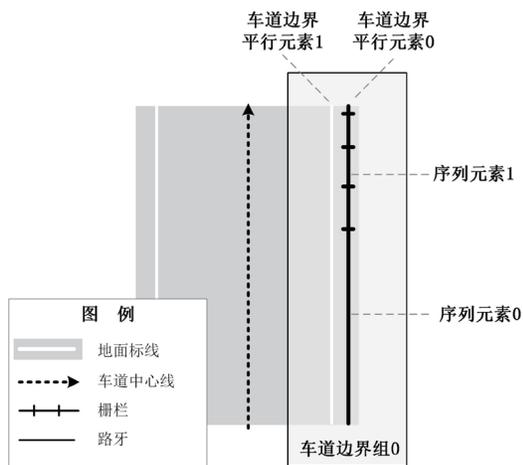


图 3 车道边界组—车道边界平行元素—序列元素

车道边界形成了“车道边界组—车道边界平行元素—序列元素”的层级关系，如图 3 所示。每条车道有左右两个车道边界组，车道边界组的数量为车道中心线数量的两倍，车道之间的重复边界可共享。车道

边界平行元素在每个车道边界组内从路边到中间排序，如车道右边界组由硬地物(图3中车道边界平行元素0)和地面标线(图3中车道边界平行元素1)两个平行元素组成，由外到内依次是硬地物、地面标线。序列元素在每个车道边界平行元素内按行驶方向排序，如平行元素硬地物由路牙(图3中序列元素0)、栏杆(图3中序列元素1)两个序列元素组成，按行驶方向分别为路牙、栏杆。

### 2.2.2 车道属性

#### (1) 车道属性。

车道类型包括应急车道、停车车道、公交车道、正常车道、入口车道、出口车道、自行车道和有轨车道等，通行方向属性包括左转、右转、直行加左转和直行加右转等，车道限制信息包括限速、限宽和限高等，车道连接类型包括车道形成、车道结束、车道分离、车道合并、沿车道向左和沿车道向右等。

#### (2) 车道边界线属性。

常规属性包括形状、颜色、材质、宽度和类型，可穿行信息包括是否允许向左向右变道。

### 2.3 定位地标构建块

定位地标表示真实世界的对象，例如道路标记或路旁设施。如果车辆的传感器检测到道路上的定位地标，系统可以使用这些地标来确定车辆的位置。定位地标须关联道路实体，其类型主要包括杆状物、交通灯、地面标记、墙、路牌等，几何表达为点位、中心线或边界框，语义信息一般直接表达在车道模型中<sup>[6]</sup>。

### 2.4 模块分析

NDS 路由构建块中跨多瓦片路段的拓扑与几何采用两种不同的存储应用模式，几何表达通过关键字挂接在拓扑表达上以便灵活调用，这种模式既能满足拓扑类的快速路线计算，又能满足几何类的精准地图匹配；NDS 的车道构建块采用了车道组和车道边界组的概念，是其高效存储和调用的思路体现，所有车道信息均挂接在车道组中，而每个车道组都挂接在相应的道路上，自动驾驶功能模块只需调用相关道路，即可获取相关车道信息；NDS 的定位地标构建块将几何与属性分开表达，每个定位地标也挂接在相应的道路上，可快速为自动驾驶车辆的纵向定位功能提供相关信息。

## 3 NDS 应用

NDS 可通过灵活组合不同的构建块来实现丰富的产品应用模式，典型的应用形态有三种(如图4所示)，

可为不同特点的地图供应商提供应用思路。其中用于自动驾驶的产品均包含车道构建块，定位地标、障碍物和地图置信度构建块为可选模块。

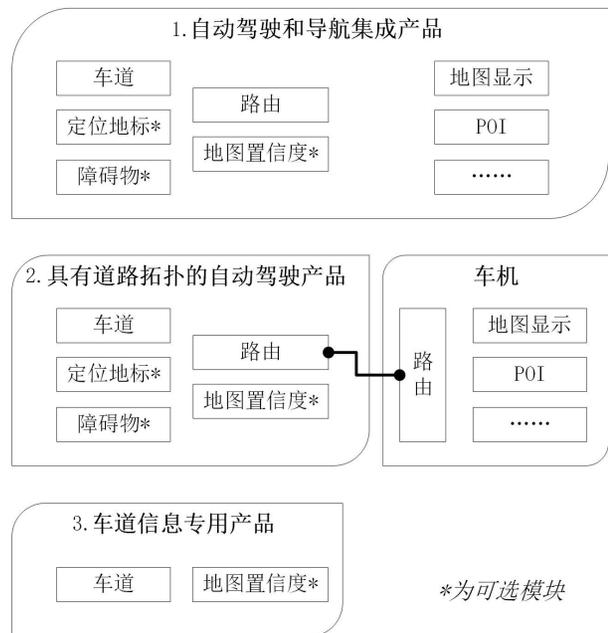


图4 NDS 产品应用形态

### 3.1 自动驾驶和导航集成产品

路由与车道集成在一起，路由构建块的路径规划信息可与车道构建块的详细车道信息直接关联。该产品形态适用于对传统导航地图和高精地图均擅长的供应商。

### 3.2 具有道路拓扑的自动驾驶产品

提供用于自动驾驶的构建块，其中路由构建块进行了简化、优化，通常不用于路径计算，只含 L13 最低限度的路网信息，通过路由构建块连接自动驾驶产品与导航产品。应用程序可以使用路由构建块将自动驾驶的构建块连接到车机中的核心 NDS 地图，并为计算出的路径获取高精度数据。该产品形态适用于擅长高精地图模块的供应商。

### 3.3 车道信息专用产品

描述详细的车道属性，不包含道路相关信息。若与其他自动驾驶和导航产品相关联，需单独建立相应的关联关系。该产品形态适用于仅擅长车道级信息的供应商。

### 3.4 应用案例

Elektrobit 公司研发的 EB Robinos Predictor 车载软件可为配置了 ADAS 或更高自动驾驶级别的车辆提供 NDS 地图服务，包括导航地图和高精地

(下转第 43 页)

# 基于改进YOLOv7的工地安全帽检测算法研究

陈丕<sup>1</sup> 张艳<sup>1</sup> 周浪<sup>2</sup>

(1. 三和数码测绘地理信息技术有限公司, 甘肃 天水 741000; 2. 中冶建工集团有限公司, 重庆 400080)

**摘要:** 在复杂的工地环境对施工人员安全帽佩戴情况进行检测非常重要, 关系到生命安全。提出一种改进的YOLOv7目标检测模型, 实现工地安全帽的准确检测。将SimAM注意力机制插入原始YOLOv7网络结构, 提高模型的特征提取能力, 改进最大池化卷积结构, 减少下采样过程中的特征损失, 并将非极大值抑制(NMS)算法替换为soft-NMS算法, 在安全帽出现遮挡或重叠时提高检测效果。经测试, 改进YOLOv7算法的mAP值为95.65%, 综合评分F1为0.92, 相比原始YOLOv7检测算法具有较大提升, 为工地安全帽检测提供了一种更有效的方案。

**关键词:** 目标检测; YOLOv7; 安全帽检测; 注意力机制

## 1 引言

建筑工地的安全生产规范不允许未佩戴安全帽进入施工现场。在发生安全事故时, 佩戴安全帽可极大降低物体撞击对施工人员头部造成的损伤, 最大程度保护生命安全。目前, 大部分施工场景都安装有视频监控系統, 通过值守人员的人工监视或巡检人员的定期巡查来判断现场作业人员是否佩戴安全帽。这种方法巡检效率低、成本高, 且存在漏检情况, 依靠人力在海量的监控视频中检索异常信息, 难度大, 且难以长时间、不间断发现违规作业并及时制止<sup>[1]</sup>。

传统的安全帽检测方法主要通过设计施工人员上半身特征或安全帽颜色, 再对特征进行分类, 从而判断是否佩戴安全帽。刘晓慧<sup>[2]</sup>等利用肤色检测算法将目标定位到人脸区域, 从而获得脸部以上的区域图像。蔡利梅<sup>[3]</sup>利用安全帽外部特性的方向信息来构建安全帽检测模型, 在复杂环境实现矿井视频的安全帽识别。这些方法虽然取得了一定的检测效果, 但在实际应用中很难保证识别的实时性和检测精度。

近年来, 深度学习技术得到飞速发展, 研究者提出一系列目标检测算法。郭普特<sup>[4]</sup>等采用深度学习检测算法, 对YOLOv3进行了改进, 安全帽智能检测速度达20FPS以上, 模型mAP达86%, 可实现安全帽的智能化检测。钱大龙<sup>[5]</sup>等提出基于特征融合的安全帽识别方法, 在施工场景安全帽识别准确率高达98%; Liu<sup>[6]</sup>等提出基于YOLOv5的双通道多尺度头盔检测模型, 该模型为双通道结构, 具有较高的头盔检测精度, 对小目标检测效果较好, 且有较强的泛化能力。

选用YOLOv7模型作为基础模型, 针对工地施工人

员佩戴安全帽检测精度较低等问题, 通过嵌入注意力机制、改进最大池化卷积结构和替换传统的非极大抑制算法进行改进, 并利用数据集对模型进行训练和预测。结果表明, 改进的YOLOv7算法可以提高工地安全帽的检测精度, 降低漏检率。

## 2 工地安全帽检测网络模型

### 2.1 YOLOv7网络模型

YOLO是one-stage目标检测算法的代表, 可基于深度神经网络进行对象识别和定位, 具有运行速度快的特点, 能有效进行实时系统检测。YOLOv7相较于YOLO系列其他算法, 在准确率和速度上具有明显优势。YOLOv7的整体网络结构如图1所示。

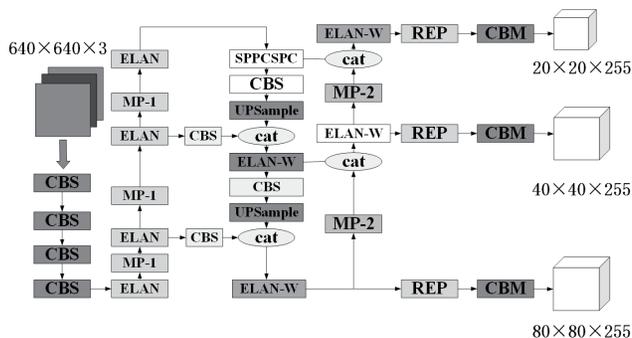


图1 YOLOv7网络结构

首先将影像进行Mosaic增强, 输入Backbone特征提取网络, 该部分主要由CBS、ELAN和MP1模块组成, 经过特征提取后得到 $80 \times 80 \times 128$ 、 $40 \times 40 \times 512$ 和 $20 \times 20 \times 1024$ 三个特征矩阵; 然后将三个特征矩阵经过Neck网络进行特征融合, 保留图像浅层的轮廓信息和深层的语义信息; 最后在检测端生成 $80 \times 80 \times 255$ 、

**作者简介:** 陈丕(1984—), 男, 回族, 本科, 高级工程师, 主要从事测绘地理信息及国土空间规划工作。

40×40×255、20×20×255 三个预测特征图，预测九种（每个预测特征图可预测三种）不同尺寸的目标<sup>[7]</sup>。

## 2.2 改进 YOLOv7 网络模型

将工地安全帽检测任务看作是区分安全帽和其他类的二分类问题，但是直接利用 YOLOv7 进行安全帽检测存在一定的不足：一是 YOLOv7 针对浅层特征的提取不充分；二是在目标密集、尺度变化较大的施工场地存在检测精度低等问题。因此，对 YOLOv7 模型进行改进，使其更适合工地安全帽的检测。

### 2.2.1 网络结构改进

首先将多个注意力模块 SimAM<sup>[8]</sup> 嵌入 YOLOv7 网络结构。注意力机制通过对网络输入部分赋予不同的权重，模型忽略不相关信息，只关注重要信息，可有效提高模型在复杂背景下的特征提取能力。SimAM 注意力机制模块不会增加网络参数量，有即插即用的特点，可嵌入模型任何位置，原理如图 2 所示。SimAM 核心在于利用能量函数计算注意力权重，突出安全帽检测的关键特征，提高了对安全帽关键特征的提取能力。

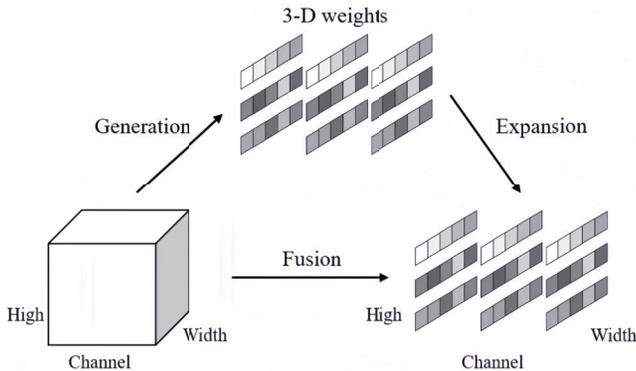


图2 SimAM注意力模块

然后改进最大池化卷积 (MPConv) 结构，减少下采样过程中的特征损失。在 YOLOv7 网络结构中，MPConv 模块两个分支的下分支使用 3×3 卷积内核进行卷积运算，当步长等于 2 时，会丢失一些特征信息，网络学习会变得低效。因此，将 MPConv 下分支的 3×3 卷积内核替换为 FOCUS 模块，如图 3 所示，这样可以将特征图减半，从而减少特征丢失，提高模型对特征的学习效率，增加复杂背景下安全帽的检测能力。

### 2.2.2 后处理改进

将传统 NMS 后处理算法替换为 soft-NMS 算法<sup>[9]</sup>，传统 NMS 算法在测试结果中只选取得分最高的检测框，通过设置重叠框阈值判断相邻检测框的删除和保留，在人员密集的工地场景容易出现漏检。因此，引入 soft-NMS 算法，该算法不会粗鲁地删除所有 IOU 大于

阈值的框，而是降低其置信度，对于一些高分检测框，即使在后处理阶段降低了分数，也能在后续计算中作为正确的检测框，有效提高检测准确率和召回率。综上所述得到最终改进的 YOLOv7 算法模型，原理如图 4 所示。

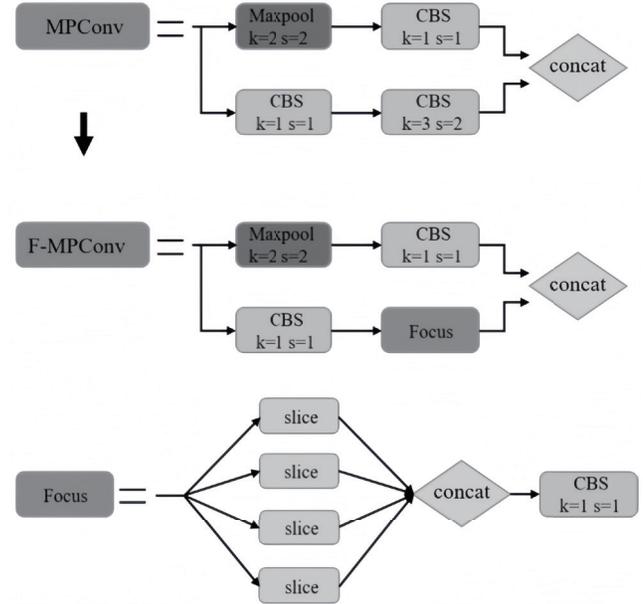


图3 MPConv改进

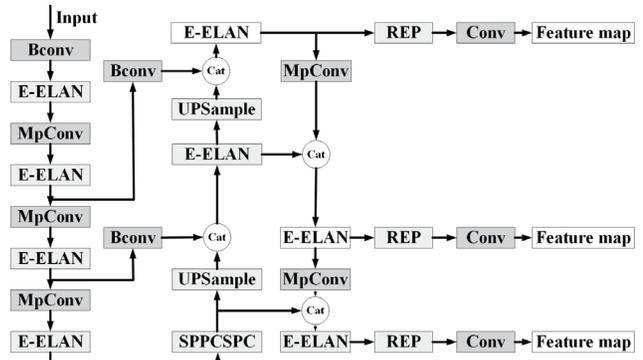


图4 改进YOLOv7网络结构

## 3 实验与结果分析

### 3.1 实验数据集

深度学习模型训练的基础是数据集，训练数据集的质量直接影响最终训练的安全帽佩戴识别模型效果。通过查阅文献利用网络筛选，得到一定数量的安全帽图片。在标注前对图像进行预处理，剔除部分不含目标图像及图像类型的归一化，最后得到 7500 张图片。通过 LabelImg 工具对收集的图片数据进行标注，LabelImg 是一种可视化图像标注工具，用于对原始图像进行标注，并生成相应的 xml 文件，记录目标框的位置和类别。训练之前按 9:1 的比例将数据集随机划分为训练集和验证集。

### 3.2 网络模型训练

网络模型测试平台为个人工作站，配置为：Intel (R) Core (TM) i9-10900X CPU@3.70GHz 3.70GHz；GPU 为 NVIDIA Quadro RTX 4000，64G 内存；Window10 64 位操作系统；深度学习框架 Keras2.11.0；CUDA 版本 10.1；编程语言为 Python3.7。

训练时输入图像大小设为 640×640，初始学习率设为 0.001。训练分为冻结阶段和解冻阶段。冻结阶段模型的主干被冻结，特征提取网络不发生改变，batch\_size 设置为 8，epoch 设置为 50；解冻阶段特征提取网络发生改变，使用 SGD 优化器，该优化器需要较长时间进行收敛，因此完整 batch\_size 设置为 300。经过完整训练，最终生成可用来预测的权值文件。

### 3.3 评价指标

模型检测性能通过精度评价指标精确率 (P)、召回率 (R)、F1 分数 (F1)、平均精确率 AP 和 mAP 进行评价。具体计算公式如下：

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (1)$$

$$R = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (2)$$

$$F1 = 2 \times \frac{PR}{P + R} \times 100\% \quad (3)$$

$$AP = \int_0^1 P(R) dR \times 100\% \quad (4)$$

$$mAP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n AP_i \times 100\% \quad (5)$$

公式中， $P$  为正确检测的百分比， $R$  为网络检测安全帽的查全率， $F1$  为  $P$  和  $R$  的综合性能， $mAP$  是每种  $AP$  的平均值。利用置信度和并集交集 (IOU) 上的阈值，确定真阳性 (TP)、假阳性 (FP) 和假阴性 (FN) 的数量。 $TP$  是被检测为安全帽的安全帽， $FP$  是被检测为安全帽的背景，而  $FN$  是未被检测到的安全帽。

### 3.4 结果与分析

利用训练后的模型对数据集进行预测和精度评价，得到数据集的 F1 分数图，如图 5 所示。从图 5 能看出模型 F1 分数值和置信度的关系，当置信度为 0.5 时，模型的 F1 分数最高达 0.92，本次训练的模型能很好地完成安全帽佩戴检测任务。YOLOv7 模型和改进 YOLOv7 模型的部分检测效果如图 6 所示，从图 6 可知，针对人员分散和个体数量较小的检测，两个模型都能检测出施工人员的安全帽。但针对密集人群，原始 YOLOv7 模型未检测出所有施工人员，存在漏检，而改进 YOLOv7

模型能完整检测出所有施工人员，且精度更高。

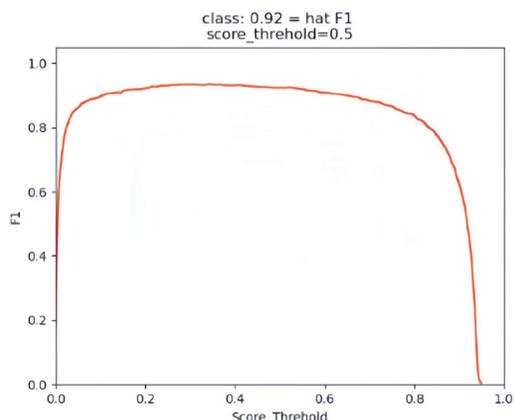


图5 数据集的F1分数



(a) 待检测图



(b) YOLOv7检测结果

(c) 改进YOLOv7检测结果

图6 检测效果

为更好地验证改进 YOLOv7 模型的有效性, 利用精度评价指标对模型进行精度评价, 结果如表 1 所示。从表 1 可知, 改进 YOLOv7 模型的精确率达 96.41、召回率为 88.60、F1 分数为 0.92, mAP 高达 95.64%, 相比原始 YOLOv7 模型, 综合评分提升 5 个百分点, mAP 提升 4 个百分点, 可有效完成工地场景施工人员安全帽佩戴情况的高精度检测。

表1 模型精度评价

模型	Precision (%)	Recall (%)	F1-score	mAP (%)
YOLOv7	88.95	85.14	0.87	91.63
改进YOLOv7	96.41	88.60	0.92	95.65

## 4 结论

改进 YOLOv7 目标检测算法实现了复杂工地环境下施工人员安全帽佩戴情况的高效检测。利用自制的数据集, 通过嵌入注意力机制、修改网络模块和优化后处理模块的方式对原始模型进行了改进, 提高了模型的检测性能。

改进模型在计算能力较强的计算机中运行良好, 但在较差的设备中可能存在一定的问题, 在密集和高遮挡场景下的检测性能也有待提高, 后续将对此进行研究, 以期提高模型的适用性。

(上接第 39 页)

图, 两种地图服务分别遵循 ADAS 第 2 版本接口规范 (Advanced Driver Assistance System Interface Specification Version 2, ADASIS V2) 和第 3 版本接口规范 (ADASIS V3)。该软件可通过 EHP 将车辆周围的 NDS 高精地图信息转换为 ADAS 和自动驾驶应用程序可解析的数据, 用于高精定位、感知补充、路径规划等功能。

## 4 结束语

NDS 作为一种国际通用的汽车导航系统标准化物理存储格式, 注重地图数据在车端的应用效率与高效服务。通过解析 NDS 框架特点、关键构建块, 展示典型应用形态和案例, 为 NDS 后续优化和应用提供参考。

(1) NDS 数据库、分区、分块和分级等框架特点支撑其可以快速更新和高效计算。

(2) NDS 高精地图模块各具特点、高效灵活, 路由构建块拓扑与几何结构分层、车道构建块采用车道组和车道边界组、定位地标构建块几何与属性独立表达。

## 参考文献

- [1] 许凯, 邓超. 基于改进 YOLOv3 的安全帽佩戴识别算法[J]. 激光与光电子学进展, 2021, 58(6): 300-307.
- [2] 刘晓慧, 叶西宁. 肤色检测和 Hu 矩在安全帽识别中的应用[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 2014, 40(3): 365-370.
- [3] 蔡利梅. 基于视频的煤矿井下人员目标检测与跟踪研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2010.
- [4] 郭普特, 郑斌, 黄敏, 等. 基于深度学习的安全帽智能识别系统设计与实现[J]. 中阿科技论坛(中英文), 2022, 38(4): 137-141.
- [5] 钱大龙, 韦古强, 叶良浩. 一种基于特征融合的安全帽佩戴识别方法[J]. 自动化技术与应用, 2022, 41(11): 69-72.
- [6] Yulu Liu, Ying Tian. DCMS-YOLOv5: A Dual-Channel and Multi-Scale Vertical Expansion Helmet Detection Model Based on YOLOv5[J]. Engineering Letters, 2023, 31(1): 373-379.
- [7] 孙轶凡. 基于毫米波雷达与摄像头协同的道路目标检测与识别技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2022.
- [8] Yang L, Zhang R Y, Li L, Xie X. SimAM: A Simple, Parameter-Free Attention Module for Convolutional Neural Networks[J]. In Proceedings of the International Conference On Machine Learning (ICML), Virtual Event, 2021(7): 18-24.
- [9] Bodla N, Singh B, Chellappa R, et al. Soft-NMS: Improving object detection with one line of code[J]. In Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (IC-CV), Venice, Italy, 2017(10): 22-29.

(3) NDS 产品适配时的兼容性和灵活性使其能够提供丰富的应用服务。

## 参考文献

- [1] 李德仁, 洪勇, 王密, 等. 测绘遥感能为智能驾驶做什么? [J]. 测绘学报, 2021, 50(11): 1421-1431.
- [2] 陈龙, 刘坤华, 周宝定, 等. 多智能体协同高精地图构建关键技术研究[J]. 测绘学报, 2021, 50(11): 1447-1456.
- [3] 张攀, 刘经南. 通用化高精地图数据模型[J]. 测绘学报, 2021, 50(11): 1432-1446.
- [4] 詹骄, 郭迟, 雷婷婷, 等. 自动驾驶地图的数据标准比较研究[J]. 中国图象图形学报, 2021, 26(1): 36-48.
- [5] 陈培华. 基于 Shape 格式转换 NDS 显示数据的设计与实现[D]. 沈阳: 东北大学, 2015.
- [6] 胡守兴. 基于 NDS 旅游路线导航引擎设计[D]. 上海: 复旦大学, 2014.
- [7] NDS. Navigation data standard format specification V2.5.4rc1[EB/OL]. (2020-04-19)[2023-04-20]. <https://download.csdn.net/download/guangewi/12340302>.

# 基于地理加权的区域城镇化建设对耕地景观破碎化驱动探析

雷春荣

(江西省南昌市自然资源和规划局新建分局事务服务中心, 江西 南昌 330000)

**摘要:** 为探析区域城镇化发展、基础设施建设对耕地景观的影响, 优化耕地资源保护与土地资源优化配给, 采用形态学景观格局分析和地理加权回归模型, 基于2010~2020年土地利用信息数据, 分析南昌市城镇化建设对耕地景观破碎化的影响, 结果表明: 随着各地市区县城镇化建设发展, 建设用地扩张对耕地景观破碎化有较强的正向影响, 而且这种破碎化现象主要发生在建设用地密集区。

**关键词:** 耕地景观破碎化; 地理加权回归; 城镇化建设; 景观格局

## 1 引言

土地资源是人类生存发展的必要资料, 随着经济社会发展、城镇化进程加快, 大量基础设施建设导致耕地被侵占, 耕地景观破碎化, 耕地地块连通性降低, 无法形成规模性种植, 对高标准农田建设、农业现代化发展造成阻碍, 进一步影响耕地生态系统的多样性发展<sup>[1]</sup>。

为严格遵守“守护耕地红线, 稳定粮食种植面积, 加强高标准农田建设, 切实保障粮食和重要农产品稳定供给”的农业发展指导思想, 以南昌市为研究区, 基于景观生态学角度, 以区县为单元, 探析南昌市耕地景观破碎化现象, 以耕地斑块数量、斑块密度、连接度、聚集性等景观格局指数为基础, 与熵权法相结合<sup>[1]</sup>, 构建耕地破碎度指数, 通过外溢效应分析、地理加权回归模型, 探究南昌市城镇化发展、建设用地扩张对耕地破碎化的影响机理, 进而为南昌市耕地资源保护、土地资源优化配置提供理论支撑<sup>[2]</sup>。

## 2 数据集方法

### 2.1 研究区概况及数据来源

南昌市地处我国华东地区, 是中国长江中游地区的重要中心城市、鄱阳湖生态经济区中心城市, 也是江西省会及江西省政治、经济、文化、科技、教育中心。近年来, 随着我国政策利好以及经济科学技术的进步, 南昌市经济发展逐年向好, 第一、第二产业同比增长较快, 基础设施发展较为完善, 以南昌为交通枢纽的国道十多条, 高速公路网更是贯通湘、鄂、皖、浙、闽、

粤等省而与全国联网。基础设施的完善, 标志着南昌市城镇化建设取得重要阶段性成果, 同时也引发一系列经济发展与人文耕地等方面的冲突。

研究采用的土地利用信息数据来源于中科院发布的2010、2015、2020年全球地表覆被数据, 空间分辨率为30m, 以探析南昌市城镇化发展对耕地景观破碎化的影响。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 指标确权与综合指数计算

耕地景观破碎化综合指数获取需要对各类景观指标进行加权计算, 引入熵权法分析各景观指标度量差异信息的离散程度, 同时基于熵权法对指标权数的敏感性, 完成各类景观指标的权重分配<sup>[3]</sup>。具体计算公式如下:

$$A_{ij} = \frac{a_{ij} - \min a_{ij}}{\max a_{ij} - \min a_{ij}} \quad (1)$$

$$A_{ij} = \frac{\max a_{ij} - a_{ij}}{\max a_{ij} - \min a_{ij}} \quad (2)$$

公式(1)为正指标, 公式(2)为负指标,  $A_{ij}$ 、 $a_{ij}$ 分别为第*i*年( $i=1, 2 \dots n$ )与第*j*类指标的初始值与标准化值;  $\max a_{ij}$ 、 $\min a_{ij}$ 为第*j*类指标的最大、最小值。第*j*类指标信息熵的计算公式为:

$$r_{ij} = A_{ij} / \sum_{i=1}^m A_{ij} \quad (3)$$

$$k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (4)$$

$$f_j = -k \sum_{i=1}^m (r_{ij} + \ln r_{ij}) \quad (5)$$

**作者简介:** 雷春荣(1974—), 男, 汉族, 本科, 房地产测绘工程师, 主要从事测绘地理信息工程。

公式(3)到(5)中,  $r_{ij}$  为第  $i$  年第  $j$  类指标标准化值占比,  $m$  为研究时长,  $k$  为常数,  $f_j$  为第  $j$  类指标信息熵<sup>[4]</sup>。基于以上参数计算指标差异系数与权重值, 具体计算公式如下:

$$g_j = 1 - f_j \quad (6)$$

$$w_j = g_j / \sum_{j=1}^n g_j \quad (7)$$

公式(6)和(7)中,  $g_j$ 、 $w_j$  分别表示第  $j$  类指标差异性指数及权重, 基于权重值及各标准的标准化值乘积作为对耕地景观破碎化综合指标贡献率。贡献率计算公式如下, 其中  $u_j$  为评价指标体系最终权重。

$$u_j = \sum_{j=1}^n w_j \times A_{ij} \quad (8)$$

### 2.2.2 基于莫兰指数的外溢效应分析

引入莫兰指数分析研究区建设用地与耕地的相关性, 其中全局莫兰指数可分析建设用地与耕地的整体空间相关性, 局部莫兰指数可有效分析小尺度范围内建设用地与耕地的空间关联性。全局与局部莫兰指数计算分别如公式(9)和(10)所示:

$$I = \frac{n}{s_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} Z_i Z_j}{\sum_i Z_i^2} \quad (9)$$

$$I_i = \frac{Z_i}{S^2} \sum_{j \neq i} w_{ij} Z_j \quad (10)$$

$$Z_i = y_i - \bar{y}, Z_j = y_j - \bar{y}, \quad (11)$$

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum (y_j - \bar{y})^2, S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

公式中,  $n$  表示征用地类型斑块数量,  $y_i$ 、 $y_j$  分别表示第  $i$ 、 $j$  个斑块的土地类型,  $w_{ij}$  为权重。当莫兰指数  $I$  为正值, 则表明为正相关, 为负值则表明是负相关; 对  $I$  取绝对值, 值越大相关性越强。  $I_i$  为正值时, 表明第  $i$  个斑块与其周边的属性值均高(高-高)或属性值均低(低-低)<sup>[4]</sup>。若  $I_i$  为负值, 表明第  $i$  个斑块与其周边的属性值均高(高-低)或属性值均低(低-高)。

### 2.2.3 地理加权回归分析

MGWR(多尺度地理加权回归)为GWR(地理加权回归)模型的拓展应用, 使各自变量使用各自最优的带宽<sup>[4]</sup>, 可有效估计具有空间自相关性的数据, 且能够反映参数在各研究单元的空间异质性<sup>[5]</sup>。因此, 研究使用MGWR模型来定量识别不同驱动因素对山东省耕地绿色转型指标的作用机制, 驱动因素的回归系数反

映了耕地绿色转型指标对其空间响应关系。

计算公式如下:

$$y_i = \sum_{j=1}^n a_j x_{ij} + \sum_{j=n+1}^m \beta_j (u_i, \gamma_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad (12)$$

公式(12)中:  $y_i$  表示第  $i$  个格网的因变量,  $a_j$  为全局变量的回归系数,  $n$  为格网的数量。  $(u_i, \gamma_i)$  为格网中心点  $i$  的坐标,  $m$  为自变量的数量,  $\beta_j$  表示局部变量的回归系数,  $x_{ij}$ 、 $\varepsilon_i$  分别为第  $j$  个自变量在位置  $i$  的观测值及随机误差项。

## 3 结论及分析

### 3.1 南昌市耕地、建设用地空间分布

2010、2015、2020年南昌市耕地、建设用地空间分布情况如图1所示, 分析可知: 2020年南昌市建设用地面积较2015年、2010年呈明显扩张趋势, 且建设用地与耕地在空间交错分布; 建设用地以青山湖区、东湖区、西湖区扩张最为迅速, 且向周边衍射, 在一定程度上带动了周边城市的城镇化建设进程。

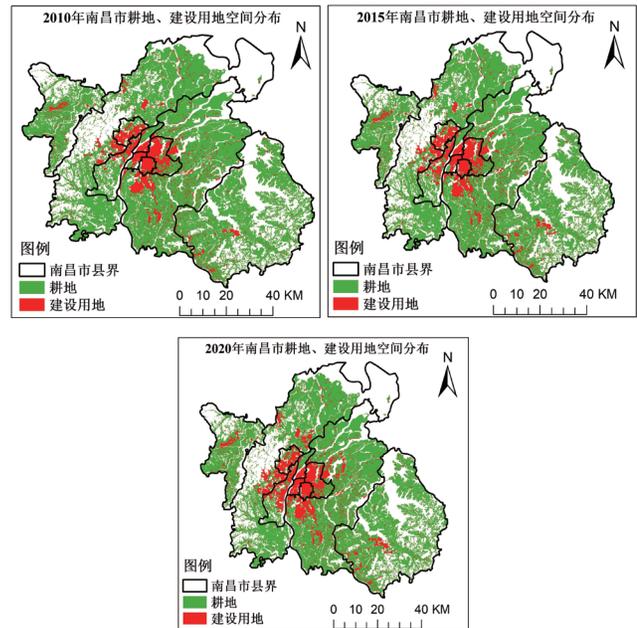


图1 2010、2015、2020年南昌市耕地、建设用地空间分布

### 3.2 耕地景观破碎化指数

研究选取斑块密度(PD)、平均斑块面积(AREAMN)、聚集指数(AI)、连通性指数(COHESION)、连接度(CONNECT)等景观指数进行分析。其中, 斑块密度用于表述单位面积景观的斑块数, 值越大, 破碎度越高; 平均斑块面积用于描述各景观类型的面积均值, 值越大破碎化程度越小<sup>[1]</sup>; 聚集指数用于描述景观斑块的聚合程度, 值越大, 聚合越好; 连通性指数表示斑块类

型间的物理连接程度，值越大，景观连接性越好；连接度表示给定阈值内相同斑块之间的连通度，值越大，景观连通性越好。研究以南昌市区县为分析单元，引入熵权法分配各类景观指数权重，计算各区县耕地破碎化指数，景观格局指数具体描述及权重如表1所示。

通过引入景观指数及熵权法赋权分析方法，以区县为单位计算各地区耕地景观破碎化指数并进行归一化处理。2010、2015、2020年南昌市各区县耕地景观破碎化指数如表2所示。分析可知，在城镇化建设发展较好的东湖区、新建区以及青云谱区等地，耕地景观破碎化程度较高，而在红谷滩区等部分区县城镇化建设程度较低，对耕地景观破碎化的影响较小。

表1 景观格局指数具体描述及权重

景观格局指数	斑块密度 PD	平均斑块面积 AREAMN	聚集指数 AI	连通性指数 COHESION	连接度 CONNECT
权重	0.134	0.233	0.270	0.221	0.142

表2 各区县耕地景观破碎化指数

区县	东湖区	西湖区	青云谱区	青山湖区	新建区	红谷滩区	南昌县	安义县	进贤县
2010年	0.741	0.741	0.942	0.745	0.748	0.668	0.787	0.698	0.726
2015年	0.738	0.846	0.942	0.742	0.744	0.650	0.782	0.692	0.722
2020年	0.733	0.939	0.973	0.732	0.741	0.660	0.779	0.692	0.725

### 3.3 城镇化建设对耕地景观破碎化外溢效应分析

为分析研究区城镇化建设对耕地的影响，分别对2010年和2020年南昌市建设用地与耕地进行全局莫兰指数分析。其中，2010年莫兰指数为0.485，2015年莫兰指数为0.573，2020年莫兰指数为0.695，两期结果置信度均为99%，时序结果显示全局莫兰指数呈增长趋势，南昌市建设用地与耕地空间位置呈正向关联，且关联度在提升，表明建设用地对耕地有外溢效应。

为空间化分析城镇建设用地扩张与耕地景观破碎化的空间聚集与空间分异特征，采用局部空间相关模型分析，在P为5%、Z值检验置信度为95%基础上，基于ArcGIS数据分析平台分别构建双变量局域莫兰指数分析图，如图2所示。分析发现：（1）研究区建设用地的外溢效应在2010~2015年、2015~2020年逐渐增强，高-高、高-低聚集地区逐渐增多；（2）建设用地与耕地破碎化高-高聚集区主要集中在南昌县、安义县、进贤县等耕地与建设用地交互较多的区域；（3）研究区的建设用地集中区域均与耕地呈现高-高或高-低的空间聚集特征，且随着城镇化建设、建设用地扩张，耕地景观破碎化程度逐渐变高，两者高-高、

高-低聚集特征明显递增；而建设用地较少区域，耕地不易发生破碎化现象，且建设用地与耕地空间相关性表现为低-高或低-低聚集特征，这表明城市城镇化建设对耕地景观破碎化有显著影响。

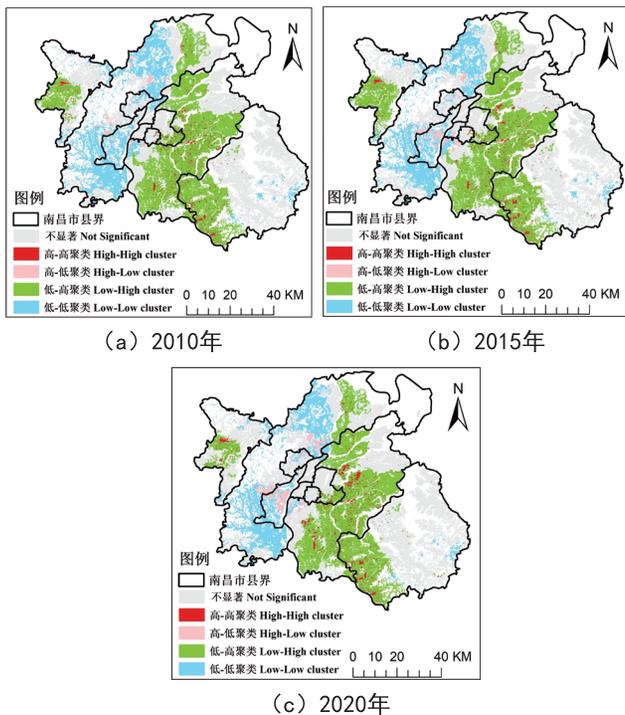


图2 南昌市建设用地外溢效应对耕地影响

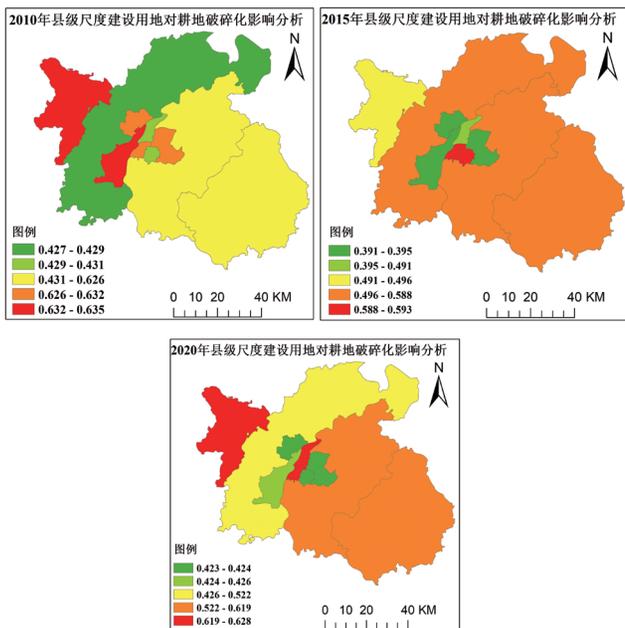


图3 地理加权回归分析

### 3.4 地理加权回归分析

为空间化、量化南昌市建设用地扩张对耕地景观破碎化的影响，以区县为研究单元，以景观破碎化指

(下转第50页)

# 地面激光扫描与无人机摄影测量结合的地形测量探讨

贾峻峰

(广州市城市规划勘测设计研究院, 广东 广州 510060)

**摘要:** 航空摄影测量和激光扫描是大比例尺地形测量的常用方法, 但当测量对象存在遮挡时, 不可避免会产生数据阴影。将地面激光扫描和无人机摄影测量结合, 在地面激光扫描数据覆盖不足的地区, 采用无人机点云进行有效补充, 通过选取广东省西部某座陡峭山峰进行实验, 生成地形高分辨率点云和数字高程模型, 经检测, 测量精度达到厘米级, 该方法可应用于包含崎岖山地在内的大比例尺地形测量。

**关键词:** 地面激光扫描; 无人机摄影测量; 高山地形; 数字建模; 点云

## 1 引言

低空间分辨率 DEM (数字高程模型) 适用于对大尺度地貌和动态变化过程的分析, 但对于崎岖的高山地貌, 以及从小碎石到大石块等不同粒度松散沉积物的监测分析, 必须使用高分辨率 DEM, 因为地表径流、生物扰动、落石等皆在更精细的 DEM 空间尺度运行, 且经常改变地貌形态, 有必要对地形进行快速的动态监测<sup>[1]</sup>。

高分辨率 DEM 可用于识别和分析各种特定地貌和地貌过程, 并用于揭示地貌和地表过程的多层次结构, 是跨多个尺度地貌研究的最优解决方案之一<sup>[2]</sup>。生成 DEM 的常用方法有天基光学立体测绘、激光测量、雷达干涉测量等。其中天基光学立体测绘 (如 ZY-3 和 GF-7 号) 和雷达干涉测量 (如 SRTM 和 TanDEM-X) 受重访时间限制难以快速灵活地获取所需数据, 而且对于那些陡峭的斜坡, 采用这两种方法生成 DEM 的精度比较低<sup>[3]</sup>。

地面激光扫描 (Terrestrial Laser Scanning, TLS) 和基于运动结构图像匹配 (Structure From Motion, SFM) 的摄影测量, 主要优点是数据采集速度快、精度高, 后者通常基于无人机作为传感器平台 (以下简称 UAV-SFM)。在高山地区, TLS 或 UAV-SFM 单独使用的情况下, 都会产生一定的数据阴影<sup>[4]</sup>, 通过改变传感器的位置, 从多个位置和不同的观察角度测量, 可以相互补充未采样区域。本文提出使用 TLS 和 UAV-SFM 结合的方法快速完成崎岖山地的三维地形测量, 如图 1 所示。

## 2 技术路线

使用 TLS 和 UAV-SFM 摄影测量相结合生成崎岖山地 DEM 的技术流程包括: 数据获取、数据处理、点云融合 DEM 生成和精度评估等 4 个主要步骤, 具体流程如图 2 所示。

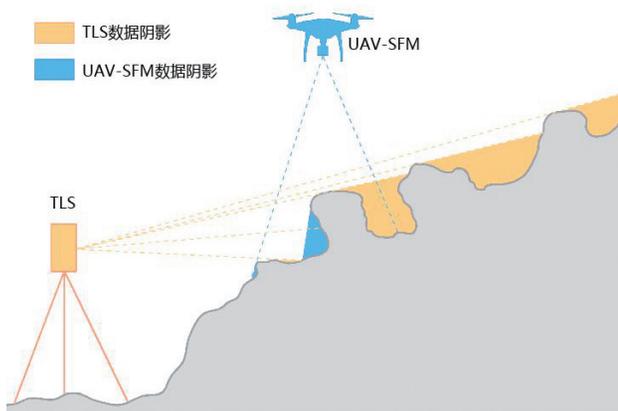


图1 TLS和UAV-SFM结合的地形测量

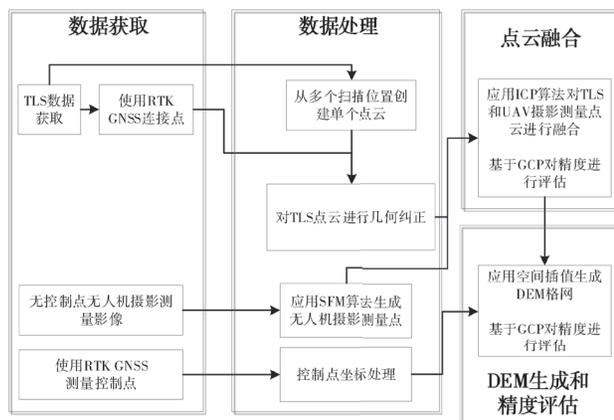


图2 TLS和UAV-SFM结合生成DEM工作流程

**作者简介:** 贾峻峰 (1980—), 男, 汉族, 本科, 工程师, 主要从事城市规划测量相关工作。

## 2.1 数据获取

主要是对研究区进行地面激光扫描和无人机摄影测量，这两种方法提供了研究区的不同视图，能够在复杂地形获得更完整和均匀的数据覆盖。此外，还需要获取地面控制点数据，用于 TLS 数据的地理参考和结果验证。

## 2.2 点云数据处理

主要包括：（1）从不同 TLS 扫描位置生成的点云相互配准；（2）TLS 点云几何校正；（3）生成正射影像和 UAV-SFM 点云；（4）在 TLS 点云的数据阴影范围，提取 UAV-SFM 点云点，将提取的点与 TLS 点云数据集合并。

## 2.3 点云数据融合

独立获取的 TLS 和 UAV-SFM 点云数据集都包含数据阴影或稀疏覆盖，可以通过融合点云来减少此类情况。TLS 数据在内部相互定向，具有比 UAV-SFM 点更高的精度。

## 2.4 DEM 生成和精度评估

主要包括：（1）应用空间插值生成 DEM 格网；（2）基于地面控制点对精度进行评估。

## 3 研究区域和数据获取

研究区为广东省西部某山，该山遇大雨易发生滑坡，需进行动态监测。使用的设备包括两个双频 GNSS 接收机 Topcon Hyper II、一个 Riegl VZ-1000 远程激光扫描仪和一个 Nikon D-700 相机、一个 UAV 四旋翼机 DJI Phantom4、一个 1200 万像素 FC330 相机（焦距 3.61mm）

在 2022 年 9 月和 2022 年 10 月共执行了 22 个位置的扫描（如图 3 所示）。扫描仪优选地位于能有效覆盖感兴趣区域较大部分的位置，为了确保逐点测量的最佳区域覆盖，使用了不同的扫描仪设置，脉冲重复率（PRR）为 70kHz，扫描范围超过 1400m。对于两次扫描时扫描仪放置的相同位置，使用 300kHzPRR 和 450m 范围的扫描或 150kHzPRR 和 950m 范围的扫描来加密重叠位置的数据。

UAV-SFM 方法提供了不同的垂直至近垂直视角，弥补了在 TLS 垂直地形遮挡区域进行地形测绘的能力，将飞行高度设置为 100m，空间分辨率为 17cm，共拍摄 970 幅影像。

应用实时动态（RTK）全球卫星导航系统（GNSS）获取地面控制点数据，共采集了 171 个地面控制点坐

标，如图 3 所示。

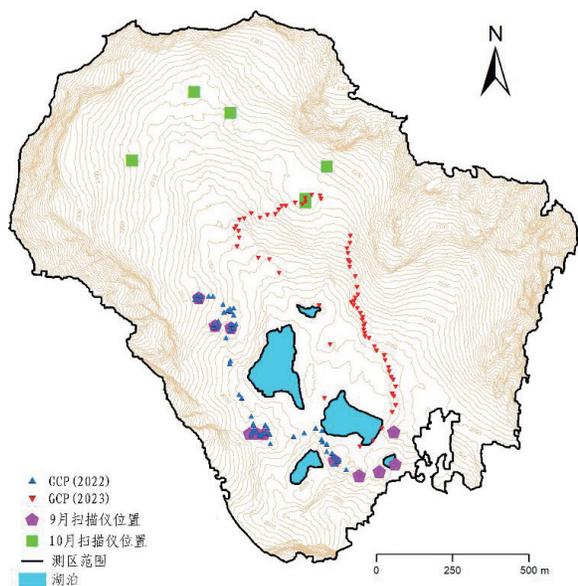


图3 基于RTK GNSS获取TLS站和GCP位置

## 4 数据处理

原始 TLS 数据基于 RiSCAN PRO 软件处理，基于相同点在两个或多个重叠点云之间执行配准。

首先，从每个扫描位置获得的单个点云（扫描）被分配了 RGB 值，这些值代表了用集成在扫描仪上的相机拍摄影像的原始色，该信息有助于在相互定向扫描的程序中实现对象配准<sup>[5]</sup>。配准在两个或多个重叠点云之间基于相同点进行，主要包括两个步骤：手动和自动配准。Riegl VZ-1000 地面激光扫描仪包括一个集成的 GPS 接收器，该接收器厘米级精度测量扫描仪位置的地理坐标，内置的磁罗盘提供朝向磁北的方位角测量，通过两个粗略定位扫描，在粗略配准中快速找到空间重叠 TLS 点云的相同点。配准程序要求在两个重叠扫描之间至少识别 4 个相同点，应用 RiSCAN PRO 软件中的多站调整（MSA），基于所选参数，生成多数据，使用迭代最近点（ICP）算法，通过沿 X、Y、Z 轴平移和（或）旋转整个点云，直至达到多数据点之间的最小标准偏差，从而最小化多数据点之间的 3D 距离<sup>[6]</sup>。具体配准步骤为：（1）锁定第一个扫描的位置和方向，平移和旋转第二个扫描，直至达到第一个扫描的多数据点的最小标准偏差；（2）配准后，锁定第一个和第二个扫描的位置和方向，并通过 MSA 调整第三个扫描的位置和方向。该程序以这种方式继续进行，直到所有扫描在公共坐标系中尽可能精确配准。

UAV-SFM 采集的图像在 Agisoft PhotoScan 软件

中处理,生成三维点云和正射影像,如图4所示。

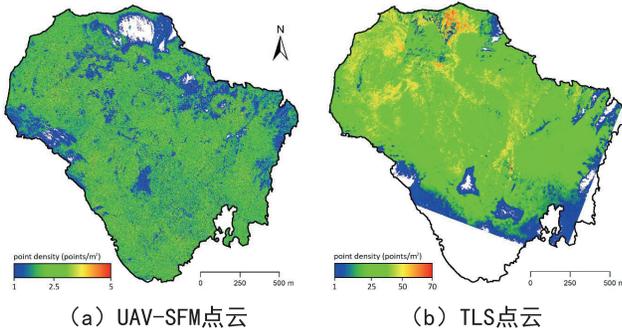


图4 获取的点云数据

TLS和UAV-SFM生成了密集点云。TLS从22个扫描位置生成了超过2.64亿个点,点的平均密度约为130点/m<sup>2</sup>,单个扫描的连续配准的标准偏差为2.6~12.9mm,平均标准偏差为6.1mm,在所有扫描配准之后,选择中心扫描位置,将中心位置和方向保持锁定,所有其他扫描位置再次相对于中心位置进行配准,标准偏差为4.2mm。通过配准所有扫描,创建感兴趣区域地形的单点云,对得到的TLS点云进行几何校正,坐标变换标准偏差为33.2mm。UAV-SFM平均点云密度为4点/m<sup>2</sup>,将UAV-SFM点云空间配准到最终TLS点云,UAV-SFM数据的标准偏差为11mm。

## 5 TLS与UAV-SFM数据融合

首先,基于人工识别的4个点进行粗略配准,使UAV-SFM和TLS点云在三维空间靠得更近,达到两个点云之间相互位移的标准差0.5m。然后,应用自动配准方法,识别出TLS和UAV-SFM点云之间的相同点。

自动配准的具体流程为:(1)基于4个手动识别的点进行粗略配准,使UAV-SFM和TLS点云在三维空间更靠近,达到两个点云之间相互位移的标准偏差为0.5m;(2)应用MSA自动配准方法,在点密度明显不同的区域识别出TLS和UAV-SFM点云的几十个相同点。自动配准过程分几步进行,每一步都进一步减小搜索窗口参数和点云旋转角度的值,进而将配准误差从分米减小到厘米。

利用点云对比软件以0.5m的3D距离对TLS和UAV-SFM融合产生的点云进行抽样,使点的不同空间密度均匀化,减少DEM生成过程的数据冗余。因此,最终的点云密度为4个点/m<sup>2</sup>,颜色信息与预抽取的TLS数据一起保留。在点云融合后,从正射影像中为点分配颜色,提供比融合后点云(0.5m)更高分辨率(0.17cm)的一致颜色信息,如图5所示。

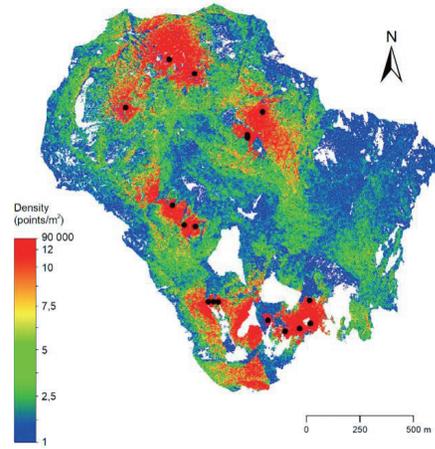


图5 融合后的点云数据

## 6 DEM生成

点云是地表的不连续数字表示,不直接适用于景观现象和过程建模。通常点云用作生成DEM的输入数据,采用空间插值生成平滑的连续DEM曲面,基于GRASS GIS 7.6.1软件的并行v.surf.rst模块,使用正则样条曲线,将输入高度值插值到光栅栅格的中心。在张力参数为20、平滑参数为0.8、点间最小距离为0.4m的情况下,将默认参数更改为0.5m网格单元大小的平方网格内插最终DEM,该网格单元大小对应于最终空间均匀化点云的密度。使用CloudCompare软件的Poisson重建生成了基于三维矢量的曲面模型,如图6所示。

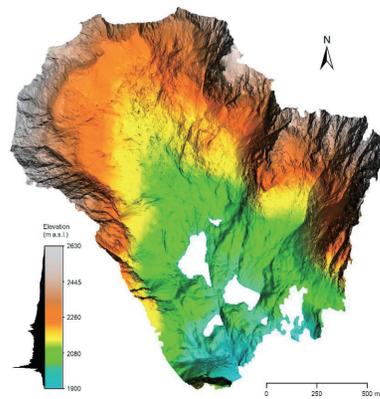


图6 TLS和UAV-SFM结合生成的DEM

DEM精度评估如表1所示。在验证最终点云地理参考精度时,使用相同的地面控制点计算高程差。平均垂直残差值为-0.461米,最终DEM相对真实高程值偏低,方根误差(RMSE)值为0.574米,表明与参考点总体拟合,该值高于点云RMSE(0.143米),主要原因如下:

(1) DEM的插值涉及表面平滑,与输入点云相比,

输入点的数量减少,最终DEM的网格大小定为0.5米,对粗糙的地形进行了平滑处理,高程在较短的距离内变化较小;(2)每个DEM单元仅分配一个高度,该单一值可能涵盖了地表复杂地形特征,如大块岩石的局部表面及其间的细小间隙,这可能导致DEM在反映真实地形高度时产生一定的偏差。

地面控制点(GCP)的选取尤为重要,通常布设在具有稳定地形的位置,比如大块岩石的顶部或裸露的基岩表面,这些位置在通过地面激光扫描(TLS)或无人机摄影测量(UAV-SfM)技术获取数据时,能够提供更清晰、更准确的几何信息。点云验证表明,输入数据集与参考GCP的整体匹配度较高,可通过提高DEM的空间分辨率来提高最终DEM垂直精度。

表1 融合后的点云最终生成DEM的高程差统计

数据	融合后点云	生成的DEM
GCP数量	104	104
最小值	0.003	-2.137
最大值	0.380	0.025
变化范围	0.377	2.162
均值	0.114	-0.461
标准偏差	0.086	0.342
RMSE	0.143	0.574

(上接第46页)

数为因变量,以单元内建设用地扩张面积为影响因子,引入地理加权回归模型进行小地理尺度范围内的关联度分析。

基于地理加权回归模型分析建设用地扩张与耕地景观破碎化关联性结果如图3所示,分析可知:(1)东湖区、西湖区及青云谱区经济发展良好,建设用地占比较高,耕地分布较少,建设用地对耕地景观破碎化的影响较大,且呈逐年增强趋势;(2)各地区建设用地面积与耕地景观破碎化均呈正向关联,这与城镇化建设对耕地景观破碎化外溢效应分析结果一致。

## 4 结语

基于南昌市城镇化建设进程与耕地保护角度,以2010、2015、2020年土地利用数据为基础,探究耕地景观破碎化形态学演变与城镇化建设中建设用地扩张对耕地的影响,结果如下:

(1)分析发现南昌市2010年至2020年,各地区建设用地呈较为明显的扩张态势,且建设用地与耕地在空间分布上具有明显交互性。(2)基于全局莫兰指

## 7 结语

本文提出一种有效集成TLS和UAV-SfM点云并生成高分辨率DEM的方法,无人机点云在TLS数据覆盖不足的地区补充了更准确的UAV-SfM点云。这种方法极大地减少了仅由单一技术产生的3D点云中的数据阴影,为崎岖山地地形经常出现的极陡斜坡的3D映射提供了有效手段。

## 参考文献

- [1] 宗铭铭.基于激光雷达点云的复杂地形DEM构建研究[D].桂林:桂林理工大学,2022.
- [2] 侯树宏,李家龙,柳昭琰,等.基于无人机数据的DEM精度与地形特征关系分析[J].测绘与空间地理信息,2022,45(9):65-68,72.
- [3] 刘卓昊.基于无人机倾斜摄影的梯田区域DEM构建及微地形特征分析[D].泰安:山东农业大学,2023.
- [4] 王靖,赵明伟,杨灿灿,等.基于UAV点云并顾及形态特征的城市道路DEM构建方法[J].地理与地理信息科学,2022,38(2):10-16,111.
- [5] 伍金珠.神经网络支持下的无人机山区DEM测量技术研究[J].江西测绘,2021(3):16-19.
- [6] 高程,彭莉.基于无人机倾斜摄影快速生产DEM方法研究[J].测绘与空间地理信息,2022,45(10):180-183.

数分析建设用地,建设用地对耕地具有外溢效应,且在近十年呈上升趋势。基于局部莫兰指数分析发现,随着各区县城镇化发展,建设用地扩张与耕地景观破碎化有着较为明显的空间聚集性。(3)地理加权回归分析结果表明,建设用地对区域耕地景观破碎化有正向作用,且随着建设用地扩张,影响程度有所提升。

## 参考文献

- [1] 郑希平,陈竹安,危小建.鄱阳湖生态经济区建设用地扩张对耕地景观破碎化的影响[J].农业资源与环境学报,2024,41(2):280-291.
- [2] 陈俊韬,林锦耀.基于地理探测器的耕地破碎化影响因素分析——以广州市为例[J].湖北农业科学,2023,62(5):14-21.
- [3] 杨臻,张大红.河南省退耕还林对粮食生产与农民增收的影响[J].河南农业大学学报,2023,57(4):695-704.
- [4] 崔世华,于婧,陈艳红,等.基于熵权TOPSIS的湖北省城市人居环境质量时空分异研究[J].华中师范大学学报:自然科学版,2022,56(4):695-702.
- [5] 范育蕾,夏哲一,魏雪,等.四个时期长江经济带湿地生态系统服务对景观格局响应研究[J].湿地科学,2024(1):139-147.

# 基于遥感手段的作物识别提取研究

周尔兵

(佛山市高明区测绘队, 广东 佛山 528500)

**摘要:** 选用中高分辨率卫星 GF2、Sentinel-2 影像开展秋季作物遥感识别。基于 Sentinel-2 影像优化随机森林分类算法, 通过丰富植被指数特征解译秋季主粮作物种植图斑, 基于 GF2 影像采用 Swin-Unet 网络进行地物分割, 提取作物地块。通过作物地块对初步解译的作物种植图斑进行优化, 对于较小的非主粮作物地块, 通过投票计算进行剔除, 经精度验证, 主粮作物的总体分类精度达到 85% 以上。

**关键词:** Sentinel-2; GF2; 随机森林; 语义分割; 优化

## 1 引言

粮食是人类赖以生存必不可少的能量来源, 我国在粮食战略安全方面大力投入, 以保障国民生活<sup>[1]</sup>。随着经济的发展, 全国各地均出现了耕地“非粮化”问题, 如果任其发展, 将直接影响国家粮食安全<sup>[2,3]</sup>。卫星遥感技术具备大区域、高频次、长时序对地观测的优点, 是目前耕地监测最主要的技术手段, 已经发挥了重要的支撑作用。近年来, 随着越来越多的高分辨率光学卫星发射升空, 基于中高分辨率卫星影像的农作物融合提取研究日益增多, 充分应用中分辨率卫星影像的光谱优势与高分辨率卫星影像的空间分辨率优势, 是农作物种植类别精准监测与提取的主要研究方向之一。基于哨兵二号 (Sentinel-2) 影像解译农作物种植图斑, 利用高分二号 (GF2) 影像提取农作物地块, 通过融合作物地块与种植图斑, 提升作物的提取精度, 以此服务耕地“非粮化”监测工作。

## 2 数据与原理

### 2.1 数据介绍

#### (1) GF2

国产高分辨率卫星高分二号 (GF2) 于 2014 年 8 月 19 日成功发射, 是我国自主研发的首颗空间分辨率优于 1 米的民用光学遥感卫星。GF2 卫星牵头主用户为自然资源部, 其他用户包括住房和城乡建设部、交通运输部、国家林业和草原局等。卫星搭载有两台高分辨率 1 米全色、4 米多光谱相机实现拼幅成像。GF2 卫星作为我国首颗分辨率达到亚米级的宽幅民用遥感卫星, 在设计上具有诸多创新特点, 突破了亚米级、

大幅宽成像技术。GF2 卫星下点空间分辨率可达 0.8 米, 标志着我国遥感卫星进入了亚米级“高分时代”。

#### (2) Sentinel-2

哨兵 2 号 (Sentinel-2) 多光谱影像成像卫星由两颗卫星 (A/B) 协同开展地面信息拍摄, 轨道高度为 786km, 倾角为 98.5°, 且为同步轨道卫星。Sentinel-2 重访周期最初为 10 天, 增加卫星数量之后缩短至 5 天。Sentinel-2 搭载的镜头为多光谱成像仪, 拍摄的卫星影像光谱范围涵盖可见光波段、近红外波段与短波红外波段, 光谱分辨率为 0.4~2.4 微米。Sentinel-2 多光谱成像卫星是目前所有光学卫星中唯一一个具有三个红边波段的卫星, 这对监测植被健康信息非常有效。

## 2.2 技术路线与原理

### 2.2.1 技术路线

首先利用随机森林分类算法, 结合农作物样本数据进行作物种植信息初步解译提取; 然后利用深度学习算法, 基于高分影像提取耕地地块; 最终融合作物解译初步成果与地块提取成果, 优化作物解译精度。

### 2.2.2 算法原理

#### (1) 随机森林

随机森林 (Random Forest) 是一种改进的自分类与决策树, 是遥感分类领域最常用的机器学习算法之一。随机森林分类器是由多个决策树分类器组合而成, 其中各个决策树分类器输出的类别众数, 决定了随机森林分类器的输出类别<sup>[4,5]</sup>。利用这一特征可开展基于随机森林算法的农作物精准识别<sup>[6,7]</sup>。随机森林利用 bootstrap 采样技术在原始数据集中随机抽取一定数量的样本, 用来生成新的训练数据集, 随机森林算

**作者简介:** 周尔兵 (1981—), 男, 汉族, 本科, 测绘工程师, 研究方向: 测绘与地理信息系统。

法的每棵决策树都能在不修剪的情况下生长到最大程度，以此在抽样过程中避免过拟合发生。

(2) 特征扩充

在现有随机森林分类基础上，增加归一化植被指数 (NDVI)、归一化水体指数 (NDWI) 这两个植被指数作为扩充的指数特征，以此来扩充模型特征库。NDVI 与 NDWI 作为对植被信息较为敏感的指数指标，被应用于大量植被遥感解译。NDVI 与 NDWI 计算公式如下：

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

$$NDWI = \frac{G - NIR}{G + NIR}$$

(3) 地块优化

基于高分影像提取耕地地块，选用的模型为 Swin-Unet 网络，该算法由编码器、瓶颈、解码器和跳跃连接组成，图像被分割成多个 patch 输入基于 transformer 的编码器，提取的上下文特征由带补丁扩展层的解码器上采样，通过跳跃连接与编码器的多尺度特征融合，恢复特征图的空间分辨率，进一步分割预测，剔除居民地、道路、水体、林地。高分影像上耕地地块细小且密集，有的地块可能只有几十个像素大小，如果提取的边缘过粗，整个地块可能会被边缘掩盖，导致细小地块漏检。

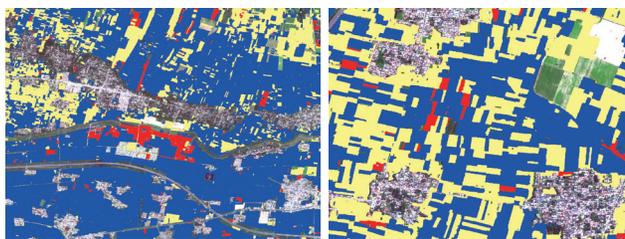
### 3 解译与分析

#### 3.1 Sentinel-2 解译

研究选用的 Sentinel-2 多光谱影像的像元分辨率为 10m，且具有光谱范围，常被用来进行植被提取等解译应用。然而，在提取植被信息时，若仅利用单波段光谱信息与纹理信息，会出现较大的解译误差与局限性，因此往往选用多光谱遥感数据进行波段间的特定分析运算，从而获取对植被长势情况、生物量高低等具有一定指示意义的数值，即植被指数。

研究选取 Sentinel-2 影像 12 个波段以及归一化植被指数 (NDVI)、归一化水体指数 (NDWI) 作为分类特征，基于随机森林模型，设置决策树数量为 50 棵，进行主粮作物分类提取，分类结果如图 1 所示。图中红色为水稻、蓝色为玉米、黄色为花生。作为主要的粮食作物，玉米与水稻的提取效果整体较好，集中种植区域内均识别出来，且无其他地物的误识别图斑。在玉米与花生交替种植区，存在大量零星种植的玉米

与花生，且地块宽度都小于 10 米，在 Sentinel-2 影像上不足 1 个像元，这就造成条带种植的零星图斑存在漏识别、识别的地块不连续等问题。

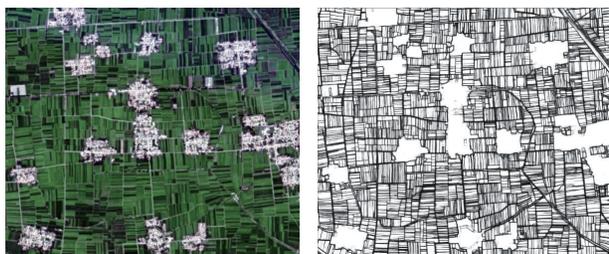


(a) 作物整体提取效果 (b) 交替种植区提取效果

图1 Sentinel-2主粮作物解译成果

#### 3.2 GF2 地块提取

采用语义分割算法的 Swin-Unet 网络对 GF2 影像进行地物分割，首先对像元进行邻域分析，根据相邻像元与中心像元的相关性大小进行聚类，形成具有多个像元组成的对象。利用语义分割网络获得地物属性信息，基于边缘检测网络获得准确空间信息，然后通过进一步的处理、优化才能获得耕地地块提取结果，主要将边缘细化为单一像素的线，并剔除毛刺、空洞等噪声和其他地物。然后对对象单元进行统计对比，将相似性较高的地物聚类，并剔除低相似性的对象，以此类推，经过多次迭代计算，最终得到如图 2 所示的分割成果。由图 2 (a) 和 (b) 可知，通过语义分割，农作物地块边界均较清晰地识别出来，并且地块走向严格按照田埂走向。通过剔除非耕地类地物，套合 GF2 影像，得到的结果如图 2 (c) 所示，地块提取效果较好，玉米花生交替种植区的细小地块图斑均识别出来，并且地块走向与实际高度吻合，分布合理。



(a) 影像 (b) 地块提取



(c) 地块套合影像

图2 GF2地块提取成果

### 3.3 地块优化解译

地块优化解译是融合中分辨率的光谱优势与高分辨率的空间分辨率优势,在利用高分辨率影像提取田块对象、利用哨兵2数据提取作物分类后,通过田块对象对作物分类结果进行约束优化,套合作物分类结果与地块分割成果进行投票计算,规则如下:

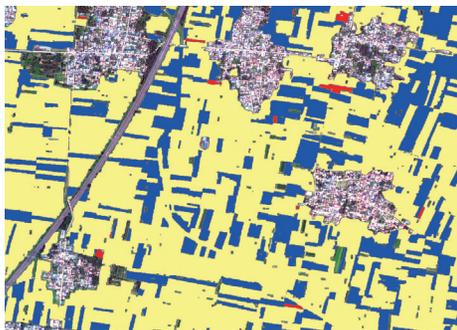
(1) 获得单个田块矢量和影像的地理信息,通过匹配得到其覆盖的具体影像。

(2) 获得单个田块的外接矩形,通过坐标反算获得该外接矩形在具体影像的像素坐标和大小,并读取这一范围的影像。

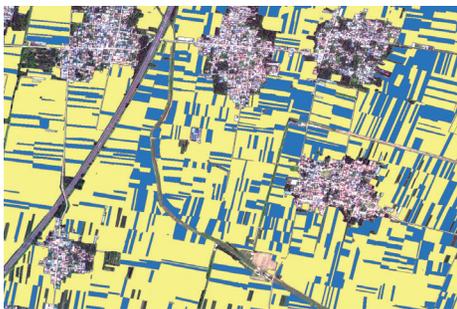
(3) 获得田块对象边界的地理信息,再遍历所读取的影像,通过射线法判断像素点是否落在田块对象内部。

(4) 统计田块对象内部像元类别的数量,通过投票方式赋予田块对象数量最多像元的类别,最终获得精细的作物分类信息。

通过投票,最终得到的解译成果如图3所示,由图可知:玉米作物解译成果经过地块优化后,各类作物的地块边界走向严格按照田埂实际走向分布,且未出现交叉重叠等现象;解译成果中存在较小的非主粮作物地块,通过投票计算也完整剔除,如水稻解译成果存在的小型水塘地块、花生解译成果存在的小型红薯种植地块等,均已完整剔除。



(a) 优化前



(b) 优化后

图3 地块优化后解译成果

### 3.4 精度验证

选用混淆矩阵验证方法对提取的主粮作物类型进行精度验证。为更准确地验证提取精度,分别加入大豆与红薯信息进行综合验证,验证结果为:基于Sentinel-2影像与GF2影像的主粮作物融合提取总体分类精度是88.42%,Kappa系数是0.87。各类型作物的制图精度与用户精度分别如表1所示,由表可知:水稻的分类效果最好,玉米、花生分类效果较好,而红薯、大豆的分类效果一般。

表1 基于单时相Sentinel-2分类精度

样本分类	水稻	玉米	花生	大豆	红薯	制图精度
水稻	5586	74	74	116	24	95.10
玉米	267	1496	62	47	79	74.35
花生	113	185	1275	78	37	73.53
用户精度	90.86	77.88	84.72	78.21	53.56	

## 4 结论

通过研究得到以下结论:

(1) 通过丰富植被指数特征,带入随机森林算法,提升了主粮作物的提取精度。

(2) 采用语义分割算法对GF2影像进行地物分割,农作物地块边界均清晰地识别出来,边界走向与实际情况吻合度较高。

(3) 通过高分辨率优化后的作物提取成果,效果明显优于初步作物解译成果;通过精度验证,主粮作物的总体分类精度达到了88.42%。

## 参考文献

- [1] 王建国,邵凯超.中国粮食种植结构的影响因素研究综述[J].粮食科技与经济,2021,46(5):4.
- [2] 邵思跃.国务院办公厅下发文件坚决防止耕地“非粮化”守住粮食安全生命线[J].资源导刊,2020(12):6.
- [3] 农昕.全面深入推进耕地质量监测与保护,确保国家粮食安全[J].农经,2021(3):5.
- [4] 冯子恒,李晓,段剑钊,等.基于特征波段选择和机器学习的小麦白粉病高光谱遥感监测[J].作物学报,2022,48(9):15.
- [5] 柳明星,刘建红,马敏飞,等.基于GF-2 PMS影像和随机森林的甘肃临夏花椒树种植监测[J].自然资源遥感,2022(34):218-229.
- [6] 徐肖,刘硕.基于决策树分类的土地利用遥感监测[J].科技风,2019(17):2.
- [7] 郭昱杉,刘庆生,刘高焕,等.基于MODIS时序NDVI主要农作物种植信息提取研究[J].自然资源学报,2017,32(10):11.

# 清代的《正定府图》与井陘

◎ 柳泽华 席会东

“井陘”一词作为地名的历史相当悠久。战国时期秦相吕不韦所著的《吕氏春秋》就已经提到天下共有九处要塞，其中之一就是井陘。从战国至明清，“井陘”这一地名持续沿用下来，并在历史舞台发挥着重要作用。

地处晋冀太行山通道的井陘位于战国秦汉以来的交通要道。自战国至明清，井陘在军事史和交通史上都占据着相当重要的地位。高大巍峨的太行山耸立在山西与河北之间，可供两省之间通行、进兵的山间孔道相当有限，主要有山间八条孔道，称之为“太行八陘”。井陘就是“太行八陘”的其中之一，素有“兵家必争之地”之称。

此外，“井陘”也被用作一个县级行政区划的名称，从汉代一直沿用至今。今天的井陘为河北省石家庄市下属的一个县。因此，“井陘”这一地名有两种含义：一是山西、河北两省之间，穿越太行山的一条道路名称；二是行政区划的名称。正因为井陘在交通、军事及行政方面的重要地位，清代出现了许多描绘井陘的地图。

## 清代《正定府图》中的井陘

清咸丰九年（1859年），保定府知事徐志导绘制了一本《直隶輿地图册》，该图册现藏美国国会图书馆。图册对直隶下属23个府的行政区划、山脉河流、道路交通

都进行了详细描绘，在23张府图之外还有一张总图。与井陘相关的，主要为其中的“正定府”。

《正定府图》按照上下南北、左东右西的方位，详细描绘了清代正定府下属14个县（正定县、获鹿县、井陘县、阜平县、栾城县、行唐县、灵寿县、元氏县、平山县、赞皇县、晋州县、无极县、藁城县、



▲ 清咸丰《直隶山东两省地輿全图》井陘部分（美国国会图书馆藏）

新乐县）的疆界及治所。其中治所所在地用方框绘出。

就形式而言，该图右半部分为《正定府图》，左半部分则配有对正定府及其下属14个县的解说。正定府部分，主要是叙述其在不同方位与其他州府的接壤情况。对14个属县的介绍则有统一格式：首先叙述附属村镇的数量，再叙述其到府治的距离（府治所在的正定县则是叙述其到京师和省治的距离），最后叙述与其他县的接壤情况。该图图文并茂，所绘内容一目

了然，是我们了解清代正定府行政机构设置的重要史料。

《正定府图》对府内各个地理要素也有清晰详细的描绘。如在与山西的交界地带，绘制了大量山脉，这些山脉主要是太行山诸峰。太行山高大险要，既是中国地形二、三级阶梯的分界线，也是晋冀两省的自然分界线。图中还绘有多条流经正定府的河流，源头及流向都有详细描绘，如流经井陘县的绵蔓河源出太行山，绘画者在绘制其源头时，略微超出正定府之外，形象表现出绵蔓河从太行山中发源，流过井陘与平山县界，最后注入滹沱河的流向路线。滹沱河是图中最为特殊的一条河流：一是河源与其他河流不同。绵蔓河、磁河、大沙河等河流均从太行山中发源，图中描绘这些河流的源头时，都仅是略微超过正定府界，以示其源出太行山。滹沱河的源头则比上述河流更远，发源于今山西省忻州市一带，因此图中特意标出“源出山西”四字。二是河水的颜色不同。图中所绘的诸多河流之中，只有滹沱河呈现出明显的黄色。滹沱河上游、中游流经的山地水土流失相当严重，因此滹沱河水也携带了大量泥沙。宋代沈括在《梦溪笔谈》中就已经将滹沱河称为“浊流”。《正定府图》还详细描绘了当时主要的交通路线：自定州界经新乐至正定，再经栾城趋赵州界，为当时的西大道；从正定

经获鹿、井陘二县，出娘子关又有一条道路，很可能是当时穿越太行山的主要道路。除此之外，还有很多道路并未反映在图中。如清雍正年间的《山西通志》就记载有一条自娘子关口达平山胥山径的道路，但图中并未绘出。

井陘县位于《正定府图》的右上方。井陘县的县名，来源于附近穿越太行山道路之一的“井陘”。作为地名的“井陘”，因为地势四面高、中央低，故名为“井”。“陘”，《说文解字》释为“山绝坎也”，也就是山脉下陷的地方。清雍正年间《井陘县志》明确记载，井陘设县始于汉代。汉灭秦后，置井陘县，属常山郡。其后虽一度将井陘县并入绵蔓县，但很快又置，“井陘县”之名得以一直保留下来。《正定府图》不仅详细绘出井陘县的疆界，对县中多山的地貌也有明晰体现。图中还清晰可见绵蔓河与冶河从太行山中发源，在井陘县境内交汇的情况。

### 清代《正定府图》绘制背景与重点

在《直隶輿地图册》后记中附有总督部堂下达的政令，详细阐述了编绘这套图册的原因：“建节畿疆驻直沽防海，特以征兵、运饷、防堵、缉捕、解犯、勘灾诸政务，应绘通省輿图，稽道里，划边界，必详且敷机宜形胜，庶几陈诸几席之间。”第一次鸦片战争以后，清王朝的边防、海防压力加剧，总督部堂下令绘制通省輿图，要求边界、道里绘制详细，山川形胜一目了然，并且还要适应政务的要求。因此，这套輿地图册才会详细描述出直隶各府县的行政区划、山脉河流与道路交通。除此之外，对于长城及其



▲ 藏清咸丰《直隶輿地图册》之《正定府图》（美国国会图书馆藏）

关口这一“形胜”的绘制也是这套图册的瞩目之处，有适应清政府军事需求的一面。

《正定府图》中从故关附近一直绵延至画面下方，形似城墙的符号就是长城。长城修筑起源于春秋战国时期，这一时期长城的修建，一方面是为了防御来自北方游牧民族侵袭，另一方面是为了防御邻国入侵。秦始皇统一全国后，为防御北部边境的游牧民族，使蒙恬率领三十万众北筑长城，以燕、赵、秦三国的长城为基础，修建起一条西起临洮、东至辽东的秦长城。此后，修筑长城以防御北方游牧民族的传统被一些朝代统治者沿袭下来。东汉曾修筑太原到井陘的长城。北齐为防御北周攻击，还修筑了一条北起长城岭、南抵娘子关的长城。明朝为了防御北方蒙古族和东北女真族的威胁，在北部边境修筑长城。清代将明朝所筑的长城沿袭下来。图中所见的长城，即为明代修筑、清代沿袭下来的北方长城。

《正定府图》还绘出了长城沿

线的重要关隘。其中除了龙泉关位于阜平县界，固关与娘子关都位于井陘县界。龙泉关分上下二关，相距20里。《明会典》记载，龙泉关曾设把总一员。明宣德七年（1432年），朝廷曾在居庸关直抵龙泉关及山海关直抵古北口一带，每年派遣监察御史一员，与相关的内外官员一同巡视关口、点闸军士、整饬器械、操演武艺、受理守关人等的诉讼。明成化十九年（1483年）八月，蒙古大军进攻大同。明政府选派重臣二员，同样沿上述路线巡视，“令历视险易而区画之上”。明嘉靖二十五年（1546年），朝廷下令改筑龙泉关关城，守御益密。

位于井陘县界的故关与娘子关也是长城沿线的重要关隘。“故关”之名，古已有之。唐长庆元年（821年），裴度曾出故关征讨王庭凑。明正统二年（1437年）设龙泉关时，一并修缮井陘旧关隘，并改名“故关”，分兵防戍。故关也设把总一员。明嘉靖二十三年（1544年），“更营新城，益兵防御，自是常为重地”。



▲清乾隆《晋省地輿全图》井陘部分（中国国家图书馆藏）

娘子关，又名苇泽关。“娘子关”之名，一说来源于附近的娲女祠，一说源于唐代平阳公主曾在此驻兵。唐之前北齐就曾在娘子关修筑长城，唐之后的明代也在娘子关驻兵戍守。明嘉靖二十二年（1543年），“筑城为固，与故关相唇齿”。长城沿线的这些关隘与长城本身一道，在防御北方游牧民族进攻的过程中发挥着重要作用。

### 清代其他地图中的井陘交通

清咸丰九年的《正定府图》，描绘出清代井陘县内多山的地貌，以及自娘子关出长城，过太行山，抵达山西境内的交通路线。而清乾隆五十九年（1794年）的《晋省地輿全图》及晚清时期的《直隶山东两省地輿全图》则分别从山西与河北两省的视角，具体展现出井陘的地势以及清代井陘的交通路线，可以作为《正定府图》井陘部分内容的补充和参照。

《晋省地輿全图》现藏中国国家图书馆，根据左下角落款的“乾隆甲寅仲冬定襄李宝甫谨绘”字样，

可判断其绘制于乾隆五十九年。图中展现了出井陘县后，经山西一侧的旧关、固关，穿越太行山的交通路线。固关是古代穿越太行山的“井陘口”之一，地理位置尤为重要。明嘉靖二十一年（1542年）建固关新城口，旧固关便被称为“旧关”。此外，这幅图还显示出穿越太行山路途中的甘桃驿、柏井驿这两处驿站的情况。

《正定府图》已对井陘多山的地貌有所展现，《晋省地輿全图》则更是形象描绘出太行山的高大巍峨，“陘”这一山脉下陷的地方在古代交通中的重要地位更加凸显。在古代生产力水平有限的情况下，人们想要穿越太行山，只能利用自然形成的隘口。太行山最著名的八条通道被称为“太行八陘”——轵关陘、太行陘、白陘、滏口陘、井陘、飞狐陘、蒲阴陘、军都陘。

井陘、娘子关一带修筑长城以后，太行山一带的东西交通也因此受到限制，只能通过关口出入。清代留下的关于井陘的大量地图，为我们展现出明清时期井陘交通的图

景。《直隶山东两省地輿全图》现藏美国国会图书馆，研究者判断该图绘于1855至1870年之间，约与《正定府图》处于同一时代。根据该图所绘，由井陘县翻越太行山，共有三条主要道路：其一为经过娘子关的道路；其二经过柏井驿，很可能就是《晋省地輿全图》中经旧关过固关的道路；其三为经过故关的道路。正定府各县之间，均有驿路连接。翻越太行山后，也可经由多条道路到达平定州或山西各县。

### 历代井陘交通地理与军事地理

井陘是穿越太行山的一条重要隘道，在河北与山西之间的道路交通中扮演着重要角色。早在战国末期，秦相吕不韦的《吕氏春秋》就提到了井陘。秦始皇十八年王翦灭赵，其时经过井陘。秦朝建立后，整修全国道路交通，将井陘纳入“驰道”体系。北魏末年尔朱兆称帝，高欢举兵反叛，尔朱兆便派兵自晋阳出井陘，到达赵州。第二年，高欢又派遣别将庾干入井陘，攻打尔朱兆。安史之乱时，井陘也是安禄山军与唐军争夺的重要场所。唐末朱温侵河东时，就派遣葛从周入土门趋晋阳，又派遣别将白奉“亦自井陘入拔承天军”。

井陘不仅在交通史上，在军事史上也占据着重要地位。古代穿越太行山的这条井陘口有三：东部在鹿泉土门村，唐代称土门关；西部在平定娘子关，古有苇泽关；西南在平定旧关村，古有井陘关。其中娘子关见于《正定府图》，井陘关就是《晋省地輿全图》中的旧关。土门关大致位于《正定府图》中的获鹿县西十里。井陘口位于两山之间，占据着有利地势。发生于井陘口的最知名战役，当属楚汉战争时

期韩信伐赵王的井陘之战。

井陘在军事交通史上的重要地位，不仅因为它是穿越太行山的重要隘道，还由于太行山东麓大道从井陘穿过。井陘位于太行山东麓大道与翻越太行山隘道的交会点。古代沿着太行山东麓，有一条南北向的重要大道。大道以西是连绵起伏的高山峻岭与崖壁陡峭的深壑大谷，以东是河流纵横的平原，间以湖泊、沼泽星罗棋布的low地。战国时期，黄河沿岸各诸侯国修渠筑堤以来，地势低平的华北平原饱受黄河水患之苦，形成大量不适宜人类居住、通行的湖泊、沼泽。只有沿着太行山东麓，自南而北一连串的山前台地，为南来北往提供了理想通道。这条古道战国以前就已形成，与井陘道交会，井陘的地位由此而变得更加重要。“沙丘之变”中，秦始皇崩于沙丘（今河北邢台附近），赵高等人掩盖秦始皇驾崩消息，“从井陘抵九原”。九原位于今内蒙古包头市，当时赵高一行人很可能就是沿着太行山东麓大道北行，再向西到达九原的。

### 清代地图中的井陘社会

井陘自汉代设县以来，其行政建制虽时有分合，但“井陘”之名总体上一直延续下来，清代沿置井陘县。行政区划的设置，意味着当地有一定数量的人口和土地。关于这些人口在清代是如何生活的，清代的地图与县志留下了大量资料，使我们得以一窥清代井陘县民的生计方式。

《正定府图》已对清代井陘多山的地貌有所涉及。清雍正《井陘县志》中附有的井陘县全图，将这种地貌描绘得更加一目了然。从这张地图可以看出，井陘县的土地几

乎都是山地，只有绵蔓河及其支流附近的河滩地势低平。县治就设在绵蔓河的转弯处。这种地势地貌为井陘县发展农业带来了两个困难。其一是土地贫瘠，农作物产量很少。井陘县的土地多为山地，县志中直接用“荒瘠”二字形容这些土地。县民们“耕种俱于危坡石板之间”。能够被称为“优越”的土地，只有少量河滩地。其二是水源问题。井陘县的水源本来就较少，“灌溉既不可得，时而山水冲决，竟成弃土”。县内最主要的水源是绵蔓河，但“遇春夏之交，霖潦暴作”，很容易形成水患，使得农作物大量减产。这样的自然条件形成了井陘“民贫乏本”的状况。

井陘位于交通要道，本应适合发展商业，但商业受到了农业发展的限制。雍正《井陘县志》就指出，井陘当地没有什么较好的货物，集市也只能五天一次，贸易商品也只是些陶器或农副产品。其他副业的发展也受到自然环境的影响。井陘有丰富的煤炭资源，但在探井里

淘采煤炭之人，有水出淹死者，也有土落压死者。

总而言之，清代的井陘县受自然地理条件的限制，农业、商业与其他副业都得不到较好的发展，总体来说百姓生活较为困苦。而随着生产力的发展，煤炭在社会生活中扮演着越来越重要的地位。近代以来的井陘，依托丰富的煤炭资源，大力发展钢铁工业，促进了井陘的现代化，也极大提高了人民的生活水平。

清代的《正定府图》详细描绘了正定府所辖各县的疆域、治所、山脉、河流、道路、长城、关隘等。其中井陘县作为正定府内道路交通的重要节点，在中国古代史上居于重要地位。《正定府图》及描绘清代井陘的其他地图，对我们了解古代井陘的军事交通及清代井陘社会具有重要意义。井陘县境内的古道路、关隘、长城，也具有重要的文化遗产和旅游开发价值，有助于推进井陘实现高质量发展。□（作者单位：西北大学丝绸之路研究院）



▲雍正《井陘县志》中的井陘县全图（中国国家数字图书馆）

# 我在山楂小镇等你

◎ 陈鲁民

前段时间，我到甘肃通渭采风。从高铁站下车后，又乘汽车走了近一个小时，突然看到山坡高耸的巨大牌子上有一行醒目红字：我在山楂小镇等你。我知道，这次作家采风的第一站——常家河镇到了。

常家河镇原先主要以种植小麦、玉米等传统作物为主，因为是靠天吃饭，十分贫困。2018年，常家河镇从山东引进移植来即可结果的山楂树，目前已达万亩，形成了科学合理的山楂产业链，产品远销国内外，供不应求，“山楂小镇”也由此而得名。

时值盛夏，看不到红彤彤的山楂果挂满枝头的盛况，不无遗憾。但夏日也有夏日的妙处，当踏入这片一望无际的山楂园，映入眼帘的是漫山遍野的山楂树，一片绿色的海洋。山楂树倔强的树干，整齐而健壮地排列着，苍劲有力，像是持枪荷剑、蓄势待发的士兵，庄重而威严。茂密的叶子在阳光的照耀下晶莹剔透，宛如一片片碧绿的翡翠，熠熠生辉。山楂果已经成型，密密麻麻，如同美丽的少女，羞涩地躲在叶子后面，微风吹来，绿叶翻动，她们就一个个探出可爱的小脑袋，绽开天真的笑颜，好奇地张望着这个世界。

在山楂小镇的书画展览馆里，我们这些来采风的文人，不禁技痒难耐，面对主人的盛邀，一个个欣然笔走龙蛇，舞文弄墨，挥毫抒情。有放荡不羁的草书，有刀劈斧剁的魏碑，也有一波三折的隶书，还有



别具一格的左笔。我也不揣浅陋，挥笔写下：我在山楂小镇等你。

夜深了，繁星点点照亮了天空，小镇的夜晚宁静而祥和。我毫无倦意，和几个文友徜徉在山楂园的小路上，闻着那醉人的清香，望着那一轮明月，思绪不由飘向远方。我想将这里的每一点细微感受都告诉远方亲友，希望他们也能来到这里，与我一同感受这份宁静与美好，赴一场诗意之约，来一场浪漫之旅。

我在山楂小镇等你。来到这里，你一定会一饱口福，大快朵颐。这里有各种山楂制品，琳琅满目，美不胜收。山楂糕、山楂酱、山楂干、山楂片、山楂卷、山楂茶饮、山楂罐头……都是绿色、无污染、无添加剂的健康食品，每品一口，都是浓浓的酸甜滋味，沁入心扉，回味无穷，酸在你的昨宵，甜在你的未来，让人久久难以忘怀，因为那是山楂小镇独有的味道。

我在山楂小镇等你。还因为小

镇到处都有诗情画意，这里田园依偎山岗，红绿相映；黑木耳与玉木耳结伴出场，黑白分明；宏伟大气的湛龙观雕梁画栋，古色古香；孝文化园里，文图并茂，雕塑生动；养殖园里，有来自世界各地的珍禽异兽，争奇斗艳，鸣叫声声。在这片神奇的土地上，一个新时代别致而生机勃勃的田园应运而生，律动着乡村振兴路上的铿锵激荡，编织着致富路上催人奋进的乐章。

从这里起步，由山楂小镇开路导航，可以步入历史深处，寻觅秦长城的古老印迹，发思古之幽情；可以领略陇上人物秦嘉、徐淑的美好诗境和爱情故事；可以拜谒伯夷、叔齐古墓，在首阳山接受气节洗礼；可以探访李家龙宫，凭吊先贤旧址，重温英雄们的金戈铁马岁月；可以访寻貂蝉家乡，遥想当年美女与英雄、阴谋与爱情的生动故事；可以参观榜罗镇红色胜迹，由此汲取力量，增添勇气……

山楂小镇，如诗如画，如梦如幻，好像一颗隐匿在尘世中的明珠，一片美丽的世外桃源。山楂小镇，一个多么响亮的名字，一个多么诱人的胜地，它承载着小镇人民的希望与梦想，见证了岁月的变迁与坚守。它是通渭大地的一颗璀璨明珠，散发着独特的魅力，吸引着人们去探寻、去欣赏、去热爱。它的美好故事早已传扬天下，浓浓的诗情在这里充盈宣泄。☑（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）

# 大乘山的秋天

◎ 李学玲

大乘山风景区，坐落在方城县东南二十公里处，是人们踏春消夏的好去处。而我却独独喜欢大乘山的秋天。

一个秋高气爽的周末，走进大乘山风景区，首先映入眼帘的是普严寺。普严寺全名为“护国普严禅寺”，修建于唐宪宗元和年间，距今已有1200年历史。普严寺依大乘山而建，两株千年银杏一左一右守护着寺门。秋天赋予这两棵银杏树尊贵的色彩，金黄的叶子挂满枝丫，在秋风轻轻吹拂下，一片片扇形银杏叶缓缓飘落，像一只只翩翩起舞的蝴蝶，让人浮想联翩。

大乘山不高，主峰海拔只有711米。沿着山路向上移步，两旁植被茂盛，藤蔓交错，用手轻轻摇晃，就会有不知名的小鸟“嗖”的一声飞起，快速钻入不远处的丛林。一条山溪自上而下，叮咚欢唱，水质清冽，水底鹅卵石的纹理清晰可见。在一汪溪池里，透明的小虾忽游这边，又忽游那边，待拿起树枝逗弄时，它们又忽地不见了，剩下树木的倒影在溪流里顾盼生姿。

秋天的大乘山既绚烂又热烈，深绿套着浅黄，浅黄恋着粉红，一团团，一片片，或浓或淡。绿得那样浓郁，那样深沉，将一个季节的绿都呈现在这里；黄得那样明亮，那样自信，在秋风中扬起金灿灿的旗帜，宣告丰收季的到来；那浓的像天边的晚霞，绚烂而美丽；那淡的犹如林间谷里的山岚，轻盈而妙曼。秋，果真好大气魄，将偌大的

大乘山渲染成一幅迷人的立体画卷。

秋天的大乘山既明澈又生动，主峰旁有一泓秋水名曰“龙潭”，因两边山石排列如龙鳞而得名。若向龙潭投些零食，就会有婀娜多姿的鱼儿成群结队争相抢吃，引得潭底的水草也蠢蠢欲动。秋天的美，美在一份明澈。而大乘山的秋，就好像映照在这一池明澈的潭水里。一座石桥从龙潭中间穿过，将潭水一分为二，那长廊，那人影，那山，那树，都被一股脑存在了水里，潭底也就有了一个同样明媚的世界。

大乘山气候温润，适合果木生长。金秋时节，酸枣、山楂、野葡萄等山珍美味极其诱人。酸枣与山楂总是立身于峭壁，采摘有一定的难度。野葡萄的枝蔓多在小溪内侧，和一些低矮的灌木交织缠绕，需要仔细辨认才能发现隐在枝叶间的果实。最令人心生亲近的莫过于随处可见的野柿子树，在秋风吹拂下，叶子渐渐染成黄色，枝头挂满深红如火的柿子，在阳光的照耀下笑得

格外灿烂，瞅得人心头也亮堂起来。

如果说沿途看到的是一种触手可及的真实美，那么站在山顶远眺，无疑就是一种远阔壮观的意境美。傍晚的天空有一种明丽的蓝色，一抹夕阳照在远处的山尖上，群山仿佛被染上一层薄薄的红晕。天空飘浮着大块大块的白云，在夕阳辉映下呈现出火焰般的嫣红。

站在山顶，远眺望花湖，湖面微微泛着银光，环湖而立的树木如同聚拢的烟雾，水墨画般一缕缕一片片，绕着护堤氤氲开去，像童话一般精致，又像梦境一样美丽。有人说，望花湖是大乘山的眼，静观四季荣枯、岁月变迁，这铺天盖地的秋水长天，都是大乘山呈现的宏大之美。

大乘山的秋天，是成熟的季节，是淡泊的季节，向我们展示人与自然的渊源，不仅仅是“人生一世，草木一秋”，更是风景与灵魂的彼此成全。☑（作者单位：方城县自然资源局）





# 故园屋顶忆流年

◎ 孙利芳

夕阳慢慢滑向地平线，金色的光像一条条丝线爬上屋顶，“嗖”地沿着花墙飞了一圈，瞬间编织出一个金色的网，将我锁在童年的金色梦境里。

儿时的老家，院子里、房前屋后，都被勤劳的父亲种上了槐树、榆树、香椿树、柿树。

春风刚刚苏醒，便吹开香椿树的第一棵嫩芽，我和哥哥开始频频爬上屋顶，盯着小小的香椿芽，祈祷它快快长大。嫩芽仿佛听到了我们的话，一天一个样，噌噌噌，不几天便可以采摘了。

这时，父亲便带着我和哥哥来到屋顶，拿一根竹竿做的夹子打香椿芽。父亲拿着竹竿，用顶端的夹子朝着香椿芽往上一顶，再往右一拧，香椿芽瞬间便被夹住了。我和哥哥争着从竹竿上取下香椿芽，不一会儿，就装了满满一篮子。

母亲把香椿芽洗净，整根放在开水里烫一下，酱红色的叶子瞬间变得透绿透绿。捞出来沥水，撒上盐、五香粉，反复揉搓均匀，放在大坛子里腌上几天，就成了可口的香椿菜。每天放学后，从坛子里取出长长的一根香椿菜，夹在馒头里，淡淡的面香夹杂着新鲜的自然气息，浸润着舌尖，别提多好吃了。

香椿芽的气息还在萦绕，榆钱儿已悄悄挂上树梢。嫩绿的榆钱儿像一串串翡翠串成的花儿在枝头一摇一摆，勾引着我肚子里的馋虫。趁大人不在家，我缠着哥哥吃榆钱儿。哥哥从屋顶的花墙上攀上树杈，

顺着榆树的枝条一捋一大串。

哥哥坐在树杈上一边悠然自得地吃榆钱儿，一边故意逗弄我，我早已急得像热锅上的蚂蚁，喊道：

“你再不让我吃，我现在就告诉爸妈去！”哥哥连忙把手放在嘴边，轻轻“嘘”了一声，便摘下一枝投到屋顶，我屁颠屁颠捡起来，捋一把放在嘴里，一股清香与甘甜在舌尖绽放，弥漫全身。

我和哥哥自认行踪隐秘，却总被父母发现，少不了会挨顿批评。父亲说：“树那么高，掉下来怎么办？想吃跟爸爸说嘛！”说完，父亲便提个竹篮，爬上屋顶，再稳稳地攀上树干，把篮子挂在树杈上，一会儿就捋了一篮子。母亲把榆钱儿拌上面粉，上笼蒸熟，再浇上蒜汁，别提有多鲜了。

我百思不得其解，父亲怎么就知道我们偷偷打榆钱儿了？后来才明白，原来是不小心落到地上的榆钱儿告的密。

没多久，踏着时光的步伐，清香洁白的槐花在碧绿的枝叶间探出头来。那清香不但吸引了我的目光，也吸引了辛勤的小蜜蜂飞来飞去采花蜜。这时，我们往往要全家齐上阵，屋顶成了最热闹的地方。父亲上树用竹竿拧槐花，哥哥从竿上取下，我和母亲负责摘取。“槐花枝上有刺，小心扎到手。”母亲总是一边捋一边嘱咐。

一串串槐花像一只只洁白的小蝴蝶，在我的掌心飞翔。我常常盯着槐花入了迷，幻想着哪一天，我

能拥有一条像槐花一样漂亮、洁白、透着淡淡青绿的公主纱裙，穿上它，像白雪公主那样漂亮，蝴蝶都围着我翩翩起舞……

正想入非非，一阵剧痛袭来，我大叫一声，哭了起来。原来是一只小蜜蜂躲在槐花里采蜜，蜇了我一下。哥哥逗我：“以后还敢摘槐花吗？”“敢。”被蜜蜂蜇的痛，早已被槐花的美味和清雅的韵味所抵消。每年在屋顶摘槐花，依然是我最快乐的时光。

转眼，布谷声声里，麦田翻滚起金色的波浪，收割后的麦子被搬上屋顶，麦香四溢，满载阳光的芬芳。夜晚，我躺在麦堆旁，不时将手伸进微热的麦堆里，暖意瞬间弥漫周身，那是丰收的温度，是幸福的感觉。

夏夜的屋顶如童话般梦幻。那时家里还没电扇，晚饭后，我们便带着凉席到屋顶纳凉。温柔的月亮给屋顶铺上一层银色的轻纱，调皮的月光透过树叶的缝隙跟我玩起了捉迷藏。清风徐徐吹来，凉爽宜人，驱散了一天的疲乏。

玩累了，我和哥哥便躺在凉席上数着星星，听母亲讲牛郎织女的故事。在天地的静谧笼罩下，月光轻抚，星光闪烁，蒲扇轻摇，伴着母亲的轻声絮语，我缓缓进入梦乡。梦里，满是麦香与甜蜜。

岁岁年年柿柿红，又到了柿子成熟的季节。屋后的柿子，宛若一盏盏小灯笼挂在树梢，特别招人喜欢。母亲缝了一个大布兜，在布兜

# 月夜，我把身心寄故乡

◎ 贺 斌

玉盘，就这么挂在天上  
我与之并肩  
赤裸的心，不知如何安放  
还好，我看见  
那穿透梦幻般的月光  
已拽住了我的思念

这分明是我盼归的夜晚  
我总想让心事  
把灵魂也带到南方  
是南方，就是南方  
我抬头仰望  
看见亲人在清洗忧伤  
异乡的游子，在黎明前  
抓着母亲的衣襟翻了个身  
彩云之南，身着华丽的衣裳  
闪耀着星星一样的光

立体，飘逸，更具动感

今又月圆  
我的思念也是圆的  
故园明月光浩然  
珠有泪思无眠  
不知旧时身影今何在  
此时，我把身心寄故乡  
中秋，是幸福与团圆  
故土天穹的那轮圆盘  
总能勾起我对亲人的爱  
独在异乡的我  
唯有把深情、甜蜜的语言  
统统挂在月亮之上  
千里之外的这轮明月  
就倒映在滇池水中央  
这定然是故乡的殷殷期盼

我举头，望向南方  
遥祝，倒也多了几分诗意  
几分朦胧的醉感  
我从记忆深处掏出冠生园  
纸包的硬壳火腿月饼  
这是儿时记忆的积攒  
再熟悉不过的味道  
我小心翼翼地咀嚼  
久违的情愫，又岂止一个香

味蕾诱惑舌尖  
端点在起舞，欢快  
一下子就碰撞出泪眼  
乡愁在口腔爆发的瞬间  
我像吃进了整个故乡  
一如饮下葡萄美酒般浪漫

☑ (作者单位：义乌市自然资源和规划局)

周边又缝上一圈铁丝，留一个小口，把布兜绑到竹竿上。父亲将竹竿对准柿子，轻轻一挑，再往怀里一拽，柿子便乖乖脱离树枝，扑通一声稳稳落入布兜，一打一个准。等装满一袋子，我和母亲便开始分拣。熟透的柿子送给乡邻食用，稍微生一点的做成懒柿，不小心碰烂的则放在坛子里制成柿子醋。

母亲告诉我，吃柿子时，要先把后面的蒂去掉，从蒂口缓缓吸食，最后只剩下一张薄薄的柿子皮，既不会弄脏手，也没有浪费。调皮的我把吸空的柿子皮吹得鼓胀，再把蒂安上，放在桌上骗哥哥吃。哥哥毫无防备地拿起，轻轻一捏发现是空心的，才恍然大悟，佯装生气地

举起拳头，我则大叫着躲到母亲身后，父亲见状也不禁哈哈大笑。

秋天的屋顶，化身丰收的大舞台。玉米、芝麻、红薯干、柿饼、黄豆、绿豆、棉花、红枣、花生、谷子逐一亮相，在屋顶你争我抢，占据地盘，叽叽喳喳，仿佛在共话丰收的喜悦。屋顶，被五彩斑斓的果实装扮得如同一幅绚丽的画卷，金黄色的光辉、洁白的纯净、鲜红的热烈、嫩绿的生机，交织在一起，生动描绘出收获的美好愿景，让劳累一年的父母，皱纹舒展，绽放出金灿灿的笑容。

冬天，雪花飘落，屋顶又换上另一副模样。洁白的雪花轻轻覆盖在屋顶，似是大自然为屋顶盖上的

一层厚厚棉被。我仿佛听见雪花对屋顶低语：“好好睡一觉吧，明年期待更多的收获在你的怀抱。”

岁月如梭，流年似水。快乐的童年时光，像一坛酒，经年累月，未减清冽，反而在时光的窖藏下愈发醇厚，芬芳四溢。昔日屋顶，嫩绿欲滴的香椿芽、串串摇曳的榆钱儿、洁白如雪的槐花、金黄的柿子，还有那皎洁的月光与闪烁的星辰，如今皆化作心头一抹淡淡的哀愁与深深的怀念，随风轻扬，渐行渐远。

虽然，再也回不到童年，但父母的爱，故乡的情，屋顶上的快乐时光，像一条永不停歇的小河，永远在我心里流淌……☑ (作者单位：汝州市地质矿产保护发展中心)

# 赛场上的精准舞步

## ——2024年河南省测绘行业职业技能竞赛掠影

8月23至25日，为期三天的2024年河南省测绘行业职业技能竞赛暨第八届全国测绘地理信息行业职业技能竞赛河南赛区选拔赛在郑州航空港经济综合实验区开赛。

比赛现场，烈日炎炎，高温酷暑并未阻挡河南测绘精英们的热情与脚步。他们扛着精密的测量仪器，穿梭于复杂的测试场地，或立于烈日之下，精准读取每一个数据；或俯身于草丛之中，细致标记每一个点位。汗水浸湿了衣衫，却丝毫没有减缓他们前进的步伐。他们不畏艰难，勇往直前，用实际行动诠释了河南测绘人的责任与担当。在高温炙烤下，每一滴汗水都是对测绘事业的热爱与执着；每一次精准测量，都是对专业技能的精湛展现。其间，裁判团队秉持公正、公平、公开的原则，对每一位选手进行了严格而细致的评判，确保竞赛的权威性和公正性。

经过激烈角逐，竞赛最终评选出郭晴晖、聂子良、张永明等一等奖6人，李朝亮、杜鹏超、杨金良等二等奖10人，徐金华、李冠南、记勇泽等三等奖17人。

本期《图说测绘》甄选部分比赛画面，带您一起领略河南测绘人的风采。







# 《资源导刊·信息化测绘》

## 宣传合作单位

### 主管单位

河南省自然资源厅

### 承办单位

河南省测绘地理信息技术中心

### 核心型宣传合作单位

河南省测绘学会

河南省地理信息产业协会

河南测绘职业学院

河南省测绘院

河南省遥感院

河南省地图院

河南省地理信息院

### 友谊型宣传合作单位

思源时空科技(河南)有限公司

河南卓越科技发展有限公司

焦作市基础地理信息中心

河南省润泰工程管理有限公司

河南恒旭力创测绘工程有限公司

河南豫西路桥勘察设计有限公司

灵宝市土地与矿产勘查测绘中心

河南蓝通实业有限公司

河南省时代测绘技术有限公司

东网空间地理信息有限公司

安阳市房产测绘中心

安阳市国土资源调查规划与测绘院

河南广盛信息科技有限公司

郑州天迈科技股份有限公司

河南信大测绘科技有限公司

黄河水利委员会三门峡库区水文水资源局

郑州市规划勘测设计研究院

新郑市新房测绘队

河南建岩信息工程有限公司

河南中豫勘测规划技术有限公司

郑州市交通规划勘察设计研究院

河南中联建设有限公司

郑州超图地理信息技术有限公司

河南省瑞兴工程咨询有限公司

河南省启沃土地咨询有限公司

河南数字城市科技有限公司

郑州经开规划勘测有限公司

河南建正勘测规划设计有限公司

河南省国源工程咨询有限公司

郑州众益信息科技有限公司

河南省恒信工程技术服务有限公司

河南中信测绘地理信息有限公司

中建国信大数据集团有限公司

郑州市水利建筑勘测设计院

郑州郑房测绘有限责任公司

河南省水利勘测设计研究院有限公司

郑州华程测绘有限公司

开封市金源测绘有限公司

航天宏图信息技术股份有限公司

河南省中纬测绘规划信息工程有限公司

中铁七局集团郑州工程有限公司

河南三维勘测设计有限公司

河南八度土地规划设计有限公司

河南中徕测绘服务有限公司

河南天宇伟业测量仪器有限公司

河南德瑞普测绘仪器有限公司

中电云科信息技术有限公司

河南省地质科学研究所

聚鑫信息工程有限公司

荥阳市规划建筑设计室

河南省海翔测绘工程有限公司

河南智联时空信息科技有限公司

开封市祥和测绘服务有限公司

河南省交通规划设计研究院股份有限公司

河南豫兴测绘有限公司

济源市正祥房地产测绘有限公司

济源市自然资源技术保障中心

南阳空间测绘有限公司

郑州市郑土测绘服务有限公司

# 河南省测绘地理信息技术中心 在“河南自然资源好故事”演讲比赛中获佳绩



本刊讯 “让青春在奋斗中闪光，让梦想在拼搏中绽放。”“传承是跨越领域的坚守，是贯穿时代的接力，是从一个人到一群人的升华。”9月24日，第六届“河南自然资源好故事”演讲比赛总决赛在郑州成功举办，经过参赛选手们的激烈角逐和评委严格评选，河南省测绘地理信息技术中心选手周正凭借出色表现，荣获比赛三等奖。

周正以《初心使命 薪火相传》为题，通过生动的语言、鲜活的实例与真挚的情感，聚焦宣传阐释习近平新时代中国特色社会主义思想，讲述一个个传承、奉献、互助的感人故事，展示不同年代测绘工作者在建设新中国、探索改革路、实现中国梦的光荣历程中作出的积极贡献，抒发了他们爱党敬业的赤子情怀，展现了奋发向上、朝气蓬勃的新时代测绘人的精神面貌，为大家奉献了一场精彩的视听盛宴。现场观众都沉浸其中、深受感动。

演讲中，有年过九旬的河南测绘人冯云怀积极上交5万元党费，用于乡村振兴的感人事迹；有90后测绘青年赵阳捐献造血干细胞，为陌生白血病患者送去“生命火种”的好人好事；有国家最高科学技术奖获得者、武汉大学教授李德仁院士矢志报国育才，率领

团队攻克卫星遥感全球精度定位及测图核心技术，推动我国遥感卫星地面处理系统实现从无到有、从有到好的跨越，并坚持培养一流的科研人才团队，为中国的遥感测绘工作注入源源不竭的动力，激励人们勇攀科技高峰的励志篇章。

演讲有“理”、有“情”、有“形”，展示了河南测绘人的风采和底蕴。近年来，在河南省自然资源厅党组的正确领导下，河南省测绘地理信息技术中心党委围绕推动“三步走”战略部署，依据“三支撑、三服务”工作要求，把干部职工的智慧、激情和力量凝聚到干事创业上来，凝聚到为民优质服务上来，保持定力、奋楫争先、开拓进取，不断提升专业水平和创新能力，坚持走自主创新之路，激活测绘地理信息数据要素潜能，更好支撑高质量发展。

平凡铸就伟大，伟大出自平凡。本次演讲在宣传测绘地理信息工作重要意义的同时，也展现出一线测绘工作者忠诚、执着、朴实的鲜明品格和责任担当，彰显了河南省测绘地理信息技术中心干部职工的专业能力和职业素养，鼓励大家不仅要传扬好故事，更要身体力行，书写测绘好故事，努力在平凡的工作岗位创造不平凡的成绩，收获不平凡的人生。□（李华/文图）

