中科宇图
MAPUNI
SCIENCE

测绘地理信息大数据理论与实践

孙世友 谢涛 姚新 刘锐 ◎主编

环境科学出版社
China Environmental Science Press

继承李小文院士遗愿，发展
“大数据时代的大地图” “智管地图，慧引应用”
在科学研究与行业应用中体现测绘价值

- 大地图体系构成与关键技术
- 大地图多元采集与处理
- 大地图多元多维数据分析
- 大地图服务模式
- 大地图平台构建
- 大地图在环保、水利、公安、保险、通讯、社区服务等领域应用
- 大地图平台安全保障体系
- 大地图平台运行维护
- 大地图产业生态构建与发展

中科宇图科技股份有限公司
CHINA SCIENCES MAPUNIVERSE TECHNOLOGY CO.,LTD.

地址：北京市朝阳区安翔北里甲11号创业大厦B座2层
电话：010-51286880　　服务热线：400-070-3156
传真：010-51286880-801　　邮编：100101
网址：www.mupuni.com　　邮箱：yutu@mapuni.com

关注热点　前瞻行业　引领发展

地图专刊

宇图
MAPUNI

2017年4月第3期（总第13期）
主办：中科宇图科技股份有限公司

大数据时代地图产业的新升级

专家视角
全空间地理信息系统展望

独家专访
致力打造“大地图” 中科宇图
走出了新天地

深耕行业地图　聚焦客户需求
引领创新发展

关注中科宇图
微信公众平台

关注大地图
微信公众平台

中国测绘地理信息学会
地图大数据创新工作委员会

正式成立

【服务宗旨】

促进地图大数据行业的发展；推进相关标准规范的制定和应用

- 加强测绘地理信息行业与大数据行业的交流，推动大数据技术在测绘地理信息行业的应用
- 通过多领域、多行业合作，实现资源整合和数据共享，促进测绘地理信息与大数据融合及成果应用
- 开展国内外相关学术交流等活动，激发创新成果的产出
- 立足于地理信息，吸纳更多行业外的成员加入，促进产业发展

中国测绘地理信息学会
地图大数据创新工作委员会

主任委员会：

顾问专家：

王家耀　中国工程院院士
童庆禧　中国科学院院士
魏复盛　中国工程院院士

主任委员：

孙世友　教授级高工、北京师范大学兼职教授、中科宇图科技股份有限公司副总裁

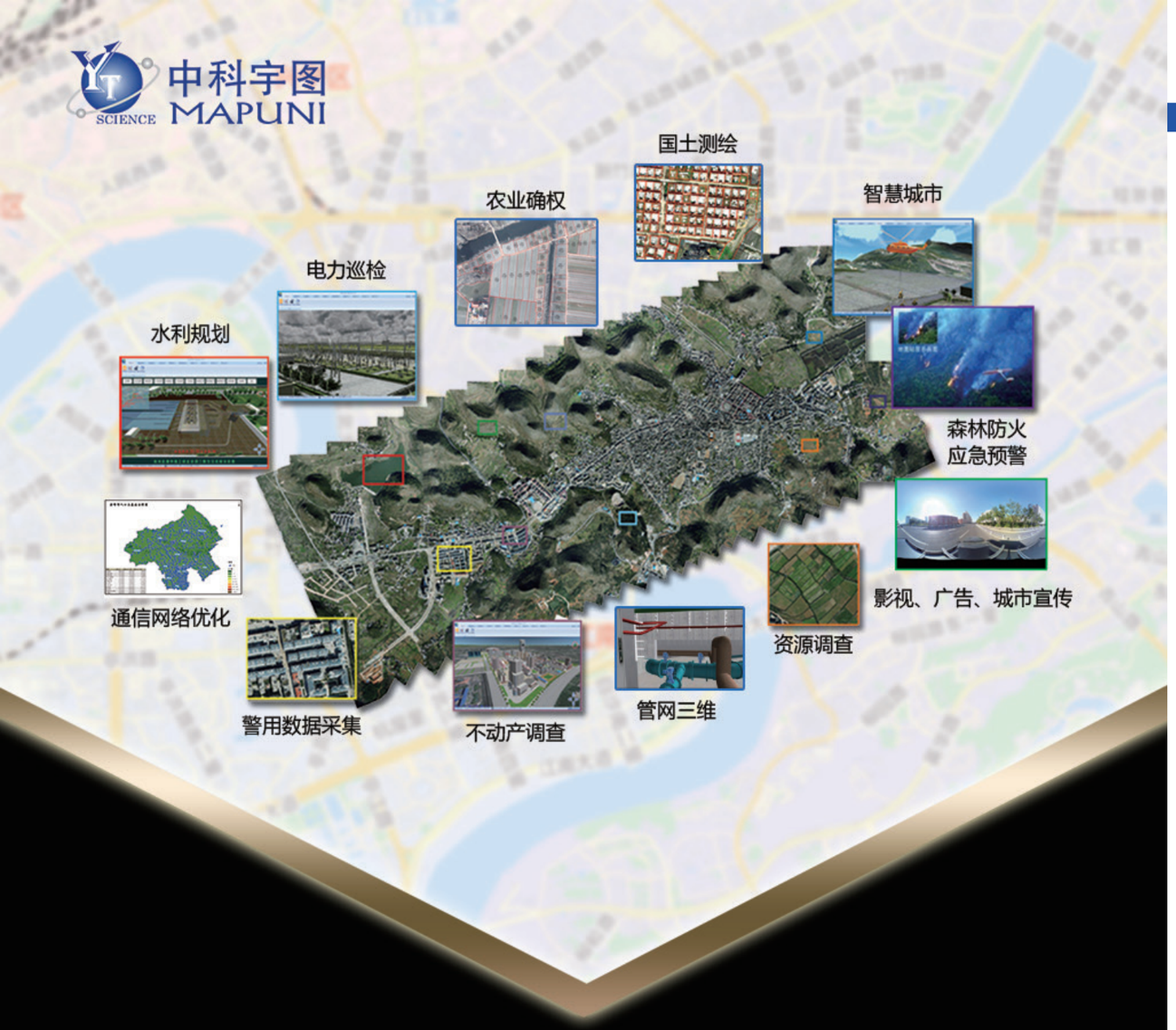
副主任委员：

姚　新　教授级高工、中科宇图科技股份有限公司董事长
孙　群　教授、解放军信息工程大学
杜明义　教授、北京建筑大学测绘与城市空间信息学院院长
党安荣　教授、清华大学建筑学院
刘　锐　教授、资源环境科学研究院院长
许新宜　教授、北京师范大学水科学研究院
武　芳　教授、解放军信息工程大学
艾廷华　教授、武汉大学资源环境学院
池天河　中国科学院遥感应用研究所研究员
赵国栋　中关村大数据产业联盟秘书长
王康弘　北京超图软件股份有限公司副总裁
何　宁　Esri 中国信息技术有限公司总裁
刘玉璋　泰伯网创始人

专业委员：

方发和　软通动力信息技术（集团）有限公司执行副总裁
宁永强　微景天下（北京）科技有限公司 CEO
朱重光　中国科学院遥感研究所研究员
刘文圣　北京久其软件股份有限公司副总裁
刘高焕　中国科学院地理科学与资源研究所
刘瑞宝　北京拓尔思信息技术股份有限公司副总裁
齐红威　数据堂（北京）科技股份有限公司总裁
李英成　中测新图（北京）遥感技术有限责任公司总经理
张义丰　中国科学院地理科学与资源研究所研究员
张向前　北京帝测科技股份有限公司董事长兼总裁
张　林　中科宇图科技股份有限公司助理总裁
周焕波　北京富地勘察测绘有限公司总裁
鱼京善　北京师范大学水科学研究院教授
郭建阁　北京新兴华安测绘有限公司副总裁
姜春玲　龙信思源（北京）科技有限公司总裁
康　铭　Esri 中国信息技术有限公司副总裁
廖兴国　广州都市圈网络科技有限公司总经理

秘 书 长：童元
副秘书长：杨献杨竞佳



高精度.活地图

专于行业 精于数据

中国专业的地图大数据服务商

中科宇图科技股份有限公司

服务热线：400-070-3156

网址：www.mapuni.com

官方微信

创新发展，引领地信产业新思维

刊首语

在互联网时代，社会经济发展正在经历着深刻变革，以云计算、大数据、物联网等为代表的智能化技术在测绘地理信息产业不断相互渗透，形成了新的发展趋势。目前，以互联网为载体，地图的表现形式、传播方式迅速网络化，地图要素内容和功能应用也发生很大变化，手机地图、三维地图、街景地图等层出不穷，广泛承载和使用天文地理、政经文化、衣食住行等多种信息，与国家安全、经济发展及群众日常生活密切相关。

如今，曾经的传统测绘，以地形图等为主要产品的服务模式正远离市场，与各类用户的实际需求相脱节。新技术，新需求的不断产生，都在昭示地理信息产业转型无可回避，升级势在必行。作为企业如何把握先机，走在行业转型升级的前列，问题萦绕在测绘地理信息产业的每家企业。

从数据生产为主，转变到信息服务为主，把重心转移到用户需求和科技创新上来，从而极大地提升生产力，是中科宇图在转型升级道路上探索发展的路径。从顶层设计层面，中科宇图构建两院院士为核心的战略发展与科学技术委员会，深化“产学研用”体系，紧跟社会发展形势，形成了“地图大数据和大资环”两大产业生态圈。在地图大数据生态圈，中科宇图积极投身环保、水利、通信、农业、电力、公安、物流等行业信息化建设。通过不断加强新技术应用，使地图精度和丰富程度越来越高，满足更多用户的多元需求，为客户创造更大价值。在大资环生态圈，公司运用天空地一体化采集、多元卫星环境遥感监测、大气环境数值预报、环保平台构建、环境大数据中心构建及 3S 等先进技术，与环境保护业务相结合，为客户提供一体化的全方位智慧化整体解决方案。以与时俱进的服务性思维谋划转型之路，中科宇图正在积极探索的征途中不断前行。

“智慧地图，慧引应用”，将测绘地理信息与大数据融合，在行业应用中体现测绘的价值。在未来的发展中，中科宇图将继续秉持“诚信，务实，创新，共赢”的核心价值观，持续推进创新思维的研究和探索，致力于打造“地图大数据和大资环”两大产业生态圈。向“争遥感特色空间信息领军企业，创智慧地图领域国际一流品牌”的宏伟目标，不断迈进。

目　录

2017年4月　第2期　（总第13期）
CONTENTS

刊首语 Inaugural Statement

行业风向标 Industry Vane

专家视角 Expert Perspective

6 / 全空间地理信息系统展望

独家专访 Exclusive Interview

10 / 致力打造“大地图”中科宇图走出了新天地

12 / 深耕行业地图 聚焦客户需求 引领创新发展

案例分享 Cases Sharing

16 / 基于 RPC 模型提取建筑物高度的原理及现实

22 / 基于遥感的矢量电子地图质量提升自动化方法研究

26 / 地图大数据应用案例剖析——口袋环保

32 / 三维激光扫描技术实现场馆的智能监控解决方案

35 / 数字城市之三维建模的内容及方法

37 / 无人机产品及行业应用研究

战略合作 Strategic Cooperation

42 / 中科宇图通过华为供应商正式认证

43 / 中科宇图情注江西与江西测绘局共建国内首个地信企业主导的地信产业园

44 / 中科宇图受邀出席郑州高新区项目集中开业暨签约活动

版权声明

本刊所有文字、图片等作品，经著作权人授权本刊，未经本刊许可，不得转载。本刊对发表的文章拥有电子版、网络版版权，并拥有和其他网络交换信息的权利。

《宇图》

关注热点 前瞻行业 引领发展

中科宇图战略发展与科学技术委员会

主 任

郝吉明　中国工程院院士、清华大学环境科学与工程研究院院长

副主任（按姓氏笔画排序）

魏复盛　中国工程院院士、中国环境监测总站研究员

童庆禧　中国科学院院士、中国科学院遥感与数字地球研究所研究员，原中国科学院遥感应用研究所前任所长

陆新元　原环境保护部核安全总工程师、中国环境科学学会副理事长

刘文清　中国工程院院士、中国科学院安徽光学精密机械研究所所长

杨志峰　中国工程院院士、北京师范大学环境学院院长

委员（按姓氏笔画排序）

刘　锐　中科宇图资源环境科学研究院院长

夏　青　中国环境科学研究院原副院长兼总工程师、研究员

池天河　中国科学院遥感应用研究所研究员、博士生导师

何　平　国际中国环境基金会总裁、全国政协海外特邀代表

何　平　中国国际工程咨询公司农村经济与地区发展部主任、教授

新理念
新技术
新生活
新健康

编辑委员会

主办单位　中科宇图科技股份有限公司

主　　编　刘锐

编辑顾问　姚新　许新宜　孙世友　童元

副 主 编　杨竞佳

执行主编　周露

美术主编　李英杰

工作人员　张媛媛　秦羽　张紫林

《宇图》编辑部电话　86-10 51286880-308

传　　真　86-10 51286880-801

地　　址　北京市朝阳区安翔北里甲 11 号 创业大厦 B 座 2 层

邮　　编　100101

咨询邮箱　zhoulu@mapuni.com

公司网址　www.mapuni.com

合作媒体　《环境保护》杂志

3sNews 泰伯传媒

中国环境报（网）

扫描新媒体平台

中科宇图微信公众平台

中科宇图新浪微博

★ 全国测绘成果质量总体形势较好

前不久，国家测绘地理信息局发布公告，公布2016年国家测绘地理信息质量监督抽查结果。结果显示，全国测绘成果质量总体形势较好，资质单位质量管理体系建设及运行总体情况良好。本次监督抽查首次使用了全国测绘地理信息质量监督抽查项目抽取系统，实现了受检项目随机抽查。

本次监督抽查分为国家监督抽查和省级监督抽查。国家监督抽查对象包括：2015年测绘资质单位完成的1:500至1:1万基本比例尺地形图测绘项目、变形监测测绘项目和甲级测绘资质单位质量管理体系。其中，1:500至1:1万基本比例尺地形图成果抽查了20个项目，成果质量全部批合格，批合格率为100%；变形监测成果抽查了10个项目，成果质量批合格7个，批不合格2个，不满足检查条件未进行抽查的1个，批合格率为77.8%；甲级测绘资质单位质量管理体系建设及运行情况抽查了31家，质量管理体系完善或基本完善的单位27家，不完善的单位4家，完善和基本完善率为87.1%。省级监督抽查成果超过1300项，批合格率平均为89.5%；抽查300多家测绘资质单位的质量管理体系建设及运行情况，完善和基本完善率平均为89.2%。

★ 《中国城市地图集》第二批编制试点工作正式启动

3月22日，局地理信息与地图司在山西太原组织召开《中国城市地图集》（以下简称图集）第二批编制试点工作座谈会，编制试点工作正式启动。开展第二批编制试点工作的各地有关人员、第一批编制试点单位代表以及民政部区划地名司有关人员，中国地图出版集团、局地图技术审查中心有关负责人参加了会议。

为使编制取得预期成果，会议强调要做好以下几方面工作：一是要高度重视。大家要高度重视图集编制工作，重视是做好一切工作的前提和保障，要将重视落到实处，切切实实推动工作开展。二是要加强组织。省、市测绘地信行政主管部门要发挥好主导作用，保证图集的权威性；要积极与图集编制试点城市政府沟通，取得当地政府的理解与支持；要参照图集总编纂委员会尽快成立分册图集编纂委员会，落实组织保障；要在编制技术指导、数据资料提供等方面积极做好保障服务。三是要融合创新。要注重统一性和个性化的融合，使图集在统一组织、统一设计、统一技术风格的基础上突出个性化，彰显城市特色。要秉承开放开源的工作思路和主导思想，注重与其他部门的资源共享、沟通协作，最大化利用现势性好的地理信息数据资料，将地理国情普查、数字城市建设、智慧城市建设、“多规合一”的建设成果等等都反映在图集中。四是要加快进度。要按照既定的工作安排，推动编制工作的顺利有序开展。同时，已开展试点工作的省份要及时总结试点城市的工作经验，积极发挥试点城市的示范作用，面向全省进行推广。

★ 《车载移动测量数据规范》等6项行业标准正式实施

近日，国家测绘地理信息局组织制定并批准发布了《车载移动测量数据规范》《车载移动测量技术规程》《测量标志数据库建设规范》《大地测量控制点坐标转换技术规范》《南极区域低空数字航空摄影规范》《城市政务电子地图技术规范》等6项测绘地理信息行业标准，于2017年3月正式开始实施。

这六项标准的发布实施，进一步完善了测绘地理信息标准体系，填补了测绘地理信息相关领域标准空白，对促进测绘地理信息事业发展具有重要意义。

★ 地理国情监测成果交叉验收工作完成

近日，由国家测绘产品质量检验测试中心牵头组织开展的2016年版基础性地理国情监测地表覆盖数据成果复核工作顺利结束，标志着2016年基础性地理国情监测成果交叉验收工作全面完成。

受国家测绘地理信息局的委托，国检中心牵头组织陕西、黑龙江、四川、海南测绘地理信息局和国家局重庆测绘院5家监测任务承担单位质量检验机构，承担2016年全国31个省（自治区、直辖市）范围的基础性地理国情监测成果质量交叉验收任务。

★智慧城市时空大数据与云平台建设技术大纲即将出台

2月8日至9日在京召开的智慧城市时空信息云平台建设专家委员会会议上获悉，《智慧城市时空大数据与云平台建设技术大纲2017版》即将出台。新版大纲对2015版《智慧城市时空信息云平台建设技术大纲》进行了修订完善，对于推进各地智慧城市建设具有重要的指导作用。国家测绘地理信息局副局长、专家委员会副主任李维森出席会议并讲话，专家委员会主任李德仁院士、副主任王家耀院士，委员刘先林院士、郭仁忠院士等出席会议。

新版大纲明确，测绘地理信息部门在智慧城市建设中的主要任务是指导各地区开展智慧时空基础设施建设与应用，其建设内容包括时空基准、时空大数据、时空云平台，其中构建时空大数据与云平台是测绘地理信息部门在智慧城市建设中的核心任务。

与2015版大纲相比，新版大纲具有两个特点。一是突出大数据，明确提出各地应着力丰富包括基础地理信息数据、公共专题数据、智能感知实时数据和空间规划数据在内的时空大数据，构建智慧城市建设所需的地上地下、室内室外、虚实一体化的时空数据资源。二是与国家发展战略与城市建设急需紧密结合，要求各地在开展智慧应用时优先围绕市县空间规划、“多规合一”、生态文明审计等重点工作进行专业化平台建设和应用示范，促进城市科学、高效、可持续发展。

★ 国家测绘产品质检中心出台“十三五”发展规划

近日，《国家测绘产品质量检验测试中心“十三五”发展规划》印发。

《规划》提出了“创新、协同、品质、效能”的发展理念，坚持科技创新为引领，以提高测绘地理信息发展质量和效益为中心，以构建信息化质检体系为主线，增强支撑监管、把关质量的能力，全面推进测绘地理信息质检事业转型升级发展，明确了中心“十三五”发展目标、重点任务和保障措施。

《规划》提出的发展目标是，到2020年，构建布局合理、职责清晰、支撑有力、运转协调的国家和省级质检工作协同机制，进一步充实完善质检制度、标准、技术、人才队伍及装备设施，业务涵盖检验、检测、测试、鉴定、查新和认证等多个领域，打造形成定位明晰、支撑有力、公正可信、管理高效的国家级测绘地理信息质检机构。

《规划》提出的重点任务有：一是创新发展，构建信息化测绘质检技术体系；二是加强协同，构建统一联动共享的质检体制机制；三是品质引领，促进测绘地理信息质量健康发展；四是注重效能，加强测绘地理信息质检能力建设。

《规划》从加强组织领导、制度建设、投入力度、对外交流和党的建设5个方面提出了保证规划实施和任务落实的保障措施。

★ 《安徽省测绘地理信息“十三五”规划》印发

日前，《安徽省测绘地理信息“十三五”规划》由安徽省国土资源厅、安徽省发展和改革委员会联合印发，提出了“一个目标、八项任务、十二大工程”的主体框架。

《规划》在全面总结分析“十二五”工作的基础上，紧紧围绕安徽经济建设，以满足新时期对测绘地理信息保障服务提出的需求为重点内容，明确了安徽省“十三五”时期测绘地理信息事业的发展目标、主要任务、重点工程和保障措施。

《规划》提出，“十三五”时期，安徽省测绘地理信息事业发展的总体目标是：行政管理体制机制更加顺畅，政府管理职能更加明确，依法行政理念更加强化，法律法规和政策体系进一步健全，科学合理的测绘地理信息事业总体布局基本形成。测绘地理信息的技术、业务、管理等方面的变革基本完成，形成新型基础测绘体系。地理国情监测、应急测绘实现业务化运行服务，并实现与经济社会其他领域的高度融合。地理信息产业高速发展，自主创新能力、应用服务能力大幅提高，测绘地理信息服务实现高度网络化、信息化、智能化和社会化，为全面建成小康社会提供有力保障。

《规划》从加强法治建设、创新决策机制、用足激励政策、巩固投入机制、完善阶段评估5个方面提出了保证规划实施和任务落实的政策措施。

★ 新修订的《中华人民共和国测绘法》颁布将于2017年7月1日起施行

4月27日，国家主席习近平签署第六十七号主席令，公布新修订的《中华人民共和国测绘法》。新修订的《测绘法》经十二届全国人大常委会第二十七次会议高票表决通过，将于2017年7月1日起施行。

新修订的《测绘法》共10章68条，分总则、测绘基准和测绘系统、基础测绘、界线测绘和其他测绘、测绘资质资格、测绘成果、测量标志保护、监督管理、法律责任、附则，比原法增加“监督管理”一章。此次《测绘法》修订明确了“加强测绘管理，促进测绘事业发展，保障测绘事业为经济建设、国防建设、社会发展和生态保护服务，维护国家地理信息安全”的立法宗旨，贯彻了“加强共享、促进应用，统筹规划、协同指导，规范监管、强化责任，简政放权、优化服务”的原则。

★ 广西壮族自治区测绘地理信息局与广西大学建立产学研合作关系

4月8日，《广西大学 广西测绘地理信息局产学研合作框架协议》（以下简称《协议》）在广西大学签署。广西壮族自治区政协副主席、广西大学党委书记刘正东，自治区测绘地理信息局局长席扬见证签约。

双方本着“真诚合作、优势互补、互惠共赢、共促发展”的原则，开展产学研创新合作。合作旨在充分发挥双方优势，全面提升双方的科技创新能力，培养科技创新人才，促进科研成果转化。按照《协议》，双方重点在共建遥感大数据处理与应用研究中心、申报和承担国家科研项目、专业技术人才进修和培训、建立大学生实习基地、测绘法及测绘成果推广宣传等8个领域协同合作。《协议》还明确了合作的保障机制。

★ 交通部将扩大卫星遥感在交通领域的应用

近日，交通部军民融合工作领导小组召开会议，要求推进交通运输军民融合由“初步融合”向“深度融合”发展迈进，其中的一个重要举措便是扩大卫星遥感技术在交通领域的使用范围。

中国交通通信信息中心（简称通信信息中心）主任曹德胜向记者介绍，遥感是军民两用技术，通过军民融合示范项目的牵引，该技术在精准化交通扶贫、计划执行情况评估、建设监管和灾害应急等方面已经得到广泛应用。

此外，利用遥感技术还可一次性对近千平方公里范围内的交通基础设施进行形变监测，精度可达到毫米级，能有效监测公路、铁路、高边坡、桥涵、隧道等变化状态，分析变化趋势，实现灾害预警，为防灾减灾提供技术支持。

交通运输部将高分遥感应用示范作为“十三五”重点工作进行推动，目前正在开展行业应用的全局规划和顶层设计，指导相关标准和技术研究。

★ 中国测绘科技馆获评优秀全国科普教育基地

近日，中国测绘科技馆顺利通过中国科协组织的全国科普教育基地2016年度工作考核，并从被推选的187个科普教育基地中脱颖而出，荣获2016年度优秀全国科普教育基地称号。

2016年，中国测绘科技馆坚持高标准、提品质、增效果，较好地完成了各项工作。全年接待参观人数5100余人次，在普及测绘地理信息科学知识和先进科技、传播测绘精神和地图文化、提升测绘地理信息事业的社会影响力等方面发挥了重要作用，成为面向社会集中展示测绘地理信息工作悠久历史、光辉历程和辉煌成就的宣传窗口和知名品牌。

中国测绘科技馆自2009年开馆以来，受到了社会各界的广泛好评，被中央党校、国家行政学院等单位列为教学参观点。经过多年建设，中国测绘科技馆已成为功能完备、设施齐全、服务热情，集知识性、趣味性、科学性、实践性于一体的全国一流科普教育基地。

此次考核经基地申报、推荐单位初评、中国科协组织专家评审，从推荐单位推荐的187个全国科普教育基地中评审产生了110个优秀基地，同时确认全国946个基地考核合格。

★ 教育部批准深圳大学新增地理空间信息工程专业

据南方都市报报道，近日教育部发布了深圳大学的新增专业名单，它们分别是：地理空间信息工程、心理学、风景园林、电气工程及其自动化，上述四专业学制四－五年，毕业授予理学或工学学士学位。

其中，本科地理空间信息工程学制四年，毕业授予工学学士学位。该专业旨在培养掌握测绘遥感与地理信息、计算机与网络应用、工程管理等理论和方法，具备地理空间信息获取、管理、分析、表达和地理空间信息工程设计、开发、应用等方面的知识。地理空间信息工程专业为各行各业培养从事地理空间信息工程设计、软件开发、地理信息服务与项目管理等工作的高级工程技术型人才。

除了军事和农学，深圳大学本科专业包含了11大学科门类，共90个专业。此次新增加的四个专业，进一步丰富了学校的专业种类。

★ 应急平台市场年增长超17%，软件占三分之二

近日，中国空间信息产业研究机构泰伯智库发布《2017中国应急产业与地理信息市场研究报告》。报告指出，自2006年以来应急产业从无到有，如今已发展成为一个具备核心技术体系和商业模式的综合型产业。估算以应急平台为主的应急管理信息化的市场规模已经接近100亿元，以应急平台为例，2011-2015年政府投入的5年复合增长率为17.94%，政府推动下的应急产业正在快速发展。

应急产业作为一个以应急需求驱动的新型产业，其涉及范围甚广。从产业链的角度上游覆盖到制造业、化工业、汽车业等主要行业，下游关联到政府的国土、气象、交通等部门。当下我国发展应急产业的重点，在于建立完善的应急管理体系，主要是应急平台的建设和应用。

根据各地建设情况粗略计算，应急管理信息化的年市场容量已经从2006年的5亿元发展到2014年的61.72亿元。据泰伯智库不完全统计，应急平台市场在2011-2015年的复合增长率约达到17.94%，估测未来4年总的建设规模约为280亿元。应急平台市场中，在不考虑场所建设部分的情况下，各产品所占市场份额分布大致为：应急平台软件（包含支撑系统）67%、应急平台装备21%、配套服务12%。

★ 湖南省标准地图（2017年版）编制完成

日前，由湖南省第三测绘院编制的最新版湖南省标准地图（2017年版）已经通过“天地图·湖南”网站标准地图服务正式发布，为社会公众提供查阅和免费下载等公益服务。

该系列标准地图包括5种比例尺15幅地图，分为基础要素版、专题要素版和示意图版。基础要素版内容包括湖南省最新交通、行政区划、河流水系等，涵盖1:100万、1:200万、1:300万、1:400万四种比例尺。专题要素版分为行政区划、自然地理、铁路交通、公路交通、水系流域、航道港口、旅游景点。该地图依据湖南省行政区划界线标准画法，使用最新标准地名、交通信息、境界、水系、旅游景点及自然地理要素等基础资料编制。地图负载信息量大，内容权威可靠，可用于新闻宣传用图、书刊报纸插图、广告展示背景图、工艺品设计底图等，也可作为编制公开版地图的参考底图。

★ 广西遥感综合服务平台上线运行

近日，广西遥感综合服务平台上线运行。该平台是广西首个面向公众发布的遥感服务网络平台，是高分辨率对地观测系统广西数据与应用中心、卫星测绘应用中心广西分中心的门户网站，也是广西基础地理信息中心影像数据查询服务发布的平台。

用户可以通过广西遥感综合服务平台来完成五项主要功能：一是信息浏览，包括平台管理的各类数据及数据大小，浏览系统发布的工作动态、行业新闻、通知公告等各类信息，以及最新的数据提醒和最新推送数据的快视图；二是数据查询，包括本地已管理的数据资源，提供了目录检索、关键字检索、高级检索、标签检索四种检索方式；三是数据订购，用户根据查询结果提交存档数据订购申请，订购的数据可以在个人中心的订单管理中进行跟踪和下载；四是需求订购，用户需求申请提交后，会发送至广西数据与应用中心，由中心编制卫星拍摄计划进行统筹；五是信息管理，用户可通过个人中心管理自己的信息，包括订单管理和个人信息。订单管理可以查看历史订单信息，可以跟踪订单的生产状态，分发成功的在线交付订单可以进行数据的下载。个人信息管理可以查看修改用户基本信息和密码，可以查看个人登录日志，及时发现异常登录情况，提升系统安全性。

全空间地理信息系统展望

周成虎
（中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室，北京 100101）

【摘要】地理信息系统作为一门空间科学，以其独特的空间观点和空间思维，从空间相互联系和相互作用出发，揭示各种事物与现象的空间分布特征和动态变化规律。本文从地理信息系统所研究的空间对象出发，对地理信息系统发展新方向提出思考：

①从地球空间拓展到宇宙空间，需要构建宇心坐标系和宇宙 GIS、月球 GIS 等；

②从室外空间延伸到室内空间，需要发展室内 GIS，并拓展到水下空间和地下空间；

③从宏观到微观空间，可以发展面向游戏的体育 GIS、面向生命健康管理的人体 GIS 等；

④面向大数据时代，发展大数据空间解析的理论和方法，贡献于大数据科学的发展。

【关键词】地理信息系统；宇宙 GIS；室内 GIS；人体 GIS；体育竞技 GIS

经过 50 多年的发展，地理信息系统已经发展成为包括地理信息科学、地理信息技术和地理信息应用的综合高技术领域，在资源与环境、灾害与应急响应、经济与社会发展、卫生与生命健康、规划与区域设计等领域得到广泛应用，成为当今信息社会不可或缺的重要组成部分。面对移动互联、大数据和云计算等新一代 IT 科学技术发展潮流，地理信息系统的发展面临新的战略机遇和挑战。本文从地理信息系统的空间思维视角出发，畅想 GIS 拓展的领域，思索其中的关键科学与技术问题，构建无所不在的 GIS 世界。

1. 从地球空间到宇宙空间

传统 GIS 主要研究地球表层系统，关注的是与人类生产生活密切相关的地表空间，以地理科学、测绘科学为主要学科基础，并广泛使用信息技术。随着 GIS 应用的不断深入，大气科学、海洋科学、环境科学、地质学等地球科学的分支学科也逐步应用 GIS 作为一种技术手段，处理和分析复杂的空间数据，并进行制图。在医学领域，GIS 则被广泛用于发现环境与生命健康的关系，如癌症与环境污染关系、儿童先天出生缺陷与自然环境背景关系等。在犯罪学领域，GIS 用于分析犯罪的环境特征、追索犯罪的时空线索等。这些应用促进了地理信息系统相关分支领域的发展，如交通 GIS、城市 GIS、土地 GIS 等等。地理信息系统在地球科学领域的深化应用，推动了地理信息系统的理论方法从二维平面空间拓展到了以地心坐标系为基础的三维地球空间。面向“未来地球”计划，地理信息系统需要在空间分析模型基础上，进一步发展各种动力过程模型，耦合地球系统模拟器，实现数据驱动与模型驱动的双重模型系统。

在上述应用发展的同时，地理信息系统作为一门独立的学科方向也被提出，地理信息科学的理论研究得到重视。地理信息的本体理论、统一时空框架、地球信息机理、时空数据分析模型等成为核心研究内容。地理信息科学理论方法和技术的发展，又进一步促进了地理信息系统应用的发展，特别是在生命科学、社会科学、空间科学领域的应用深化。

地理信息系统在空间科学的应用需要我们建立新的空间坐标系统，特别是随着深空探测的不断发展，从月球到火星再到更远更深的星球，我们所面对的是一个广袤的宇宙空间，构建面向宇宙空间的宇心坐标系，发展宇宙空间的分析方法，建立宇宙地理信息系统 (Universal GIS) 将是现代 GIS 发展一个前沿方向。例如，嫦娥探月工程飞绕月球，获取了全月球高分辨率的月面遥感影像，并得到月球表面的数字高程模型。为了实施登月，需要利用地理信息系统的空间选址功能，结合嫦娥飞行轨道特征，优选着陆地点。因此，应参照地理信息系统在地球上的构建体系，构建一个基于月心坐标系的月球地理信息系统 (Moon GIS)，系统地管理月面的月壤、岩石等要素数据，分析月坑、月海等空间分布特征，探索月球演化的机理，模拟其演化过程。

2. 从室外空间到室内空间

天空地海一体化的综合对地观测系统发展使得人类实现了对地球表层系统、大气系统和海洋系统的动态、精细观测，“透明地球”计划的实施也使得我们对固体地球有了进一步的认识。现代地理信息系统借助于空间分析能力，在这些以开放的室外空间为共同特征的应用领域取得了长足的发展，凸显了地理信息系统的空间视角的科学特色。

现代移动通信、移动定位、移动互联网的发展，使地球上的一切事、物、人密切地联系在一起，形成了一个“人机物”混合的三元世界。地理信息系统则需要关注人类 80% 时间所依存的各种小型室内空间，需要建立室内空间表达的数据模型，发展各种面向室内空间问题的分析方法，构建面向室内精细物件管理的软件系统，并实现与室外地理信息系统的互联互通。因此，室内 GIS(Indoor GIS) 或微空间 GIS 应成为现代地理信息系统重要发展方向。利用室内 GIS 技术，可以将地球上每一栋建筑、每一所房子联系起来，实现对室内空间的精细管理。例如，为了保障公共安全，我们需要对医院、大型商场与超市、能源基地与核电厂等重点场所实现管理，通过和建筑信息管理系统 (BIM) 的融合，实现对各种物件的管理；通过地理信息系统的空间拓扑模型，实现对各种室内空间的关联处理；通过模型嵌入，实现对室内空间安全管理、应急处置方案等分析模拟。又如，面向商业服务，将室内定位与室内 GIS 集成，通过地理围栏技术，可以将商场的商品信息与穿行的人流关联起来，实现商品的促销和精准营销。将每一栋楼和每一个房间管理起来，将是一项艰巨而重要的任务。如当前中国不动资产的登记和管理就对 Indoor GIS 提出了巨大需求。

在室内 GIS 发展的基础上，可以进一步拓展到对地下空间、水下空间的管理。地下空间分为开放型地下空间（如地下商场、地铁通道）与密闭型地下空间（如成矿体、储油体）。水下空间的基本特征是密闭、流动的水介质。现代城市的快速发展，对地下空间的利用提出了巨大需求，而地下设施安全管理与防范等，相对地面空间要难得多。因此，面向地下空间管理的 GIS 研究和发展具有重大的现实意义。随着中国对海洋资源开发利用需求的提高，海洋经济和海防安全等对发展海洋 GIS 提出了战略需求，水下空间管理则是其发展的基石。

3 . 从宏观空间到微观空间

现代 GIS 所应用的范围主要集中于低速运动的宏观空间，基本上服从于牛顿力学规律。但作为一门空间科学，或一种空间思维体系，现代 GIS 同样可以推广应用到小尺度、甚至是微型空间，如人体空间、体育竞技场空间。当前，地理信息系统与生命科学的交叉融合，使得面向人体管理、生命微循环等现象与问题可以利用 GIS 来描述、分析和模拟。由此，人体地理信息系统 (Human GIS) 应该成为发展方向。

人体地理信息系统的空间坐标系是由一个主坐标系和若干局部坐标系构成的综合坐标系。在此三维坐标体系下，以人体解剖理论为指导，采用

面向对象的方法，将人体分解为若干具有独立功能的机体，每一个功能机体可以进一步分解为若干子部分，从而可以构建一个数字人体；以东方人体经络理论和西方人体微循环理论为指导，构建各功能机体的有机联系，从而建立人体循环系统。在此基础上，可以将日常体检和医疗检查的各种资料集成，形成一个完整的人体健康数据系统，为身体健康诊断和治疗方案的制定等提供较为系统的科学数据支撑。建立每一个人的人体 GIS 系统，将是一项巨大而长远的任务。

足球、篮球、排球等体育竞技场空间是一个在有限时空范畴内人与人高度交互的空间，可以将 GIS 的空间观点用于描述和模拟这些竞技运动，发展体育竞技 GIS 系统（Sports GIS），服务于体育训练和体育游戏活动。

4 从小数据到大数据

地理信息系统是一门处理和分析空间数据的学科。社交网、传感网与综合观测系统等的发展，使得当代社会进入了大数据时代，大数据挖掘与知识发现成为现代科学技术的前沿发展方向，地理信息系统的发展正面临大数据时代的发展机遇和新的挑战。

发展大数据的空间解析理论与方法是地理信息系统研究前沿方向。大数据空间解析的核心思想是充分利用大数据中所包含的显性或隐性空间位置特征信息，通过多元空间的统一表达和大数据的空间化重构，实现大数据的空间映射，进而可在统一时空体系下分析大数据中所隐含的模式和发现新知识，从而建立起基于空间分析原理的大数据分析理论方法。具体研究可以包括以下 5 个方面。

（1）在理论分析方面，着力研究物理空间、人类经济社会空间以及信息空间的本质及其可能的相互映射关系，构建多元空间协同表达与统一时空基准，归一化具有多元、多尺度、多语义、多模态等特征的大数据，形成大数据的空间协同表达和可靠性评价方法。

（2）在大数据的整体空间统计特征分析方面，发展大数据区域总量估算的空间采样和样本评价模型，构建样本大小与样本质量的关系模式。探索样本估计中的误差传递，寻找样本大小和样本质量间的阈值，讨论样本质量对区域总量估计精度的影响。以随机分布和正态分布为例，从理论推导结果中比较加入“污染”样本前后的均值、方差和平均方差等统计量，讨论“污染”样本的样本量和误差大小对样本估计的影响。然后，以模拟数据为基础验证所构建的模型，并结合实际时空要素地理场数据开展试验。

（3）在时空地理要素数据场分析方面，发展大数据的时空关联和陆地表层曲面模型。识别多元空间体系下的时空关联关键性因子，构建地理系统认知体系，将大数据区分为空间平稳和空间非平稳两种类型，形成区域参量空间分布模式，建立相应的时空算法库，发展高效的批处理模型。

（4）在网络数据分析方面，发展大数据的异构时空轨迹的表达模型和距离测度。异构时空轨迹的表达模型主要解决离散时空轨迹、路网轨迹和连续场等空间测度下轨迹的表达和索引模型。在此基础上，研究不同测度空间下轨迹距离的定义、异构测度空间的轨迹相似性度量指标，以及轨迹间的时空分析和挖掘（缓冲区、轨迹的平行以及轨迹的时空邻近、聚合、分离等关系）模型。结合城市人流、物流移动时空轨迹等实际数据进行验证、分析和检验。

（5）在大数据空间解析技术方面，研发基于高性能计算系统的地理空间大数据空间解析平台，包括高性能地理计算并行算法库，如大数据区域总量估计和空间分布，高性能轨迹的时空分析和挖掘；地理系统高性能地理系统模拟模型库，如时空数据场的特征参量计算模型和陆地表层系统模拟模型。构建城市动力特征计算、海洋时空数据关联分析和多源遥感数据计算等实际应用的原型系统。

转载自《地理科学进展》

中科宇图 MAPUNI SCIENCE

“一站式”服务不动产登记的专家

中科宇图科技股份有限公司
服务热线：400-070-3156
网址：www.mapuni.com
官方微信

致力打造“大地图” 中科宇图走出了新天地

——访中科宇图科技股份有限公司副总裁孙世友

孙世友，教授级高级工程师，中国测绘地理信息学会地图大数据创新工作委员会主任。主要研究3S技术在智慧城市、智慧环保、数字流域等方面的应用。

其实，在不少行业外人士的眼里，由于技术的专业性和政策资质的严格性，地理信息产业容易被看成是壁垒高筑的领域。但是事情已经在迅速发生变化。

在过去的两年中，中科宇图作为时空大数据（大地图）的倡导者，以在行业应用中挖掘时空大数据的价值为导向走出了一片新天地。

“2014年在WGDC全球地理信息开发者大会上提出‘大地图’这个概念，还有许多人不认可。”孙世友回忆说。

中科宇图副总裁孙世友向泰伯网介绍了“大地图”一词的最早来由。2008年，陈述彭院士在88岁高龄的时候为中科宇图亲自题词“大地图”。而相关资料显示，正是在同年9月，“大数据”一词首先出现在美国《自然》杂志发表的一篇名为“Big Data: Wikiomics”的文章里。

2014年，经过与李小文院士在内的专家学者的反复研讨，中科宇图战略明确了“大地图”的可行性。在这之后的各种场合，孙世友开始力推大地图的概念传播，他将此笑称为“一件事情说多了、讲多了，大家就认可了”。在公司层面，中科宇图也正式开始了大地图业务的团队组建及深层次研发布局。

孙世友这样描述“大地图”：“一方面，利用大数据的分析方法和理论体系，使测绘行业应用与之整合；另一方面，强调不同行业中的科学模型、业务模式与测绘行业的融合。”这个概念，还可以理解为最近颇受关注的“空间大数据”，也有人将其称为“时空大数据”。

以自动驾驶的四个发展阶段作比，孙世友将时空大数据的发展分为五个阶段。

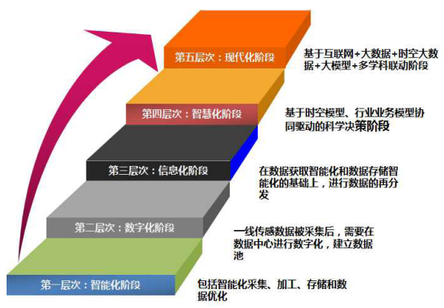
第一阶段，智能化阶段。包括智能化采集、加工、存储和数据优化等。在这一阶段，要保证所有数据通过传感器形成智能感知，建立数据快速获取的渠道。

第二阶段，数字化阶段。一线传感数据被采集后，可以分为很多种，如互联网数据、社会经济发展数据、人口数据、空间数据等等，这些数据需要在数据中心进行数字化，建立数据池。

第三阶段，信息化阶段。在数据获取智能化和数据存储智能化的基础上，进行数据的再分发，即信息化应用。

第四阶段，智慧化阶段。这一阶段，引入了大数据的科学分析方法、数据挖掘的先进理论，以及行业相关的科学模型。

第五阶段，现代化阶段。这一阶段，第一强调多学科融合，第二强调跨行业应用，第三强调业务深层整合，如国家提倡的互联网+、大数据+，强调的是深度融合。



孙世友认为，在每一个发展阶段，总有一个顺应时代的名词应运而来，正如“大数据”一词，在刚提出时没有人理解，却在今天成为某种时代符号，这个思路，同样可以用来理解“大地图”。

1.“大地图”的成功基于底蕴积累

无论是出于当下的技术环境还是市场环境，中科宇图都凭借“大地图”理念搭上了这班车。那么，他们到底要用怎样的武器抵达战略布局的预期呢？

孙世友告诉泰伯网，中科宇图成立大地图公司，旨在推广时空大数据在行业的应用，宏观的愿景主要有以下三点：

第一，打破技术壁垒。使测绘技术告别曲高和寡，真正落地成平民化技术，使非GIS专业的人也能方便地使用专业地图。

第二，打破成本壁垒。降低空间数据的购买成本，并为跨行业跨领域的从业者们提供低经费数据服务。

第三，打破保密壁垒。使不具备测绘资质的公司也能在脱密的情况下使用空间数据。

这三方面不只是中科宇图推广“大地图”的愿景，也实属是传统测绘行业的共识问题。目标的实现可谓任重道远。据孙世友透露，中科宇图有百分百的勇气和实力，这源于在理论、技术和市场的三重积累。

技术积累

新的业务模式探索离不开技术支持，而空间大数据领域的核心，首先是数据。据孙世友介绍，中科宇图在2015年开始进行不同行业的空间地图数据资源整合，初步具备了深度挖掘的基本要素和基本条件。

同时，中科宇图以促进行业融合为目标组建团队。具体而言，第一从公司筛选具备地图测绘领域的数据整理、加工和挖掘方面的相关人员及传统测绘行业技术人员；第二引进行业人才，涵盖测绘在各个行业的应用方向，包括遥感应用等，同时引进大数据领域、互联网应用领域的跨界人才。

理论积累

中科宇图对“大地图”理念的早期探索，得益于包括陈述彭、李小文两大院士的前瞻指导。

开篇提到，陈述彭院士2008年为中科宇图题词“大地图”，为其未来发展指明了方向。而后，李小文院士也在一篇题为《编制大数据时代的大地图，遥感可以先行》的文章中提到了对“大地图”事业的理解和期待。孙世友回忆，在李院士去世前，他们曾多次就“大地图”概念落实和可行性向李院士作汇报，有时甚至探讨至深夜。

虽然如今两位院士均已仙逝，但他们在早期提出的前瞻理论和指导，成为中科宇图得以较早完成空间大数据市场先期布局的基础。如今，中科宇图仍在持续推进时空大数据（大地图）的理论与技术体系研究，并建立了博士后工作站和院士专家工作站，邀请来自不同领域的6位院士，提供理论层面支持。

市场积累

据公司发布的公开资料显示，经过十余年发展，中科宇图形成了时空大数据与大资环两大生态圈。其中“大资环”，就是指时空大数据行业应用营收主体，资源环境空间大数据信息化服务。

植根于测绘地理信息产业的多年经验，给了中科宇图在细分行业摸索服务模式的先机。据中科宇图官方发布的信息，在地理信息与环境大数据领域，公司已依托大数据，建立了行业的大地图运营体系和数据服务体系。这为后期模型在更多行业的复制推广提供了方法论。

孙世友将中科宇图的用户定义为四大群体，第一是政府部门和委办局，第二是公众和社会用户，第三是中小型企业，第四是科研院所人员。从中多少可看出中科宇图从测绘圈子“走出去”，让测绘技术与行业应用相结合的决心。（改编自泰博网专访）

深耕行业地图 聚焦客户需求 引领创新发展

——访中科宇图科技股份有限公司副总裁童元

1、当下，我国测绘地理信息行业发展日新月异，中科宇图在地图业务方面如何应对瞬息万变市场竞争?

童元：在互联网技术快速发展的今天，社会发展可谓瞬息万变，新技术、新理念层出不穷。在社会万千变化的过程中，中科宇图在姚新董事长的领导下既与社会发展节奏保持同步，又秉持企业的追求，致力实现企业发展愿景。其中，在地图领域，中科宇图的定位就是要做行业地图的应用专家，面向行业客户提供优质地图服务。

在市场竞争激烈的氛围下，我认为中科宇图有以下四点优势：

深厚积累：中科宇图从2001年成立至今已逾十五年，业务从遥感、地图做起，现已形成了“地图大数据”和“大资环”两大生态圈。经过十多年的积累，一方面中科宇图获得了国家测绘地理信息局颁发的七项甲级测绘资质、国密甲级与军工涉密资质等完备的资质；另一方面，形成了全国行业地图基础数据库，从数据的精度、丰富度、适用性等方面都处于行业领先地位。

做专做精：在地图数据领域，尽管有些企业转型发展互联网导航地图，无人驾驶等热门技术。但是，中科宇图依然专注行业地图业务，专于地图，精于数据。在市场竞争的主题之下，始终保持独特性与良性发展。

标准流程：在十多年的发展中，中科宇图在技术上强调综合制图能力，形成了完备的制图工艺标准。构建了一整套地图生产工艺标准和流程，建立了规模化的数据生产方式。从工作效率和产品质量上都能得到比较好的保证。

定制服务：理解并满足客户需求，为行业用户量身定制。例如，面对通信行业客户，中科宇图能够围

绕客户需求，采集相关人口密度，建筑物高度，地形数据等，满足无线网络优化需求。在满足用户需求的同时，体现数据的价值，服务好行业客户。

其实，对于市场的竞争，我认为其实有两点是不变的，一是只有不断的竞争，才能优胜略汰，强者恒强。二是，竞争的核心关键点是谁能更好的服务客户。而中科宇图一直以来都坚持把客户放在核心位置，高标准满足客户需求，为客户提供更高价值的地图数据与优质服务。

2、根据测算，2016年中国地理信息产业总产值达到4360亿元，同比增长20.1%。中科宇图地图的业务在2016年业绩情况怎么样?目前，在哪些领域业务发展比较好?

童元：2016年地图的业务发展整体良好，业绩保持了大幅增长，基本上没有受到国家经济降速的影响。在优势项目领域，均取得了较大的突破：在通信领域，业务覆盖全国三大运营商，综合市场占有率在70%以上；在电力领域，国家电网，南方电网等客户业务都有较大的突破。在国家电网方面，基础地图业务实现了很大提升；在公安领域，公司提出了“大公安”概念，着力横向业务拓展。在2016年逐步拓展了公安领域各个警种，包括特警、武警、消防、监狱等地图数据服务项目。

另外，2016年智慧地图产业群在一些区县的高精度地图服务也取得了很大突破。例如新密全辖区1:500地图，通过航拍、地图三维，倾斜摄影，空中720等地图采集技术，使地图精度和丰富程度越来越高，满足公安系统调度指挥，户籍管理，地图导航等服务。而在通信和电力方面也有同样的趋势，更高精度的地图、信息量更丰富的地图，在2016年都有了很好的发展。

3、目前，物联网、云计算、大数据以及移动互联等高新技术在测绘地理信息领域应用广泛，中科宇图在这些方面有没有探索和具体的实用案例?

童元：一直以来，中科宇图都在探索地图数据的升级和创新。智慧地图产业群主要在地图应用方面做创新，例如在地图数据库的管理，地图结合行业的服务等方面。在新技术的研究方面，会成立专门的研究团队进行研发创新。另外，也会加强对成熟技术的引进，运用到地图的生产技术中。例如，中科宇图与华为签署了云服务协议，智慧城市在地理信息方面的建设。结合用户的需要可以提供私有云和公有云服务，也可以提供驻地服务器。

在新技术的探索中，我们聚焦于地图业务本身。因为地图是一个抽象的概念，我们为了让客户能从视觉上了解地图，采用了无人机倾斜摄影，激光leder、街景、三维、空中720、VR等新技术。使地图的精度，丰富程度更高，更能满足用户需求。我们不仅在新密公安的项目上，在其他的项目也都在应用。

目前，地理信息产业高精度地图应用是未来趋势。像无人驾驶，室内定位导航等，对精准导航的技术提出了更高要求，对地图的丰富程度要求也会越来越高，地图的更新频次甚至要求达到在线实时更新。围绕这些新技术、我们在生产、采集，应用体系方面也在做创新和布局。同时，我们也会和公众服务产业群合作，将大地图云服务应用到地图群的业务领域。

4、良好业绩的产生，离不开优秀人才队伍面有哪些措施和方法?

中科宇图与华为公司召开供应商认证会

童元：一滴水只有放进大海里才永远不会干涸，一个人只有当他把自己和集体事业融合在一起的时候才能最有力量。智慧地图产业群希望为员工提供一个平台，让大家在这个平台上良好发展。在团队建设方面，智慧地图产业群一直强调，要有稳定的地图团队，要有良好的梯队建设，要有合理的人才结构层次。

在晋升渠道方面，我们基本上实行三条体系的晋升渠道，技术岗位体系，营销体系，管理体系。不论在那个层面，都是鼓励大家总结创新，提高管理水平。

今年，我们在人才战略上有很重要的一块，就是注重高学历、高素质人才的引进。特别是地理信息专业的硕士，博士人才的引进。着力优化地图产业群的知识解构，带来一些新的技术和创新理念。

5、在项目开拓与实施方面，智慧地图产业群如何筛选和保障，为客户创造更大的价值?

童元：中科宇图公司的质量方针是“品质至上、提升品牌价值、持续改进、超越客户期望”。智慧地图产业群的品质目标就是超越客户期望，满足用户需求，以解决问题为导向。通俗一些来说，就是用户的评价，用户的买单，才是根本和核心。通过优质的服务和良好的口碑作为品牌基础，智慧地图产业群的业务发展我相信会越来越好。

所以，我们从业务经营，以及对客户的服务，项目管理，生产过程，项目质量实行全流程控制体系，三级检查，一级验收。严格的贯彻公司的质量方针，锻造非常严格的质量管理体系。高标准满足客户的需

求，解决客户的实际需要。

此外，在质量管理中，我们一直强调持续改进。例如，在做华为项目的时候，华为在品质的要求方面非常严格，对于规范和细节要求很高，在磨合期也出现了一些问题。我们把华为的要求作为目标，以高质量要求认真去完成。通过华为项目，我们以高质量，严要求为标准，大幅提升了产品质量和交付意识。

6、在2017年对于地图产业群，在业务发展，团队建设等方面你有什么样的期待?

童元：2017年，在团队建设方面，智慧地图产业群希望构建高效的精英战略，从组织创新，项目管理，客户服务，生产体系等方面进行优化，使组织架构更加高效，强力支撑智慧地图产业群的业务发展。在人才储备，人才打造、人才职业规划方面，整个团队建设和业务创新上，在2017年都是我们重要的工作。

从营销体系上，智慧地图产业群将继续坚持原来的发展方向，深化通信，电力，公安领域的拓展能力，逐步向国土，农业，管网等行业做适当拓展；同时进一步加大区域的布局与经营，深耕行业与区域，更好的为客户提供服务。

在产品方面，我们提出了“精灵地图”计划，“高精度，活地图”。高精度：一方面是地图的定位精度高和比例尺大。另一方面是信息丰富程度高，地图的表现形式越来越多。从城市到乡村，县城做到1:2000，可以做到1:500；表现形式从过去的二维，三维加街景，倾斜摄影，720，VR，丰富的地图表现形式满足用户需求。活地图：地图生产体系与应用服务的灵活。在生产工艺上，同步为一个项目做生产加工，实现系统化作业，甚至是并机作业，以及在线的地图实时的更新。

另外， 从全国布局方面上来说，智慧地图产业群未来将形成南方技术部和华中技术部、北方技术部的技术研发布局。特别是华中地区，未来将打造成为一个集加工，实施，创新，研发为一体的核心基地。在华南，西南等地逐步构建地图支撑的团队，加大本地化的人才引进力度，不断完善项目实施的能力。

“数据为王，重度垂直，寡头经济”，我想这是中科宇图发展的一个真实写照，相信在全体员工的共同努力下，在地理信息与资源环境这两个战略新型产业的支撑下，中科宇图定能发展的越来越好，实现基业长青！

中科宇图无人机搭载全景720相机拍摄的天水市全景照片

中科宇图 SCIENCE MAPUNI

时空信息云平台
构建美好的智慧城市

智慧环保 智慧农业
智慧旅游 智慧交通
智慧医疗 智慧养老
智慧城管

自主性更多 可控性更高
移动性更大 实时性更强
体验性更好 数据更丰富

中科宇图科技股份有限公司
服务热线：400-070-3156
网址：www.mapuni.com
官方微信

基于 RPC 模型提取建筑物高度的原理及实现

王枫
（中科宇图科技股份有限公司，北京 100010）

【摘要】建筑物高度提取是地理信息行业进行三维数据生产的主要环节之一，是建立三维模型的必要条件；现有的建筑物高度提取方法包括人工外业采集、立体像对、建筑物阴影测量和基于传感器模型等方法，其中，基于通用传感器模型的提取方法因其独立于传感器平台且单景影像可测量，近年来相关研究逐渐增多。本文重点研究了有理函数模型的原理，并探索利用 ArcObjects 二次开发技术，实现将 RPC（Rational Polynomial Cofficient）模型嵌入到 ArcMap 中进行基于单幅遥感影像的建筑物高度提取。实践证明，本文所提出的建筑物高度提取方法数据精度较高，对实际生产具有重要作用。

【关键词】通用传感器成像模型；RPC 模型； ArcObjects；建筑物高度提取

1. 引言

在布设城市电信网络基站、计算小区建筑物的容积率[1]等情况下，需要利用城市的建筑物分布模型 BDM（Building Distribution Model）作为基础数据，建筑物的高度信息则是制作建筑物分布模型的关键[2]。现有的获取建筑物高度的方法主要包括：传统利用测高仪进行人工外业实测，摄影测量学中通过立体像对制作三维模型，通过影像上的建筑物阴影提取建筑物高度[3]，这些方法或数据获取周期长、或执行过程较复杂且购买相对成本高、或对于建筑物密集区阴影不完整的情况存在较大局限性，在数据生产和更新速度加快、大数据时代到来的背景下，急需更高效的生产方式。

遥感和摄影测量数据是地理信息系统的主要数据源，尤其高分辨率遥感卫星影像具有广阔应用前景。传统的摄影测量技术利用框幅式相机获取地表影像，依据摄影中心、成像点与地物之间的共线条件方程，提取地物的三维高度信息。伴随着遥感技术和航天技术的发展，传感器的构造越来越复杂，成像方式发很大变化，每一种新的传感器都需建立相应的数学模型，大大增加了实际操作的复杂性和难度。这使得独立于传感器平台的通用传感器模型（有理函数模型）得到了推广，RPC（Rational Polynomial Cofficient）模型实质就是有理函数模型，目前 RPC 模型系数求解方法日益成熟，这为提取建筑物高度信息提供了新的技术途径[1]。

ArcGIS10.0 及更新版本的软件支持桌面 Add-in 插件的拓展开发，能够以拓展模块的形式添加到 ArcGIS 桌面端软件中，且不影响软件原有功能的使用，这为将 RPC 模型嵌入到 ArcMap 中进行建筑物高度提取的实现提供了技术支撑。结合 ArcMap 成熟的矢量化功能，能够生产带有三维信息的矢量数据，同时保证数据成果的精度，这避免了多个软件平台之间的切换，是对现有数据生产方式的改善。

2.RPC 模型

2.1 传统共线模型

遥感成像时刻，地面点和投影中心以及像点之间的几何关系可用图 1 来描述，其中相机主距 f，像主点在像框标坐标系内的坐标为 x_0,y_0 三个参数称为影像的内方位元素；X_S，Y_S，Z_S 为描述投影中心在空间坐标系中位置的三个参数，$\phi\ \omega\ \kappa$ 为描述传感器姿态的三个角度参数，这六个参数称为影像的外方位元素。传统的光学航空航天传感器几何模型的建立是以摄影时刻地面点、像点、投影中心三点位于同一直线上这一假定为基础的。当摄影机的镜头是一个无畸变的理想光学系统时，能够保证出射光线与入射光线在同一直线或平行线上；镜头两边光线通过的介质是相同和均匀的，能够保证光线的直线传播，则上述假定便严格成立。传统航空遥感的传感器几何模型均是以共线条件方程为数学基础的。

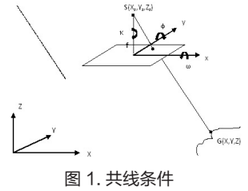


图 1. 共线条件

2.2 传感器模型的分类

遥感影像将成像瞬间一定范围内地面复杂的三维地物记录到二维平面影像上，利用摄影测量和遥感技术能够实现由立体像对重建被摄物体的表面。为了正确描述物方空间坐标系中的地面点坐标和它在图像平面上像点坐标之间的几何关系，对影像进行几何处理、重建物体表面并进行量测，须建立传感器成像的数学模型，也称之为传感器的几何模型或简称为传感器模型。这个数学模型通常以像点和相应地面点的坐标关系来表示，如式（1）所示。

$$x_{ij}=f_x\ (X_i, Y_i, Z_i, X_{0j}, Y_{0j}, Z_{0j}, \phi_{0j}, \omega_{0j}, \kappa_{0j})$$
$$y_{ij}=f_y\ (X_i, Y_i, Z_i, X_{0j}, Y_{0j}, Z_{0j}, \phi_{0j}, \omega_{0j}, \kappa_{0j}) \quad (1)$$

遥感影像的传感器模型通常有多种，主要分为两大类：

(1) 物理传感器模型

考虑成像时造成影像变形的物理意义如地表起伏、大气折射、相机透镜畸变及卫星的位置、姿态变化等，然后利用这些物理条件建构成像几何模型。在该类传感器模型中，最有代表性的是摄影测量中以共线条件方程为基础的传感器模型，各项影响因子以改正数的方式添加到数学模型中。

物理传感器模型描述了真实的物理成像关系，这种传感器模型在理论上是严格的，这类模型的建立涉及传感器物理构造、成像方式以及各种成像参数。在这类模型中，每个定向参数都有严格的物理意义，并且彼此相互独立；物理传感器模型与传感器紧密相关，不同类型的传感器需要不同的传感器模型。但是物理传感器的精确模型并非总能得到：物理传感器模型的建立需要传感器的物理构造及成像方式等信息，但是为了技术保密，一些高性能传感器的镜头构造、成像方式及卫星轨道等信息并未被公开，因而用户不可能建立这些传感器的严格成像模型。

(2) 通用传感器模型

建立通用传感器模型，不需要考虑传感器成像的物理意义或几何空间关系，直接采用一般数学函数式如多项式、直接线性变换、仿射变换及有理多项式函数等形式，描述地面点和相应像点之间的几何关系。这类方法一般适用于平坦地区，并且与传感器无关，数学模型形式简单、计算速度快，属于理论不甚严密的表达形式。由于通用传感器模型与具体的传感器无关，更能适应传感器成像方式多样化的发展要求，因此通用传感器模型的研究已成为当前摄影测量与遥感领域的一个重要研究方向。

有理函数的理论十几年前就已经出现，但在近几年才备受关注。有理函数模型在过去几年里被美国军方广泛使用，美国军方的国家影像测绘局（ＮＩＭＡ）还将有理函数模型作为分发影像数据的标准几何模型之一，特别是ＩＫＯＮＯＳ卫星影像的广泛应用[8]，有力地推动了对有理函数模型的全面研究。

2.3RPC 模型

RPC（Rational Polynomial Cofficient）模型实质就是上文提到的有理函数模型（RFM）。RPC 模型具有 9 种不同形式，按照阶数可分为 1，2，3 阶，按照分母特征可分为分母不相同、分母相同且不等于 1、分母相同且恒为 1 三类。分母相同且恒为 1 时，RPC 模型退化为一般的三位多项式模型，分母相同且不等于 1 且在一阶多项式的情况下，RPC 模型退化为线性转换模型，在其他条件相同的情况下，分母不相等的三阶多项式具有较高的精度[1]。

由于建筑物是比较规则的地物，建筑物的墙角大多是铅垂直线，而墙角直线上所有点的平面坐标是一样的，仅高程不一样，屋顶点和墙脚点的高程差便是建筑物的高度。高程差的存在使得遥感影像上屋顶点和墙脚点不重合，存在像点坐标差。也就是说，位于同一铅垂线上的墙脚点和屋顶点在影像上的像点坐标差与建筑物的高度存在对应关系，且为线性关系。利用这一规律，在纠正后的影像上量取建筑物的墙脚点的平面坐标（E，F），在影像坐标系中分别量取墙脚点的像点坐标和屋顶点的像点坐标，将量测结果代入 RPC 模型，利用最小二乘原理可分别算出墙脚点和屋顶点的大地高 H1，H2，两者之差即为建筑物的高度。

（1）RPC 模型的原理

RPC 模型是将像点坐标（r， c）表示为相应地面点空间坐标（X， Y， Z）为自变量的多项式的比值[6][8]。

$$r_n = \frac{p_1(X_n,Y_n,Z_n)}{p_2(X_n,Y_n,Z_n)} \qquad c_n = \frac{p_3(X_n,Y_n,Z_n)}{p_4(X_n,Y_n,Z_n)} \tag{2}$$

式中，（r_n，c_n）和（X_n,Y_n,Z_n）分别表示像素坐标（r， c）和地面点坐标（X， Y， Z）经平移和缩放后的标准化坐标，取值位于 -1.0+1.0，RFM 采用标准化坐标的目的是减少计算过程中由于数据数量级差别过大引入的舍入误差。其变换关系如式（3）所示：

$$X_n = \frac{X - X_0}{X_s},\ Y_n = \frac{Y - Y_0}{Y_s},\ Z_n = \frac{Z - Z_0}{Z_s}$$

$$r_n = \frac{r - r_0}{r_s},\ c_n = \frac{c - c_0}{c_s} \tag{3}$$

多项式中每一项的各个坐标分量 X， Y， Z 的幂最大不超过 3，每一项各个坐标分量的幂的总和也不超过 3（通常有 1,2,3 三种取值）。

$$p_1(X_n,Y_n,Z_n) = \sum_{i=0}\sum_{j=0}\sum_{k=0} a_{ijk}X^iY^jZ^k = a_0 + a_1Z + a_2Y + a_3X + a_4ZY + a_5ZX + a_6YX$$
$$+ a_7Z^2 + a_8Y^2 + a_9X^2 + a_{10}ZYX + a_{11}Z^2Y + a_{12}Z^2X + a_{13}Y^2Z$$
$$+ a_{14}Y^2X + a_{15}ZX^2 + a_{16}YX^2 + a_{17}Z^3 + a_{18}Y^3 + a_{19}X^3 \tag{4}$$

式中 a_0，……，a_19 是多项式系数。式（1）也可写成式（5）形式：

$$r = \frac{(1\ Z\ Y\ X \dots Y^3\ X^3)\cdot(a_0\ a_1 \dots a_{19})^T}{(1\ Z\ Y\ X \dots Y^3\ X^3)\cdot(1\ b_1 \dots b_{19})^T}$$

$$c = \frac{(1\ Z\ Y\ X \dots Y^3\ X^3)\cdot(c_0\ c_1 \dots c_{19})^T}{(1\ Z\ Y\ X \dots Y^3\ X^3)\cdot(1\ d_1 \dots d_{19})^T} \tag{5}$$

多项式的系数称为有理函数系数，Space Imaging 公司称包含 RFCs 的文件为 RPC（Rapid Positioning Capability 或 Rational Polynomial Coefficient）文件。

在模型中由光学投影引起的畸变表示为一阶多项式，而像地球曲率、大气折射及镜头畸变等改正，可由二阶多项式趋近，高阶部分的其它未知畸变可用三阶多项式模拟。

（1）式是 RFM 的正解形式，其反解的公式如下：

$$X_n = \frac{p_1(r_n,c_n,Z_n)}{p_2(r_n,c_n,Z_n)} \qquad Y_n = \frac{p_3(r_n,c_n,Z_n)}{p_4(r_n,c_n,Z_n)} \tag{6}$$

RFM 实质上是多项式模型的扩展，也是很多传感器模型的共同形式。

（2）模型系数 RFCs 的确定

解算 RFM 未知参数 RFCs 的方案有地形无关和地形相关两种方式 [4][6][8]，如果严格的传感器成像模型是已知的，可以采用与地形无关的方案，否则采用与地形相关的方案而严格依靠控制点。

地形无关的解算方案：通常解算 RFCs 是在建立传感器严格成像模型后，结合美国地质调查局提供的低分辨率 DEM 数据，按一定的高程间隔建立均匀空间格网作为控制和检查网，以格网点作为控制点，按照最小二乘原理计算 RFCs。因不需要实际的地形信息与实际的地形无关，此时有理函数模型是对严格成像模型的拟合，可以取代严格传感器模型在影像数据处理过程中发挥作用 [4]。

地形相关的方案：通过从已知资料中获取一定数量控制点的三维坐标，并在读取该控制点在影像平面坐标系中对应的像点坐标，代入有理多项式计算出 RFCs，控制点的数量与多项式的阶数相关。这种解法受地形起伏、控制点数量、空间分布的影响很大，因此与地形严格相关。在传感器的严格模型过于复杂很难建立或者对成果精度要求不是很高的情况下，这种方法被广泛应用于摄影测量和遥感领域。

3. 基于 RPC 模型提取建筑物高度的实现

3.1 技术路线

从遥感影像生产公司购买得到的数据通常带有 RPC 模型解算的参数，根据传感器或遥感平台的不同，RPC 模型参数保存在 .rpb 或 .xml 文件中，在已知 RPC 模型参数的情况下，可利用上文所述的通用传感器模型进行高程解算。由于模型是分式多项式，且模型参数过多，线性化后模型分母变化剧烈，会导致解算不稳定，在具体实现时，使用迭代计算的方式求取结果 [2]。

建筑物高度数据最终需要与平面矢量化数据相匹配，为方便数据成果的利用，建筑物的高度值应存储在可以重复访问的文件中；高度数据具有空间属性，在存储过程中需要保留其坐标值，下文以 .shp 格式的点文件为例进行讲解。

3.2 实现步骤

根据技术路线中各项任务之间的关系，在具体实现过程中，按照图 2 所示的整体流程进行计算，主要分为以下五个步骤：影像纠正、参数设置与解析、人机交互、高程迭代计算、测量结果的存储。

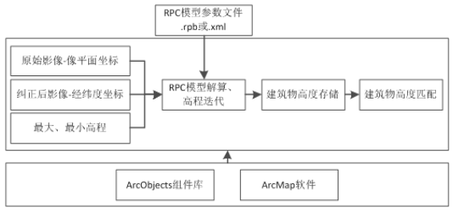


图 2. 整体流程图

（1）影像纠正

在 ArcMap、ENVI、EDARS 等软件中，利用控制点或者 DEM 对原始影像进行纠正，得到空间参考为地理坐标系的纠正影像。

（2）RPC 模型参数设置与解析

基本参数包括带有 RPB 参考文件的原始影像；纠正后的影像（其空间参考通常为地理坐标系，以 WGS-84 为例）；影像所覆盖地区的绝对高程的最大、最小值，可利用不同类型的 Add-in 组件进行设置。

RPC 模型的参数依据遥感影像类型的不同而具有不同的存在形式，RPC 模型参数可大致分为偏移参数、尺度变换参数和多项式系数，依据文件类型和文件格式分别执行不同的解析方法，可将参数读取出来存储到固定格式的变量中，以备后续计算使用。

（3）人机交互

由于现阶段无法实现影像的自动识别，因此需要人工干预来提供建筑物的坐标信息，包括：建筑物楼脚点的二维地理坐标 (E,N)，是指该点的经纬度，由数据生产人员在纠正后的遥感影像上的准确位置点击鼠标即可；建筑物楼脚点、楼顶点的像点坐标，通过原始影像提取，需要生产人员在原始影像上的相应位置分别点击鼠标。

将屏幕坐标转换为地图坐标，对于楼脚点和楼顶点还需进一步转换为像平面坐标。值得注意的是，具有不同空间参考的纠正前后影像应分别放在不同的 Map 对象中，在选择纠正前、后影像上的点位时需要进行数据框架的切换。

（4）高程迭代计算

以某栋建筑物的楼角地面点为例，其经纬度 (E,N) 由人工交互的方式从纠正后影像上读取、像点坐标 (s,l) 通过人工交互的方式从原始影像上读取、高程值 H_1 通过迭代的方法依次取值。将 (E,N,H_1) 代入分母不相等的三阶 RPC 模型，可以得到楼脚点的理论像点坐标 (s',l')，而理论像点坐标与实际像点坐标之间的均方根 Dev 达到最小值时所对应的高程值即是该点在 RPC 模型下的准确高程值。

实验证明，在高程 H 由小到大取值的过程中，像点坐标的均方根 Dev 呈现特定的变化趋势，即单调递减到极小值后单调递增的现象，因此取均方根开始增长的拐点所对应的高程，作为当前建筑物角点的高程值。楼顶点的高程利用同样的方法获取，楼脚点与楼顶点的高程值之差即是本方法所得建筑物的高度。

（5）测量结果的存储

经过高程迭代计算得到的建筑物高度数据，关键信息包括地面点的位置信息和楼高值，应存储在特定的文件中以便后续使用，如直观的 .txt 文件、便于解析的 .xml 文件、或 ArcMap 支持的 .shp 数据等。为便于数据的统一减少数据转换过程，下文将得到建筑物楼脚点的经纬度、对应高度数据存储到 .shp 文件中。

开发得到的 Add-in 工具条如图 3 所示：

图 3.Add-in 工具条界面

工具条中两个下拉框用于选择纠正前后的遥感影像，其他参数通过窗体交互进行输入和设置，选点工

具实现用户与图像的交互得到纠正前后影像上的平面坐标，选点工具用于测量坐标进而计算建筑物的高度，这些作为 RPC 模型的输入参数，计算结果则保存在预先指定的文件中，最后通过高度匹配按钮与将其添加到建筑物面数据的属性表中。

3.3 精度与效率评价

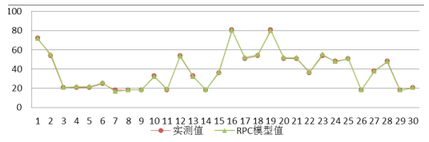
利用吉林省四平市的 0.6 米高分辨率遥感影像进行测试，利用工具条所提供的功能和方法得到 30 栋建筑物的高度值，与实际外业测量得到的结果进行对比得到表 1、图 4 所示的结果。从结果可以得出，最大差值为 -1.3 米，中误差为 0.7342 米，模型值与实测值基本吻合。

RPC 模型在建筑物高度提取中的精度在 1 个像素之内 [1]，但在实际操作过程中，涉及到人为手工选取过程，假设生产要求矢量化过程中选取点的精度控制在 2 个像素，建筑物高度值由两个点位对应高度相减得到，则楼高值的中误差按照误差传播定律进行增长，正是实验结果比文献 [1] 中论述的理论误差值较大的原因，此外误差值的大小与影像分辨率密切相关。经过分析得到，在选点时建筑物地面点不清晰、楼脚点和楼顶点不在一条铅垂线上会造成较大的误差；楼脚点遮挡、星下点、形状不规则等情况都会导致无法量取建筑物高度。

表 1. 四平市 30 栋建筑物的实测值与 RPC 模型值统计

编号	实测值	RPC 模型值	差值	编号	实测值	RPC 模型值	差值
1	72	71.6	-0.4	16	81	80.2	-0.8
2	54	55	1	17	51	51.9	0.9
3	21	20.9	-0.1	18	54	54.7	0.7
4	21	21.6	0.6	19	81	79.8	-1.2
5	21	21.7	0.7	20	51	51.8	0.8
6	25	25.6	0.6	21	51	51.7	0.7
7	18	16.7	-1.3	22	36	36.9	0.9
8	18	18.4	0.4	23	54	55.1	1.1
9	18	18.5	0.5	24	48	47.5	-0.5
10	33	32.1	-0.9	25	51	51.1	0.1
11	18	19.1	1.1	26	18	18	0
12	54	53.3	-0.7	27	38	37.6	-0.4
13	33	32	-1	28	48	47.5	-0.5
14	18	18.6	0.6	29	18	18.2	0.2
15	36	36.7	0.7	30	21	20.7	-0.3

图 4. 四平市 30 栋建筑物的实测高度值与 RPC 模型计算值对比



4. 结论

本文讨论了有理函数特别是 RPC 模型的算法和应用，有理函数模型的应用使我国高分辨率遥感影像的商业化成为可能。利用有理函数这种模型，影像供应商仅提供给用户影像和一组 RFM 的系数，用户可以减少影像前期处理的复杂工作，直接利用 RPC 文件中的 RFM 系数进行后续处理。

根据 RPC 模型解算建筑物高度的方法具有以下特点：其解算精度与影像分辨率呈正相关，分辨率越高，像点坐标的量测精度和楼高精度也高；该方法的使用条件是能较准确区分并量测建筑物的墙脚点和屋顶点，若影像分辨率不够、影像模糊、相关点被遮蔽，则会直接影响计算的精度。

在单幅高分辨率卫星影像上利用 RPC 模型来求解建筑物高度是一种行之有效的方法，利用文中所述算法，结合 ArcObjects 二次开发技术，将其作为独立模块集成到桌面端软件中，形成一种可用性强的生产工具，有助于实现 ArcMap 对三维信息数据的一站式生产；本文所述方法是现有测量方式的有效补充，同时对于改善数据生产方式、减轻外业测量的工作量、提高生产效率等具有重要的意义。

参考文献：

[1] 戚浩平，张利，杨波，等．基于 RPC 模型的建筑物高度提取技术 [J]．东南大学学报：自然科学版，2013(A02):325-328.
[2] 王枫，管向中，梁志林等．基于 RPC 模型从航天遥感影像上提取建筑物高度的方法：中国，201610031673.2[P].2016-01-19.
[3] 张桂芳，单新建，尹京苑等．单幅高空间分辨率卫星图像提取建筑物三维信息的方法研究 [J]．地震地质，2007,29（1）：180-187
[4] 张过，李德仁．卫星遥感影像 RPC 参数求解算法研究 [J]．中国图象图形学报，2007,12(12)：2080-2088.
[5] 景翔．ArcObjects 原理和基础介绍 [EB/OL]2011-11-22[2016-5-09] http://www.docin.com/p-533505587.html
[6] 巩丹超，张永生．有理函数模型的解算与应用 [J]．测绘学院学报，2003,20(1):39-42.
[7] 李庆鹏，王志刚，陈琦．基于严格仿射变换模型的遥感影像 RPC 参数求解 [J]．测绘信息与工程，2011,36(3):1-4.
[8] 周青．遥感影像有理函数模型参数解算方法研究 [D]．中国科学院大学，2013.

中科宇图 MAPUNI
SCIENCE
智慧管网掌控城市“生命线”
地下管线数据入库标注定制
综合管线空间数据库建设
综合管线信息管理系统建设（C/S）建设
综合管线共享服务管(B/S) 建设
二三维管线系统（B/S）建设
内外业成图子系统建设
面向服务架构（SOA）
基于网络的海量空间数据管理
三维空间组织技术 三维数据查询
分析与运算
WebService技术
WebGIS技术
二、三维集成技术
接口设计
可持续可扩展体系结构
中科宇图科技股份有限公司
服务热线：400-070-3156
网址：www.mapuni.com
官方微信

基于遥感的矢量电子地图质量提升自动化方法研究

李月华
（郑州图牛软件科技有限公司，郑州 450000）

【摘 要】现有基于遥感的矢量电子地图自动化质量提升方法较少，且传统方法效率低，研究区域受限，精度满足不了生产要求。针对这一问题，本文提出基于遥感匹配的矢量电子地图质量快速提升的方法。核心思路是：以项目实验为基础，基于 IDL 语言编程实现影像匹配获取同名点并进行坐标转换，运用 GIS 软件的配准功能对矢量数据进行空间配准，实现矢量电子地图与影像的匹配。试验证明：采用影像匹配算法，矢量电子地图质量提升更灵活，效率更高，能够大幅度的提升矢量电子地图的质量。

【关键词】质量提升；IDL；影像匹配；地图配准

1. 引言

GIS 地理空间数据是空间信息服务平台的基石，其数据质量直接影响用户对空间信息服务平台的使用体验。每年更新数据与原始数据间存在一定误差偏移，导致已有底图数据与更新电子地图数据存在不匹配，直接影响行业生产和业务应用。因此，提升空间数据质量是 GIS 地理空间数据的基础业务。

传统的矢量影像套合方法在 ARCGIS 软件中处理，首先凭视觉经验通过遥感影像手工选取同名点，然后利用空间纠正功能对矢量数据进行纠偏。显然现有方法存在着自动化程度低，人工干预多，人为干扰因素大等缺陷，很难提高生产效率。现有的矢量电子地图质量提升技术路线，基于空间精度提升的影像进行矢量数据分区域的空间精度提升。当矢量数据与遥感影像数据不完全套合时，纠偏流程首先在已有影像和精度提升后的影像上手工选取同名点，生成已有矢量数据与精度提升后影像数据同名点的误差连线；然后根据误差连线计算误差距离和误差方向，基于误差距离和误差方向进行空间聚类形成误差均质区域，根据误差连线对不同区域进行几何纠正，最终达到矢量数据与遥感影像数据套合的目的，此方式只能小范围分区域进行矢量电子地图质量提升，无法大范围作业。

为解决上述问题，本文提供了一种矢量电子地图质量提升的自动化方法，以解决在大区域范围下（如全省区域），矢量电子地图与影像套合一致性的问题。试验证明：采用影像匹配算法，不仅克服了人工干预多的缺点以及只能小范围进行数据套合的限制，而且矢量电子地图质量提升更灵活，效率更高，能够大幅度的提升矢量电子地图的坐标质量。

2. 质量提升自动化方法研究

本文的全自动矢量与影像套合方法，对原始影像和精度提升后影像采用特征提取的方法，批量处理生成同名点文件，坐标统一到大地坐标系下，全区域拼接成一个同名点文件，然后对矢量进行空间配准，达到与影像套合一致性的精度。

本方法中矢量电子地图质量提升策略的流程如图 1 所示。

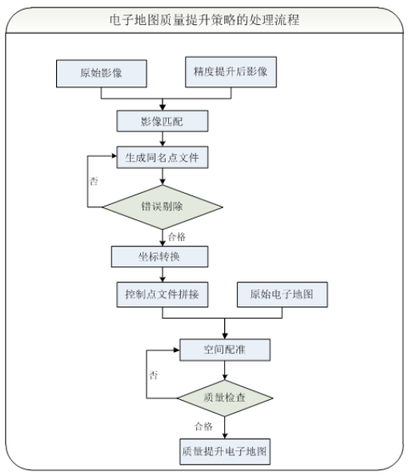


图 1 电子地图质量提升策略的处理流程图

2.1 影像匹配

所谓“影像匹配”，根据像元灰度值或者地物特征自动寻找两幅图像上的同名点，根据同名点完成两幅图像的配置过程 [1]。依据这种方法，再利用 IDL 编程语言编写自动批处理功能，批量得到校正的控制点文件。

在常规影像处理中，核心环节为匹配，常用匹配方法有基于灰度和基于特征点的匹配，其中基于特征点的匹配方法应用更为广泛 [2]。基于特征点匹配方法首先进行特征提取，确定特征对，剔除误匹配之后进行特征匹配。常用特征提取算子主要有 Moravec 算子、Forstner 算子、Harris 算子、SUSAN 算子、SIFT 算子、小波变换算子和 SURF 等；本文利用的提取算子采用了 Moravec 算子，它是 Moravec 在 1977 年提出，是一种利用灰度方差提取点特征的算子，即灰度自相关函数检测算子。步骤为引入一个窗口，在图像上移动该窗口，观察窗口内每个像素在水平、垂直、对角和反对角 4 个方向上的灰度平均变化。

$$V_1 = \sum_{i=-k}^{k-1} (g_{c+i,r} - g_{c+i+1,r})^2$$

$$V_2 = \sum_{i=-k}^{k-1} (g_{c+i,r+i} - g_{c+i+1,r+i+1})^2$$

$$V_3 = \sum_{i=-k}^{k-1} (g_{c,r+i} - g_{c,r+i+1})^2$$

$$V_4 = \sum_{i=-k}^{k-1} (g_{c+i,r-i} - g_{c+i+1,r-i-1})^2$$

（1）

将式（1）中最小的一个定义为角点响应函数 CRF：

CRF=min{V1，V2，V3，V4}

其中，V1，V2，V3，V4 分别为水平、对角、垂直、反对角 4 个方向上的灰度差平方和，Moravec’s 角点就是具有最小灰度变化的局部极大值。

在影像匹配中，根据影像的分辨率、区域大小及具体需求确定影像匹配的详细参数，如波段选择、匹配方法、同名点个数的阈值、最小相关系数、移动窗口大小、搜索窗口大小等。如图 2 所示：

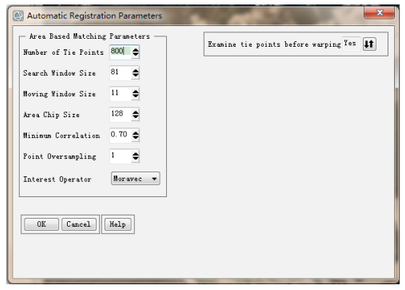


图 2 自动纠正的参数设置

本文方法中对影像同名点个数通过实验测试通常地级市面积较大，涉及要素较多时要求影像同名点 800 个，县城面积较小，涉及要素较少建议同名点个数为 500 个。如图 3 所示：

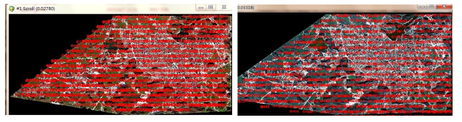


图 3 影像匹配点分布

2.2 错误剔除

剔除误匹配主要采用 RANSAC 方法，RANSAC 可以从一组包含“局外点”的观测数据集中，通过迭代方式估计数学模型的参数。本文提出一种利用影像坐标，实现影像快速匹配的方法。

在错误剔除过程中，根据影像匹配算法，得出同名点后，通过计算影像模型系数，去除残差较大的点和错误同名点。本文采用最小二乘多项式，使用矩阵反演的方式确定模型系数，然后设定误差阈值通过二次多项式剔除误差较大的点，最终生成匹配点，如果不合格，继续迭代直到符合要求为止。本方法误差要求阈值不大于 2-3 个像素。

2.3 坐标转换

坐标转换是空间实体的位置描述，是从一种坐标系统变换到另一种坐标系统的过程。本文要求将不同坐标系下的同名点统一参考框架下，然后进行计算，方便后面的处理工作。

通过 IDL 读取遥感影像中的像素坐标与地理坐标转换公式，计算出任意像素点的地理坐标后，根据影像地理坐标，可确定匹配影像之间的对应关系，从而

实现影像的同名点坐标的提取，可有效地缩短拼接时间，提高拼接效率。

像素坐标与地理坐标的对应并不是一个简单的线性映射关系，因此必须建立影像像素坐标与实际地理坐标之间的映射关系，从而可根据影像上每个像素的像素坐标位置确定对应的地理坐标[3]。像素坐标与地理坐标转换关系如式（2）所示：

$$X=A1+P\times A2+L\times A3;$$
$$Y=A4+P\times A5+L\times A6; \quad (2)$$

其中 X 为像素点地理 X 坐标，Y 为像素点地理 Y 坐标，P 为图像像素点列号，L 为行号，A1~A6 六个参数为 Tiff 格式影像数据起始参数，可通过 IDL 的函数获取，参数 1-6 含义分别为：左上角起点地理 X 坐标；东西方向上每个像素代表的地理距离；南北方向旋转参数；左上角起点地理 Y 坐标；南北方向上每个像素点代表的地理距离；东西方向旋转参数。

2.4 矢量空间配准

地图配准是将控制点为参考点的位置，从而建立两个坐标系统之间一一对应的关系[4]。控制点就是当前没有配准前的点的坐标，参考点就是希望配准后的坐标。地图配准可分为影像配准和空间配准。影像配准的对象是栅格数据，主要是基于用 IDL 进行自动配准。空间配准（Spatial Adjustment）的对象是矢量数据（已经进行了纠偏保密处理），比如 Shapefile 格式数据，主要的软件环境是在 ArcGIS 中进行配准。

利用自动生成的控制点，启动 ArcGIS 配准环境，输入矢量电子地图并保证矢量地图处于编辑状态，加载控制点（匹配点）文件，进行空间链接，采用空间校正中的橡皮拉伸方法配准矢量数据坐标和调整形状，如图 4 所示：

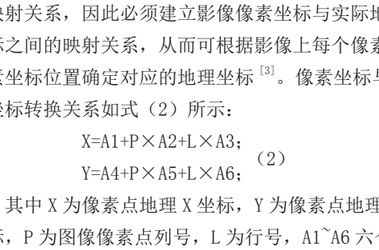


图 4 矢量数据纠正图

2.5 配准检核

最终需要对纠正后矢量数据与精度提升后影像套合一致性检查，检查配准点的区域分布性，保证配准点的分布均匀。通过图面检查，去除误差较大、变形较大的点，误差点偏移像素满足 2-3 个像素要求。

3 . 实验及结果分析

3.1 实验区及数据准备

本文的研究区域为贵州省安顺市，安顺位于贵州省中西部中国优秀旅游城市，全国甲类旅游开放城市，经济发展迅速，地形复杂，城区面积约 400 平方公里，郊区 9267 平方公里，是进行典型自动匹配和空间配准的理想区域。其中城区为 0.5 米的 Worldview 卫星影像，郊区为 2.1 米资源三号卫星影像（已经进行了纠偏保密处理）；矢量数据为城区 1：5000 比例尺的矢量地图数据和郊区为 1:1 万的矢量数据（已经进行了纠偏保密处理）。

3.2 结果分析

本实验是在 Windows 7 平台下，环境为 ArcGIS 和 ENVI，ENVI 的几何校正功能较多，本研究方法主要用到了 Image to Image 自动图像配准功能，根据像元灰度值或者地物特征自动寻找两幅图像上的图名点，根据同名点完成两幅图像的配准过程。依据这种功能方法，再借用 IDL 的自动批处理功能，并结合 ArcGIS 纠正模型来实现。

实验结果如图 5、图 6 所示：

图 5 原始数据（乡村路）与影像的不匹配图

图 6 提升后数据（乡村路）与影像的匹配图

由上述实验结果可以看出，本文提出的方法可以很好地完成矢量地图的质量提升，而且矢量数据与影像的匹配程度非常好，能更好地保证矢量数据的精度，视觉效果良好。同时，可实现完全自动化。

此外还对生产效率进行了总结，以前城区影像匹配进行人为加点纠正，时间控制在 8 个小时之内，再加上城区 400 多平方公里的矢量数据拓扑较为复杂，需要人为再补充纠正点才能到达配准效果，时间约 8 个小时，共计 16 个小时；郊区影像和矢量数据的配准方法与城区类似，每天加 200 点，要求添加 800 个点，预计总共时间为 32 小时（4 天）。整个人为操作时间约 48 个小时，还未添加影像匹配和矢量配准的软件运行时间。通过本文的方法，影像匹配约 2 个小时，矢量数据配准约 4 个小时，共计 6 个小时。本文的生产效率提高了 8 倍。时间效率表如表 1 所示：

表 1 传统方式与本文方式时间效率对比表

内容 \ 时间	影像匹配时间（小时）		矢量配准时间（小时）		总计（小时）
	0.5 米影像	2.1 米影像	城区地图	郊区矢量	
传统方式	8	20	8	12	48
本文方式	1	2	1	2	6

最后对数据的质量进行了分析，分别对数学精度与要素套合精度、要素的完备性、属性精度和拓扑关系进行了检查和核实[5]，具体如下。

1）数学精度：平面定位精度是否符合要求，有没有严重变形的形状，位移误差是否符合误差规定等；

2）要素完备性：检查配准后的数据是否齐全，覆盖的范围、结构和内容的齐备情况。检查该数据内容是否完整，有无遗漏；

3）属性精度：检查配准后属性数据与原来的值是否相符。包括元素属性代码是否正确，属性变换是否正确，属性项是否正确；

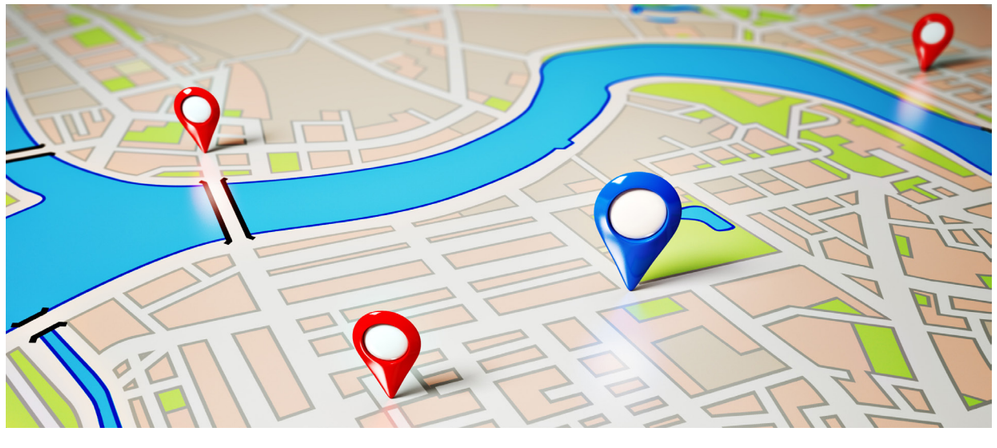
4）拓扑关系：检查配准前后各图层的拓扑关系是否正确，检查是否存在伪节点，悬挂点、冗余点等等。经过以上方面的核实，采用质量控制方法[6]，经过一级、二级检查后，配准前后没有变化，符合测试要求。

4 . 结束语

本文提出一种针对矢量电子地图和影像套合的电子地图质量提升的自动化方法，整套生产工艺流程采用 IDL 编程实现，克服现有方法的人工操作，效率低下的问题，无需任何附加信息和人工干预，自动化程度高，且套合精度满足要求，其结果直接面向应用，达到了遥感与 GIS 的完美结合，为电子地图质量提升奠定了基础。

参考文献

[1] 邓书斌 . ENVI 遥感图像处理方法 [M]. 北京：科学出版社，2010:83-85.
[2] 王雅丽，厉彦玲等 . 基于特征点的影像匹配方法的探讨 [J]. 测绘科学 . 2013,38(2):173-174.
[3] 胡可 . 遥感影像与电子地图配准及基准图生成方法研究 [M]. 同济大学 , 2006:6-8.
[4] 王文宇，杜明义 . ArcGIS 制图和空间分析基础实验教程 [M]. 北京：测绘出版社 , 2011:13-18.
[5] 石高兵 . 矢量数字地图数据质量检查内容及影响质量因素分析 [J]. 北京测绘 . 2015.(5):110-111.
[6] 吴芳华，刘平芝等 . 矢量数字地图生产的质量控制方法 [J]. 测绘通报 . 2005.(5):50-51.
备注：以上论文中所论述的卫星影像及矢量电子地图均进行了保密处理。



地图大数据应用案例剖析——口袋环保

李超迪，王宝刚
（北京大地图科技有限公司，北京 100101）

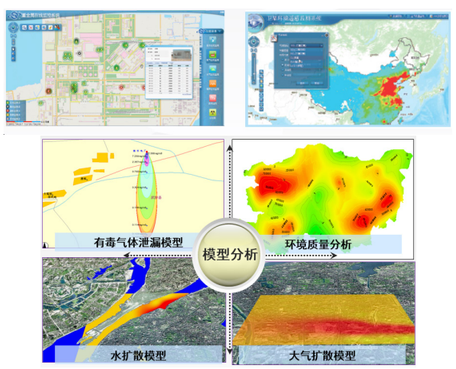
【摘要】：大数据作为一种新型战略资源，提供了一个在虚拟信息世界中了解和掌握客观现实世界的前所未有的机会。地理信息产业作为信息产业的重要分支，由于空间数据的应用广泛、数据量大、数据价值大等特点，是大数据产业必不可少的重要板块。地图是地理信息的最重要的表现形式，在大数据时代，地图数据所承载的信息量也是越来越多，特别是在利用大数据思维和分析方式来解读地图数据，将地图信息背后的数据价值更多地展示和分析出来。 地图大数据在公众服务、民生工程、航空航天、政府服务等诸多领域有着广泛的应用，本文重点以在地图大数据在公众环境服务中的应用案例——“口袋环保”为例，深度解析地图大数据在公众与政务管理结合的应用和管理模式，旨在探索解读地图大数据的思维和应用模式，为更多的业务应用提供参考，发挥地图大数据的分析和应用价值。

1. 背景

大数据问题引起了学术界、企业界甚至政府的密切关注，认为大数据作为一种新型的战略资源，在未来会有举足轻重的作用。地理信息产业是信息产业中最为重要的分支之一，根据有关研究表明，地球上85% 的活动都是与地理空间信息相关的。经过多年的发展和积累，地理信息数据种类不断增多，数据类型不断丰富，测绘地理信息部门拥有的地理信息数据飞速增长，如何正确认识大数据的潜在价值，如何对这些大数据进行快速处理和分析，如何充分挖掘这些数据背后的价值，如何抓住大数据所带来的技术和应用的发展新机遇，已经成为目前地理信息发展的一个必然趋势。

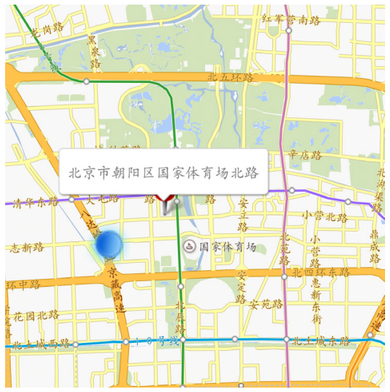
“地理信息”一般是指自然地理要素或地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性信息的总称，因其具有空间位置特征，通常也称为“地理空间信息”或空间信息”，是名副其实的“大数据”。研究工作者们从多个角度阐述了大数据时代来临给地理信息产业带来的冲击和机遇，从数据和趋势的角度认为地理信息相关工作需要改变原有的思维模式、管理理念和服务方式；从技术角度（如 Map R educe 云并行计算技术）认为需要改变大数据在地理空间计算上的应用方式，并提出了大数据挖掘技术在地理空间信息决策上的无限前景，当前还有大量的大数据下地理信息的应用案例。

地图一直是为地理信息的核心表达方式。随着计算机和网络技术的发展，地图的形式也由传统纸质地图发展到了电子地图。电子地图可以进行任意比例尺、任意范围的绘图输出，非常容易进行修改，缩短成图时间，可以很方便地与卫星影像、航空照片等其他信息源结合，生成新的图种，可以利用数字地图记录的信息，派生新的数据，如地图上等高线表示地貌形态，而且，电子地图与空间数据管理技术等 GIS 技术相结合，可以与丰富的空间分析工具相配合，对地理数据的信息提取能力十分强大。地图大数据也正是将电子地图与空间数据（包含 GIS、RS、GPS）及管理分析方法、大数据分析方法等技术综合而形成的地图数据采集、管理、可视化、分析与应用的生态模式。如下图所示：



2.“口袋环保”介绍

口袋环保 APP 依托中科宇图十多年的环境大数据，以大地图平台作为 GIS 平台支撑，以手机所处位置为中心，帮助公众用户一键分析周边 3 公里范围内的环境因素，并根据一定模型，为当前位置环境状况评分，为用户提供极其方便的环境评测结果。通过口袋环保用户的使用频率和位置，我们可以将用户行为数据进行统计、分析。站在城市管理者角度，我们可以得出城市环境优良中差热力图，协助城市管理者发现并解决城市环境问题。从国家战略角度讲，城市环境大数据分析也将为政府提供有力的辅助解决方案。



2.1 应用场景

2014 年下半年，小李在河南省郑州市西郊某楼盘购买住房一套，该楼盘位于郊区，自然环境是小李较为看重的，周边绿树成荫、道路宽敞，环境极其优美。但一个月之后，小李发现楼盘西南 1km 的位置有一个化肥厂，工厂每天会定时排放废气，味道极其刺鼻，周边还有两个小型的制衣厂，厂区也经常飘出漂白剂及其他化工原料的刺鼻味。同样感到进退两难的还有这个楼盘几千户业主，在购买房子的时候因对周边环境不熟悉，造成现在的尴尬后果。

如何在购房的时候规避环境风险，形成了广大新购房用户讨论的话题。除了化工厂、水泥厂、炼焦厂、农药厂等大型污染型企业，还有加油站、垃圾中转站、火葬场、天然气站等较为小型的城市环境要素，都是我们城镇居民希望可以避开的因素。同时，我们对公园、水渠、湖泊、大学等因素较为喜好。我们的研发团队在经过大量用户走访调查发现，因城市建设规模大、发展速度快，我们无法及时了解某个地方的周边环境，如果可以通过手机 APP 快速检索周边的环境要素，并进行分析，将会为广大用户提供极为有利的便捷查询工具。

2.2 用户痛点

在房地产市场主导环境下，购房成为大多人的梦想。我们在购房的时候大多会考虑医院、学校、公园、公交车站、地铁口等与日常生活戚戚相关的因素，反而往往忽略了一些负面因素。从用户角度来讲，用户没有足够的时间与精力将楼盘周边 3km 范围内的各类要素走访清楚，也因此容易在环境要素上埋下痛点。楼盘商家为了避免销售障碍，也会极力隐瞒周边的环境负面因素，因此形成了较为强烈的用户痛点。

另外，环境信息缺少位置空间化，因此用户对环境因素的概念形成不够直观、缺乏方位信息等痛点。

2.3 功能简介

目前功能设计方面采用极简风格，功能大致包括：环境一键分析、切换位置后分析、城市管理、分析结果分享到微信等社交软件、环保百科、吐槽反馈等主要模块。其中环境一键分析是该 APP 的核心，分析结果包括空气质量、附近污染源、环境辐射、自来水水质等。如下图所示：

2.4 优势

2.4.1 治理痛点

过去十年以来，环境问题的治理存在许多痛点，较为突出的就是无法确认该企业是否使用了减排减污设备，政府检查过程中，企业临时应付，事后继续偷偷排放，最终造成监管无法落实的问题。通过口袋环保APP，周边的用户可以对身边的污染企业持续吐槽，引起环保政府部门的关注，政府部门将以此作为证据强制污染企业整改，达到持续监管的目的。

2.4.2 治理难点

环保部门还存在人手不足，无法足以应对越来越多的环境恶化问题，口袋环保APP时刻收集民意数据，并基于一定的模型，将重要的环境的问题按顺序提供给环保部门，提高环保部门专业人员的办事效率，避免因人员不足造成治理困难。

2.4.3 治理盲点

在监管巡查的过程中，容易忽略掉部分小型污染企业。通过口袋环保大数据，可以轻松查看巡查路线周边的污染源企业，并将污染源企业清晰的展示在地图平台上。依据周边用户对企业的评价，可以初步判断该企业是否存在经常性污染行为，解决了巡查遗漏的难点。

2.4.4 治理弊端

在以往的环境质治理工作中，存在环境核心问题无法作为重点解决的弊端。通过口袋环保APP的用户吐槽数据，可以轻松反应出该城市前十名最重要、最受百姓关注的环境污染问题，可以作为政府的有力决策数据支撑。

2.5 前景与趋势

口袋环保APP运营一年以来，每天都有近3万次的测评频率，活跃用户日均约1万人次。测评地点大多集中在售楼部、商务楼宇附近，说明公众用户在置业过程中，对环境的关注度已经提升到了一个较高的层次。口袋环保APP的意义就是为百姓提供可靠的、便捷的环境数据检测功能，功能虽小，但意义不凡。随着政府数据的开发，我们计划将与环保政府部门合作，接入每个企业的实时排放数据，通过亿万百姓反向的对企业进行不间断监督和吐槽，为政府的环境治理工作提供较为真实的数据反馈，提高政府工作效率的同时，也提高的百姓的环保工作的关注度。

未来，地图大数据将于口袋环保深度融合，口袋环保将不会是一个纯粹的APP，而是基于地图大数据平台可以向诸多应用、设备提供数据服务的大数据平台，我们身上携带的任何智能设备，均可以加入口袋环保丰富的数据接口服务。同样，环境大数据也会反向的丰富地图大数据，我们的地图大数据也将成为容纳环保、水利、公安、企业等等诸多领域的综合性地理信息化平台。比如当我们靠近某个重大污染源企业附近的时候，汽车中的语音会友情提醒预警，并提醒车主安全通过路线；当某个污染源企业实时排放数据超标的时候，会自动向周边危险区域或者污染物扩散下游区域的公众用户发送预警短信、微信、语音预警，甚至震动提醒，然后自动向公安系统报警。地图大数据将作为口袋环保的坚实支撑性平台，包括但不限于环保领域的面向政府、面向企业、面向公众，提供具有科学性、数据论证性的决策支持方案。

3. 从“口袋环保”看地图大数据应用模式

3.1 应用方式

用户有需求、有痛点，我们的产品就有使用场景和价值空间。研发团队迅速从互联网思维的角度对环境评测做了分析和规划。首先考虑产品的应用方式，当下还是移动互联网时代，因此我们抛弃PC端的考虑，直接开发移动端APP，便捷、傻瓜化、数据全面、分析快速、覆盖全国等都是我们给产品定位的基础要求。

3.2 引入方式

口袋环保APP使用H5技术，允许用户在不下载APP的情况下，通过扫描二维码，直接计算出手机位置周边的环境评测结果，更加的方便快捷。用户通过初步接触并认为该APP较有价值后，再进行下载安装，安装后可以享受更多细腻的功能。

3.3 技术原理普及性

口袋环保APP的技术原理较为简单，即将用户为中心的地理位置与环境大数据进行叠加计算，结合自有评分模型，得出用户周边的环境评分结果。该技术原理存在两个核心问题：第一，海量环境数据从何而来？目前以网络爬虫技术、企业自建自采数据两个来源为主；第二，如何通过一个坐标点，在1-3秒这个短暂的时间内快速搜索出周边的环境要素数据并快速计算，这是通过地图大数据平台的GIS空间查询与网格化数据管理结合的一种算法。整体上，口袋环保APP的技术原理较为常见但很深入挖掘领域，目前在国内基于地图平台的环境大数据挖掘与分析方面应用几乎空白。

3.4 如何采集大数据

分区域、分类型、多维度、持续抓取、全员运营等，是我们在环境大数据采集过程中的标志性动作。长江以北地区，城市环境恶化较为严重，因此我们在区域工作上以北方城市为主、以北方城市优先采集的思路，先北方后南方，最后港澳台，最终实现全国范围全覆盖；在环境要素类型上，采用先污染、后绿色的思路，优先采集百姓关注的污染类型企业，甚至在污染类型企业中，我们仍然划分出优先级，比如污染较为严重的化工厂、焦化厂等污染范围大、污染物严重的企业，我们的运营团队也是优先采集；然后针对绿色性环境要素，比如公园、河流、大学、绿地、湖泊等等，也会逐一采集；在数据来源方面，我们提倡多维度无死角的思路，联网数据采集、项目积累、用户举报等等，均可作为口袋环保APP的数据来源；为了实现智能化采集大数据，我们建立了环境大数据后台智能管理系统，该系统会自动根据设定好的近60余种关键字，在全国范围内进行爬虫搜索，并与数据库中数据进行对比，如数据库中缺失，则罗列出来，转由人工进行确认并及时入库（如下图所示）；大数据的运营除了固定配备2-3人员外，全员运营是我们对团队的要求。每个人都是测试人员、每个人都是数据运营人员。

3.5 如何加工大数据

为了追求数据抓取速度和效率，在大数据采集的过程中，我们无意中收集了大量的垃圾数据，比如重复数据、坐标错误数据、坐标偏移数据、污染源过期数据、污染源办公地点（非污染源）、微型大学园区数据等等。针对以上数据，我们也罗列的一系列的规避措施和检验条款，大数据运营人员也是不间断的全国范围内分区域进行筛选手工处理，及时将垃圾数据删除并记录到备份库中。

3.6 如何运用大数据分析结果

环境大数据挖掘需要一定的模型算法，针对环境领域，为了避免用户对专业词汇的生疏，我们采用了用户较为喜欢的打分制，轻松为身边的环境打个分，用户较为容易接受和理解。同时结合地图大数据平台，将全城范围内的每个小区的环境评分标注在地图上，还可以生成环境热力图，帮助城市居民轻松识别出该城市范围内环境较为优秀的小区。

大数据的分析结果对百姓的日常生活会有较为直接的影响，城市居民在置业、求学、养老的事项选择上，均会考虑环境因素。因此，作为城市的执政者，同样

可以为城市的居住规划、企业规划、产业规划等等均具有实际的指导意义。

4. 地图大数据挖掘的创新意义

4.1 管理方式

环境大数据的管理在过去十年以来表现在两个方面：第一，天气类、空气质量类数据全面开发，从网页、各类APP、移动设备以及嵌入式硬件设备等等，均非常直观方便的展示了天气类和空气质量类数据，甚至还包括了城市范围内空气质量检测站点的详细数据。这些数据的公开都与政府信息公开化工作存在一定的关系；第二，污染源数据依然是禁区，政府对此类信息没有表现出积极的信号，但也不在明确反对公开这些污染源信息。在2013年较为火热的视频《柴静调查：穹顶之下》中，污染源的公开诉求引燃了百姓的热情，百姓也拥有的环境数据的知情权。这样在环境资源数据的管理方式上，政府要面临一定的转变。口袋环保APP以十分清新的方式，协助公众对环境数据进行区域性的认识。政府对环境资源数据的管理方式也可以进行逐步转变，口袋环保团队会积极与政府沟通与协作，积极向政府数据靠拢，正面协助政府管理好环境资源数据，减少公众与政府直接的对立。

4.2 治理模式

通过口袋环保APP的海量检测结果显示：郑州、石家庄、济南、武汉、西安、沈阳、贵阳、深圳等地居民较为活跃，同时也说明当地居民深受环境恶化的骚扰与苦恼，那么从国家层面看，北方地区问题较为突出，南方地区问题较为优越。另外，从口袋环保APP用户吐槽数据显示，北方地区问题严重大多为化工、粉尘、污水问题居多；南方地区吐槽问题大多集中在污水和重金属污染两个维度。再以郑州为例，东区环境较好、西区和北区城市环境较差，西区化工企业多，北区农药企业多。那么政府在区域性、污染类型等诸多维度，均可以通过口袋环保大数据进行针对性的环境优化和提出适合区域公众的环境问题解决方案。同样，公众通过口袋环保的数据评分结果及详细信息，也可以反向的向政府反馈身边的环境问题，从而打造一种全新的、良性的环境问题治理模式。

4.3 交互方式

口袋环保APP首先做到政府环境数据面向公众的友好开放，用户在使用过程中，可以对某类环境问题进行吐槽、曝光、打分等等行为，进而形成了区域环境大数据，我们通过对区域用户的大数据分析，将会得出该区域内的环境核心问题，这样情况下，政府和公众之间就建立一种随时的、公平的、无需隐晦的交互方式。无论是从政府角度、公众角度，均改变了过去的交互方式，政府可以将人力、物力、财力用于优先解决公众的核心环境问题。

4.4 资源配置方式

从国家层面，有了较为明确的环境突出区域；从城市层面，有了较为清晰的区域和百姓关注的核心环境问题，那么政府在环境资源配置方面也就有了较为可靠的数据支撑。依托口袋环保大数据以及用户行为分析，从数据真实性方面也有了足够的验证，政府针对环境问题，务必是循序渐进、重点区域重点解决的，因此在资源配置方式上要注重科学、注重数据体现。

4.5 生产方式

在生产方式的改革上，口袋环保将会时刻收集各区域的环境大数据，设计出适合政府决策的模型，为政府提供有力的数据支持。

4.6 生活方式

国内的百姓在生活上大多已经实现了富足，下一阶段就会进入对质的需求。食品安全、环境保护、生态链保护、建筑安全等等均证明了百姓生活方式的改变。我们口袋环保将重点针对环境保护方面，为百姓提供可靠的、真实的、实时的环境数据。

5. 结束语

本文围绕口袋环保应用分析了地图大数据的应用模式，从口袋环保的大数据应用方式、引入方式、数据采集、数据加工和分析的角度来解读地图大数据应用。口袋环保应用正是利用了传统的采集技术、加工技术、分析技术，再配合具体应用的业务模型，从多维度异构数据地图数据中提取特定应用信息，这是一种从复杂数据中获取简单调价值数据应用的有效方法。同样的方式，可以复制到更广泛的应用中，例如扶贫、招商、金融、人口管理、公安等。

长远来看，大数据的发展必将促进地图行业的创新发展，地图大数据的产生更能提升大数据的价值。地图大数据是融入了大数据的深层挖掘与应用的基础，大数据与地图大数据是相互补充的，大数据的发展更离不开地图的支撑，从地图作为数据的入口、政府和资源整合的入口，导航各种数据相互之间有一个关联关系。无论是各测绘部门，还是各类影像公司，他们所提供的数据进行整合以后跟各类支撑体系相整合，以地图大数据进行一个整体支撑。

地图大数据提升了大数据的宏观性、微观定量分析的基础，地图大数据创新的模式是促使大数据从平面走向立体的改变，更能发挥地理信息行业的应用价值；地图大数据的发展使空间信息走向一个新的阶段，从智慧层面进行发展。地图大数据的发展也需要与大数据技术整合，这种大数据、地图大数据相互整合应用到地信行业里面，必将推动整个地信行业的科学发展。

地图大数据作为政府管理的基础信息，数据价值高、可用范围广、复用度高，采用合理的应用方法模式，可以有效帮助管理部门提升管理能力。

三维激光扫描技术实现场馆的智能监控解决方案

杨阳
（中科宇图科技股份有限公司，北京 100101）

【摘要】综合南宁国际会展中心的场馆系统的建设要求，利用三维激光扫描技术实现大型活动场馆三维精细化建模，表现整个场馆的三维场景，来提升场馆的管理和服务水平。同时，场馆三维系统与视频监控设备的深度集成，突破以人工管理为主的场馆场馆管理模式，解决传统模式中信息量少、流通不畅、缺乏综合分析、难以共享、应对突发事件反应迟缓、安全隐患较大等问题，让场馆管理更加智能和便捷。

【关键词】三维激光扫描、三维精细化建模、视频监控

为了加强南宁国际会展中心的安防管理工作，支撑南宁公安平安城市的业务管理模式，构建安全、消防、保卫集成平台，建立全会展中心三维场景，接入全会展中心视频监控系统的相关数据，实现各系统间数据的共享和联动，提高南宁国际会展中心数字化、信息化、可视化管理水平。

1. 南宁国际会展中心简介

南宁国际会展中心由主建筑、会展广场、民歌广场、行政综楼等组成，其中主建筑总建筑面积为 15.21 万平方米，由会议、展览和大型宴会厅三部分组成。

会议部分包括会议中心、多功能厅、办公场所等，拥有 14 个大小不同的会议厅（室），有功能齐全的声扩设备、10+1 同声传译系统、电视会议系统、公共广播系统、安防系统、计算机网络系统、新闻中心等，能满足各种国内国际会议、商务谈判和学术报告的举行；多功能圆形大厅使用面积3000平方米，能容纳1500人，是举办大型会议、展览、宴会、文化活动等的理想场所。大型宴会厅由能容纳 1000 人同时就餐的大厅、34 个包厢和明档区组成，装饰格调高雅，环境舒适，是举办各种宴会的理想之地。展览部分有两层展厅，共有 15 个不同规格的展厅（最大展厅 8100 平方米），展览面积达 4.8 万多平方米，可容纳 3360 个国际标准展位和300多个非标准展位。行政综合楼建筑面积1.58万平方米，由办公场所、多功能展厅、展具加工间、仓储等组成，同时配有可容 300 人的会议厅。主建筑展厅加上可搭建 110 个展位的多功能厅、可搭建 203 个展位的行政综合楼多功能厅和集会广场，展览面积达 8 万多平方米。如下图所示：

南宁国际会展中心三维成果总体示意图

2. 三维激光扫描仪技术概述

2.1 技术概述

三维激光扫描（3D Laser Scanning）是近年来出现的一种非接触式主动测量技术，它是利用激光测距的原理，可进行大面积高密度空间三维数据的采集。采集的数据信息包括三维坐标、反射率和纹理等信息。三维激光扫描技术具有点位测量精度高、采集空间点的密度大、数据获取速度快、数据获取信息丰富、不需要建立控制点等特点。相对于传统的单点测量，三维激光扫描技术也被称为从单点测量进化到面测量的革命性技术突破。三维激光扫描系统包含数据采集的硬件部分和数据处理的软件部分。按照载体的不同，三维激光扫描系统又可分为机载、车载、地面型及手持式。

2.2 应用方向

（1）可用于各种项目任务及产品战略的系统仿真、战略规划、实效推延、电脑模拟、预研预演、虚拟现实分析及评估。

（2）可用于实物原始三维数据及结构形态的现场采集、非线性采集、快速原型、三维存档、再设计、改造改进、逆向三 维重构、任务仿真、模拟及评估、后测绘计量、仓容计量、结构特性分析及逆向反求、校验正向设计、各种结构特性测试及试验等。

（3）可用于改造工程中的工程规划、吊装、装配、管道布线、方案评估、校验、布局仿真、三维可视化管理等。

（4）可用于设施的变形、老化、维修、检测、监测、翻新、更新、加工、仿研、仿制、结构分析、强度分析、静动力分析、加载分析、碰撞试验、结构仿真、内视（如：通过应力分析、有限元分析、变形分析、结构特性分析等调用）。

（5）可用于企业可视化管理及虚拟现实应用，如：训练、培训、试验、虚拟制造、虚拟设计、虚拟试验、虚拟视景、仿真机可视化数据资源、评估、模拟、设施管理、三维建档、设施维护、GIS 展示等。

（6）可用于设施的二维制图还原（如：针对陈旧设施、年久失修的设施、数据缺损的设施、老化变形的设施等）及无纸化操作。

2.3 应用概念

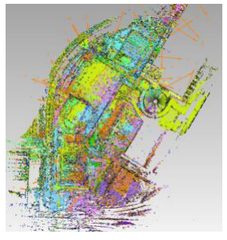
三维激光扫描技术不同于单纯的测绘技术（因为传统的高精度测绘技术已经很多，也够用了），它主要面向高精度逆向三维建模及重构。传统测绘技术主要是单点精确测量，但用它做建模工作时就爱莫能助了，因为描述目标结构的完整属性需要大量的测绘点采集，少则几万个，多则几百万以上，这样才能把目标完整的搬到电脑中来，所以，用现代高精度传感技术做辅助就解决了这个问题，三维激光扫描技术就是这类全自动高精度立体扫描的技术。

三维激光扫描技术的应用面非常宽广，它是正向建模（如：由人工操作 CATIA、UG、CAD、...）的对称应用，所以说它为逆向建模技术（如：从实体或实景中直接还原出模型）。逆向建模可以将设计、生产、实验、使用等过程中的变化内容重构回来，然后进行各种结构特性分析（如：形变、应力、效能、过程、工艺、姿态、预测等）、检测、模拟、仿真、CIMS、CMMS、虚拟现实、柔性制造、虚拟制造、虚拟装配等，这对于有限元分析、工程力学分析、流体动力分析等软件来说是非常重要的，对于精度适合的工作还可以进行后处理测绘、计量等。

3. 三维数据制作流程

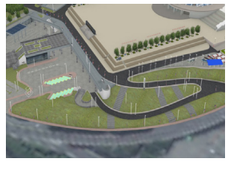
南宁国际会展中心三维数据制作采用三维激光扫描技术结合传统建模的方法，利用三维激光扫描技术的高速度、高精度、信息全的特点，完成整个南宁国际会展中心的数据制作工作。其整个数据制作流程如下：

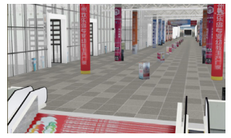
附 1：会展中心假彩色点云及各角度点云图



4. 三维数据发布

将三维数据 .MAX 数据文件发布为 .desc 集成数据，导入三维地理信息平台。如下图所示：





5. 三维 GIS 在线监控视频集成应用

三维数据发布完成后，根据监控布控图整理三维摄像头模型名称与视频监控系统对应表，实现通过三维平台点击摄像头模型即时弹出对应的实时监控画面的效果。

5.1 摄像头定位查看

功能：定位相关摄像头，进行该摄像头监控视频的播放和场景的查看。

操作：场景中，选择想要查看的图层，点击菜单栏中的【监控】，左侧展开菜单，菜单中会显示出图层中所有的摄像头列表，鼠标点击想要查看的摄像头，场景会自动定位到摄像头的位置，并且播放该摄像头的监控视频。如下图所示：

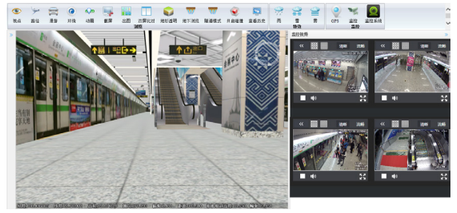
5.2 鼠标点击查看

功能：通过鼠标点击，查看相关摄像头的监控视频。

操作：通过上述操作定位到摄像头位置后，可点击【鼠标查看】之后，鼠标单击视野中的摄像头模型，摄像头红色闪烁表示已经选中，右侧实时弹出相对应的视频监控画面。如下图所示：

6. 成果数据展示

如下图所示：



7. 结束语

总而言之，三维激光扫描技术是现阶段较为新颖的技术，具有高效、数据量大、速度快等诸多优点，为大型场馆视频监控提供技术基础，本文对有关三维激光扫描技术及其在场馆监控方面应用进行分析和探讨，对于三维激光扫描技术的推广，起到一定的促进作用。

数字城市之三维建模的内容及方法

田 庆
（中科宇图科技股份有限公司，北京 100101）

【摘要】本文以数字城市建设为研究对象，探讨了数字城市中三维模型数据的内容及建模技术，重点介绍基于航空摄影测量技术的城市三维数据建模技术方法，并以实例的方式展现了数字城市中的三维场景数据。

【关键词】 数字城市、DEM、DOM、3D 建模

三维地理信息系统建立了高精度的数据场景，集成了 DEM 数据，DOM 数据，3D 模型数据，矢量数据，POI 等多种数据，实现了规划数据、土地利用数据等各行业的二维数据与三维数据的无缝集成，为城市的建设与规划、市政管理、房地产管理、城市交通的数字化管理提供信息支持。

三维模型数据能够真实、生动地表达三维地理空间信息、展现城市真实风貌，如何更高效、快速的创建城市三维模型数据成为数字城市的研究重点。

1. 数字城市之三维模型数据的主要内容

城市三维模型不仅以三维的形式表示城市景观，而且还能逼真地描述城市地理空间框架，真实展现城市风貌。因此，表面特征和材质参数的描述，如几何形状、相片纹理与属性等都将是城市三维模型的数据内容。它不仅仅包括地形、地物（建筑物、交通附属设施及城市各种小品、植被等）的三维空间几何表达，而且还包括这些地物的纹理特征以及其他的相关属性信息。 城市三维模型数据生产的内容包括数字地面模型 DEM 数据、数字正射影像 DOM 数据、城市地物的 3D 模型数据、材质、纹理和相关的属性数据。如图 1 所示：

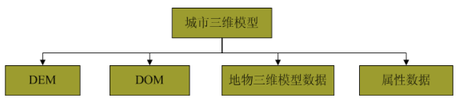


图 1 城市三维模型数据的主要内容

2. 数字城市之三维建模的方法

在城市三维模型中除了建筑物的基本平面位置及高度信息外，还需表达建筑物的色彩纹理与几何外形特征，这些几何外形特征往往体现三维对象特别是建筑物对象的独特风格为了更直观、真实表达城市三维地理空间。许多学者在如何获取建筑物的几何外形特征进行了深入研究，当前比较有代表性的工作有如下几种：

（1）通过航空倾斜摄影测量，获取原始倾斜像片，利用高等级的控制点进行像控点测量；并以获取的像控点数据为基础进行空三处理，建立高度匹配的城市三维模型数据。此方法三维建模的效率最高，但是受航飞条件的限制，存在地物遮挡、漏洞的情况较多。并且，其后处理的工作量亦比较大，成本较高。

（2）使用航空影像以及地面摄影对建筑物特征线进行自动提取。这种方式获取速度最快，成熟的 DEM 数据及 DOM 数据生产技术路线，能快速重建三维场景中的地形数据，同时在立体环境下，能快速、准确获取建筑物等三维模型数据的位置、形状及高度等信息，真实展现城市风貌。但获取侧面几何信息不够完整，需要外业采集建筑物侧面纹理。

（3）在地面使用激光扫描仪与 GPS，通过测距求算获取。这种方式获取速度也较快，且所获取几何信息相当精确，但工作量相当大，是一种具有发展前景的方法。

（4）采用机载激光雷达扫描，快速获取城市建筑模型及地表模型，但是这种方式获取的数据量较大，成本高。

（5）基于规划图纸等二维数据资料的城市三维建模方法，利用 AutoCAD、SketchUp 等软件建立三维模型数据，但是此方法需要大量的工作来收集数据，且数据的时效性存在不确定性，对于建筑物顶部纹理存在盲区，高程数据的获取的工作量亦较大。

3. 基于航空摄影的城市三维建模技术

基于航空摄影测量的城市三维建模技术，摒弃了传统的建模方法，无需大量时间人工搜集各种各样的影像和高程数据，对于建筑物的测量纹理采用近景摄影测量的方法进行外业采集及纹理的调色与纠正。具体流程图如图 2 所示：

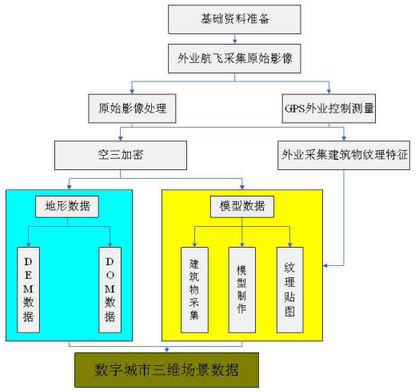


图 2 基于航测的三维建模流程

3.1 地形数据的制作

3.1.1 数字高程模型 DEM 数据的制作

利用空三加密后的数据在 VirtuoZo 中自动创建立体模型，并检查相对定向、绝对定向精度，生成模型的核线、自动匹配，生成 DEM 文件。

3.1.2 数字正射影像 DOM 数据的制作

由经过接边处理后的 DEM 生成相应的模型 DOM，在摄影测量工作站中进行匀色、匀光、拼接。最后按图幅坐标裁切。在 PHOTOSHOP 中检查 DOM 是否存在变形、扭曲、色调不匀等现象，对其进行相应的修改。

3.2 模型数据的制作

3.2.1 基础模型的制作

在立体环境下按照模型制作要求对建筑物房顶及桥梁等地物进行对应的平面几何高程数据的采集，并根据采集的矢量利用相关软件自动生成三维模型。

3.2.3 屋顶纹理的提取

对原始影像进行色调处理，达到合格色调，在相应的软件下进行影像与基础模型的同名点的匹配，自动提取建筑物顶部纹理，导入 3d max 软件。

3.2.4 外业纹理采集

利用手持数码相机，根据规范，采集测区范围内所有建筑物侧面纹理信息。

3.2.5 三维模型制作

利用外业采集的照片，在 3d max 中按级别要求进行模型修改及纹理贴图，并对合格的三维模型数据在 max 中进行光影烘焙。

4. 三维模型数据的整合与发布

本文采用国内先进的三维地理信息系统平台，将数字高程模型数据，数字正射影像数据，3D 模型数据，矢量数据等多种数据整合到平台中（如图 3 所示），提供了真实的城市地理空间框架，实现从二维 GIS 到三维 GIS 的跨越。

图 3 三维场景数据

5. 结束语

文章对数字城市中的三维建模内容及关键技术进行了探讨，总结了当前三维建模的主要方法，重点介绍基于航空摄影测量技术的城市三维建模技术，并以实例的方式展现了数字城市中的三维场景数据。地形数据精确、真实，3D 模型数据准确、逼真，表明该技术方法符合实际工程应用。

参考文献：

[1] 朱庆，林珲．数码城市地理信息系统虚拟城市环境中的三维城市模型初探 [M]．武汉：武汉大学出版社，2004.
[2] 胡鹏，黄杏元，花一新．地理信息系统教程 [M]．武汉：武汉大学出版社，2007
[3] 穆利娜．三维 GIS 浅析 [J]．测绘标准化，2008
[4] 韩东．数字城市中三维建模的内容与方式探讨．科技资讯，2010

无人机产品及行业应用研究

王宪风
（中科宇图科技股份有限公司，郑州 450000）

【摘要】无人机是一种无人驾驶的飞行器，它机动性强、可低空飞行、受天气和场地的影响比较小、适合大面积作业、维护成本低、分辨率高等特点，使其用于公安安防、环保监测、水利、电力巡线、地图生产、土地测绘和智慧农业等各行各业。无人机系统搭载高清相机、热成像仪、空气质量检测仪、图传设备等仪器形成智能采集、高清监测、精准检测等系统。智能采集系统主要用于地图生产和土地测绘。高清监测系统和精准检测系统主要用于电力巡线、公安安防和环保监测。本文主要介绍无人机产品及行业中的应用。

【关键词】无人机系统；环保监测；公安安防；土地确权

1. 前言

国内无人机市场火热。包括研发、生产、运营在内，我国目前有上百家。无人机被称为“空中机器人”，从 1917 年第一架无人机诞生到现在近 100 年时间，无人机技术持续发展，其中微电子、飞行控制系统、通信设备导航等技术飞速发展，促进了无人机在军事和民用领域的应用。未来的无人机将集成更先进的算法，装备更多的传感器加载更多的任务荷载设备，接入外部网络，更智能化地完成各种复杂的任务。未来无人机正朝着系统集成化发展，随着无人机在遥感测绘、环境环保、水利、巡线等方面的应用已开始起步，并呈现出迅猛发展之势。

2. 无人机系统

中科宇图 UE 系列无人机主要为固定翼系列、直升机系列和多旋翼系列。UE 系列无人机能满足各种各样的任务。UE 固定翼系列主要用于遥感测绘、环境监测、水利等行业。UE 系列直升机以其场地要求小，机动性强的特点在环境应急任务中成绩突出。UE 系列多旋翼主要用于环保、公安、水利等行业，其搭载高清摄像机、红外热成像仪、空气质量检测仪等设备组成环保小卫士，是环境监测的有效工具。下图为宇图 UE 系列无人机。

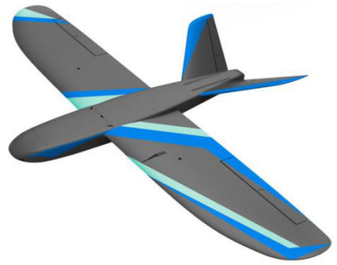
中科宇图无人机系列

2.1 无人机飞控系统

无人机飞行控制系统可分为地面控制站和飞机自身携带的设备。地面控制站主要包含电脑及其配套的软件部分、地面接收和传送信号用的设备、遥控器。地面控制站主要是用来接收以及处理无人机的数据，起飞，降落和遇到突发情况是用遥控器遥控无人机。飞机自身携带的设备包括传感器、飞行控制盒、舵机，舵机的作用是通过接收控制器的信号来带动副翼、水平安定面、垂直安定面的舵面的变化此时飞机的姿态也会随之变化；飞行控制盒是无人机的核心，主要是处理传感器采集的信息，然后将处理后的信息转化成电流信号传给舵机；传感器是负责采集信息，如无人机的飞行高度、所在经纬度信息、无人机的飞行姿态、无人机的飞行速度信息、大气压力信息、螺旋桨的转速信息等。

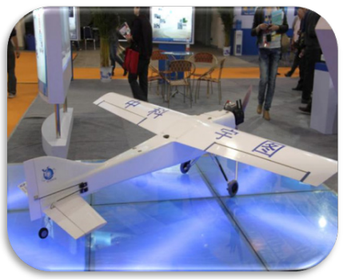
Uni-Eagle X4 型（UE-X4）

序号	名 称	技术指标
1	任务载荷能力	2kg
2	巡航速度/爬升速度	10m/S;5m/s
3	飞行高度	≥4000m
4	抗风能力	4-5 级
5	工作温度	-20℃-+50℃
6	续航能力	35-40 分钟
7	飞行模式	人工遥控、自主悬停、自主航线
8	有效控制半径	5km-30km
9	全负荷起飞重量	6.5kg



Uni-Eagle 1 型（固定翼）

序号	名 称	技术指标
1	翼展/ 机长	2m/1.1m
2	最大起飞重量	5kg
3	巡航飞行速度	70 公里/小时
4	最大飞行速度	90 公里/小时
5	最大航程	90km
6	最大续航时间	1.2h
7	飞行升限	海拔高度 3000m
8	控制方式	手动遥控(RC)、自控(UAV)
9	工作环境温度	－20℃～＋55℃
10	起降方式	滑跑起降/弹射伞降/手抛伞降



Uni-Eagle 2 型（固定翼）

序号	名 称	技术指标
1	翼展/ 机长	2.6m/2.1m
2	最大起飞重量/任务载荷	20kg/5kg
3	最大巡航时间	4.5h
4	最大航程	300km
5	巡航速度	120km/h
6	抗风能力	5 级
7	最大升限	6000m
8	控制方式	手动遥控（RC）/自动驾驶（UAV）
9	起降方式	滑跑起降/弹射伞降
10	工作温度范围	-20-50 度

3. 图像传输系统

中科宇图拥有先进的图像传输系统，该系统通过多个 3G 链路的捆绑提高并行带宽资源，同时兼容和支持提高系统冗余度和稳定性。通过优化的 H.264 编码在低码流下提供高画质视频流，从而全面提升 3G 音视频移动传输的可用性和稳定性。该系统分为机载端和地面端，机载端可通过摄像设备将图像信号传入地面端，然后地面端通过 3G 或 4G 信号将图像传入服务器，另无限远的显示设备可通过网络来实时同步机载端收集到的图像。产品的技术特点：

（1）真正支持跨运营商混合捆绑，可以将有线、3G/4G、WiFi、海事卫星等链路进行同时
捆绑，任何一种链路断开不影响系统运行。

（2）链路利用率高，支持智能链路质量检测，可以实时监测每个链路的质量，并根据链路质量实时调整其载荷比例。

（3）支持机载模式，可以将媒体服务器部署在地面，无线终端布置在无人机上进行移动直播，传输码流高达 25M，可以提供高清视频支持，有效扩展了环保监测的距离。

（4）终端功耗低，一块标准 150WH 的摄像机电池，最少可以持续供电 4 小时。

（5）支持外置直流电源输入和电池供电备份，任何一路供电丢失不影响系统工作。

（6）可以实现动中通，目前 4G 移动技术已经非常成熟，结合高效的 4G 链路混合捆绑技术和 3G 兼容捆绑技术，可以在移动过程中获得稳定的传输带宽，保证音视频传输的可靠性和流畅性。

4. 红外热成像系统

该系统采集测温卡是一款专门用于采集美国 FLIR 公司 Tau II 长波全屏测温红外热成像机芯数字图像数据的采集卡与最高温跟踪卡，采集到的无损数字图像数据以 raw 格式保存到 TF 卡中。RSV-OTF 卡同时可自动跟踪红外热成像视野范围内的最高温点，并将位置与温度值叠加在机芯输出的模拟视频上。该系统的特点是能够根据不同程度的热源来监测物体的行为，后期经过对数据的处理能得到更易观察的视频，可从视频中分析出监测的结果。例如监测工地，渣土车从装满车直接开出，没经过水清洁这道工序。可从红外视频中看出。有了红外热成像仪系统可以实现夜间的环保监测工作。

5. 空气质量检测设备

中科宇图拥有多种对空气质量进行检测的设备，分别为 PM2.5 粉尘仪、智能 SO2 检测和 CO 检测等设备。其中 PM2.5 粉尘仪分为机载端和地面端，地面端可实时接收到机载端检测到的数据，操作人员通过电脑能清楚地通过折线图观察到该区域 PM2.5 在空气中的含量。另外操作人员还可以将检测到的数据以表格的形式输出。智能 SO2 检测设备是全国体积最小的一款模组，可以与电脑连接通讯，自行标定校准更换时无需校准自带零点微调功能，检测种类齐全，功耗低，可锂电池供电，检测结果准确的那个特点。可轻易的将该模块放入无人机中，操作人员通过对无人机的操控可定点检测某区域的 SO2 在空气中的含量。

6. 无人机搭载设备组成的各个系统在行业中的应用

6.1 在土地确权行业中应用

中科宇图 Uni-Eagle 2 型无人机系统技术手段进行土地确权，得到的数据更加直观准确，大大提高土地确权效率。传统的全野外数据采集方法成图，作业量大，成本也高，且周期漫长。相比野外实测，中科宇图宇鹰油动固定翼 Uni-Eagle 2 型无人机系统具有周期短、效率高和成本低等特点，且在阴天、轻雾天气也能获取合格的彩色影像，从而将大量的野外工作转入内业，既能减轻劳动强度，又能提高成果精度。

该无人机搭载高清相机系统可提供 1:500、1:1000、1：2000 等精度的航拍影像图，通过对影像图的加工可生产出各种精度的地图。

6.2 在公安安防中应用

中科宇图 Uni-Eagle X4 型在突发事件发生后，在近距离观察现场情况存在困难时，无人机可以悬挂图

像传输系统，立刻飞到事发地上空，对事发场景实施全方位监控，将现场图像同步传到指挥中心，让指挥长实时掌握动态局势，准确指挥、快速处置。当发生劫持人质、持爆持枪等危急事件时，无人机可以携带催泪瓦斯、烟幕弹等轻型处置装备迅速飞到指定空域，从高空准确投掷，为现场解救营造机会。遇到犯罪嫌疑人挟持人质，一时无法突围的情况，无人机可以搭载高清摄像机或单反相机，对现场结构、地理位置进行航拍，制定营救方案。

该无人机系统具有可远程遥控高空投放救援物资、灭火弹等设备，可以实现对森林火灾的监测、救援等功能。并可搭载红外、热成像设备对森林区域进行火灾隐患侦测、巡查。

利用搭载了高清拍摄装置的无人机对受灾地区进行航拍，提供一手的最新影像。无人机保障了救援工作的安全，通过航拍的形式，避免了那些可能存在塌方的危险地带，将为合理分配救援力量、畅通指挥、确定救灾重点区域、选择安全救援路线、搜救转移受灾群众以及灾后重建选址等提供很有价值的参考。此外，无人机可实时全方位地实时监测受灾地区的情况，以防引发次生灾害。

6.3 在环保监测和检测中应用

（1）Uni-Eagle 1 无人机系统搭载高清图传系统是中科宇图为环保监测专门研发的无人机系统，该系统具有可超远程遥控、实时图像传输、热成像监控等功能。通过该系统进行焚烧秸秆监察，可极大减少人工监察的作业量，单架次飞行 1 小时，可代替 1 人工工作一整天。快速响应，可在 3 分钟之内起飞巡查；

（2）高清实时图像传输，可在地面直接监控飞机拍摄的画面，得到第一手资料；

（3）热成像检测，直接测得地面温度获取关键证据；

（4）灵活作业，可在任意点盘旋监察。

（5）利用 4G 图传设备可实时将监测到的视频信息传入环保局的指挥大厅。

无人机执法具有三大特点：一是可以对特定区域开展区域性航拍执法；二是可针对不同区域和企业选用中型机、小型机、旋翼机等多种机型，做到全方位航拍执法；三是可运用远红外夜拍等模式，做到全天候航拍执法。

6.4 在水利行业中

我国河流众多，水资源丰富，对国民经济发展与人民财产安全影响重大。同时也是世界上水污染、流失比较严重的国家之一，进行水土保持监测和普查是一项十分艰巨而重要的基础性工作。为监测生态环境和简化人工采水的高额费用和繁琐工作，中科宇图设计出能够监测并采水的Uni-Eagle X4 型无人机系统，搭载高清相机及图传系统实时对水流失的成因、强度、影响范围及其防治成效等的实时动态监测。Uni-EagleX4 搭载水质取样系统可实现对不同水域不同深度的水进行取样，后检测水质能准确得出河流、湖泊的污染情况。

随着工业化、城镇化加快发展以及全球气候变化影响加剧，我国防洪减灾工作面临新的挑战，必须进一步巩固和完善防洪保安体系，从整体上提高抗御洪涝灾害的能力和水平，无人机在洪涝灾害监测中起到了关键的作用。中科宇图 Uni-Eagle X4 型无人机系统多次对洪涝灾害进行了监测，为防汛部门提供了许多有价值的洪涝灾害信息。

7. 结束语

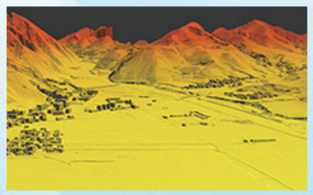
无人机技术在土地确权、遥感信息的采集、环保监测及检测、公安安防和国土资源的保护等方面产生了突破性的进展，是一项先进的技术手段。本文主要对无人机产品及行业应用做了详细阐述。相信凭借无人机自身的优势和国家的政策扶持，会对以上行业有更好的应用前景。

中科宇图 MAPUNI

无人机摄影
展现地图更多可能

全景720相机

倾斜摄像机


激光雷达系统（LIDAR）

航片

中科宇图科技股份有限公司
服务热线：400-070-3156
网址：www.mapuni.com
官方微信

中科宇图通过华为供应商正式认证

近期，接到华为通知，中科宇图通过华为公司极其严苛的供应商审核，正式成为华为供应商！

通过前期的认真审核，华为四位专家对中科宇图的企业管理、生产管理、质量把控、信息安全等几个方面的工作给予了高度评价。专家组当场表示，中科宇图现场审核情况，即使放在华为的老牌供应商中亦是极少见之优秀，尤其是在流程管理，办公环境，员工风貌等方面与华为的文化高度契合。

据悉，在成为华为正式供应商后，将在采购流程、合同价格、验收、付款等环节享受特殊待遇！

同时，这也是在响应姚新董事长“学习华为、创建百年宇图”号召，迈出的坚实一步。相信通过与华为的更进一步的深入合作，中科宇图在赢得华为高质量订单的同时，更能够借鉴、吸收华为的优秀管理经验。

中科宇图情注江西 与江西测绘局共建国内首个地信企业主导的地信产业园

2017 年初，江西省测绘地理信息局与中科宇图在南昌市举行签约仪式，双方将共建国内首个地信企业主导的地理信息产业园项目。届时，以地理信息产业园为依托，江西将打造国家地图大数据和智慧城市建设先进示范区。

在江西省副省长李贻煌和国家测绘地理信息局副局长宋超智、国家测绘地理信息局地理信息与地图司司长武文忠、江西省测绘地理信息局党组书记匡猛等领导共同见证下，江西省测绘地理信息局局长陈祥云和中科宇图董事长姚新签署了合作协议。根据协议，双方将本着寻求发展、实现双赢的原则，进一步促进江西地理信息产业发展。项目建成投入后，将引进和培育若干个地理信息产业龙头企业和一批充满活力的中小型企业，形成涵盖装备制造、软件研发、系统集成和地理信息获取、处理、服务以应用的完整产业链，全面促进江西省地理信息产业发展，不断提升地理信息服务的层次和水平。

据介绍，江西省地理信息产业园拟选址南昌市，用地面积约 300 亩，预计投资 20 亿元。其中，中科宇图主要建设内容有地理信息数据生产中心、应用服务中心、科技研发中心、地理信息创业孵化基地、地理信息学术交流中心、生活服务中心。作为根植中国测绘地理信息产业十余载的中科宇图势必将以此次合作为契机，通过整合自身优势资源，携手产业园上下游企业加快推动江西省测绘地理信息及相关领域发展，进而为江西省经济社会发展贡献力量。

本次合作是江西省和中科宇图在测绘地理信息领域合作的起点，相信在江西省委省政府和国家测绘地理信息局的引领下，江西省地理信息产业园有望早日建成并发挥效益，成为江西辐射中部、影响全国的地理信息产业基地。

据了解，目前江西省地理信息企事业单位 600 多家，从业人员 2 万多人，年产值达 20 多亿，并以每年高于 25% 的速度持续增长。为顺应地理信息产业发展形势，加快推进江西省地理信息服务体系建设，江西省省政府相继出台了《江西省地理信息产业发展规划（2013-2020 年）》、《关于促进地理信息产业发展的实施意见》等政策，并按照“市场配置资源、企业创造价值、政府营造环境”的原则，开始建设江西省地理信息产业园。

中科宇图受邀出席郑州高新区项目集中开业暨签约活动

2月21日上午，郑州市高新区举行项目集中开业暨签约活动，市领导马懿、程志明、靳磊等出席活动。高新区党工委书记、管委会主任赵书贤，高新区党工委副书记、管委会常务副主任牛瑞华等领导参加。中科宇图副总裁郭站君出席了本次项目签约仪式，与赵书贤主任进行项目签约。

项目开业方代表领导等出席活动并介绍了项目的具体情况。郭总表示，中科宇图作为“北斗时空大数据集成研发基地项目”投资方，致力于打造大数据和大资环两大产业生态圈，建立了精准治霾、系统治水、科学治土完整的技术支撑体系，积极投身智慧城市、环保、水利等多个行业的信息化建设，为客户提供一体化的全方位智慧化整体解决方案。

北斗时空大数据集成研发基地项目拟用地面积100亩，建筑面积20万平方米。主要建设内容包括：北斗时空大数据研究院、北斗时空云服务平台、北斗时空环境大数据挖掘平台、大地图平台运营维护基地、基于GNSS技术环境应急、监测设备研发、集成、生产基地。项目建设后，形成空间大数据产业生态链的核心支撑，设立院士专家工作站、博士后科研流动站，推动基于北斗应用为核心的时空大数据产业生态链及相关产业的产业聚集、结构优化和产业升级，打造北斗导航与大数据创新应用的军民融合研发创新基地。

据悉，此次高新区集中签约的北斗时空大数据集成研发基地等10个项目，总投资113亿元；集中开业的新华三大数据基地、郑州信大先进技术研究院等8个项目，总投资突破100亿元。这些项目都是在创业创新、大数据、智慧园区、高端制造、现代物流等领域有着成熟的管理、运营、建设经验，在国内有着较强影响力、带动力和示范效应。这些项目入驻郑州高新区，必将对高新区提升主导产业规模和带动创新创业等方面发挥重大作用，在助力深入实施开放创新双驱动战略，加快国家自主创新示范区建设，提升电子信息产业发展水平等方面起到重要的支撑和推动作用。