



中科宇图视频号



中科宇图公众号

20
2001-2021

创新与发展



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

传真：010-64860285

网址：www.mapuni.com

邮编：100101

邮箱：yutu@mapuni.com

关注热点

前瞻行业

引领发展



中科宇图 2001-2021

献礼中科宇图20周年

汇编版

宇图

MAPUNI

2021年 第2期 (总第28期)

主办：中科宇图科技股份有限公司

总裁寄语二十年

让“地图大数据”服务造福社会

院士专家战略引领

遥感服务于大地图 推动我国信息时代发展

“数据共享 互联互通”为生态建设公开监督做好保障服务

产业观念探索

“智慧地图”体系构建研究

生态环境大数据在环境污染防治方面的应用分析

核心技术产品

农险 GIS 平台助力农业保险精准理赔

平顶山王城臭氧污染特征及气象因子分析

我国城市黑臭水体治理实践与探索



中科宇图公众号



中科宇图微博



中国领先的地图大数据与智能化服务商

争大数据领军企业 创大环境一流品牌

集信息技术改善环境 用空间信息改变生活



扬帆再起航，续写中科宇图百年华章

2021年中科宇图迎来二十周年生日。回首二十年，全体“宇图人”脚踏实地，开拓进取，取得了一系列的辉煌成绩：从创业初期注册资金几十万，十余名来自中科院遥感所、地理所和北京师范大学的创业团队，发展到现在注册资金6777万，员工600余名的规模。公司从最初做基础地图、影像产品，到拥有全国6大区域分公司，业务遍及全国500多个城市和地区，成为在业内有一席之地的地图大数据与智能化服务商。二十年来，公司专注两大产业并始终朝着做强做大的目标不断奋进。依托公司在遥感、地理信息方面的优势，形成的智慧地图业务为公安、通信、能源、金融、环境、水利等多个行业提供专业的地图大数据服务。在生态环境领域，我们从数字环保发展到智慧环保，打造了软硬结合的全产业链条，并以解决环境问题为导向，为区域大气、水、环境治理提供大数据分析 & 环保管家式服务。这些年，公司一直注重科研，相继成立数字环保实验室、数字流域实验室、大气污染环境监测先进技术与装备国家工程实验室（共建单位）、环境监测应用关键技术北京市工程实验室，成功获批“院士专家工作站”、“博士后科研工作站”，取得诸多可喜成绩。

公司即将开始新的征程，希望全体员工更要以饱满的姿态去应对挑战，保持干事创业的激情，坚持科技创新，以卓越的技术“争大数据领军企业，创大环境一流品牌”，过去已经成为历史，让我们共同开启中科宇图新的华章！◆

2021年12月

目录 CONTENTS

总裁寄望二十年 President's Hope

P10 / 院士专家致中科宇图二十周年贺词

P12 / 让“地图大数据”服务造福社会



2001-2021 大事记

P15 / 2001-2021 大事记

院士专家战略引领 Expert Forum

P17 / 遥感服务于大地图
推动我国信息时代发展——专访中国科学院院士李小文



P19 / 郝吉明：中国大气污染防治的这五年

P23 / “数据共享 互联互通”为生态建设公开监督做好保障服务——专访中国工程院院士 魏复盛

P26 / 生态环境管理与创新应用——专访嘉宾：中国工程院院士 杨志峰

P29 / 运用数据共享与服务 搭建资源环境生态圈——专访嘉宾：中国工程院院士 孙九林

P33 / 生态保护红线是国家生态安全底线与保障——专访嘉宾：卫星环境应用中心主任 高吉喜

P37 / 对话中科宇图姚新：基于大地图，决胜大数据

P40 / 企业家与科学家碰撞的能量——中科宇图发展之道

P44 / “互联网+”为环保打开一片新天地

P46 / 产业转型推动行业绿色发展——访中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐

P48 / 环境大数据驱动生态建设大发展

P51 / 中科宇图地理信息服务的创新与发展——访中科宇图董事长姚新、资源环境科学研究院院长刘锐

P54 / 姚新：义不容辞筑就绿色环保梦

P56 / 刘锐：中科宇图的“大环保”逻辑



P58 / 系统治水助力水质长效持续改善对话中科宇图资源环境科学研究院原副院长谢涛博士

P60 / 专访中科宇图研究院刘锐：从还原“扇贝之谜”，看卫星大数据重塑企业数据

P64 / 刘锐：新时代生态文明建设要有新作为

P67 / 刘锐 | 生物多样性和栖息地丧失将会加剧人类感染性疾病的发生

产业观念探索 Industrial concept exploration

P70 / “智慧地图”体系构建研究

P76 / 我国“智慧环保”体系建设探讨

P82 / 基于国产卫星的气溶胶光学厚度反演和分析

P86 / 基于遥感技术的桂林空气监测点位优化布设研究



P90 / 地图大数据云服务开放平台建设及其应用研究

P96 / 基于静稳聚合指数 SSCI 的环境空气质量统计预报系统

P100 / 大气环境监测大数据应用的创新与实践

P105 / 大数据在大气环境领域的应用

P111 / 生态环境大数据在污染防治方面的应用分析

P117 / 智能时代地图大数据的创新与应用

核心技术产品 Core Technology

P121 / 中科宇图一平台两服务，助力通信集团业务精细化运营

P123 / 农险 GIS 平台助力农业保险精准理赔

P126 / 高精度地图系列产品 - 标准地址

P128 / 高精度地图系列产品 - 二维地图

P130 / 高精度地图系列产品 - 无线网络仿真三维数据

P131 / 高精度地图系列产品 - 遥感影像

P133 / 高精度地图系列产品 - 网格化地图

P134 / 构建城市天空地一体化大气环境监测体系

P137 / 青奥会空气质量的智慧化保障——南京青奥会环境空气质量保障决策支持系统



目录 CONTENTS

P142 / 大数据思维下空气质量预测预警建设——吕梁市重污染天气监测预警系统

P147 / 大气细颗粒物监测数据验证与空间分析

P152 / 河南省环境空气质量预测预警平台建设与应用

P157 / 平顶山主城臭氧污染特征及气象因子分析

P162 / 资源环境大数据助力丽江生态环境建设

P165 / 水环境承载力监测预警平台构建与应用

P170 / 我国城市黑臭水体治理实践与探索——以北京市通惠河水环境治理为例

P174 / 中科宇图承建宿州市生态环境局地表水监控及应急平台，实现水环境管理挂图作战

P176 / 基于遥感技术的贵州省 PM₁₀ 浓度年际变化监测与分析

P182 / 基于 HJ-1 丹江口库区水域信息遥感提取研究

P186 / 基于遥感大数据的生态保护红线监管系统研究——以红线区生态资产监管为例



P190 / 江苏省环境监控辐射应用系统项目建设与研究

P194 / 四川环境应急指挥决策支持平台建设分享

P198 / 重庆市环境应急信息化建设案例分享

P204 / 地图大数据应用案例剖析——口袋环保

P210 / 广州监测站环境质量监测与预报预警系统建设

P215 / 天津市环境风险源管理及事故应急管理系统开发项目建设分享

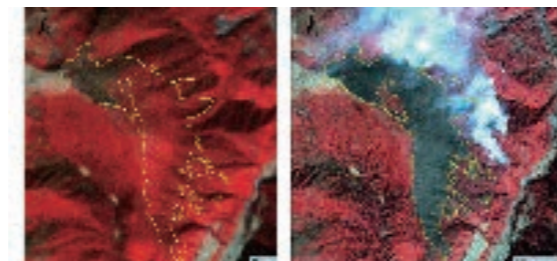
P220 / “智慧东莞”环保精细化平台建设

P224 / 中科宇图助力“一带一路”生态环保大数据平台建设

P226 / 中科宇图助力国家“三线一单”数据共享系统建设与应用

P231 / 合成孔径雷达干涉测量 InSAR 原理及其应用

P236 / 中科宇图助力生态环境部打造国际、智能、集成化环保技术国际智汇平台



精品样板工程 Boutique Model Project

P240 / 大数据分析——中科宇图借助北斗导航卫星还原獐子岛“扇贝之谜”真相

P241 / 农业保险——中科宇图卫星遥感技术赋能保险行业

P242 / 科学战疫——中科宇图地图大数据 +AI 人工智能科学精准防控疫情

P244 / 十堰智慧环保——中科宇图打造“最强环境大脑”



P246 / 襄阳智慧环保——中科宇图生态环保大数据为“襄阳碧水、蓝天”注入科技力量

P248 / 开封全流域水环境质量监测监控——中科宇图“五系统”智慧服务开封污染防治攻坚战

P250 / 韶关市水、气和土污染防治信息化管理平台——中科宇图智慧环保守护碧水蓝天净土

P251 / 安徽省生态保护红线监管平台建设——中科宇图实现安徽省生态保护红线有效监管



P252 / 第二次全国污染源普查空间信息管理系统开发项目完美收官——部级与全国 32 个省级系统部署完成

P254 / 北京移动执法系统——中科宇图科技助力实现应查尽查不重不漏

P256 / 天津生态环境移动执法——中科宇图信息化手段助力效能提升

P258 / 大气治理——北京市昌平区利用信息化手段精准治污?

P260 / 【精准治霾】强化技术创新 中科宇图助力北京打好蓝天保卫战

P262 / 【系统治水】中科宇图北京孙河黑臭水系统治理成效显著

国际交流合作

International Exchange And Cooperation

P265 / 国际交流合作

“黄河一号”卫星 Satellite

P267 / 院士专家齐聚开封献良策，共同见证开封市政府与中科宇图签约仪式



目录 CONTENTS

- P270 / 中科宇图董事长姚新与开封市委书记高建军座谈，共推“黄河一号”项目落地开封
- P271 / 中科宇图应邀到西安电子科技大学先进遥感技术研究院开展卫星遥感技术应用研讨
- P273 / 刘锐：“黄河一号”卫星助力“黄河流域数字经济走廊”建设
- P277 / 拥有自己的卫星数据是我们一直的梦想——访中科宇图副总裁童元



宇图二十年真情献礼与展望

- P279 / 架好科学研究与市场转化的桥梁——访中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐
- P283 / 高层领导的宇图二十年感言
- P284 / 宇图二十周年 | 宇图风采系列访谈报道——地图产业集群生产中心实施经理时可佳
- P285 / 员工二十周年祝福

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。

2021 宇图资讯 Company information 2021

- P286 / 全国政协“推进城镇污水处理提质增效”专题调研组考察中科宇图开封项目
- P286 / 中科宇图“环境大数据关键技术北京市工程实验室”建设项目顺利通过验收
- P287 / 中科宇图捐资李小文基金颁奖仪式在第五届全国定量遥感学术论坛上举行
- P287 / 中科宇图董事长姚新获聘全国工商联大数据运维（网络安全）委员会委员
- P288 / 代表民建北京市委，中科宇图在议政会上建议创建“城市环境大脑”



- P288 / 中科宇图签约“中国环境谷”，布局华东生态环境市场
- P289 / “卫星遥感大数据助力高质量发展”分论坛成功举办，中科宇图获中国测绘行业两项殊荣
- P289 / 环境监测与预警分论坛圆满落幕 中科宇图环保技术受部长关注
- P290 / 中科宇图成功入选北京市2021年度“专精特新”中小企业名单

院士专家致中科宇图二十周年贺词

2021年，公司迎来20周年纪念日，同时公司也将加速推进上市步伐，加快软硬件结合的科研能力建设，积极推进“黄河一号”卫星发射计划的实施。院士专家在2021年初之际纷纷发来贺词，表示坚决支持中科宇图科技创新促进生态文明建设的决心。

祝中科宇图稳中求进，在科技创新方面创造新辉煌。

——中国工程院院士郝吉明贺词



祝贺中科宇图取得杰出成就，推进“黄河一号”卫星的立项和进展！

——中国工程院院士魏复盛贺词



祝贺中科宇图取得的成绩，更祝公司继续努力、阔步前行！

——中国科学院院士童庆禧贺词



祝贺中科宇图攻坚克难获得辉煌成就！再接再厉，实现新目标！

——自然资源部中国地质调查局副局长李朋德贺词



热烈祝贺中科宇图，期盼取得更大进步！

——生态环境部卫星环境应用中心主任高吉喜贺词



《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

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、中科院空天信息创新研究院研究员

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原所长

杨志峰 中国工程院院士、北京师范大学环境学院原院长

委员

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 中科院空天信息创新研究院研究员、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

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

顾问 姚新

副主编 杨竞佳

执行主编 刘桐彤

美术主编 张紫林 田振厂

传真 86-10-64860285

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

投稿邮箱 yangjj@mapuni.com

公司网址 www.mapuni.com



中科宇图公众号



中科宇图微博



让“地图大数据”服务造福社会

文 / 北京科技报记者 李鹏

对很多创业者而言，很多时候回过头来，猛然间就会发现自己以前学习和工作的经历都是为创业做准备，没有一项是无用或者浪费的。中科宇图科技股份有限公司董事长兼总裁姚新就是一个典型的例子。20年以前，学习计算机专业的他毕业后先后进入中科院地理所和中科院遥感所学习及工作。

2001年底，在我国蓬勃发展的创业浪潮中，姚新也坐不住了。他果断下海创立了现在的中科宇图科技股份有限公司。公司以地理信息和遥感技术为特色，为客户提供全方位的地图大数据与环境智能化、软硬件产品及管家式服务。他以前学的计算机专业知识以及中科院地理所和遥感所的工作经验，让他在地理信息与数据服务这个广阔的天地中得以纵横驰骋。

2019年初，中共中央组织部办公厅下发《关于印发第四批国家“万人计划”入选人员名单的通知》，因为在地球空间信息领域的杰出贡献，姚新成为入选者之一。

“扫地僧”李小文院士担当首航人

让姚新一直引以为傲的是，他的公司从创立开始就得到了一些业界大咖的支持。6年前，遥感专家李小文院士因一张照片在社交网络引发热议，并被冠以“扫地僧”的美名。李院士生前身为中科宇图科技股份有限公司的名誉董事长，为中科宇图的发展提出诸多宝贵意见，为中科宇图的科研创新、项目课题等研究发挥着重要的指导作用。

李院士认为，地理遥感测绘是个应用极强的领域，只有推动其在更大范围、更大程度的应用，才能发挥最大的价值。在公司创立之初，李院士就认为中科宇图是“产学研结合的平台，一定要让科研成果接地气”。在他的引导下，中科宇图迅速成长为一家在业界具有影响力的公司。

中科宇图通过与多家顶级科研机构建立紧密合作关系，不断壮大自己的科技硬核，成立了数字环保实验室、数字流域实验室等科研平台，并获批“院士专家工作站”及“博士后科研工作站”。与多名院士和知名学者组建了“战略发展与科学技术委员会”，形成了一套完整的“政产学研用”科技成果转化体系。

作为公司的创始人，强有力的支持让姚新有了更足的底气。与此同时，他感到自己肩上的责任更重了。国内做地图信息服务的企业并不在少数，如何让自己脱颖而出？中科宇图决定走差异化的深耕策略，不只是提供基础的地理信息服务，而是要深耕到具体的行业中，尽力发展自己的特色。

公司成立之初通过将GIS技术和遥感技术跨界应用于通信行业来满足行业需求，后来逐步发展到公安、金融、能源、交通、环保、水利等行业，为相关政府部门和企事业单位提供智能化为一体的综合服务。这样，他们很快就在业界站稳了脚跟，并有了自己的竞争优势。

深耕环保领域，推动精准治霾服务

近些年，服务环保行业成了公司的重中之重。为

什么瞄准环保行业？“环保上管天，下管地，中间管空气，85%以上的环保业务是与空间地理位置信息相关的。”姚新用了一种十分形象的说法。

中科宇图在生态环境方面所涉及的业务较为广泛，围绕生态环境大数据、大气环境、流域水环境、土壤固废、监察应急、工业园区监控6大服务体系，提供“智慧环保”综合解决方案；并结合卫星遥感、无人机、无人船、机器人监测等技术手段，坚持以解决问题为导向，业务延伸到精准治霾、系统治水和科学治土领域的管家式服务。这种拓展所涌现出来的潜力让姚新对整个环保行业也有了全新的认识，于是决定以战略的眼光来继续深耕这个行业。随着国家环保战略的实施和推进，他们在这个领域的业务也在全国呈现四处开花的局面。

大气治理就是一个典型的例子。十多年来，中科宇图一直围绕我国大气污染防治工作推动精准治霾，截至目前已经为全国30多个城市与地区提供过精准治霾服务。“我们利用地理信息遥感技术，能够进行天空地一体化的监测，通过卫星和无人机，再结合地面的监测，建立环境多源感知体系，形成环境立体监测网络就可以真正实现对大气24小时的实时监测。”姚新说，通过监测的大数据平台，很快就可以一目了然地知道哪个地方污染重，哪个地方污染轻，发现污染源究竟在什么地方，并依托我们的专家团队，开展实时分析指导、定时预测预报的科学服务，可以强化防治水平。通过长时间的监测，可以了解一个城市、一个区域雾霾的变化及成因，在一些重要的节日等关键时间点上就可以制定应急方案，还能做出有效的长期治理方案。

以北京亚运村地区的治理效果为例，姚新介绍：2017年前，亚运村区域的空气质量在北京市朝阳区43个街乡排名中一直很靠后，曾经连续几个月甚至是倒数前三。中科宇图作为朝阳区的企业，本人又身为朝阳区人大代表，更要为朝阳区的发展贡献一份力量。从2017年9月开始，连续4年为亚运村街道提供了量身定制的“精准治霾”服务方案。方案实施后，每年排名都有大幅提升，2018、2019、2020年每年

PM2.5浓度都在全区43个街乡排名中前10名以内。这表明，尽管这区域的空气质量受到周围空气环境污染的影响，只要通过有针对性地精准服务方案，空气质量就可以做到明显的改善。

“每座城市情况不同，但通过大数据分析，我们肯定能够找出城市空气质量不好的原因。到底是工厂的因素？还是机动车或者其他，我们是很清楚的。也就是说，基本上可以真正找出这座城市空气质量不好的病根所在，这是完全可以做到的。”针对环境应急事件，中科宇图精准治霾服务就能够根据当下的具体情况，给出一套合理的解决方案，可以协助高层决策，提高应急响应效率，减少损失。

“为何我们不发射自己的卫星呢？”

在提供地图大数据服务和环境服务的过程中，很多卫星影像数据中科宇图都得向有关资质公司购买，每年数千万元的费用是一笔很大的开销；此外，有些特殊信息他们是没办法买到的。在这种背景下，姚新有了一个十分大胆的想法：“为何我们不发射自己的卫星呢？”

说干就干！姚新立刻带领公司行动，开始筹划中科宇图的卫星发射计划，在2020年“黄河一号”环境资源小卫星星座计划应运而生。

姚新表示，决定有自己的卫星并不是一时心血来潮，也不是搞噱头。“有了自己的卫星，很多数据就不用买了，用自己的卫星就可以了。此外还可以把卫星数据与公司的地图大数据产品包装出一些产品和服务，形成公司在技术方面的护城河。而且这是环境卫星，“黄河一号”是构建针对黄河流域的卫星星座，未来将提供黄河流域沿岸生态环境数据共享、分析、定制等服务；为推动黄河流域生态保护和高质量发展提供强有力的科技支撑。”

自去年，“黄河一号”卫星项目与开封市签署合作协议后，今年3月份，再次与开封市政府围绕推动“黄河一号”项目落地的进展情况进行了深入会谈，

双方在航天公司入驻开封、组建卫星遥感团队、建设“一站五中心”、打造数字黄河及助力“黄河大脑”、规划航天探索体验中心、引进遥感与地理信息产业等方面达成了广泛合作共识。根据姚新的构想，“黄河一号”环境资源卫星计划4年发射6颗卫星。

做好大数据时代的“地图大数据”服务

随着信息技术的发展，大数据已经应用到各个行业，基于地图信息的大数据服务变得越来越普遍。也正是在这样的背景下，姚新审时度势提出了“大地图”的概念。他说“大地图”是融合了空间位置和时间序列动态演变的地理信息行业的“大数据”，是地图从整合向综合发展的体现。已经完全超越了原有的地图概念，而是逐渐从基础地图、行业地图服务上升为地图大数据服务。

“在大数据时代，50%以上的数据是与地图相关的，如果没有了地图数据，缺少了数据的空间性，大数据的效能就降低了一半，因此我认为大地图是大数据的基础。同时，大数据和大地图之间是相互促进的，大数据的发展必将促进地图行业的创新发展，大地图的产生更能提升大数据的价值。”而把好“地图大数据”信息安全的大门就成了至关重要的问题，多年来中科宇图建立了严格的信息保密制度，并获得相应的资质和荣誉等，未来还会随着公司的发展不断完善信息安全体系。

姚新还透露，中科宇图目前地图大数据业务的主要服务对象以政府和企业为主，但将来必然会发力个人用户方面，也就是从行业服务逐步过渡到公众服务。要实现这个目标，姚新认为中科宇图还得继续做强做大；虽然现在公司已经发展成为一个上千人规模的公司，但要应对市场的竞争和挑战，公司还要在做专、做精、做强的基础上继续下功夫。预计未来几年内，中科宇图会选择在国内上市，上市成功后，公司将迎来全新的发展机遇。◆

发展历程

中科宇图以地理信息与遥感技术为特色，布局测绘地理信息领域

梦想启航 (2001-2006)

- 2001年11月 公司正式成立
- 2003年06月 荣获《高新技术企业认证》证书
- 2005年05月 通过ISO 9001:2000质量管理体系认证
- 2004年08月 获得“科技部中小企业技术创新基金项目”
- 2006年05月 成立全国“数字环保实验室”及奖学金
- 2006年09月 产品正式列入“国家火炬计划”项目

中科宇图深耕环保领域，打造环境信息化领军企业，推动向“智慧环保”迈进

稳健前行 (2007-2011)

- 2008年12月 荣获“环境保护科学技术二等奖”
- 2009年03月 成立华中分公司，建立郑州生产基地
- 06月 成立华南分公司、资源环境科学研究院
- 2010年07月 成立西南分公司、新疆分公司
- 主编《数字环保理论与实践》图书并发行
- 2011年03月 与北京师范大学水科院共建“数字流域实验室”
- 07月 成立华东分公司

中科宇图布局地图大数据与智慧环境两大产业，推动公司转型升级，打造“互联网+生态”体系

快速发展 (2012-2016)

- 2012年12月 荣获“国家科学技术进步二等奖”
- 11月 主编《环境应急信息化理论与实践》图书并发行
- 2014年08月 主编《智慧环保体系建设与实践》图书并发行
- 2015年01月 获北京市经信委颁发“北京市企业技术中心”称号
- 03月 北京市科委授牌“北京市国际科技合作基地”
- 08月 成立“中科宇图战略发展与科学技术委员会”
- 2015年12月 中科宇图与方正国际签署战略合作
- 2016年01月 北京市科协授牌“院士专家工作站”
- 03月 人力资源和社会保障部授牌“博士后科研工作站”
- 获得甲级测绘资质7项
- 05月 主编《互联网时代的环境大数据》图书并发行
- 12月 荣获“环境保护科学技术二等奖”

中科宇图积极落实“精准治霾、系统治水、科学治土、智慧管理”的管家式服务，并推动“黄河一号”环境资源小卫星星座计划

再攀高峰 (2017-2021)

- 2017年01月 与华为企业云签署战略合作协议，构建云生态
- 03月 北京市发改委授牌“环境监测大数据应用关键技术北京市工程实验室”
- 09月 主编《大地图：测绘地理信息大数据理论与实践》图书并发行
- 09月 携手郑州高新区打造“北斗时空大数据基地”
- 12月 与中科院合肥研究院共建“大气环境污染监测先进技术与装备国家工程实验室”
- 2019年02月 与中能建北方建投签署战略合作协议
- 02月 与平安智慧城达成战略合作
- 11月 与科大讯飞签署战略合作协议
- 11月 与葛洲坝水务集团签署战略合作协议
- 2020年10月 与开封市政府签署“黄河一号环境资源小卫星”项目合作协议
- 2021年03月 与生态环境部卫星环境应用中心、黄河水利委员会、山东技术产业研究院、河南大学等多家科研高校签署“黄河一号”卫星合作协议
- 2021年09月 成立安徽中科宇清子公司，深耕华东生态环境市场

遥感服务于大地图 推动我国信息时代发展

——专访中国科学院院士李小文



Q《宇图》：习总书记在今年院士大会上发表了讲话，您对总书记提到的《皇舆全览图》有何感想？怎样理解习总书记的“地图之问”？

A 李小文：当听到习总书记谈及《皇舆全览图》时，很有感触，压力大，动力也大。地图的重要性，科普得不好。很多人认为：地图，中学我就学过了，没什么了不起的。其实关于地图中地理知识的获取和利用，有很多工作要做。举个简单的例子，中印边境自卫反击战的战斗英雄给我们作报告，讲到一个反冲锋，到了山南，眼前景观大变。从冰天雪地，一下到了郁郁葱葱。战士们紧张起来，“咋整的？咋一下冲到美国去了？”赶紧停下来请示。我猜战士们的地图上只有等高线，查不到喜马拉雅山南坡的植被覆盖情况，所以困惑。再举一个高层的例子，一位懂地学的中央领导，曾指示我们说：我国究竟有多少亩耕地？你们遥感能给出一个科学客观的数据，就是大功一件。这次“二调”，已经非常接近于立下这个大功了。但是还有些问题需要弄清楚，讲明白20.3亿亩这个数据，

才有公信力。我个人的理解，习总书记这一“地图之问”的用意是以《皇舆全览图》的辉煌与遗憾，说明中国科技曾经达到的高峰，达到高峰的经验；以及后来的落后，总结了落后的教训。习总书记如此重视，对我们长期推动“大地图”概念的地球科技工作者来说，既是压力，也是动力，也指明了方向。

有的人仍然不理解习总书记为什么这样重视《皇舆全览图》的成就，就按小人之心来理解，生生拉上一个外国领导人今年4月给习总书记的礼品是一幅该国最早的复制品。好像因为洋人重视了，才引起习总书记的重视。事实上，国内对《皇舆全览图》的学术研究，从上世纪末，就已经相当的热火，到电视连续剧《康熙大帝》中就有了重要的场面（虽然剧情有失实处）。

Q《宇图》：用习总书记“地图之问”的用意反观今日我国科技之发展，在遥感领域带给您哪些启示？有什么鞭策和指导意义？

A 李小文：一般地讲科技，我没那个水平。从遥感来说，我国已经有了海量的数据积累（包括天空地，各种与地理空间位置有关的数据）；而且这个积累还在加速进行。另一方面，数据积累的需求也越来越广。但是，要满足广大用户的需求，却总觉得数据不足。这到底是什么原因呢？问题很复杂，从体制上来讲，数据共享的事，推了很多年了，确实有进展，但距目标还很遥远，需要相当高的顶层设计和必要的权威。从学术上讲，遥感数据获取时有自己给定的空间分辨力，波谱分辨力，时间分辨力。而不同的用户有自己的行业规范，数据内容和精度要求，这个说起来很复杂。最精炼的是我听王任享院士讲的“六字箴言”：遥感数据要“好用，会用，用好”。就是说遥感数据本身质量要好（好用）；用户要用好遥感数据产品，甚至必要时更新自己的规范（用好）；中间有个环节，

就是能够综合天空地采集的各种数据的不同优势，生产出用户需要的数据产品（会用），降低用户的使用门槛，提高数据的应用能力。更简单讲，这三者的关系，好比是巨轮、码头和用户市场的关系。现在可能是为了顺口，听好些人用“六字箴言”的删节版：“好用，用好”。个人觉得是不妥的。单纯用增加卫星的数量、靠业主制来满足市场化的需求，数据资源已经有一定的浪费，而很多潜在用户却仍然缺乏适用的数据。这个数据流的聚散和加工问题不及时解决，规划中的遥感数据的浪费将会是惊人的。

Q《宇图》：习近平指出“科学技术必须同社会发展相结合”，请问李院士，遥感技术主要在哪些领域得到了应用？如果让一个普通人通过几个例子了解遥感，您会怎么说？

A 李小文：气象领域可能算应用得最好的，恐怕没谁没看过气象预报的卫星云图吧？这当然有其特殊性，也有待提高，但应用得最好，可能是无可争议的。林业也比较好，遥感已经进入了林调的行业规范。农业也不错。但在公众中知名度不如土地查违。报上有不少报道，违规使用农田的建筑方拉防空伪装网，公路上铺土种菜等等，以逃避遥感查违。电子地图导航，大家应该比较熟了吧，但是有一个及时更新问题，得靠遥感。想到那儿说到那儿，不是认真排名。

Q《宇图》：2008年汶川大地震，温总理在飞机上拿的是地图而不是遥感出的现势图，而2012年芦山地震时，航拍遥感获得了第一批灾区高分辨率数据影像，可谓这几年遥感应用的提升和发展速度如此之快，您是怎样评价这几年我国遥感的发展情况，在地址灾害中遥感又发挥哪些作用呢？

A 李小文：汶川地震时遥感潜力发挥不够充分，大家也总结了教训。比如科技部国家遥感中心设立了“蓄水池”项目，搞数据共享以救灾。遥感飞机的空域申请也一路绿灯。所以芦山地震后，遥感的应急反

应速度有显著的提升。但是遥感应用的提升和发展速度仍然远远跟不上数据积累的速度。遥感在地质灾害中的作用，我想首先是判断灾情严重程度的具体中心位置；其次是救援路径的选择。至于预报，目前有较大可能性的是滑坡，崩角，泥石流之类。地震预报，不是没希望，但道路还很漫长。有志于此的同志，必须有长期坐冷板凳的思想准备。不能急于求成，更不能瞎吹。知识的积累，是需要时间的。这里又回到康熙，他不仅记录了他亲身经历过地震时的感受，而且在临终前不久（1721）亲笔撰写了一篇探讨地震成因与震灾空间分布的论文。稽少丞博主《地震与中国大陆形影相随》一书127—128页，有其原文、白话译文、和评价：当时世界领先。虽然当时无法在CNS上发表，但是它的存在，对于人类知识的积累的贡献，是不容否认的。

Q《宇图》：您先后主持的国家攀登项目、973项目等重大遥感基础研究项目，使我国在多角度遥感研究领域处于国际领先地位，这些项目在哪些方面对我国遥感科技领域起到推动作用？针对中科宇图的遥感监测、空间数据科研成果结合我国地理信息产业（或遥感应用）的发展您有什么方向性的建议？

A 李小文：自我评价，是很为难的事，有时弟兄们不得已而拔高，我不好认，也不好不认。所以前一个问号就不说了。目前，信息技术的发展，已经使大地图的概念融合、进化成为更强的“大地图”，而全球卫星数据的覆盖，也为我们自主产权的大地图创新创造了条件，当然这种跨区域跨行业的合作不是我们地理、测绘、遥感等几个部门就能完成的，这需要更高层级上的顶层设计和组织实施。每天遥感采集或网络上与地理位置有关的数据都在更新增加，海量数据最终转化为为国家、为各行各业、为公众服务的信息产品，才能推动信息时代我国大地图的发展。陈述彭先生给宇图的题词，有很强的指引性。宇图就是应该做好地理信息的聚散和面向用户（政府或市场）的产品加工。◆

选自《宇图》期刊2014年总第3期



郝吉明：中国大气污染防治的这五年

各位朋友、各位同仁，我给大家回顾一下我国大气污染防治的这五年，也就是说大气十条颁布以来的情况。我想分五个方面来给大家汇报：一是大气十条的颁布，二是空气质量改善的情况，三是基本科学共识，四是主要措施执行效果，最后是挑战与建议。

中国工程院和环境保护部（现更名为生态环境部）共同完成了中国环境保护的宏观战略研究。在战略研究当中有一部分内容是大气环境保护的宏观战略研究。在战略研究中确定了一个战略目标，这个战略目标提出到2050年中国实现世界卫生组织的环境空气质量浓度的指导值，保护公众健康和生态安全。当时制定目标的时候很多人怀疑，到2050年能不能实现这个目标？也有人认为这个目标比较保守，中国实

现世界卫生组织的指导值根本不需要40年，所以最后加了“基本”俩字，叫基本实现总目标。

当时有三句话，中国的大气污染是世界上最严重的国家之一。中国大气污染的形成原因复杂性是最复杂的，治理起来的难度也是最大的，应进一步强化大气污染防治保护工作。中国大气环境质量管理进入了新阶段，面临新的转型。为什么叫新阶段？就是必须以改善空气质量为核心导向。当时我们总是说总量减排，目的是改善空气质量，并且我们空气质量管理进入复合型污染的控制阶段。基于这种判断和战略目标，在2011年修订了火电厂的排放标准，这个排放标准修订应该说是贯彻实现战略目标的第一步。颁布后，很多人说这是史上最严的目标，排放标准是最严的标准。

有了排放标准以后，遂制定环境质量标准。这个标准为实现卫生组织的接轨创立了很好的条件，尤其是把PM_{2.5}列入了标准。这个标准在2011年底之前都完成了，我正准备去美国过春节，当时环保部长和副部长都告诉我，过了春节之后我们上班第二天发布这个标准。过节以后我发现没有发布，我说好事多磨出了什么问题，从美国打电话问，给我的回答是这个标准要登国务院常务会议讨论后再颁布。这个标准成为我们现在所有环境标准当中唯一由国务院常务会议讨论颁布的标准，可见标准的重要性。

第三个标志性的措施，就是我们的环境保护实现四个战略性转变。第一个转变就是控制目标从总量控制到空气质量改善。第二个是控制对象从燃煤污染到多种污染源控制，控制手段从控制点源开始至多种污染源控制。区域来说进展到联防联控的控制。大气法2000年修订以后，15年没有修订，严重不适应大气环境保护需求。2012年国务院发布了《重点区域大气污染防治十二五规划》，提出了三区九城的控制重点区域，这都是一些进展。但是在这些进展过程当中，在2013年1月份在中国东部地区出现大面积的严重污染。特别是1月13号，污染程度非常严重。

硫酸盐、硝酸盐、有机物等都是二次成分占到主导地位，这种背景下才颁布了大气污染防治行动计划，这个计划提出了总体目标，分为两句话描述，一是经过五年努力达到全国空气质量总体改善目标，二是力争再用五年或者更长时间逐步消除重污染天气。有的人总是着眼第一句话，我把两句话综合起来看：过十年或者更长的时间逐步消除重污染，这个任务中央判断的艰巨性，不是三年五年就能做好的。

大气污染防治行动计划是第一个国家层次上控制大气污染的行动计划。过去的计划都是国务院办公厅批发给各个部门的计划，这是国务院领导制定的；也是第一个针对PM_{2.5}的行动计划；同时，这是第一个以改善空气质量为目标的行动计划。三个第一，说明我们大气空气污染控制的目标性和提出的任务。

从京津冀、长三角、珠三角几个重点地区来看，圆满完成了计划提出的十条任务。全国PM₁₀下降的



幅度达到了预期的情况，当时提出来全国PM₁₀下降10%，结果平均下降了22.7%。全国重污染天数显著减少，长三角、珠三角基本消除了重污染天气，京津冀重污染天数从75天降到28天，这是很大的改善。

通过五年我们达到基本的科学共识，在大气污染控制上有几条：

第一，我们大气污染的来源，为什么形成重污染？重污染的原因进一步探明：燃煤工业生产、机动车等是京津冀及其周边秋冬季大气污染的主要来源。其中，燃煤排放仍然是首要来源，一次排放对采暖期PM_{2.5}贡献率达到20%-30%，对有机碳的贡献显著增加，排放二氧化硫、氮氧化物转化为二次颗粒物，形成硫酸盐、硝酸盐等。总体来讲燃煤排放对秋冬季污染及PM_{2.5}的贡献率达到30%-50%，中国控制燃煤污染仍然是排在第一位的任务。

第二，宏观来看大气污染原因就是排放强度大，超过了环境承载力。我们解读重污染总解读天气形势不利，很少解读我们排放量太大，其实我们排放量太大才是主导的，排放量超过了环境承载力，人的作用就明确了。

纵观来看，重污染分析如何形成的，三个问题，一个是本地积累，第二个区域传输，再加上二次污染物的转化。本地积累比较清楚，北京千万人口的城市，取暖排放。有利气象条件把北京污染给吹走了，北京就好了，你排放太大也要消减；第二个区域传输，包括京津冀的周边地区，山东、河南等都对北京有很大的影响。因为有太行山脉、燕山山脉，两个山脉地形

条件相当于把污染拢在一块；第三个二次转化，颗粒物转化一部分，和原始颗粒物两部分。

第三，重污染期间 $PM_{2.5}$ 的组分和成因变化明显。过去硫酸盐、二氧化硫是主要矛盾，现在硝酸盐已经成为重污染期间最重要的二次组分，要改善颗粒物的污染，控制硝酸盐是首当其冲。

第四，颗粒物污染和不利气象条件之间相互作用。气象条件不利，污染之后对气象有反馈作用，使不利作用更加剧。

我们科学上取得四点共识，采取很多行动，效果怎么样，做了分析。首先是能源结构的调整，包括煤炭用量下降3亿多吨，五年3100亿千瓦时的电力，代替煤炭和油品，建设成了十项特高压输电工程，淘汰治理无望的小型锅炉20多万台。

还有产业结构调整 and 一批重大减排工程。国家重大减排工程在这里起了重要作用。大气十条实施以来，大气污染防治领域实现了一系列历史性变革，解决了许多长期想解决而没有解决的问题，这是总体的措施。

由于这些措施的作用，全国污染物减排取得了显著效果。二氧化硫、氮氧化物、 $PM_{2.5}$ 的一次排放

这些年显著减少，二氧化硫减少59%，氮氧化物减少20%，硝酸盐成为颗粒物当中主要成分。为什么？二氧化硫减排幅度大，氮氧化物减排幅度不够，所以硝酸盐凸显了，因此，加大氮氧化物减排力度是刻不容缓的。

大家也非常关心大气重污染成因与治理的集中攻关专项。在生态环境部强有力的组织下，首先，成立了1500名的科学专家组自上而下推动，这是组织的优势力量。

第二，建立“一市一策”跟踪计划，选择在“2+26”个城市的每一个城市成立专家团队，1+1对应，解决了地方有想法而没有办法的瓶颈。

第三，很多科研计划成果用到“2+26”个城市。国家的各项成果包括科技部的大气重点专项，大气重点专项的投资是24.76亿，另外还有科技基金委，基金委专门列出了联合重大治理计划。

由于“2+26”的作用，很多城市的空气质量有显著提升，减排取得了一定成效。“2+26”团队不单对秋冬季污染治理发挥了作用，也为大气制定三年作战计划提供了科技支撑。每个团队都为所在的城市提交

了制定三年作战计划的科技支撑材料。另外，攻关项目对推动科技成果快速应用到大气治理实践也是非常有效的。

对挑战和建议我提几条，打赢蓝天保卫战关键性挑战在哪里？第一，我们必须清醒认识到 $PM_{2.5}$ 的防治刚刚迈出第一步，未来依然任重道远；第二，我们治理的渠道成效总是先易后难，随着治理进程越来越难，可以这么讲，治理二氧化硫相对比较容易，治理氮氧化物就难，治理VOCs更难，二氧化硫减少了，氮氧化物减少了， $PM_{2.5}$ 一次减少了，我没有说VOCs，为什么？VOCs是增加的态势，不是减少的态势。空气质量管理进入了 $PM_{2.5}$ 和臭氧协同防治的深水区。

其次是产业能源和交通结构的调整。调整产业结构、能源结构和交通结构是长期系统的工程，还需要时间；另外，坚持科技引领，继续提升科技服务能力，构建精细化的大气环境管理治理体系，还需要花更大力气。实际上科技引领，在科技上花更大投入，取得更多的进展，这是持续支撑我们科技治霾的必然条件。

这里我给一个英国的例子。伦敦烟雾事件治好了，它们花了50年治好的，一个是二氧化硫，一个是烟尘。英国现在整体空气质量发生了转化，燃煤污染变成了机动车污染，在英国伦敦有63%的颗粒物来自于地面交通源，其他还有一些交通源，还有一些移动源。63%的地面交通源又解析过去了，也就是伦敦的污染已经从燃煤型转变为机动车控制型。

中国怎么样？中国现在燃煤治理仍然是第一位的，机动车污染治理也会变得越来越重要。北京也颁布了源解析的结果，移动源对 $PM_{2.5}$ 贡献在本地源占了45%。

伦敦地区总管总结出的五条经验为：一、改善空气质量是可能的，伦敦经验证明是可能的。我们在北京的经验也证明是可能的；二、伦敦仍然面临严重的挑战。这条我们要记住，不要认为我们没有挑战了，我们也有更严重的挑战；三、在伦敦地区建立超低排放区域是必要的。北京总说要建立超低排放区，还一直未建；四、消减和应对是双重整治；五、国家之间、城市之间需要一起努力，也就是我们所说的联防联控。



另外如何优化能源、产业和交通结构调整，尤其是交通结构调整，如何优化铁路、公路、水运相结合的运输体系。不要把运输都转到公路上来，转到公路上来会导致柴油车污染加重。同时，建议推动国家减排工程。启动清洁柴油车行动计划、VOCs减排等行动。

针对氮氧化物和VOCs两类污染物，应加强科技支撑和能力建设。国家在加强大气科技支撑和能力建设方面，缺少统一规划与顶层设计。如何建立基于大数据的科学决策平台，还是有很多挑战的。我们空气质量标准的科学性和匹配性也有待改善。

总体来看，我们现在治理的思路和方向是正确的，执行和保障是有利的。燃煤锅炉整治、企业提标改造、扬尘整治和“双散”污染治理等措施，要坚持不懈地进行。再一个， $PM_{2.5}$ 的防治工作依然任重道远，仍然要以防治 $PM_{2.5}$ 为中心，推动 $PM_{2.5}$ 和臭氧污染的协同控制。 $PM_{2.5}$ 仍然是主要矛盾，在今后一个比较长的时间内都是主要矛盾。未来必须坚持科学技术引领创新，来促进环境质量改善。◆

选自《宇图》期刊2018年总第17期





【人物简介】

魏复盛，四川省简阳县人，中国工程院院士。

1964年毕业于中国科技大学化学系，并留校任教；

1983年到中国环境监测总站工作，曾任副站长、总工程师、研究员。中国环境科学学会副理事长，全国环境监测专业委员会主任，第十届全国人大常委委员；

1997年当选为中国工程院院士；

1974年开始从事环境污染物质分析方法研究；

1985年领导和组织了全国监测分析方法的研究、验证和统一及标准化工作。负责组织并承担国家科技部一系列重大攻关课题，取得了具有国际先进水平的重大科研成果。近十余年负责承担了中美多项合作课题。曾获国家科技进步二等奖两次，获部级科技二等奖三次、三等奖两次。编著或组织编写的专著十余部。在国内外学术刊物上发表论文230余篇。主要研究方向：环境化学、环境监测技术、环境污染与健康等。

近日，国务院办公厅发布关于印发生态环境监测网络建设方案的通知，对今后我国环境监测和生态文明建设做出部署和全面规划。在互联网+、云计算和大数据等这些新兴科技充斥各个行业，环境大数据促进环境信息化产业升级的关键时期，我们邀请了中国工程院魏复盛院士，就国内环境信息化的形势和大数据，数据联网和鉴定，数据共享和公开，如何加大公众的知情权和监督权等问题，进行了独家专访。

1, 您一直从事环境监测及环境污染领域研究，专注于环境监测技术工作几十年，作为我国环境监测领域的专家，从实践工作的角度，请为我们解读下目前我国环境监测的状况？

魏院士：最近党中央国务院对生态环境监测提出了更高的要求，提出十六字方针，即“全面布点，全国联网，自动预警，依法追责”。要形成政府主导，部门协调，社会参与，公众监督的新局面，加快推进生态环境的建设。

从过去十年到二十年来看，以前环境监测的项目少，监测的技术主要以现场采样、实验室化验分析等基础手段为主。比如过去大气监测是以“1-4-7-11”（月）四个时段模式进行监测。水期分为丰水期、平水期、枯水期，三阶段进行采样。时间频率比较低，覆盖的区域不全面，因此获得的数据不足。在对污染源进行抽样监测方面采取一年监测一次。现在和之前不一样了，自动监测和遥感监测已经发展起来，因此数据监测的手段有很大提高。与此同时天地一体化、陆海空、监测频率大幅度提高。比如：大气的质量监测现在在三百多个地级市的约1436个站点都建立了自动监测系统，每分钟都有监测数据，每个月至少有80%以上至95%时间频度的数据量，数据量非常大。污染源监督性监测和污染源的连续自动化监测也有了很大的进步。全国有一万多个重点污染源，数万套连续自动监测系统在运行。就目前来说，污染的项目和时间频率提高，覆盖区域更加全面，技术手段是手工监测和自动监测相结合，数据量成倍增长，有很大的发展。

2, 数据在环境决策中重要的支撑作用，从采集、共享到互联互通，对于数据与环境整合最重要的是什么，应该注意哪些方面？无人机、遥感等如何在环境服务方面发挥积极作用？

魏院士：监测的数据从采集到共享，互联互通，是目前要解决的问题。我从几个方面进行阐述，第一，环境质量的监测：环境质量包括大气环境质量、水环境的质量、土壤环境的质量、生态状态等的环境质量

全部覆盖。以政府为主导，资金方面由政府全力保证，可以让政府委托第三方去监测。数据上传到环保部，同时传送给地方，达到监测数据共享。

第二，污染源监测：政府要对污染源进行监督性监测，执法监测，接受社会的监督。监测数据要上传到当地的地方政府和上级环保部门。重点污染源安装了连续自动监测系统，由企业负责监测或委托第三方监测，其监测数据要传送给地方政府和环保部。

第三，执法监测：要求监测与监管联动。监测的结果要与执法部门紧密的互动。执法部门发现问题时要求监测部门及时去监测，监测的结果要实时共享。另外污染事故的应急方面要实行监测，为应急处置提供科学依据。保证环境的安全。要有一套科学的质量保证与质量控制的方法，监测数据要准确、可信，监测数据的质量是极其重要的。现有一套办法针对弄虚作假的相关人员要进行严肃处理或拘留，甚至走进行刑事处罚。

第四，数据互联互通，数据共享：应该有一套统一的技术标准、统一的技术规范，统一的操作规程使数据准确、可靠！保证数据公开，有透明度，使其能够接受社会舆论的监督，从使公众的知情权和监督权得到保证。国家已经计划于2017年实现逐级联网，上网的手段、技术都由国家来统一搭建平台和数据库，并且国家强调全国能够逐级联网，完善这套系统要在2020年建成。如此浩大的工程，涉及到全国的工作量也会很大。比如说大气监测网338个地级市，1400多个监测站，90多个区域站，16个背景站，这些数据都要做到互联互通，数据共享。

第五，生态环境的监测：我们国家目前对一些生态脆弱的县市进行生态、建设与补偿的绩效考核监测。草地的覆盖率，森林的覆盖率、农作物的分布都需要进行监测。生态环境监测大致分为遥感卫星、地面激光、无人机等方式。数据是一种资源，要进行深度的开发、加工、分析。提出有决策性的支撑意见，为政府监督环境提供依据和服务。比如说阅兵蓝，蓝天还不错，人努力了老天也帮忙。解决环境污染人人都有责任，人人都要对环境污染的减少付出自己的努力，

这是人努力。所谓天帮忙指的是气象，虽然我们目前无法做到呼风唤雨的程度。

数据的互联互通，数据共通这是很重要的一条。这么大的数据，这么大的空间范围，对数据的判断，加工处理和完成这些都是要自动化。海洋的数据、环保部门的数据、水利部门的数据、农业部门的数据，中央各个部门的数据都要做到共享。数据的采集、计算，各部门要根据统一的技术规范和标准，最后形成环境质量的报告。这个过程必须要做好顶层的设计。所建立的数据联网必须要统一的规范和标准，一致的表达方式和处理方式，以此达到更好的效果。目前我们有一部分数据已经做到共享，但各个部门、中央和地方的数据共享还没有做到。从国家要求的角度讲，在2020年完善，实现规定。另外海陆空一体化监测系统，无人机遥感，地面激光雷达等各方面近年都在发展之中，并起到了一个很好的效果。

3, 环境大数据促使环境信息化产业转型升级, 那么您觉得今后数据整合的发展方向是什么, 有什么影响?

魏院士: 环境数据今后整合的一个方向: 环境值、污染源、执法等都为国家决策、国家执法、国家监管来服务, 为公众的知情权和监督权提供平台。监测的数据要准确, 要让媒体看得见, 让大家进行监督。如果弄虚作假, 必须要进行严肃的查处。再者, 数据公开以后, 全社会都在关注, 技术界、科技界都在分析研究这些数据, 为政府提供决策性服务, 对推动环保工作会起到更好的作用。

中科字图在遥感信息和地理信息系统可以发挥更大的作用。在项目建设、顶层设计、数据传输、数据空间时间的表达、数据的处理上更好的发挥作用。现在全国有监测站两千多个, 空气监测点有几个, 水资源有几个监测的断面, 包括1000多个河流, 四个海域, 几个重点污染源点位, 地方有几十万到上百万的污染源。要建立数据库、平台, 建立数据的处理方法。如果顶层设计的不好, 不能联网, 不能数据互通和共享损失就大了, 这是不可取的。相关的技术

标准和规范必须要统一起来。因为国务院的各个部委, 涉及到各个地方, 这一点均可体现顶层设计。现代化要事先统一的评价标准, 能够正确认识我们的环境和取得的进展。进展和进步能够增加我们的信心同时也可看到自身存在的问题, 想办法更好的进行改进, 将环保工作做得更好。

4, 在大气、水、土壤领域, 生态建设还有很多问题需要解决, 就整个历史发展链条来看, 在我国与其他发达国家比较, 面对生态建设可持续发展, 您有哪些好的建议?

魏院士: 现在我常常听到两个声音: 一是改革开放, 我国经济发展了, 生产模式一直是粗放式发展。我国的环境质量同美国、日本、英国相比, 确实差距较大, 但这忽略了我们是处于不同的发展阶段。比如, 现在我们处于工业化的中期和后期, 能耗、水耗比较高, 污染比较重。但是和英美国家的中后期同一阶段比较, 我们的环境状况就好多了。我们在发展过程当中, 注意了环境保护的问题, 吸取了他们的经验教训, 这是我们的进步所在。如果在同一发展阶段, 我们与美国30-50年代相比, 我们发展好多了, 环境质量要比他们同一时期要好。二是我们看到经济的快速发展和此阶段环境问题, 经济发展好了以后, 我们为环境的治理提供了经济支撑和技术支持, 一切问题都要通过发展来解决, 环境问题也需如此。经济实力增强, 科技实力增强。

另一方面, 我们现在环境问题确实存在问题。我们缺乏一些核心的技术。我们碰到的问题越多, 解决问题的能力越大, 对今后的发展越是有利。十几年来, 国家采取有效的政策, 电厂燃气污染物的排放量大幅度下降, 我们技术的进步也受到我们环境质量的驱使。工业化、农业现代化、城镇化、信息化的问题, 比如英美国家是串联式发展, 我们是并联式发展。发展过程中, 出现的环境问题, 逐步认识, 逐步解决。有些问题认识不到, 急于发展, 出现一些偏差, 没有预见。目前政府也正在逐步推行可持续发展并解决目前存在的问题, 我们的前景还是会很好的。◆

选自《字图》期刊2015年总第7期



杨志峰, 1963年生, 中国工程院院士, 博士、教授、博士生导师。国家杰出青年科学基金获得者, 国家重点基础研究发展规划项目(973项目)首席科学家。原北京师范大学环境学院院长, 水环境模拟国家重点实验室主任, 新世纪百千万人才工程国家级人选, 享受国务院政府特殊津贴专家。主要从事水资源与水环境、生态规划与管理等方面的研究。

研究领域: 湿地生态过程、流域生态环境需水、城市生态规划与管理

社会任职:

国务院学位委员会第六届、第七届学科评议组成员

第四届、第五届教育部科学技术委员会委员

民盟第十一届中央委员会委员、生态环境委员会主任;

中国环境科学学会第四届、第五届理事会常务理事、咨询评估工作委员会主任委员; 第六届理事会环境地学分会理事长

国家自然科学基金委第十届、第十一届地球科学部, 第十三届工程与材料科学部学科评议组专家

国际能值学会(ISAER)亚太地区分会总负责人

Journal of Environmental Accounting & Management 主编等任职

记者：作为教育部长江学者特聘教授、国家杰出青年基金获得者、国家创新群体学术带头人、国家973项目首席科学家，您先后主持了多项国家级重点项目，在生态环境规划与管理、环境系统工程等领域取得了令人瞩目的成就。能谈谈近年来您对生态环境领域的研究心得吗？

杨院士：近几年来，我国的生态环境与过去的历史相比，虽然有了明显的改善，但由于诸多因素造成的大气污染、水体污染、土壤污染等生态环境问题还未得到完全或有效的解决，经济发展与资源环境承载能力的矛盾仍然突出，还不能适应全球城市经济社会发展三大转变的趋势，还不能满足人民群众对生活质量的新期盼，仍然存在以下五个问题：一是尽管国家环境保护意志坚定，但是公众环境保护意识比较淡薄；二是区域功能定位不合理，导致了生态环境的恶化；三是许多企业整体技术水平落后，造成了生态环境破坏；四是资源开发与利用效率不高，直接破坏了生态环境；五是环保基础设施建设滞后，阻滞了生态环境的优化。

2015年我国发布“关于加快推进生态文明建设的意见”，认为生态文明建设事关“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦的实现。加强生态文明建设，有利于人与自然的和谐、有利于人与人的和谐、有利于可持续发展，是全面建设小康社会战略目标的重要保障。在生态环境规划与管理实践中，要树立系统化和生态化的思想，坚持节约优先、保护优先与自然恢复，坚持绿色发展、循环发展与低碳发展，在全社会范围内不断培育生态文化，使生态文明建设与我国工业化和现代化的发展相契合。

记者：在前不久中国环境科学学会的学术年会论坛上，您的发言里特别提到，对于湖泊及生态流域系统的治理要“一湖一案”。可以具体给大家讲讲您的思路与想法吗？

杨院士：不同湖泊流域的社会经济、地质地理、

气候特征、水文条件、污染因子和生态水平迥异，因此，针对特定湖泊，需先“诊断”其问题，再因地制宜制定保护战略和修复措施。我在大会发言里提到了白洋淀研究区域，就拿白洋淀来说，白洋淀位于大清河流域，由9条河流汇水形成。淀区总面积366 km²，当前水域面积萎缩到60%，芦苇台田约占四成。90%以上入淀径流被山区库坝截蓄利用，上世纪80年代以来，多次实施应急式调水措施，1997年后每年进行调水补淀，依赖外调水维持湿地特征。淀区有143个淀泊，周边村庄环绕，35万人口的生活排污和7000吨渔业养殖量的饲料投喂是淀区主要污染源。府河是目前唯一常年有水的入淀河流，携带保定市两个二级污水处理厂尾水汇入白洋淀，这些水具有低氧低碳高氨氮的特点。通过水量、水质、水生态一体化监测及生态健康诊断，结果表明：白洋淀流域各水文站年径流量均呈显著减少趋势，农业用水占水资源总量的比例大（84.28%），水资源供需矛盾引起的生态需水短缺是当前白洋淀生态环境问题的首要根源；监测发现：白洋淀植被的年内蒸散发耗水量要远远高于水面的蒸发。因此，需要通过节水措施达到降低淀区耗水量的目的。

从上述分析我们可以看出，对白洋淀而言，节水是缓解水资源不足、供需矛盾日益紧张的有效措施，社会经济效益也相当明显。同时，对湖泊生态环境保护及修复不能只局限于湖泊一个点，应从流域整体的角度，考虑湖泊和其他水体之间的“源—汇—流”关系，开展系统层面上的研究和管理，就北方地区湖泊而言，其生态退化与当地人口和经济发展导致的水资源紧缺是密不可分的。另外，还应考虑通过虚拟水战略优化产业布局、减少高耗水产业，将有限的水资源投入到低耗水高效益产业，提高用水效率，为流域生态需水提供保障。

记者：在大会的发言里您也提到，对一个问题分析要系统化，从空间而言要在更大的程度上考虑问题，比如以白洋淀为核心区，重点突出流域主要河、库和淀区的源—汇—流关系，体

现空间和内容上的系统性和整体性，从流域尺度构建北方草型湖泊“诊断+节水—控源—净淀—调控”一体化调控措施。您能详细介绍下这个一体化措施的内容吗？

杨院士：诊断与节水在上个问题已经分析过，控源是通过外源污染控制、“河道—湿地—前置库”一体化河流水质改善、淀区营养盐逐级拦截生态净化等系列关键技术，实现对点源、面源、入淀河道、淀区污染负荷的全过程削减。比如，针对府河流程长、氮源污染主要来自污水厂的特点，构建“河道—湿地—前置库”一体化河流水质改善技术，充分利用河流现有泄洪区，在河道、湿地和前置库中建立厌氧好氧（A-O）交替环境，研发河流自养脱氮工程技术，控制入淀河流污染物的输入。对于面源污染，白洋淀流域与南方地区完全不同，其面源污染具有突发性特征，但是入海量却非常小，因此，面源污染控制的重点在淀内而不是淀外。在淀中村生活污水及垃圾综合整治的基础上，依据生态学原理和营养盐循环特征，在淀中村湖滨带建立了陆—水—沉积物的立体化营养盐循环削减控制的逐级拦截生态净化技术，有效控制了淀区面源污染，并形成了符合白洋淀淀区特点的生态拦截与修复屏障。

净淀与调控是指利用水生植物调控富营养化技术、生物链调控富营养化技术、水生植物镶嵌调控沼泽化技术、以及台田格局优化调控沼泽化技术等，从而建立白洋淀富营养化与沼泽化的逐级调控技术体系。由于白洋淀清水草型—过渡型—浊水藻型是时间维的退化过程，因此，对于处于不同阶段的淀泊水域，应分别采取不同的修复措施，通过对症下药，克服过分医治和用药不足的问题，在特定时空尺度内优化调控目标，实现环境效益和经济效益的双赢。

在上述攻关研究基础上，进一步集成和优化了白洋淀“诊断+节水—控源—净淀—调控”的一体化技术，将白洋淀水量保障、水质改善与生态健康有机结合，实现了流域尺度水生态系统的综合调控。基于GIS数据和可视化平台，建立了综合决策与应用系统，形成

并完善了白洋淀“水量保证—水质改善—生态健康—环境友好—管理有效”的数字化技术平台，依托环境监测部门建立了监测—模拟—评估—技术—决策的一体化集成系统。

记者：加强生态环境的监管与规划，对实现城市的可持续发展具有决定性的意义。对于未来城市的可持续发展，您有什么好的建议吗？

杨院士：首先，进行生态环境资源的保护和可持续利用。城市系统结构发展的可持续性与生态环境资源的保护和合理开发利用关系十分密切。水、土地、能源等环境资源的类型、数量、质量及其承载能力是决定城市社会和经济结构可持续性的基本因素。因此，可持续性城市系统的规模结构和发展速度要与生态资源的承载力相协调，这样城市系统结构和规模体系在发展过程中不断趋于合理和完善，促进城市系统经济效益、社会效益和环境效益的同步提高。

其次，实现经济结构的优化。一是实现经济产业结构由以劳动密集型产业为主向以技术密集型产业和资金密集型产业转移，产业结构由以第二产业及第三产业为主向第三产业方向发展；二是实现3次产业的产值结构、产品结构、技术结构、投资结构等的合理化。城市的可持续发展应该处理好城市的产业功能、作用与性质的关系，充分发挥城市向心吸引力和离心辐射力，促进城市的现代化和区域化，实现满足城市发展需求的可持续性目标。

第三，加强基础设施的建设。基础设施是城市各种经济、社会、物质实体的支撑系统和载体，城市系统结构的可持续性是与城市基础设施的容量密切相关的，城市基础设施的建设包括水源、能源动力、交通运输、邮电通讯、生态环境、防洪和房地产开发等7个系统。它们之间需要相互适应、相互配合、相互联系，是城市人流、物质流、能源流和信息流的输送系统，因此，加强城市基础设施建设，对实现城市的可持续发展具有决定性的意义。◆

选自《宇图》期刊2016年总第11期



运用数据共享与服务 搭建资源环境生态圈

专访嘉宾：中国工程院院士 孙九林

孙九林，江苏盐城人，中国共产党员。中国工程院院士，中科院地理科学与资源研究所研究员、博士生导师。

著名的“资源学家”、“国土资源及农业信息”工程研究与应用的学科带头人，长期站在开拓者的位置从事信息科学与资源及农业科学交叉领域的研究和实践，取得多项开拓性的理论与应用成果，为创立“资源信息学”、“旅游信息学”、“国土资源及农业信息”工程科学和国家建设做出了突出贡献。

在取得的16项重大成果中，有12项获省部级以上18种奖励；专著13部，论文100余篇。培养近百名硕士、博士及博士后，2001年当选为中国工程院院士。

代表性学术著作：

- 1、《信息化农业总论》，2001年，中国科学技术出版社；
- 2、《中国农作物遥感动态监测与估产》等系列专著（5部），1996年，中国科学技术出版社；
- 3、《国土资源信息分类体系与评价指标》，1992年，中国科学技术出版社；
- 4、《中国亚热带东部地区能源研究》，1990年，科学出版社；
- 5、《区域资源开发模型系统》，1992年，中国科学技术出版社；
- 6、《中国21世纪可持续发展道路》，1999年，经济出版社；
- 7、《地球系统研究与科学数据》，2009年，科学出版社；
- 8、《Web GIS: Principles and Applications》，2010年10月，ESRI出版社；
- 9、《Web GIS: 原理与应用》，2012年6月，高等教育出版社。

国务院总理李克强在作2016年政府工作报告时提到，应促进大数据、云计算、物联网的广泛应用。2015年9月，国务院印发的《促进大数据发展行动纲要》中称，国家政府数据统一开放平台将于2018年底前建成，率先在气象、环境、信用、交通、医疗、卫生等20余项重要领域，实现公共数据资源合理适度向社会开放。不仅中国，大数据被各国政府都提到了前所未有的高度，公共数据开放也纷纷提上日程。如今，数据共享平台已成为解决当前科技工作分散、封闭、低效、重复等问题的一项重要手段。“科学数据是科学研究的基础，如果谁都不把自己的数据拿出来，科学技术怎么发展？”从上世纪90年代末开始，中国工程院院士孙九林就在牵头科学数据共享的工作。孙院士是我国农业与资源环境信息工程学术带头人之一，提出了我国资源信息管理体系结构、资源信息分类编码等，为数据信息在资源环境中的应用做出了开拓性贡献。此次，我们邀请孙九林院士，就如何充分运用数据共享与服务搭建资源环境生态圈，进行了独家专访。

记者：数据应用的前提是数据开放，您能简要介绍下我国科学数据开放共享的整体发展历程吗？

孙院士：我国十多年来的数据共享取得了很大的成效：2003年，科技部在财政部的支持下设立了科技基础条件平台建设专项，科学数据共享工程作为重要组成部分纳入科技基础条件平台建设；2008年，科技部发布973计划资源环境领域数据汇交管理办法；2009年，第一批科学数据共享项目验收，转入运行服务阶段；2011年，国家科技基础条件平台组织首批认定。

现如今，数据科学蓬勃发展，“大数据”也被各行各业所提及，从“概念”层面上升到“价值”层面，广泛应用在医疗健康、金融、电子商务、农业、林业、城市管理与资源环境等方面。基于数据这个基础平台，也会建立起跨领域的数据共享平台；数据共享也会逐

渐扩展到企业层面，解决实际问题，成为未来产业的核心一环，从而实现模式化、数据商品化与数据共享的联盟化。

记者：国外一些国家的科学数据共享，在特征、模式上有哪些地方值得我们借鉴呢？

孙院士：我认为美国在数据开放方面的做法是非常值得中国借鉴的。我也曾在《科技日报》的采访中提到过，美国政府选择的是一条数据信息共享的“大循环”道路。美国之所以在科技领域占据制高点，与其所采取的“大循环”科学数据的共享做法是分不开的。

美国政府首先从制定政策和法律入手。政府以原有的《信息自由法》和《版权法》为法律基础，规定政府应该主动告知禁止公开内容以外的信息。

美国在20世纪90年代提出的“完全与开放”的数据共享政策，成为其联邦政府在信息时代的一项基本国策。从1990年到1999年的十年中，分两步实施数据共享计划。首先由美国航空航天局启动“分布式的最活跃数据档案中心群”，重点是搞好数据共享和国家级数据中心的建设；第二步，由白宫启动总统长期专项，建设国家级数据信息共享网络，用十年的时间，即在20世纪末完成建立世界上最强大的科学数据共享体系的任务。“完全与开放”的数据共享政策极大地刺激了美国经济的发展，数据共享实施的十年间，1995—1999年平均每年经济增长率比1991—1995年多增长1.1个百分点。据美国经济学家计算，其中0.5个百分点是由于数据与信息的传输和应用所产生的效益。

美国政府提供政策和经费保障，使数据信息中心群成为国家信息生产和服务基地，保障数据信息供给不断，利用网络把数据和信息最便捷、及时地送到包括科学家、政府职员、公司职员、学校师生在内的所有公民的桌上和家中，把全社会带进了信息化时代。这个过程遵循的基本思路就是，利益分配上的基本点就是让全社会受益，让整个国家受益。政府充分发挥

其数据资源作用，让每一位公民在数据、信息、知识、理论、决策、效益的各个环节上发挥才华，让民众把数据信息流动过程中和应用过程中的各种价值充分挖掘出来，国家、政府则为他们才华的发挥和价值的挖掘带好路、服务好、创造好环境，利用税收制度收回资金，最终达到国富民强。

美国是一个市场经济起主导作用的国家，最终在信息时代最核心的数据信息开发利用上，却选择了一条与市场方式相“背离”的“完全、开放与无偿共享”的“大循环”道路，恰恰是因为他们把数据信息资源的特征研究得很透，并找到了开发利用最好的途径。

记者：科学数据与相关研究进入大数据时代。大数据不仅是一种海量的数据状态和相应的数据处理技术，也是一种思维方式、一项重要的基础设施。作为科学数据共享工作的牵头者，您认为当下我国数据共享服务有哪些需要完善的地方？

孙院士：当下我国最重视的是政府大数据，大数据利用的前端就是数据共享。我国十多年的数据共享取得了很大的成效，特别是全社会的共享理念得到共识，但存在的问题仍然比较突出：缺少国家层面的政策，已有的一些分散性的若干意见约束力远远不够。

对于政府数据资源，我国还没有国家层面的专门适合数据共享的国家法律，只有相关的条例、法规、章程、意见等。就这点而言，我们应借鉴美国的模式，从根本上的国家层面务实解决，真正做到国家立法，政策先行。

其他一些需要完善的小地方，也值得留意。比如：高层管理人员对数据开放共享所具有的深刻意义的认识有待提高；现有国家数据共享平台难以满足国家发展和科技创新对数据资源的需求；缺少数据开放共享的专职队伍和相应的数据专家以及管理人才；缺少对专职数据共享服务人员的合理评价机制和标准。

记者：科学数据广泛分布在各个学科领域，如农业林业、资源环境、人口健康、工程技术等。您作为资源环境领域的专家，有哪些资环数据共享经验或者经典案例给我们分享一下吗？

孙院士：首先，数据共享应投身于实践应用，解决实际问题。大数据有着很好的用途，有些公司也在运作模式上有创新。比如对于农业领域，很多农民贷款需要用土地、房屋抵押，而很多农户尤其大户，拥有百亩地乃至千亩地，这个公司就建立起数据平台，针对这些大户的收入以及经济情况，做成一个详细的基本数据资料库。经村委会认定之后，再将这些资料递交至银行，银行就可以筛选出不需要抵押的农户，为解决一些农民的贷款问题提供了极大的便利。建立这样一个农业数据平台，能够有效地将农业大数据与实际生活结合起来，培养起一种机制与运行方式，很好地将大数据应用到了农业资源的生产实践过程中，推动了社会经济流动。

另外就是我们所做的科学研究成果了。在国家科学数据共享工程和国家科技基础条件平台的牵引和领导下，我们于2002年建立的地球系统科学数据共享网（现为国家地球系统科学数据共享平台）为实现中国科学数据的全面共享积累了宝贵经验。2007年，经过反复论证，科技部正式以此为基础，选定973计划资源环境领域，开展国家科技计划项目数据汇交试点。2008年，科技部正式在全国范围启动了973计划资源环境领域项目数据汇交工作。可见这个平台对资源环境领域科学数据的整合、推动资环科技项目数据汇交机制的建设，提高国家在环境数据资源管理与共享上的投入产出比，提升我国科技创新支撑能力和科研项目的管理水平等，都具有重要的意义并将产生深远的影响。◆

选自《宇图》期刊2016年总第10期

精准治霾智能调控解决方案

以立体监测和大数据分析为基础，依托“8721”工程，建立一套以“立体监测、精准研判、靶向管控、科学评估”为核心的大气污染防治业务流程；构建大气污染精准防治、智慧管控以及科学评估的工作模式，为城市精准治霾提供技术支撑和管理手段。

- 7种大数据及模型分析方法**
 - ◆ 空气质量现状诊断分析
 - ◆ 空气质量预测预报
 - ◆ 多源数据融合研判分析
 - ◆ 污染输送通道分析
 - ◆ 大数据异常识别分析
 - ◆ 颗粒物来源分析
 - ◆ 快速情景模拟分析
- 1套运营机制**
 - ◆ 专家服务保障机制
 - ◆ 成效评估机制
 - ◆ 绩效考核机制

- 8种立体化监测技术**
 - ◆ 卫星监测
 - ◆ 高空监测
 - ◆ 无人机航拍
 - ◆ 网格化微站监测
 - ◆ 激光雷达走航
 - ◆ 机动车尾气排放监测
 - ◆ 扬尘在线监测监控
 - ◆ 餐饮油烟在线监测
- 2个精准治霾智能化平台**
 - ◆ 大数据研判分析平台
 - ◆ 智能调控决策支持平台

经典案例

- 北京市昌平区环境网格化监管平台项目
- 北京市延庆区张山营镇提升空气质量保障能力服务项目
- 河南省滑县大气污染防治第三方专家咨询服务项目
- 湖北省咸宁市大气污染防治第三方专家咨询服务项目
- 湖北省枝江市大气污染防治信息化服务项目
- 北京市朝阳区亚运村精准治霾项目
- 河南省平顶山市大气污染防治第三方管理项目
- 河南省新密市大气污染防治第三方专家咨询服务项目
- 湖北省襄阳市环境保护局空气质量网格化监测试点项目



中科宇图科技股份有限公司
CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY MAPUNIVERSITY TECHNOLOGY CO., LTD.

地址：北京市朝阳区安福北里甲11号创业大厦B座2层
电话：010-51285880 www.mapuni.com



生态保护红线是国家生态安全 底线与保障

高吉喜，汉族，1964年生，内蒙古人，中国致公党党员，博士研究生，研究员，1989年参加工作。

历任中国环境科学研究院生态所所长、院副总工程师、首席专家，环保部科技标准司副司长，环境保护部南京环境科学研究所副所长、所长。

2018年10月任卫星环境应用中心主任。

【经济高速增长下我国污染事件层出不穷，公众对环境污染事件关注度也日益提升，我国也密集出台了多项环保政策，在这种形势下，“生态保护红线”是当前环保行业内热搜的词汇，政府对此也是精心研究。生态红线是国家生态安全的底线和生命线，对生态安全、人民生活和国家可持续发展有着深刻的影响，中科院图作为环保科技服务商，也一直以大数据为支撑利用先进的信息科技为我国生态环境尽一份绵薄之力。为此中科院图独家专访生态保护红线专家、卫星环境应用中心主任高吉喜，下文将以专家的视角对“生态保护红线”深层审视。—编者】

11月7日下午，宇图编辑部来到北京市“环境保护部卫星环境应用中心”，刚刚就职上任为环保部卫星环境应用中心主任的高吉喜主任，满脸笑容到楼下接待了宇图编辑部相关人员，高主任随和自然的谈吐给我们留下深刻印象。

高吉喜是被生态环境部首批聘任的首席专家。早在2000年，高吉喜就提出划定“生态红线”、优化国土安全格局的构想。2002年，高吉喜在为浙江省安吉县做生态规划时，具体提出了“红线控制”方案。如今，“生态保护红线”这一设想已上升为国家战略。作为全国生态保护红线划定工作首席专家，他率先提出红线划定的关键技术和流程，研究制定了《生态保护红线划定指南》。

【生态红线上升成为国家战略】

高吉喜提出生态红线是中国新近推出的一项国家生态保护战略，2011年，为加强环境保护重点工作，国务院明确提出，在重要生态功能区、陆地和海洋生态环境敏感区、脆弱区等区域划定生态红线。这是中国首次在国家级重要文件中出现“生态红线”一词，但“生态红线”概念的提出是以“红线”为基础，在区域性生态规划、管理和科学研究过程中逐渐产生和发展，并得到多方面肯定，从而上升成为国家战略的。党的十八届三中全会更是把划定生态保护红线作为改革生态环境保护管理体制、推进生态文明制度建设最重要、最优先的任务。划定生态红线实行永久保护，是党中央、国务院站在对历史和人民负责的高度，对生态环境保护工作提出的新的更高要求，体现了以强制性手段强化生态保护的政策导向与决心。

高吉喜进一步指出，生态保护红线是优质生态产品供给线，划定并严守生态保护红线，就是要为人民群众提供清新的空气、洁净的水和宜人的环境。生态保护红线是人居环境安全保障线，划定并严守生态保护红线，为减缓自然灾害影响，改善人居环境质量，保障人居安全提供生态支撑。生态保护红线是生物多样性保护基线，截至2016年底，我国自然保护区共

2740处，总面积147万平方公里，其中，陆域面积142万平方公里，约占我国陆地国土面积的14.8%，但仍有10-15%的国家重点保护动植物尚未得到有效保护。生态保护红线是国土空间开发的管控线，是其他空间开发的基础。生态红线区域严禁改变空间用途，鼓励增加生态空间。生态红线是国家生态安全底线，守住生态保护红线，确保生态系统不受威胁，才能维护国家和区域的基本生态安全。

【将纳入中央环保督察范畴】

生态保护红线划定和落实情况还将纳入中央环保督察范畴，高吉喜表示，这说明中央对生态保护红线工作的重视程度。“公众都认为治理水污染和雾霾非常重要，其实包括生物多样性在内的生态保护，对可持续发展也至关重要。”

我国生态保护系统此前以建立自然保护区为主，后来主张建立重要生态功能区，再之后提出全国主体功能区规划，如今提出“生态保护红线”，高吉喜介绍，这一系列变化是生态保护体系逐步完善的过程，彼此有关联，并不脱节。“生态保护红线的保护范围和保护对象更广，保护类型更齐全。”

【生态保护红线不是无人区】

高吉喜强调，生态保护红线的划定“既要尊重科学，又要实事求是，保证划定后能落地操作”。生态保护红线不是橡皮筋，《关于加强环境保护重点工作的意见》规定，不能因为经济压力而改变红线范围，除非有战略发展需求，比如存在特别重要的矿产资源需要开发或要建设公路铁路等，可对红线在科学评估的基础上适度调整。“全国就一条生态保护红线，这条红线由国家顶层设计，各省组织实施，同时要相应市县进行充分沟通衔接：通过科学性评估确定范围，与市县对接，保障红线实实在在落地。因《意见》明确规定，一条生态红线管控所有重要生态空间，所以地市不再单独划生态保护红线。”



高主任提醒，公众对生态保护红线的认知存在误区，有人以为红线内不许存在人类活动。从保护和利用角度讲，红线里面确实是极重要、极敏感、最需要保护的区域，必须“严格管控”，但如果限制了地区发展，就要进行“合理的补偿”；在保护的前提下，要进行“科学的利用”。

目前各省生态保护红线划定比例多在20%-30%之间，西部地区更大一些。“若这些区域完全不让用，是不科学、不合理的，比如草地也要适当放牧，不然可能退化。保护和利用是一体化的，关键不是能不能利用，而是怎么利用的问题。”

高主任以非洲的马赛马拉国家公园为例介绍，该公园开放供游客观看野生动物，却没有影响物种的生

存。“这种方式一来让人体验自然，认识到生物多样性保护的重要性，二来创收可以反哺生态保护，这是把生态优势转化为经济优势的典型案例，怎么科学化利用，不同区域要因地制宜探索。”高吉喜还透露，在生态保护红线管理办法中，还明确提出了区域内可以进行和不能进行的活动清单。

【对生态保护红线面积大的市县弱化考核GDP】

红线划定后如何监控执行状态？高吉喜介绍，国家目前正制定相关评估办法，采取年度管理评估，每年对生态保护红线区域进行绩效考核，指标相对简单，包括面积是否改变、有无人为活动；5年进行一次全面评估行动，包括生态区域功能是否发生变化等。这种考核相当于给各级政府戴上了“绿色紧箍咒”。

高主任笑着说：“我们对红线面积大的市县弱化GDP考核，甚至不要考核GDP，而是看生态环境保护得好不好，有很多市县已经实行这种方式，不能说只有GDP上升了，干部才能升迁，生态环境保护好了，也要挂红花。”

此外，国家正建设和完善生态保护红线综合监测网络体系及监管平台。据了解，目前，发改委已批复国家生态保护红线监管平台建设，总投资2.86亿元，前期土建工作已开展，预计2020年年底前建成。“监管平台将依托卫星遥感手段和地面生态系统监测站点，形成天-空-地一体化监控网络，及时评估和预警生态风险，实时监控人类干扰活动，一旦发现破坏生态保护红线的行为，立即依法依规处理，以确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。”

高主任还介绍，接下来要进行勘界定标、规划并落实生态修复、产业及人口退出、制定生态补偿办法等。高吉喜谈到，在生态保护红线划定工作的推进中，地方政府及公众提出了不少意见和建议，这表明公众高度关注此事。勘界定标后会将范围及保护对象明确标示，树立标识牌，公众心中有数后，若发现破坏行为就可以进行举报。

【划红线不是限制经济发展】

划定生态保护红线与区域经济发展，两者间不会存在矛盾关系，如何兼顾两者的关系也是我们所关心的问题，高吉喜告诉记者，划红线的目的不是限制地方经济发展，从长远来看，它其实是促进可持续发展最重要的基础。“浙江安吉划定生态保护红线后，2003—2017年，林草覆盖率持续增加，经济发展也非常迅速，当地合理利用生态环境开发生态旅游，促进各种副业发展，既保护了生态环境，又将绿水青山变成了金山银山。这是天时地利人和共同作用的结果，最重要的还是‘人’的作用。有些地方也有类似安吉的自然环境，但缺少‘人’的思考。”

高主任还补充，海南省也是典型案例，海南省划定生态红线的时间相对较早，他们依靠生态环境搞生态旅游，带动了整体经济发展。“它是全国第一个省域‘多规合一’改革试点，先啃下规划‘各自为政’这块硬骨头，把海南的主体功能区、生态保护红线、城镇体系、土地利用、林地保护利用和海洋功能区6个空间规划，统筹在一张蓝图上，划定了必须严守的陆地和海洋生态保护红线，数百个不符合要求的建设

项目被拒之门外。”

高吉喜强调，生态保护红线划定还有利于区域的可持续发展。譬如西藏、青海是我国的“水塔”，对长江、黄河至关重要，在这些地方划红线，让它们成为永久的水塔，可保证中下游地区的水源供给，再通过生态补偿、财政转移支付等方式回馈上游，就有利于促进区域协调、保证不同区域发挥不同的作用。

“划红线是为了子孙后代的可持续发展。我们这一代人不能把所有资源都开发了，把自然景观都破坏了，让后续发展失去生态支撑。”高主任表示。

最后高吉喜提出，生态保护红线总体划定技术方法包括三个层次：首先要科学评估，这是红线划定的基础；其次要与现有保护基地叠加，涵盖所有重要保护地；最后要与重大规划衔接，预留发展空间。高主任进一步指出生态保护红线的划定要与相关规划有序衔接，与各厅局做好部门对接、与地方做好上下衔接、与临省做好边界衔接，还要需要“中科院图”这样以“信息技术改善环境”为使命的企业的大力支持，共同努力，方可确保红线真正落地。希望中科院图各位同仁朋友也会以此积极推进对生态红线更深入的思辨，为国家环保事业的发展做出更大的贡献！◆

选自《宇图》期刊2018年总第18期



对话中科宇图姚新：基于大地图，决胜大数据

■ 姚新 - 中科宇图科技股份有限公司董事长兼总裁

作为 3S 行业内的环保卫士，中科宇图希望能继续深化、广化自己的行业地图业务，“大地图”将成为大数据的有力支撑。

如果用一种天气状态来形容地理信息行业的现状，那一定是微风阵阵，一股跨界之风吹进整个行业。高德披红嫁给了阿里，四维图新将迎来两位腾讯高管，随之带来的地理信息企业股价连续涨停，外界对地理信息技术和企业的认知度提升，这一切的表象都让跨界这一名词成为地理信息企业近期需要贯彻的一个方针。究其内在，是国家对于地理信息技术需求的增加，是民众对于地理信息技术依赖的增加。因此一些地理信息企业早已预见未来，走上自己的跨界之路，这其中就有中科宇图科技股份有限公司（以下简称中科宇图）。中科宇图立足于 GIS 技术，通过对行业数据的收集，进而提供详实的行业地图，在与各行各业客户合作的同时，中科宇图就迈出了跨界这一步；但是中科宇图不满足于这些成就，他们利用自身积累的行业地图数据，以大地图出发，将大数据作为下一个舞台。本期我们将对话中科宇图总裁姚新，带您了解中科宇图，了解 3S 企业在环保领域的发展，了解大地图。

将跨界进行到底

谈到现在的热词：跨界，姚新认为这是中科宇图的一大特色，也是在地理信息行业得以生存发展和安身立命的一个特点，因为作为 3S 技术只有跟行业相结合，应用到实际工作中才能体现出技术的价值。因此中科宇图在成立之初就在思考如何将 3S 技术与行业结合，同时，为了差异化发展，中科宇图绕开了火热的民用地图，最终将行业地图作为公司的主攻方向。

本着秉承传播地理信息的理念，中科宇图最初聚焦在通信行业，通过 GIS 技术和遥感技术跨界应用于通信行业中来满足行业需求。后来逐步发展到水利行业、公安行业等。姚新认为无论是哪种行业地图，公司都希望将产品和服务做好、做精，这样无论是直接为用户提供行业地图还是为其他厂商服务，整个产品和服务的体量将随着用户的增多变大。

谈到公司现在最为核心的环境信息化业务，姚新认为环保与 3S 技术也是有着天然的结合点，“环保机构的职责简言来说就是‘上管天，下管地，中间管

空气’，而 3S 技术也是注重‘天、空、地一体化的技术应用’”，因此 85% 以上的环保业务是与空间地理位置信息相关的，环保行业也就对 3S 技术的需求更加强烈。“对于中科宇图来说，如果说做环保行业地图是一个小的跨界，那么利用 3S 技术特色进入环保领域就是一次大的跨界。但我们进入环保领域并不只是做地图，也做跟 GIS 相关的软件和业务系统。我们甚至在结合一些监测设备或应急的设备来做解决方案，并为这些设备加装了定位芯片，以赋予环保数据准确的空间位置属性。”相比之前提到的从一个行业到另一个行业的“绝对跨界”，中科宇图在环保领域也在进行“相对跨界”，即从过去的为大客户和政府提供服务跨界到现在为公众和个人提供服务。姚新认为“这是公司发展的必然结果，中科宇图不可能永远只服务于政府和企业。”

大地图，含苞待放

作为 3S 行业中的环保先锋，中科宇图不满足现

状，希望乘着大数据和云计算的东风，走上更新、更高的舞台。因此中科宇图提出了一个“大地图”的发展方向，姚新引用中科宇图副总裁孙世友的观点来进行阐述：大地图是地图的一个更高的发展阶段。在八十年代、九十年代初，地图主要作为展示综合信息为主，人被动地接受。第二个阶段是在 2000 年初，地图与人之间的关系是互动的、交互的，人们可以让地图来表达相关的信息。第三个阶段就是目前，强调的是人与专家模型的知识以及地图之间的动态融合阶段，形成一个动态的互相推动、互相支持决策的循环，这一阶段是会决策的阶段。这三个阶段就构成了大地图的核心理念，即打造智慧的地图。“大地图”是融合了空间位置和时间序列动态演变的地理信息行业的“大数据”，是地图从整合向综合发展的体现。强调“智管地图”，管地图信息采集模式、传输过程、空间数据管理与空间服务的共享，另外就是强调“慧在应用”，让空间数据行业应用模型真正用在地图中。大地图是提升大数据从宏观定性向微观定量分析的基础，促进了大数据应用从平面模式到立体模式的改变。

姚新表示，“在大数据时代，其中 50% 以上的数据是与地图相关的，如果没有了地图数据，缺少了数据的空间性，大数据的效能就被降低了一半，因此我认为大地图是大数据的基础。同时，大数据和大地图之间是相互促进的，大数据的发展必将促进地图行业的创新发展，大地图的产生更能提升大数据的价值。”

对行业地图来说，有很多应用的方向可以拓展。行业地图一直都在为公众服务，将来行业地图的发展方向不仅满足政府，满足企业，更要满足公众对大数据的需求。“最近也有很多行业大鳄们纷纷找我们合作，希望利用我们的行业地图，通过合作共同推出大数据服务等。”姚新补充道“这可以看出行业地图的市场还是很大的，前景很好。未来我们会利用我们的微保打开市场，同时也会在行业地图方面提供更好的服务。在大数据时代以大地图为基础，推进智慧地图的落地和应用。”环保业务和行业地图应用是中科宇图的两大主力拳头产品，在姚新看来，中科宇图作为一个 3S 行业的环保卫士，更希望能够以 3S 技术、物

联网和云计算技术为基础，以行业应用为导向，贯彻大地图的理念，为政府、企业、公众提供更加智慧化的行业地图。

环保业务，灼灼其华

谈到环保方面的业务，姚新认为从宏观来讲，由于不同国家的经济发展阶段不同，国内外对于环境保护和治理是有所不同的，国外的排污企业要自己负责购买监测设备，并对排污负责；国内更多是由政府来监管企业排污。并且，国外很多环保监测市场都是完全市场化，而国内是政府主导。虽然市场和政策都为政府主导，国内企业在这方面认知不足，但姚新认为“单从技术上讲，我国的很多检测技术并不落后，例如中科宇图研究的诸如放射源的监控监测、应急等技术，是保持着与国际上同等水平，并在某些技术层面要领先于国际平均水平。”

中科宇图在环保方面所涉及的业务较为广泛，在线监测、监察执法、环境应急、空气质量预测预报等方面都有涉猎。“例如我们参与了由各级政府的环境部牵头的环境监察移动执法等项目，是通过我们提供的软件、硬件和解决方案，以及第三方的运维，如监控中心等业务来实现的。”姚新补充道，“除了移动执法，对放射源的监控也是我们擅长的领域。”姚新认为从过去的数字环保到现在智慧环保，3S 与环保行业的联系越来越紧密。通过 3S 技术、大数据以及新技术的进一步融合，现在的智慧环保系统将会更加智慧：“随着这么多年在环保领域的积累，我们已经形成了一套完整的知识库和方法库，并拥有自己的模型。随着一些新技术的加入，过去的数字化环保将变得更有思想，更有决策力；会说话、会决策的系统，就是我理想中的智慧环保。”

作为一家具有地理信息特色的环保全方位应用服务商，姚新认为现在环保市场技术和用户需求度逐步提升，市场空间很大，这就要求企业拥有自己的技术产品和特色。谈到中科宇图推向公众市场的微保，姚新坦言作为一个面向公众服务的互联网产品，一个公

益性质的产品，微保目前并没有带来直接的利益。现在走的还是免费模式，是以公众服务为目的，希望在今后几年的时间内为用户实实在在地解决环境方面的问题。面对移动互联网的环保产品的发展前景，姚新对微保很有信心，原因有几个：一是中科宇图有雄厚的行业地图背景，能够在地图上显示单点的空气污染指数，二是行业专题地图也是微保独有的，三是多年沉淀下来的环保技术的优势。在中科宇图深耕环保领域的12个年头里，公司积累了很多研究和应用成果，正是这些丰硕的成果让中科宇图的微保独具专业性技术优势。

姚新透露，未来中科宇图将会和相关机构联合，结合物联网及强大的云端服务推出室内智能空气净化器、智能车载空气净化器，这样“软+硬”的模式和服务将是个双赢。虽然公众认知现在没有墨迹那么高，但是中科宇图会结合自身各种特色技术和服 务，做出具有公司特色的互联网产品，开拓3S技术与环保行业在公众服务中应用的新模式。相信随着人们对环境的要求日益提高，微保会在市场中占据一席之地。

独家对话中科宇图姚新

Q: 中科宇图在环保领域持续发力，也在慢慢推广微保服务，未来公司的发展方向如何呢？在B2B和B2C方向会有何侧重呢？

A: 我认为接下来我们依旧会主攻两个方向：一是行业地图，即大地图。公司将在行业地图方面逐步转型，完成从项目型到产品型，再到服务型的转变；逐渐从基础地图、行业地图服务上升为大地图、大数据的服务，即从行业服务逐步过渡到公众服务。虽然目前我们是以B2B为主，但将来必然会发力B2C方面。二是环保业务方面，我们将依托作为3S企业的优势和特色，打造软硬结合的智慧环保的项目、产品、到服务的整体解决方案，并延伸到环境治理业务中去，将来甚至会涉及到节能减排的层面，逐步实现环保智慧化的所有业务，保障公众的健康生活。因此我们会在环保方面尤其是B2C方面持续发力，为社会多做一

些贡献。

Q: 您提到“智慧环保”这一智慧体现在哪里？与中科宇图的大地图有何呼应？

A: 数字环保解决的是数字化问题，将数据录入软件和系统中，变成数字化。现在结合大数据技术和各种模型，以及我们在环保业务中积累多年的知识库、方法库等，加上一些人工智能的技术，会是一个有思想、有决策力的智慧的环保系统。当然，智慧环保是需要大地图、大数据为基础；同时，大地图本身就是地图的高级发展阶段，是具备决策能力的，因此大地图与智慧环保相辅相成。例如在应对环保应急事件，智慧环保能够根据现在的情况，给出一个相对合理的处理办法，协助决策，提高应急反应效率，减少损失。

Q: 我们注意到中科宇图曾经给出2014年发展的八字方针：“创新、转型、上市、突破”，以创新型产品推动企业转型，以筹备上市的步伐寻求更多突破。能否为我们介绍下目前这八字方针贯彻的情况？

A: 创新和转型是中科宇图一直践行的发展方针，是一直都存在于企业血液中的基因，我们现在业务的选择和发展都是基于这两点出发的。关于上市的问题，我们认为这应该是水到渠成的事。我们一直都在筹备中，具体时间要看具体情况，我们不希望为了上市而上市。至于说突破，我希望在各个方面都能有突破，无论是技术上还是业绩上，例如我们的微保业务，或将同其他厂商合作，提供一整套环保服务。并且接下来，我们的环保业务将从企业、政府进一步推广到城市层面，围绕着投资、运营等方面来解决一个城市的环保问题，也希望解决这个城市的经济问题，通过就业，原材料采购等来带动当地的产业升级。所以我们未来的环保发展方向将不仅仅是一个信息化的概念，而会是一个整体的概念，我认为这是一种更大的突破。



选自《宇图》期刊2014年总第3期



企业家与科学家碰撞的能量 ——中科宇图发展之道

Q《宇图》：互联网思维现在已经攀上了神坛，作为传统的高科技企业家，您如何看待这场移动互联网大潮？在这场大潮下公司又将如何规划和布局？

A 姚新：互联网思维、大数据在2013年经常被提及，这些概念的提出为企业的发展和经营带来了新的理念和技术。中科宇图成立12年来基本上围绕两大块业务。第一块是依托公司在遥感、地理信息方面的优势形成的智慧地图业务，为行业提供专业的电子地图服务；另一块是环保信息化业务，我们从数字环保发展到智慧环保，智慧环保中我们不仅仅做与地图、GIS相关的软件，而是软件、监测设备、集成的整合，做的是一个环保产业。互联网的发展激活了屌丝经济，

为大众提供免费的服务。公司传统业务一般是服务于政府、服务于大企业，结合移动互联网、结合大数据，2014年公司提出公众服务，面向公众，结合多年智慧地图、智慧环保的技术和成果，我们将推出大地图、大环保平台，平台建立后我们可以服务于中小企业和个人，企业和个人可以在这个平台上建立自己的应用及服务，甚至可以发展自己的事业。

同时为检验这个大平台，我们也推出了微保，这是款基于手机端的APP，我们定位于口袋里的环保专家，围绕微地图、微环保、微健康和微生活为大众提供服务，这也开启了我们在互联网领域新的布局。

Q《宇图》：2009年后，公司发展驶入了快车道，您认为公司快速发展的秘诀是什么？公

司的核心竞争力是什么？

A 姚新：也谈不上秘诀，我经常说厚积薄发。09年后公司的快速发展是基于前8年的发展与积累。公司一直非常注重科研，相继成立了数字环保实验室、数字流域实验室，并成立了中科宇图资源环境科学研究院，同时也成立了中瑞智慧环保研究中心等，公司每年在科研方面的投入非常大，就是因为注重科研，注重科技人才的培养，才造就了公司09年后的快速发展。如果你的基础不牢，技术、核心竞争力没有，那么后面发展就会缺少源动力。

公司的核心竞争力我认为归结起来就是技术的竞争力和人才的竞争力，通过8年来我们的积累，我们拥有了很多好的技术，

获得了很多知识产权和专利，最重要的是形成了人才梯队，包括稳定的科研团队和管理团队。

Q《宇图》：2014年公司的关键词是：创新、转型、突破、上市，在这一年里，围绕这些关键词，公司将有哪些重要的事件和活动？

A 姚新：2014年，我们重点考虑如何在已经形成的技术、成果和团队基础上进行一些突破。结合国家、公众对环保的重视、如何能够在环保业务方面上一个更大的台阶，我们已经做了布局；围绕环保、健康，我们推出了大环保、大地图平台，同时在这两个平台基础上，我们推出了APP—微保；结合今年年初国务院2号文件关于促进地理信息产业发展的意见，公司在智慧地图产业也将有大的突破，几年前我们提出大地图概念，陈述彭院士也为我们做了题词，今年围绕大地图，同时也结合大数据，我们重点在大地图资源的整合甚至产业的整合上投入较大的力度，结合智慧地图、智慧环保、公众服务这三块业务的优势，我们又推出了环境治理，这四大产业群的形成和突破将是2014年我们比较大的战略转型和创新。至于上市，当条件成熟时，上市就变成了一个水到渠成的事情，上市过程可以说是对企业的再造过程，不论是在管理、

技术还是产品层面，公司也希望通过上市在发展上能上一个更大的台阶。

Q《宇图》：养鱼先养水，如果公司是水，人才就是鱼，那么您是如何养中科宇图的这池水的？

A 姚新：个人觉得鱼和水是一个辩证的关系，好水可吸引鱼的加入，而由于鱼的加入可以把水变得更好，这样会吸引更多的鱼。我们现在做的就是打造一个适合的平台，让公司全体员工可学到东西、得到锻炼并能发挥才能，这样才能愿意留在中科宇图工作，同时借助公司员工共同的努力，我们将进一步完善这个平台，为大家提供更好更多的机会。在人才引进方面，我们会凝聚一些志同道合的人，要有正确的世界观、人生观、价值观、职业观，这样我们才能共同努力，让我们的平台越来越好，凝聚的人才越来越多。

Q《宇图》：作为公司的首席科学家，您如何总结公司近年来快速发展的秘诀？这与您当初回国选择中科宇图的初衷是否一致呢？

A 刘锐：近年来，中科宇图在国内同行业中发展比较突出，主要依托几个特色，第一，国家对环保的高度重视，公众对环保的高度关注，加之我们具有的地理信息、遥感特色，目前也是国家高度重视的产业，两大产业的结合加速了中科宇图广大市场的形成；第二，结合环保行业10余年的经验、拥有的技术、资源及客户，中科宇图形成了产学研用的体系，这也是我们公司具有特色的地方；第三，注重人才的培养与引进，尤其是人才的创新，我们从海外和国内引进高端技术人才，加速了公司技术体系形成，管理体制的改革，从项目型向产品型、服务型的转变进程。公司过去5年，每年以40%-50%速度增长，产值翻了2到3翻，所以总结快速发展的秘诀我认为就是国家的形势、技术的创新和人才战略。

我回国后在大学工作，以科研、培养人才为主，



由于自身各方面的机遇，我把产学研结合作为我事业中重要的一部分，我认为纯粹的搞科研很难实现我自身的价值，而中科宇图正是一个把科研、市场以及国家需求和公众需求结合起来的平台，可以为我提供了一个平台，使我的智慧、技术和科研能力得以充分发挥，这5年来公司的经历对我本人来说是一个很好的机遇，利用这个平台，发挥了我在科技、管理及国际化的优势，符合我当初加盟中科宇图的初衷。

Q《宇图》：您是如何定位、创建及规划资源环境科学研究院的？

A 刘锐：中科宇图的发展其中很大的一个特色是2009年创立了中科宇图资源环境科学研究院，研究院是国内同行少有的，也是有特色的，它是把北京师范大学、中科院遥感所、中科院地理所等人才及科研水平集中起来的平台，也是中科宇图拥有的智囊团，一个功能是为中科宇图承担863、973、国家科技项目及部委等项目，同时通过项目的完成，凝练出产品结

构、产品开发依赖的科技成果及成果转化；第二个功能是为公司未来的发展提供战略规划与咨询，特别是在中科宇图四大产业群形成过程中，研究院发挥了很大的作用，包括智慧环保理念提出、智慧地图理念的提出及公众服务、环境治理的提出，这也实现了研究院成立的初衷。

关于研究院未来的规划，研究院依托公司平台，发挥产学研结合和成果转化的作用，将为公司未来5-10年制定战略规划，同时为公司走向国际化、集团化提供前瞻性的技术支持与规划，引领公司在国内环保行业及地理信息行业两大行业中做到领先企业，帮助公司在国际上成为一个国际化集团公司。通过研究院的平台与科研机构、高校院所、中央及地方科技部门建立了广泛联系，使公司在国内的影响越来越大，同时也受到了各方的高度重视。

Q《宇图》：您是如何理解公司“智慧环保、智慧地图、公众服务、环境治理”四大产业群，又是如何从技术、产品及市场的角度助推四大产业群的落地？

A 刘锐：作为公司的首席科学家，我的主要职责是负责公司在科技行业里我们所具有的产品、项目及服务要具有科学性、而且还要具有科学的前瞻性。公司两大传统行业电子地图生产和环保信息化，在过去几年，我们逐渐把两大传统行业打造成了智慧环保体系与智慧地图体系。让环境信息化上升到了智慧化的高度，在环境监测、监控、执法、应急及生态管理等方面发挥重要作用，形成了完整的智慧环保体系；在传统电子地图生产过程中我们逐渐增加其附加值，把电子地图变成智慧地图，让静态的地图和只是为一般行业提供的电子地图变成智慧化的、可以回答问题的地图，决策的地图；同时根据国家战略的需求为国家地理信息产业进行产业整合，同时根据公众对地图的需求、对环境信息需求，推出新的产品，这些都在智慧地图的框架下。

想成为百年企业，产业链就要不断地延伸。围绕

信息化、环境保护，公司滋生了两个新的业务群，公众服务与环境治理。公众服务，针对公众逐渐增加的由于生活质量的改善对环境的需求、环境信息的需求越来越多，开拓了新的市场，让公众享受环境信息化带来的优越成果，把环境信息与公众出行、健康、旅游甚至娱乐结合起来，预测未来将会有很好发展，公众服务适应了移动互联网的发展，把大数据应用在微保及公众服务产品上，通过微保，人们关注自身的生活、环境及健康，这是大数据技术最好的体现。环境治理是一个传统行业，环保产业最后都要落实到改善

现有环境，从研究院角度，如何在传统业务基础上，更进一步深入到环保产业链的另一个层面—治理，这个链非常长，关系到大气净化、水质净化、生态修复等问题，这对传统的科技人员是一个巨大的挑战。在前几个产业群的基础上，未来智能化环境治理将出现一个新的格局，在传统环境治理基础上应用世界上最先进的智能化技术，为环境治理提供先进的设备。我们最近提出空气净化超级树，它利用特殊材料，特殊功能过滤室外局部的空气质量，解决人口密度高如医院、学校、交通枢纽等地的局部空气质量，这是一个新的理念，不同于传统环境治理，另外我们在也开发出其他一些具有高科技水平的产品，包括基于微生物电池的水质生物毒性监测设备，为水质改善、反恐提供技术支持，同时针对水质改善，我们与北京航空航天大学、北京化工大学联合成立了水处理环境工程中心，通过水膜、碳纤维膜的研究，改善水环境、水生态；未来我们还涉及一些与环境治理直接相关的技术，这个领域很广，环境治理在未来扩张空间很大。但是公司还是要立足传统行业，逐步发展，而不是一步到位，而研究院的责任就是探索，探索一些新的路径。围绕四大产业群，公司未来也将拓展其他领域，包括移动互联、智慧城市建设等，发展出新业务，这些都会根据公司自身的规划，脚踏实地发展，为公司上市、集团化发展打下坚实基础。

Q《宇图》：现在是信息技术爆炸的时代，移动互联网、大数据，物联网，这些不断更新的

理念、技术冲刷着企业，您是如何看待和利用这些理念和技术的？

A 刘锐：最近二三十年信息技术发展迅速，特别是互联网的出现，改变了人与人之间的交流方式，从而进一步改变了人们的思维方式和生活方式，现在信息技术的第三阶段物联网的出现，在人与人联系的基础上，拓展到人与物、物与物的广泛联系，物联网把整个世界通过网络联系了起来，形成了一个从数据采集、传输、处理及应用的闭环，信息时代的发展是无止境的。最近提出我们进入了大数据时代，其实在90年代美国等发达国家大数据发展已经有了一定基础，大数据时代的出现在于互联网、物联网、云计算等技术的出现和应用，我们每天获得海量数据，这些数据分两类，一类是交易数据，各种商场、超市等产生交易的数据，另一类是交互数据，通过微信、facebook、twitter等传媒产生的数据，这些数据包括结构化数据与非结构化数据，主要特点是数据量大、数据结构复杂，速度快。在大数据时代，我们关注如何利用先进技术在海量的数据中挖掘有用的信息，为我们的客户服务。作为一家企业，我们要发展就要更新理念，我们要站在客户端来设计产品及服务，过去我们更多的是为政府服务，现在为企业、公众提供服务，当公众参与我们的服务系统后，我们就将获利，但这个思维的转变需要一个过程，这个需要我们技术的更新、管理的更新，这为企业的发展带来了挑战与机遇。如何把传统业务与移动互联网、云计算、大数据结合，为客户提供精细化服务，让我们环境变得更优美，让我们的生活变得更精致。我相信未来几年中，当我们理顺产业链，建立了良好平台，充分利用公司已有的资源和现有的技术后，公司的产值在原有的基础上将成倍增长。◆

选自《宇图》期刊2014年总第1期

“互联网+”为环保打开一片新天地

《环境保护》杂志专访中科宇图科技股份有限公司副总裁、中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐

在2015年3月6日上午的十二届全国人大三次会议上，中共中央政治局常委、国务院总理李克强在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划。此后，“互联网+”也成为今年最热词汇，频频出现在官员、学者的报告、讲座、文章中。

5月12日，在国务院召开的推进简政放权放管结合职能转变工作电视电话会议上，李克强总理再次强调：以敬民之心行简政之道，必须增强法治、公平、责任意识，搞好事中事后监管。运用大数据、云计算、“互联网+”等创新监管。建立统一监管平台，推进综合执法，推广随机抽查，做到公开透明，压缩权力寻租空间。

那么，“互联网+”能为中国的环境改善做出哪些贡献？如何利用“互联网+”的思维，为中国的环境保护服务？带着这个问题，记者走访了中科宇图科技股份有限公司董事副总裁、中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐。

环境保护杂志：请问刘院长，“互联网+”对中国的传统经济起到了什么样的作用？

刘锐：互联网的发展有二三十年的时间，最近突然又热起来了。李克强总理在今年的两会上强调，要大力发展“互联网+”。很多人刚开始不明白什么叫“互联网+”，我的理解是，互联网是一个新的技术，利用因特网，把人与人之间的交流形成了一个巨大的网络，特别是在电子邮件、信息获取、服务系统等方面，改善了人与人之间的交流方式。阿里巴巴的马云利用互联网改变了人们的购物方式，也改变了中小企业的经营方式。与此同时，阿里、百度、腾讯三大互联网公司，对整个中国的经济发展起到了重要的推动作用。

在这个背景下，李克强总理提出“互联网+”，就是要让中国的实体经济与互联网结合，利用互联网的新技术，推动中国实体经济的发展，改变中国传统经济、传统产业的经营模式。从深层的背景看，中国的GDP已经延续多年保持在8以上的高增长，要继续寻求新的增长点，就必须用“互联网+”来推动和带动传统产业改变发展模式，这也将是中国经济增长的新亮点。

“互联网+”，加什么？从字面上理解，就是将

互联网和传统产业相结合。比如过去的实体店，必须要有店铺，店铺就要有租金，再加上中间商的费用等，经营成本很高。现在利用互联网销售，就节约了成本，而且通过网上销售，简化了营销过程，让用户以最实惠的价格消费。

环境保护杂志：“互联网+”给环境保护工作带来哪些新变化？

刘锐：“互联网+”在电力、通讯、水利、公安、石油等行业都有应用。仅从环境保护的角度来看，环境保护是一个传统行业，主要是通过环境管理来提高环境保护的有效性。而现在，通过环境信息公开和公众参与，能使“互联网+”在环境管理中发挥重要作用。从管理的角度来讲，环境监测、环境执法、环境应急、环境公众服务、生态环境保护等，环境保护的各种业务，都可以和“互联网+”相结合。

“互联网+”和环境监测相结合。环境保护的重要工作就是监测和监察，而监测主要针对大气、水、土壤，以及生态系统，这是环境监测的重要任务。“互联网+”会给我们带来什么样的机会呢？环保部在20年前就开始实施在线监测，把全国几千个国控排污企

业作为监测点，各省、自治区、直辖市还设立了上万个省控点，几十万个数据通过在线监测系统汇聚到相关的环保数据中心，这些数据是我们获得环境监测的第一手数据。这些数据经过分析、提取，和互联网相结合，就可以比较容易地按照环保法规让环境信息透明与公开，这种信息的透明和公开，方便公众及时获取环境信息。这些环境信息的公布，也促进了企业节能环保工艺的改善。

大气、水等污染数据，一旦进入网络，任何人都可以在网络上获取环境信息，这种数据会形成环保大数据，经过各种模型，挖掘和分析，为国家的发展战略服务，为公众服务。这个环境大数据是两个方面的，第一是环境监测大数据，第二是可以直接反馈民意的大数据。过去，我们只是针对法律的要求监测企业，公众对环境质量的民意数据很难获取。通过“互联网+”公众参与，可以把公众看到的、听到的、想到的有关环境问题，通过上传到互联网来进行分享。所以，“互联网+”环境监测，将会带来信息公开、透明的一个非常大的环境大数据，这种数据在环保部和相关机构的管理下，会形成一个庞大的环境决策支持系统。

“互联网+”环境执法。随着移动互联网技术的发展和广泛应用，一旦植入与环保相关的APP，就可在现场执法中调取企业信息，进行现场执法，让执法更加容易，更加准确，一些历史数据可直接通过互联网调阅。“互联网+”环境执法，可以摒弃人为的判断，通过现场数据采集、分析、历史数据的比对，以及法律文件、相关政策的对比，最后得出执法依据。这个技术目前已经开始在不少环保系统得到应用，现在很多环保系统都在开发运用基于互联网的环境执法系统。今年3月份，中国环境科学学会环境监察研究分会召开了一次会议，在这次会议上，与会代表们非常推崇的就是基于互联网的网格化执法系统。

“互联网+”环境应急。环境应急主要应对突发事件，比如发生在今年4月6日的福州漳州PX爆炸事件，当化工厂爆炸的时候就会发生化学物质泄漏。环境事件发生后，传统的做法是用报纸、广播来传递信息。现在环境事件的发生，网络会在第一时间传播

出去。我们如何来掌控传播工具，减少不必要的负面影响？因为我们不去掌控互联网，互联网就会被别人掌控，造成骚乱、误解等。所以，环保系统要建立为公众服务的环境应急信息平台，及时发布环境应急事件的状况以及发展趋势，让公众及时了解环境信息，这就必须形成规范有序的互联网环境应急管理体系。

环境保护杂志：请问刘院长，中科宇图在“互联网+”中，发挥了哪些作用？

刘锐：如何利用互联网将环境保护的信息、政策、法规为公众服务？这是中科宇图最近在做的工作，我们开发的微保APP现在已经拥有两百多万用户，通过这个平台发布空气质量预测预报，以及相关的环境信息，为公众的健康和安全提供服务。近期我们将推出一款新产品“口袋环保”，将开发针对公众个人的、一对一的环境咨询服务。比如你要出行，到西藏去，我们可以通过咨询形成全程的环境信息服务，比如沿途要经过哪些城市，这些城市的温度、湿度、污染指数等，为出行提供信息服务。

“互联网+”环保，应用面很广。但“互联网+”环保，一定是在两个层面上，一是通过对国家政策的管理为公众提供环境信息服务，二是为老百姓的健康服务。现在，我们准备成立一个“互联网+”环保产业联盟，已经有三十多家环保企业愿意加入这个联盟。在“互联网+”的前提下，企业如何通过“互联网+”产业联盟，让企业在新一轮的互联网信息革命中成长起来？怎么样为公众提供更好的环境服务？可以利用我们的软件和他们的硬件相结合、信息和实体相结合来实现。

其实，“互联网+”，就是通过互联网信息来带动实体经济的发展。从环保产业的角度来讲，运用好“互联网+”理念，将会对环境保护和环境管理带来革命性的改变。◆

选自《宇图》期刊2015年总第6期

产业转型推动行业绿色健康发展

——访中科宇图资源环境科学研究所所长刘锐

1，去年新环保法与“大气十条”相继出台，可以看出国家对环境、对大气污染问题的高度重视，您作为中科宇图资源环境科学研究所的院长，我们想听听您对这些政策的解读。

刘锐：大气污染防治十条措施（以下简称“气十条”）充分体现了应对大气污染“防治并举”的思路，分别从预防端、治理端和保障端三大环节做出了指导。这些措施的出台，一方面，在政策层面推动已有相关政策的落实；另一方面，在行业层面将切实对相关行业的发展施加影响。

在预防方面，淘汰落后产能与调整能源结构相结合。淘汰落后产能包含严控新增和淘汰落后两个方面，对高耗能、高污染行业的影响很大。水泥、造纸、印染、焦炭、炼钢、制革等19个重点工业行业将受到影响。“气十条”还重点强调了能源结构调整。水电、风电、太阳能、生物质能、页岩气等清洁能源将持续得到产业政策扶持。

在环境治理方面，根据气十条的要求，日常减排措施将于特殊时期限排相结合。一方面，与脱硫、脱硝、除尘以及汽车尾气治理相关的政策措施均将受到推动，这有望在短期内继续推动脱硫、脱硝设施、脱硝催化剂以及除尘设备改造的市场增长。从中长期来看，汽车尾气治理和新能源汽车将是未来重点发展的行业。另外，全面整治燃煤小锅炉的要求将推动未来

工业区集中式供热供冷的较快发展。“气十条”在治理端也强调重污染天气情况下的大气污染应急管理，特殊时期可采取限产、限排、限行措施。在政策层面，“气十条”将推动大气污染重点控制区的落实，对包括19个省（区、市）的47个地级及以上城市在内的重点控制区实施大气污染物特别排放限值。在行业层面，火电、钢铁、石化、水泥、有色和化工六大重污染行业都将受到更加严格的监管和限制。

在保障方面，气十条将促进用法律、标准倒逼产业转型升级，推动行业向绿色生产方向更健康地发展。

与此同时，“气十条”对科学治霾也有积极的促进作用。我国雾霾是在工业化发展与机动车剧增同步的情况下，污染叠加并相互作用所致，属于大面积区域性、复合型污染。因此，治霾需打持久战、组合拳。有关学者指出，过去大量是“工程性减排”，今后“管理性减排”会越来越重要，如果不加强管理和监督，让治污工程和技术真正发挥效应，治霾目标就会落空。“气十条”提出，建立监测预警应急体系，妥善应对重污染天气。开展大气污染“溯源与追因”研究，是满足短期应急管理、中长期降耗减排和优化能源结构的迫切需要。在治霾科学研究的不断深入的同事，也亟待加快通过信息分级共享模式建立大气科研数据共享平台，打破雾霾科研机构间的“信息壁垒”，推动各地科学治霾水平尽快提高。

2, 治霾要科学, 要系统, 去年 11 月份“APEC 蓝”给人们留下了深刻印象, 如果我们限制污染物排放并把空气质量问题真正落实起来, 虽然有难度, 但是可以实现碧水蓝天的愿望的, 就这个案例而言, 您有什么看法, 如何做到人人参与环保中去?

刘锐: 在 2014 年北京 APEC 会议期间, 京津冀实施道路限行和污染企业停工等措施, 来保证空气质量达到良好水平。网友形容此时天空的蓝色为“APEC 蓝”。

根据北京市环境保护科学研究所的模拟评估, 北京及周边五省市的减排措施对于降低 PM2.5 浓度起到了显著的作用。3-11 日, PM2.5 日均值平均降低 30% 以上, 其中城六区 PM2.5 浓度下降明显。综合过程分析的结果来看, 在对人类活动影响最大的近地面, 虽然 APEC 期间实施了强有力的减排措施, 本地的源排放仍然是 PM2.5 的最大贡献者, 其在高浓度 PM2.5 的形成中处于主导地位, 未来奥体中心的污染控制应坚持减排特别是机动车减排的策略。

这个案例给予我们的启示是多方面的。首先, APEC 期间的空气质量保障工作有我国大气环境科学与气象科学领域多位顶尖的科学家参与, 科学决策控制措施起到了关键作用。其次, 由于大气污染的区域性, 仅仅依靠北京市的努力是不够的, APEC 期间的空气质量保障是区域联防联控的结果。“APEC 蓝”告诉我们, 在重污染极端情况下以及常态化治理雾霾减排工作中, 政府部门要推动建立跨区域联动长效机制, 制度保障尤为重要。第三, 这个案例也告诉我们, 要充分认识到大气环境治理的艰巨性、特殊性和长期性, 政府与个人都是治理雾霾工作的一个环节, 政府与个人都应积极认真面对, 迅速行动。因为我们不可能永远依靠 APEC 蓝的保障方式进行污染治理, 持续的污染减排, 生活消费方式、能源结构经济结构等的优化调整才是根本。

3, 大气模型是大气研究的一重要内容, 中

科宇图研究院在空气质量预测预报方面做了哪些工作?

刘锐: 当前我国的重污染天气的预报预警能力不足, 大多数区域、城市尚未具备数值预报能力。随着“气十条”的出台, 全国性的空气质量预报预警能力建设掀起了一波高潮。在这样的背景下, 中科宇图资源环境科学研究院组建建立专业化的大气模式研发团队, 目前我们自主搭建了空气质量数值预报平台, 实现了基于 WRF、SMOKE、CMAQ、WRF-CHEM 等模式全国 72h, 27km 分辨率的空气质量模拟预报。基本形成了模式构建、原清单本地化处理, 以及平台部署的能力。由于空气质量数值预报预警平台的专业性强, 其运行维护不仅仅是 IT 技术设施运维问题, 需要定期更新原清单, 并对模型参数进行定期优化, 并根据模型技术研究进展不断更新数值模式的算法模块。中科宇图组建大气团队, 就是要形成专业化的大气模式运维能力, 从而保持行业竞争优势。

4, 大气污染防治方面, 针对未来研究院在空气质量方面的研究及发展方向, 您有什么好的建议?

刘锐: 一方面, 应持续深化灰霾的追因溯源, 过程机理以及模式方法等领域的科学研究, 提升空气质量预测预报的准确率, 尤其是重污染预警的准确率; 另一方面, 应该积极探索大数据、云计算、移动互联网等新兴技术手段在环境空气质量监测预警领域的应用探索, 通过多学科融合创新, 推动空气质量监测、评价与预测持续发展, 促进信息资源的广泛共享和深度综合应用。◆

选自《宇图》期刊 2015 年总第 6 期



近年, 我国互联网、移动互联网用户规模已达到全球第一, 丰富的数据资源和市场优势引领大数据技术取得各领域突破, 一批互联网创新企业和创新应用也涌现出来。“互联网+”的理念把互联网的创新成果与经济社会各行业深度融合, 推动了各行各业的创新与发展。

大数据驱动的“互联网+环境保护”技术体系及产业生态, 推动了互联网与生态文明建设深度融合, 2016 年 3 月, 为贯彻落实《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》, 环保部编制了《生态环境大数据建设总体方案》, 给我们带来环境大数据综合应用深层次解读, 提出了环保工作的具体要求。

以大数据为核心的环境规划与生态建设有哪些新常态? 环境大数据的创新究竟在何处? 就“互联网+环境保护”的疑问, 我们邀请到了中科宇图刘锐院长谈谈他对环境大数据的理解, 由中科宇图资源环境科学研究院主编的《互联网时代的环境大数据》一书也即将出版, 关于环境大数据在环境服务、生态建设中的技术优势与应用, 请他与我们分享图书的精华。

记者: 全面推进大数据发展和应用, 加快建设数据强国, 已经成为我国的国家战略。加强环境大数据的综合应用, 将这种新兴的环境管理方式充分运用到生态建设中, 《互联网时代的环境大数据》图书的编写将环境大数据的概念系统化了, 那么您主编这本图书的初衷是什么?

刘锐院长: 目前这本图书马上就出版了, 这可能是全国第一本系统地描述环境大数据的图书, 也将是我国大数据领域里面比较重要的环境大数据资料, 我们想通过这本图书为我国环境保护管理和转型时期提供重要的理论和实践支持。我们在工作实践中了解到, 有很多地方环保部门, 包括环保部的一些重要部门对互联网时代环境大数据的理念、概念、理论基础、

分析方法以及案例分析都缺乏实践和了解，他们希望在这方面得到一些技术支持和国内外理论和案例的参考，所以我们认为，能有一本系统地描述环境大数据概念、方法、案例的图书，可以为环保行业甚至地方环保系统有一个指导作用。所以，我们筹划这本书的初衷就是要引领基层环境保护的技术人员和管理人员，为他们提供指导性的资料，也为高校和大专院校的研究生和老师们，提供环境大数据应用与服务的参考和借鉴。

记者：大数据如何驱动互联网+，云计算，物联网的发展，环境大数据的构建，有哪些技术的创新？其核心的部分您认为是什么？

刘锐院长：目前环境大数据已经成为环境管理追逐的热点，环保部和信息中心也开始探索环境大数据的应用，先后展开了与IBM、微软合作，开发了城市局地大气主要污染物时空分布的大数据模型，这些都是非常好的尝试。包括中科宇图，也在利用环境大数据构建空气质量预测预报的系统，并且有了很多成功的案例。那么，在互联网时代谈及大数据，必将与互联网相结合，环境大数据的来源有很多是需要互联网采集、传输、共享，大数据的形成会驱动互联网+的发展，比如说互联网+环保，包括互联网+环境监测，互联网+环境监察，互联网+环境污染防治等部分，这些都是大数据的驱动下形成的互联网+环保。再比如说互联网+环境监测，我们可以把环境监测，大气、水、土壤甚至生态方面的监测建成基于互联网和物联网的生态网络系统。以大气为例，在城市设点建立大气相关的传感系统。目前，在北京有36个监测站，天津市有20多个监测站，这远远不能满足大数据分析的需要，于是我们提出了天空地一体化的监测系统，这包括利用卫星遥感、智能传感系统，无人机搭载传感系统对区域的监测，另外，除了国家设定的监测点以外，我们还有廉价的，普通的手机式传感系统，对重点区域、交通枢纽进行重点监测，获得大量的航空、地面、空间的环境数据，这三部分数据的融合，

就形成了一个三维的立体的监测系统，数据的处理也比单一的地面监测更加科学化，所以这其中就应用了大数据处理和数据传输，同时进行数据融合。

关于天空地一体化的大数据环境监测体系，最核心的技术就是要将不同传感系统，多元化数据进行融合和同化，这将大大提高环境监测的准确性和科学性。目前我们与北师大、清华大学联合一起将不同数据源的数据通过多种方法，进行融合和同化，提高大气污染预报的准确度，我想这也算是一个大气预测预报发展的方向。

记者：《生态环境大数据建设总体方案》将数据资源整合、环境科学决策、环境监管等这些关键领域的工作任务进行了诠释，环境大数据关键技术如何支撑环境保护发展，未来在应用层面的应该怎样具体执行？

刘锐院长：3月初环保部发出了《生态环境大数据建设总体方案》，这个是非常好的文件，很及时也非常系统地介绍了生态大数据应用整体的方向和发展建议，环保部陈吉宁部长提出的要求：大数据物联网等信息技术已经成为推进环境治理体系和治理能力现代化的重要手段，一个是物联网，一个是环境大数据。中科宇图作为环境信息化企业，一直很重视环境大数据的建设，部里提出的建设方案，总体来说其核心是“一个机制、两套体系、三个平台”，这与中科宇图之前提出的智慧环保建设“五个一”工程是一致的。首先，部里提出的一个机制，主要是指生态环境大数据的管理机制，两套体系主要是指组织保障和标准规范体系，这恰恰与我们之前在“五个一工程”里面提出的核心内容相吻合。第二，环保部提出了建设三个平台，包括大数据的应用平台、大数据管理平台和大数据环保云平台。我们最近研发的基于大数据的空间信息管理平台，提出了地图大数据的概念，把时空信息融入到环境大数据里面去，大地图作为大数据里面很重要的概念，为环保部门及各行业提供了一个基础的信息平台，那么从整体方案的角度来说，中科宇图

的地图大数据平台就要与这三个平台相融合。

除此，空间信息和卫星遥感在环境管理和环境服务领域起到关键的作用，如果方案中将这两部分内容融进去就更加完善了，因为环保系统每一个部门的工作都会涉及到空间信息，比如环境监测、环境监察、环境服务、环境应急等，如果没有空间信息，就不能成为一个完整的大数据，如果将地图大数据和环境大数据相结合，就形成了一个完整的环境大数据管理平台。所以我们希望通过建设基于地图大数据的环境大数据平台，来推动环境保护管理能力的建设。

至于关键技术和未来的走向，我认为可以包含三个层次。一个是要建立天空地一体化的数据获取系统，建立时空大数据的平台；第二步是要建立基于时空大数据的环境数据中心，也就是把时空大数据和环境大数据结合起来，在监测、监察、应急、生态保护等各个方面都要与时空大数据相结合，这样形成完整的环境大数据。第三方面就是经过融合整理，与环保系统各部门业务相结合和共享，为环境管理决策提供分析依据。比如建立环境预测预报模型，建立环境与健康评估模型，建立城市生态系统安全模型，这些都是大数据的基础上为环境管理提供依据的，我想关于大数据关键技术如何支撑环境保护发展可以从以上这几个方面入手。

记者：作为环境信息化企业，如何利用好大数据为环保服务？

刘锐院长：公司在最近五年发展很迅速，这说明市场需求量很大，在全国范围来看，华南、西南、华北、东北都有信息化的具体需求，对于环境大数据的具体需求也很迫切，不过这还是有步骤的来实现。首先，建立基础的大数据服务中心，如果不建立这个数据中心，我们的数据得不到积累，没有大数据与网络相结合的信息，这样很难提供业务化应用和服务。比如核安全部门要了解核与辐射物的储存和运输状况，更要了解周边的环境状况以及人口居住状况，生态环境状况，以及辐射污染对环境产生的影响，这样就需要与

多部门数据共享；再比如环境监察，虽然环境监察是实地考察大气、水等方面的污染状况，但更重要的是要有一个强大的数据系统在背后支持，这样可以通过大数据分析它的现况、历史状况和未来可能发生的状况，为未来环境污染排放等作相关预测分析提供依据。

简单的说，中科宇图能为大数据环保进行如下几方面的服务，第一是提供行业地图大数据服务，不仅仅局限于环保部门的大地图，还有电力、通讯、公安和应急等等。第二是提供卫星遥感的动态数据，我国自主研发的卫星发射目前有20多颗，我们还可以提供国外免费的下载的卫星数据，卫星数据为环境现状监测和污染物的反演提供大数据服务，现在我们已经建立了大气的反演系统，根据卫星提供的数据可以建立实时的大数据服务。第三个方面，根据我们多年在这个领域的研究、经验和积累，为地方部门提供基于大数据的环境监察、应急、决策方面的支持。第四，我们也能提供大气模型，用传统的大气预测预报模型与空间信息相结合，为地方环保部门提供空气质量预测预报72小时的可视化决策模型，目前已经为很多地市提供了这样的服务支持。第五，就是为环境监察移动执法提供服务，通过手机移动端进入大数据库里，可以及时调取企业的排放、监测、监察甚至违法行为等方面的信息。我们实施的北京市环境监察项目在不久前已获得科学技术奖。

未来，我们将建立中科宇图的大数据中心，在硬件设备、卫星遥感、模型方面进行集成。我们也正在和科研单位联合，建立基于空间信息的环境大数据中心，共同研究多种数据融合的物理模型、学习模型、专家模型，对环境管理决策提供更加精细化的服务，同时通过环境大数据图书的发行，吸引国内外更多科学家参与环境大数据建设，我们也正在寻求同美国、日本及欧盟国家的合作，充分利用互联网+环保的科技支持为我国环境保护的现代化做出更大的贡献。◆

选自《宇图》期刊2016年总第9期



中科宇图地理信息服务的创新与发展

——访中科宇图董事长姚新、资源环境科学研究所所长刘锐

近期，由自然资源部主管、中国测绘学会主办的《中国测绘》杂志刊登了对中科宇图董事长姚新的专访。鉴于《中国测绘》编辑部对中科宇图董事长姚新、资源环境科学研究所所长刘锐的采访信息量庞大又丰富，本文详细整理了采访内容，对中科宇图地理信息服务的创新与发展做深入的探索。

记者：“集天下科技，创宇图未来”是李小文院士给中科宇图的题词，从题词中可以看出小文院士给与公司殷切的期盼，小文院士和公司有什么渊源？

姚新：李小文院士是著名遥感学家、地理学家，是中国国内遥感领域泰斗级专家。他生前一直支持地理信息遥感产业的发展，曾担任中科宇图名誉董事长也是为了支持地信企业的发展。

李小文院士经常对我们提到“未来最大的竞争来自数据，任何行业，谁掌握了数据，谁就掌握了未来”。李小文院士重视地理信息与行业应用的融合，挖掘地理信息数据的潜在价值。也正是在李小文院士的大力鼓励和支持下，中科宇图以大数据解决实际问题为导向，让科研成果落地到行业应用，致力于为客户提供‘大数据’与‘智能化解决方案’定制化服务。

记者：中科宇图从成立到现在经历了十几年的发展，在这些年的发展中，公司的地理信息服务都经历了哪些重要的发展阶段？

姚新：中科宇图地理信息服务划分为三个阶段。第一阶段中科宇图主要是地图生产者，通过遥感和定位为用户绘制基础地图；第二阶段，上升为做软件平台，从事地理系信息系统基础平台和应用平台软件的研究和开发；第三阶段，发展成为地理信息服务的提供者，专注于行业地理信息遥感数据的应用。

经过十多年的沉淀，中科宇图已经构建了天空地一体化数据采集体系，积累了包括基础地理数据、地理专题数据和行业数据在内的丰富的数据库资源，并且具备了规模化的数据生产能力，这都为中科宇图专注于行业地图发展奠定了坚实的基础。

并且我们更多的是去面向环保、通信、公安、应急、能源、金融、保险等这些被称为弱GIS的行业，去为它们提供多源、多维、多要素、多尺度的时空地

理信息以及全方位、定制化的地图大数据服务。例如在通信行业，我们为三大运营商提供地理信息数据，为他们的基站、光缆等基础设施的规划、建设和管理提供基础地理要素和各类POI等地理信息，更进一步的，在这些基础上叠加其行业自身的数据，我们可以为整体的通信规划分析提供增值服务和解决方案。在这样的一个通信细分市场上，目前中科宇图的市场占有率能达到70%左右。

记者：公司定位调整为“中国领先的‘大数据’与‘智能化解决方案’服务商”，在新的定位下，公司在地理信息服务方面有何创新与发展？

姚新：从过去，我们给行业作图知识提供地理信息的产品，到现在基于地理信息大数据提供智能化的解决方案和服务这是一大创新；另一个创新发展重点提出的是环保信息化。

中科宇图布局环保领域，最初是从相对简单的地图数据产品生产，到后来开展环境信息化，再到现在利用地图大数据+智能化技术，打造以“精准治霾、系统治水、科学治土、智慧管理”为核心领域的综合性环境治理业务体系，将信息技术与环保工程项目更加紧密的结合起来，构建全生命周期的环境监测与治理模式。目前，已经和国家生态环境部和全国300多个地方生态环境主管部门建立了广泛的合作关系。

以精准治霾为例，我们以测得准、算得清、管得住、治得好为目标，首先是测，通过天空地一体化监测找准污染排放；其次是算，建立大数据分析平台，引入人工智能的专家系统，对需要改进的方面进行精准研判；再次是管，以靶向治理的思路，提出网格化管控和专家咨询调控等具体治理方案；最后是评，采用模拟系统对调控效果进行科学评估，为政府提供决策参考。这样就形成了一套从监测、分析、治理到监管的闭环解决方案，这套方案如今已在北京昌平区、

朝阳区亚运村，以及河南、湖北、广东等地的20多个地市县先后落地实施，其治理成效也在实际应用中得到了检验。

如今，环境质量的改善已成为国家和每个老百姓的刚需，未来环保行业对地理信息的需求会越来越大，无论是国内还是国际，这一市场的潜力都是巨大的。在这些契机的推动下，我们还将进一步加大投入，力求提高行业管理效率、提升智能化水平。

记者：据了解，中科宇图十分注重科技研发实力，那么中科宇图资源环境科学研究院在中科宇图承担怎样的角色？发挥着什么作用？



资源环境科学研究院院长刘锐

刘锐：作为一家企业型研究院，它对企业在不同阶段实现转型升级以及提升核心竞争力起着不可或缺的作用。目前，中科宇图研究院的功能主要包括四个方面：一是提供战略咨询，首要是引领公司发展，同时也为国家和相关机构提供战略咨询服务；二是为公司承担自然科学基金等国家纵向科研项目，以此凝练核心技术与产品；三是建设科研成果转化平台，把中科院、北师大等科研院所的科研成果通过研究院这个平台进行转化，为公司提供产品；四是作为培训基地，目前中科宇图有大量的中层干部，包括技术和营销方面的，都出自于研究院。

记者：中科宇图与众多科研机构建立了合作，今年也正值研究院成立十周年，在打造科技

发展体系（政产学研用）方面做了哪些投入？成效如何？

刘锐：中科宇图的创始团队基本来自于当时的中科院遥感所、地理所和北京师范大学，具有很强的科研实力，并且在李小文院士的带领下，十分注重“产学研用”的科技转化。2009年，中科宇图资源环境科学研究院正式成立。

我们一定要让技术商业化，不能让科研成果被关在实验室里，只放在书本和论文中，理论成果要与市场相结合。中科宇图重视和大学、科研机构的合作，同中科院多次联合申报国家项目，研究院与北京化工大学签署“污水处理实验室”、北京航空航天大学合作的中俄微生物燃料电池项目、与北京师范大学水科学研究院签署“数字流域实验室”、电子科技大学签署“智慧环保实验室”，政府部门授予中科宇图中国产学研合作创新示范企业、北京市国际科技合作基地、博士后科研工作站、院士专家工作站等。

研究院是中科宇图最重要的部门，集中了公司所有高学历人才，研究院已经成功走出了一条自己养活自己的成长道路。目前，研究院承担着多个国家纵向课题和各行业部门的横向项目，公司也是以项目形式对研究院进行投入，形成了一条民营企业研究院独特的发展道路。

“技术商业化”、“洞察客户需求、解决用户痛点，将技术创新、业务转型和市场需求融合在一条价值链”这是刘锐院长、姚新董事长提出的共同理念，循着地理信息产业化、服务化方向不断进行产品创新与发展，是未来发展方向。“集信息技术改善环境，用空间信息改变生活”，带着这般使命的中科宇图，也将为我们智绘一幅幅绿水青山的动人图景，打造方便快捷的智慧生活。◆

选自《宇图》期刊2019年总第21期



专访

义不容辞 筑就绿色环保梦

姚新：朝阳区第16届人大代表，中科宇图科技股份有限公司董事长兼总裁。“自从当选人大代表以来，代表的使命感一直都在促使我去积极关注朝阳，关注亚运村。对于地区的环境保护事业，更是义不容辞，勇于担当。”姚新谈起人大代表的责任，坚定地說道。

关注空气 建议“精准治霾”

每天呼吸的空气质量怎么样，是老百姓最关心的环保问题。姚新代表说：“我每天起床的第一件事就是看空气质量，因为我每天早晨都跑步锻炼，空气质量好就出去锻炼，空气质量不好就在家锻炼。”

姚新代表坦言，近年来，通过政府的努力，我们的空气质量总体在改善。但是，与发达国家城市相比，与我们设定的一级空气质量达标值相比，与人民群众的期望值相比还有不小的差距，因此我们还必须持续实施大气污染防治行动。朝阳区具有区域面积大、人口多、高速路网多的特点，决定了大气污染源具有机动车污染多和扬尘污染多的特点，因此，必须锲而不舍抓好机动车、扬尘等污染源防治工作。

“大气污染防治没有捷径可走，关键是减排，利用科技手段实施‘精准治霾’。”作为中科宇图科技股份有限公司董事长，姚新代表对记者表示，“中科宇图立足北京朝阳，不仅面向全国，在大气治理、环

境信息化方面取得了一系列丰硕成果。近年来，公司围绕大气污染治理，依靠科技手段，研发了“精准治霾”体系，取得了较好的效果。”

亚运村基于空气质量监测数据，在中科宇图专家团队的科学指导下，科学开展大气污染防治工作，有效识别辖区内重点污染区域、重点污染源、重点污染时间段，提出针对性管控措施建议，提升环境执法效率，实现精准管控，长效靶向治污。自专家组入驻后，奥体中心PM_{2.5}和PM₁₀监测数据同比去年明显改善，环境质量呈现持续稳定改善态势。

清新水域 发力“科学治水”

为了让朝阳的水更清澈，今年的政府工作报告提出，加快实施水系规划，开展河道水系循环调度工作，实现主要河道水系连通。全面落实“河长制”，开展污水溯源治理，推进雨污合流管线改造。

“政府工作报告提出的是一个系统治水的方案。”

姚新代表认为，“整个来看是一个立体的工作部署，是一个系统工作计划。这里面，我认为最有新意的是‘开展污水溯源治理’，这是个很好的提法，治理水污染就是要从源头治理，只有抓住了污染源就抓住了水污染治理的牛鼻子，我赞成这种工作思路。”

姚新代表认为，从调研情况来看，污水源头排放不规范造成的“点源污染”是造成内河污染无法根治的主要原因。因此，解决内河污染问题不能仅仅依靠生活污水的集中式处理，而应分散式与集中式处理相结合，分别从源头和末端上抑制水污染，标本兼治，最终实现长效持久治内河污染。

在内河整治过程中，传统的截污、疏浚等治理方式无法快速改善这些河道的水质，因此科技治河成为治理这类河道的一项有效手段。姚新代表明确表示，城市水体黑臭成因复杂、影响因素多，需要区别对待，采取不同措施加以治理，所以一定要注入先进技术方法。近两年，中科宇图围绕黑臭河治理提出“系统治水、智慧管理”的工作思路，并在北京通惠河、孙河等地成功应用，取得了良好的环境效益。这其中，就是采取了以“高效富氧+超强磁化组合工艺、纳米碳纤维生态浮岛、微生物菌剂强化”等组合新技术。这套技术的应用，实现了对黑臭水体治理高效、快速、低成本（不用在河道上开肠剖肚）的特点。工程于2017年10月底开始建设，2017年11月28日正式投入运行。自运行以来，河道水质明显改善，各项污染物去除明显，河道生态环境逐渐修复，自净能力不断提升。

保护环境 我们义不容辞

近年来，我国生态环境状况明显好转，推进生态文明建设决心之大、力度之大、成效之大前所未有，大气、水、土壤污染防治行动成效显著。具体的改善效果，我们也都有着深刻的感受，比如最直观的感受是“北京蓝”已不再是奢侈品。

谈到未来，姚新代表认为要重视大数据、“互联网+”等信息技术的应用，加强生态环境大数据综合应用和集成分析，为生态环境保护科学决策提供有力支撑。利用大数据支撑法治、信用、社会等监管手段，

提高生态环境监管的主动性、准确性和有效性。

作为致力打造“大数据”与“大环保”两大产业生态圈的科技企业人大代表，姚新自从当选人大代表以来，代表的使命感一直都在促使他去积极关注朝阳，关注亚运村。尤其是对于地区政府工作中涉及公司业务领域的内容，姚新表示更是义不容辞，勇于担当。

近年来，中科宇图基于“空云大物移智”等创新技术，提出了“精准治霾、系统治水、科学治土、智慧管理”的战略方向。中科宇图已经为全国许多省市打造了环境治理的综合解决方案。其中，“精准治霾、系统治水”两大创新体系已在北京、十堰、平顶山、孟州、咸宁等多个城市落地实施，取得了显著成效。

履职尽责 贡献自己力量

谈到人大代表的身份，姚新代表对记者说，人大代表是党和政府联系人民群众的桥梁和纽带，是经济社会的参与者和推动者，是和谐社会的维护者。履职一年来，深感责任之重，人大代表必须熟悉国情和民情，了解国家、本市、本区的发展方向和规划，要有远见地对政府治理提出建设性的意见和建议，有高度、有深度、有力度。还必须与基层百姓建立密切的联系，了解基层百姓的愿望、苦恼、意见和建议，还要把具体的问题放在全区、全市乃至全国的整体大环境下考虑，提出来的意见和建议才能接地气。

“履职以来，我深刻感受到人大代表职责的神圣，选民们的肯定、理解和支持激励着我。立足朝阳，与朝阳区人民同呼吸，深刻感受着朝阳的发展和变化，作为人大代表我将用积极的行动回报朝阳，服务朝阳。”

“作为朝阳区的企业，又身兼朝阳区人大代表，喝着朝阳区的水，呼吸着朝阳区的空气，一定要为朝阳区的发展贡献力量。中科宇图期待积极发挥公司的技术优势，不仅为全国的环保工作献策，还能为朝阳区的经济建设、环保产业与大尺度生态环境建设示范区的建设贡献更多的力量。”姚新代表说道。（摘自《亚运村》人物|07）◆

选自《宇图》期刊2018年总第16期

刘锐：中科宇图的“大环保”逻辑

2004年夏，京师大厦，刚从美国回国的刘锐教授在这里接受李小文院士的“接风”和“面试”，一行四位教授在没有一盘菜的情况下，喝了一整瓶五粮液。伴着酒，他们“讨论了一下午遥感和GIS在中国的发展问题。”如果不是这次经历，也许刘锐还不相信学术话题也能成为“下酒菜”。

刘锐告诉泰伯网，李小文院士后来和大家讨论出了一个结果，遥感技术和其他领域最好的结合点，一个是地理信息系统（GIS）技术，另一个就是环保产业。

2009年，刘锐教授在遥感科学家李小文院士的鼓励下进入中科宇图，并创建了中科宇图资源环境科学研究院。

事实已经验证了这个判断。如今环保成为国家和全民焦点，市场可观；GIS平台也成为综合遥感手段和智慧分析的最主要平台。在此框架支撑下的中科宇图，智慧环保项目利润率可达30%，在信息化市场中已属难得。

但刘锐告诉泰伯网，用户不时发出犀利的“灵魂拷问”仍然让他如芒在背。有一次用户问他：“我知道你们的智慧环保‘一张图’可以很漂亮，可为什么环境还是没见好？”这个问题让他意识到，软件方案只能是环保中的一部分。如果不参与到实际治理的工程项目中，很难让环境好起来。因此，工程项目也将成为中科宇图进击“超级公司”的最后一公里。

科研院所走出的智慧环保企业

鲜有人知，中科宇图虽然是一家民营企业，但其早期创始人和员工大都来自中科院遥感所、地理所和北京师范大学。这其中包含我国遥感事业重要推动人李小文院士和公司董事长姚新。因此2001年公司成立之初，无论遥感数据的获取和处理，还是人才的聚

拢，公司都有很大的优势。

但很快以李小文院士为代表的遥感专家们就意识到，遥感虽然是数据获取的重要手段，但如果没有地理信息系统（GIS）的支持，它将很难发挥更大的潜在价值。刘锐教授正是在这种背景下，于2004年应邀回国任职北师大地理遥感学院，被李小文推荐执教GIS课程，培养研究生。

与高校联系紧密的中科宇图很快也受到影响。此期间，迅速展开了在GIS方面的发展。从遥感到GIS，是中科宇图第一次“小跨界”。

而在刘锐教授刚回国不久后，中科宇图就迎来了又一次“大跨界”。2005年前后，李小文一直和大家重点讨论一个问题：遥感技术的最重要结合点除了GIS外，最有潜力的行业应用是什么？“最后得出的答案是环保。这个答案也更加坚定了中科宇图进入环保产业的决心。”刘锐回忆道。

如此，公司既避开了与GIS、遥感测绘企业的正面竞争；对环保领域的竞争对手而言，其3S技术手段也形成了独一无二的技术壁垒，让对手难以简单复制。而市场份额也为中科宇图交了一份较好的答卷。

“农村包围城市”，他们把营收翻倍

如今，将大数据、云计算、物联网、GIS、遥感技术和环保业务模型相结合的智慧环保已经成为中科宇图的核心业务，智慧环保软件市场份额也位列前茅。但在2005年中科宇图刚刚进入环保行业时，市场对他们而言并不友好。

“雾霾”概念彼时尚未受到重视，各级政府环保部门的重心只集中在环保信息化和污水等项目的治理上。且与海外市场不同的是，由于企业缺乏治理环境的核心动机，因此其主要用户仅来源于各级政府部门。

因此我国环保行业也是一个典型的ToG（政府为用户）行业。

在不熟悉用户渠道、未充分理解政府部门业务需求的情况下，2005-2008年之间中科宇图主要客户均来自于地市级环保厅和环保局，尚不能形成“环保主战场”。

但经过三年的摸索，公司在2008年迎来了第一个国家环保部项目，标志着其正式进入我国环保“主战场”。同时，公司也迎来了快速成长期。这期间，公司营收增长率最高时达到了40-50%。

刘锐教授总结，最主要的原因是当时中科宇图抓住了环境部门的两大核心需求，分别是建立天空地一体化的监测体系和建立数据分析平台系统。这个由为地方政府提供环境业务服务，到为中央环保系统做顶层设计的成长战略，被公司形象地称之为“农村包围城市”战略。

如今这个战略，很快又要变为“回到农村中去”了。刘锐介绍，中科宇图近年承担了越来越多的省部级、甚至国家级环保项目。它们虽然带来的营收有限，但凝练了技术和产品，使得更多地方政府对公司产生了信任。地方项目也因此重新成为中科宇图的重要营收来源。目前，中科宇图已在全国建立了6个大区分公司和10多个省级分公司，地方级环保项目可占公司营收超过80%的比例。

“环境亿级PPP项目，我们很难进入”

环保需求的巨大导致了激烈的竞争。单是智慧环保的信息化领域，就有多家上市公司同台竞争。但尽管如此，刘锐教授回忆，我国环境领域上市公司排名中，前十名没有一家是做信息化的企业。

“因为信息化就搞这么一点点事情，对吧？”

他所谓的“一点点”，是指智慧环保中的信息化项目，包括环境监测、监察、应急、生态保护等信息化和智能化技术，并没有占据资本投入的“重头”。真正的资本都朝着工程项目流动，环境领域的“超级公司”也均为治理型企业。刘锐介绍，虽然工程项目利润率仅为10%-20%。但其资金总额巨大，包含动辄

几十亿的PPP项目。这一点智慧环保、信息化项目也只能望其项背。

只从事信息化业务时，包括中科宇图在内提供智慧环保方案的信息企业很少能够入局这种“大单”。这也导致了信息化项目和工程项目的割裂，治理效果因此大打折扣。这也是为何会有用户发出“并没有让空气质量提升”的质疑。

因此，近两年间，中科宇图决定发挥地理信息监测平台、空间大数据分析平台优势，提出了“精准治霾”、“系统治水”和“科学治土”战略，为用户提供大气、水和土壤环境规划、监管、工程治理的闭环服务模式，开始打入环境治理市场。

2017年，中科宇图承接的黑臭河治理项目即为工程项目，营收达数千万元。据了解，公司也计划在未来几年内，将环境治理工程作为其为地方政府服务的主要目标。

“以我在美国多年工作的经验，Esri为什么强大？因为他们一直积极与最新的IT技术和行业发展相结合。”刘锐教授在美国世界银行系统工作时，是负责全球生物多样性数据仓库建设的专家。Esri当时做了很多积极的尝试，包括免费向他所在部门、其他政府及NGO用户提供GIS软件，以及鼓励他推广GIS在该领域发挥的作用。

“在美国，很多环境公司都是从信息化开始做起，然后逐渐与工程和服务结合起来，成长为环保行业的超级公司。在中国，这个逻辑同样适用。”刘锐教授最后说。◆

选自《宇图》期刊2018年总第18期



系统治水助力水质长效持续改善

对话中科宇图资源环境科学研究院副院长谢涛博士

由于水污染成因复杂、来源众多，实现水质的持续改善不能依赖临时性、应急性、碎片化的水污染防治措施，有必要从源头到末端，进行“管治”结合的治理之策。对此，记者采访了中科宇图资源环境科学研究院副院长谢涛博士，畅谈城市水环境治理难点及“系统治水”理念如何助力改善水质。

提问一：从中央到地方政府对环境治理的重视程度不断提升，您认为当前环境治理尤其是城市水环境治理中，还面临哪些难点和重点？

谢涛：城市水问题是综合性的问题，我们常常提到水会涉及水多、水少、水脏以及水浑的四个类型，也就是雨洪、干旱、水环境以及水土保持相关的问题。水环境问题也不是孤立的，涉及取水、输水、用水、

耗水和排水各个环节，由于缺乏综合性、系统性的治水统筹，一定程度上治理措施存在临时性、应急性、碎片化的问题，亟待统筹考虑。污染底数不清、原因不明；监管能力不足，导致生活污水直排和工业污水偷排没能够有效的遏制；仅在河道内进行生态修复和应急性水环境治理工程措施，只是解决了一时之需，水质反复，工程治理成效难以长久保持等情况经常出现。

在这样的背景下，越来越多的政府、企业、学者意识到，碎片化的、短期性的水环境治理难以满足水环境质量持续改善的要求。

应该看到，在水环境治理中，我国许多区域管理减排的空间仍然巨大，寄希望于在污染入河、入湖以后的强化治理，而忽略对于企业、污水出厂、畜禽养殖等排污单位的源头监管，是许多治理工程绩效达不到预期的症结所在。

提问二：如今，“系统治水”作为一种治理理念得到业界的广泛认可，那么“系统治水”相对于运动式应急性治理有何必要性？系统治水模式对改善城市水环境发挥了哪些作用？

谢涛：2019年，我国水污染防治攻坚已进入深水区，各地政府部门急需在系统规划、监管决策上一谋划。“系统治水”理念的形成和探索，正是通过污染底数调查、系统科学规划、提升智能化监管能力，加强靶向治理层层深入，形成从“规划设计”到“监管和治理”的系统治水闭环服务体系。

通俗地讲，我们要改变原有一味地强调治理，而转向管理与治理并重。站在顶层设计的高度，从前端到过程到末端，打造全流程、一体化、全方位的治水新模式。这是解决城市水环境污染各类疑难杂症、保障水质持续改善的切实有效手段。

提问三：什么样的城市适合采用“系统治水”模式？目前取得了哪些经验？

谢涛：应该说，“系统治水”的理念是通用的，所有城市都适合，但在具体途径和技术路线的选择上，还要结合本地的不同特点，如考虑季节性因素、河道水质来源等，进行有针对性的系统分析。结合靶向性工程治理体系，以流域为单元进行治理规划和工程设计，通过控源截污、生态修复、生态调度等综合性措

施统筹优化设计实施，从而确保水质达标。

目前在湖北咸宁，围绕流域的综合治理规划就引入了“系统治水”的理念，首先开展了流域性的综合治理规划，进行监管类和治理类项目的整体性布局统筹，将信息化的监管与污水处理厂的提标改造、河道和湖泊水体的生态修复等措施进行整体设计，同时探索引入水环境治理与监管的第三方服务，引入外部专业人员参与现场河道监管的日常巡查、排查工作，对接专家资源围绕水质改善定期提供咨询服务。

今后，提供专家咨询服务将是第三方服务中不可或缺的“配套”搭档。尤其是在治水过程当中，比如说有些地方污水处理厂长期不达标，到底是工艺出了问题，还是来水的水质没得到保障，从不少地方政府的诉求上来讲，是需要有专业团队帮他们解决的。

提问四：治理改善城市水环境，如何借力智慧环保等信息化手段？

谢涛：当治理与管理并重后，管理中的一些短板就开始显现，究其原因，往往是有些地方没有跳出固有的套路模式。实践经验证明，对于污染治理，实际上管理好了，后面治理起来的压力就大大减轻。

借力信息化的智慧环保，一是提升管理的效率，二是使得后续的工程治理更具有靶向性，即怎么治才能治得更准。正是通过信息化手段所获取的各种数据资源，形成了专业的分析，才可以为治理技术路线的选择提供依据和帮助。

“系统治水”的核心之一就是智慧化的监管体系，通过天空地一体化的多元监测体系，如水质微站的加密布设，可以作为生态补偿和执法监测的参考；辅以多方联动的管理机制，如专家服务、联动执法等；再加上河湖长平台、APP等智慧化的执法监管平台，最终才能实现测得准、算得清和管得住的监管要求。◆

选自《宇图》期刊2019年总第20期



中科宇图资源环境科学研究所所长，首席科学家

夏天最美、最凉爽的时候在夜晚。夜幕降临，人们开始渴望美好而放松的一餐。烧烤，尤其是海鲜烧烤似乎正能配的上这夏夜的喧嚣。就是在这个人们对于海鲜充满无比渴望的季节，獐子岛(002069.SZ)这个中国北方最大的海产品养殖、加工、贸易上市公司，一次次上演“扇贝跑了”的戏码。

从2014年到2019年，上市公司獐子岛反复导演“扇贝大逃亡”：跑了，死了……2020年6月，“扇贝去哪儿”终于迎来最终季。证监会果断出手，借助北斗导航定位系统破解了“扇贝之谜”。

6月24日，证监会对獐子岛作出市场禁入的决定。在对獐子岛的调查中，证监会委托包括中科宇图科技股份有限公司（以下简称“中科宇图”）在内的两家第三方专业机构运用地图大数据技术还原了采捕船只的真实航行轨迹，复原了公司最近两年真实的采捕海域，进而确定实际采

捕面积，并据此认定獐子岛公司成本、营业外支出、利润等存在虚假。

至此，獐子岛的“扇贝”闹剧终于落幕。但是，有心的读者或许会产生这样的疑问，“獐子岛‘扇贝事件’早在2014年便发生了，到2020年‘扇贝事件’也多次重复发生。时间跨度六年之久，为什么对獐子岛的处罚现在才盖棺定论呢？”

带着这样的疑问，赛迪网/《互联网经济》杂志记者采访到“证监会‘獐子岛’调查”的重要参与方中科宇图副总裁、资源环境科学研究所所长、首席科学家刘锐，听他讲述如何通过“卫星大数据”利用地理信息技术调查出“扇贝跑了”的始末缘由，以及“卫星大数据”在当前市场的应用和发展前景。

在采访前的准备阶段，记者也对中科宇图这家公司进行了充分的资料收集，同时也对“卫星

产业”进行了调查。记者了解到，中科宇图成立于2001年，是中国领先的地图大数据与智能化解决方案服务商。公司以地理信息和遥感技术为优势，为客户提供地图大数据与智能化解决方案、软硬件产品、管家式服务。总部位于北京，目前已经形成全国6大区域分公司，业务遍及全国300多个城市和地区，拥有上千家客户。

目前，中科宇图与多家科研机构成立了数字环保实验室、数字流域实验室等科研平台；获批了院士专家工作站、博士后科研工作站、环境监测大数据应用关键技术北京市工程实验室等。由多名院士和知名学者组建了“战略发展与科学技术委员会”，形成了“政产学研用”科技成果转化体系。公司承担了国家重点研发计划、国家科技支撑计划等重大课题；并荣获了国家科学技术进步奖、生态环境部科学技术奖、中国工程院光华工程科技奖、甲级测绘7项、CMMI5等荣誉资质200余项，软件著作权300多个，专利百余项；出版智慧环保、环境大数据、大地图等专著10余部。

而在对“卫星产业”的调查中，记者了解到，目前全世界的航天产业年收入，已经超过了3500亿美元，其中卫星产业占到了总收入的79%。这是什么概念？2016年全世界的互联网产业的总收入，也就是把谷歌、亚马逊、腾讯、阿里这些企业的收入全都加起来，也就是3800亿美元。这就是说，卫星这个产业，已经悄悄地发展到可以和全球互联网产业的规模相提并论的程度。

而且，随着埃隆·马斯克的“星链计划”影响，大众也再次燃起对“大航空时代”的向往。目前，我国卫星产业也在积极探索当中，根据《中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书（2019）》数据显示，2018年我国卫星导航与位置服务产业总体产值达3016亿元，较2017年增长18.3%。其中北斗对产业的核心产值贡献率达80%，由卫星导航衍生带动形成的关联产值达1947亿元。

揭秘“扇贝事件”真相，卫星大数据为企业提供新维度

记者首先问到读者都关注的问题，“为什么獐子岛‘扇贝事件’早在2014年便发生了，但对獐子岛的处罚直到六年后的现在才真正盖棺定论？”。刘锐院长回答道，调查这个问题需要抓住獐子岛财务不实的主要矛盾。

当时獐子岛公司在2014和2015年已经连续亏损了两年，如果2016年不能转亏为盈，公司将会暂停上市。为了达到盈利的目的，獐子岛利用扇贝底播养殖的成本与采捕船捕捞面积直接挂钩的特点，少报了捕捞面积来虚减成本。

当时，证监会已经上岛做了大量的实地调研。但其中一个难点是需要提取证明出海和捕捞的具体成本材料，这是举证獐子岛非常关键的材料。獐子岛捕捞面积由公司捕捞人员以月为单位汇报给财务人员，具体区域无逐日采捕区域记录可以核验，这种无监督无核验的成本结转执行过程可能导致公司利润失真。

期间，在调查过程中，证监会发现采捕船产生的北斗定位数据能对他们取证起到帮助。

那么，这一次中科宇图是如何帮助证监会还原“扇贝逃跑”之谜呢？

首先，证监会发现獐子岛公司的每艘作业船只上，都装有北斗导航系统。这一装置的本来用途，是渔政部门为了预防船只在海上相撞而要求配置的。有了北斗导航，每艘船只的航行路线将会一目了然；其次，证监会对獐子岛发起的调查，时间是17个月。证监会依照獐子岛2017年9月披露的《关于开展2017年秋季底播虾夷扇贝抽测的公告》和同年10月披露的秋测结果，以獐子岛给定的120个调查点位135万亩海域为“对照样本”。

中科宇图配合证监会对这段时间抽测船航行的路线进行“地图大数据”分析，画出了抽测船的行驶轨迹。同时，通过大数据分析明确了獐

子岛的海产品养殖面积。最终，发现抽测船只在执行秋测期间并没有经过其中60个点位，船只根本没有在这些点位执行过抽测。简而言之，检测结果发现：獐子岛的海产品实际养殖面积，与獐子岛的财报登记面积存在严重不符，獐子岛虚报了海产品养殖面积。

刘锐院长表示，这次证监会揭露“扇贝出逃”真相，是科技进步带来的成果。由于卫星大数据的兴起，通过卫星的独特视角，很多企业数据的属性正在发生变化。

除了市场信息之外，环保监管机构也会因为通过“卫星大数据”整合的遥感技术而获得新的能力。比如说，像是高耗能企业的二氧化碳排放量，还有高污染企业是不是擅自排放了污染物这种数据，以前只能由政府部门进行抽查，或者安置一些传感器进行局部的监测。但是未来这些数据，都有可能通过遥感卫星进行实时的计算和监督。

中科宇图在这方面的研究更深入，他们在自主研发的“时空大数据平台”基础上，汇聚、规整、建设多维测绘、政务、物联网、互联网数据；并利用物联网、互联网、云计算、高性能计算、智能科学等新兴技术手段，对城市居民生活工作、企业经营发展和政府行使职能过程中的相关活动和需求，进行智慧的感知、互联、处理和协调，使城市构建成为一个由新技术支持涵盖公众、企业和政府的新城市生态系统。

“二维”到“三维”跃迁，卫星大数据正成为下一个风口

在了解“扇贝出逃”事件的始末缘由后，记者向刘锐问及“卫星产业”以及“卫星大数据”相关领域发展前景。刘锐讲到，提及“卫星产业”很多人会联想到科创圈内火热的“大航空时代”设想，“大航空”产业与“人工智能”产业现在并称为“第四次工业革命”的重要发展领域。如



今这个领域的热议表面上是因为埃隆·马斯克的SpaceX公司和他大胆的“火星殖民计划”过于亮眼而引发，更多实际上因素是发展大航天产业的技术积累已经达到了可以商业化、产业化的阶段，而且市场对于“大航天”产业的实质性需求已经产生。

众所周知，“卫星产业”是大航天产业的基础，就当前专业机构的调查数据表明，仅在我国卫星导航衍生带动形成的关联产值达1947亿元。为什么会有如此大的市场规模呢？

刘锐指出，首先，卫星的发射和研发的成本大幅度的降低，直接促进了商业航天的发展。目前，卫星的“微小化”已经成为发展趋势，“一箭多星”未来将成为常态，这就为卫星满足多样化商业需求提供了可能性。

其次，是市场对卫星产业的真实需求的迫切性在不断上升。我们要了解到，如果摆脱地面束缚站在“空、地”角度下去思考会发现，由于卫星的出现，让人类眼界真正实现“二维”到“三维”的跃迁。在前几年的互联网产业圈里流行着“降维打击”这样的术语来形容对行业有革命性变革的商业事件，那么对于卫星产业而言似乎应该被定义为“升维产业”其中的商业机会和前景应该不言而喻。GPS导航、马斯克的通信卫星“星链计划”以及中科宇图借助导航技术帮助证监会还原“扇贝出逃”的真相，这一系列事件都说明卫星产业前景一片光明。

“卫星大数据”则是属于卫星产业下，通过对卫星数据的采集、汇总、方案应用而形成。中

科宇图在卫星大数据的基础上，利用自身在地理信息、导航和遥感技术的优势，结合 AI 技术对于图像处理能力，形成了中科宇图自身的“地图大数据平台”。而中科宇图在卫星数据应用上，也已经形成北斗导航、GPS 双应用模式。

目前，中科宇图基于地图大数据资源体系，打造二三维一体化地图大数据云平台，为自然资源、公安、通信、金融、能源、交通、环境、水利等行业提供大数据时空化、可视化、智能化为一体的综合解决方案。在生态环境领域深耕多年，为生态环境行业提供“智慧环保”系统化解决方案，并结合无人机、无人船、机器人监测、激光雷达等技术手段，业务延伸到精准治霾、系统治水和科学治土领域的管家式服务。为生态环境行业提供综合性整体解决方案。

“地图大数据”服务多个领域，引领产业创新发展

在谈及“卫星大数据”的应用方面的问题。刘锐表示，因为卫星遥感的性能也在不断地提升，以至于图像的分辨率开始突破了足以产生商业价值的临界点。当前商用遥感卫星的分辨率已经达到了 0.5 米以下，这种分辨率已经可以有效地区分车辆和人员了。全球大部分“卫星大数据”公司都在基于这个技术条件，在开发更多的商业化应用场景。

而且，随着 AI 技术对于图像处理能力的提升，大量卫星图像可以用计算机进行识别和分析了。结合这些技术的发展，人们就可以从浩如烟海的图像数据中，搜寻出有价值的信息。这样的技术成熟也导致了“卫星大数据”产业如今，如火如荼的发展。

而中科宇图在“卫星大数据”场景开发上，已经走在行业前列。目前，中科宇图在基于自身地图大数据服务平台、天空地一体化数据采集、生态环境大数据等技术在自然、公安、能源、通

讯和金融等领域都有应用。

在近些年大气污染防治领域，中科宇图的“天空地一体化”实现监测数据精准化。只依靠卫星遥感数据进行分析并不准确，需要配合近地面实时监测数据的校核验证。中科宇图建立一套“卫星遥感+无人机+地面监测”等十余种监测手段为一体的“天空地”立体化监测体系，可全面掌握污染物浓度和污染源活动状况。

在保险领域，中科宇图通过建立基于卫星遥感数据的“信息化平台”实现了对于农业保险的精准理赔。卫星遥感配合无人机航拍，再结合地面勘查，三者获取天上、近地面、地面数据，所获的数据仍要进一步进行处理融合分析。中科宇图的平台通过对农作物面积、种类、长势情况进行分析，深入挖掘数据价值。2017 年，中国银保信以国家深度贫困村—四川凉山州昭觉县火普村为试点，创建“保险精准扶贫实验室”，委派中科宇图在银保信农险基础平台的基础上，以农险业务数据为基础，结合多时间序列的时空大数据，通过卫星、气象模型、环境模型等得到最直接的数据，建成综合数据管理系统和农业保险 GIS 系统，农业保险业务数据的空间可视化展示和综合分析，减少了风险的影响，为当地开展精准扶贫工作提供了技术支持。

在采访最后，刘锐院长谈起他对于卫星产业发展的展望。他讲到，卫星产业发展的好坏对于我国科技产业是否能够持续发展至关重要。卫星产业尤其是卫星大数据领域属于新兴产业，对于其商业模式、产品场景的开发都是“0 到 1”探索，这个年轻的产业需要更多的年轻人进入，开拓更多属于中国的真正自主创新。（文 / 秦耳）◆

选自《宇图》期刊 2020 年总第 25 期

新时代生态文明建设要有新作为

——访中科宇图副总裁兼资源环境科学研究院院长刘锐

党的十八大以来，坚持生态环保优先已经成为中国制定各项重大发展战略的重要原则。例如，“长江经济带发展战略”、“京津冀协同发展战略”、“雄安新区发展战略”等重大区域发展战略，都把生态环保放在了优先考虑的位置。

作为环境保护领域的资深专家，刘锐院长带领中科宇图资源环境科学研究院走过了辉煌的十年历程。同时，作为《宇图》的总编，刘院长不仅见证着公司的发展壮大，也见证着公司智慧环保的发展创新。在《宇图》成立五周年之际，请刘院长谈谈新时代的生态文明建设。

《宇图》：党的十八大以来，坚持生态环保优先已经成为中国制定各项重大发展战略的重要原则。例如，“长江经济带发展战略”、“京津冀协同发展战略”、“雄安新区发展战略”等重大区域发展战略，都把生态环保放在了优先考虑的位置。面对大形势，公司在未来生态环境建设服务中如何定位自身的发展？

刘锐：走向生态文明新时代，建设美丽中国，是实现中华民族伟大复兴中国梦的重要内容。习近平主席强调建设生态文明关系人民福祉、关乎民族未来，并发出了“努力走向社会主义生态文明新时代”的号召，为新形势下推进生态文明建设指明了方向。

作为中国领先的地理信息与环保科技服务商，中科宇图一直致力于用信息技术促进生态环境改善。经过十八年的发展，中科宇图已经形成了一大批卓有成效的环境保护案例，尤其是自主设计的环境保护解决方案，已在国家部委及 20 多个省、300 多个市广泛应用并取得了显著成效。

习近平总书记 2018 年 5 月 18 日在全国生态环境保护大会上的讲话中指出，“各级党委和政

府要自觉把经济社会发展同生态文明建设统筹起来，坚持党委领导、政府主导、企业主体、公众参与，坚决摒弃“先污染、后治理”的老路，坚决摒弃损害甚至破坏生态环境的增长模式。”

未来，在生态环境建设服务领域，中科宇图将继续发挥生态文明建设的主体作用，积极承担生态文明建设中任务。中科宇图在生态文明建设的发展定位，总结起来就是立足本身，做好服务。其中，要把握好一个基本点，就是立足中科宇图十八年发展过程中所形成的技术优势，成果积淀，继续加强在智慧环保的建设和服务，深入“精准治霾、系统治水、科学治土”等环保主战场。

《宇图》：在今天的政府工作报告中，李克强总理强调，要继续打好三大攻坚战，精准发力、务求实效。对于 2019 年的环境保护工作您认为公司将如何助力政府打好三大攻坚战？

刘锐：党的十九大报告将生态文明列入国家“五位一体”战略布局，对“坚决打好污染防治攻坚战”做出全面部署。众多地方党委、政府将“打赢蓝天保卫战”作为首要任务，频频重拳出

击，治理雾霾决心之坚定、力度之大前所未有。

中科宇图在几年前就创建了“精准治霾、系统治水、科学治土”的创新型生态环境监管与防控体系，为用户提供精准、高效的治霾和治水解决方案与服务模式。“精准治霾，系统治水”两大创新体系已在北京、广州、十堰、平顶山、孟州、咸宁等多个城市落地实施，取得了显著成效。

未来我们将把帮助地方政府“打赢蓝天保卫战”作为核心任务，继续依托自身高科技人才优势、技术研发实力，加大科研投入，完善“精准治霾”智能化方案，为我国“打好污染防治攻坚战”贡献力量。

《宇图》：尽管近年来生态文明建设取得了长足的进展，但还需要应对好一系列严峻的挑战。您认为在未来的一段时间里，环境保护工作将如何开展？

刘锐：最近，生态环境部李干杰部长在记者会上表示，“大气污染防治压力依然很大，形势不容乐观甚至相当严峻。”现在蓝天保卫战行动计划、路线图、时间表、任务书都已经确定，关键是抓落实。李干杰部长在最近的讲话中已经明确指出我国生态环境治理工作的现状及工作计划和重点。作为企业我想谈三点想法：

第一：运用互联网、云计算、大数据和遥感等智能化信息技术，将实现生态环境信息共享。充分发挥主体平台的专业优势，构建信息交流平台和参与平台，实现流域生态状况、环境治理、污染排放和宏观经济数据共建共享，打破“信息孤岛”和“数据烟囱”。

第二：创新商业模式，充分发挥民营企业的创新优势。对于水环境治理、黑臭水体、农村生活垃圾等目前收支不平衡的污染治理领域，打造更接地气、更易操作、更加适用的商业模式，摒

弃以经济快速增长为导向的价值观和牺牲绿水青山换取短期经济利益的行为，提升污染治理水平。

第三：加大科研投入，充分利用国家技术研发资源，加大固危险废弃物、重金属治理、黑臭水体、生物多样性、高浓度工业废水等重点难点领域的投入。推进重点领域和关键环节技术、工艺和装备的研发，全方位、立体式的治理大气、水、土壤等污染排放，彻底解决点源污染，有效降低面源污染，实现生态修复技术全覆盖。

《宇图》：公司在中国生态文明研究与促进会成立了生态文明大数据分会，作为分会副会长请您谈谈如何促进大数据在生态文明建设中发挥分会的作用？

刘锐：生态文明大数据分会成立后，将全面落实开展四项工作：

一、认真做好生态文明大数据分会组建、会员发展等工作。夯实生态文明大数据分会组织基础，推动大数据产业发展。

二、开展生态文明大数据分会平台建设。组织召开年会交流平台，开展生态文明大数据建设宣传培训活动，开展走进会员单位调研活动。

三、创新生态文明大数据分会服务内容和方式。积极开展决策咨询服务，组织建立生态文明大数据评估工程中心，积极推行生态文明大数据行业标准建立；编制出版生态文明大数据行业报告等。

四、加强分支机构联系与交流。加强同研促进会下的其他分支机构及其他学会、协会、联盟等相关大数据机构的联系与交流，注重会员管理与服务相结合，提升生态文明大数据分会办事机构的能力与水平。

相信今后在中国生态文明研究与促进会的

统筹与领导下，生态环保产业可实现跨越式发展，形成生态文明建设协调机制，树立智慧运营、科学管理的观念，提升人与自然和谐发展的现代化建设新格局，为生态文明建设做出我们这代人的努力。

《宇图》：在2017年公司确立了“精准治霾、系统治水、科学治土、智慧管理”的战略发展方向，在两年多来有哪些成果，又有哪些不足？

刘锐：河南省平顶山市自2017年引入中科宇图“精准治霾”方案以来，依托卫星遥感、无人机航拍、微站监测等先进技术，在重点区域的大气污染治理上努力探索体制、机制创新。并在中国生态文明研究与促进会的指导下，由中科宇图组织邀约中国工程院4名院士等大气环境监测领域权威专家，为平顶山市300多名处级干部及技术骨干作“我国大气污染防治挑战及技术发展趋势”的主题报告，为平顶山市科学治污、精准治霾开启了思路，提供了指导。在多方联动驰援下，平顶山市空气质量持续改善，大气治理成效显著，环境空气质量全面提升。

自2017年10月起，为助力北京市朝阳区亚运村街道打好大气污染防治攻坚战，中科宇图量身为其定制了“精准治霾”服务模式。自“精准治霾”模式建立以来，亚运村街道针对扬尘、油烟、尾气、散煤等空气污染关键因素进行整治，靶向式管控污染案件百余起，亚运村地区空气质量监测数据同比之前明显改善，显著的治理成效被《北京日报》、《北京晚报》、《新京报》、《北京晨报》、《法制晚报》等20多家主流媒体的报道与转载。

目前，中科宇图“精准治霾”解决方案通过立体监测、精准研判与专家指导等管理手段，已在北京市昌平区、朝阳区亚运村、延庆区张山营

镇，河南省新郑、新密、滑县，湖北省襄阳、咸宁、枝江等20多个地市县先后落地实施。

《宇图》：公司作为行业领先的地理信息服务商，如何挖掘地理信息技术在生态文明建设中的作用？

刘锐：时势的发展迫切需要有为、有实力的高新技术企业挺身而出，需要先进的技术手段和管理措施解决问题。中科宇图围绕当前大气污染防治关键难题，探索形成一套“精准治霾”解决方案，在北京、河南、湖北等省市县已展开应用、初见成效，得到了当地政府的一致好评。

就环境监测而言，应建立天空地一体化多元环境数据采集平台。通过打造“天空地一体化”的大气环境监测网络，利用物联网、移动互联网等新技术，拓宽数据获取渠道，创新数据采集方式，提高对大气环境污染源多要素、多时相、多维度的全面感知和实时监控能力。

深入开展污染源调查，建立生态环境大数据体系。系统开展污染普查，建立健全重点污染源档案、污染源信息数据库和环境统计平台，为制定社会经济发展和环境保护政策、规划提供依据。推动智慧城市级别的生态环境大数据体系建设，形成对污染排放的准确掌握，奠定综合决策分析的数据基础。

今年是中科宇图资源环境科学研究院成立十周年，也是《宇图》创刊五周年。我想借此机会，感谢一直支持我们发展的广大客户和合作伙伴，感谢关心和关注我们的领导及社会各界。我们将不忘初心，继续秉承“集信息技术改善环境，用空间信息改变生活”的公司使命，为我国生态文明建设做出更大贡献。◆

选自《宇图》期刊2019年总第19期

刘锐 | 生物多样性和栖息地丧失将会加剧人类感 染性疾病的发生

——写在地球日 50 周年

中科宇图资源环境科学研究院院长，首席科学家

2020年4月22日

一、问题的提出

当前，新冠肺炎（COVID-19）在全球的大流行，给世界经济发展和安全稳定带来了极大的影响，也为人类重新认识生物多样性及栖息地丧失与感染性疾病（Emerging Infectious Diseases, EIDs）全球出现之间的联系再次敲响了警钟。随着传染病毒越来越多地从野生动物蔓延到人类，我们地球上的生物多样性正在以惊人的速度消失，人类感染性疾病也在世界范围内频繁爆发。现在，全球的传染疾病生态学家们都在热烈讨论生物多样性和栖息地的丧失是否会导致高危感染性疾病风险的增加。在人类不断认识自然世界的今天，必须对疾病生态学予以认真地探究已成为国外学界的共识。美国科学家 Samuel Scheiner 指出，生态和生物机制支配着人类诱发的生态环境变化与感染性疾病传播间的关系，而疾病生态学则正是研究这一关系的科学。有资料表明，近 20 年来，在全世界范围内，出现了大量新的感染性疾病，这些新的感染性疾病的出现严重地危害了生活在地球上人类的身心健康。

二、最新研究进展

最近，美国蒙大拿州大学的研究人员，在美国国家科学院院刊上的文章中发表了一项新的

研究，并给出了一些答案。文章首次展示了物种多样性对同一宿主-病原体系统中的疾病传播既有积极影响，也有消极影响。对于许多物种来说，更多样化的群落降低了感染风险，这被称为“稀释效应”，因为生物多样性稀释了感染。如果这是一种普遍现象，那么保护地球上的生物多样性对动物保护和人类健康都是双赢的。

然而，一场关于这种现象是否是普遍现象的争论异常激烈，因为对于一些系统来说，更多样化的物种社区增加了疾病风险，这被称为“放大”效应。对其他系统来说，生物多样性没有持续的影响，使其与疾病的关系不明。

在最新一期的 PNAS 中，疾病生态学家 Luis 指出啮齿动物中的罪名汉坦病毒表现出显著的稀释作用。鼠类群落多样性较高的地区，鹿鼠汉坦病毒感染率较低，是该病的主要传染源。当病毒扩散到人体时，它会引发汉坦病毒肺综合征。Luis 的研究表明鹿鼠密度引起稀释效应。在更多样化的社区，同一地区啮齿类动物的种类越多，竞争导致老鼠越来越少，疾病传播速度也越来越慢。这项研究的结论说明，更多的生物多样性意味着更少的疾病。

关于这个问题，疾病生态学家之间的争论也很激烈，虽然这项研究并不能完全解决争论，但它提供了一个有趣的视角——生物多样性增加是否能减少疾病风险的争论，可以通过深入研究决定疾病传播的不同机制来解决。

奥本大学的研究人员发表了一个新的假设，可以为研究栖息地丧失与传染病全球出现之间联系的新科学研究奠定基础。

在全球范围内，科学家认为生物多样性和栖息地丧失与新出现的传染病有关，这些传染病从野生动物传播到人类，如埃博拉病毒，西尼罗病毒，SARS，马尔堡病毒、新冠病毒等。奥本大学团队提出了一个新的假设，即共同进化效应，它植根于生态学和进化生物学，以解释推动这种联系的潜在机制。他们提供了一个关于栖息地丧失如何促进人类感染性疾病出现的新观点。该团队整合了生物学多个方面的思想，包括疾病生态学，进化生物学和景观遗传学，以提出一个新的假设，即为什么在森林砍伐的栖息地中感染疾病更容易从野生动物蔓延到人类。



疾病生态学领域很大程度上基于一种被称为稀释效应的假设，该假设在本世纪初被提出。基本上，生物多样性保护可以保护人类免受新出现的感染性疾病的影响。稀释效应突出了野生动物保护在保护人类健康方面可以发挥的关键作用，并改变了对人畜共患感染性疾病的认识。

通过假设，科学家提出，当人类通过栖息地丧失改变景观时，森林碎片就像岛屿一样，生活在其中的野生动物宿主和引起疾病的微生物经历快速多样化，在一个分散的景观中，我们会看到致病微生物的多样性增加，这些微生物中的任何一种都有可能溢出到人群中，导致感染性疾病的爆发。

三、研究意义和重要领域

生物多样性通常在地球上最适合生存的地区达到高峰，如在潮湿的热带山地、温暖的海洋岛屿、以及沿温带地区海岸最温和的地带。人们发现许多生物多样性集中区域也为人类的社会经济发展提供了良好基础，二者的重叠可能会威胁着全球生物的未来。因此，丰富的生物物种以及越来越严重的人类威胁，使得这些地区成为全球生物多样性保护的热点地区。

科学家们对全球最濒危物种的分析结果指出，这些生物多样性热点地区内生长期有地球 57% 的最濒危哺乳类动物和 82% 的最濒危鸟类动物。在过去的 2000 年多内已灭绝的物种有很大一部分曾在热点区内发现，如加勒比海、马达加斯加、澳大利亚西南部、新西兰、波利尼西亚和密克罗尼西亚。

大量事实说明，人口增长是生物多样性及其栖息地丧失的根本原因。随着世界人口从 1950 年的 25 亿上升到当前的近 70 亿，地球上生物物种丰富的地区很难在这段人口增长期逃过大面积的生态环境变化。缺少保护政策和贸易市场监控、国与国家之间发展的不平衡都被认为是破坏生物多样性的重要原因。

人类活动已在很大程度上改变了地球三分之二的陆地生境。一些最严重的生态系统变化是由于商业化种植、刀耕火种、道路扩展、商业化采伐和一些开采工业，如采矿和石油勘探，以及最近的城市快速扩展所造成的。外来物种入侵和感染性疾病也威胁物种丰富的生态区域，而非法狩猎以及野生动物和植物贸易是大部分热带森林和岛屿热点地区的种群急剧下降的主要原因之一。

由于种种原因，地球生物多样性和栖息地的保护已势在必行。生态系统目前深受人口增长和消费增长的巨大影响。这种影响极大地加速了物种灭绝的速度。同时，许多证据告诉我们，生物

多样性能使生态系统保持稳定。然而，关于为什么地球拥有如此众多的自然多样性？物种多样性在生态系统稳定方面究竟起什么作用？生物多样性和栖息地的丧失对人类感染性疾病发生究竟会起什么样的负面作用？我们还有许多需要研究的地方。

首先，我们必须加强保护科学研究。175个国家于1992年签约的生物多样性保护公约，反



映了人类已经认识到生物多样性是维持地球生命的支撑系统，并对其重要性的认识不断提高。全球政治家和经济学家也终于明白了拯救地球是刻不容缓的。因此，需要从事保护工作的科学家迅速收集和分析精确的数据和信息，以协助决策者保护全球最珍稀和最濒危的生物多样性区域，即全球生物多样性热点地区。通过大学、研究机构、多边政府、和非政府机构的合作，着手解决紧急的、全球性的保护生物学研究问题。科学家可以利用现代信息技术收集数据，并通过互联网传播研究成果。他们的研究工作能够鉴别最受威胁的区域，并利用早期预警系统在物种被毁灭或感染性疾病爆发之前发出警告。

其次，加强自然保护区的科学管理。目前，全球生物多样性热点地区以内国家公园、自然保护区、保留地或避难所等不同形式得到保护的总面积为888,789平方公里，仅占地球陆地面积的

0.6%，占热点原始面积的5%，以及占地球未遭破坏面积的40%。这些保护区域在全球生物多样性保护方面起着关键作用，需要引起高度重视以保证能得到有效的管理和保护。热点保护区以外其余60%的土地需要更为紧迫的保护，应尽快采取措施。同时应当更加重视通过更新自然植被、在公园和保护区之间建立连接走廊，以扩大保护区域和提高保护区的价值。

最后，必须尽快建立生物多样性和栖息地监测体系和生物多样性大数据预警分析系统。生物多样性热点是指那些在生物多样性方面受到最大威胁的地区。要使热点地区的生物多样性得到更有效的保护，必需了解热点地区的生物价值和它们所面临的严重威胁，以及这些因素是如何随着时间的变化而变化的。同时还应了解负责生物多样性保护组织机构的工作能力。了解这些机构是否有能力控制生物多样性的破坏？是否具备了有效的保护知识和必要的保护工具和技术？研制和开发许多热点监测的新技术，将有助于提高监测和掌握影响生物多样性的诸多发展趋势的能力，如政治的、经济的、人口的、健康的、气候的和土地利用的等。这些技术将使科学家和保护机构有能力建立和应用真正行之有效的保护措施。比如，应用卫星遥感图像分析能够更精确地描述大面积的森林砍伐、监测森林覆盖率的变化，以及测定特殊区域内的栖息地变化。互联网、大数据和地理信息系统（GIS）技术能使全球的科学家分享数据、技术和经验，并利用这些技术，建立热点地区的监测体系，建立物种资源数据库信息系统，并通过大数据和互联网信息系统在科技人员和科研机构之间建立监控网络，对热点地区内的生物价值、社会经济威胁、感染性疾病疫情发展和保护能力等进行综合评判和预警。◆

选自《宇图》期刊2020年总第24期

“智慧地图”体系构建研究

刘锐¹ 谢涛¹ 姚新²
(1 中科院资源环境科学研究院, 北京 100101 2 中科院图科技股份有限公司, 北京 100101)

【摘要】随着“智慧地球”、“智慧城市”的发展，以及人类科学技术和对自然认识水平的提高，传统的空间信息显示与简单的数据存储、管理已不能满足我们对空间认知的需求，空间信息获取的广泛性、时效性、便捷性以及地图服务的智能化与人性化已经成为当前地图行业需求热点。同时，物联网、云计算等新兴信息技术的迅速发展所引爆的第三代信息革命为现代地图学的发展带来了新的契机。本文以地图学历史发展为主线，系统梳理“地图”的相关概念、内涵及技术理论，并结合当前经济、社会及技术背景，重新整合地图发展需求、内涵及技术体系，提出一种全新的“智慧地图”概念，为现代地图学及数字地图技术的发展提供一种新的视角与理论方法框架。

【关键词】智慧地图；空间信息；云计算

1、引言

地图作为一种信息载体，以符号、图形、文字等形式聚集了大量的有关自然、社会、经济、人文现象的位置、形态、分布和动态变化的信息，表达了它们在空间和时间上的严格关系，是人们记录、认识、分析客观地理环境的手段和工具，在人类社会的发展中发挥着重要作用[1]。早在原始社会，我们的祖先就开始以简单的图画或符号记载周围的地理环境，用于军事、城市建设等活动，发展至今已经有几千年的历史。在此过程中，地图的理论、方法和内涵也随着人类对空间信息的认识、加工、利用水平的提高及科学技术的整体进步而发生了深刻变革。早期很长一段时间，受技术及认识水平的限制，地图被认为是地球表面缩影，表现形式就是根据一些数学规则、运用一些符合语言，经过取舍、概括将地球上的现象表示在平面图上，因此当时人们主要是从生产和技术观点研究地图生产过程，即只研究如何将客观的世界转变为地图，忽略了制图者和用图者的思维活动，从而形成以传统地图学为代表的一系列地图制图理论、方法和技术[1-4]。到了近代，伴随着计算机技术的发展，传统地图学受到挑战，人们开始思索地图本质。同时随着信息论、控制论、系统论等理论以及电子技术和航天技术的介入，地图的内涵得到扩展，地图的功能从最初的信息获取逐步拓展出信息存储的功能、信息分

类、分级检索功能，并逐步向分析、模拟、预测的功能发展，地图学由此进入现代地图学时代，即以地学传输与可视化为基础，以区域综合制图与地图概括为核心，以科学认知与分析应用为目的，研究地图理论实质，地图的制作技术和使用方法进入了一个综合性科学的时代[5]。地图的研究重点也开始由信息源获取的一端不断向信息的智能化加工和使用服务的最终产品生产的一端（用户端）转移[6-7]。近代计算机、GIS、GPS、RS等一系列技术的发展与应用为其起到重大推动作用，地图在空间信息获取、可视化、数据管理与分析等方面取得了较大成效，同时也为我们开启了计算机制图、电子地图、数字地图的时代。

然而随着“智慧地球”概念的提出和“智慧城市”的发展，传统空间信息显示与简单的数据存储和管理已不能满足我们对空间认知的需求，地图服务模式如何从传统地图的静态表达转为终端用户“按需索取”，从静态地图转为动态地图，如何使得地图更加智慧化为人类服务，成为当前地图行业，特别是电子地图行业需求热点。而物联网、云计算等技术的兴起所引爆的第三代信息革命为现代地图学的发展带来了新的契机。本文在审视现代地图学依托技术发展的基础上，分析当前地图的发展需求，提出“智慧地图”的概念、内涵及技术体系框架，为现代地图学和数字地图的发展提供一种崭新的视角。

2. “智慧地图”概念与特征

2.1 “智慧地图”概念的提出

当前与智慧地图相关的一些概念主包括数字地图、电子地图、在线地图等。什么是数字地图，各种说法的内涵大致是相同的，以 GJB1840-93 的定义最为精练，“以数字形式记录和存贮的地图”。它既便于存贮、复制、传输、共享、分析和更新，在使用中不消耗反而增值，又可经计算机处理转换为纸质地图，或经可视化处理在计算机屏幕上，是现代地图学发展的重要标志之一 [8]。依数据结构不同，数字地图可区分为矢量型数字地图和栅格型数字地图。关于电子地图，说法不一，王飞（1998）认为电子地图是“在计算机屏幕上可视的地图”。“可视”并且是在“计算机屏幕上可视”是电子地图最根本的特征。这两者区别在于数字地图是制作电子地图的基本数据来源，但数字地图并不一定要制成电子地图才能使用 [9]。而在线地图则是种信息时代的地图服务形式，是地图服务方根据用户需求，提供的自动搜索、人工查询、在线交流等方面的地图服务。它需以地理信息共享服务平台为依托，“在线”和“服务”是其根本特征。这些地图概念的产生，从某种程度上反映了当前地图发展趋势和需求。

Karzys Varnelis 和 Leah Meisterlin, 2006 在 Adobe Think Tank 上发表了题为《虚拟的城市：设计在智慧地图时代》一文，提出了智慧地图这一理念 [10]，很快“智慧地图”理念在学术界 [11]

和 GIS 行业 [12, 13] 得到了日益广泛的应用。什么是智慧地图，目前学术界尚未形成统一认识。Matt Ball 认为“智慧地图”是 ArcGIS10 的核心优势，它为地理信息知识的共享和技术扩展提供了模板 [14]。Linde Vande Velde 等认为智慧地图是为了实现动态可视化的移动地图服务，提供包括位置信息和最新城市地图数据检索的服务 [15]。

我们认为，“智慧地图”是以多维时空 GIS 平台为基础，以多源、多尺度、多时空、多结构的要素图层数据整合为灵魂，融合了云计算、物联网、实时数据采集、模型技术、数据分析、三维仿真等前沿技术，实现对空间数据应用深层次挖掘，为国情监测、农业估产、森林防火、环境保护、防汛抗旱、城市规划、电信 / 电力设施建设、城市管理等行业应用和公众信息提供可视化的决策支持和信息服务。“智慧地图”一方面关注地图本身的实时更新和行业应用，另一方面关注挖掘空间信息生命价值，从而为行业和公众提供更加智慧的解决方案和服务。

2.2 “智慧地图”的内涵

本研究中提出“智慧地图”并非传统意义上“地图”概念，而是一个集多种技术为一体的综合平台，以地理信息系统作为基础支撑平台，以最终用户需求、行业需求为导向，以多源要素图层为基础，综合运用模型技术、数据挖掘等智能化的信息处理工具，实现信息处理和分析，达到为行业应用提供产品或行业解决方案的服务过程。智慧地图的层次结构如图 1 所示。

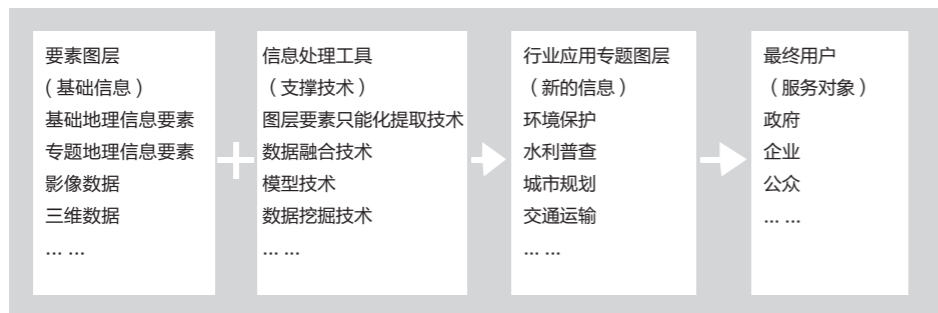


图 1 “智慧地图”示意图

从产品研发层面，智慧地图的主要产品体系包括

(1) 基础要素图层产品

基础要素图层产品由不同尺度、不同时段、不同区域、不同行业的多源异构数字地图数据组成，其数据来源可包括遥感影像产品、航空摄影产品、高分无人机航测产品、三维仿真、实景、全景地图等。

(2) 行业应用专题图

以基础要素图层为数据基础，以专业模型和数据挖掘为技术手段，形成行业应用专题图层，为生态系统、环境监测和城市管理等领域提供可视化的决策支持和服务。如：空气质量预测预报专题图、环境质量监测专题图、水质遥感监测专题图、生态变化监测专题图等。

(3) 智能云地图信息处理软件产品

主要指服务于行业应用的智慧地图数据处理、专题生产，以及支撑地图服务提供的软件产品，如空间数据预处理工具包（多元异构数据的融合工具、统计数据空间化工具、图层的无缝拼接工具、信息智能化提取工具等）、行业应用专题图设计模板化工具包、海量空间数据管理工具行业专题应用模型库、空间数据挖掘中间件、地图数据服务组件，以及互联网云地图服务平台等。

2.3 基本特征

(1) 基础信息精细化

“智慧地图”需以高度精细化、丰富化的数据作为基础支撑，对多源、多尺度、多时空、多结构的要素图层数据和行业数据进行梳理和整合，因此注重大量基础行业要素图层从宏观到微观，分行业、分层次、分类的采集与更新，高度精细化的数据分类等。以水利行业为例，面向在全国水利普查的需求，进行要素图层的成果整理，共梳理出与水利普查相关的要素图层 500 多个，这些图层将为未来水利行业智慧地图产品的生产奠定基础。

(2) 分析专业化

“智慧地图”以行业应用为导向，依托先进的模型技术和智能化数据挖掘工具，将空间信息与行业应用需求相结合，进行空间数据分析应用。重视面向行

业应用的专业化分析是其区别于基础地图和一般性电子地图产品的重要特征。其中专业的模型技术和面向行业应用的海量数据挖掘技术是确保分析专业化重要技术支撑。

(3) 决策综合化

一方面智慧地图的应用具有精于行业的分析专业化特征；另一方面，由于智慧地图具有丰富的基础要素图层数据基础，这些要素图层涵盖了多个行业，可实现多领域数据的综合性分析，为跨行业的综合性决策提供支撑。例如，当经济、社会的要素信息与环境信息综合分析，将有助于解释环境问题与社会经济发展之间的关系；全球气候变化与生态格局演变信息的综合分析，将有助于理解气候变化的深刻影响。

(4) 应用普适化

1988 年美国施乐 (Xerox) 公司 PARC 研究中心的 Mark Weiser 提出了普适计算的概念，他认为“最伟大的技术就是那些消失的技术，由于它们真正融入生活之中，以至于他们不易察觉。”1999 年，IBM 也提出普适计算 (IBM 称之为 pervasive computing) 的概念，即为无所不在的，随时随地可以进行计算的一种方式。跟 Weiser 一样，IBM 也特别强调计算资源普存于环境当中，人们可以随时随地获得需要的信息和服务。1999 年欧洲研究团体 ISTAG 提出与之类似的概念，称为环境智能 (Ambient Intelligence)。普适计算的核心思想是小型、便宜、网络化的处理设备广泛分布在日常生活的各个场所，计算设备将不只依赖命令行、图形界面进行人机交互，而更依赖“自然”的交互方式。在普适计算的环境中，无线传感器网络将广泛普及，各种新型交互技术（如触觉显示与 OLED 等）将使交互更容易、更方便。

随着 GIS 技术向普适 GIS 的发展，智慧地图将日益体现出普适计算的特征。基于互联网、云平台的在线式服务模式，智慧地图服务不再限于专业领域或专业终端，而是任何人在任何地点，通过任何终端，包括手机、平板电脑、视频显示器等都可以享用智能的地图服务，提出应用需求，仿真、订制等，让普通用户都可以通过多媒介进行访问。

3. 智慧地图关键技术

从智慧地图形成产品链来看,如图2所示,智慧地图的技术支撑体系主要包含以下四个层次,即数据采集、数据处理、数据挖掘分析和应用与服务。

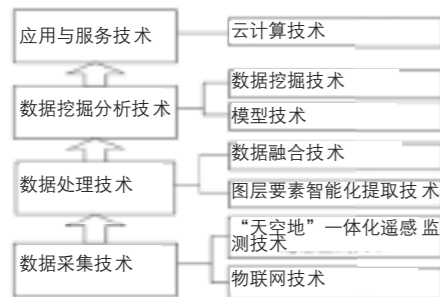


图2 智慧地图关键支撑技术

3.1 智慧地图要素图层数据采集技术

“智慧地图”的实现需要基础数据图层的支撑,包括地理、气象、水利、影像、国情等各种行业、尺度、类别的数据,从目前数据采集手段来看,其支撑技术主要包含以下两个方面:

(1) “天空地”一体化遥感监测技术

遥感技术是指借助对电磁波敏感的仪器,在不与探测目标接触的情况下,记录目标物对电磁波的辐射、反射、散射等信息,揭示目标物的特征、性质及其变化的综合探测技术,包括主动和被动微波遥感技术、合成的光栅原理联合干涉测量技术、激光雷达技术、传感器技术等。利用包括地面遥感车、气球、飞艇、火箭、人造卫星、航天飞机和太空观测站等多个观测地球的平台相互配合使用,搭载各种用途的传感器,实现对全球陆地、大气、海洋等进行立体、实时观测和动态监测[16],是未来获取地球表面和深部时空信息的重要手段,也是智慧地图获取基础数据的重要来源。天空地一体化遥感监测技术是智慧地图实现的重要基础支撑技术之一,它关系到基础要素图层的丰富度与精度。

(2) 物联网技术

物联网是指通过各种传感设备(传感器、射频设备技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描等)采集声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种信息并与互联网、无线专网进行交互传输信息的一个巨大网络,能够实现物与物、物与人的网络连接、识别、管理和控制[17]。具体地说,就是把感应器嵌入和装备到电网/铁路/桥梁/隧道/公路/建筑/供水系统/大坝/油气管道等

各种物体中,并且被普遍连接,形成物联网。它实现了物体信息智能化识别、定位、跟踪、监控与管理,在智慧地图中,是数据实时获取、更新与管理的重要手段。物联网技术主要包括传感与RFID融合技术、物联网节点及网关技术、物联网通信与频管技术、物联网接入与组网技术、物联网软件与算法、物联网交互与控制、物联网计算与服务等。

3.2 智慧地图数据资源处理技术

(1) 多源数据融合技术

在智慧地图中,基础图层数据往往来源于不同的采集方式,具有不同类型、标准、格式,因此需要对海量多源异构数据进行统一整合处理,实现数据之间互操作、目标要素的整合提取或精细化挖掘等。所谓多源空间数据融合即是指对多平台、多层面、多种传感器、多时相、多光谱、多角度和多分辨率空间数据进行融合,以实现观测对象更好地理解,使目标信息更丰富,减少或抑制环境解译中可能存在的多义性、不完全性、不确定性和误差,最大限度地利用多种资料的不同特性,改善信息提取的现势性和可靠性,有效提高多源数据的使用;例如SAR图像和多光谱图像融合,提取具有多种分辨率率的细节专题图;多光谱空间数据融合处理,结合各光谱特性进行融合分析,挖掘深层次信息等[18]。数据融合技术包括对各种信息源给出的有用信息的采集/传输/综合/过滤/相关及合成。

(2) 图像要素智能化提取技术

随着数字图像处理技术的发展和实际应用的需要,常常不要求其输出结果是一副完整图像本身,而

是经一定处理后的图像,在经过分割和描述提取有效特征,进而加以判决分类,例如从影像中提取道路、水系等专题要素。除此之外,在智慧地图中,面向行业应用的数据挖掘往往也是需要跨行业、跨部门间精细化的基础数据,因此如何对图像进行细节要素的智能化提取也是智慧地图实现的关键技术之一。

3.3 智慧地图数据挖掘分析技术

智慧地图的重要特征之一即是面向行业应用提供专业化、科学的综合决策服务,包括已知或未知的影响因素、趋势信息等。而数据挖掘分析则是实现的重要步骤之一。其支撑技术主要包含以下两方面:

(1) 数据挖掘技术

所谓数据挖掘是发现数据中有用模式的过程,通过大量观测数据的处理来确定数据的趋势和模式,与传统数据分析相比,其本质区别在于在无明显假设的前提下挖掘信息、发现知识,因此具有未知、有效和实用三个特征。海量数据的搜集、强大的多处理器计算机、数据挖掘算法作为支持数据挖掘的基础技术已逐渐发展成熟。目前常用数据挖掘方法包括神经网络法、遗传算法、决策树方法、粗集方法、覆盖正例排斥反例方法和模糊集方法等等。

(2) 模型模拟技术

地理信息系统与行业模型进行集成应用制作智慧化地图已经成为地图行业的重要发展趋势。模型模拟技术的最终目的是要还原一个实际系统的行为特征,模拟其物理原型刘的数学模型。如EFDC水质模型,通过构建多参数有限差分构建三维地表水动力模型,实现河流、湖泊、水库、湿地系统、河口和海洋等水体的水动力学和水质模拟,从而达到最佳模拟效果,为环境评价和政策制定提供有效决策依据。

3.4 智慧地图应用服务技术

智慧地图应用服务依托技术主要是云计算技术。云计算是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式,将计算分布在大量的分布式计算机上,使用户将资源切换到需要的应用上,根据需求访问计算机

和存储系统。云计算可以认为包括以下几个层次的服务:基础设施即服务(IaaS),平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。IaaS(Infrastructure-as-a-Service)表示基础设施即服务,消费者通过Internet可以从完善的计算机基础设施获得服务。PaaS(Platform-as-a-Service)表示平台即服务,PaaS实际上是指将软件研发的平台作为一种服务,以SaaS的模式提交给用户。SaaS(Software-as-a-Service)软件即服务。它是一种通过Internet提供软件的模式,用户无需购买软件,而是向提供商租用基于Web的软件,来管理企业经营活动。

云计算技术为实现智慧地图的智能化与人性化的服务模式提供了可能。通过云平台,智慧地图就可以实现终端用户的“按需索取”,使得地图服务更加普适化。

4. 结语

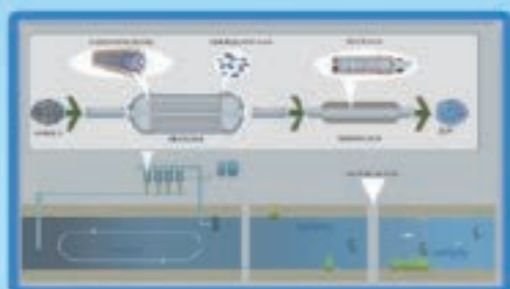
智慧地图反映了集多种智能化先进技术为一体,以丰富、实时基础要素图层数据为支撑,以用户需求为导向的智慧型云服务模式,它克服了传统地图更新速度慢、反映不灵活等缺陷,为人与“地图”的快速、智慧交流与互动提供了可能,实现了由静态地图向动态地图的转变,是未来地图学发展的必然趋势。随着支撑技术体系的不断成熟,它将为建设“智慧地球”和“智慧城市”带来巨大的社会效益。本研究意在抛砖引玉,希望更多的学者进行探讨,为推动智慧地图发展做出努力。◆

—— 发表于《地理信息世界》201301 ——

选自《宇图》期刊2014年总第1期

富氧碳纤维生物反应器技术

富氧碳纤维生物反应器技术是由河道自净能力提升和生态修复等多种水处理技术的优化组合而成。将人工复氧技术快速提高水体溶解氧含量、消除水体黑臭、降解水中有机物的技术优势与生态浮床高效去除水中氮磷的技术优势相结合，保障河道快速黑臭消除与长效水质稳定达标。



高效富氧技术



碳纤维生态浮岛



脱氮除磷菌剂

我国“智慧环保”体系建设探讨

刘锐^{1,2} 詹志明³ 谢涛¹ 姚新⁴ 侯立涛⁴

(1 中科学图资源环境科学研究院, 北京 100101 2 北京师范大学, 北京 100875 3 环境保护部办公厅信息化办公室, 北京 100035 4 中科学图科技股份有限公司, 北京 100101)

1、引言

自从 2008 年 11 月 IBM 提出“智慧地球”概念后, 世界各国智慧城市的建设风起云涌, 国内抢夺智慧城市制高点的竞争也如火如荼。与此同时智慧环保、智慧交通、智慧医疗、智慧物流等各细分行业也开始了相应的研究, 力图将“智慧”技术应用于各个领域。

2009 年 8 月, 温家宝总理在无锡考察物联网的工作进展, 发表重要讲话, 并确定无锡为“感知中国”中心。自此各地掀起了重新认识无线传感技术和物联网的巨大浪潮, 2009 年也被称为“中国物联网元年”。

“感知环境, 智慧环保”是结合物联网技术对水体水源、大气、噪声、放射源、废弃物等进行感知、处置与管理, 建设成为一个集智能感知能力、智能处理能力和综合管理能力于一体的新一代网络化智能环保系统, 达到“测得准、传得快、算得清、管得好”的总体目标, 旨在推进污染减排、加强环境保护, 实现环境与人、经济乃至整个社会的和谐发展。

2. “智慧环保”的理念

“智慧环保”是在原有“数字环保”的基础上, 借助物联网技术, 把传感器和装备嵌入到各种环境监控对象(物体)中, 通过超级计算机和云计算将环保领域物联网整合起来, 实现人类社会与环境业务系统的整合, 以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的“智慧”。

“智慧环保”的总体架构包括: 感知层、传输层、智慧层和服务层。通过现有的数字环保平台, 逐步构筑起环保领域的物联网, 推动数字环保向“智慧环保”的转变, 对提高环境与发展的综合决策能力, 提升环境监管的现代化水平, 构建资源节约型、环境友好型社会, 实现环境保护的战略目标具有十分重要的意义。

“智慧环保”是数字环保的延伸, 它的内涵与数字环保相比有着深刻的变革。主要体现在新型技术支撑手段的应用和面向综合性决策智能化两个方面:

(1) 技术支撑体系: 数字环保主要是面向环境管理工作, 以数据仓库、地理信息系统、计算机技术等为主要支撑技术, 而智慧环保是面向综合决策, 主要以新兴的物联网、云计算、人工智能、数据挖掘、业务模型等技术为支撑。

(2) 环保综合决策侧重点: 数字环保强调环保决策办公的无纸化、自动化和数据的采集管理, 即更注重计算机、GIS 等信息技术的作用, 而智慧环保更加注重智能数据采集、数据挖掘, 模型模拟、智能综合性决策等问题, 例如环境形势分析与预测、环境情景模拟分析、政策模拟分析等。

智慧环保的价值主要体现在: (1) 提高工作效率; (2) 促进环保工作规范化、标准化与自动化; (3) 促进数据资源共享、系统整合, 避免重复建设与“信息孤岛”, 实现环境信息资源的管理与高效应用; (4) 有利于实现“环境质量及其变化说的清、污染源排放情况说的清、环境风险说的清”, 提高环境监管与应急防范能力; (5) 提高环境保护综合决策与服务能力。



中科学图科技股份有限公司
CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION GROUP CO., LTD.

地址: 北京市朝阳区安贞里甲11号创业大厦 2层
电话: 010-51285880 www.itaci.com.cn

3. “智慧环保”关键支撑技术

实现“智慧环保”需要以下几项关键支撑技术：

(1) 物联网技术

环保物联网技术是指通过各种传感设备(传感器、射频设备技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描等)采集声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种信息并与互联网、无线专网进行交互传输信息的一个巨大网络,能够实现物与物、物与人的网络连接、识别、管理和控制。具体地说,就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中,并且被普遍连接,形成物联网。它实现了物体信息智能化识别、定位、跟踪、监控与管理,在智慧环保中,是数据实时获取、更新与管理的重要手段。物联网技术主要包括传感与 RFID 融合技术、物联网节点及网关技术、物联网通信与频段技术、物联网接入与组网技术、物联网软件与算法、物联网交互与控制、物联网计算与服务等。

(2) 云计算技术

云计算技术是网格计算(Grid Computing)、分布式计算(Distributed Computing)、并行计算(Parallel Computing)、效用计算(Utility Computing)、网络存储(Network Storage Technologies)、虚拟化(Virtualization)、负载均衡(Load Balance)等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。“云计算”以服务为特征的一种网络计算,它以新的业务模式提供高性能/低成本的持续计算和存储服务,支撑各类信息化应用。

(3) 智能 GIS 技术

采用了多维 GIS 融合技术,将“时间维(Time)、空间维(Space)和仿真(VR)技术”相结合的三维 GIS 平台,真正实现“物联网前端感知、应用时态分析、管理虚拟仿真、多维 GIS 空间分析”一体化的 GIS 可视化应用创新模式,将三维 GIS 的发展带入了多维 GIS 时代。

(4) “天空地”一体化遥感监测技术

遥感技术指借助对电磁波敏感的仪器,在不与探测目标接触的情况下,记录目标物对电磁波的辐射、反射、散射等信息,揭示目标物的特征、性质及其变化的综合探测技术,包括主动和被动微波遥感技术、合成的光圈原理联合干涉测量技术、激光雷达技术、传感器技术等。利用包括地面遥感车/气球/飞艇/火箭/人造卫星/航天飞机和太空观测站等多个观测地球平台相互配合使用,搭载各种用途的传感器,实现对全球陆地、大气、海洋等进行立体、实时观测和动态监测,是未来获取地球表面和深部时空信息的重要手段,也是智慧环保获取基础数据的重要来源。天空地一体化遥感监测技术是智慧环保实现的重要基础支撑技术之一。

(5) 海量数据挖掘技术

数据挖掘是发现数据中有效模式的过程,通过大量观测数据的处理来确定数据的趋势和模式,与传统数据分析相比,其本质区别在于在无明确假设的前提下挖掘信息、发现知识,因此具有未知、有效和实用三个特征。海量数据的搜集、强大的多处理器计算机、数据挖掘算法作为支持数据挖掘的基础技术已逐渐发展成熟。目前常用的数据挖掘方法包括神经网络法、遗传算法、决策树方法、粗集方法、覆盖正例排斥例方法和模糊集方法等。

(6) 环境模型模拟技术

地理信息系统与环境模型进行集成应用为环境决策提供技术支持已经成为环境保护决策的重要发展趋势。环境模型模拟技术的最终目的是要还原一个实际系统的行为特征,模拟其物理原型的数学模型。如 EFDC 水质模型,通过构建多参数有限差分构建三维地表水动力模型,实现河流、湖泊、水库、湿地系统、河口和海洋等水体的水动力学和水质模拟,从而达到最佳模拟效果,为环境评价和政策制定提供有效决策依据。

4. 我国“智慧环保”体系的构建

“智慧环保”是以广泛准确的多源环境数据获取

能力,快速有效的数据传输能力、智能的信息分析处理能力和综合性的辅助决策支撑与管理能力为特点的环境信息化体系,是“测得准、传得快、搞得清、管得好”的一种状态(图1)。

自“九五”、“十五”、“十一五”以来,我国环境信息化建设取得成效显著,表现为基础网络建设稳步推进、环保核心业务信息化逐步推进、环境信息化标准规范体系不断完善、环境信息与统计能力逐步提高、环保电子政务建设成效显著等,但是距离智慧环保仍然存在一定差距,表现在于环境信息化标准规范不健全、环境信息资源缺乏共享机制、环境信息系统整合能力不足、综合辅助决策能力有待提高、环境信息多源感知能力待提升等方面。实现从数字环保向智慧环保跨越,可从以下几个方面进行着手(1) 技术方面:一是发展物联网技术,建设实时、自适应进行环境参数感知的感知系统;二是利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术,整合现有信息资源,建设具有高速计算能力、海量存储能力和并行处理能力

的智能环境信息处理平台,为最终实现“智慧环保”的各项应用服务提供平台支撑与信息服务。

(2) 人才方面:构建以学校教育为基础,在职培训为重点,基础教育与职业教育相结合的信息人才培养体系。同时应进一步探究校企合作培养模式,以信息化项目为依托,培养高级人才、创新型人才和复合型人才。

(3) 政策方面:1) 加强技术扶持;2) 建设相关标准规范,为实现系统整合、资源:共享提供基础;3) 加强“智慧环保”的机制与制度建设。

我国智慧环保系统的设计应从总体上把握基础空间数据、各类环境数据的内容、特点,从细节上紧密结合环保局的实际情况和对信息技术的需求,站在最终实现“智慧环保”的战略高度进行建设,利用先进的物联网技术、信息技术手段,实现现有多源信息的数字化、空间结构化、网络化和标准化,把已有的数据充分开发利用起来,推进信息资源共享,形成环境信息化总体框架。系统建成后应满足环境信息管理

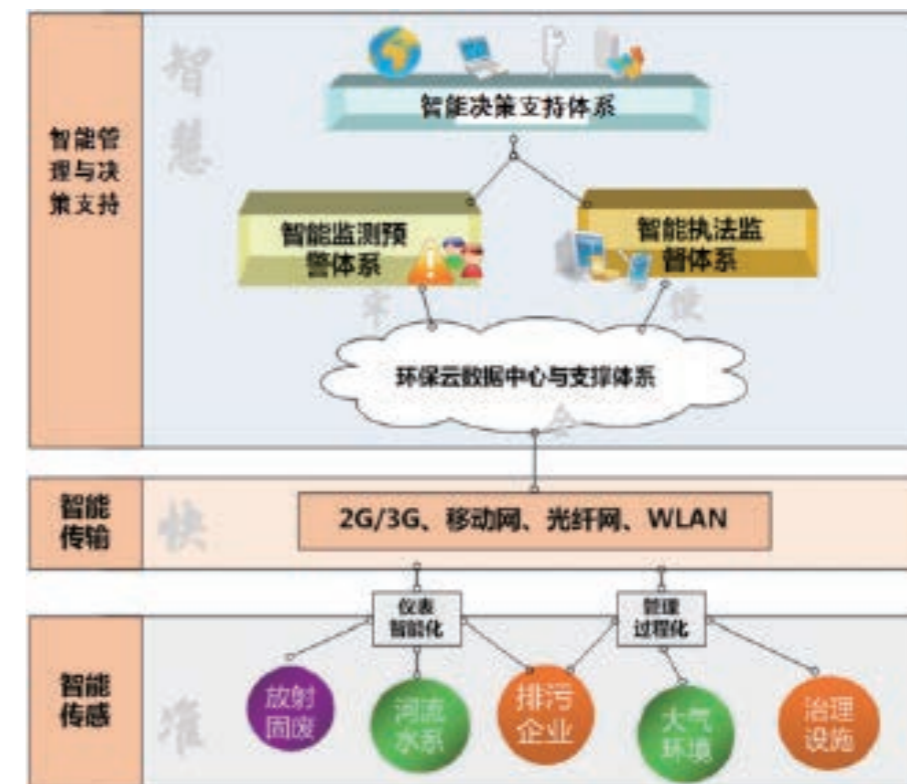


图1 智慧环保体系架构

和应用需求。

5. 我国“智慧环保”体系建设的主要任务

现阶段我国“智慧环保”体系建设的主要任务包括：

(1) 支撑“削减总量”，建立污染源监管与总量减排体系

根据“十二五”污染减排管理工作的实际需求，为了确保减排污染物数据“查得清、摸得准、核得严”，应结合强化结构减排、细化工程减排、实化监管减排具体要求，采用信息化技术，应强化污染源监控，完善污染减排信息资源，形成总量减排决策支持能力。具体内容包括：

污染排放全过程监控体系建设：2011年，国务院发布了《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》，明确提出要全面提高环境保护监督管理水平的要求。为进一步提高污染源自动监控水平，实现由“点末端监控”向“全过程监控”的转变，需建立健全污染排放全过程监控体系，对污染产生、污染治理过程、污染排放等在线数据进行监测、采集。通过建立相关模型，实现污染治理设施运行状态分析、排放数据真实性判定，同时可将信息实时传输到主管部门的污染源中心端——过程监控系统。系统可扩展，为排污收费、总量核定、排污权交易及其他相关部门的应用提供依据。

总量减排系统建设：为支撑总量减排工作的开展，“十二五”期间，需要建设污染物总量控制管理系统，实现总量统计、COD、SO₂、氨氮、NO_x排放量核算，核算参数设置，分区管理等功能，为全面掌握总量排放信息，总量减排实施进度提供信息支撑平台，为总量减排措施的采取提供决策依据。建立污染源排放清单数据平台，开发工业污染场地信息管理决策系统。

环境管理综合业务建设：环境管理综合业务有建设项目管理、排污许可管理、危废及固废管理、行政处罚、环境监察移动执法管理等内容。形成统计分析支撑和业务流程规范化的工作能力是环境管理综合业

务体系建的目的。“十二五”期间，应按照“从环境管理业务与环境信息化脱节分离，向环境管理业务和环境信息化有机融合转变；从各业务板块自成系统，向整体推进和业务协同转变”的要求，进一步推进核心环境管理业务的信息化和业务协同。

(2) 支撑“改善质量”，建立环境质量监测与评估考核体系

天地一体化的环境应急监控体系：从传统的地面监测向天地一体化的立体监测转变是环境监测的发展的必然趋势。“十二五”期间，应积极响应新的环境质量标准的发布，重视发展卫星遥感等高科技环境监测手段，深化环境监测工作。提高卫星、航空等遥感数据在环境监测领域应用的深度/广度。完善环境遥感监测技术体系，提高水、空气、生态遥感监测能力，初步形成环境监测“天地一体化”格局。

绩效评估体系：为适应环境管理从“总量控制管理”阶段向“质量管理”阶段的转变，需以环境质量为重要依据，建立环境管理评估考核体系。并通过信息系统支撑环境管理的绩效评估，为量化各级环保部门环境管理成效提供信息化支撑。

(3) 支撑“防范风险”，建立环境预警与应急体系

近年来，随着我国经济的迅猛发展，生产领域不断拓宽，社会活动强度日益增大，重大环境污染事件频繁发生。我国各级政府高度重视环境应急管理工作，应全面加强环境预警与应急体系建设，提升环境风险防范水平、提高环境预警水平以及提升突发环境事故处理水平。

环境风险源管理系统：以一企一档为核心，建立环境风险源的监控管理系统，对风险企业的工艺流程、风险物质、人员素质和应急预案等进行信息化管理，在GIS平台上显示风险源周围的敏感点信息、环境风险场状况、交通状况等信息，为应急防范及决策支持提供依据。

环境应急管理系统：从实用化、智能化的角度出发，全面升级环境应急管理系统。健全环境应急管理的风防范、应急预案、应急响应和恢复评估机制；

持续完善环境应急管理系统建设，为环境风险源防范/预测预警/应急响应与指挥调度/事件后评估等提供全面信息化支撑。

核与辐射安全监管系统：根据国家核与辐射安全工作总体规划，结合核安全管理、辐射管理业务的实际需求，重点建设以核设施安全监管、辐射环境管理为重点的核与辐射安全管理业务子系统，为环境管理和决策提供数据支持。

(4) 提升管理决策水平，建立环境信息资源共享与服务体系

信息共享体系建设：为实现“一数一源/一源多用/数据共享”的环境信息化建设目标，需建立环境数据中心，集成整合来自各环境业务应用系统中的数据，实现对不同位置/格式数据的共享和访问。与此同时，为环境管理决策提供高质量的综合数据支持，需用ETL/数据仓库/OLAP等数据处理和加工工具，对数据进行整理/转换/匹配/校验/整合和分析，实现环境数据的共享和综合利用。

信息服务体系建设：为实现环境信息资源化/信息服务规范化目标，需建立信息资源服务平台，为各级领导决策/内部信息共享和公共信息发布三类不同层次的信息需求，有针对性的及时/准确/多渠道提供环境信息服务。

6. 构建“智慧环保”体系的建议

(1) 以标准化为纲，促进系统建设规范化

“智慧环保”体系建设与发展须加快制定统一环境信息标准规范，大力推进标准的贯彻。对环境数据进行整合，理出明确规范的编码体系和数据规则，再通过对历年业务数据收集/整理，归纳建立统一规范的环境数据标准和信息管理体系。各业务系统的建设应遵循统一的标准规范。

各级环保部门的“智慧环保”体系建设应该以环境数据中心建设为契机，开展环境信息化地方标准的研制工作。在进行标准体系建设时，要考虑与国家环境信息化标准的结合，并结合地方环境信息化的现状，

重点进行数据和管理规范的建设。

(2) 以数据流为轴，提高信息资源共享的水平和能力

应严格遵循环境保护行业标准和环境信息化标准，以多维/立体化的思维模式，从数据库架构升级/数据结构改善/数据字典规范化/数据内容核准与筛选4个方面入手，对原有数据库架构和数据结构升级改造，确保数据的准确性和唯一性，全力打造科学完善的数据模型体系，为监测信息化的高级应用提供根本的数据保障和技术支持。

通过数据中心建设，形成各级环保部门环境信息资源目录体系；推动数据共享机制建立，构建环境信息资源共建共享技术指引；逐步环境信息统一编码规则和元数据库数据字典。

在数据中心建设过程中，应开展信息资源规划，以污染源全生命周期管理、总量减排等为主线，进行数据的梳理整合，构建全域数据模型。在《环境信息分类与代码》标准约束下，生成全域数据模型。全域数据模型主要用以指导支撑各级环保部门的环保局各类业务系统数据模型的设计，逐步深化并持续改进。

(3) 以顶层设计为本，破解业务系统建设偏失

将“智慧环保”体系建设涉及各方面要素作为一个整体进行统筹考虑，在各个局部系统设计和实施之前进行总体架构分析和设计，理清每个建设项目在整体布局中位置，以及横向和纵向关联关系，提出各分系统之间统一的标准和架构参照。

可引入先进成熟的联邦事业架构(FEA, Federal Enterprise Architecture)、电子政府交互框架(e-GIF, e-Government Interoperability Framework)/面向电子政务应用系统的标准体系架构(SAGA, Standard and Architecture for e-Government Application)等理论框架为指导，对各级环保部门环保业务系统进行分析，确保“智慧环保”体系方向正确、框架健壮，确保各业务系统边界明确、流程清晰。同时，项目建设要按照“再现-优化-创新”三段式发展，循序渐进地推动各项业务应用系统的标准化和规范化，最终达到通过信息技术支持行

政管理机制创新和变革效果。

(4) 以流程规范为重, 通过整合与重构推进业务协同

传统环境管理方式中的职责不清、工作流程随意性大的是制约环境信息化发展的重要管理因素。“智慧环保”离不开业务流程的优化。某种程度上讲, “智慧环保”伴随的流程再造过程, 是变“职能型”为“流程型模式, 超越职能界限的全面的改造工程。如果环境管理业务流程不能事先理顺, 不能优化, 就盲目进行信息系统的开发, 即便一些部门内部的流程可以运转起来, 部门间的流程还是无法衔接的。

各级环保部门的“智慧环保”体系建充分重视业务流程的梳理和规范化的作用, 以标准/规范的工作流程逐渐替代依赖个人经验管理环境事务的方式。一方面对已有的应用系统要进行深入整合, 实现重点业务领域的跨部门协同; 另一方面随时适应各级环保部门的环保局组织体系的调整, 重构一些重大综合应用系统、特别是面向公众的一些社会管理/公共服务的系统, 提高公共服务能力和社会化管理水平。

(5) 以数据挖掘和模型技术为径, 提升综合决策能力

引入先进的模型技术, 构建环境模型模拟与预测体系, 利用环境信息感知平台获取的数据, 为环境管理提供模拟、分析与预测。升级空气质量集成预报系统, 形成臭氧和 PM2.5 的业务预报能力。开发基于地理信息系统的各级环保部门的重要湖库和河流水质综合评价和预警系统。建设污染源排放清单数据平台, 实现大气和水污染源数据的动态更新。

通过环境时空数据挖掘分析, 开展环境经济形势联合诊断与预警分析, 以及基于“社会经济发展-污染减排-环境质量改善”的环境预测模拟, 开展环境形势分析与预测, 识别经济社会发展中的重大环境问题; 开展环境规划政策模拟分析, 探索建立各类政策模拟分析模型系统, 实现环境税、排污收费、排污权交易、生态补偿、价格补贴等手段对经济社会影响的预测, 开展环境经济政策实施的成本分析; 开展环境风险源分类分级评估、环境风险区划等工作, 支撑

环境风险源分类分级分区管理政策的制定。

7. 结束语

“智慧环保”是数字环保“延伸, 随“智慧环保”概念的提出和发展, 其内涵与数字环保相比有着深刻变革。“智慧环保”是当代信息技术发展的必然, 也为新时期环境保护科学发展提供了崭新之路。提高环境与发展的综合决策能力, 实现了“数字环保”向“智慧环保”重大跨越, 对构建资源节约型/环境友好型社会, 实现环境保护战略目标具有重要意义。有关“智慧环保”的概念与内涵仍在不断丰富, 其建设模式也在不断探索中。

“智慧环保”发展主要体现在新型技术支撑手段应用和面向综合性决策智能化两个方面。一方面, 随着新兴的云计算/人工智能/数据挖掘/环境模型等技术的不断发展, “智慧环保”的技术支撑体系正在发生深刻变革。另一方面, 随着环境保护工作的不断深入, 面向环境管理中的综合性决策需求也日益迫切。如何有效的进行环境形势分析与预测, 结合经济社会发展形势与趋势, 建立环境经济形势分析指数与预警方法, 开发短/中/长期环境预测模型系统, 开展环境形势分析与预测, 识别经济社会发展中的重大环境问题; 如何针对环境目标与方案的不确定性问题, 建立多情景方案、模型方法及决策支持平台, 开展不同目标可达性及多方案的优选模拟理论与应用研究; 如何以投入产出模型/CGE 模型/费用效益分析/系统动力学模型等为基础, 开展环境政策的模拟分析, 对环境政策投入, 对经济社会和环境贡献度进行测算分析, 是未来“智慧环保”在宏观决策层面关注的重点领域。◆

— 发表于《环境保护与循环经济》201210—

选自《宇图》期刊 2014 年总第 1 期

基于国产卫星的气溶胶光学厚度反演和分析

陆晓波¹ 刘锐^{2,3}

(1. 南京市环境监测中心站 南京 210013 2. 中科宇图科技股份有限公司, 北京 100101

3. 中科宇图资源环境科学研究院, 北京 100101)

【摘要】气溶胶光学厚度(AOD, Aerosol Optical Depth)是评估大气污染的重要指标。国产自主卫星环境一号卫星具有分辨率高、重返周期短的特点, 在大气气溶胶光学厚度反演上有良好的应用。本文基于国产自主HJ-1星采用改进的暗目标法和深蓝算法分别对暗像元地表和亮像元地表的气溶胶光学厚度进行了反演。通过两种方法的结合实现了大气污染指标AOD的监测。将HJ星反演结果与MOD04产品对比表明:(1)二者反演的气溶胶光学厚度的空间变化特征较为一致, 相关系数达到0.874, HJ星反演结果有更高的空间分辨率。(2)在AOD小于0.2时, HJ星反演结果可靠性较低。(3)AOD值在0.2到0.8之间时, HJ星CCD相机反演气溶胶的结果与MODIS反演结果最相近, 二者相对误差小于10%。(4)AOD大于0.8时, HJ星反演结果相对MOD04产品显著偏高。

【关键词】气溶胶光学厚度、暗像元算法、深蓝算法、MOD04

1、引言

2013年以来, 全国大范围地区出现了高频率、长时间、污染严重的雾霾天气。中重度雾霾频繁发生, 几乎囊括了中东部经济较发达地区, 涉及全国25个省份、100多个城市。全国平均雾霾天数达29.9天, 雾霾发生频率之高、污染之重前所未见, 严重影响了人们的日常生活和身心健康。

气溶胶是悬浮在大气中沉降速度小、尺度范围为10-3-20 μm 固态和液态颗粒物, 是影响人类健康, 引起大气复合污染的核心污染物(王中挺, 2012; 蒋哲, 2013; Seinfeld, 1998)。利用卫星遥感数据对气溶胶光学厚度(AOD, Aerosol Optical Depth)进行监测可以有效的评估大气污染情况。Chu等(2003)利用MODIS气溶胶产品证实了气溶胶光学厚度监测的可行性, MODIS反演气溶胶的主要算法包括暗像元算法、深蓝算法、结构函数法等。然而, MODIS气溶胶产品是NASA发布的全球性产品, 它对研究全球性大气环境变化有显著指导, 但它的空间分辨率不足以支撑区域性的颗粒物研究。在雾霾问题严峻的当下, 发展基于国产自主卫星的高空间分辨率卫星气溶胶光学厚度监测方法对中国区域大气污染监测、区域大气污染联防联控治有重要的意义。

环境一号卫星(简称HJ-1星)是中国研制的用

于环境与灾害监测预报的卫星。一期工程由HJ-1A、HJ-1B两颗中高分辨率光学小卫星和HJ-1C一颗合成孔径雷达小卫星组成。HJ-1A和HJ-1B星分别搭载了两台宽覆盖多光谱CCD相机, 包括3个可见光波段(430-520 nm、520-600 nm、630-690 nm)和1个近红外波段(760-900 nm)。CCD相机星下点分辨率为30m, 两个CCD相机拼接的扫描幅宽为700km, A、B双星重返周期为48h。HJ星设计参数可以达到有效监测区域性气溶胶的要求。王中挺(2009, 2012)、孙林(2006)、李莘莘(2013)等对基于HJ星的气溶胶光学厚度反演做了大量的工作。由于HJ星波段设置与MODIS存在差异, 缺少MODIS特殊的2.1 μm短波红外通道, 不能提供准确的地表反射率, 因此需要对MODIS的暗目标法、深蓝算法进行改进实现气溶胶光学厚度的反演。本文综合了改进的深蓝算法和暗目标算法, 实现了基于国产自主卫星的气溶胶光学厚度遥感反演。通过对HJ星反演结果和NASA发布的气溶胶产品的对比, 分析了基于国产卫星的气溶胶反演的可靠性和准确性。

2、反演原理与算法

气溶胶通过吸收、反射、散射作用影响卫星接收到的信号, 因此大气上层表现反射率是综合了地表信

息和大气信息的混合信息。通过分离混合信息，剔除地表噪声，可以实现基于卫星的气溶胶光学厚度反演。

大气顶部的表观反射率的表达式可以写做：

$$\rho_{TOA}(\mu_s, \mu_v, \Phi) = \rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi) + \frac{\rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)T(\mu_s)T(\mu_v)}{[1 - \rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)S]}$$

其中， $\rho_{TOA}(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 是从卫星遥感图像上获取的表观反射率。 $\rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 代表地表反射率，也是气溶胶光学厚度反演中的地表噪声。 $\rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 分别是大气程辐射、大气透过率、半球反射率。这三个参数反应了大气状况对表观反射率的影响。给定确定的大气模式、气溶胶模式和观测几何，利用6S模型可以获得气溶胶光学厚度AOD和 $\rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 参数的对应关系，据此建立查找表，可通过查找表获取气溶胶光学厚度。理论上，若已知地面地表反射率，并能提供有关的气溶胶模式和大气模式，通过求解表观反射率方程，检索查找表就可以反演得到气溶胶光学厚度 τ_0 。因此，卫星进行气溶胶光学厚度反演的关键问题是地气解耦和气溶胶模式的问题(Kaufman et al, 1997)。

暗目标算法又称作浓密植被算法，其核心原理是植被覆盖地区的红光和蓝光波段的地表反射率存在一定的线性关系： $\rho_{red}^s = k \rho_{blue}^s$ (陈良富等, 2011)。经实验，k一般取值为1.6。利用这个特定等式联合红、蓝光波段表观反射率表达式构建三元一次方程，求解方程组实现浓密植被覆盖区的地气解耦。

亮像元地表通常包括城市、冬季植被落叶地区、沙漠(李莘莘, 2012)。这些地区地表反射率高，不满足浓密植被区红光和蓝光波段的经验线性关系，因此需要寻找新的地气解耦方法反演亮目标区域的气溶胶光学厚度。Hsu等人(2004, 2006)假定在短时期没有突发天气状况下，最临近天的地表反射率可替代当天的真实地表反射率，由此提出基于地表反射率库的深蓝(Deep Blue)算法实现了地气解耦。深蓝算法主要选取蓝光波段作为工作波段。蓝光波段具有波长较短，大气反射较强，地表噪声相对较弱的点，对气溶胶光学厚度反演可以得到较好的效果。Kaufman等

(1997)研究表明晴天地表反射率0.01的误差会带来AOD气溶胶光学厚度0.1的误差。地表反射率库的构建采用MODIS的8天合成地表反射率产品。CCD相机和MODIS蓝光波段的蓝光波段响应不同，在反射率大于0.02后有显著差异，因此还需要进行相应的波段修正(王中挺, 2012; 李莘莘, 2012)。

3、南京及周边地区气溶胶反演

本文采用国产自主卫星HJ星CCD传感器获取的数据，对2014年5月1日南京及周边地区的大气气溶胶光学厚度进行遥感反演。

3.1、预处理与分类

对HJ星数据进行预处理，获得表观反射率，并重采样为300×300m。利用HJ星XML中的参数和SatAngle.txt计算并插值生成逐像元的太阳天顶角、卫星天顶角、太阳方位角、卫星方位角。基于遥感卫星反演气溶胶光学厚度的基础是要进行云、暗目标、亮目标的有效识别。本文中利用HJ星的红光波段， $b_3 > 0.2$ 识别云污染，生成云掩膜。利用NDVI值区别暗像元地表和亮像元地表， $NDVI > 0.3$ 的像元划分为暗像元(陈良富, 2011)， $NDVI \leq 0.3$ 的像元划分为亮像元，生成相应的掩膜后分别采用暗目标法和深蓝算法反演气溶胶光学厚度。

3.2、构建查找表和地表反射率库

查找表使通过用IDL程序调用6S模型，设定研究区的大气模式、气溶胶模式、海拔、地表类型、波段响应函数等参数后计算得出。应用时，根据待反演图像的角度范围截取查找表线性插值后获得小查找表。

地表反射率库从MODIS的8天合成地表反射率产品MOD09A1获得。提取第三波段后重投影，并重采样到300×300m。根据王中挺(2012)的方法进行波段修正，修正后的HJ星地表反射率为：

$$\tau_{HJ} = a + b \times \tau_{MODIS}$$

本文直接采用王中挺(2012)文中的拟合系数，见表1。最后将地表反射率产品按日期储存在数据文

件中得到地表反射率库。

表1 CCD相机和MODIS地表反射率拟合系数表

	传感器	相关系数	a	b	平均偏差 (修正前)	平均偏差 (修正后)
HJ-1A	CCD1	0.941	0.012	0.918	0.009	0.003
	CCD2	0.983	0.006	0.976	0.005	0.002
HJ-1B	CCD1	0.922	0.014	0.921	0.011	0.004
	CCD2	0.952	0.01	0.96	0.009	0.003

3.3、暗像元气溶胶光学厚度反演

暗目标法逐像元反演AOD：

(1) 根据求解像元的角度条件，筛选出一系列大气参数，带入红、蓝光波段表观反射率表达式中求解出对应的红蓝光波段地表反射率组。

(2) 计算 $(\rho_{red}^s)/(\rho_{blue}^s)$ 与k=1.6差值的绝对值，差值最小的一组红蓝地表反射率选取的 $\rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 参数就是该像元的真实大气参数。

(3) 已知 $\rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 参数，通过6S模型建立的查找表确定对应的AOD值，实现浓密植被区域的气溶胶光学厚度反演。以上步骤都利用IDL编程实现。

3.4、亮像元气溶胶光学厚度反演

深蓝算法逐像元反演AOD：

(1) 对亮目标像元查找地表反射率库，获取对应的地表反射率作为真实的地表反射率。

(2) 将大气参数和地表反射率带入蓝光波段的表观反射率表达式中，求解方程得到假定的表观反射率。通过与真实表观反射率的比较，筛选出差值最小的一组对应的 $\rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 参数。

(3) 利用查找表检索 $\rho_0(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 参数对应的AOD，得到气溶胶光学厚度。以上步骤都利用IDL编程实现。

4、反演结果与分析

4.1、HJ星反演结果

利用HJ星表观反射率数据合成南京及周边地区

假彩色专题图(图1)。利用深蓝算法反演的AOD值填补暗目标法反演结果的空白值，通过波段运算合成暗像元和亮像元AOD演结果，制作南京及周边地区的气溶胶光学厚度分布专题图(图2)，与南京及周边地区假彩色图进行趋势对比。

由图1、图2可见，HJ星成功反演得到区域AOD分布，且AOD反演结果总体趋势与假彩色目视解译结果一致。假彩色合成图上的淡蓝色目标主要分布在平地、山谷和水库周围，是人类活动较为密集的地区，在AOD分布图上表现为AOD值较高。图2右上角和图3左侧空白值是由于地表反射率红光波段大于0.2，进入云像元阈值范围被剔除造成的。

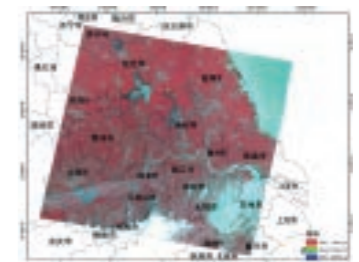


图1 南京及周边地区HJ星2014年5月7日表观反射率假彩色合成图

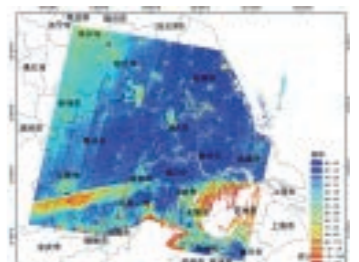


图2 南京及周边地区HJ星2014年5月7日气溶胶光学厚度分布图

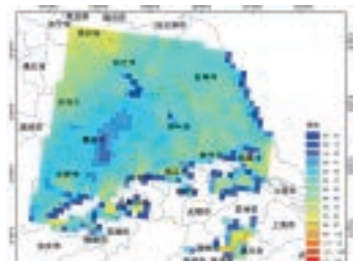


图3 南京及周边地区MOD04产品2014年5月7日气溶胶光学厚度分布图

4.2 与MOD04的对比统计分析

MODIS 有特定的探测波段可以有效的分离地表反射和大气反射，加之算法较为成熟，所以数据质量和稳定性较好。利用 NASA 发布的 MOD04 气溶胶产品经镶嵌、裁剪、重投影、重采样后生成南京及周边地区 MOD04 产品气溶胶光学厚度分布专题图（图 3）可以作为参考值与 HJ 星反演结果进行对比，在一定程度上对 HJ 星反演结果进行评估。

由图 2、图 3 可见，HJ 星反演结果与 MOD04 产品在 AOD 区域变化趋势上有很好的 consistency，HJ 星反演的 AOD 分辨率比 MOD04 产品更高。为了进一步比较 HJ 星反演 AOD 和 MOD04 气溶胶产品，在研究区内布设 750 个随机点，分别提取 HJ 星反演的 AOD 值和 MOD04 的值做相关性分析，并绘制散点图（图 4）分析结果见表 2。

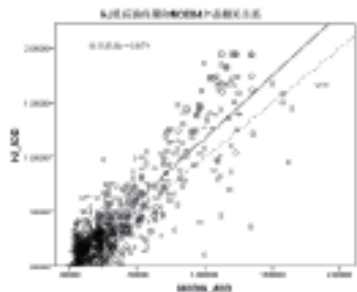


图 4 HJ 星反演结果和 MOD04 产品对比散点图

表 2 HJ 星反演结果和 MOD04 产品对比

	传感器	相关系数	a	b	平均偏差 (修正前)	平均偏差 (修正后)
HJ-1A	CCD1	0.941	0.012	0.918	0.009	0.003
	CCD2	0.983	0.006	0.976	0.005	0.002
HJ-1B	CCD1	0.922	0.014	0.921	0.011	0.004
	CCD2	0.952	0.01	0.96	0.009	0.003

由表 2 可知，AOD 值小于 0.2 时，HJ 星反演结果与 MOD04 产品相差较大，平均相对误差为 0.1480，相关系数为 0.7941。这可能是因为气溶胶光学厚度小于 0.2 时，大气反射率对表观反射率具有贡献较弱，地表对 HJ 星的 AOD 反演率信息难以去除。AOD 大于 0.2 时，HJ 星反演结果与 MOD04 产品相关性较高，达到 0.855。

以 MOD04 产品的 AOD 值为分组标准，将 AOD 分为

10 组，对不同组内 HJ 星反演和 MOD04 产品的 AOD 值对比分析，可知，AOD 值小于 0.2 时，HJ 星反演结果与 MOD04 产品相差较大，相关系数为 0.1480，这可能是因为气溶胶光学厚度小于 0.2 时，大气反射率对表观反射率具有贡献较弱，地表反射率信息难以去除。AOD 值大于 0.2 小于 0.8 时，利用 HJ 星反演 AOD 结果与利用 MODIS 反演 AOD 结果最相近，HJ 星反演结果与 MOD04 产品结果相对误差小于 10%。AOD 值大于 0.8 时，HJ 星对 AOD 反演结果普遍高于 MODIS 的反演结果，相对误差在 9% 到 32% 之间。HJ 星对 AOD 的反演结果显著偏高，这可能是因为 AOD 较大时选取的样点大多属于亮地表地区，采用深蓝算法反演 AOD。由于经过 MODIS 地表反射率产品修正后的地表反射率和 HJ 星 CCD 相机的地表反射率仍然存在差异，因此可能导致深蓝算法的得到的气溶胶光学厚度整体偏高。

5. 结论与讨论

通过对国产自主卫星 HJ 星对大气气溶胶光学厚度的监测结果与 NASA 发布的全球数据 MOD04 产品可知，二者反演的气溶胶光学厚度的空间变化特征较为一致，二者之间具有较高的相关性，相关系数达到 0.874。HJ 星 CCD 相机用于气溶胶光学厚度监测在空间分辨率方面具有一定的优势。通过对不同范围的 AOD 分组对比可知，HJ 星 CCD 相机在 AOD 小于 0.2 时，反演结果可靠性较低。AOD 值在 0.2 到 0.8 之间时，HJ 星 CCD 相机反演气溶胶的结果与 MOD04 之间的差异最小，相对误差小于 10%。AOD 大于 0.8 时，HJ 星反演结果相对 MOD04 产品显著偏高。

通过对 HJ 星反演结果的分析可知，利用 HJ 星对亮地表的气溶胶光学厚度反演是难点。下一步利用 HJ 星反演气溶胶光学厚度需要对 HJ 星和 MODIS 蓝光波段之间的关系做进一步分析，考虑地表反照率，地表双向反射模型等建立更准确的地表反射率库。对 HJ 星影像做精确的几何校正，选取更好的 MODIS 数据投影转化方法，提高 HJ 星数据和 MODIS 数据的匹配度。另外，针对过亮地表问题，还需要更准确的去云算法。



选自《宇图》期刊 2014 年总第 4 期

基于遥感技术的桂林空气监测点位 优化布设研究

■ 陈静 刘锐 陈贝贝 盛琳 李山羊

（中科学图资源环境科学研究院，北京，100101）

【摘要】随着工业化发展引发的空气质量问题使得人们更加注重对空气的监测，而科学有效的布设监测点位能有效提高监测准确性和经济性。本文在遥感技术的基础上，提出一种科学有效的优化布点方法。

【关键词】优化布设；遥感；空气监测

1、前言

随着工业化、城镇化的发展，排入大气中的污染物量不断增加，空气中的污染物种类越来越多和污染范围越来越大，对人们生活以及身体造成不同程度的负面影响，环境空气的质量已经成为公众关注的焦点问题之一。

城市空气质量的状况是通过城市空气质量监测数据来体现。空气质量监测一般是指通过对环境空气中的主要污染物进行定期或连续的监测，判定环境空气质量（或污染程度）和其变化趋势。在大气环境监测早期，受经济和技术的限制，大气环境监测普遍采用手工五日监测法，每个季度五天，每天四个时段，靠人工完成监测工作。由于其监测频率低，监测数据不能保证时间上的连续性，而且受气象因素影响很大。为了保证监测数据时间上的代表性，国家规范要求，每天的有效时间不得少于 18 小时，每月监测不得少于 21 天，每年监测不得少于 252 天。这样的工作量采用手工监测的方法显然难以完成，只能依靠自动监测，通常的做法是根据当地的行政区划、大气污染物分布状况等要素，建立一定数量自动监测站，从而形成区域空气质量监测网（Air Quality Monitoring Networks），进行规定项目的定期自动监测。

我国在空气质量监测发展初期，对于空气污染物的空间分布模式的认识还不足，空间分析统计理论体系尚不完善，而且缺乏相应的规范，导致监测

网络的很多区域点位主观定位较多，而缺乏科学的依据，例如监测站点数量不合理、空间代表范围不够，监测值的时间和空间精度不足等。

布设区域空气质量监测点位通常需要经历一个由少到多，再由多到少的探索过程。监测结果的精度一定程度上取决与监测网点的密度。大量的监测点位能够保证监测结果所反映的区域内环境质量状况无限接近实际情况，但需要付出较高的经济代价。考虑到空气污染物在时间和空间上的分布的不均匀特性，在大气环境监测的实际工作中，不仅要保证时间上连续监测，而且应当根据监测目的及污染物的空间分布特征，设计环境空气质量监测网点，力求用最少的点位，获得最佳的监测结果。如果监测点位选取不合理，所得到的数据价值不大，对以后多年的空气污染防治工作也会产生负面影响。

为了获得具有代表性的大气监测数据，需要进行大气优化布点。优化布点的目的是以最少的监测点位获得最大范围空间的代表性数据，准确反映城市环境质量状况及变化趋势，体现尽量多的信息。监测点位的布设是否具有代表性、科学性、合理性、可行性，将在很大程度上影响监测结果的可靠性准确性，其中最根本的则是代表性。

2、研究区域概况

桂林市当前已有 4 个空气质量监测站，拟在此基础上增设 5 个空气质量监测站，以实现桂林市空气质量状况的更精确地监测和统计推断。

桂林市总计 5310.83 平方公里，其中市区面积（不含临桂县和灵川县）609.21 平方公里，桂林市地图如下图所示：



图 1 桂林市区划图

桂林市已建成的空气质量监测站和候选点位如下图所示：



图 2 桂林市已建成空气质量监测站和候选点位分布图

3、研究方法

3.1 技术流程

对空气质量监测点进行优化，可以提高监测站点的空间代表性，降低研究区域整体的空间不确定性和信息冗余度，基于空间分析的城区空气质量监测网络优化布点的技术路线如下图所示：

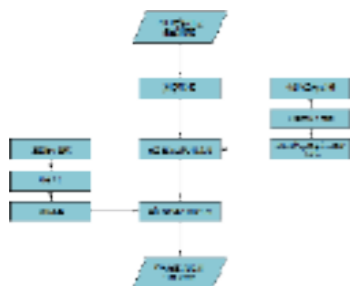


图 3 空间分析优化布点的流程图

监测网络设计优化模型的目标函数与监测目标密切相关。基于污染源监控的监测站点应该选择污染源密集的区域设立，以覆盖尽可能多的污染源为目标；而以空气质量总体评价和获取污染物空间分布为目的的监测网络则需要其各个站点离散分布。

3.2 监测点数确定

桂林市现有四个监测点位，拟在此基础上增设空气质量监测站，以实现更精确地监测和统计推断。桂林市总计 5310.83 平方公里。桂林市已建成的空气质量监测站如下图所示：



图 4 桂林市已建成空气质量监测站分布图

考虑到污染物浓度及扩散随季节的变化而不同，因此选取 PM10 按季度统计结果，对其进行空间变异分析。每个点位克里金方差为四个季度的克里金方差之和：

$$\gamma(h) = \gamma(h)_1 + \gamma(h)_2 + \gamma(h)_3 + \gamma(h)_4$$

本文以桂林市内平均克里金方差最小化为优化目标，用空间模拟退火算法对新增点位的位置进行计算。

J. W. van Groenigen 与 A. Stein (1998) 提出空间模拟退火算法 (Spatial Simulated Annealing, SSA)，它是根据连续空间上的点位优

化布局问题衍生而来的一个特殊的模拟退火算法。在算法运行初期，有一个很高的初始温度，使得系统迅速进入最高能量状态，此时布点方案近似于随机布点，初始化的布点方案已经被打乱。空间模拟退火的扰动是由一个空间上的随机向量来完成的，其长度范围 Hmax 随着温度的降低而逐步以衰减，通过若干次扰动，使得每一个点位会根据预先设定的优化目标而落在相应的最优位置上。空间模拟退火算法具有模拟退火类似的优点：对初始解不敏感和全局收敛。与空间模拟退火同时提出的还有平均最短距离最小化准则 (Minimizations of the Mean of Shortest Distances, MMSD)，即在空间模拟退火中使用的 MMSD 目标函数。

空间模拟退火的具体操作步骤如下：

- 1) 产生一个初始化布点方案 x_0 ，应该采用较为离散的布点方案，令 $x_{best} = x_0$ ，并计算目标函数值 $f(x_0)$ ；
- 2) 设置初始温度 $T(0) = T_0$ ，迭代次数 $i = 1$ ；
- 3) Do while $T(i) > T_{min}$
 - 1) for $j = 1 \sim k$
 - 2) 将当前最优解 x_{best} 带入扰动函数，产生一新的解 x_{new} 。计算新的目标函数值 $f(x_{new})$ ，并计算目标函数值的增量 $\Delta f = f(x_{new}) - f(x_{best})$ ；
 - 3) 如果 $\Delta f \leq 0$ ，则 $x_{best} = x_{new}$ ；
 - 4) 如果 $\Delta f > 0$ ，则 $p = \exp(-\Delta f / T(i))$ ，如果 $\text{rand}() < p$ ，则 $x_{best} = x_{new}$ ；否则 $x_{best} = x_{best}$ 。
 - 5) End for
 - 4) $i = i + 1$ ；
 - 5) End Do
 - 6) 输出当前最优布点方案，计算结束。

扰动函数表述如下：

根据当前温度赋予扰动范围，扰动范围随着温度的降低而变小： $\Delta x_j = \text{rand}() * H_{max} * T(i) / T_0$ 或 $\Delta x_j = \text{rand}() * H_{max} * T(i)$ ，在所有点位中随机抽取一个点位，在扰动范围内生成一个随机向量，将选取点位沿着随机向量移动到下一位置，完成扰动。

目标函数可以是克里金方差最小化准则，最小平均距离准则及分形维度等。

流程图如下图所示：

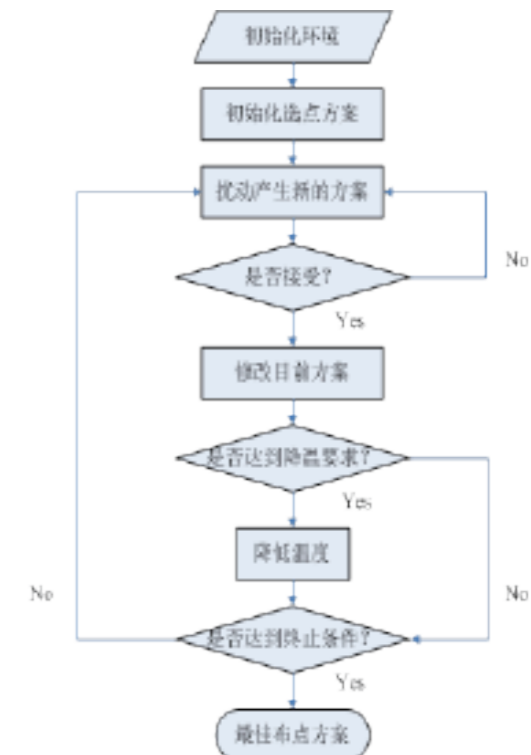


图 5 空间模拟退火流程图

4、结果分析

(1) 区域格网化

在选点方案之前，首先需要对桂林市进行格网化，以格网为单元对选点结果进行分析。为了统计整体克里金方差，将桂林市范围划分为 2km*2km 的离散网格。其中不完整的网格按照其中心点的位置判定其所属区域。桂林市范围内网格共 1328 个，市区范围内网格共 150 个。之所以确定为 2km 的网格，是从先验知识的精度和污染物的相关尺度等方面综合考虑的。划分网格如下图所示：



图 6 实验区划分网格展示图

(2) 计算选点方案的克里金方差

利用克里金方差最小化准则，在候选点位中选取合适的点位，设计最佳的选点方案。分别计算每个网格四个季度的克里金方差，此网格的克里金方差为四个季度的克里金方差之和：

$$\gamma(h) = \gamma(h)_1 + \gamma(h)_2 + \gamma(h)_3 + \gamma(h)_4$$

选点目标是使得桂林市范围内所有网格的克里金方差平均值最小。

候选点位共有 11 个，选点要求为：灵川县 1 个必选、秀峰区 2 选 1，雁山区 3 选 1，叠彩区 3 选 1，临桂区 2 选 1，因此共有 $1 \times 2 \times 3 \times 3 \times 2 = 36$ 种选点方案。对所有的选点方案计算桂林市范围和市区范围内的克里金方差，并与现有的监测站点分析结果进行对比，其结果见《附表 - 选点分析》。

由于已经限定了选点条件(从不同的区域选点)，因此不同布点方案结果相差不大，但以增设 4、7、10、13、14 这 5 个点位为最优，此方案使得桂林市范围内平均克里金方差由 739.95 降至 528.17，市区范围内平均克里金方差由 404.92 降至 250.23。合并增设 5 个点位和已建成的 4 个点位，在 ArcMap 中进行克里金分析，求得贵桂林市范围内克里金标准差(克里金方差的平方根)，与原有 4 个点位(不增设监测站)分析结果进行对比。

1 月到 3 月对比如下图所示(左图为不增设监测站，右图为在 4、7、10、13、14 点位增设监测站)：



图 7 桂林市范围内第一季度克里金标准差结果

4 月到 6 月对比如下图所示(左图为不增设监测站，右图为在 4、7、10、13、14 点位增设监测站)：



图 8 桂林市范围内第二季度克里金标准差结果

7 月到 9 月对比如下图所示(左图为不增设监测站，右图为在 4、7、10、13、14 点位增设监测站)：

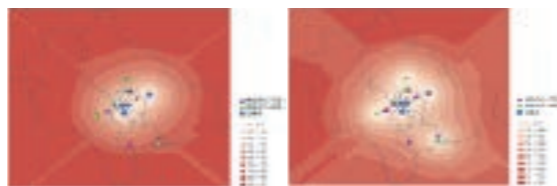


图 9 桂林市范围内第三季度克里金标准差结果图

综上所述，在现有的 4 个空气质量监测站点的基础上，通过优化布点算法的分析，建议选择 4、7、10、13、14 点位增设监测站，即桂林师范高等专科学校(秀峰区)、草坪回族希望小学校园、冠岩景区(雁山区)、师大一附(叠彩区)、市委党校(临桂区)和市第二技工学校(灵川县)五个点位。◆

选自《宇图》期刊 2015 年总第 8 期

地图大数据云服务 开放平台建设及其应用研究

文 - 张林 王宝刚 中科宇图科技股份有限公司

摘要： 地图大数据云服务平台以服务的模式，整合、分析空间地理信息和与空间相关联的信息，通过平台提供所需服务，支持各行业应用，最终达到数据共享、服务共享的目的。本文重点阐述了地图大数据云服务平台的建设内容、服务模式和应用案例，旨在说明建设地图大数据云服务平台的必要性，为地图大数据的管理、应用与发展提供支持

引言

近年来，中国地理信息产业高速发展，2016 年总产值达到 4360 亿元，同比增长 20.1%；2017 年总产值预计达 5180 亿元，同比增长 18.8%；地理信息产业的从业人员达 60 万人左右。伴随着地理信息产业的发展，数据正以前所未有的速度在不断地增长和积累，大数据时代正大步向前迈进。大数据，目前还没有统一的定义，维基百科对其定义为：“一个超大、难以用现有常规的数据库管理技术和工具处理的数据集。”麦肯锡对其定义为：“无法在一定时间内用传统数据库软件工具对其内容进行采集、存储、管理和分析的数据集合。”大数据与海量数据有所不同，除了体量大以外，还有多样性、价值密度低和处理速度快等特点。大数据更像是一种策略而非技术，其核心理念就是

以一种比以往有效得多的方式来管理海量数据并从中提取价值^[1]。

大数据中约有 80% 的数据与空间位置有关^[2]，我们称其为地图大数据。地图大数据是由空间地理信息和与空间相关联的信息共同组成的。地图大数据来源广泛、业务需求应用复杂，按照一般的方式并不能满足其数据存储、管理以及分析的需求，因此，需要云计算技术的支持。地图大数据云服务平台正是以华为云为基础设施层，着力打造地图大数据资源池和云服务平台，打破以往项目的模式，以提供服务的方式为客户提供数据和相关服务，实现数据共享、服务共享。

一、地图大数据云服务平台建设内容

地图大数据云服务平台主要

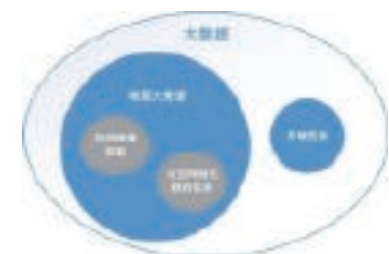


图 1 大数据与地图大数据

包括地图大数据资源池和地图大数据云服务平台两部分内容的建设。

1.1 组织架构

地图大数据云服务平台通过建立统一的数据标准，整合多维、多时空的数据，利用云计算、大数据分析、数据挖掘等技术手段，为业务应用提供基础平台，其组织架构如下图所示：

由图 2 可知，地图大数据云服务平台基于华为云，构建地图大数据资源池、打造地图大数据

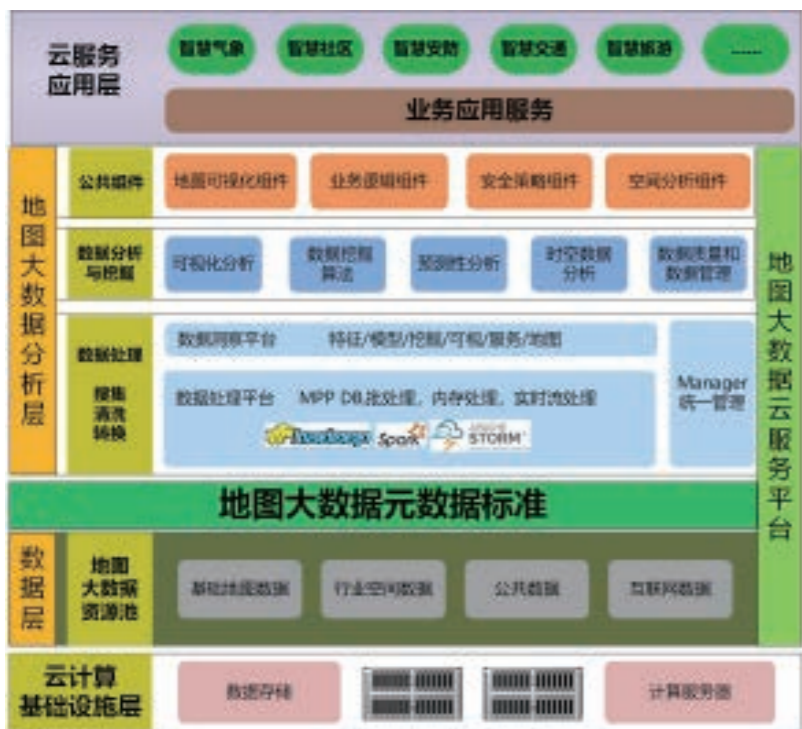


图2 地图大数据云服务平台组织架构

云平台，通过数据处理、分析与挖掘来支持行业应用。

地图大数据资源池，为平台的分析、应用提供数据支撑。其构建意在解决分散的具有时空维度的大数据，涉及数据的搜集、存储、标准化、加工与服务等。地图大数据资源池由基础地图数据、行业空间数据、公共数据和互联网数据构成。

地图大数据云服务平台是共享以云计算的方式对数据进行加工和分析，以分析结果和服务的方式进行数据共享和开放，利用大数据的存储能力和分析能力，在数据和服务扩展上，达到集约管理分散异质数据资源的目的。

1.2 地图大数据资源池

许多数据是重复的或者没有价值的，我们的任务不再是获取越来越多的数据，而是数据的去冗分类、去粗取精^[3]。地图大数据资源池中的数据正是整合了所有空间信息及与空间信息相关的数据，进行数据分析挖掘，从而获取更有价值的信息，挖掘出数据背后的潜在价值。

1、数据资源

地图大数据资源池中的数据包括基础地图数据、行业空间数据、公共数据和互联网数据，主要采用地图数字化、摄影测量、遥感影像处理、外业采集、众包、网络爬取等方式获取^[4]。

(1) 基础地图数据：包括矢量数据、影像数据（航拍影像、卫星影像）、三维数据（360°数据、720°数据、倾斜摄影和真三维数据，等）、全景数据和行业符号库。

(2) 行业空间数据：包括位置数据（POI）和行业专题图。其中，位置数据还分为旅游景点、教育科研、体育休闲、餐饮服务、交通设施、医疗保健、生活服务、公司企业、汽车服务、商务住宅、汽车销售、购物服务、金融证券、住宿服务、汽车维修和公共场所。

(3) 公共数据：包括人口库、法人库、自然资源库、宏观经济库和政府共享数据。

(4) 互联网数据：包括人口流动数据、房产数据和企业详细信息。

地图大数据资源池中的数据是根据以往的项目积累下来或自行采集的，目前来看并未涵盖所有的数据，因此，地图大数据资源池建设是一个持续的工作，并且随着建设和应用的发展，数据内容和数据量会逐步丰富。

2、数据整合

目前，地图大数据较为分散且信息资源利用程度较低。数据整合是把在不同数据源的数据收集、整理、清洗、转换后加载到一个新的数据源，可有效解决地图大数据标准不一致、集成度低、互联性差和管理分散等问题，是地图大数据由多变少、由复杂变简单、由无序变有序的过程。实现多源数据整合的方式大致有三

种：传统数据格式整合方式、间接数据整合方式、信息映射机制数据格式整合方式。简单来说，对于本身就带有坐标信息的数据，只需要将其转换为标准的GIS数据，通常是以Shape（.shp文件）格式为标准；对于带有地址信息的数据，需要使用地址解析工具得到记录的坐标位置；对于地理栅格数据，需要使用GIS处理软件进行地理配准、矢量化等工作^[4]。地图大数据资源池通过对数据的整合，将地图大数据进行分类管理，为数据访问提供统一接口。

3、数据分析挖掘

数据分析挖掘是指运用各类数据处理模型和信息技术手段，对数据资源进行深度的挖掘，从而发现其中蕴含的规律，作为管理决策的依据。数据分析挖掘实际上是数据增值的过程，将数据转化成有用的信息，来解决现实问题。以此看来，数据分析挖掘服务和大数据资源一样存在巨大的市场需求^[5]。

地图大数据分析挖掘大致可以分为三层结构：数据源、挖掘器和用户界面^[4]。数据源，指利用空间数据库或数据仓库管理系统提供的索引、查询优化等功能获取和提炼与问题领域相关的数据，或直接利用存储在空间数据立方体中的数据；挖掘器，即利用空间数据挖掘系统中的各种数据挖掘方法分析被提取的空间数据，一般采用交互方式；用户界面，即使用多种方式如可视化工具将获取

的信息和发现的知识以便于用户理解和观察的方式反映给用户，用户对发现的知识进行分析和评价，并将知识提供给空间决策支持使用，或将有用的知识存入领域知识库内。地图大数据资源池将整合好的地图大数据进行深度分析挖掘，将复杂的时空关系变得简单、有条理，更好地为用户所用。

1.3 地图大数据云服务平台

地图大数据云服务平台主要面向政府和企业。基于地图大数据资源池，搭建地图大数据云服务平台，在互联网、政务外网、政务内网三个网络中部署云平台向政府各部门、企业提供可视化、

在线地图、应用专题图集、二次开发接口、运维服务等功能，满足行政管理部门、各委办局、企业对高精度地图的需求。具体功能包括：

1、可视化

基于地图大数据资源池，将资源池中的数据进行可视化表达，充分体现数据的时间和空间信息，不仅可以直观的展示数据，还可以通过在地图上对比、分析，挖掘出潜在的信息，实现数据增值，更全面的为各委办局、企事业单位提供数据服务。

2、在线地图

提供二维（矢量地图、遥感影像地图）、三维（真三维）、



图3 时空数据可视化展示

全景地图(360°全景、720°全景)的在线服务功能,对不同的行业应用建设按权限开放精细地图服务,使各行业应用能够在标准化的高精度地图基础上开展建设。

3、应用专题图集

基于地图大数据资源池,打造各行业应用专题图集并定期进行更新。将各行业专题图制成固定模板,将所需数据上传,实现“一键成图”。不仅展示信息全面,而且使用方便,可有效避免重复工作,大幅度提升政务服务效率。

4、二次开发接口

为用户提供一套使用JavaScript语言编写的应用程序接口,可帮助快速创建功能丰富、实用的基于浏览器的地图应用。支持Chrome、Firefox、IE9等浏览器,支持具有HTML5特性的Web应用开发。

5、运维服务

按需求可提供平台的运维服务,包括:数据更新与维护、新增数据采集、平台修复与功能完善,等等。

二、地图大数据云服务平台采用的模式

地图大数据云服务平台采用“1+N”服务模式为用户提供服务,采用本地化运营模式和定向型应用模式促进地图大数据云服务平台持续、稳定发展。

2.1 “1+N”服务模式

地图大数据云服务平台采用“1+N”服务模式:“1”是指第1年打造1个地图大数据资源池、搭建1个地图大数据云服务平台,建立1套地图大数据资源整合机制;“N”是指未来N年的N项服务,包括N年资源池数据更新、N年平台运维服务、N个委办局的定制服务、支撑N个行业应用等。

相比较其他模式而言,“1+N”服务模式的优势众多:(1)数据集约化程度高,采取数据调用接口的模式提供数据服务,而非数据购买的方式,可节约成本;(2)应用集约化程度高,平台提供持续性服务,与用户建立长期合作关系,有益于平台的持续建设与

发展;(3)用户分N年付款,不仅可以减缓财政压力,还可以督促提供高质量服务。

2.2 本地化运营模式

地图大数据云服务平台采取本地化运营模式,可根据本地的经济、文化、政治环境等因素,有针对性地提供数据、满足个性化服务需求。本地化运营模式可增加地图大数据云服务平台在当地的影响力,更容易了解当地的需求、更容易获得当地的认同、更容易把握住与当地用户的合作机会,利于平台的建设与发展。同时,本地化运营可提供7*24小时售后服务,增强用户满意度。因在本地的便利条件,加上资源池中的数据积累,可大大缩短建设周期。但这并不意味着平台只提供本地的数据和服务,平台会用全国范围内的地图大数据资源来支持本地化服务,致力于打造立足本地、辐射周边乃至全国的地图大数据云服务平台。

2.3 定向型应用模式

由于地图大数据云服务平台采取本地化运营模式,便可借助本地化的便利条件,实现平台的定向型应用模式。所谓定向型,即从本地政府、相关委办局及企业拿到一手的项目规划材料,精准挖掘各项目对地图大数据的需求,如交通地图大数据、规划地图大数据、水利地图大数据等,根据项目的需求,精准提供地图大数据服务、精准拓展地图大数据云服务平台市场。定向型应用模式可提高地

图大数据云服务平台的服务效率,更好地为用户服务。

三、地图大数据云服务平台应用案例

基于地图大数据资源池中的数据资源和地图大数据云服务平台提供的服务,地图大数据云服务平台可以支持众多行业应用,方便各个行业业务系统调用地图大数据云平台中的地图服务,本文以地图大数据气象应急指挥、地图大数据治安防控指挥以及地图大数据旅游服务系统三个方面进行应用案例展示。

3.1 地图大数据气象应急指挥

地图大数据气象应急指挥即通过整合气象业务数据、地图大数据与其他相关数据,将各数据叠加到地图上,形成与气象相关的“一张图”。通过对这“一张图”的应用与分析,达到防灾减灾和时况展示的作用。

1、防灾减灾

将天上系统与地上系统融合,即将气象数据、雷达数据与地图数据、其他相关数据叠加,根据气象数据、雷达数据反馈的信息,判断天气情况。如发现天上有一大片乌云,发生暴雨或冰雹的可能性很大,那么需要在地图上快速、准确地找到乌云所在具体位置,结合该位置周围的信息,明确周围是否有景区、实时人口密度多大、是否有主干道、是否有高速公路,地下是否有西气东输管道等一系

列信息,从而分析、确定是否有必要利用防雹弹进行人工干预,是否有必要进行疏散、撤离,以避免因冰雹而发生不必要的灾害。

如确定下冰雹的概率很大,且周边有景区、主干道这些人口密度大、人流量大的区域,那么需要进行人流疏散和撤离。这时,就需要结合地质调查数据、道路交通数据、基础设施数据等来判断哪些地方土质比较松软,容易发生塌陷、山体滑坡;哪些地方交通比较畅通,合理规划快速疏散、撤离的路径;哪些地方基础设施比较健全,可保证基本生命安全。由此可以避免因自然灾害而引起次生灾害的发生,减少生命、财产的损失。

2、实况展示

气象部门的雷达数据几分钟更新一次,并可向后预报近半个小时的雷达数据情况。可以整合气象数据、雷达数据与地图数据,在大屏上展示不同区域的气象实时情况,给用户直观、震撼的视觉体验。同时,可以显示雷电、暴雨等强对流天气情况,做到提前预警。

3.2 地图大数据治安防控指挥

地图大数据治安防控指挥即通过整合公安业务数据、地图大数据与其他相关数据,进行数据叠加、分析、展示,辅助实现治安防控全覆盖、无死角,有效帮助警情分析。

1、治安防控

整合摄像头位置数据,在地图数据、三维数据和全景数据的支持下,可以直观展示全市各个摄像头所在的具体位置及摄像头的辐射范围,据此进行增、减摄像头,在保证“全覆盖、无死角”的前提下,合理节约摄像头资源。整合摄像头的视频监控数据,实时进行全面监控,可有效保证在危险事件发生前积极预防安全隐患;当有突发事件和应急事件发生时,借助地图数据,迅速、准确找到事件发生具体位置,并明确事件严重程度、主要责任人等相关信息,进行应急事件指挥,保证在事件发生过程中实时感知和快速响应,并保证有所依据进行事后快速调查分析。借助真三维数据和全景数据,将设施设备数据关联到具体的每一条街道,明确基础设施的具体位置、辐射范围,方便使用和调配。

整合房屋信息数据、人口信息数据、所在单位信息数据和时态数据,借助真三维数据和全景数据,将这些数据关联到每间房子,可实现“以房管人、人房关联”,快速、准确获得房子居住者的姓名、性别、年龄、学历、婚姻状况、犯罪情况、是否有宗教信仰、是否参与邪教组织等信息,有效进行综合治理,意在加强重点人口管控,全面强化重点人口、高危人群的管控工作,打造平安稳定的社会治安环境。

2、警情分析

整合公安业务数据与地图数



图4 应用专题图集

据,进行犯罪热点分布分析,将盗窃、斗殴、诈骗等案件高发区域重点分配警力,实现精准、有效预防犯罪;结合区域范围警情时段平均数和现在时间段的警情发生数,对于剩余时间段警情发生概率进行预判和预警;生成重点人员的人际关系图谱,第一时间梳理警情涉及的人脉关系,有效帮助警情分析。

3.3 地图大数据旅游服务系统

地图大数据旅游服务系统即通过整合旅游业务数据、地图大数据与其他相关数据,进行深度分析与挖掘,为旅游管理部门提供旅游信息资源分析、辅助决策功能,为社会大众提供旅游信息查询咨询服务。

1、辅助决策

在旅游景区闭路监控数据和地图数据的支持下,可准确掌握突发事件、安全事件、应急事件发生的具体位置,按照具体情况迅速调配人员解决问题;将卫生间等基础设施数据进行可视化处理,根据人员密集程度综合分析,判断基础设施辐射范围是否能够满足需求,并进行合理规划。综合运用信息化手段,将旅游管理、游客服务、旅游营销等多领域数据资源进行整合,助力实现景区流程化的生产运营、精细化的企业管理、精准化的营销决策、智能化的应急指挥、人性化的游客服务和网络化的生态保护。

2、查询咨询

在地图数据、真三维数据和全景数据的支持下,直观展现景区情况,使用户可以足不出户看到景区全貌,包括天上、地面的所有景色及旅游景点的整体情况,进而选择感兴趣的景点前往,避免临时规划旅游路线,有效节约时间。除此之外,还可以整合景区周边酒店、饭店等相关数据,辅助游客进行景点周围基础信息的查询,可以帮助游客提前预定门票、酒店,解决旅游高峰期排队买票难、取票难等问题。

基于地图大数据资源池中的数据资源,地图大数据云服务平台可以支持众多行业应用,方便各个行业智慧应用业务系统调用地图大数据云服务平台中的地图服务,从而进行智慧应用系统建设。

四、总结

本文重点介绍了地图大数据云服务平台的建设内容、服务模式和应用案例。地图大数据云服务平台的建设具有重要的意义,一是对于云计算和大数据产业发展能够产生直接的经济效益和社会效益;二是对于各行业的经济发展起到添砖加瓦的作用,利于企业和经济快速、均衡发展;三是对于政府的业务具有直接的支撑能力,提高政府管理效率,降低政府成本;四是助力“智慧城市”建设,改善居民生活水平。

地图大数据云服务平台是管理、应用与发展地图大数据的有效途径,是更好地服务于地图大数据

的必然趋势。目前,关于地图大数据云服务平台的建设还比较少且不太成熟,但相信在不久的将来,地图大数据云服务平台会像雨后春笋般涌现,为地图大数据的管理、应用与发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 张春磊,杨小牛. 大数据分析(BDA)及其在情报领域的应用[J]. 中国电子科学研究院学报, 2013, 8(1): 18-22.
- [2] 李清泉,李德仁. 大数据GIS[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014, 39(06): 641-644+666.
- [3] 甘晓,李国杰. 大数据成为信息科技新观众点[J]. 中国科学报, 2012.
- [4] 孙世友,谢涛,姚新,等. 大地图. 测绘地理信息大数据应用与实践[M]. 环境科学出版社, 2017.
- [5] 宋梅青. 融合数据分析服务的大数据交易平台研究[J]. 图书情报知识, 2017, (02): 13-19. ◆

选自《宇图》期刊2017年总第15期

基于静稳聚合指数 SSCI 的环境空气质量统计 预报系统

■ 滑申冰, 王莹, 徐劲草, 陈亚新, 谢涛
(中科宇图科技股份有限公司, 北京, 100101)

【摘要】简单介绍了 SSCI (Stable-Static-Convergence Index) 统计预报模式的框架和相关预报过程,以晋城市为例,检验分析了 2015 年 1-5 月晋城市空气质量预报,结果表明,此动态统计预报系统在空气质量方面具有良好预报能力。

【关键词】空气质量; 统计预报; SSCI

引言

随着我国城市化进程的加速,社会经济的快速发展,工业化水平的提高,人类活动对环境产生的影响越来越大,尤其是在城市集中了大量的工厂、车辆、人口。空气质量由于以上原因,逐渐开始恶化,对于其恶化范围,恶化程度及发展趋势,不仅专家关心它,人民关心它,政府更关心它。在新闻媒体上公开发布空气质量状况,是政府为民办实事的一项举措,是环保工作与国际接轨的一项基础性工作。

开展城市环境空气质量预报是一个城市文明程度的标志,良好的城市空气质量是城市可持续发展的珍贵资源;开展城市环境空气质量预报同时也具有良好的社会效益,可以保护城市居民的身心健康、提高群众的环境保护意识,为市民打开一扇了解空气质量的窗口,指导居民的日常活动和行为,促进人们生活质量的提高;开展城市环境空气质量预报具有明显的环境效益,可以指导污染物排放量的削减和控制,防止和减少污染事件的发生,促进企业强化空气污染治理最终实行清洁生产,带动相关环保产业的发展,促进经济的繁荣,增加经济效益。通过空气污染统计预报系统研制,主要的目的是补充完善空气污染统计预报

系统,提高空气污染预报水平及准确率。为环境监测部门监测环境空气,获得真实的环境质量数据,分析环境质量的变化,对监测结果作解释,弄清空气污染变化的成因,为环境管理部门采取措施改善环境质量提供决策依据;为今后更深入、更细致开展中国地区空气污染类型、污染天气类型,空气污染与气象因素的关系研究,建立空气质量常规解释工作积累经验,开展城市环境空气污染预报是必要的。同时,开展城市环境空气污染预报是保护人民群众健康、动员公众参与环境保护有效措施,是提高人民生活质量,体现人民政府形象的公益性工作。空气污染预报是预测未来的空气质量状况,发布空气污染预报满足了公众知情权、为人民群众提供环境质量信息服务、保护公众身体健康及鼓励公众自觉参与保护环境具有更有效的指导作用。

1、研究方法

1.1 统计预报框架

SSCI (Stable-Static-Convergence Index) 大气污染统计预报系统主要通过结合气象模式 MM5 或 WRF,利用回归的统计模型进行空气质量预报。主要的框架为(如图1):



图1 统计预报整体框架

(1) 8个气象指标量。大气辐合度、低空气温垂直递减率、风速、风向、通风量、相对湿度、24小时变压、24小时变温等8个指标量。

(2) 归一化。将上述8个气象指标量分别归一化，制作为8个归一化的气象指数。

(3) 拟合回归。采用最小二乘法，对过去15天的直属和空气质量观测数据拟合回归，得到回归方程。

(4) 预报。利用回归方程和气象预报场，预报未来三天的空气质量。

1.2 SSCI 指数技术流程

SSCI 指数技术流程如图2所示。



图2 SSCI 指数技术流程

2、关键参数

2.1 气象参数计算

①区域空气辐合度

对于大气辐合度，计算方程如下：

$$Con = \int_S \int_{h_0}^{h_1} - \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \varphi(h) dh ds$$

式中：Con 为考察区域 S 内，从地面 h0 到主要污染物扩散高度 h1（一般取 1500m）的空气辐合度，其中 $\varphi(h)$ 为与高度有关的权重函数。该指标主要反映大气的辐合强度。

②气温垂直递减率

根据以下计算公式，可以计算该气象参数：

$$DeT = \int_S (T(h_2) - T(h_1)) ds$$

式中：DeT 为低空气温垂直递减率，h1, h2 是主要选取的两个参考高度。一般 h1 选 2m 或者气象数据接近地表一层的高度，h2 选 800 或者选 925hpa 层所在高度。

③风速指标

风速可以通过以下公式计算：

$$Wind = \int_S \int_{h_0}^{h_1} \sqrt{u^2 + v^2} \cdot \varphi(h) dh ds$$

式中：Wind 为考察范围内随高度加权的风速指标。

④通风量指标

通风量的计算公式如下：

$$FLwind = \int_{S_0} \sqrt{u^2 + v^2} ds$$

式中：S0 表示在考察区域内，与朱风样垂直方向上选取的参考界面，FLwind 表示单位时间通过该截面的空气量。

⑤相对湿度指标

相对湿度是气象条件里较为关键的参数之一，计算公式如下：

$$R = \int_S \int_{h_0}^{h_1} h \cdot \varphi(h) dh ds$$

式中：Rh 为区域 S，高度 h0-h1 范围内加权的相对湿度指标。

⑥ 24 小时变压、24 小时变温与常规气象上的意

义相同，为本地气压、2m 气温的 24 小时变化量。

⑦风向指标

主要考虑在由主要外界影响源的地区，风向与外界源方向的相近程度，这个变量在不同地区会有不同的表述方法。

针对于以上所需要的气象指标，时间跨度一般包括当前时刻前 15 天（建立回归方程）和未来 3 天（用来预报空气质量）。

2.2 SSCI 指数计算与训练

根据以上计算得到的相关气象参数，进行归一化处理。计算静稳聚合指数 SSCI 来加权平均上述的 7 个气象参数。

需要指出的是，在实际应用中，各指标权重选用前一次预报的权重系数，再利用最新计算的指数和观测数据（空气质量要素浓度）训练而得到。不同空气质量要素，对应不同的 SSCI 指数。

2.3 建立回归方程与预报方程

利用当前时刻前 15 天样本，利用偏最小二乘（PLS）方法建立 SSCI 指数与空气质量要素浓度的回归方程。

利用未来 3 天预报的气象场计算出的 SSCI 指数，与对应空气质量要素的回归方程，预报未来 3 天的空气质量要素浓度。

2.4 预报检验方法

根据如下公式对预报浓度与监测浓度值进行验证分析：

$$NMB = \frac{\sum_1^n C_m - C_0}{\sum_1^n C_0} \times 100\%$$

$$NME = \frac{\sum_1^n |C_m - C_0|}{\sum_1^n C_0} \times 100\%$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^n (C_m - C_0)^2}{n}}$$

在上述表达式中，Cm 为模拟值，C0 为监测值，n 为样本个数。其中 NMB 反映模拟值与监测值的平均偏离程度，NME 反映模拟值与监测值的平均误差，RMSE

反映模拟值与监测值的偏离程度，上述 3 个统计量越接近 0 表明模拟效果越好。

3、结果与讨论

我们根据上述的空气质量预报模型，建立了晋城市空气质量预报系统，从 2015 年 1 月 2 日逐日对各类污染物进行 24 小时预报，通过与实际监测值的校验，来验证预报系统的准确性。

3.1 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 和 O₃ 浓度预报检验

检验结果见表 1。从表中可以看出，就 NMB 和 NME 两个指标而言，整体预报准确率较好，模拟与监测的平均偏离程度和品均误差均接近于 0，效果较好。就 RMSE 指标而言，CO 的预报准确率是最高的，其余的污染物准确率较低。分析认为形成误差的主要原因是除去人为源之外，还有很大部分来源于自然源，因此天气环流形势对污染物的预报起决定作用，颗粒物除与环流形式密切相关外还受特殊天气，尤其沙尘天气的影响。

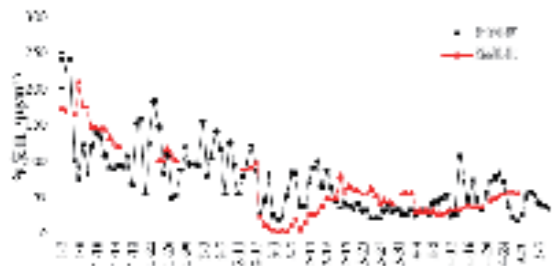
检验指标	污染物					
	SO ₂	PM ₁₀	NO ₂	O ₃	CO	PM _{2.5}
NMB	0.001013	-0.1444	-0.16191	-0.53838	-0.15786	-0.1345
NME	0.46464	0.365385	0.300336	0.543386	0.419533	0.399072
RMSE	38.38328	52.48134	11.91	30.57653	1.17266	32.02076

3.2 监测值与模拟值浓度对比

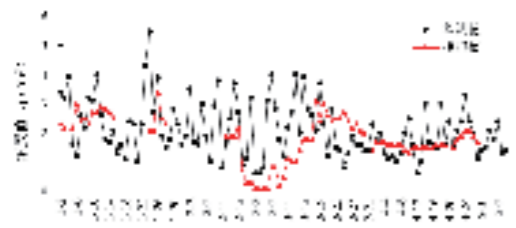
我们把模拟值经过处理，与现有监测值进行对比，得到以下结果，如图 3，主要偏差出现在污染物峰值时，模拟值和监测值的相差较大，主要由于该统计预报过程是线性的，浓度值会在一个范围内波动，此外，模拟值的样本容量较小也会导致一定的误差。所以，当监测值出现极大值时，会出现部分偏差。参照国控点代表性年均值 10%，季均值 15% 的相对误差限，该模拟的误差限在 30% 以上。预报准确度需要进一步提高。

模拟值与监测值偏差去除系统偏差的原因，还与

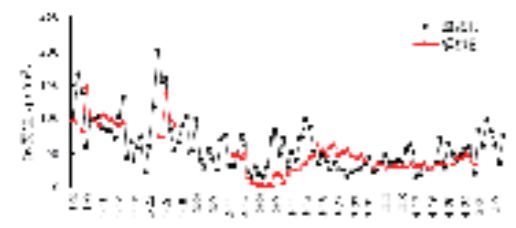
气象条件有着密切的联系。城市空气污染物的扩散、稀释和消除过程的快慢都是与当时的天气形式所决定，尤其是风、大气稳定性、混合层高度和降水等。如若气象条件的准确度得不到进一步改善，加之污染物在大气中复杂的化学反应，模拟值也会与监测值出现较大的偏差。



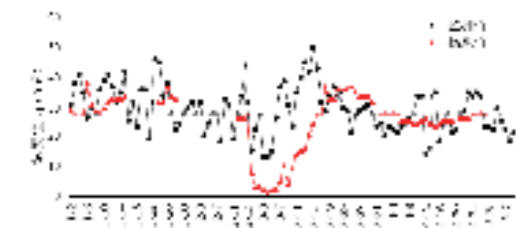
SO₂ 浓度监测值与模拟值对比



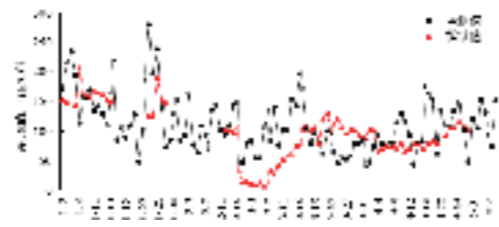
CO 浓度监测值与模拟值对比



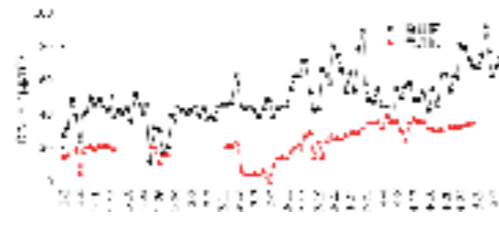
PM_{2.5} 浓度监测值与模拟值对比



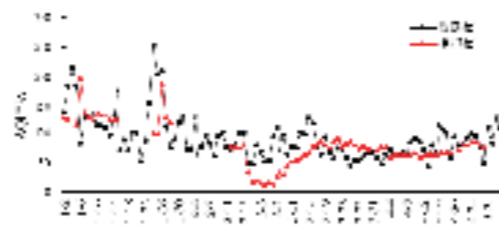
NO₂ 浓度监测值与模拟值对比



PM₁₀ 浓度监测值与模拟值对比



O₃ 浓度监测值与模拟值对比



AQI 浓度监测值与模拟值对比

图3 2015年1-5月晋城市各类污染物及AQI指数预报值与模拟值对比

4、结论

SSCI 统计预报系统是空气质量预报一个常用的方法，比较简单，所需要参数较少，不需要污染物的排放清单。本文以晋城市为例，对比了模拟值和监测值。结果表明，SSCI 方法虽然有一定的预报能力，可以很好地反映污染水平和气象条件的关系。

此外，因为小概率时间需要从大量的历史样本得到信息才有可能进行预报，所以此方法对极值或小概率事件预报效果不好（譬如重度污染天气）。本文也仅是考虑了线性预报，没有考虑系统的非线性，与其他统计方法一样，对奇异值预报效果差，有待进一步完善。◆

选自《宇图》期刊 2015 年总第 6 期

大气环境监测大数据应用的创新与实践

■ 刘锐 陈静 徐春萌 汪焕 盛琳 薛超玉

（中科宇图资源环境科学研究院）

1、引言

大气污染问题一直是我国经济社会发展的主要制约因素之一。目前，以细颗粒物、臭氧和酸雨为特征的区域性复合型大气污染日益突出，区域内空气重污染现象大范围同时出现的频次日益增多，严重制约社会经济的可持续发展，威胁人民群众身体健康。

我国大气污染主要呈现为煤烟型污染特征。城市大气环境中颗粒物浓度普遍超标；二氧化硫污染保持在较高水平；机动车尾气污染物排放总量迅速增加；氮氧化物污染呈加重趋势；全国形成华中、西南、华东、华南多个酸雨区。而大气颗粒物（可吸入颗粒物PM10、细颗粒物PM2.5）常常为大气污染中的主要污染指标，同时灰霾也是大气颗粒物的主要特征之一，因此加强大气颗粒物监测预警系统建设的需求尤为迫切。目前，我国在大气环境监测预警的技术领域较之以往已经有了长足的发展进步，但整个监测预警的技术支撑体系仍然有很多不足之处。

1.1 环境数据采集方式

我国目前环境空气质量数据采集主要以固定站监测为主，站点的布设既要考虑全区域覆盖，又需要考虑建设与监测的成本。随着我国经济的高速发展，区域发展的不断加快，需要监测的区域也不断扩展，原有的环境空气监测点位都呈现出数量上的不足或者空间分布有限，不能继续满足大气环境监测的技术要求，

面临着监测区域覆盖面过小，监测维度单一和监测点位灵活性不足等问题。总之，目前大气环境监测技术在大尺度，多维度，灵活性上亟待进一步发展。

1.2 监测数据的处理与挖掘

随着环境监测技术的不断发展，目前已经呈现出天地一体化的发展趋势。但是总体而言，我国的大气环境监测目前仍处于以地面固定站点监测和手工采样监测相结合的方式，部分地区探索开展了基于多源卫星遥感的空气质量监测，基于便携式平台的多源数据环境监测尚处于科研探索阶段，缺乏业务化运行的应用实践。与此同时，各个监测手段和监测方法之间彼此独立应用，“天地”一体化监测尚处于物理集成的概念阶段，在监测数据的深度挖掘方面和“天地”一体化数据融合层面，缺乏深入的研究，从而大大限制了监测数据能效的发挥。

1.3 预报预警与决策支持

目前，我国的环境空气质量预报预警业务刚刚起步，常见的空气质量预报预警系统采用的预报方法主要有统计预报和数值预报两类，其中统计预报模式主要依赖于对历史气象、环境空气质量数据的统计分析处理，其缺点在于无法对污染的过程和机制进行量化的分析，对于污染防治的决策支持能力有限；数值预报是以大气动力学理论为基础，基于对大气物理和化学过程的理解，建立大气污染浓度在空气中的输

送扩散模型，借助计算机来预报大气污染物浓度在空气中的动态分布。但由于模型构建复杂，对于源清单等基础数据要求高，且运算量大对于硬件基础设施要求较高，目前在我国的应用比较有限，而且数值预报常用于科研领域，在政府部门决策支持和公众服务方面仍有不足。

2、大气环境监测大数据应用关键技术

在云计算、移动互联网等发展的推动下，每年环保部门产生了海量的数据，人们将这种海量和多源数据称之为“大数据”。在大数据时代，环境信息化的应从大数据中发现具有规律性、科学性和有价值的环境信息，建立环境数据中心，从而为环保部门的日常管理与科学研究做出贡献。公众舆论借助互联网将对企业排污形成巨大压力，督促其有效治污，也将推动环境质量改善因素由政府单一向全社会延伸。大气环境监测大数据应用的关键技术主要由环境空气质量多源数据采集、环境空气质量多源监测数据分析与处理、环境空气质量监测预警平台和信息共享发布平台四个方面来阐述。

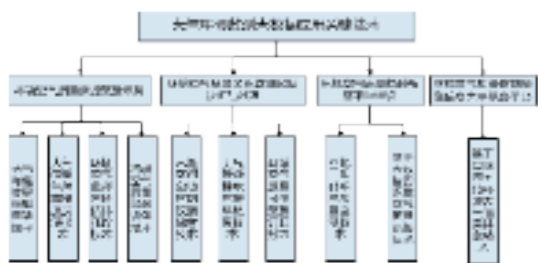


图 1 大气环境监测大数据应用关键技术

2.1 大气颗粒物高精度反演技术

针对不同区域和季节下气溶胶垂直分布与颗粒物吸湿增长特性差异，构建适用于不同区域、季节及时空尺度相适应的吸湿增长模型与卫星 AOD 动态订正方法，以有效去除气溶胶垂直分布与粒子吸湿增长的不确定影响，建立卫星遥感近地面颗粒物 (PM10 和 PM2.5) 的反演模型。

2.2 大气痕量气体高精度反演技术

差分光学吸收光谱法 DOAS 是紫外-可见光波段痕量气体反演的主要方法。它以比尔定律为基础，将对入射光的消光作用分为粒子散射和气体吸收两部分。根据二者差异，DOAS 方法通过光谱差分技术将消光作用分解为慢变部分和快变部分，通过低阶多项式拟合消除慢变部分影响，并从快变部分中提取目标气体沿吸收路径的总量信息。它的优点在于可以不通过求解大气辐射传输方程而同时获取多种痕量气体的总量信息。但该技术存在缺陷，即获取的痕量气体结果为柱浓度而非近地面浓度。高精度的痕量气体反演技术则是 DOAS 方法反演痕量气体的改进，可通过痕量气体的柱浓度求取近地面质量浓度，突破了原技术的不足。

2.3 基于遥感监测的环境空气质量监测网络优化布设技术

在优化布点研究的不断发展完善过程中，单纯利用功能区法和数理统计法的分析进行布点的精度较低，应用也越来越少。基于遥感监测的环境空气质量监测网络优化布设技术是采用克里金方差最小化原则确定点位信息，以空间模拟退火算法优化点位模型，以区域克里金方差指标进行评价，最终得到最优布点方案。这种技术优化了现有的监测网络，全面覆盖了监测区域，在环境监测的“盲区”增加了监测点位，对于信息冗余的点位也进行了废弃处理，可以大大节省监测成本。

2.4 便携式多指标环境空气质量监测设备技术

将低功耗、小型化、自动化的大气环境质量监测传感器与小型便携式大气环境质量多指标 (SO₂、NO₂、O₃、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、VOC) 监测仪结合，并与气象传感器、GPS 定位模块、无线通讯模块、控制模块、供电模块等进行集成，形成具有快速部署适应能力且满足监测精度要求的大气环境移动监测物联网，形成弥补地面固定空气质量监测站点不足情况下的大气环境加密监测网的快速部署能力。

2.5 环境空间空地监测数据融合技术

环境空间空地监测数据融合技术是将卫星遥感数据与地面监测数据通过薄盘样条函数插值的方法进行融合，可以充分利用多源卫星遥感周期性大范围宏观观测和地基监测站高时间分辨率的优势，两者互相补充，可以有效弥补遥感数据空间覆盖率较低以及地面监测数据的大范围缺失问题。

2.6 大气污染排放源清单反演技术

传统的源清单处理方法是自下而上的，即通过统计和调研污染源信息得到污染源排放，这种方法需要大量的人力物力。而通过卫星资料的大气污染排放源清单反演技术可以实现自上而下的得到污染源排放信息，且更为简单经济快速。通过卫星反演的大气污染物浓度和模型模拟浓度的对比可以对排放源进行同化和反演，从而自上而下地获得大气污染排放源数据。

2.7 基于大数据的环境空气质量监测数据订正技术

基于海量数据的挖掘技术获取数据特征，通过离线训练的数据分析方式初次确定神经网络模型参数。在此基础上，通过在线校准的数据分析方式校准神经网络模型参数，形成具有更高准确性的算式并封装进环境空气质量多指标监测设备。基于在线校准的神经网络模型结果，通过高斯过程 (GP) 推断模型进行时空上的推断，获取最终的算法订正结果。算法最终支持了环境空气质量监测数据的精细分析。

2.8 空地一体化环境质量监测技术

空地一体化环境质量监测技术是将遥感原始数据、遥感监测成果数据、地面监测数据、基础地理数据、气象数据等进行综合管理和分析，结合 3S 技术实现对大气污染情况的空分析，通过建立科学、完整、统一的信息共享平台，打破环保行业各系统之间的信息孤岛，提供信息互通互联的共享平台，实现环保信息与业务的共享，从而提高环境保护行业的综合决策能力和公共服务能力。

2.9 基于大数据的空气质量预警技术

基于大数据技术的空气质量预警预报技术不仅能利用传统的中小尺度空气质量模型对监测数据、气象数据、地表数据等结构化数据的模拟分析，从而对区域大气污染的联防联控起到一定支持作用；同时还可以在视频、语音、文档和图片等非结构化的环境数据进行挖掘，结合传感器监测的环境数据，利用人工神经网络、高斯判别分析方法等，实现全范围的空气质量预报，特别是没有监测设备部署的地方，给地方进行本地化的专题分析和预测预警。

2.10 基于“互联网+”的环境大气信息共享技术

“互联网+”包含了“空、云、大、物、移、智”六大技术。“空”指以地理空间信息为基础的“天空地一体化”数据采集技术，“云”指云计算技术，“大”指大数据，“物”指物联网，“移”指近些年移动互联网的发展，“智”指智能化。基于“互联网+”的环境大气信息共享技术是借助于互联网的概念将环境遥感监测与预警推进到一个新的发展层次，为政府、公众参与环保提供了一个新的便捷的入口，成为完善环境治理体系和提高环境治理能力的重要手段。

3、建设目标及总体框架

针对大气环境领域中大气环境监测多元感知体系的数据可用性和空气质量预警预报结果的准确性两个制约行业发展的共性问题，围绕环境空气质量多源数据采集、多源监测数据分析与处理和监测预警平台建设三个步骤，结合大气颗粒物高精度反演技术、大气痕量气体高精度反演技术、环境空气质量监测网络优化布设等上述 10 项关键技术，建成多源环境空气质量数据采集系统、环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统、环境空气质量监测预警系统和环境空气质量监测预警信息共享服务系统 4 个系统和 1 个大气环境监测大数据综合应用平台。平台满足大气环境监测与预警大数据的多元化需求，带动行业技术和产品不断升

级，服务于相关企业和政府部门的环境空气质量数据采集、数据挖掘与处理、环境质量预报预警、环境质量信息发布和环境政务等全过程，有利于完善我国环境治理体系和提高我国环境治理能力。

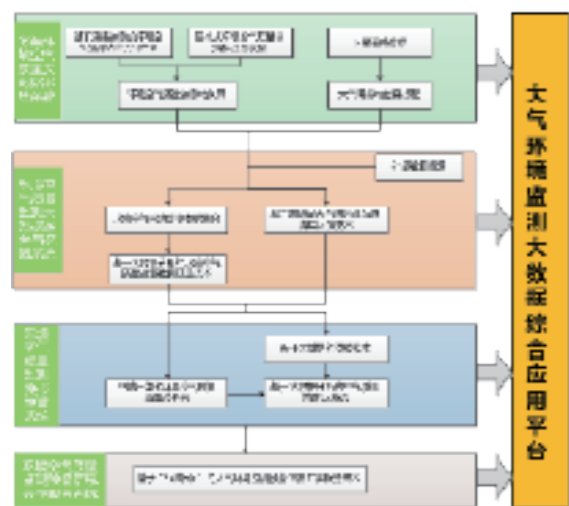


图 2 大气环境监测大数据综合应用平台总体框架

4、建设内容

4.1 多源环境空气质量大数据采集系统

针对多源大气环境监测数据采集问题建立的基于物联网架构的高效协同多源环境空气质量大数据采集系统，解决了基于遥感技术的大气污染物信息提取和环境空气质量物联网构建两个重要问题。其中大气颗粒物高精度反演技术、大气痕量气体高精度反演技术以及痕量气体由大气柱浓度到近地面浓度的转换技术是大气污染信息提取的重要技术支撑；而便携式多指标环境空气质量监测设备技术和基于遥感监测的环境空气监测网络优化布设技术则成为构建环境空气质量监测物联网的重中之重。多源环境空气质量大数据采集系统结合了传统地面监测和先进的卫星遥感监测两种环境数据获取方式，为环境空气质量监测大数据融合与挖掘提供了数据支撑。

4.2 环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统

针对获取的大量的传统地面监测数据、卫星遥感监测数据和外部数据（如社会经济数据、互联网数据等），建立环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统。应用环境空间空地监测数据融合技术将传统高精度的地面监测数据和多源卫星遥感数据进行融合，使其优势互补，从而获得既有高精度又有高覆盖和高时效的环境监测数据；应用基于大数据的环境空气质量监测数据订正技术对融合结果进行修正，使其能够满足环境空气质量监测数据的精细分析要求；应用大气污染排放清单反演技术实现自上而下简单经济快速的得到污染源排放信息。环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统旨在分析、处理、挖掘通过各种方式收集到的环境信息数据，服务于后续的环境质量预报预警。

4.3 环境空气质量监测预报预警系统

环境空气质量监测预报预警系统是在多源环境空气质量大数据采集系统和环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统的成果基础上，应用基于大数据的空气质量预警技术，开展空气质量预测预警业务。系统对监测数据、卫星遥感数据、气象数据、地表数据等结构化数据的模拟分析，结合传感器监测的环境数据，利用人工神经网络，高斯判别分析方法等，实现全范围的空气质量预报预警。系统服务于区域空气质量分析、空气质量预测和重污染天气预警。

4.4 环境空气质量监测预警信息共享服务系统

以物联网、大数据和云计算技术为支撑，建设大气环境监测预警信息共享服务系统，通过手机短信、网站、手机客户端等多种途径，实现空气质量监测与预警信息的主动发布，为专业技术人员、环境管理相关部门及社会公众提供多级别、多层次、多指标的大气环境信息服务。

4.5 大气环境监测大数据综合应用平台

在高效协同的多源环境空气质量大数据采集系统、环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统、环境

空气质量监测预报预警系统、环境空气质量监测预警信息共享服务系统4个系统的基础上，利用云服务模式的信息共享关键技术进行一体化集成，建设大气环境监测大数据综合应用平台。平台服务于环境空气质量数据采集、数据挖掘分析、空气质量预报预警和信息共享发布全过程，实现大气环境监测预警大数据综合应用，可应用于环保部门的大气环境空气质量监测和大气污染预警业务。

5、应用案例

大气环境监测大数据综合应用平台，最终目的是服务相关环保部门的环境空气质量监测预警与重污染后评估等工作。目前，平台已应用于南京青奥会、广州亚运会、西安世园会等大型赛事，相关案例已覆盖河南省、贵州省、大连、宁夏、柳州、朔州、晋城、临汾、太原、吕梁等多个省、市级单位。



图 3 南京青奥（亚青）会环境空气质量保障决策支持系统

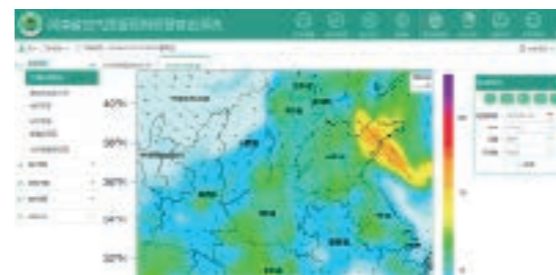


图 4 河南省空气质量预报预警建设系统



图 5 大连市空气质量预报预警信息管理与展示平台

6、小结与展望

本文针对当前我国大气环境监测体系中环境数据采集、环境数据的分析与挖掘、预报预警与决策支持三个方面的不足，阐述了便携式多指标环境空气质量监测设备技术、大气痕量气体高精度反演技术、基于大数据的空气质量预警技术等10项关键技术，提出了构建大气环境监测大数据综合应用平台。平台包括多源环境空气质量大数据采集系统、环境空气质量监测大数据融合与挖掘系统、环境空气质量监测预警系统和环境空气质量监测预警信息共享服务系统共4个子系统。平台各系统间相辅相成，共同服务于环保部门的大气环境空气质量监测和大气污染预警业务，对完善我国环境治理体系和提高我国环境治理能力具有重要的借鉴意义。

当前全球环境信息技术呈现出新的趋势，主要表现在以遥感技术、信息共享集成技术、物联网传感技术、GIS/RS/GPS和大数据技术为技术支撑的环境信息远程监测监控和分析技术、高速移动网络数据传输技术等为依托的信息新技术成为环境信息技术应用中的新亮点。将现代的信息新技术应用于传统的环境保护管理领域是环保工作现代化的标志，也是当前环保部门面临的紧迫任务。基于环保部门的业务化与常态化的需求，加大对环境污染事件的管理力度，建立环境空气质量监测预警信息化系统已经成为保证我国社会、经济和环境可持续发展的重要任务之一。◆

选自《宇图》期刊2016年总第11期

大数据在大气环境领域的应用

■ 顾伟伟、徐春萌、张芬芬、陈亚新

(中科宇图资源环境科学研究院)

【摘要】伴随信息技术的蓬勃发展，大数据的开发和利用已经在医疗行业，零售业，金融业，制造业，物流和电信等行业广泛展开，并产生巨大的社会价值和产业空间。传统的大气环境领域每时每刻都会产生海量的有关环境监测，排放，调查，科研等信息。传统大气领域能有限的通过对监测数据，气象数据，地表数据等结构化数据进行分析，缺乏对视频，文档等非结构化的数据的处理分析能力，其对于治理大气环境具有一定的局限性。但是大数据能在海量数据的基础上进行有效而充分的管理和应用，特别是针对大数据平台的空气质量预报预警系统，对视频，语音，文档和图片等非结构化数据挖掘，专题分析和预测预警上具备优势。大数据在大气环境领域的应用主要分局地应用和全局应用。这一技术能为现有的环境监测数据做强有力补充，通过架构大数据处理云平台，采用大数据挖掘和分析方法，结合城市地形地貌，人口状况，交通以及工业产值等，可以准确，及时，全面的反映环境质量状况及发展趋势，为环境治理提供强有力的科学依据。

1. 前言

随着信息技术的发展，近年来数据呈现爆发式的增长，过去两年内累计的数据量已经超过了所有历史的总和。在信息时代的大数据的洪流下，环境领域也在发生改变。这样的改变主要发生在数据量的增加。

以空气质量数据为例。环保部公布的大气环境监测数据最早从2001年开始，而在那之前我们的环境监测站已经在进行数据采集的工作，然而，处于某种原因，政府的数据并未公开，公众也只能凭借直观感受来判断空气质量好坏。而在信息时代，出于公众对环境问题的关心，大气环境数据一方面得以公开，一方面也得以广泛的传播。每日空气质量数据都会及时的更新在各大门户、新闻媒体、社交网站等，空气质量的好与坏都会成为热点话题。

于此同时，环境保护各部门、各系统每日每时都产生大量信息，环境监测部门所得到的大气、水、土壤、海洋等环境要素的质量信息，环境监察部门获得的污

染源排放数据，环境统计所获得的社会、经济、环境保护工作数据，环境科研、调研获取的科研信息。另外，环保部门还从与环境保护工作密切相关的气象、水利、海洋、农林渔业、能源、卫生、交通等部门交换了大量信息，这些信息为环境科学研究人员提供了认识、分析、研究环境问题的机遇和条件，也为环境管理、环境决策提供了分析、认识问题的基础。

在大数据发展环境下，环保领域的大数据工作主要包括4个方面，一是信息公开，新《环保法》将信息公开独立论述，凸显其重要性。二是数据收集，在信息公开基础上，对数据进行收集、整理、入库。三是数据分析，对收集来的数据进行分析。四是数据呈现，将分析的结果，完整地呈献给公众。这些工作一方面可以依托我国环境保护部门开展，另一方面也可以协同社会各方力量共同参与。

然而在大数据发展迅猛的今天，传统的环境数据是否符合大数据的要求，公众在互联网上的信息能否运用于大气环境领域？以及最深入的问题，大数据能

在大气环境领域做什么？能为大气环境解决什么样的问题？

目前，大数据在大气环境领域的应用主要分局地应用和全局应用（如图1）。其中局地应用指的是将大数据用于小范围地区，如利用大数据的方法进行污染源清单的计算、大气环境监测和环境监察执法等。全局应用指的是将大数据用于大范围的大气环境领域，如利用大数据方法进行空气质量预测预报和环境应急。

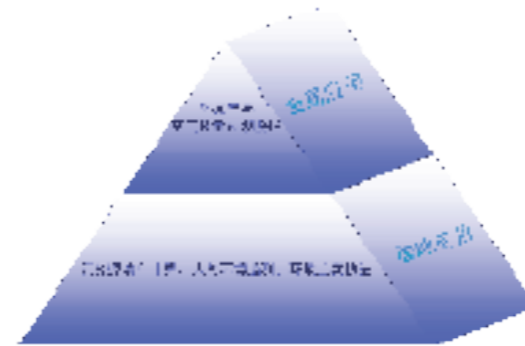


图1 大数据在大气环境领域的应用

2. 多源数据采集与处理

综合考虑影响空气质量的众多因素，形成面向空气质量预报预警模型构建的多源化采集与处理，采集的主要数据至少包括气象数据、环境空气质量监测、污染排放以及交通流量等信息，并开展数据的预处理与标准化工作，为空气质量预报预警模型的构建奠定数据基础。

2.1 多源数据的采集

气象数据，环境空气质量数据，污染排放数据以及交通流量数据的有效监测和采集是提高天气预报预测，空气质量预警准确率以及预报预警服务的重要前提和保证。

首先必须要对大气环境中的各种气象和环境要素

进行全方位不间断的长期监测，获得大量的基本气象数据，并对这些数据进行气象信息分析，气象变化评估以及气象科学研究工作。传统的气象数据采集和处理系统就是指自动气象站，通常是由一个以微型计算机为核心的特定数据采集器作为中心，将各种输出信号的气象要素传感器以有线或者无线的方式连接到数据采集器上，由数据采集器进行数据采集和转换处理以及气象信息的传输。目前全国各省市共有3.4万多座气象监测站以及由113个环保重点城市共计661个空气自动监测站点。

传统的数据采集来源单一，且存储、管理和分析数据量也相对较小，大多采用关系型数据库和并行数据仓库即可处理。而大数据由于其4V特性，即数据量大（Volume）、数据多样化（Variety）、实时性强（Velocity）及价值大（Value）决定来源非常丰富且数据类型多样，存储和分析挖掘的数据量庞大，对数据展现的要求较高，并且很看重数据处理的高效性和可用性。目前几种常见的采集途径如下：

2.1.1 传感器技术

近年来，传感器技术蓬勃发展，无论是道路交通、医疗方面甚至是个人工作和生活场所，传感器无处不在，大量的数据源源不断地被传感器所接收。传感器的迅速普及，为大数据的获取提供了有力地保障，也促进了传感器网络的逐步完善。无线传感器网络具有十分广阔的应用前景，在军事、国防、工农业、环境监测，城市交通、医疗卫生、智能家居、空间探索、抢险救灾和危险区域远程检测等许多领域具备很重要的研究价值和巨大实用价值。

环境监测系统是无线传感网络的典型应用，如图2所示。传感器网络具有一些显著的特点：只需要部署一次，减少了人为因素对环境的影响；节点数量庞大，可以得到更丰富的采集数据；具备通信能力，可以协同工作等。这些特点使得基于无线传感网络的环境监测系统优于传统的环境监测系统，具有越来越广泛的应用前景。



图2 传感器系统结构

2.1.2 移动终端技术

随着科学技术的发展，移动终端诸如手机、笔记本、平板电脑等随处可见，加上网络的宽带化发展以及集成电路的升级，人类已经步入了真正的移动信息时代。如今的移动终端已经拥有极强的处理能力，通信、定位以及扫描功能应有尽有，大量的移动软件程序被开发并应用，人们无时无刻不在接收和发送信息。目前，智能手机等移动设备的数量仍然在迅猛增长中，移动社交网络也会日益庞大和复杂，海量的数据穿梭其中，针对移动数据的处理也将越来越复杂。

2.1.3 其他新型技术

针对互联网企业都有自己的海量数据采集工具，多用于系统日志采集，如Hadoop的Chukwa，Cloudera的Flume，Facebook的Scribe等，这些工具均采用分布式架构，能满足每秒数百MB的日志数据采集和传输需求。

对于网络海量的非结构化数据的采集通常也会采取网络爬虫或网站公开API等方式从网站上获取数据信息。该方法可以将非结构化数据从网页中抽取出来，将其存储为同一的本地数据文件，并以结构化的方式存储。它支持图片、音频、视频等文件或附件的采集，附件和正文可以自动关联。除了网络中包含的内容之外，对于网络流量的采集可以使用DPI或DFI等宽带管理技术进行处理。

对于企业生产经营或者科学研究数据等保密性要求较高的数据，可以通过与企业或研究机构合作，使用特定系统接口等相关方式采集数据。

2.2 大数据的处理

传统的数据采集来源单一，且存储、管理和分析数据量也相对较小，大多采用关系型数据库和并行数据仓库即可处理。传统的数据处理方法，已经不能适应大数据的需求。对依靠并行计算提升数据处理速度方面而言，传统的并行数据库技术追求高度一致性和容错性，根据CAP理论，难以保证其可用性和扩展性。传统的数据处理方法是以前端为中心，而大数据环境下，超大数据体量和占相当比例的半结构化和非结构化数据的存在，已经超越了传统数据库的管理能力，需要采取以数据为中心的模式，减少数据移动带来的开销。

大数据的本质也是数据，其基本的处理技术流程和传统的数据处理并无太大差异，主要区别在于：由于大数据要处理大量，非结构化的数据，所以在各个处理环节中都可以采用MAP/Reduce等方式进行并行处理。

2.3 大数据的分析技术

用于大数据集的分析方法很多，包括统计学、计算机科学等各个领域的技术。其中几种典型的大数据分析技术有A/B测试，聚类分析，集成学习，神经网络以及自然语言处理等。在大气环境监测领域，最常用的是神经网络和卡尔曼滤波技术对气象数据进行处理分析，从而能提高预报的准确率。

2.3.1 A/B测试

传统的A/B测试，是一种把各组变量随机分配到特定的单变量处理水平，把一个或多个测试组的表现与控制组相比较，进行测试的方式。现在的A/B测试主要用于在Web分析方面，例如通过对统计新旧网页的用户转化率，来掌握两种设计的优劣等。大数据时代的到来为大规模的测试提供了便利，提高了A/B测试的准确性。由于移动设备及技术的迅猛发展，移动分析也逐渐成为A/B测试增长最快的

一个领域。

2.3.2 聚类分析

指将物理或抽象的集合分组成为由类似的对象组成的多个类的分析过程。聚类分析是一种探索性的数据挖掘分析方法，不需事先给出划分的类的具体情况，主要用在商业、生物学、因特网等多个领域中。对于大数据的分析处理，通过聚类可以简化后续处理过程，并且可以发现其中隐藏的某些规则，充分发挥了大数据的作用。

2.3.3 集成学习

集成学习指的是使用一系列“学习器”进行学习，并使用某种规则把各学习结果进行整合从而获得比单个“学习器”更好的学习效果的一种机器学习方法。对于大数据的集成学习，可以更好地提炼和把握其中的本质属性。

2.3.4 神经网络

神经网络是一种模仿动物神经网络行为特征，进行分布式并行信息处理的算法数学模型，它依靠系统的复杂程度，通过调整内部大量节点之间相互连接的关系，来达到处理信息的目的。神经网络作为一门新兴的交叉学科，是人类智能研究的重要组成部分，已成为脑科学、神经科学、认知科学、心理学等共同关注的焦点。神经网络对于大数据的并行处理，无疑也是一种比较可行的方式。

2.3.5 自然语言处理

自然语言处理是计算机科学领域与人工智能领域中的一个重要方向，它研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法。人与计算机的通信交流往往存在很多歧义，如何消除这些歧义，将带有潜在歧义的自然语言输入转换成某种无歧义的计算机内部表示，是自然语言处理的主要问题。大数据时代意味着有大量的知识和推理来完成消除歧义现象的可能，这也给自然语言处理

带来了新的挑战和机遇。大数据分析技术还有很多，例如模式识别、空间分析、遗传算法等等，并且研究者们还在不断地寻找新的更有效地分析方法，另外通过结合多个方法来实现数据分析往往也能达到非常明显的效果。

3. 局地应用

3.1 污染源清单制作

污染源排放数据是空气质量模式的重要输入数据，排放源资料的不确定性在很大程度上决定了模式输出结果的准确性，模式研究的一项重要内容是考查污染源排放对大气污染物浓度的影响，准确的源排放输入对模拟结果的优劣起关键作用。排放源的不确定性是限制当前空气质量模式研究结果准确性的主要因素之一，因而也对污染源的控制产生较大影响。然而，排放源是大气环境研究中最难、最复杂的部分之一，排放源种类、数量、排放方式、污染源位置直接关系到污染源的影响对象、范围和程度，其空间分布和时间变化表现为非均匀特征，排放源还受到人类活动、能源结构、气象因子、生态因子的影响，具有很强的不确定性。在估算污染源排放时，许多详细的排放信息和资料很难获得，因此通过现场实测、物料衡量、经验公式、排污系数等直接源调查方法获取污染源排放数据，不仅花费巨大的人力财力，而且难以获得时空分辨率较高的、相对准确的排放源资料。其中环境监测数据量不足，数据难以获取以及排放因子难以确定是制约大气污染排放源清单制作的重要制约因素。而大数据能够对源清单进行有效的补充，甚至利用大数据的方法可以计算实时的污染物排放量。

3.2 大气环境监测

随着环境问题的加剧，社会对于大气环境资料的需求也在增加。面对公众对大气环境了解的强烈需求，政府和各地的环境监测站也做出了很多的努力。以往，空气质量状况只能通过环境监测站得知，

一旦这个地方没有建设空气质量监测点，就无法获知具体的空气质量数值。而由于空气质量气象条件受源排放，建筑地形等各种要素的影响，每个区域的空气质量各不相同。就北京来说，六环内的35个环境监测站点远远无法反映整个北京的空气质量状况。但传统空气质量监测站点的建设需要投入大量的财力、物力和人力。然而大数据的方法可以很好的解决这样的问题。应用大数据方法可以获得未设置监测点位区域内的空气质量。这主要通过融合两类数据来实现，第一类数据是空气质量监测实时数据和历史数据，第二类数据是空气质量相关性数据，包括气象数据、交通数据、人流数据、道路结构数据、兴趣点。通过对这些数据建立模型，可以查看任意点位的空气质量状况。从而解决了环境监测数据代表性不足的问题，能较为准确的获取未架设环境监测仪器的地区的空气质量，全面的了解区域内的大气污染状况。

3.3 环境监察执法

大数据在环境监测领域的另外一种运用是发现数据异常。传统的异常值检验大多基于单一系统的部分设备信息，采用的简单阈值判定方法来判定异常。这种传统的阈值判定具有局限性，一方面设备信息利用率和状态评价正确率都偏低，另一方面难以检测出设备的潜伏性故障及故障类别，而且相关规范标准中的固定阈值难以结合实际状况。由于设备状态数据体量大、类型繁多的特点，可以将大数据技术引入到设备异常检测中，充分挖掘状态数据的异常信息。

通过对历史数据的分析和建模，可以判断数据异常，从而进一步分析数据异常的原因。如果将这种大数据模型运用于大气环境监测，可以剔除或者修正数据异常，为公众提供准确的空气质量数据。如果将这种方法运用于环境执法，能够及时发现哪些工厂提供虚假的环境监测数据，从而为环保部门精准执法提供线索。

4. 全局应用

4.1 空气质量预报预报

随着“大气十条”的发布，各地政府对于大气环境的监测、预测和治理更加重视。当前我国大气环境形势十分严峻，在传统煤烟型污染尚未得到控制的情况下，以臭氧、细颗粒物（PM2.5）和酸雨为特征的区域性复合型大气污染日益突出，区域内空气重污染现象大范围同时出现的频次日益增多，严重制约社会经济的可持续发展，威胁人民群众身体健康。在此背景下，各级政府高度重视空气质量监测预警工作。根据《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37号）要求，京津冀、长三角、珠三角区域之外的省（区、市）、副省级市、省会城市于2015年底要建立空气质量监测预警体系。空气质量预报预警体系建设是监测预警体系关键核心部分，因此预报预警平台建设是国家“大气十条”要求；同时空气质量预报预警平台对于重污染天气过程的趋势分析、以及污染源成因分析等具有重要的意义，它将为环境管理提供强有力的技术支撑。

目前，我国各级环保部门正在掀起一波建设空气质量预报预警系统的热潮。常见的空气质量预报预警系统采用的预报方法主要有统计预报和数值预报两类，其中统计预报模式主要依赖于对历史气象、环境空气质量数据的统计分析处理，常用的建模方法包括神经网络、线性回归等，具有简单易用性，在合理的选择影响因素和进行参数优化也能达到较好的空气质量预报精度，应用广泛，但其缺点在于无法对污染的过程和机制进行量化的分析，对于污染防治的决策支持能力有限；数值预报是以大气动力学理论为基础，基于对大气物理和化学过程的理解，建立大气污染浓度在空气中的输送扩散模型，借助计算机来预报大气污染物浓度在空气中的动态分布。由于数值预报模式很好的考虑了污染过程与机制，能够为污染控制决策提供更为丰富的信息，是更有前景的一种预报方法，但由于模型构建复杂，对于源清单等基础数据要求高，且运算量大对于硬

件基础设施要求较高，目前在我国的应用仍处于起步阶段。

而运用大数据的方法进行空气质量预报可以弥补上述的缺点。整体设计框架如下图3所示，利用大数据进行空气质量预报主要依靠的数据有：气象数据、卫星数据、地图信息（工厂、小区、商场、餐馆等信息）、空气质量数据、交通数据、人流数据、道路结构数据、兴趣点、等。将历史数据作为样本，利用机器学习的方法建立模型，从而进行空气质量预测预报。这种预报方式属于滚动预报，即，每天的预报模型都随着过去的样本的增加和替换而变化的。因此每天的预报模型都与之前的不同。利用这种大数据的方法进行空气质量预测，既可以解决数值预报计算量大的缺点，降低了对硬件设备的要求，还能解决统计预报决策支持有限的缺点，实现污染源企业的准确锁定，为减排提供参考。

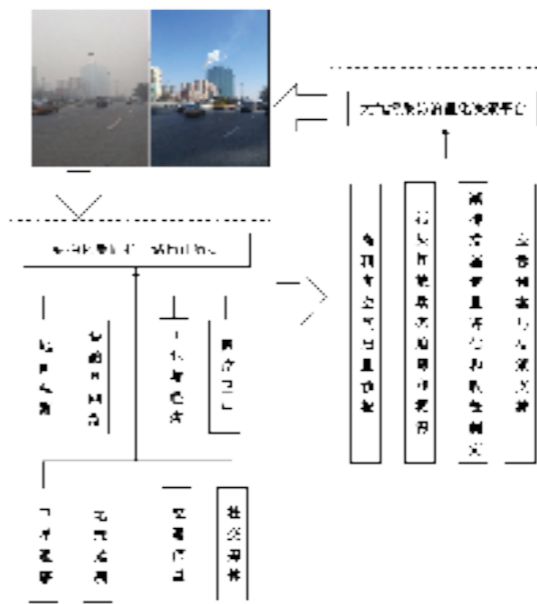


图3 基于大数据的环境监测预警预报系统框架

4.2 环境灾难应急管理

近年来，灾难管理与灾害恢复得到了越来越多的关注和重视。随着自然灾害的不断发生、人为破坏和恐怖主义的蔓延，如何能够快速准确的发现灾难的方式和类型，评估灾难的破坏程度和影响，以及制定灾后恢复的方针和措施，对保护国家和公民的财产和生命安全，减少灾害影响和损失，提高灾后重建的资源利用和整合效率都起到了至关重要的作用。

信息技术的不断发展，灾难信息系统的发展在欧美发达国家得到了极大的重视和推动。灾难管理作为一个庞大的管理体系与整个国民经济息息相关。政府间各个部门，非政府组织，民间团体甚至个人需要紧密合作，建立顺畅的信息沟通渠道和合理的资源共享平台。比如Alphabet（谷歌）正在通过从全球的博客（Blog）中挖掘出和流感相关的信息，从而建立一个预警机制。同样的，国内的一些新闻媒体也采用了大数据的方法，搜集全球各新闻网站的实时新闻，通过提取热搜词和高频词，获得第一时间的热点新闻，进而了解全球各地的大事件。这种大数据模型的方式同样可以运用于环境领域，可以第一时间发掘并筛选出环境灾难的信息。其数据来源主要有：新闻报道、社交媒体、监测数据（环境、气象、地质、电力等）、遥感数据、卫星数据等。

5. 结论与展望

随着环境领域的大数据技术不断深入与发展，建设环境大数据是提供环境信息服务水平、转变环境信息共享方式，不断拓展环境信息应用深度和广度的重要举措，是信息共享发展的必然趋势。环境大数据的应用不仅仅是大气环境领域的全局与局部的应用，对于环境的管理工作，科技工作，环境产业的发展以及公众参与环境大数据等方面，需求也在日益渐长，这不仅仅是未来环境大数据领域发展机遇也是一项困难和挑战。◆

生态环境大数据在污染防治方面的应用分析

■ 任晓芬 程丽雅

(中科宇图科技股份有限公司, 北京 100101)

摘要: 生态环境保护对美丽中国的建设具有重要的意义。生态环境大数据能够全面推动环保数据资源整合、共享与分析应用。本文介绍了生态环境大数据的系统框架, 详细阐述了生态环境大数据在污染防治方面的应用挖掘分析, 从大气环境问题、水环境问题、污染源溯源分析、环境执法大数据、环境影响评价等方面进行深度分析, 重点说明生态环境大数据在污染防治攻坚战中的重要作用, 为推动环境监管创新、提高环境保护综合决策、监管治理和公共服务水平提供技术支撑。

关键词: 大数据 环境污染 应用分析 深度挖掘

1 引言

习近平总书记在十九大报告明确提出, 要推动大数据与实体经济的深度融合, 加快生态文明体制改革, 推进科技创新, 建设美丽中国。大数据作为我国信息化发展的国家政策, 从国家, 到省、市、县, 都非常重视大数据在智慧环保建设中的应用。在“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念下, 国家希望由地方去做生态大数据工作, 真正实现大数据在生态环境保护方面的作用。但是, 目前环境信息化存在体制机制不顺, 基础设施和系统建设分散, 应用“烟囱”和数据“孤岛”林立, 业务协同和信息资源开发利用水平低, 综合支撑和公众服务能力弱等突出问题, 难以适应和满足新时期生态环境保护工作需求。再加上地方缺乏经验和技術支撑, 需要一级一级地落实行动, 更是步履维艰。

2 生态环境大数据建设目标

生态环境大数据是基于多层次、立体、多角度、全天候、全天时的“天空地一体化”的环境监测网络, 对环境质量、生态环境、污染源进行精准监测, 依托大数据和大地图数据资源, 全面推动环保数据资源整合、共享与分析应用。实现“用数据管理”、“用数据决策”、“用数据服务”。

“用数据管理”——实现生态环境监管精准化。充分运用大数据提高环境监管能力, 助力简政放权, 健全事中事后监管机制, 实现“用数据管理”。利用大数据支撑法治、信用、社会等监管手段, 提高生态环境监管的主动性、准确性和有效性。

“用数据决策”——实现生态环境综合决策科学化。将大数据作为支撑生态环境管理科学决策的重要手段, 实现“用数据决策”。利用大数据支撑环境形势综合研判、环境风险预测预警、

重点工作会商评估, 提高生态环境综合治理科学化水平, 提升环境保护参与经济发展与宏观调控的能力。

“用数据服务”——实现生态环境公共服务便民化。运用大数据创新政府服务理念和服务方式, 实现“用数据服务”。利用大数据支撑生态环境信息公开、网上一体化办事和综合信息服务, 建立公平普惠、便捷高效的生态环境公共服务体系, 提高公共服务共建能力和共享水平, 发挥生态环境数据资源对人民群众生产、生活和经济社会活动的服务作用。

3 生态环境大数据系统框架设计

生态环境大数据以Hadoop的大数据存储和分析框架设计为基础, 按照“全面采集-数据共享-深度分析-精确服务”的总体思路, 进一步开展生态环境大数据管理服务平台的顶层设计与规划统筹。基于统一标准规范, 在管理、运维、安全保障体系下, 通过各类数据采集方式, 全面获取并实现环保监管业务、物联网监测、遥感卫星监测、互联网等数据的有效集成, 促进数据全面共享; 利用实时处理引擎、并行化分析引擎等云计算技术, 结合各类环境应用需求, 多维度挖掘

分析生态环境大数据资源数据, 促进环境科学化决策; 利用统一门户实现各类环境应用系统的集成, 为不同权限的用户提供统一的数据管理、数据存储、数据分析和数据展现的综合一体化应用服务。最终, 以数据管理机制为核心, 综合实现环境大数据的采集、交换、存储、共享与应用, 促进空间数据的开放共享, 为提升环境监管和服务的能力及水平提供有效的数据支撑。

总体框架主要由基础支撑云平台、基础应用支撑体系、大数据业务应用、大数据管理服务体系构成, 系统各层都紧密地架构在统一的大数据安全保障体系、大数据标准规范体系上。具体如下:

基础支撑云平台: 基于已有硬件资源, 建设“私有云”平台。地市建设自己云平台, 省厅与地市进行对接, 互联互通, 达到数据资源的信息共享与业务协同。

基础应用支撑体系: 基础应用支撑体系包含大感知、大数据、大地图和大模型, 实现数据的全面汇聚、科学管理, 为大数据业务应用提供应用支持。

大数据业务应用: 通过对大气污染防治、水污染防治、土壤污染防治和生态监管的智慧服务, 以及对环境监测、环境监察、环境应急和政务审批的智慧管



图 1 生态环境大数据总体框架

理,实现对生态环境的精准调控。

大数据管理服务:大数据管理服务实现对大感知、大数据、大地图、大模型等的综合统一管理。大数据管理服务实现从数据采集到数据分析展示全过程的管理,并引导各部门业务应用需求。

那生态环境大数据如何去助力污染防治攻坚战,将环境保护落实到实处,是本论文重点介绍的内容。

4 生态环境大数据的应用挖掘分析

4.1 大气环境问题分析

(1) 溯源分析

以持续改善空气质量为目的,基于环境监测数据、企业污染源监测数据以及其他政府部门的相关数据,利用大气环境问题溯源分析,对6项主要污染物指标(PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3)进行多维度分析,查找影响空气质量恶化的项目指标,对部门进行查处,提出改善措施。进行督导落实,消除污染,达到改善空气质量的目的。

大气环境污染溯源分析是集成卫星遥感、源清单、气象、空气质量监测与预报、源解析与污染物反演结果等数据,基于先进技术和大气模型,对大数据进行深度挖掘、智能识别,查找出影响空气质量的重点区域、主要行业、主要来源和主要因子,发送至责任部门,采取有效措施降低或消除影响,达到改善空气质量的目的。例如通过分析住建、城管、环保等的扬尘监测数据,查抄扬尘污染的主要因素进行精准治理。

(2) 重污染天气应急分析

运用大数据、云计算等现代信息技术手段,快速搜集和处理涉及环境风险、环保举报、突发环境事件、社会舆论等海量数据,综合利用环保、交通、水利、安监、气象等部门的环境风险源、

危险化学品及其运输、水文气象等数据,开展大数据统计分析,构建大数据分析模型,建设基于空间地理信息系统的环境应急大数据应用,提升应急指挥、处置决策等能力。

●重污染天气应急指挥

利用城市空气质量监测数据、预报数据、气象数据和应急措施数据,开展重污染天气应急响应工作的过程跟踪;能够实时显示区域内各主要城市的污染现状和过程、发布的预警级别、采取的应急措施;实时接收并显示现场督查组的督查信息(包括图片和文字),并能发出开展下一步督查工作等的指令;结合未来可能的空气质量状况,给出预警启动和解除的提示;能够显示预警措施的成效预测;能够整理汇总社会舆论关于重污染天气应急响应工作的评价,以及对环保新闻通稿的响应和回应情况。

●重污染天气应对决策辅助

利用排放源清单数据、源解析数据、气象数据、应急预案数据等,结合重污染天气应急指挥调度的相关数据,实现对污染成因的分析;根据本次重污染天气的监测、预报和气象等数据,能够在案例库中自动匹配曾经应对过的类似情况,显示历史上发生类似案例时是如何应对的,效果如何,有什么经验和不足等,为此次重污染天气应对工作提供决策支持;基于排放源、气象条件、环境空气质量应急监测数据、应急措施案例情景,开展应急减排措施筛选、减排效果预测及成本核算,协助制定关于重污染过程防控区域划定、防控时间窗口选择、减排措施制定、应急响应启动及终止等综合决策。

●重污染天气应对评估

利用、集成重污染天气应对过程中的相关数据,设置评估标准,建立评估模型,实现对应急工作的过程评估,包括发布预警通知、启动应急响应、采取预警措施等工作的时效性;以及对此

次应急工作的效果评估,包括污染物减排量和对空气质量的影响效果(有效性)。

4.2 水环境问题分析

(1) 溯源分析

按照流域的管理区域划分,对流域/河段进行逐区逐段分析,重点关注地表水29项指标和特征指标中的水质恶化和超标的区域或河段,按照干流、支流、排污口、污水处理厂、点源的顺序,逆向查找出影响河流水质的原因,确定污染或来自管道泄露、偷排、超标排污、地下水、气象等具体原因,根据特征指标确定来自具体行业或具体企业,发送给河段长,结合实地调查,采取有效措施减低或消除影响,达到改善河流水质的目的。

基于水污染防治的大数据分析结果,建立水污染防治管理预警报警体系,依托网格化环境监管闭环化运行机制,实现基于数据驱动的水污染防治异常情况及时发现、及时通报、及时处理、及时反馈等全过程监管,并建立水环境监管决策辅助机制,甄别重点监管区域,优化综合防治措施,评估水污染防治措施的效果,实现问题与对应措施的良性联动。

(2) 水质典型污染物情景分析

水质典型污染物大数据分析中,首先以水环境基础信息数据库为数据载体,包括了水质监测数据库、流域辖区内污染源信息、水环境污染事故案例数据库和空间属性数据库,并将其应用于水环境统计分析中。同时,进行水环境综合分析工具集开发。面向水环境综合分析的需求,实现对聚类分析、因子分析等计算方法的开发与集成。可运用聚类分析,实现区域水环境空间差异性分析;运用因子分析,实现不同分类水质的主要污染物特征分析,结合聚类分析和因子分析的结果,综合污染源数据分析得到流域水环境综合

分析结果。最后,开展面向决策支持的水环境数据的深度分析。根据污染源分布特征和水环境综合评价分析结果筛选出典型污染物。根据筛选出的典型污染物,依据水环境的区域性特征和污染源信息,为区域污染防治提供决策支持。其主要技术路线图如下:



图2 水质典型污染物情景分析技术路线图

4.3 污染源溯源分析

运用常规的监测信息及环境监测大数据信息,掌握污染物的性质和迁移转化规律,评估环境污染与污染源间的关系,追踪污染物来源,实现污染成因的分析和污染源解析及突发污染事故中的溯源分析以及GIS动态信息展示,为控制环境污染扩散,进一步为环境综合管理提供科学的技术支持。以环境监测数据、污染源数据、空间属性数据、行业污染数据、环境污染事故案例数据等为数据支撑,建立多元统计分析方法为核心技术的污染源解析技术,运用因子分析,实现不同分类污染物特征分析,建立与污染物的相关性分析,结合污染源和行业数据信息,建立污染源相关关系。根据污染源分布特征和环境综合评价分析结果筛选出需要溯源的典型污染物。根据筛选出的典型污染物,依据环境区域性特征和环境污染事故的历史信息分析,构建出污染物溯源

规则，并建立溯源规则库。根据溯源规则信息，依托GIS中的拓扑分析功能，实现环境典型污染物的超标预警和溯源分析。

4.4 环境执法大数据分析

利用环境监察执法数据、企业污染源监管数据以及工商、信访、投诉举报等环境信息，开展执法大数据分析，精准预测执法方向，精确评价执法能力，整体提升环境执法效率。同时，结合卫星遥感、污染源一源一档、信访投诉等数据重点分析污染易发区域，为环境执法筛选重点监察区域和对象。具体包括以下分析：

(1) 环境执法能力分析

参照《全国环境监察标准化建设标准》，结合所采集到的本地环境监察执法队伍建设数据、装备建设数据和业务用房数据，对环境执法能力进行评价，初步掌握当地环境执法能力状况，并根据执法能力级别提出改进建议和意见。

(2) 环境执法状况的分析

系统采集执法人员、企业、现场检查次数、现场检查记录数、现场监察笔录数、询问笔录数、在线设施重点核查数、在线设施例行检查数、发起处罚建议书次数、填写表单质量等数据，根据执法指标值应用统计学的均值分类法，对执法状况进行分析，判断区域各个执法人员、企业的执法效率和质量，分析全区环境执法状况，提出存在的问题。

(3) 执法方向预判的分析

根据对环境执法状况的分析，初步了解执法区域、执法行业的情况，对各个区域和行业的企业存在的环境问题进行汇总分析，针对不同时段、行业、区域的企业所存在的环境问题分别制定执法措施和改善建议。

(4) 执法立案情况的分析

结合以上环境执法状况、执法方向的分析，

采集执法数据和立案数据，分析执法企业、执法立案之间的关联关系，分析执法及立案间的规律，全面掌握区域内执法立案情况，了解立案企业、立案内容、执法情况等，为环境执法及立案提供依据。

(5) 行政处罚状况分析

根据环境执法和立案数据，分析行政处罚与其之间的关联关系，全面掌握区域内行政处罚状况，了解立案企业、污染情况、行政处罚等，为环境执法、立案及行政处罚提供依据。

结合执法数据、企业数量、处罚数量和处罚金额等数据进行区域处罚率统计分析，支持通过时间、区域进行统计分析，为优化监管监察执法提供数据依据。

(6) 执法守法行为分析

根据环境监察执法规定，形成执法守法行为指标，采集执法时间、次数、填写表格情况等数据，评价执法人员的行为是否符合执法规则。

4.5 环境影响评价分析

根据环境承载力、总量控制和改善环境质量的要求，基于大数据平台采集、存储的海量建设项目审批信息，包括项目选址、周边其它污染源、风险源分布情况、环境功能区划分布情况、居民情况、周边敏感区、调研数据、监测数据、大气污染扩散模拟、水污染扩散模拟等数据，应用大数据分析处理技术，为环评管理提供数据支持和审批决策依据。

(1) 环境影响预测预警

研究制定预警指标体系、预警模型和技术方法，探索建立环境数据与经济社会发展数据以及土地、城市等空间管理数据的集成应用机制，实现“三线一单”执行情况监测和预警。

开展区域环境影响预警试点。以改善环境质量为目标，开展区域环境容量匡算和预警。开展

典型重点开发区域和优化开发区域资源环境承载预警试点。开展典型限制开发区域和禁止开发区域空间红线预警。

(2) 典型区域和行业污染排放形势诊断

● 排污许可大数据的溯源分析

建立污染物特征数据库，做到来源可查，一旦发生突发环境事件，可以迅速判定污染来源，并采取有针对性措施。实施污染源头至损害结果的全过程监管，采集各类相关数据，形成数据证据链条，为追责提供依据。对污染企业的特征进行挖掘和聚类，通过时空分析、多污染关联分析等手段，为环境质量管理提供新的洞察能力。

● 开展区域环境污染与排放分析

将污染源划分为多个群体。确定所要分析的业务对象，包括污染物类别、行业类别、区域类别、企业类别等。分析重点区域污染指标排放特征、煤炭等资源消耗和产能水平，进而针对性的制定区域管理策略。

● 开展行业环境污染与排放分析

通过对环境数据的聚类分析进一步识别高耗能、高污染产业结构，促进产业结构调整和发展方式的转变，加大落后产能淘汰力度，推进结构优化，提高经济发展的质量和效益。对各重点控制区域的重点行业进行环境污染排污绩效评价，为产业结构调整提供依据。

● 开展企业污染排放形势诊断分析

针对低产值低排放企业、低产值高排放企业、高产值高排放企业、高产值低排放企业等不同类别的企业采取诊断分析，提出应该采取不同措施，对于低产值高排放企业加大淘汰力度，对高产值高排放企业通过技术改造等方式降低排污量。

● 排污企业排放限值制定

现有的排污单位排放限制仅以污染物排放标准限值作为标准，未考虑或较少考虑污染物排

放的区域性特征。针对超标区域的特殊情况制定更加严格的排污单位排放限值，以排放标准限值作为允许企业排污强度的底线，同时结合环境质量达标需求、区域总量减排要求以及企业周边的环境敏感程度。

建立超标区域排污单位排放限值制定评估模型，对环境质量不达标地区的企业排放强度、排污总量的限值设置进行模拟评估，确定最优排放限制标准方案。为对该区域排污企业提出更严格的许可限值提供数据支撑。

(3) 企业、产业的活跃度分析

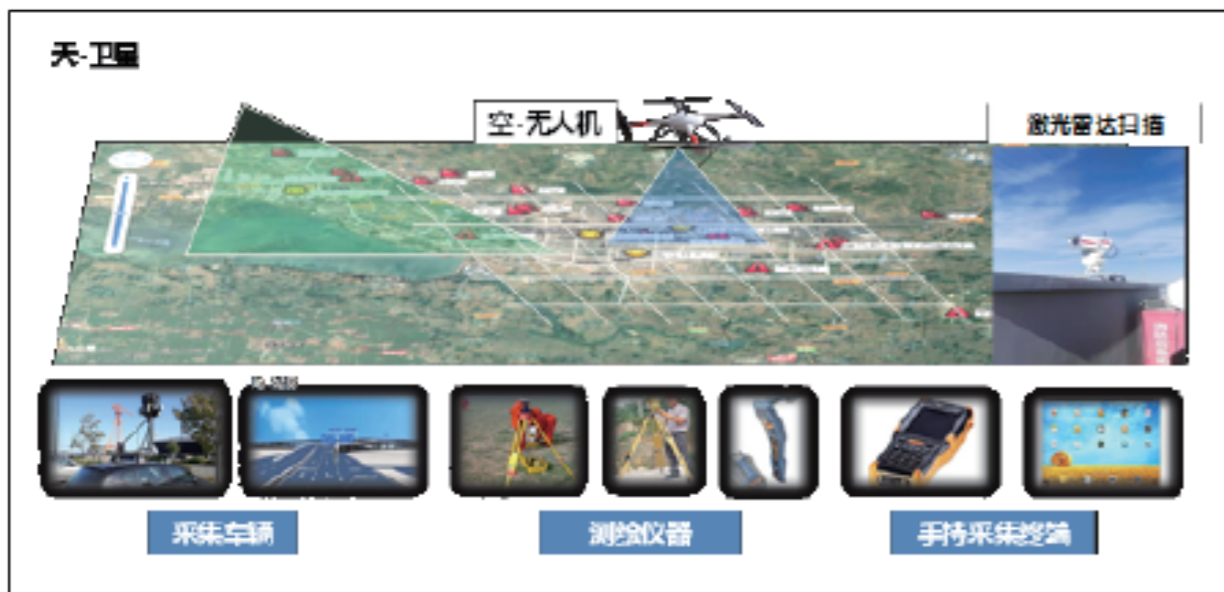
对企业排污数据、工商、税务数据进行关联分析，判断企业和产业的活跃程度、生产能力，为供给侧改革和产业结构调整提供依据。

5 未来展望

生态环境大数据以数据共享、协同应用及深度挖掘分析为重点，建设环境资源大数据中心（“一中心”）、大数据管理平台（“一平台”）、生态环境空间共享服务体系（“一张图”），并对各类环境数据开展深度挖掘分析与应用，建设环境大数据分析与应用体系和生态环境大数据统一登录门户，充分发挥数据价值，为推动环境监管创新、提高环境保护综合决策、监管治理和公共服务水平提供技术支撑。

整体而言，大数据在生态文明建设中发挥着重要作用，助力资源环境领域的智能综合分析、评价与监管。立足智慧城市新时代，中科宇图将继续推动生态文明大数据的研究与应用，开启生态文明建设的新征程！◆

选自《宇图》期刊2019年总第20期



天空地一体化数据采集体系

智能时代地图大数据的创新与应用

■ 刘锐
中科宇图资源环境科学研究院 院长
北京师范大学 教授

摘要：党中央、国务院十分重视大数据、人工智能的发展，国务院早在2015年9月5日就发布了《关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》，从国家大数据发展战略全局的高度，提出了我国大数据发展的顶层设计，是指导我国未来大数据发展的纲领性文件。

《纲要》系统部署了我国大数据发展工作的三方面主要任务，在未来5至10年内，打造社会治理新模式，即：打造精准治理、多方协作的社会治理新模式（政府治理精准化）；建立运行平稳、安全高效的经济运行新机制（宏观调控科学化）；构建以人为本、惠及全民的民生服务新体系（民生服务普惠化）。

本次报告，我将结合中科宇图资源环境研究院的创新产品及应用，从地图大数据的基本概念、核心技术、产品、云平台构建、服务与创新、城市更新应用解决方案等方面展开汇报。

一、地图大数据的基本概念

地图大数据是大数据与地理时空数据的融合，它研究的是空间位置与时间序列动态演变过程。地图大数据是时空数据整体的动态演变的过程，包括感知数据，比如卫星遥感、无人机遥感、视频技术；也包括地理数据，以及通过地理数据产生的统计数据、知识数据等。

地图大数据在大数据产业中发挥着不可或缺的作用，大数据的发展需要具有时空地理信息的地图大数据。通过建立专业的时空大数据分析可视化平台（地图大数据云平台），提供业务流引擎、服务引擎、地址名引擎、云端可视化、空间大数据时空长序列分析等专业功能；可提供全国300多个地级市1:2000以上高精度、现势性好的地图大数据资源库；可建立面向政府、企业和公众的地图大数据服务系统，为智慧城市、智慧交通、智慧环保、智慧水利等提供空间数据支持。中科宇图作为领先的大数据与智能化解决方案服务商，为客户构建和提供地图大数据产业地图、大数据云服务平台与最优质的地图大数据服务。

建设地图大数据可以解决客户的痛点，如：地图专业技术壁垒问题、地图经费的高投入问题、地图数据使用保密问题、地图数据共享问题、地图与大数据融合等问题，满足客户对时空数据的迫切需求。

二、地图大数据核心技术及产品

地图大数据的构建具有以下核心技术及产品：

1、全产业链服务体系：在大数据背景下，建立一套地图、一类服务、一种机制的大地图运营体系，为政府和企业提供快速的、多样的数据

整合、分析与优化，提高地图数据的应用与服务价值。

2、天空地一体化时空数据采集体系：以数据为核心，提供数据全生命周期服务，打造各行业GIS数据解决方案；提供“天-空-地”一体化的数据采集、数据更新服务，同时为用户提供培训和咨询服务。

3、制图体系、标准地图服务体系：包括背景地图、路网、POI、影像，提供全国及省市县标准按地图数据产品及发布服务，提供全国及省市县标准地图背景数据、路网、POI等数据运营、更新服务。

4、地图更新服务体系：应用遥感卫星、无人机、地理信息采集车与人工采集一体化获取变化的地理信息进行更新。针对特定行业，进行长期、高频次同类化要素跟踪更新服务及特定客户提供特定图层更新定制服务。

5、航空摄影测量服务：中科宇图拥有自主研发的低空数组测量无人机系统，经验丰富的专业无人机航拍团队和规模化高效率的影像处理团队，可提供面向多行业应用的无人机航摄、无人机系统设计、生产、集成，以及高效数据处理与遥感应用等一系列服务。

6、高精度测绘服务：以数据为核心，提供数据全生命周期服务，打造倾斜摄影与视屏融合、激光点云与测绘、高精度活地图；同时为用户提供培训和咨询服务。

7、GIS软件应用服务：中科宇图自主研发多种平台软件，设计数据获取、数据处理、数据管理、数据服务等不同方向和不同领域的软件服务。

8、地图大数据平台服务能力：包括GIS基础平台、数据共享平台、数据管理平台、接口平台，能够为用户提供可视化、在线地图、应用专题图集、二次开发、E制图等多项功能。

9、地图大数据产品包括：高精度地图大数据产品、矢量化地图大数据产品、多分辨率影像大数据产品、三维地图大数据产品和地图大数据平台构建。

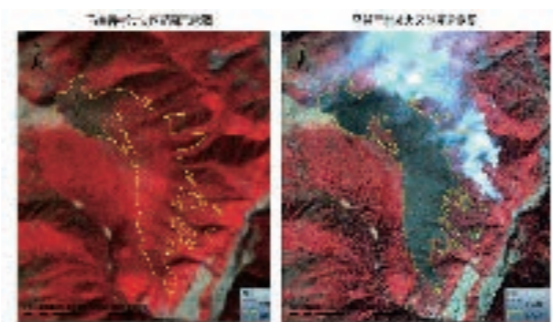
三、地图大数据云平台构建

通过构建地图大数据云平台，可以为政府和企业提供地图大数据的推送、服务和分析。比如中科宇图建立了地图大数据云平台，包括政务数据、公共数据，通过数据的采集、交换等多渠道扩展空间相关数据源，利用时空数据清洗、数据融合等打造地图大数据资源库。建设地图大数据资源库、地图大数据标准体系、元数据标准和服务标准，形成地图大数据云平台。这个平台包括以地图大数据技术为核心，连接政务和商业地图大数据，建立大数据共享机制，提升时空决策能力。从可视化决策到定制化服务以及在线平台服务等大数据云平台服务功能。

四、地图大数据创新与服务模式

地图大数据平台，是以时空大数据相关技术、工具、应用场景为核心的时空数据融合、服务与应用的产品体系。我们可以为客户提供定制化服务，特别是为不同行业，比如金融、公安、交通、政务、社区、医疗、教育等提供定制化的地图服务，包括服务政府，为政府提供地图应用入口，强化行政管理能力；服务企业，为企业提供高质量地图应用，有利于企业的发展和创收；服务行业，促进地理信息产业的发展，提升经济产值，促进就业；服务公众，为居民带来便捷的生活方式。

在应用管理方面，我们提出1+N概念，地图大数据云平台+N项服务，重视基础地图产品服



务与专题化特色定制服务的有机结合。将时空大数据平台一次部署完成，定制化服务分阶段按需提供服务。在公众化服务方面，与相关合作伙伴合作，为地图大数据+行业服务提供在线交易，通过资源API、地图数据包、在线地图服务，为不同用户需求提供地图服务。在交易服务方面，通过地图大数据交易包括行业数据、公共数据、政务数据、商业数据，提供客户所需服务。未来，我们还要构建一个由多利益群体形成的数据交易市场。

五、地图大数据在城市更新发展中的应用解决方案

中科宇图基于地图大数据资源体系，打造二三维一体化的地图大数据云平台，为城市自然资源、公安、通信、金融、能源、交通、环境、水利等行业提供大数据时空化、可视化、智能化为一体的综合解决方案。

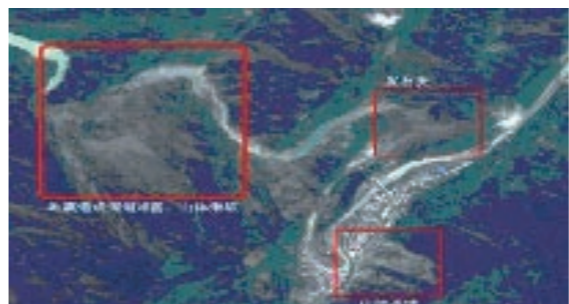
在公安应急行业，打造警务时空大数据平台+多警种应用解决方案，汇聚融合互联网地图、天地图及PGIS系统多平台数据，实现警用多源、多维数据协同，长期更新维护与共享机制，提供针对重大活动安保、人口管理、视频融合联防等业务应用解决方案。特别是目前对于警力支援管理和视频融合联防，形成联防联控。

在自然资源行业，以全空间数据为基础，融

合大数据、云计算、物联网等先进技术，提高全空间数据获取、处理及分析响应的能力，实现国土、规划、交通、林业、公安、环境、旅游等公共部门及企业公共互联互通，为政府决策、城市管理、社会服务提供全方面的地理信息服务。

在金融行业，以GIS和遥感为基础，中科宇图研发了农险GIS平台、农险GIS数据采集系统、车险风险分析平台、遥感评估定损产品，实现了从数据采集、存储到可视化分析的深度应用，服务于农业保险的各个业务环节并为车险提供风险及反欺诈分析。

通信行业海量的网络设备、用户与营销渠道相关业务深度依赖空间信息技术，特别是随着5G技术、物联网技术的日趋广泛应用及通信市场竞争趋于白热化，空间信息技术与通信行业业务结合更加紧密。中科宇图以空间信息技术为核心，结合大数据、云计算技术，为通信行业提供全网一张图解决方案。



在能源行业，以基础地图数据为业务运行提供地理空间参照，对地名查询定位、兴趣点定位、缓冲区分析、路径分析等提供数据支持。为电力设备图形绘图、专题图生成管理、电力设备导航、功能位置管理及设备资产提供管理应用，构建电网图形资源管理应用，强化电网可视化交互管控能力；采用地下管线探测仪等多种测量设备，为燃气公司系统中地下管道资源数据的整合与管理提供服务。

在智慧城市，将时空大数据、专题数据、城

市建设与管理行业数据打造成一张时空地图。通过地理信息技术、北斗导航技术、遥感技术、可视化技术，联合现在互联网、物联网技术，打造一套智慧城市服务平台，建立可持续发展的现代管理机制，为宏观分析和微观定量决策，提供精准数据。

近期，我们应用时空大数据信息助力城市建立“精准治霾”体系，以立体监测和时空大数据分析为基础，构建大气污染精准防治、智慧管控及科学评估的工作模式，为城市污染精准治霾提供技术支撑和管理手段。对北京市工业污染源、机动车尾气以及扬尘等进行了全面估算，目前这几个系统在20多个城市已经获得了非常好的效果，正在推向更多的城市，包括北京市的区县。地图大数据也支持“系统治水”体系的建设，采用遥感数据和地面监测数据结合，对城市黑臭水污染源进行监控，最后达到执法、精准决策、精准治理。

智能时代地图大数据应用从宏观定性向微观定量分析转变、从平面向立体模式改变、向时空化与科学化决策转变。地图大数据应用融入了城市空间信息的深层挖掘与应用理念，地图大数据的发展使城市的数字治理进入了一个更加智慧阶段。我们将应用地图大数据技术为丽江的城市更新发展提供智能化的技术支持！◆

选自《宇图》期刊2019年总第22期

中科宇图一平台两服务，助力通信集团 业务精细化运营

目前，以人工智能、大数据、云计算为代表的新兴科技正在为城市发展和治理赋能，以网格化建设引领城市精细化管理的创新模式越来越受到重视。在2020年度中国移动工作会议上，中国移动董事长杨杰强调，巩固提升重点领域改革成效，调整优化以客户为中心的市场经营体系，统筹实施网络运营体系改革，深化基层网格化运营等方面的工作。

中科宇图依托高精度矢量地图和轮廓数据，与大数据分析深入融合，面向运营商市场条线提供网格内渠道、网络、政企、用户等资源管理和数据分析的综合解决方案，以地理上网格作为基本的作战单元，实现网格化管理模式，减少管理

层级助力各省公司精细化管理，提升精准营销能力。

网格化地图云平台通过地图服务能力提升，可实现全国统一的网格和数据能力输出；将不同类型及应用的数据封装为标准API接口，可为各省提供统一的空间数据服务，实现网格和地图数据的渲染和分析功能；通过建立地图数据搜索引擎，为各省应用地图网格提供快速的位置检索服务；实现轻量级及重量级不同级别平台接入支撑能力和移动端地图能力，打通移动端地图应用瓶颈，更好的支撑一线外业人员工作，增强市场竞争力。

产品架构

网格化地图云平台分为核心功能和拓展功能两部分。对已有网格化平台的省份，为便于各省现有系统的调用，将网格化地图云平台的核心功能能力化，向外省输出；对没有网格化平台的省份，提供核心功能+拓展功能整体的解决方案，各功能间为独立的模块，各省可根据需求进行选择及组合。功能架构如下图所示：



网格化地图云平台项目功能架构

平台服务与产品

网格化地图云平台（WEB端）

依托高精度矢量地图和轮廓数据，通过大数据挖掘分析技术，生成各业务网格数据，实现各类权限下的网格精细化管理。平台还可同时，通过整合各业务数据，完成各业务系统对接，集成渠道数据、各类资源数据、政企数据和用户数据等，形成统一的业务数据展示、分析平台。为各省通信行业推进数据统一应用建设提供基础平台。

网格化地图云平台（移动端）

建设网格化地图云平台移动端，利用GIS、RS、GPS等技术手段获取高精度位置数据、轮廓数据、标准地址数据等，随时随地对各网格内数据管理，成为一线负责人的掌中宝。



标准地址库服务

标准地址库主要指城市所有建筑物的门牌地址描述的集合。规范化门牌地址描述与其地址组成是建库的前提，最终目标是实现业务数据上图、业务部门服务客户和业务管理为目的，形成统一的标准地址库，供所有业务系统使用。

业务数据处理服务

提供渠道、资源、政企等业务系统对接服务，将各业务系统进行数据的处理入库服务。保证平台数据统一。业务数据处理服务主要包括坐标统一处理服务、数据重复处理、地址清洗服务等七大服务。◆

选自《宇图》期刊第24期

农险 GIS 平台助力农业保险精准理赔

引言

随着保险行业的快速发展，信息化建设也受到行业的广泛重视，农业保险作为强 GIS 险种，开展空间数据挖掘分析，从而服务于行业内部应用与管理尤为重要。为了快速、有效地发展农业保险工作，必须利用现代化的地理信息技术手段，着眼于农业风险的管理控制，实现最大程度的精准承保、精准理赔目标，为保险公司提供防灾减损的决策支持，为农户提供相关的农业服务。

农险 GIS 平台是基于农险业务数据，结合多时间序列的时空大数据，引入经济、气象等外部数据，以 GIS 为基础，建成的综合数据管理系统和农业保险 GIS 系统，全面推进全国农险行业数据标准化，实现农业保险业务数据的空间可视化展示和综合决策分析，加强信息化在农险管理、承保理赔等分析决策中的重要作用。

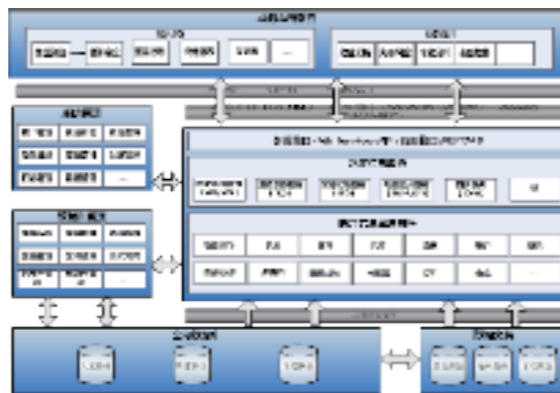
1 农险 GIS 平台建设目标

农险 GIS 平台是基于空间位置的历史农险经营区划和农险业务数据的综合展示和分析平台。平台分为业务分布模块、经营风险模块、灾害风险模块、气象应用模块、精准承保理赔模块及专题图模块。其中，精准承保理赔模块以村级行政单位为最小展示粒度，从地块、保单、承保的方面实现示范区精准承保、精准理赔的建设，并有遥感验标、土壤墒情监测、重大灾害监测等应用。

2 农险 GIS 平台建设内容

2.1 技术架构

农险 GIS 平台基于 ArcGIS 10.4 主流地理信息平台，由两套 ArcGIS Server 支撑系统运行和数据服务，服务器操作系统为 Linux，数据库为 Oracle，中间件为 Weblogic。采用 B/S (Browser/Server，浏览器/服务器模式) 的开发和部署方式、J2EE 等技术路线，利用 Web Service 技术、XML 技术、OCG 标准等先进技术，构建三层或多层体系结构，实现客户端零部署，使用 IE 浏览器即可访问和使用系统。



数据层：包括矢量数据、影像数据和专题数据等基础数据，通过数据处理与整合，形成基础数据、结果数据及管理数据，以支持功能层建设。

功能层：以数据层为基础，可进行数据交换、数据库管理、系统管理及相应地理信息服务，支持应用层建设。其中，地理信息服务包括电子地

图服务、遥感影像服务、空间处理服务、地图瓦片服务、目录服务、API 等。

应用层：以功能层为基础，进行业务展示与应用。通过地图浏览、查询定位、图层控制、统计图表、专题图等功能，实现效益分析、灾害风险、专题分析、基础数据等业务应用。

2.2 功能模块

(1) 业务分布模块

基于农险经营区划数据，通过对历史的承保业务、理赔业务的各项指标数据、区域、时间、农险机构、业务类型和产品类型进行查询，实现农业保险业务指标数据在各级农险经营区划上的分布展示与统计。



(2) 经营风险模块

统计全国所有机构业务风险数量，并对风险保单进行评级风险统计，评级风险分为严重风险、重要风险、一般风险三个等级，每种风险等级都对应相应的风险规则，根据查询条件，查看各等级的保单数量及区域、机构的评分情况。



(3) 灾害风险模块

通过风险分析模型的选择及分析类型的选择，计算出全国、省级农险经营区划风险情况，并统计不同承保风险类型情况及各县风险排名。



(4) 气象应用模块

进行全国各行政区划范围的灾害天气预警及详细预警信息展示，进行温度、降水量、风力等气象监测，及异常天气情况统计和作物物候监测，并提供气象周报、气象月报及气象季报。



(5) 精准承保理赔模块

展示省、市、县、乡、村五级行政区划地块信息总体情况，分作物、分地区统计地块信息，并借助遥感技术进行遥感验标及长势监测、旱情监测、重大灾害监测等。



(6) 专题图模块

提供各行政区划尺度下的业务承保数据、业务理赔数据等专题图，专题图标准、统一、美观，可进行专题图浏览与下载。



3 农险 GIS 平台助力精准理赔

基于农险 GIS 平台的精准理赔，需要进行 5 步操作：

(1) 承保信息统计。基于农险 GIS 平台精准承保理赔模块的地块信息，展示地块上作物的承保信息，从作物类型的维度和保单的维度统计相关信息，包括不同作物类型的投保面积、地块面积、保单数量、农户信息及地块数量等。

(2) 叠加遥感作物理赔监测图层。以承保地块信息为基础，通过遥感验标的技术手段，将

遥感作物理赔监测图层与作物承保图层相叠加进行比较，分析承保范围中的各灾害等级面积及占比。

(3) 理赔样点一致性及特殊性分析。将遥感评估灾害等级结果与野外采集地块数据作对应分析，对比相应区域的灾害等级情况，统计二者相一致及不一致的数量，及空间化展示相关样点的分布情况。

(4) 各级行政区划单元损失程度与理赔程度一致性判读。从县、乡镇、村的尺度上，对基于遥感数据产生的灾害情况与保险理赔结果作对应及一致性分析，通过遥感受灾等级、面积以及各等级单亩的理赔金额估算各区域的理赔金额，与上报的理赔金额作比较，分析数据的差异性。

(5) 精准理赔。根据一致性判读结果纠偏理赔金额，结合承保信息中农户相关信息，进行精准理赔。

4 结语

农险 GIS 平台通过引入遥感影像、气象等行业内外多源数据，对农业保险承保、理赔业务数据展开多维度的分析展示，有效支持保险公司掌控自有业务的实际状况及可能存在的业务风险，为保险公司提供风险前置控制能力及经营决策的数据支撑，在全行业内推行精准化承保、理赔的模式，节约了政府不必要的开支，提升了保险对于农户的保障力度。◆

选自《宇图》期刊 2020 年总第 23 期

高精度地图系列产品 - 标准地址

地名作为最常用的社会公共信息，不仅与人们的日常生活息息相关，而且是政府行政行为、经济建设不可缺少的基础信息资源。在行业信息化建设中，标准地名地址在信息传递中发挥重要作用。

地名地址所代表的地理实体在地球表面具有一定空间位置，随着“智慧城市”建设的开展，充分发挥测绘地理信息技术的重要作用来对地名地址信息进行搜集整理，是推动城市建设更加完善与科学的必要条件。某通信公司为促进业务全面精细化管理，通过中科宇图专业的地图服务，以建立 10 级标准地址实现了网络资源分布、客户分布、故障地点的精确位置定位，有效支撑业务受理能力，业务数据覆盖河北省全省政企客户数据与企业网点；经采集上图、大数据分析估算居民小区用户容量，辅助通信公司进行营销规划布局，为精细化管理提供了可靠的数据保障。

通信行业通过建立高质量、高效率的城市标准地名地址信息数据库，实现数字化管理，提高了信息资源的利用率，推动创造经济效益新的增长点。

中科宇图 1-11 级标准地址

城区的大比例尺二维地图，地址采集的粒度可到每个建筑物，中科宇图根据国家标准地址的分级标准结合各行业的实际应用需求，对标准地址进行了 1-11 级的标准分级。

居民小区标准地址

一般包括包括：商业住宅、单位家属院、公寓住宅等居住区，根据需求不同，一般可采集 1-8 级、1-9 级、1-10 级、1-11 级地址。

1-8 级示例：河北省石家庄市桥东区建安街道华新路 65 号燕都花园 8 栋。

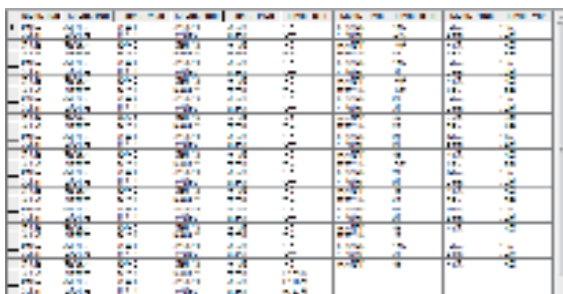


1-9 级示例：河北省石家庄市桥东区建安街道华新路 65 号燕都花园 8 栋 2 单元。

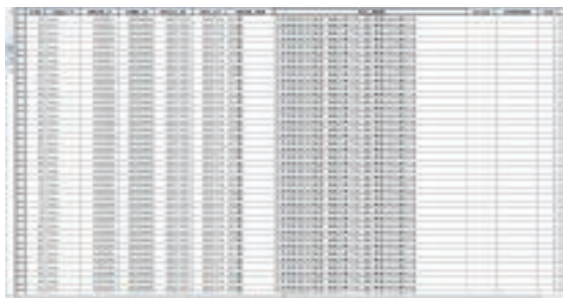


1-10 级示例：河北省石家庄市裕华区裕强街道东岗路 76 号东方观邸 10 栋 2 单元 13 层





1-11 级示例：北京市朝阳区双井街道广渠路 29 号九龙山家园 1 号楼 A 单元 2 层 201 室。



商业楼宇标准地址

一般是指由多家共同经营的商业物业，是一种集商业，娱乐，餐饮等多种功能为一体的经营场所。商业楼宇的标准地址一般采集 1-7 级地址。

示例：黑龙江省哈尔滨市宾县宾州镇宾州东路 1 号宾州商厦



沿街商铺标准地址

沿街商铺：一般是指街道沿线两侧，区别于商场内部的独栋的店铺，沿街商铺标准地址一般采集 1-7 级地址。

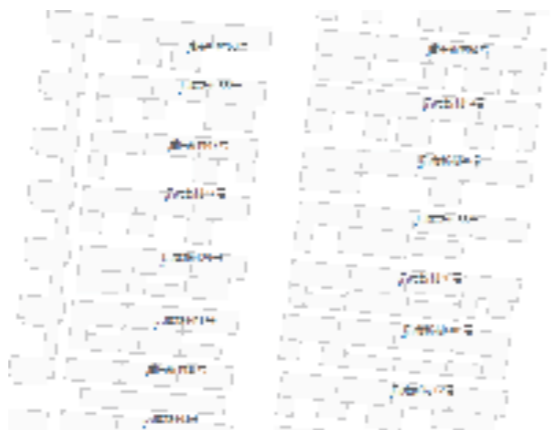
示例：黑龙江省哈尔滨市宾县宾州镇宾州东路 82 号诚信理石经销部



城中村标准地址

城中村：一般指城市里的村庄，城中村标准地址一般采集 1-6 级地址。

示例：山东省青岛市即墨区潮海街道后庵新村 63 号



选自《字图》期刊 2020 年总第 24 期

高精度地图系列产品 - 二维地图

地图，在人们的日常生活中、在各行各业的应用中扮演重要角色。地图数据真实的记录着、反映着现实世界，政企行业客户需要高质量的地图产品，实现更好地服务。

二维地图是通过数字图像处理算法将地物进行归类，并能科学表达各地物之间空间关系的电子地图。对于通信行业而言，高精度二维电子地图是进行科学管理和综合分析的空间基础依据，近年，中科宇图凭借遥感、地理信息等优势技术，承担了某通信集团基础地图更新建设。通过建设具有统一数据格式、统一坐标系、统一属性结构、统一精度且无缝拼接的全国 31 省份（除港澳台）二维地图“一张图”，支撑了全集团的企业级 GIS 平台、资源管理系统、客服支撑系统的正常运行，同时满足了省份 GIS 的需求，为客户提供服务生产运营的数据解决方案。

中科宇图二维地图数据信息丰富，位置精准，涵盖地级市、区县、郊区乡镇、农村区域，在通信、能源、公安应急、金融、自然资源等行业有广泛的应用。

二维地图是如何进行划分的？

二维地图按照比例尺划分：

大比例尺：1:500、1:1000、1:2000

中比例尺：1:5000、1:10000、1:50000

二维地图按照行业应用范围划分：

1:500、1:1000、1:2000 一般适用于地市、区县主城区

1:5000 一般适用于区县、发达乡镇

1:10000、1:50000 一般适用于郊区村庄



1:500



1:1000



1:2000



1:5000



1:10000



1:50000

二维地图的数据内容包含哪些？

二维地图数据内容包含道路、道路面、建筑物、水系、绿地、功能面、POI 几个要素，具有时间标签，可检索数据时间序列，记录数据时间变化情况。



道路和道路面



建筑物



功能面



POI



水系



绿地

选自《宇图》期刊 2020 年总第 24 期

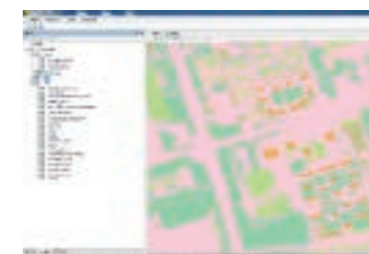
高精度地图系列产品 - 无线网络仿真 三维数据

随着移动通信技术的不断发展，无线网络从初期的广覆盖发展至今，深度覆盖和精细化的网络规划优化已成为主流发展趋势，如何更加精确细致地计算无线网络信号在复杂的环境中传播，已成为网络仿真的关键所在。

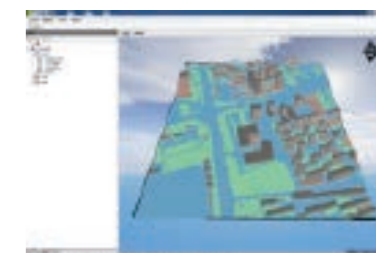
无线网络仿真三维数据是对无线网络信号的传播有影响的地形、地物、地类进行概括归纳，并形成空间数据模型。中科宇图的无线网络仿真三维数据主要包含 5 米、20 米、50 米三维网络优化产品，应用于通信无线网络仿真，可在无线网络仿真平台中建立一套模拟现实世界地形、地物、地表覆盖的地理信息数据，与无线网络设备信息叠加，依据无线网络传播模型进行仿真计算，对网络覆盖进行预测、规划。为通信行业提供自动路测、网优支撑模拟环境，解决建立区域地表模型，足不出户即可在计算机中模拟实际地表对无线信号的吸收、折射、衍射等，为规划软件解决覆盖预测、干扰分析、频率规划、模拟计算、站址选择、参数设定等提供科学依据，便于分析网络存在的问题，调整网络参数，使其良好运行，提高网络的容量与服务质量分析。

高精度三维电子地图是精确定位算法重要资源，中科宇图承建的某通信公司三维网优地图项目，通过建设全省建成区 1:2000、5 米三维、场景数据及 9 级标准地址，将网优数据进行三维呈现，精确发现问题，提升了优化效率，支撑了通信公司网络优化、投诉处理、客户感知等工作。

选自《宇图》期刊 2020 年总第 24 期



Clutter 数据



Clutter 数据叠加 building 数据立体图

无线网络仿真三维数据按照类型分为：

- 1) Clutter 数据：地面覆盖模型，该模型是用栅格模型实行描述地面覆盖类型。



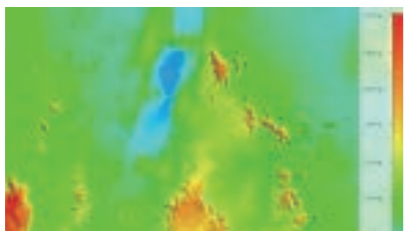
2) Buildings 数据: 建筑群空间分布模型, 用矢量和栅格两种数据模型描述各种建筑物的分布情况及建筑物的高度。



3) Vector 数据: 线状地物模型, 用矢量模型形式描述线状地物的平面分布与空间关系。



4) Heights 数据: 数字高程模型, 该模型用栅格模型形式描述地面海拔高度变化。



5) Text 数据: 地物标注模型, 该模型用矢量点状模型形式记录主要线状、面状及点状地物的名称。



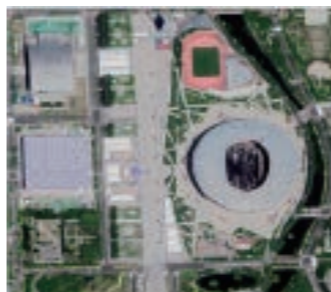
高精度地图系列 产品 - 遥感影像

卫星地图, 又称“卫星遥感图像或卫星影像”, 是借助卫星为媒介, 向用户真实反馈地球地表面貌的图像。与传统意义的地图不同, 卫星地图上看到的地表面貌是真实而实时的, 因此, 卫星地图的使用面非常广, 比如用于检测地面的信息, 探测地理位置、地形等, 同时还可以应用于城乡规划、导航系统、军事指挥部署、监测灾情、抗灾救灾部署等。

随着 5G 时代的来临, 三大运营商积极地进行 5G 的网络建设, 在这一过程中, 通过高质量的卫星影像可以生成电信运营商无线网络规划和优化所需要的地理空间数据, 为网络建设地方选址、资源管理等提供支持。2017 年, 中国移动云南分公司为提升现有 NOP 平台 GIS 组件系统支撑能力, 向中科宇图购买与原二维地图、地图引擎兼容的云南省 16 个地市主城区 0.5 米卫星地图、云南省 129 个区县 1 米卫星地图、云南省内其余约 39 万平方公里 2.5 米卫星地图影像支撑能力提升服务, 为移动内部网络监控、资源管理、经营分析、网络维护、家客支撑提供技术支持, 满足了用户最迫切的任务需求。

中科宇图自成立以来专注地理信息和遥感技术投入, 具有近二十年的地图大数据服务经验, 荣获测绘行业七项甲级资质。公司利用航天航空遥感和无人机低空遥感相结合的影像获取和处理技术, 打造出 0.05-10m 分辨率的遥感影像系列产品。

多尺度卫星影像数据



0.3 米分辨率



0.5 米分辨率



1 米分辨率



2.5 米分辨率



5 米分辨率



10 米分辨率

多尺度航空影像数据



0.05 米分辨率



0.1 米分辨率

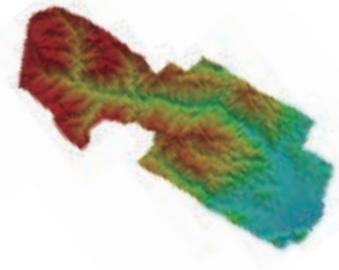


0.2 米分辨率

航空数字产品



DLG 数字线划地图



DEM 数字高程模型



DSM 数字地表模型

高精度地图系列产品 - 网格化地图

防控疫情期间，社区是疫情联防联控的第一线，也是外防输入、内防扩散最有效的防线，社区网格化管理对防止疫情蔓延发挥出了重要作用，网格化在预防疫情中的成功实践受到其他行业的重视。党中央指出，创新社会治理体制，改进社会治理方式，就要以网格化管理、社会化服务为方向。

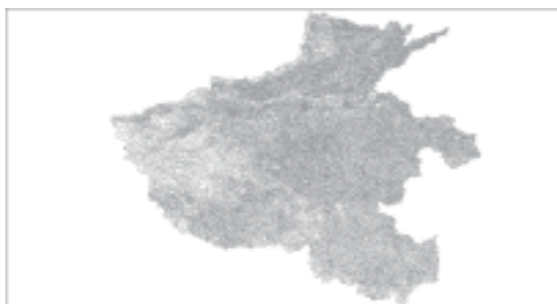
网格化地图是依托行政区划将城市管理辖区按照一定标准划分成为单元网格，再根据网格对各辖区内的商圈、小区、学校、医院等进行功能区划分的数字管理模式，通过现代信息技术建立一套精细、准确、规范的综合管理服务系统，可为各行业实现最小颗粒度的精细化管理，迅速响应市场需求。

连云港市公安局深入推进网格化社会治理，委托中科宇图承建的连云港警务网格化数据汇聚平台，以加强和创新社会治理、深化平安建设等重点工作需求为导向，将连云港市按照“全覆盖、无缝隙”的原则进行责任网格划分，实现垂直链条式的地市-县区-镇、街道办-社区-责任网格的单元网格，将“人、地、事、物、情、组织”等全警务要素信息进行网格化统计、分析、管理。

系统通过网格化数据的汇聚，实现“上下联动、快报快处”，将网格内的数据采集、问题处理、数据分析、定期回访、风险防范、统计评价等工作统一管理，满足警务网格化社会治理以及各警种部门业务应用，实现了创新型社会管理服务体系的科学化和人性化。

网格化精细管理

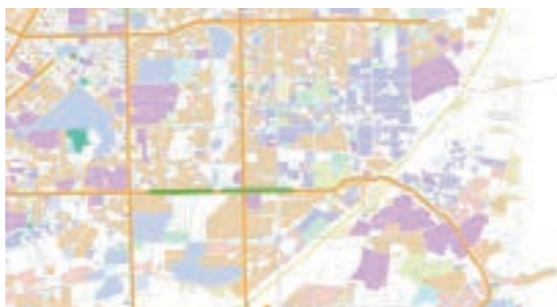
中科宇图依托十几年各行业各省份的数据积累，全国行政区划颗粒度到社区。借助地理信息、遥感、人工智能等技术构建商圈、小区、学校、医院、商场、车站、党政机关等31类场景，可广泛应用于通信、公安、能源、自然资源、环保等行业。◆



社区管理网格-1



社区管理网格-2



AOI 功能区场景网格

选自《宇图》期刊2020年总第24期

构建城市天空地一体化大气环境监测体系

文 - 刘锐

中科宇图资源环境科学研究院院长

国务院办公厅印发《关于促进地理信息产业发展的意见》指出，地理信息产业是以现代测绘和地理信息系统、遥感、卫星导航定位等技术为基础，以地理信息开发利用为核心，从事地理信息获取、处理、应用的高技术服务业。随着近年来地理信息产业迅速兴起并保持高速增长，这一战略性新兴产业在我国经济社会发展中的作用日益显现。

随着我国各地雾霾天气现象的频发，人们开始越来越关注大气环境监测问题。目前我国大气环境监测标准度如何？大气环境监测发展的方向又在哪儿？中科宇图资源环境科学研究院提出建立天空地一体化大气环境监测体系，是对地理信息技术的典型应用。在我国重点区域和城市建立天空地一体化大气环境监测体系是未来大气环境质量监测的一个必然趋势。

1. 地面站点监测的局限

天空地一体化大气环境监测系统是集卫星监测、航空监测以及地面站点监测于一体的，通过数据平台进行融合分析，获得更加准确数据支持的大气环境质量监测系统。它能够发挥各种监测手段的优势。形成立体观测网络，完善大气环境监测物联网体系，服务与大气环境监测综合决策。

地面站点监测是环境质量监测应用最普遍的方式之一。地面站点监测即在地面建立监测站点，配备一定设备进行大气环境质量监测，它是一种传统监测站点，检测结果比较精确。但站点建设成本较高，各城市监测检测站点数量有限，大气检测在北京共36个监测点，在天津也有20多个。监测点的个数是有限的，这些监测点的数据只能代表一定覆盖区域的大气情况。我

们之所以可以通过地面站点监测报告大气数据，是因为采取了插值计算的方法，通过很多数学模型得出来的。虽然地面监测站点可以测算出其所在位置比较准确的数据，但通过数学模型最终得出的整体检测结果与实际情况可能存在误差，准确率在60%左右。以监测PM2.5为例，由于真正的PM2.5分布于整个近地面大气层，即聚地面两公里高度之间，重点集中在距地面一公里之处，而且地面PM2.5的监测高度一般在水平线以上两米左右，虽然也存在距地面较高监测点，但是数量很少，PM2.5监测得出的结果与实际情况并不符合。将航空监测与卫星遥感技术应用于大气环境监测将会大大提高检测结果的准确性。

2. 大气卫星监测

目前国内外用于大气监测卫星很多，

Terra、Aqua、Aura、CALIPSO、ENVISAT、PARASOL。这些卫星都会对大气气溶胶、污染气体等发挥重要的监测作用。

Terra 卫星上共有 5 种传感器能同时采集地球大气、陆地、海洋和太阳能量平衡等信息：云与地球辐射能量系统 CERES、中分辨率成像光谱仪 MODIS、多角度成像光谱、先进星载热辐射与反辐射射计 ASTER 和对流层污染测量仪 MOPIIT。Terra 是美国、日本和加拿大联合进行的项目。美国提供了卫星和三种仪器：CERES、MISR 和 MODIS，日本的国际贸易和工业部门提供了 ASTER 装置，加拿大的多伦多大学（机构）提供了 MOPIIT 装置。

ENVISAT 卫星是欧空局的对地监测卫星系列之一，于 2002 年 3 月 1 日发射升空。该卫星是欧洲迄今为止建造的最大的环境卫星，载有 10 种探测大气层及大气密度。作为 ERS-1/2 合成孔径设备，其中 4 种是 ERS-1/2 所在设备的改进型，所载最大设备是先进的合成孔径雷达（ASAR），可生成海洋 / 海岸 / 极地冰冠和陆地高质量高分辨率图像，来研究海洋的变化。其他设备提供更高精度数据，用于研究地球雷达卫星的延续，ENVISAT-1 主用于监视环境，对地球表面和大气层进行延续的观测，供制图、资源勘查、气象及灾害判断之用。

3. 优势互补的天空地一体化

卫星遥感技术通过获取地面的光谱来反演空气中所含的物质，包裹颗粒物、化学物质等，可检测到近地面的污染状况。卫星监测自身也存在局限性。首先卫星围绕地球运转，监测存在周期，会在一天或几天时间内过境一次，并不能保证 24 小时监测同一区域。其次，由于空气中分布的物质是不一样的，在辐射过程中会吸收一些

波谱，卫星在反演过程中会造成误差，检测结果的准确率也在 60% 左右。但卫星监测可以看出区域大气环境的趋势，它是整个区域的监测结果。如果把卫星监测与地面站点监测结合，我们就可以得到更全面的数据。

航空监测主要是利用无人机或有人机搭载检测仪器在近地面获取大气环境质量数据。飞机飞行的监测面积会比卫星的监测面积小，但由于飞机可以随时可以飞行，它比其他监测手段要快速、便捷。在大气状况需要特别是出现应急天气的时候，都可以随时起飞进行监测，在卫星采不到数据以及地面监测数据不足的情况下，可以用航空监测。

虽然地面监测站点受到数量、位置的限制，航空数据监测采集信息的空间也有限，卫星监测数据的准确性也并不是特别高，但如果将三种监测手段同时运用，充分发挥其互补作用，最终数据的准确度将达到 80% 以上。这将是一个空气质量的立体数据，将大气空间不同高度的空气质量全部涵盖。能够更加准确地描述大气在近地面的形成情况、扩散情况。构建地面、卫星和航空监测三位一体的立体化的监测系统，通过数据平台综合分析处理所得到的结果将比单个检测结果更加的全面和准确。

与地面站点监测相比，天空地一体化大气环境质量监测系统的建设成本要大大增加。例如建立一个常规的城市级空气质量预测预报系统，大约需投入人民币 300-500 万元。如天津市正计划构建天空地一体化大气监测体系，包括卫星接收系统、遥感处理系统、航空系统、地面监测系统以及信息融合处理平台，计划投入 9000 万元人民币，一般地市级的建设费用也能达到千万元左右。

4. 亟待统一的数据融合标准

目前，天空地一体化大气环境监测体系建设还仍处于起步阶段，来自卫星遥感、航空遥感、地面监测三种数据源的数据缺乏统一的融合标准。

卫星数据、航空数据以及地面的数据来源不一样，当三种来源不同的数据融合在一起的时候，数据之间能否对接，能否在一个统一的单位上表示，仍旧面临着挑战。数据融合就是把不同源的数据经过一定的数字模型进行转换后，形成统一的数据表达。

目前利用地面站点、航空、卫星遥感等单独进行大气环境质量监测的技术已经较为成熟。但三种数据的融合还需要技术创新，数据融合的方法仍在探索。

据了解，一般情况下，三种方式的数据监测均单独进行，以地面监测为主，卫星监测仅为参考，或用卫星数据来检测地面是否准确。如果将三种数据一体化，则需要融合处理，目前已经有很成熟的数据模型。但就三种数据如何融合的问题，是一个大数据问题，目前仍旧缺少国家的统

一标准。我们可以采取数学方法，通过复杂的数据计算得出结果。但由于缺少国家标准，如果多家监测企业同时根据不同计算方法进行数据融合，得出的结果将没有指示作用。国家需要制定不同数据源数据融合标准。另外，卫星航空和地面数据进入数据中心需要有数据接口，数据接口也需要有统一标准。

天空地一体化大气环境质量监测体系建设面临两个挑战，一个是数据融合，即同化反演我们所需的为决策提供支持信息，另一个是数据共享。目前，卫星遥感、地面站点、以及航空获取的监测数据并不能在一个平台上进行共享。地面监测的数据是由环保部门掌握，部分并未对外公布，航空数据也是由专门部门负责的。将三种数据放在一个平台上是有困难的。天空地一体化建设是一个需要各部门共同推动的工程，只有协调好几个不同的数据源，才可能使其在同一个平台上进行数据分析。如果没有数据共享，就做不到一体化。◆

选自《宇图》期刊 2014 年总第 1 期



青奥会空气质量的智慧化保障

——南京青奥会环境空气质量保障决策支持系统

■ 文 - 曹黎黎 中科宇图科技股份有限公司智慧环保产业群

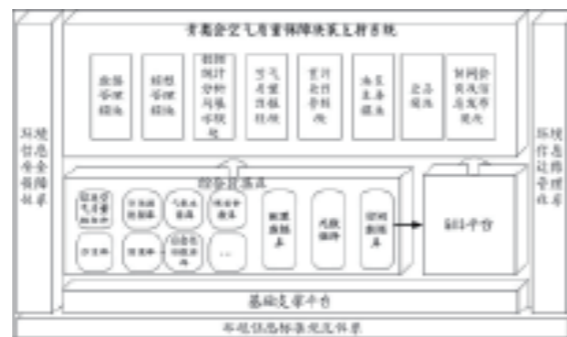
南京作为2014年青奥会的主办城市，优美的环境、清新的空气是保证赛事活动取得成功的重要因素，同时也关系着南京乃至国家的形象。然而，南京地区环境空气质量现状很不乐观，不仅二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM₁₀）等常规污染处于较高水平，光化学烟雾、灰霾等区域性复合污染也日益突出。南京市灰霾年发生日数持续增加，近五年平均为150天左右，2010年达到191天，环境空气中细粒子（PM_{2.5}）浓度超过世界卫生组织（WHO）推荐标准值数倍以上。此外，化学品泄露、火灾、爆炸等各种突发性大气污染事件也时有发生，对区域的环境安全构成了一定的威胁。空气污染问题已成为地区经济社会发展的主要制约因素之一。

本项目属于国家科技支撑计划“南京青奥会支持技术集成应用与示范项目”中第三课题的建设内容。该课题着眼于青奥会空气质量保障的需要，同时面向城市群大气复合污染的长效防治。本项目充分借鉴奥运会、世博会和亚运会等空气质量保障经验及研究成果，研发并构建包括数据管理、模型管理、数据统计与展示、空气质量预报、污染预警、决策支持、协调会商及信息发布等功能模块的一整套空气质量保障系统平台。

项目创新点：

根据青奥会空气质量保障的实际需要，以环境数据库建设作为整个平台的底层数据支撑，为青奥会空气质量保障及南京周边城市群大气复合污染的长效防治提供底层环境数据信息支撑，依托成熟的模型建设，基于GIS平台，为领导直观的展现青奥会周边区域空气质量信息，使领导及时得到对南京城市群空气质量的清晰直观的认识，实现“所见即所得”。

系统总体架构：



综合集成空气质量预测模型、重污染预测模型以及后向轨迹模型，建立青奥会场馆区域空气质量数值预报模式，提供1-3天空气质量预报，实现大气污染事件的追踪溯源，确定目标区域的周边地区对其大气污染的具体贡献率。在多模型无缝集成、误差传递的有效控制和模拟精度方面达到国内先进水平，研究成果具有很好的创新性。

1、环境监测

环境监测系统集环境质量监测、气象观测、污染源监控、大气遥感监测于一体，从东亚、全国、华东、城市等不同层面将空气质量、气象、工业污染源、交通源数据在一张地图上综合展现。

(1) 环境质量监测子系统涵盖了南京市以及全国范围内所有国控站点的在线数据，做到跟国家环保部建立的空气质量发布系统同步更新，将AQI、SO₂、NO₂、O₃、O₃-8H、PM_{2.5}、PM₁₀、CO几项因子的实时观测数据符号化后以不同的颜色在地图上分级渲染，并能连续播放一段时间内的动态变化，为后续做污染物来源分析，污染走势分析提供了全面的数据支撑。同时对各站点监测数据从多角度做统计分析，对数据的相关性和数据的趋势做深度挖掘。



全国空气质量

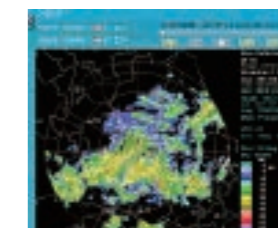
统计分析

(2) 为了促进气象台的气象数据和监测站的空气质量数据更好的共享，互相作用，本项目专门建立一套共享机制，将气象台的东亚形势分析、探空观测、卫星雷达、风场观测、国家自动站的监测数据集成在系统中。数据内容和频次如下：

- 自动气象监测站（国家站）在线监测的气象数据（温度、气压、湿度、雨量、风速、风向等）；
- 每6小时一次地面气象监测图像数据（温度、

气压、温度、雨量、风速、风向、降水量等）；

- 每12小时一次的高空气象监测图像数据（温度、气压、温度、雨量、风速、风向、降水量等）；
- 每24小时一次的气象数值预报图像数据（温度、气压、温度、雨量、风速、风向、降水量等）。
- 每1小时一次的雷达扫描数据。
- 每1小时一次的风云卫星数据。
- 每3小时一次的探空观测数据，包含风廓线和气温廓线。



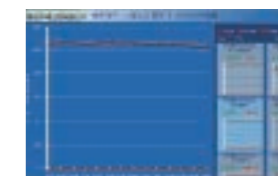
雷达图



卫星云图

(3) 污染源在线监控分为两个部分：工业源的在线监控和机动车源的在线监控。

工业源监控主要集成工业排口的烟尘、氮氧化物、二氧化硫分钟和小时数据。机动车源监控涵盖了南京市近400条主干道各种车型的流量数据，在已有的GIS路网基础上，将各监测道路上通过的车流量数据展示在一张图上，同时经过机动车排放模型的计算，得到每条道路上的污染物的排放情况。



工业源气体污染物的在线监控



车流量数据

(4) 空气质量遥感监测子系统，以大气定量遥可实现AOD、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、O₃、HCHO的业务化监测，提取上述指标不同时间尺度的浓度空间分布状况，并以专题图的形式输出，为决策者从大尺度上把控污染气体的分布提供了有力的数据支撑。



SO₂柱浓度空间分布 O₃柱浓度空间分布和统计

2、预测预报

预测预报子系统是平台的核心部分，结合了数值预报、统计预报、气象预报、潜势预报四种类型的预报模式，最终输出区域预报、国控点预报、城市预报三种产品。数值预报采用的南京大学所提供的空气质量预报模式（CMAQ、RegAEMS、Wrf-chem）预测预报数据结果，其中以Wrf-chem为主，结合CMAQ、RegAEMS这两种模式作出集合预报。

● Wrf-chem 数值预报

(1)、技术路线

通过对监测数据和来源成因结果的分析，探讨南京市空气污染和灰霾天气形成的物理化学机制，研制数值预报模型，集成预报结果，开展预报示范研究。

充分借鉴近年来国内外气象模式和空气质量模型的研究成果，通过比较分析，筛选在空气污染和灰霾天气模拟和预测方面技术先进、性能优良的化学输送模式和与之配套的气象模式，在此基础上研发适合于南京市空气质量和灰霾天气的数值预报系统。利用实测资料，对模型进行验证和改进。预报模型采用两层嵌套：长江三角洲，南京，水平分辨率分别为9KM, 3KM。

空气污染和灰霾天气模式系统的预报时效48-72小时。模式水平分辨率达到3-5公里。模式预报产品包括南京市9个国控点SO₂、NO₂、PM10、PM2.5、O₃、CO的小时地面浓度，AQI指数的预报结果和南京市行政区地面SO₂、NO₂、PM10、PM2.5、O₃、CO以及AQI指数，空气质量等级。

在模式的网格设置上，水平方向设定两层嵌套网格；在垂直方向上分为23层，模式顶为100hpa。对于模式的光化学机制与气溶胶方案，则应用Wrf-chem模式自带的各种光化学机制进行试验，通过不同方案

的耗时比较，并与实测的污染物数据进行对比，选择RADM2机制，并配合MADE/SORGAM气溶胶模块作为优选方案。

(2)、结果展示

数值预报最终输出长江三角洲、南京市区域未来72小时逐时预报，南京市9个国控站点未来72小时逐时预报，以及南京市行政区地面的预报。并将国控点的实测数据和国控点24小时预报数据做对比分析，根据分析结果逐渐调整修正模型，让数值预报更加准确。



南京市区域预报 长江三角洲区域预报

● 统计预报

大气污染物浓度与同期气象要素之间常存在明显的非线性关系，要对污染物浓度进行较准确预测，必须采用能捕捉非线性变化规律的预报方法，而具有高度非线性映射能力的计算机模型——神经网络，为此提供了有力工具。本系统采用南京市范围的PM10、CO、PM2.5、O₃、SO₂、NO₂数据和有关气象资料，通过改进的BP网络模型，预报南京市行政区范围的PM10、CO、PM2.5、O₃、SO₂、NO₂、AQI未来72小时的逐时预报。

● 气象预报

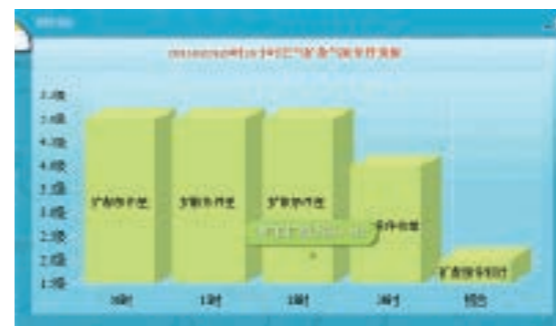
气象预报也是空气质量预报系统中不可或缺的一块内容，该系统集成了丰富的气象预报产品，从天气预报、形势预报到风场预报，多层次、多尺度对南京地区未来的气象情况作出预报



气象预报 风场预报

● 污染潜势预报

空气污染潜势预报是指根据事先确定的气象因子判据，预报未来出现严重污染的可能性。即指可能出现不利于污染物稀释扩散的气象条件。



污染潜势预报

3、调控决策

预先设定好青奥会临时管控措施以及3套应急预案，预案涵盖对工业源、工地、交通的处理措施，同时针对每一套预案有一个评估的结果，分别从减排总量、排污量、环境浓度等三个方案进行评估。



污染调控流程

● 污染源查询

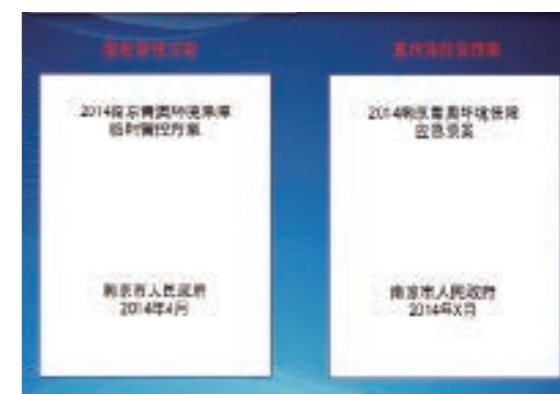
分地区、行业类别、污染因子对南京市行政区内的工业污染源进行统计查询，在地图上展示出污染企业的分布，并可直观的看到每一家企业的相关信息。



点源查询 机动车网格源查询潜报

● 调控方案

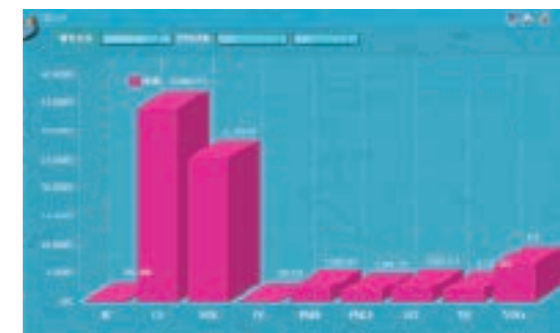
由南京市人民政府预先制定南京青奥会保障临时管控方案和南京青奥会保障应急预案，方案中明确了对各类污染源的管控措施。系统将方案内容以空间可视化的方式表达出来。



青奥会调控方案

● 方案评估

系统从总量削减、污染物空间分布、环境浓度三个方面去评估每套调控方案。



总量削减统计报表

● 大气污染物输送路径分析

基于 WRF 气象场模拟结果，利用 HYSPLIT 模式，对南京地区全年及不同季节大气污染物输送路径进行模拟分析。得到不同高度（分别为 10m、100m、200m、500m）、不同季节大气污染物在不同方向的输送路径。

4、信息发布

系统丰富的监测数据和预报数据最终通过网页和报表两种方式发布。网页发布可面向用户、青奥组委会以及大众，报表发布的对象是青奥组委会，表中包括南京市前一天的空气质量状况，南京市未来三天的空气质量状况，污染调控状态和机动车前一天的车流量统计。



报表发布



网页发布

小结：为了探索适用于南京等城市尺度空气质量预报和大气污染预测的模式，形成一整套大气重污染预警预报体系，南京市建立了包含数值预报、统计预报、气象预报、潜势预报四种形式的预报，对近一年的业务预报结果进行评估，结果表明，集合预报能较好的模拟出主要污染物的日变化趋势及其浓度范围，可进行模式后期开发应用，并实现区域化推广应用，扩展实用的多元化技术预报工具，是提高城市空气质量预报准确率的重要途径，也是区域大气污染综合防治工作的技术储备。◆

选自《宇图》期刊 2014 年总第 2 期

大数据思维下空气质量预测预警建设

——吕梁市重污染天气监测预警系统

■ 文 - 马麒钧 中科宇图智慧环保产业群技术研发中心

【摘要】2013 年 9 月，国务院发布《大气污染防治行动计划》（以下简称《行动计划》），作为当前和今后一个时期全国大气污染防治工作的行动指南，《行动计划》按照政府调控与市场调节相结合、全面推进与重点突破相配合、区域协作与属地管理相协调、总量减排与质量改善相同步。具体目标是到 2017 年，全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10% 以上，优良天数逐年提高。

山西省发布的落实国家大气污染防治行动计划的实施方案，明确提出，环保部门加强与气象部门合作，年内完成省级重污染天气监测预警系统建设，到 2014 年底，完成 11 个市重污染天气监测预警系统建设。建立和完善重污染天气会商研判机制，提高监测预警的准确度，及时发布监测预警信息。到 2017 年，全省空气质量明显好转，重污染天气较大幅度减少，优良天数逐年提高；11 个设区市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10% 以上，全省细颗粒物浓度比 2012 年下降 20% 左右。

1、序言

在大气污染防治方面，吕梁市认真贯彻落实《山西省人民政府关于印发山西省落实大气污染防治行动计划实施方案的通知》（晋政发〔2013〕38 号）和《山西省人民政府办公厅关于印发大气污染防治 2014 年行动计划的通知》（晋政办发〔2014〕13 号）精神，大力推进吕梁市生态文明建设，全面促进 2014 年大气污染防治工作，制订并认真落实《吕梁市落实大气污染防治行动计划实施方案》，旨在全市空气质量有所好转，重污染天气有所减少；到 2017 年，全市空

气质量明显好转，优良天数逐年提高；13 个县（市、区）可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10% 以上，细颗粒物浓度比 2012 年下降 20% 左右。按照《山西省环境保护厅关于下达 2014 年度扬尘污染源治理企业名单的函》（晋环函〔2014〕2041 号）要求，完成辖区内扬尘污染源整合整治任务、新型干法水泥窑脱硝设施建设任务；完成全部加油站、储油库油气回收治理任务汽车尾气污染防治工作等。积极推进 PM2.5 源解析工作，制订重污染天气应对预案，提高治理大气污染的科学性和有效性。同时，吕梁市环保局为响应省政府及环保部门的政策号召，将建设吕梁市环境保护

局重污染天气监测预警系统项目，实现对空气质量相关大数据的管理和共享、空气质量数值预报、重污染天气预警、可视化协同会商和信息发布等功能建设，并确保系统能够稳定的业务化运行。

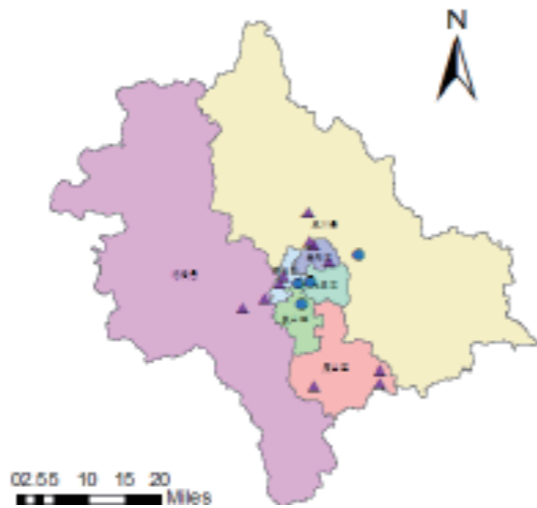
2、系统建设目标

本次项目建设为了有效地落实并加强山西省重污染天气监测预报预警工作，深入贯彻落实好《国务院〈关于印发大气污染防治计划的通知〉》（国发[2013]37号）及山西省政府大气污染防治工作有关文件精神，根据山西省环保厅和省气象局共同制定的《山西省重污染天气监测预报预警方案（试行）》，以及国务院发布的《大气污染防治行动计划》（以下简称《行动计划》），在吕梁市开展基于环保与气象部门协调合作的环境空气质量预报预警系统的软硬件系统的建设工作，努力实现对空气质量相关大数据的管理和共享、空气质量数值预报、重污染天气预警，做好吕梁市发生重污染天气过程的趋势分析，逐步完善视频会商研判机制，不断提高检测预警的准确度，为及时发布环境空气质量监测预警信息提供可靠的大数据信息。该系统的建设目标主要包括：

- （1）通过建设基础 GIS 平台模块，实现吕梁市环境空气质量预报预警结果的展示；
- （2）通过建设大数据管理模块，实现多源大数据采集与预处理加工，实现大数据统一管理；
- （3）通过建设空气质量多模式集合预报模块，实现未来 24 — 72 小时的气象场大数据预报功能和空气质量多模式预报；
- （4）通过建设预报结果动态展示及重污染预警模块，实现吕梁市环境空气质量预报预警结果的外部展示；
- （5）通过建设预报信息会商与发布模块和预报信息查询与评估模块，实现预报信息流转会签、环境空气污染物日均值和小时值空间分布、空气质量预报结果的统计查询以及实现对预报大数据与实测大数据的对比分析。

3、系统总体架构

按照“共性平台+模块化系统”建设思想进行框架设计，形成整体系统化与局部模块化的有机结合。在环境信系统总体架构设计中，各个应用系统的建设遵从标准规范体系，依托环境信息安全保障体系和运行管理体系。吕梁市重污染天气监测预警系统的总体架构如下图所示：



【图】1 系统总体架构

4、系统实现功能

吕梁市重污染天气监测预警系统平台的建设主要包括基础 GIS 平台模块、大数据管理模块、空气质量多模式集合预报模块、区域污染源解析及去向追踪模块、预报结果动态展示及重污染预警模块、预报信息会商与发布模块以及预报信息查询与评估模块，最终实现吕梁市重污染天气监测预警系统平台的稳定运

行及业务化应用。

4.1 基础 GIS 平台

本次项目建设 GIS 平台包含矢量大数据，影像大数据，地形大数据三种地图大数据。能够实现基础的 GIS 操作、空间信息的展示、属性大数据的集成、空间大数据的叠加查询和空间统计分析等功能。

4.2 大数据管理

大数据管理能够实现多源大数据采集与预处理加工，实现大数据统一管理。

4.2.1 空间大数据处理

空间大数据用于存储支撑空气质量预报预警系统所需的空間信息，以图层的形式存储所有空间信息，并以时间维度为标签划分历史空间信息库。同时含有面向业务的空间信息图层库，为业务属性信息匹配空间位置形态信息，为系统提供直观的图形化的业务信息展现的功能。

4.2.2 空气质量监测大数据采集与处理

空气质量监测大数据采集与处理主要实现对吕梁市区域内常规空气监测大数据（包括主要的 SO₂、NO₂、O₃、PM₁₀、PM_{2.5} 等）的整理和格式化管理，系统将采集的空气质量监测大数据进行统一的处理、更新、统计和分析，最后将分析结果在信息发布平台上实现展示，为核心的预报预警功能提供真实可靠的基础源强和在线监测等大数据，实现对大气重污染关键污染因子监测大数据和背景大数据的统一管理。

4.2.3 污染源监测大数据接口

系统提供污染源监测大数据接口，在系统建设条

件成熟时，通过该接口实现对污染源排放浓度大数据的接入，实现污染源排放浓度大数据的自动统计计算功能，并集成到预测预报空间大数据库中。实现地面空气质量监测网络大数据的采集及处理，并与其它大数据类别进行整合。自动集成大数据文件，并按照大数据描述文件格式，读取结果大数据，并集成到综合大数据库中。

4.2.4 气象信息采集与处理

我公司将负责为吕梁市环保局接入吕梁市气象局所提供的气象大数据，所建成的系统能够保证大数据自动纳入系统运算，实现系统自动的气象信息大数据采集与处理，并将最后的运算结果与吕梁市气象局实现共享。

4.2.5 污染源排放清单大数据采集与处理

重污染天气监测预警系统污染源排放清单的建立通过收集和整理包含面源、线源、点源和移动源等大气污染源清单，生成空气质量模式所需的三维网格化排放源输入文件。系统将对污染源排放清单进行统一的处理、更新、统计和分析，最后将分析结果在信息发布平台上实现展示。

4.3 空气质量多模式集合预报

本系统采用多模式集合预报系统，选用中尺度气象模式 WRF 提供气象场驱动，基于排放源处理模型制作三维网格化排放源，选用国内广泛应用的 WRF-chem 模式和美国环保署（EPA）的 Model3-3/CMAQ 模式和美国的 WRF、国内统计预报模式进行空气质量集合预报。

4.4 区域污染源解析及去向追踪

区域污染源解析及去向追踪可实现在模式模拟

第三区域和第四区域，进行区域污染源解析和去向追踪模拟，预报未来5天吕梁市及周边不同地区、不同行业污染源排放对吕梁市空气质量的贡献量和贡献率。具体可实现区域源解析、行业源解析以及不同高度源解析功能。

4.5 预报结果动态展示及重污染预警

预报结果动态展示及重污染预警能够展示该区域模式预报各污染物浓度水平，污染指数等图表内容，包含了所查区域浓度分布显示、关心点的结果信息。

系统结合GIS地图实现不同预报指示的污染扩散模拟，模拟结果以渲染图的方式并在GIS地图上动态的展示。可实现环境图像信息的快速浏览。环境空气质量的预报预警以及分析涉及大量的天气图及环境图像的浏览分析，图像的种类繁多，预报及分析业务需要在较短的时间内准确把握污染形势，本系统建设高效计算平台保证图像浏览便捷迅速，无滞后，图像类别切换灵活，支持多窗口图像信息浏览，便于进行比较分析。在页面可以模拟结果渲染图实现快速的图像前进、快进、倒退、快退、动画、缩放等功能。

4.6 预报信息会商与发布

为了使预报结果与真实值更接近，本项目实现可视化协同会商功能。需要专家对模拟结果进行会商分析，以减少模型模拟的不确定性因素，保障预测的准确性。系统记录每个过程意见，预报员汇总会商意见，并最终确定空气质量预报预警结果。

4.6.1 预报信息展示

本系统建设预报信息空气质量预报信息展示功能主要是能够在GIS地图上实时地动态地展示当地的空气质量模型预测结果，并且实现区域以及站点6小时、12小时、24小时、48小时、72小时预测预报功能，同时能够结合GIS进行可视化的信息展示和结果发布。

4.6.2 预报会商管理

预报信息会商系统是空气质量预报预警业务系统的一个重要环节，基于预报预警业务的流程规范以及预报预警系统中预报人员的组成和职能，实现预报信息流转会签的功能。它基于分析预报产生的各种产品、大数据，通过语音、视频系统展开会商，分析未来污染情况、成因。会商形式主要包括内部会商、部门会商和专家会商。

4.6.3 预警信息发布管理

建立统一的大数据发布审核机制，实现对发布大数据有效的监管，以电视、广播、报刊、杂志、网站、手机媒体、微博、移动电视等多种方式实现空气质量预报、预警信息的主动发布，为专业技术人员、环境相关部门及社会公众提供分级、分层、分权限的开放式的、图文并茂的空气质量信息查询服务，对不同的发布渠道要求采取不同的大数据发布方式。

4.7 预报信息查询与评估

4.7.1 预报结果查询和统计分析

预报结果查询和统计分析系统能够实现对环境空气污染物日均值和小时值空间分布、空气质量预报结果的统计和查询功能，同时提供天气和周边污染物的对比查询功能。

4.7.2 分析报表制作功能

根据监测大数据、气象大数据、空气质量业务大数据等，按照预定义的报表格式规范生成空气质量日报报表、空气质量周报报表、空气质量月报表、季报报表、年报报表等各类业务应用报表。为日常工作节省时间，提高工作效率；可以根据某一选定时间的

空气质量的监测大数据，进行插值，绘制污染物浓度空间分布图，可以选择等值线、颜色梯度等多种表达方式，并且实现图表结合。

4.7.3 预报结果后期评估

预报结果后期评估可实现对预报大数据与实测大数据的对比分析功能，以及多模式大数据动态图形对比、多模式大数据值对比和站点实测与模式预报结果的对比，从而能够以客观的对比大数据来确保预报趋势与预报大数据的准确性。实现对模式预报结果准确性的检验，发现模式系统存在的问题，并对模式系统做出调整。

5、项目建设成效

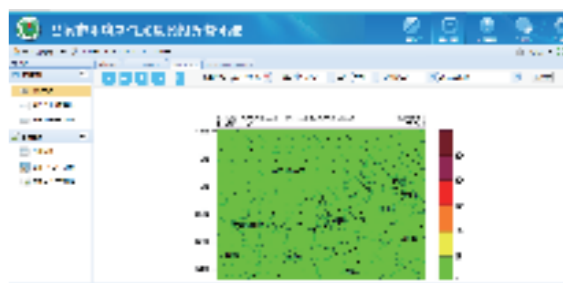
本项目综合考虑吕梁市环保信息化建设现状，在系统建设初期，根据不同硬件设施的性能及配置，对重污染天气监测预警系统的设计，并为硬件设备预留接口，当基础硬件设备采购后，能够通过预留的接口进行大数据对接和交互，以达到多模式集合预报系统和基础硬件设备相互契合，并根据用户单位的实际需求进行软件系统的开发，使软、硬件充分整合。系统开发充分符合业务需求，方便系统使用人员的实际应用，更好为环保业务服务，实现最佳使用效果。

根据吕梁市的重污染天气监测预警需要，本项目完成全面的系统集成，充分利用已建成并投入使用的业务系统，并预留未来其他环保信息系统之间的大数据接口。

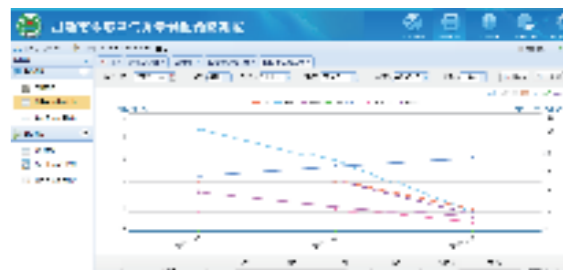
6、建设成果展示



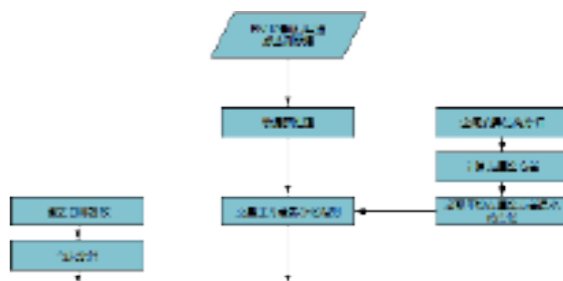
【图】2 实时空气质量结果展示



【图】3 空气质量区域预报结果展示



【图】4 单站多污染物浓度对比



【图】5 多站单污染物浓度对比

选自《宇图》期刊2016年总第9期

大气细颗粒物监测数据验证与空间分析

■ 文 - 谢涛¹ 陈亚新¹ 李岩²

(1. 中科宇图资源环境科学研究院, 北京, 100101; 2. 北京中科云谱物联技术有限公司, 北京, 100009)

【摘要】本研究基于北京市海淀区局部区域的光散色法大气细颗粒物在线监测设备, 获取2016年1月的大气细颗粒物浓度数据, 与同研究区内的国家空气质量在线监测同期数据进行对比验证, 通过高斯过程插值法进行空间分析与推断。研究表明, 研究区域较为中心的3个光散色法大气细颗粒物在线监测设备的数据, 与国家空气质量在线监测设备的数据形成显著的相关性, 小时值相关性 $R^2 > 0.8$, 日均值相关性 $R^2 > 0.9$, 方法可信度较高。基于研究区域所有的光散色法大气细颗粒物在线监测设备的数据, 以更适用的高斯过程插值法, 空间分析得到整个区域内任何点位的细颗粒物浓度数据, 生成逐小时的细颗粒物浓度热图。细颗粒物浓度热图可用于小微尺度污染区域识别、污染物传播路径还原和民众健康路径规划, 为城市区域小微尺度的环境风险评估提供数据基础。

【关键词】细颗粒物; 数据验证; 插值; 空间分析

1、研究区域概况

大气环境和人类生存息息相关。目前我国的大气环境污染问题已经十分严峻, 大气污染问题成为了经济社会发展的主要制约因素之一。目前, 以可吸入颗粒物 (PM_{10})、细颗粒物 ($PM_{2.5}$) 和臭氧 (O_3) 为特征的区域性大气环境问题日益突出, 区域内空气重污染现象大范围同时出现的频次日益增多, 严重制约社会经济的可持续发展, 损害人民群众身体健康, 影响社会和谐稳定。随着我国工业化、城镇化的深入推进, 能源资源消耗持续增加, 大气污染防治压力继续加大。其中, 细颗粒物的污染作为我国常态的首要污染物,

作为对大气能见度等有重要的影响的污染物, 一直是我国大气环境污染问题的最主要限制因素, 也一直受到国内外的广泛关注。

北京市是我国的首都, 是政治中心和文化中心。近十几年来, 北京市连续采取大气污染治理措施, 空气中主要污染物浓度逐年下降, 但大气污染物排放总量仍然超过环境容量, 空气质量与国家新标准和公众期盼依然存在较大差距, 大气污染复合型特征突出, 城市正常运转和市民日常生活产生的污染物所占比重越来越大, 大气污染防治形势仍然十分严峻。

在本研究中, 选取北京市海淀区局部区域 (以中

关村地铁站和海淀黄庄地铁站为中心区域), 研究区域范围约为东经 $116.29^\circ - 116.35^\circ$, 北纬 $39.96^\circ - 40.01^\circ$, 东西跨度约5公里, 南北跨度约4.5公里。本研究区域中有多种POI (Point of Information, 信息点) 类型, 包括道路、公园、小区、医院、商业区等类型, 具备城市区域环境的代表性, 适合作为研究区域。研究区域如图1所示。



图1 研究区域与监测点位图

2、数据与方法

2.1 数据来源

本研究的大气细颗粒物监测设备部署区域如图1所示, 区域内监测点位数为13个。大气细颗粒物监测设备采用激光传感器, 基于光散射法测定空气中的细颗粒物浓度。光散射法是根据颗粒物的散射光强度与其质量浓度成正比的原理工作的, 采用光散射法测定空气中的颗粒物浓度, 该方法具有快速、简便、能连续测定等特点, 能够便捷迅速的监测。本研究基于光散射法的大气细颗粒物监测设备, 连续测定研究区域的大气细颗粒物浓度数据。

本研究基于网络爬虫技术连续获取的环境保护部官方数据, 获取了本研究区域内唯一的国家空气质量在线监测点 (海淀万柳) 的基本信息与大气细颗粒物浓度数据, 作为对照。监测点基本信息如表1所示。

表1 对照监测点信息			
名称	经度	纬度	高度
海淀万柳	116.35	39.96	100

本研究的时间区间为2016年1月1日-1月31日, 共1个整月, 研究监测频次与对照监测频次均为每小时1次, 监测数据的单位均为微克/立方米 ($\mu g/m^3$), 下同。

2.2 空间分析方法

本研究中, 不同于只针对于监测点位所获取数据的研究, 本研究基于多种空间分析方法, 包括线性插值法、多项式 (三次样条) 插值法与高斯过程插值法, 做研究区域内13个研究监测点的空间分析, 实现监测数据的由点及面, 区域分析。

2.2.1 线性插值法

线性插值法是数学、计算机图形学等领域广泛使用的一种插值方法, 又名线性内插法。线性插值是根据一组已知的未知函数自变量的值和它相对应的函数值, 利用等比关系去求一种未知函数其他值的近似计算方法, 是一种求未知函数逼近数值的求解方法。在平面上, 线性插值法形成三角网, 三角网中每一个三角形的倾斜和标高都由定义这个三角形的三个原始数据点确定。

2.2.2 多项式插值法

多项式插值法是计算出一个公式 (通常是一个多项式) 的处理过程, 该公式的图形将通过一组给定的采样点计算得出。多项式插值法是一个具有一定快速确定性和平滑性的插值方法。多项式插值法不需要样本数据的假设。多项式插值法仅在定义邻域内的所有样点符合指定次序 (0次, 1次, 2次, 3次等) 的多项式。多项式三次样条插值则是通过一系列形值点的一条光滑曲线, 通过求解三弯矩方程组得出曲线函数组的过程。重叠邻域和每次预测的值, 就是在邻域中心拟合的多项式的值。

2.2.3 高斯过程插值法

高斯过程又称正态随机过程, 是一个随机过程, 其中任意随机变量的有限子集都满足多源高斯分

布。高斯过程为无参数模型，因而可以对输入参数的任意分布进行建模。

通常，定义一组随机变量的集合 $\{h(x) : x \in R^n\}$ 满足均值函数为 $m(\cdot)$ ，且协方差函数为 $k(\cdot, \cdot)$ 的高斯过程，如果对于其中任意有限元素集合 $x(1), x(2), \dots, x(m) \in R^n$ ，这些随机变量的联合分布满足公式 1 分布：

$$\begin{bmatrix} h(x_1) \\ \vdots \\ h(x_m) \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} m(x_1) \\ \vdots \\ m(x_m) \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} k(x_1, x_1) & \dots & k(x_1, x_m) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_m, x_1) & \dots & k(x_m, x_m) \end{bmatrix} \right)$$

在本研究中，可以将研究范围内的 PM2.5 分布当作一个随机分布，高斯过程可以动态地对任意时刻的数值进行建模，可以预测得出任何地点的 PM2.5 的数值。在空间推断模型中，将研究区域划分为若干网格区域并统计了各个网格中与空气质量相关的特征参数。这些特征参数包括 GPS 信息，温度、湿度数据，POI 信息。通常，一个网格区域会表现出与邻近网格相类似的空气质量情况。相类似的气象及地理环境的区域，PM2.5 等级也具有很大的相似性。

3、结果与讨论

3.1 数据验证

本研究选取了处于较为中心区域的 3 个研究监测点，分别位于北京市海淀区的中关村一桥、中关村南路、双榆树小区。研究监测点的具体信息如表 2 所示。

编号	名称	地址	经纬度	海拔
1	中关村一桥	北京市海淀区中关村一街	116.31, 39.98	118m
2	中关村南路	北京市海淀区中关村南路	116.31, 39.98	118m
3	双榆树小区	北京市海淀区双榆树	116.31, 39.98	118m

本研究基于中关村一桥、中关村南路和双榆树小区 3 个研究监测点的数据，同时引入国家空气质量在线监测点海淀万柳 1 个对照监测点的数据，进行验证分析。本研究选定了 2016 年 1 月 1 日 -1 月 31 日的

细颗粒物数据，进行研究。4 个点的细颗粒物监测数据的小时值变化曲线如图 2 所示，日均值变化曲线图如图 3 所示。

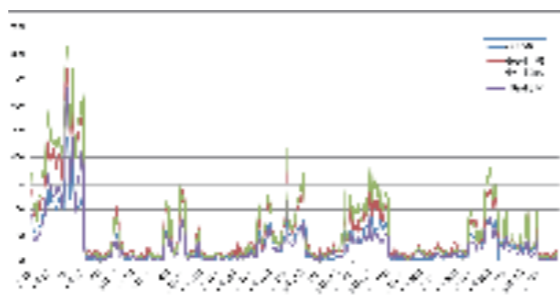


图 2 四个监测点细颗粒物小时数据变化

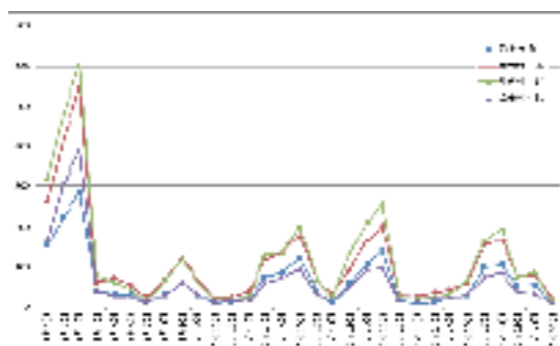


图 3 四个监测点细颗粒物日均值数据变化

由图 2 和图 3 可分析得出，在 2016 年 1 月，研究区域内 3 个研究监测点与 1 个对照监测点所监测到的细颗粒物小时数据与日均数据波动都较为明显，而且波动趋势基本相同。其中，研究监测点与对照监测点所测得的细颗粒物浓度最高值均出现在 1 月 3 日凌晨，中关村一街监测点达到 $743 \mu g/m^3$ ，中关村南路监测点达到 $827 \mu g/m^3$ ，双榆树小区监测点达到 $667 \mu g/m^3$ ，而海淀万柳监测点达到 $469 \mu g/m^3$ 。2016 年 1 月小时平均值，中关村一街监测点为 $114.6 \mu g/m^3$ ，中关村南路监测点达到 $124.3 \mu g/m^3$ ，双榆树小区监测点达到 $66.1 \mu g/m^3$ ，而海淀万柳监测点为 $65.6 \mu g/m^3$ 。无论是研究监测点还是对照监测点，绝大多数的数值是在 $<200 \mu g/m^3$ 的范围内。3 个研究监

测点之间比较，监测数据差异较为明显，很可能是因为 POI 和地理位置的不同，造成了不同地点的 $PM_{2.5}$ 数值存在较大的差异，

剔除掉 3 个研究监测点与 1 个对照监测点所监测数据的异常值（无数据），分析对照监测点与研究监测点的数据相关性，如图 4 和图 5 所示。

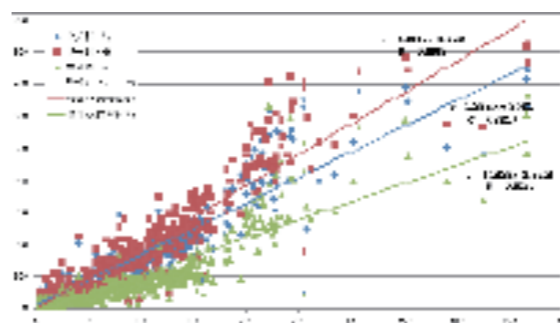


图 4 研究监测点与对照监测点小时数据相关性

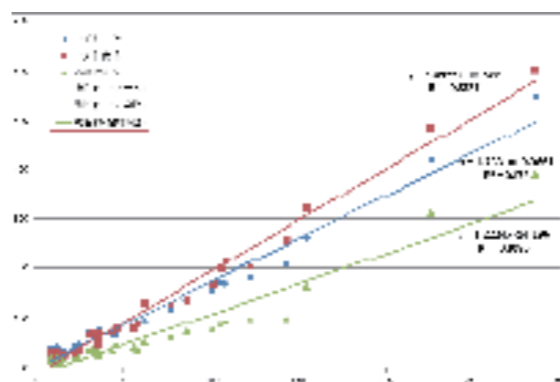


图 5 研究监测点与对照监测点日均值数据相关性

由图 4 和图 5 可分析得出，在 2016 年 1 月，研究区域内 3 个研究监测点与 1 个对照监测点所监测到的细颗粒物数据，小时数据相关性的 R^2 都大于 0.8，而日均值数据相关性的 R^2 都大于 0.9，均具备显著相关性。这说明，基于光散射法的大气细颗粒物监测设备的数据质量较高，在本研究区域中可以与国家空气质量在线监测设备的数据质量形成显著的相关性，方法可信度较高，在本研究区域内可以形成较强的监测能力。

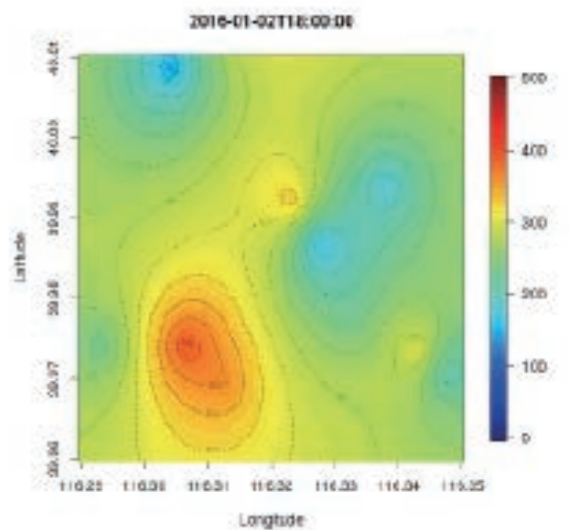
3.2 空间分析

基于多种空间分析方法，包括线性插值法、多项式（三次样条）插值法与高斯过程插值法，比较不同空间分析插值方法的适用性，结果如表 3 所示。

方法	RMSE		
	小时值	日均值	日均值
线性插值法	1.25	0.85	0.75
三次样条插值法	1.15	0.75	0.65
高斯过程插值法	1.05	0.65	0.55

表 3 列出了使用不同的规则得到的三种差值方法的误差（其中 x 表示绝对误差向量），可分析得出，高斯过程在测试中的误差表现要好于其他两种方法，这表明在空间 PM2.5 的分析推断方面，高斯过程具有很好的实用性。

在本研究中，形成了包括中关村一桥、中关村南路和双榆树小区 3 个点在内的 13 个基于光散射法的大气细颗粒物监测设备集合，连续测定研究区域的大气细颗粒物浓度数据。在与国家空气质量在线监测设备对照比较的基础上，光散射法可信度较高，具备显著相关性。本部分的空间分析，基于 13 个光散射法大气细颗粒物监测设备所获取到的 2016 年 1 月 1 日 -1 月 31 日的细颗粒物数据，通过高斯过程插值法，进行批量空间分析，得到整个区域内任何点位的细颗粒物浓度数据，并做成 2016 年 1 月 1 日 -1 月 31 日逐小时的细颗粒物浓度热图，其样例如图 6 所示。



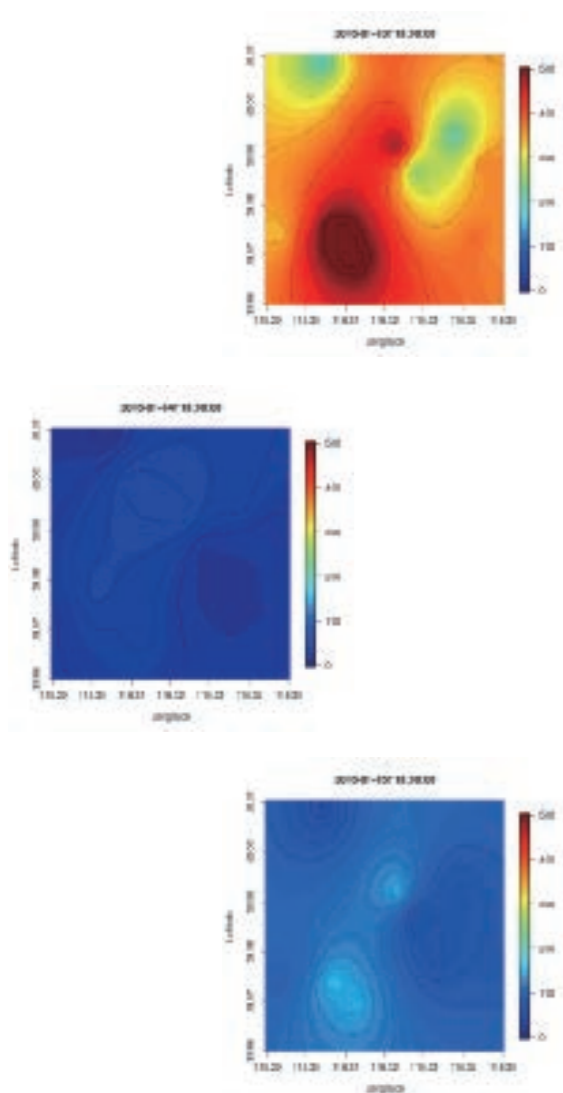


图6 1月2日-1月5日18时细颗粒物浓度热图

图6所示,为研究区域内1月2日-1月5日每日18时的细颗粒物浓度热图样例。在东西跨度约5公里,南北跨度约4.5公里的研究区域内,通过高斯过程插值算法,基于区域内13个监测点位数据,推断出整个研究区域内的细颗粒物浓度分布,形成研究区域内的细颗粒物浓度热图。

由图6中可以看出,1月2日-1月5日中的每日18时,整个研究区域内细颗粒物浓度的时空差异还是非常明显的,整个污染过程从加重到减轻与国家

空气质量在线监测数据趋势一致。1月3日的细颗粒物严重污染的情况实现了空间上的表达。

图6反映了在研究区域中间的中关村地铁站和研究区域西南部的巴沟地铁站,在污染加重的大趋势下,更容易受到细颗粒物的高浓度污染影响,而在区域西北部的海淀公园和区域北部的颐和园、北京大学和清华大学一带,更不容易受到细颗粒物的高浓度污染影响。形成这种现象的原因,可能是由于POI属性与周边环境不同,导致细颗粒物污染受到了不同的影响。这种现象,也可能是受到了北京冬季较弱的北风影响,风力不足以驱散整个区域的污染,造成了空气污染堆积的现象。

4、结论与展望

本研究基于北京市海淀区研究区域内的13个光散射法大气细颗粒物在线监测设备,获得了2016年1月每小时1次的大气细颗粒物浓度数据,与同研究区域内的国家空气质量在线监测数据进行对比验证,以高斯过程插值法进行空间分析与推断,生成2016年1月1日-1月31日逐小时的细颗粒物浓度热图。主要结论与展望有如下几个方面:

(1) 研究区域较为中心的3个光散射法大气细颗粒物在线监测设备的数据,经对比验证,可以与国家空气质量在线监测设备的数据形成显著的相关性,小时值相关性 $R^2 > 0.8$,日均值相关性 $R^2 > 0.9$,方法可信度较高。

(2) 基于研究区域所有的13个光散射法大气细颗粒物在线监测设备的数据,以更适用的高斯过程插值法,得到整个区域内任何点位的细颗粒物浓度数据,并生成逐小时的细颗粒物浓度热图。

(3) 逐小时的细颗粒物浓度热图具有广泛的用途,它可用于小微尺度污染区域识别、污染物传播路径还原和民众健康路径规划,为城市区域小微尺度的环境风险评价提供数据基础,最终有助于城市人居环境的改善。◆

选自《宇图》期刊2016年总第11期

河南省环境空气质量预测预警平台建设与应用

■ 文-徐春萌¹ 王玲玲² 马双良² 王晶晶² 张丽伟¹ 陈亚新¹

(1. 中科宇图资源环境科学研究院,北京,100101; 2. 河南省环境监测中心站,郑州,450000)

【摘要】近年来,河南省各地市面临着严重的大气污染问题,而环境空气质量预测预警平台的建设是河南省环境监测中心站在空气质量预报及相关业务领域的必要而紧迫的业务需求。中科宇图科技股份有限公司紧密围绕客户需求,构建河南省环境空气质量预报预警系统平台,实现河南省环境监测、数据分析、空气质量预测预报、污染来源解析与去向追踪,为区域大气污染联防联控和公众信息服务提供重要技术支撑。平台实现了与环保部中国环境监测中心站以及气象部门等相关部门的信息共享和数据对接,同时为大气污染联防联控政策制定和实施及会商工作提供重要技术支撑、并为各地市预报预测业务开展提供技术指导。这对实现环境空气质量的长期改善目标,提升河南形象、创建生态文明、建设宜居环境具有重要科学意义和社会文化价值。

【关键词】空气质量; 预测预警; 技术支撑; 河南省

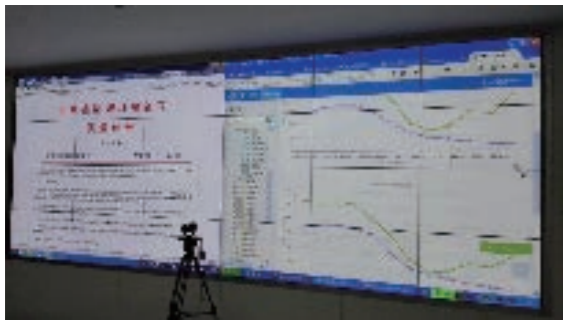
1、前言

近年来,大气重污染事件的多次、持续发生引发了公众、舆论和中央等各个层面对于大气污染的极大关注。在新的《环境空气质量标准(GB3095-2012)》及评价方法发布及试运行后,严峻的污染形势对我国大气污染防治工作提出了更高的要求,也为以往以牺牲环境为代价的经济发展模式敲响了警钟。

导致我国大气污染形势严峻的根本原因,是大气污染特征发生了本质性的变化。由于社会经济和城镇化的快速发展,主要城市群正经历由过去比较单一的大气污染向大气复合污染快速转变。以 $PM_{2.5}$ 、 O_3 为特征的区域性复合空气污染日益突出,污染源排放及其

影响的地域跨越了城市甚至省际的行政边界,总体呈现出区域性和二次污染日趋显著的特征。这种以 $PM_{2.5}$ 和 O_3 为代表的二次污染已逐渐成为阻碍我国城市和区域空气质量改善的主要瓶颈。

河南省是我国的经济大省、人口大省、农业生产大省、新兴工业大省,位于中国中东部,黄河中下游,是中华民族的发祥地之一,是中原经济区的重要组成部分,其地位十分重要。改革开放以来,河南经济快速发展,经济总量大幅提升,人民群众物质生活质量得到极大改善。然而,粗放型的经济发展方式不可避免地导致了环境质量日渐恶化,近年来尤以大气污染最为受到关注。工业污染源、机动车保有量、城市建筑工地数量和油气、溶剂挥发污染等的快速增长,叠



加区域煤烟型污染，使得大气中污染物类型和浓度的时空变化更加复杂。在静稳天气条件下，区域复合污染极易持续积累，能见度持续下降，造成严重的区域大气灰霾事件。河南各地市产业结构、工业发展水平、能源利用水平、城市规划及气候条件等存在较大差异，这就决定了河南各地市大气污染程度的差异性，但总体来说河南各地市大气污染在全国来说都是比较严重的。严重的大气污染问题已成为影响河南形象、限制区域经济发展和威胁人民健康水平等的重要因素，从民间到领导层都有共识需要有所作为。

2014年，河南省政府在《河南省蓝天工程行动计划》中对河南省开展重污染天气预报预警工作做了部署：环保、气象部门要合作建设重污染天气监测预警体系。同年10月，省政府在《河南省重污染天气应急预案》中进一步明确了环保和气象部门的职责和工作程序，环保厅负责重污染天气预报工作。2015年河南省重点环保工作进一步明确了监测处和监测中心负责落实建立空气质量预报预警体系，实现预报的目标。

2、项目概况

中科宇图科技股份有限公司围绕河南省环境监测中心站在空气质量预报及相关业务领域的需求，按照《环境空气质量预报预警方法技术指南》和《环境空气质量预报预警业务工作指南》文件要求，构建河南省环境空气质量预报预警系统平台。河南省环境空气质量预报预警系统的建设目标是集成先进的CMAQ、WRF-Chem、CAMx、CUACE等模型计算技术、3S技术、

网络技术、可视化协同会商技术等，结合空气质量预报预警工作的实际需求，建立完善的空气质量预报预警体系，构建先进模型系统，实施风险评估、风险预警，提高空气质量预报准确率，实现重污染天气及时预警，避免或降低严重污染天气的危害，保障公众的生命财产安全，促进社会经济的全面、可持续发展。

为积极响应国家大气污染防治的行动计划要求，加快开展河南省空气质量预报预警工作的推进，通过建立河南省级环境空气质量预报预警平台，实现河南省环境监测、数据分析、空气质量预测预报、污染源解析与去向追踪，为区域大气污染联防联控和公众信息服务提供重要技术支撑；同时实现与环保部中国环境监测中心站以及气象部门等相关部门的信息共享和数据对接。

平台除了能满足广大人民群众获取空气质量的预报预警信息，以方便为日常出行提供参考的要求，还可以满足管理部门及时掌握空气质量和大气污染发展态势的需求，同时为大气污染联防联控政策制定和实施及会商工作提供重要技术支撑、并为各地市预报预测业务开展提供技术指导。这对实现环境空气质量的长期改善目标，提升河南形象、创建生态文明、建设宜居环境具有重要科学意义和社会文化价值。

3、系统构架

本项目总体架构设计充分考虑未来业务的扩展需求，采用模块化的核心思想来构建可扩展总体框架，并在此基础上，降低模块间的耦合性，提高模块的复用性。按照“共享平台+模块化系统”建设思想进行框架设计，依托统一的环境信息标准规范体系、信息化运维管理体系和信息化安全保障体系，基础软硬件支撑平台，考虑与相关系统平台集成对接，利用已有的信息化成果，对于新的功能模块构建在新的底层应用框架上，实现数据共享。采用B/S模式和J2EE架构，遵循SOA架构、系统间使用Web Service方式进行调用，权限的设计遵循RBAC模式。

基于总体建设目标，按照高性能计算机平台所做的技术开发架构如下图所示：



图1 总体架构图

4、系统功能

搭建河南省区域环境空气质量预报预警业务平台，实现以污染源清单驱动的、与中尺度气象模式耦合的河南省区域环境空气质量多模式数值预报，平台具有空气质量相关性分析、区域污染源解析、污染去向追踪等功能。平台由多个子系统构成，包括综合数据应用子系统、数值预报模式排放清单子系统、环境空气质量日报/预报子系统、预报结果业务化和检验评估子系统、重污染预警支持子系统、预报信息服务子系统等，其中环境空气质量日报/预报子系统将采用5种国内外应用较为成熟的数值模型，以及针对河南省18个省辖市开发的统计模型。

4.1 空气质量功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的空气质量功能包括了空气质量综合分析，城市监测数据，站点监测数据，气象监测数据，省均值统计数据，污染源监测数据，气象监测数据，超级站检测数据的分析展示功能。



图2 城市监测数据对比



图3 城市监测数据月度总结

4.2 综合数据功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的综合数据功能包括韩国陆地天气图，韩国气象厅，欧洲气象厅，实况数据图，数值预报图，天气预报图，环境气象公报，每日天气提示的获取、分析与展示功能。

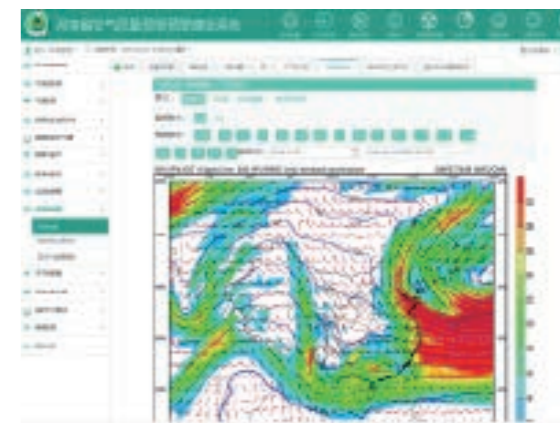


图4 T639L60 气象图



图5 全国霾预报图

4.3 遥感监测功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的遥感监测功能，可支持针对颗粒物和二氧化硫等气态污染物的卫星遥感反演，反演空气浑浊度、总悬浮颗粒物浓度、可吸入颗粒物浓度产品，大气痕量气体产品，为区域环境空气质量评价提供依据。



图6 近地面细颗粒物遥感监测结果



图7 痕量气体遥感监测结果

4.4 模式预报功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的模式预报功能，其中包括了空气质量数值预报，空气质量统计预报，WRF气象预报，空气质量多模式集合预报等功能。

其中，同时使用两个或两个以上的空气质量数值模式，把这几个子集合预报的值汇成一个确定性的结果，称为空气质量多模式集合预报。多模式集合预报系统 (Multi-model ensemble forecast system)：区域空气质量模式包括多个环境空气质量预测模式

(例如 CMAQ+CAMx+NAQPMS 模式)，系统采用统一的模式区域设置，使用统一污染排放清单及排放处理过程 (SMOKE)，并由统一气象模式 (WRF) 产生统一气象驱动，以减小由于气象、排放处理的不一致引起模式性能差异，可更客观评价不同空气质量模式模拟效果优异，并以此为基础发展合理的多模式集成预报方案，如算术集合平均、权重集成方法等。



图8 多模式集合预报框架图

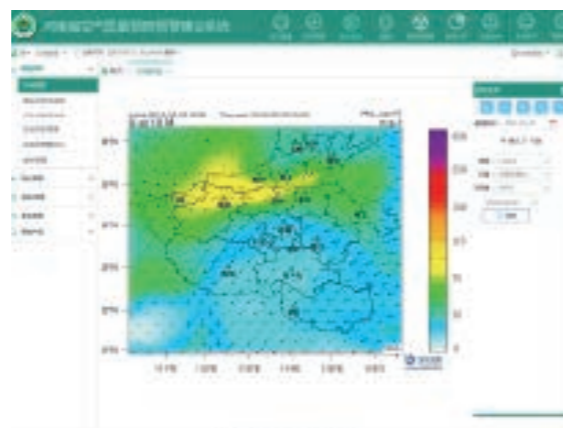


图9 模式预报结果

4.5 源清单功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的源清单功能包括了源清单总体概览，源清单分类统计，工业点源统计、展示与分析，机动车源统计、展示与分析等功能。

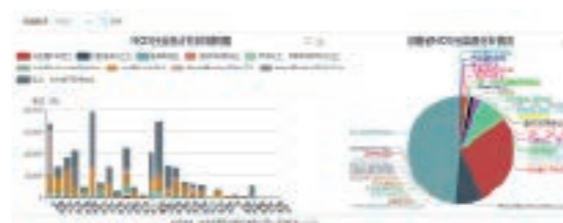


图10 工业点源行业统计图

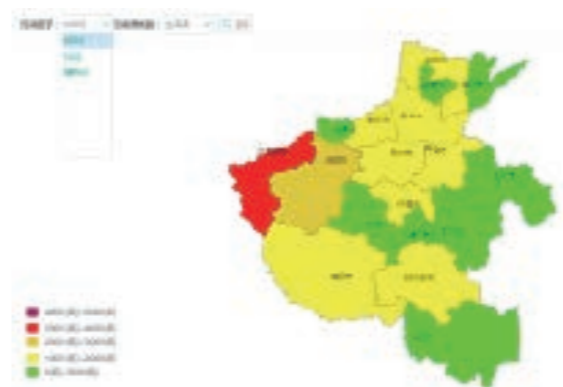


图11 生活源清单分布图

4.6 重污染预警功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的重污染预警功能，包括了污染源贡献，污染分析，情景分析，典型案例库等功能。



图12 重污染过程分析

4.7 信息发布功能

河南省环境空气质量预测预警平台所具备的信息发布功能，包括了网站发布，短信发布以及手机客户端 APP 发布。本平台的特色就是手机客户端 APP 发布。



图13 APP 实时监测展示

5、项目成效

河南省环境空气质量预测预警平台从开始建设至今，在不断开发集成的基础上，已经业务化运行 1 年的时间。建立河南省级环境空气质量预报预警平台，实现了河南省环境监测、数据分析、空气质量预测预报、污染源解析与去向追踪，为区域大气污染联防联控和公众信息服务提供重要技术支持；同时实现与环保部中国环境监测中心站以及气象部门等相关部门的信息共享和数据对接。平台对实现环境空气质量的长期改善目标，提升河南形象、创建生态文明、建设宜居环境具有重要科学意义和社会文化价值。◆

选自《宇图》期刊 2016 年总第 11 期

平顶山主城臭氧污染特征及气象因子分析

■ 王振楠, 王建党, 王彬, 李研, 边帅鹏, 孙天宝
中科宇图科技股份有限公司, 北京 100101

摘要: 基于2017-2019年平顶山市臭氧的浓度监测数据和气象资料, 分析了平顶山市的臭氧污染特征及气象因子对臭氧污染的影响。结果表明, 平顶山市全年及超标日臭氧日变化均呈单峰分布, 峰值出现在15:00左右, 超标日高值持续时间更长, 峰值浓度与全年相比相差较大。全年臭氧污染情况呈明显的季节变化特征, 其中夏季>春季>秋季>冬季, 超标日主要集中在夏季、春末以及初秋。臭氧浓度与气温呈正相关性, 臭氧污染过程往往出现在气温大于20℃时。相对湿度越高, 臭氧浓度越低, 不易发生臭氧污染。臭氧超标日盛行偏南风, 且低风速更容易产生高浓度的臭氧污染。无雨或少雨天气是臭氧污染发生的重要条件, 降水量与臭氧浓度呈负相关关系, 有降雨出现时臭氧浓度整体水平较低。能见度与臭氧浓度表现出良好的正相关关系, 能见度高时, 往往是天气晴朗, 太阳辐射强, 高温低湿的气象条件, 有利于大气光化学反应, 使得臭氧浓度增加。平顶山市臭氧超标日常伴随着一系列气象条件变化, 包括晴天少雨、气温升高, 湿度降低、风速变小等, 污染结束往往伴随相反的气象变化。

关键词: 平顶山; 臭氧; 气象因子; 风速; 降水量; 湿度

近年来, 随着我国社会经济的发展, 城市规模的扩大以及机动车保有量的激增, 近地面臭氧污染问题日益突出。研究表明, 近地面臭氧除少量由平流输入外, 主要由人为和自然排放产生的挥发性有机物(VOCs)、氮氧化物(NO_x)等前体物光化学反应生成^{[1][2][3]}。臭氧不仅对人类健康和植物生长具有危害, 对气候变化也有较大的影响^{[4][7]}。因此, 目前对于O₃研究备受国内外学者的广泛关注。

O₃浓度高低除了与相关前体物浓度有关外, 也会受气象因素的显著影响。一般认为, 臭氧污染事件常出现在气温高、辐射强、相对湿度小的条件下, 但受多种因素影响, 不同地区引起光化学污染的气象条件会有所不同^{[8][9]}。有研究表明, 气温高、日照长、辐射强、气压低、湿度小、西北偏西至西南偏西风是广州地区近地面产生高

浓度O₃的主要气象因素, 与风速相关性不大^[10]; 在香港地区臭氧污染往往伴随晴天少雨、辐射增强、边界层高度增加、相对湿度降低、风速变小以及气温升高等气象特征^[11]; 对北京来讲, 超标日O₃浓度与气压、湿度、能见度呈负相关关系, 与风速、温度呈正相关关系^[12]; 紫外线较强的晴天、温度较高时郑州地区臭氧浓度较高, 容易发生臭氧污染, 而在雨雪天气、阴天和灰霾天气时臭氧浓度较低^[13]。总体来讲说, 臭氧污染的发生是多种因素共同作用的结果, 不同地区影响臭氧浓度的气象条件具有一定差异。

平顶山市位于河南省中南部, 是中原经济区重要的能源和重工业基地, 污染物排放强度高, O₃污染日益严重。本文对平顶山市主城区2017年至2019年近地面O₃和气象因子的观测数据进行整理, 分析了不同季节及不同时刻O₃

浓度变化特征以及气象因子对污染过程的影响, 并探讨臭氧浓度与多种气象因子之间的关系, 以期平顶山地区控制臭氧污染以及防治工作提供参考依据。

1 数据来源及方法

本文所使用的数据来源于河南省城市环境空气质量自动监控系统, 其中臭氧浓度数据使用2017年1月1日至2019年12月31日平顶山市主城区4个环境空气质量自动监测国控站(包括平顶山工学院、规划设计院、新华旅馆、规划局)的逐时及逐日监测数据, 气象数据包括气温、相对湿度、降水量、风速、风向和大气压逐日监测数据。并采用SPSS等软件对以上数据进行统计分析, 使用Origin、MeteoInfolab进行绘图。

2 结果与讨论

2.1 平顶山市臭氧污染特征

2.1.2 臭氧日变化特征

2017年至2019年平顶山市城区臭氧小时浓度监测值在3~318 μg·m⁻³之间。从图1可知, 臭氧浓度日变化具有明显的单峰型变化规律, 白天浓度明显高于夜间。臭氧浓度在7:00~8:00达到最低值, 之后随着太阳辐射强度的增强, 臭氧浓度逐渐升高, 在15:00左右达到最大浓度, 之后随着太阳辐射强度的减弱逐渐下降。臭氧超标日臭氧浓度与全年日变化相比, 高值持续时间更长, 且峰值浓度与全年相比相差较大, 约为78 μg·m⁻³; 谷值出现时间与全年保持一致, 浓度与全年相差14 μg·m⁻³左右, 远低于峰值差距。超标日光化学反应较激烈, 臭氧在午间迅速生成并不断积累, 从而引发臭氧污染。

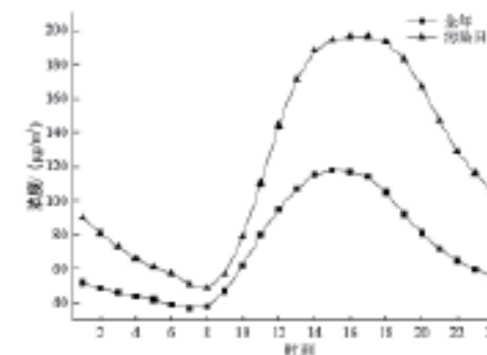


图1 平顶山市2017-2019年 全年及臭氧污染日臭氧小时浓度的日变化图

2.1.2 臭氧月变化特征

由2017年至2019年平顶山市城区的日最大8h平均浓度(MDA8)月均浓度图(图2)可知, 平顶山市主城区臭氧浓度整体呈现出明显的季节变化特征, 其中夏季>春季>秋季>冬季。从月均浓度来看, 呈单峰变化趋势, 最大月均浓度出现在6月, 达176 μg·m⁻³, 最小月均浓度出现在12月(38 μg·m⁻³)。

从年际变化来看, 臭氧超标日(臭氧MDA8浓度>160 μg·m⁻³)集中在5月至9月, 其中6月份臭氧超标天数最多, 占总臭氧超标总天数的30.1%, 其次是8月, 占比18.7%, 5月、7月以

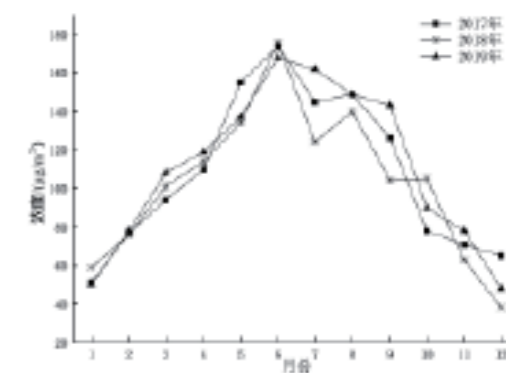


图2 平顶山市2017-2019年MDA8月均浓度变化趋势

于大气光化学反应,使得臭氧浓度增加。0~5km时,臭氧MDA8浓度最低,为 $104\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,之后随能见度增加,臭氧浓度快速增加,当能见度大于10km时,臭氧MDA8浓度增加趋势变缓,在15~20km达到最大,之后随着能见度增加,臭氧MDA8浓度有微小回落。能见度在一定范围(0~20km)时,臭氧污染随能见度的增加而加重。高能见度的情况下,往往扩散条件较好,不利于臭氧及其前体物积累与生成,臭氧浓度有下降趋势。

表4 不同降水区间臭氧MDA8浓度和秩相关系数

日降水 mm	频率 %	臭氧MDA8平均浓度 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	O ₃ 超标率 %	秩相关系数 -
>50	0.46	104	0	-
25-50	2.07	95	0	0.10
10-25	4.61	93	0	-0.21
5-10	5.76	114	12.90	0.29
0-5	20.28	115	11.36	-0.24
晴天	67.00	141	53.82	-
全部	100	146	39.22	-0.56

表5 不同能见度区间臭氧MDA8浓度和秩相关系数

能见度 km	频率 %	臭氧MDA8平均浓度 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	O ₃ 超标率 %	秩相关系数 -
>25	15.25	150	32.86	0.10
20-25	20.04	140	71.54	0.10
15-20	22.66	156	48.68	-0.06
10-15	20.04	153	51.80	0.02
5-10	16.78	128	28.57	0.20
≤5	5.23	104	26.83	0.25
全部	100	146	39.22	0.16

2.2.6 臭氧超标日前后的气象条件变化

本节从污染过程的角度,分析平顶山市臭氧超标日及前后2d各种气象因子的综合变化情况。将平顶山市2017年至2019年臭氧超标日及前后2d的各项污染因子进行算术平均(若有连续污

染时间,前后两天按照污染过程的前后2d计算),结果表明(表6),平顶山市臭氧超标日当天高温、少雨、低湿、静稳,日平均气温为 26.6°C ,相对湿度62.4%,平均风速2.4m/s。

表6 臭氧超标日前后5d的气象要素

参数	前2d	前1d	超标日	后1d	后2d
MDA8浓度	125	138	186	127	117
平均风速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	3.8	2.9	2.4	3.2	3.1
降水量/mm	6.27	2.82	8.21	5.30	8.12
平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	24.1	24.3	26.6	24.6	23.3
相对湿度/%	72.1	67.1	62.4	71.0	76.0
能见度(km)	17	19	17	16	16
气压(hpa)	991.22	996.10	990.87	991.30	991.74

对臭氧超标日前后共5d的气象参数进行简单的标准化处理,比较臭氧超标日发生、结束过程伴随的气象条件变化。标准化公式如下:标准化数据=(原始数据/原始数据均值) $\times 100$

将臭氧超标日及前后2d的气象参数进行标准化处理后(图5),发现臭氧超标日常伴随着一系列气象条件变化,包括气温升高、降水量减少、湿度降低、风速变小等,臭氧能够快速生成并不断积累,从而出现了污染,与污染形成过程相比,结束过程的气象要素变化速度更快,这与赵伟等研究结果相似^[11]。

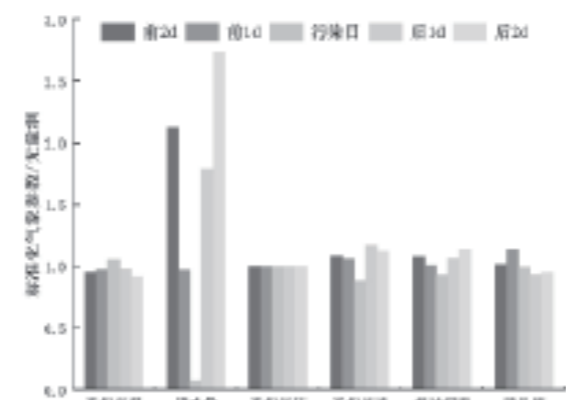


图5 臭氧超标日前后5d的标准化气象变化情况

3 结论

(1) 全年及超标日臭氧日变化均呈单峰分布,午后浓度较高,峰值出现在15:00左右,谷值出现在7:00~8:00;超标日高值持续时间更长,且峰值浓度与全年相比相差大;谷值浓度与全年相差 $14\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 左右,远低于峰值差距。平顶山市臭氧浓度及污染情况呈现出明显的季节变化特征,其中夏季>春季>秋季>冬季。超标日主要集中在春末、夏季以及初秋,其中夏季超标占比达63.7%,从月均浓度来看,呈单峰变化趋势,最大月均浓度出现在6月,最小月均浓度出现在12月。

(2) 当气温 $<30^{\circ}\text{C}$ 时,平顶山臭氧浓度与气温呈正相关性。臭氧污染过程往往出现在气温 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 时,且在 $25 \leq t < 30^{\circ}\text{C}$ 之间相对超标率最高。绝大多数情况下,相对湿度与臭氧浓度呈负相关关系,相对湿度越高时,臭氧浓度越低,且不易发生臭氧污染。平顶山市臭氧超标日往往盛行偏南风,当日均风速 $\leq 2\text{m/s}$ 时,臭氧MDA8浓度及相对超标率均最高,且风速与臭氧MDA8浓度呈负相关关系,低风速更容易产生高浓度的臭氧污染。

(3) 无雨或少雨天气是臭氧污染发生的重要条件,降水量与臭氧浓度呈负相关关系,有降雨出现时臭氧浓度整体水平较低,降雨时易出现云量增多,风速增强等天气现象,不利于臭氧生成和积累,且污染物易发生湿沉降从大气中清除。能见度与臭氧MDA8浓度表现出良好的正相关关系,能见度高时,往往是天气晴朗,太阳辐射强,高温低湿的气象条件,有利于大气光化学反应,使得臭氧浓度增加。

(4) 臭氧超标日常伴随着一系列气象条件变化,包括晴天少雨、气温升高、降水量减少、湿度降低、风速变小等,这些因素导致光化学反

应增强,臭氧快速积累,造成臭氧污染事件。相反超标日结束时往往会伴随降温、降雨、湿度增大、风速增大等气象特征,这些因素一方面削弱了臭氧的光化学反应过程,另一方面加快了臭氧以及前体物的稀释与扩散,最终导致本地臭氧浓度迅速下降。

参考文献 (References):

[1] The Royal Society. Ground-level Ozone in the 21st century: future trends, impacts and policy implications[R]. Royal Society policy document, 15/08, RS1276. London: Royal Society.

[2] 吴兑, 耿福海, 张小玲, 等. 2015a. QX/T240-2014 光化学烟雾判识[S]. 北京: 中国标准出版社.

Wu Dui, Geng Fuhai, Zhang Xiaoling, et al. 2015a. qxt240-2014 photochemical smog identification [S]. Beijing: China Standard Press.

[3] Zou Y, Deng X J, Zhu D, et al. Characteristics of 1 year of observational data of VOCs, NOx and O₃ at a suburban site in Guangzhou, China [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2015, 15(12): 6625-6636.

[4] 唐孝炎, 张远航, 邵敏. 大气环境化学[M]. (第二版). 北京: 高等教育出版社, 2006.

Tang Xiaoyan, Zhang Yuanhang, Shao Min. Atmospheric Environmental Chemistry (Second Edition). Beijing: Higher Education Press, 2006.

[5] 晋乐飞, 冯斐斐, 段丽菊, 等. 臭氧对呼吸系统影响研究进展[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(5): 685-689.

Jin Lefei, Feng Feifei, Duan Liju, et al. Advances in research on the effects of ozone on respiratory system. China public health, 2015, 31(5): 685-689.

[6] 陈仁杰, 陈秉衡, 阚海东, 等. 上海市近地面臭氧污染的健康影响评价[J]. 中国环境科学. 2010. 30(5): 603-608.

Chen Renjie, Chen Bingheng, Kan Haidong, et al. Health impact assessment of near-surface ozone pollution in Shanghai [J]. Environmental Science, 2010, 30(5) : 603-608

[7] IPCC. Climate Change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment report of the intergovernmental panel on climate change[M].Cambridge,UK: Cambridge University Press, 2013.

[8] 刘建, 吴兑, 范绍佳, 等. 前体物与气象因子对珠江三角洲臭氧污染的影响 [J]. 中国环境科学, 2017, 37 (3) : 813- 820.

Liu Jian, Wu Dui, Fan Shaojia, et al. Effects of precursors and meteorological factors on ozone pollution in the Pearl River Delta. Environmental Science, 2017, 37(3) : 813-820.

[9] 杜勤博, 吴晓燕, 郑素帆, 等. 气象因素对汕头市大气 O₃ 污染的影响 [J]. 气象与环境科学, 2019, 42(4) :83-89.

Du Qinbo, Wu Xiaoyan, Zheng Sufan, et al. Influence of meteorological factors on atmospheric O₃ pollution in Shantou [J]. Weather and environmental science, 2019, 42(4) : 83-89.

[10] 黄俊, 廖碧婷, 吴兑, 等. 广州近地面臭氧浓度特征及气象影响分析 [J]. 环境科学学报, 2018, 38(1) : 23-31.

Huang Jun, Liao Biting, Wu Yue, et al. Guangzhou ground level ozone concentration characteristics and associated meteorological factors[J].Acta Scientiae Circumstantiae, 38 (1):23-31.

[11] 赵伟, 高博, 刘明, 等. 气象因素对香港地区臭氧污染的影响 [J]. 环境科学, 2019, 40(1) :55-66.

Zhao Wei, Gao Bo, Liu Ming, et al. Impact of Meteorological Factors on the Ozone Pollution in Hong Kong[J].Environmental Science, 2019, 0(1) :55-66.

[12] 程念亮, 李云婷, 张大伟, 等. 2014年北京市城区臭氧超标日浓度特征及与气象条件的关系 [J]. 环境科学, 2016, 37(6) :2041-2051.

Cheng Nianliang, Li Yunting, Zhang Dawei, et al.Characteristics of Ozone over Standard and Its Relationships with Meteorological Conditions in Beijing City in 2014[J].Environmental Science, 2016, 37(6) :2041-2051.

[13] 杨书中, 宋晓焱, 彭竹琴, 等. 郑州市西郊臭氧浓度变化特征分析 [J]. 生态环境学报, 2016, 25(11) :1748-1754.

Yang Shushen, Song Xiaoshen, Peng Xiaoqin, et al.Feature Analysis of the Variation of Ozone Concentration Over the Western Suburb of Zhengzhou[J].Ecology and Environmental Science, 2016, 25(11) :1748-1754.

[14] 齐艳杰, 于世杰, 杨健, 等. 河南省臭氧污染特征与气象因子影响分析 [J]. 环境科学, 2020, 41(2) : 587-599.

Qi Yanjie, Yu Shijie, Yang Jian, et al. Analysis of Characteristics and Meteorological Influence Factors of Ozone Pollution in Henan Province[J]. Environmental Science, 2020, 41(2) : 587-599.

[15] 杨娜, 王春迎, 刘孟雄, 等. 洛阳市臭氧污染特征及其与气象因子的关系 [J]. 气象与环境科学, 2019, 42(4) :90-95.

Yang Na, Wang Chunying, Liu Mengxiong, et al.Characteristics of Ozone Pollution in Luoyang and Its Correlation with Meteorological Elements[J].Meteorological and Environmental Sciences, 2019, 42(4) :90-95 ◆

选自《宇图》期刊 2021年总第27期

资源环境大数据助力丽江生态环境建设

■ 姚新

中科宇图科技股份有限公司 董事长 / 总裁 教授级高工
北京中科创新研究院生态环境大数据研究中心 主任

新世纪以来,随着互联网、物联网、云计算、智能GIS等高科技手段的快速发展,在世界范围内带来了一场数字革命,提出了“数字地球”、“数字政府”、“数字城市”、“数字环保”等新概念,引发了一场思维方式、行为模式与治理理念的全方位变革,核心在于“用数据获取新知、用数据支撑决策、用数据提升管理效率、用数据驱动创新”。本次丽江市“数字治理与城市更新发展”系列报告会的开展,抓住了城市管理的牛鼻子。

一、生态文明建设对生态环境大数据建设提出了新要求

十九大报告提出:生态文明建设是中华民族永续发展的千年大计。绿水青山就是金山银山。党中央、国务院高度重视大数据在推进生态文明建设中的地位和作用。习近平总书记明确指出,要推进全国生态环境监测数据联网共享,开展生态环境大数据分析。李克强总理强调,要在环保等重点领域引入大数据监管,主动查究违法违规行为。习近平总书记特别强调:善于获取数据、分析数据、运用数据,是领导干部做好工作的基本功。

2016年环保部印发了《生态环境大数据建设总体方案》。李干杰部长强调:要在信息化工作极端重要性上统一思想认识,信息化是生态环境工作的重要组成部分和支撑保障,直接关系到生态环境部门的履职能力;要在生态环境信息化目标任务上统一思想认识,实现“大系统、大平台、大数据”这个最终目标,就是要建设“一张网、一朵云、一套数、一张图”。

其核心建设目标,一是要实现生态环境综合决策科学化。将大数据作为支撑生态环境管理科学决策的重要手段,实现“用数据决策”。利用大数据支撑环境形势综合研判、环境政策措施制

定、环境风险预测预警、重点工作会商评估,提高生态环境综合治理科学化水平,提升环境保护参与经济发展与宏观调控的能力。

二是要实现生态环境监管精准化。充分运用大数据提高环境监管能力,助力简政放权,健全事中事后监管机制,实现“用数据管理”。利用大数据支撑法治、信用、社会等监管手段,提高生态环境监管的主动性、准确性和有效性。

三是要实现生态环境公共服务便民化。运用大数据创新政府服务理念和服务方式,实现“用数据服务”。利用大数据支撑生态环境信息公开、网上一体化办事和综合信息服务,建立公平普惠、便捷高效的生态环境公共服务体系,提高公共服务共建能力和共享水平,发挥生态环境数据资源对人民群众生产、生活和社会活动的服务作用。

二、对生态环境大数据平台构建的理解

《生态环境大数据建设总体方案》明确,生态环境大数据平台就是要构建:“一个机制”、“两套体系”、“三个平台”。

一个机制:即:生态环境大数据管理工作机制,包括数据共享开放、业务协同等工作机制,

以及生态环境大数据科学决策、精准监管和公共服务等创新应用机制，促进大数据形成和应用。

两套体系：即：组织保障和标准规范体系为大数据建设提供组织机构、人才资金及标准规范等体制保障；统一运维和信息安全体系为大数据系统提供稳定运行与安全可靠等技术保障。

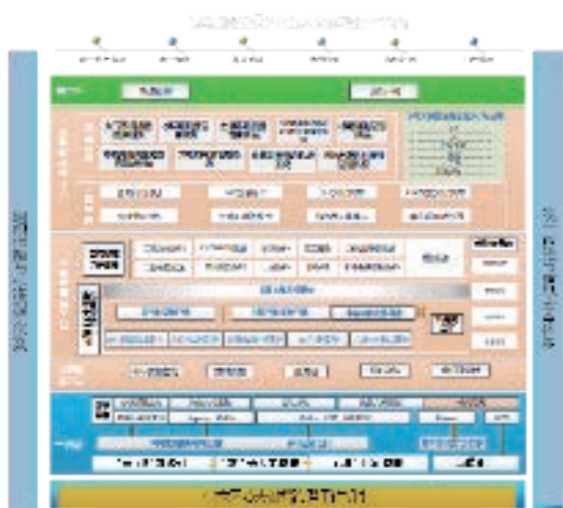


图1：生态环境大数据建设总体架构图

三个平台：即：生态环境大数据平台分为基础设施层、数据资源层和业务应用层。其中，大数据环保云平台是集约化建设的IT基础设施层，为大数据处理和应用提供统一基础支撑服务；大数据管理平台是数据资源层，为大数据应用提供统一数据采集、分析和处理等支撑服务；大数据应用平台是业务应用层，为大数据在各领域的应用提供综合服务。

大数据应用平台一般常见的要集成十大应用系统，如图2：

建立大数据体系基础在于，通过“一张网”获取环境监测的感知情报。核心在于通过“一朵云”——建立数据处理体系，来规范数据处理要求和程序。通过“一套数”——建立数据管理体系，对数据进行统一管理、存储、调度和数据交换，同时，积累数据资源。



图2：大数据应用平台十大应用系统

在获取数据的基础上，可通过“一张图”，建立地理信息支撑平台。说清环境现状与演变趋势，说清污染排放现状与其对环境的影响，说清环境保护工作和工作完成情况，说清并预警环境问题，辅助便捷决策。

三、生态环境大数据平台支撑生态环境建设实践

近年来，中科宇图公司适应国家和省市生态环境大数据建设发展需求，先后参与了“国家流域水环境管理大数据平台”、“国家“一带一路”生态环保大数据项目”、“国家环保部“三线一单”共享数据系统”、“环保部生态环保大数据遥感平台”、“环保部大气污染监管平台”、“环保部基于大数据的精准环境监察项目”、“浙江省生态环境大数据项目”、“北京昌平环境监管综合化信息平台项目”、“河南平顶山精准治霾项目”、“湖北咸宁的系统治水项目”、“湖北十堰市智慧环保项目”等几十个项目的承建工作。

工作实践使我们感受到，对于一个城市来说，要抓好生态环境建设，应该积极探索基于生态环境大数据的“精准治霾+系统治水+科学治土+生态保护+智慧管理”的生态环境保护新模式，实现生态环境治理的科学化、精准化！

例如，我们在平顶山实施的“精准治霾”项目。通过采取“精准找源”+“精准分析”+“精准施策”+“专家服务”的治理模式。专家组实

时关注数据，微信群实时调度，多部门及时响应，联防联控，以时保日、以日保周、以周保月，保良争优，成绩显著。2017年度，在全省18个省辖市中，按责任目标完成情况排名，分别位列第9、7、10名，比上半年分别上升3、6、4个位次；2018年持续向好，实现“双降一升”，获得客户点赞，也得到生态环境部李干杰部长认可。

四、对丽江生态环境建设的几点建议

近年来，丽江市委、市政府坚持以“生态立市、环境优先”为发展战略，坚持绿色发展，认真落实生态环境保护措施，强化对重要生态功能区的生态保护和环境建设，生态文明建设取得了明显成就。城市森林覆盖率达到68.48%；林木绿化率达76.28%。丽江市环境空气质量年度有280余天保持一级，优良率持续保持100%，且在全国、全省保持领先；泸沽湖水质保持I类；全市河流水质达标率81.8%，全州市县级及以上集中式饮用水水源地水质全部达标等等。

但是，丽江市水环境管理压力大。全区境内大小河流共91条，流域面积2万余平方公里。其中，长江流域金沙江水系16566平方公里、雅砻江水系3625.6平方公里、澜沧江流域澜沧江水系408.4平方公里。境内主要有程海、泸沽湖、拉市海、文海、文笔海、九子海、中济海等大小数十个高原湖泊。还有部分河湖的水环境质量亟待改善。

同时，丽江自然环境保护压力大。丽江作为长江上游的绿色堡垒，是云南省的重点林区。丽江市生物资源丰富，有13000多种植物，占云南省植物种类的70%。保护自然环境不退化压力较大。

另外，丽江有丰富的旅游资源，如何打造生

态旅游品牌值得思考。

我们认为：丽江市如何把生态保护与经济发展有机结合，实现双赢。在指导思想就是要：

1、坚定“绿水青山就是金山银山”文明发展理念不动摇——继续走“生态立市、绿色发展”之路。

2、要高站位谋划城市发展，要把丽江市的建设标准定位在——建设国际一流的生态城市上。

3、要以改善环境质量为核心，以生态环境大数据建设为抓手——进行顶层设计、系统规划、开展工程治理、打好攻坚战。

针对丽江市的自然禀赋特点和目前的现状，我们建议：

一要继续推进天然林保护工程——按照森林城市目标建设丽江，增加森林覆盖率，扩大城市绿肺，加大对自然环境保护力度，使丽江“山更绿”。

二要重点抓好水污染防治工程——通过工程治理和科学监管，巩固和改善水环境质量，使丽江的“水更清”。

三要系统构建生态旅游工程——按照建设世界一流旅游城市标准，以生态环保带动生态旅游，系统规划和改造旅游景区，提升生态旅游品位，扩大对外影响，使丽江的“环境更优美”、“知名度更高”。

丽江是中国历史文化名城，是国家重点风景名胜区，是世界文化的遗产。我们相信，在市委市政府的坚强领导下，只要坚定“绿水青山就是金山银山”的理念不动摇，继续走“生态立市、绿色发展之路”，在生态环境大数据的引擎之下，以“数字治理推动丽江创新发展”，通过丽江各级党委、政府和丽江人民的共同奋斗，未来丽江的生态环境将会更美丽。◆

选自《宇图》期刊2019年总第22期

水环境承载能力监测预警平台构建与应用

■ 文 - 郭晓 李红华 顾伟伟

(中科宇图资源环境科学研究院, 北京, 100101)

【摘要】为科学衡量水环境对经济社会发展的承载能力, 有效解决日趋严重的水环境问题, 国家及一些地方环保部门已开展水环境承载能力的监测与评估等研究工作, 但相关业务平台开发明显落后。本文从水环境承载能力监测预警平台构建角度, 系统阐述了平台框架、所需关键模型技术、数据库设计、GIS 平台搭建及平台应用, 以期推动水环境承载能力监测评估预警业务化、系统化运行, 为解决水环境承载力的监测预警提供技术支撑。

【关键词】水环境承载能力监测预警平台; 水环境承载能力; 水环境容量; 模型

1、引言

目前, 我国的水环境状况日益恶化, 水体污染物排放量难以遏制, 也致使水环境纳污能力几近上限, 为水环境的保护工作带来了巨大的压力。与此同时, 经济社会发展面临“新常态”, 新形势对水环境承载能力研究提出了新的要求与挑战, 全面监测与评估各地区水环境承载能力现状与形势、深入探究区域水污染物排放量与水环境容量的相关关系是必要且紧迫的。

党的十八届三中全会明确提出要“建立资源环境承载能力监测预警机制, 对水土资源、环境容量超载区域实行限制性措施”。2015年4月, 国务院颁布了《水污染防治行动计划》执行通知, 明确提出了“到2020年, 组织完成市、县域水资源、水环境承载能力现状评价”的工作任务实施要求, 并于2016年6月将“水

环境承载能力监测预警”的一般规定写入《水污染防治法(修订草案)》的污染防治措施章节中。这就为国家、各地方政府及相关环境保护单位关于环境承载能力监测预警机制的研究和建设确立了硬指标, 也为水环境防治工作的开展提出了新的思路 and 方向。

目前, 国家及一些地方环保部门已开展水环境承载能力的监测与评估等研究工作, 包括环境承载能力的定义、评估指标体系、评估方法、阈值确定等方面。但是水环境承载能力监测评估预警系统、决策支持系统等平台开发明显落后。在系统化与应用化方面, 国内的环境承载能力监测预警平台还没有很好的开展。本文从水环境承载能力监测预警平台构建角度, 探索平台框架、所需关键模型技术、数据库设计及GIS 平台搭建等, 以期推动水环境承载能力监测评估预警业务化、系统化运行。

2、平台设计框架

平台采用多层架构以及模块化的开发方式, 各模块之间相互独立, 模块接口开放、明确。平台总体框架如图1所示, 以GIS基础应用平台为可视化平台, 集成成熟的水环境容量计算模型核心算法, 同时开发非点源污染负荷计算模型、多目标优化模型、水质模拟模型等核心算法, 依托省、市级或流域级基础地形数据、社会经济数据、环境监测与统计数据、污染源数据等作为建模基础, 搭建水环境容量计算系统、水污染负荷计算系统, 水环境承载能力评估预警系统, 构建水环境承载能力监测预警平台。

平台设计以GIS技术、数据库技术以及模型技术为依托, 深化水环境容量核算与承载能力监测预警业务应用, 充分发挥GIS基础应用平台的良好直观的展示效果, 开发新颖的信息服务模式, 提高承载能力评估工作的实用性和可操作性。

为满足水环境承载力的监测、评估、预警等业务需求, 平台重点研发设计了包括数据库及数据库管理、GIS基础应用、数据共享与服务、水环境承载能力监测预警、系统管理模块等功能。



图1 水环境承载能力监测预警平台总体框架图

3、核心模型

核心模型包括水环境承载力计算模型、水环境容量计算模型、非点源污染负荷计算模型、多目标优化调控模型和水质模拟模型。针对超载地区, 从水污染物排放特征、水环境质量状况、经济社会发展压力、环境效率等方面解析重点区域水环境超载的成因, 基于多目标优化调控模型, 从经济社会发展、产业结构及布局、水资源利用效率、水环境约束角度提出限制性政策措施。同时, 设置不同决策情景, 进行模拟, 定量评价不同决策情景对水质及水环境承载力的贡献度。

3.1 水环境承载力计算模型

水环境承载力的计算包括单指标水环境承载力计算与水环境承载力综合评价模型两种。

(1) 单指标水环境承载力

以某一计算单元内各项水污染物的水环境容量来表征水环境系统所能承受人类各种社会经济活动的阈值, 以该计算单元内水污染负荷与水环境容量的比值来表征该计算单元内各项污染指标的水环境承载力, 即承载率评价法, 计算公式如下:

$$R_{kij} = C_{ij} / W_i$$

式中: i 表示水污染物; j 表示计算单元; R_{kij} 表示第 j 个计算单元第 i 项水污染物的承载力; C_{ij} 表示第 j 个计算单元第 i 项水污染物的年排放量; W_i 表示第 i 项水污染物的环境容量。

(2) 水环境承载力综合评价模型

该模块通过借鉴单因子水质评价方法构建水环境承载力综合评价模型:

$$R_{kj} = \max_i (R_{kij})$$

式中: R_{kij} 为第 j 个计算单元第 i 项污染指标水环境承载力的大小; R_{kj} 为第 j 个计算单元的水环境承载力的大小。

3.2 水环境容量计算模型

水环境容量计算模型按照水体的不同分为河流模型和湖库模型。模型采用环境保护部环境规划院 2003 年颁布的《全国地表水环境容量核定技术指南》中的容量计算模型。

(1) 河流模型

当污染物进入河流后，在一定范围内达到充分混合，或者根据水质管理的精度要求允许不考虑混合过程采用此种水环境容量计算模型，见下式：

$$W_i = 31.54 \frac{C_s(Q + Q_p) - C_0 e^{-kx}}{e^{-kx}} = 31.54 [C_s(Q + Q_p) e^{kx} - C_0 e^{-kx}]$$

式中：W_i—第 i 个排污口允许排放量，t/a；C_s—第 i 河段所在功能区水质目标值，mg/L；Q—第 i 河段设计流量，m³/s；Q_p—第 i 河段内废水入河量，m³/s；C₀—第 i-1 河段所在功能区水质目标值，mg/L；u—第 i 河段的设计流速，m/s；x—概化排污口到第 i 河段下断面的距离（m）；k—污染物综合降解系数（1/d）。

在排放口下游指定一个限定区域，使污染物进行初始稀释，在此区域内可以超过水质标准，这个区域称为混合区。混合区水环境容量模型为：

$$W_i = 31.54 e^{\frac{u^2 x_1}{4E_y}} [C_{s1} e^{k \frac{x_1}{u}} - C_0 e^{-k \frac{x_1}{u}}] \cdot u \sqrt{\frac{x_1}{1000E_y}}$$

式中：h—设计流量下污染带起始断面平均水深，m；x₁、x₂—概化排污口至上下游控制断面距离，km；E_y—横向扩散系数，m²/s。

(2) 湖库模型

不考虑混合区的水环境容量模型如下：

$$W_c = 31.54(QC_s + KC_s V / 86400)$$

其中：W_c—水环境容量，t/a；V—湖泊中水的体积（m³）；Q—平衡时流入与流出湖泊的流量（m³/s）；C_s—湖泊中水质标准（mg/L）。

湖泊混合区水环境容量计算时，需要限定污染混合区边界进行混合区内的二维水质模拟计算分析，以混合区边界为约束，得出环境容量。

3.3 非点源污染负荷计算模型

非点源污染负荷计算模型采用流域分布式水文模型 SWAT 模型原理，模拟长期土地管理措施对水、泥沙和农业污染物的影响。SWAT 模型的水文循环基于水量平衡方程：

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t [R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw}]$$

式中：SW_t—最终土壤含水量（mm H₂O），SW₀—第 i 天的初始土壤含水量（mm H₂O） t—时间（days），R_{day}—第 i 天的降水量（mm H₂O），Q_{surf}—第 i 天的地表径流量（mm H₂O），E_a—第 i 天的蒸散发（mm H₂O），w_{seep}—第 i 天通过土壤剖面进入包气带的水量（mm H₂O），Q_{gw}—第 i 天的回归流量（mm H₂O）。

实际采用的是由北京师范大学与中科宇图数字流域实验室开发的中文 SWAT 模型应用工具 BNU-SWAT，该模型工具简化并优化了原有的英文版界面，生成水文响应单元之后完全脱离 ArcGIS 软件平台，可与 GIS 专题图结合输出各类计算结果，进行水量平衡分析，可模拟地下水埋深以及气温、降水与土地利用变化对水文过程及农业污染负荷的影响。

3.4 多目标优化模型

为满足水环境承载力超载区域限制性管理措施的制定要求，平台建立多目标优化模型。以水环境承载力超载区域经济效益最大化和水环境容量占用最小为目标函数，以行业发展规模、工业、生活、农业水污染物排放量等作为约束条件，构建多目标优化模型。具体采用改进的非支配排序遗传算法求解得到重点行业总产值和水污染物排放量的解集。

3.5 水质模拟模型

为模拟管理措施的环境改善效果，平台集成了水质模拟模型。模型基于不同决策情景及空间数据，重新设置流域点源和面源污染输入数据，将流域划分为若干个子流域，结合一维河网模型（数字流域实验室，2010）和离散化等方法对流域水质进行模拟。

点源污染的入河计算是基于—维河网模型算法，计算公式为：

$$C_s = C_0 \exp(-kL / u)$$

式中，L 为河长（km）。

面源污染利用数据空间统计和数据离散化方法，将行政区内面源污染物排放数据转化为子流域空间单元数据。得到各子流域的面源污染浓度。

4、水环境承载力监测预警平台的构建

4.1 数据预处理系统

由于水环境容量采用模型计算，模型建立时准备数据过程较为复杂，因此平台设置数据预处理系统对模型计算所需数据进行预处理，包括计算单元划分、相应水文数据、水质数据、排污口数据的预处理、降解系数确定等，并与计算单元进行关联。当模型进行计算时可直接调用此处数据。

4.2 GIS 平台

GIS 在空间数据的存储、分析、显示方面具有显著优势，因此通常被用来完成空间数据的前期处理与分析，以及后期模拟结果的可视化。在系统中，以数据库为纽带，GIS 的多个功能模块能够与不同模型进行集成，既发挥了 GIS 的空间分析优势，又利用了模型强大的计算功能。无论是数据的采集、模型的选定、还是备选方案的生成，需要根据水环境的时空变化进行动态调整，都依靠 GIS 平台完成。

4.3 数据共享与服务平台

数据共享与服务平台是环境业务数据和控件信息数据共享的门户，利用环保专网提供各类环境基础数据共享，数据上传和下载，保障环境基础数据的安全。用户通过访问数据共享与服务平台可以在线查询数据，也可以通过用户权限管理共享环境数据、申请平台的各类资源与定制市县（子流域）级精细化监测预警服务。

4.4 水环境承载力监测预警支持模型库

在平台中，模型库是连接输入端与输出端的纽带，而综合模型的集成又是模型库的关键。模型库主要包含水环境容量计算模型、污染负荷计算模型、多目标优化模型、水质模拟模型等。在模型集成时，采用数据耦合的模式，通过开发语言的模块定义功能在其中定义系统各个窗体之间需要调用的公共变量，进行各个窗体之间的通信，以实现独立的功能。

5、平台应用

平台在应用方面实现了水环境容量核算、水污染负荷计算、水环境承载力监测评估预警及超载区域优化调控等一体化建设，实现了水环境承载力监测评估业务的系统化、科学化。

5.1 水环境容量计算系统

对不同水体包括河流、湖库等基于对流域水文特征、污染源排污方式、水环境功能区划分等数据基础进行计算单元划分，选择相应的水环境容量计算模型，结合规划水质目标需求，设置模型所需参数，进行水环境容量计算。并按实际计算需求，将水环境容量重新分配到县或子流域中。

计算结果可以在地图上展示。采用绿、黄、红等 3 种颜色分别代表水环境容量由大到小 3 个等级的变化情况（图 2）。图中红色代表该区域（市或子流域）水环境容量较大，绿色代表该区域水环境容量较小。



图2 2010年长江流域水环境容量分布图(样例数据)

5.2 水污染负荷计算系统

对行政区划或流域范围内的污染源包括工业、城市污水处理设施、城镇生活、农村生活、农业、畜禽养殖、水产养殖、矿山径流等,进行水污染负荷的计算,并将计算结果分配到相应计算单元中。水污染负荷的空间分布情况可通过GIS专题图等形式展示(图3)。同时,各污染源所占比例及排污结构分析可以饼状图形式展示。

系统采用绿、黄、红等3种颜色分别代表水污染负荷由大到小3个等级的变化情况。图中红色代表该区域(市或子流域)的水污染负荷较大,绿色代表该区域(市或子流域)的水污染负荷较小。



图3 2010年长江流域水污染负荷分布图(样例数据)

5.3 水环境承载能力评估预警系统

系统将计算得到的水污染负荷与对应的水环境容量进行比值运算,得到相应计算区域的水环境承载率,即承载率评价法。根据确定的阈值进行研判。如果区域水环境承载率小于0.8,则该区域处于未超载状态;水环境承载率在0.8~1.2之间,则该区域处于临界超



图4 2010年长江流域水环境承载能力及水环境容量与污染负荷对比分布图(样例数据)

载状态:若大于1.2,则该区域处于超载状态。

系统采用绿、黄、红等3种颜色分别代表水环境承载能力3个等级的分布情况。图中红色代表该区域(市或子流域)的水环境承载能力为超载状态,黄色代表水环境承载能力处于临界超载状态,绿色则代表未超载。同时,系统将该区域的水环境容量与水污染负荷以柱状图形式同时展示,方便用户直观对比两者目前状态及差异,如图4所示。

6、结论

水环境承载能力监测预警平台是未来水环境承载能力监测、评估、预警业务化运行乃至流域水环境规划与管理的重要技术手段,不仅可以准确地对水环境承载能力现状进行评估,还可以对当前及未来水环境承载能力状况进行监测、预警,为决策者制定环境管理措施和决策提供有力支持。本系统基于样例数据,通过多模型集成耦合,方便用户及时、直观把握区域流域水环境承载能力现状,合理制定超载调控与未来规划管理方案,为流域的水环境规划、管理及优化调控提供了科学化决策支持工具。◆

选自《宇图》期刊2016年总第11期



我国城市黑臭水体治理实践与探索 ——以北京市通惠河水环境治理为例

■ 文- 罗南 谢涛 北京中科学清环保有限公司

一、背景概述

水是城市发展的重要自然资源、经济资源、社会资源和生态基础要素,水在城市中穿梭和流动,对于维持城市生态功能和安全稳定具有重要作用。在快速城镇化和工业化的进程中,由于城镇基础设施建设严重滞后,城市排水管网设施不健全,管网设计系统性差,存在雨污合流;配套收集系统不完善,污水排放去向不明确,难

以做到全面截污。同时雨污合流污水、工业废水、生活污水和农田退水直接排入河道,使得现今城市河流污浊比高,水体自净能力弱,容易造成缺氧和富营养化,形成黑臭水体。城市黑臭水体已经成为一种城市病,所有城市几乎无一幸免。城市水体黑臭是民众反映强烈的水环境问题,不仅损害了城市居民的健康,也严重影响人居环境品质和城市形象。

国务院颁布实施的《水污染防治行动计划》(“水十条”)明确城市人民政府是整治黑臭水体的责任主体,由住房城乡建设部牵头会同环保部、水利部、农业部等部委指导地方落实,并提出了明确目标:2017年底前,地级及以上城市实现河面无大面积漂浮物,河岸无垃圾,无违法排污口。直辖市、省会城市、计划单列市建成区基本消除黑臭水体;

2020年底前，地级以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内；到2030年，全国城市建成区黑臭水体总体得到消除。

截至2017年5月，我国已排查出黑臭水体2100个，未启动治理水体8个，方案制定中的水体642个，治理中的水体656个，完成治理的水体794个。其中未完成治理的黑臭水体占到62.2%，恢复城市河道、湖泊应有的景观水体功能是城市居民的一个迫切要求。

二、水体黑臭的特点、发生机理及主要原因

2.1 黑臭水体特点

“黑臭水体”没有统一概念或定义。《黑臭水体治理技术政策（征求意见稿）》将其定义为：“因过量纳污、超出其水环境容量而导致变黑、发臭，通常低于地表水环境质量标准V类水质标准，溶解氧小于2mg/L”的水体。《城

市黑臭水体整治工作指南》将其定义为：城市建成区内，呈现令人不悦的颜色和（或）散发令人不适气味的体水的统称。

总的来说，黑臭水体一般具有以下四个特点：①水体有机污染较严重，富营养化较为明显；②颜色呈黑色或泛黑色，具有极差的感官体验；③散发刺激的气味，引起人们的不愉快或厌恶；④水体中的溶解氧浓度（DO）较低，透明度较差，氨氮较高。

城市黑臭水体的评价指标为透明度、溶解氧、氧化还原电位、氨氮等量化指标与群众的直观感受。根据黑臭程度的不同，可细分为“轻度”和“重度”两级，分级标准详见表1。

2.2 水体黑臭的发生机理

水中的溶解氧是黑臭水体的一个重要衡量指标。水体黑臭主要是水体缺氧造成的，同时也与水体富营养化和底泥沉积有关，

是有机污染的一种极端现象。大量有机污染物进入水体，在好氧微生物的生化作用下，消耗了水体中大量的氧气，造成水体缺氧，致使厌氧细菌大量繁殖，导致有机物腐败、分解、发酵，转化为氨氮、腐殖质、硫化物、甲烷和硫醇等发臭物质。该过程中产生的臭味气体逸出水面进入大气，水中铁、锰等重金属被还原，与水中的硫形成硫化亚铁等化合物，使水体变黑、发臭。

2.3 产生黑臭的原因

(1)点源污染

点源污染主要包括现状合流制排水片区的雨季溢流污染，污水截留干管建设不完善导致的污水直排以及城中村污水直排现象和污水处理厂二级出水的超标排放或溢流导致的点源污染等。

(2)面源污染

城市道路与广场初期雨水携带的污染物入河是较为严重的面源污染，一般认为初期雨水携带正常将于60%~80%的污染物，包括溶解了空气中的大量酸性气体，汽车尾气，工厂废气等污染性气体，降落地面后冲刷屋面，道路进入管道后冲刷管道中淤泥、垃圾等污染物进入河流。

(3)内源污染

主要是指城市水体底泥中所含有的污染物以及水体中各种漂浮物，悬浮物、岸边垃圾、未清理的水生植物或水华藻类等所形成的腐败物。

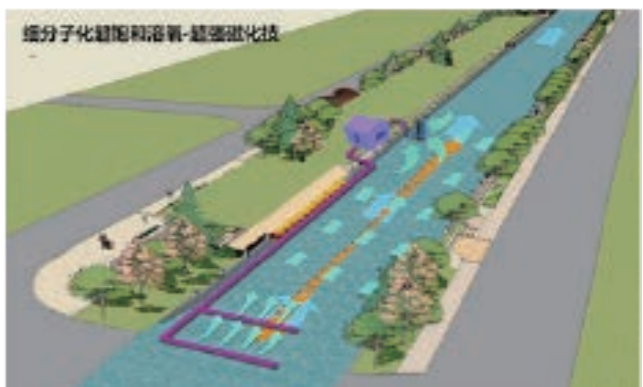
三、通惠河黑臭水体治理案例

3.1 治理背景

通惠河位于北京市城区东部，全长20.1km，是北京市区内流域面积最大的水系。由于旧城文化遗产保护及原有排污治理措施不健全，未经任何处理的内城居民生活污水通过前三门暗沟、东护暗沟直排入通惠河中，日排水量达到10万吨，加之河底岸坡进行了混凝土护砌硬化，目前水体污染严重，COD浓度60~130mg/L，NH₃-N浓度5~9 mg/L，溶解氧0.5~0.7mg/L，TN浓度10~21mg/L，臭味明显。生态系统自净能力尽失，土壤结构的自然渗滤、水生动物及绿色植物的吸附分解作用等均受到破坏，河道水体常年发黑并恶臭，因厌氧作用底泥污染物上浮，河面漂浮大量浑浊的污物，水环境极差。

3.2 工程介绍

通惠河水质改善工程治理区间从前三门暗沟起，于高碑店水



工艺流程示意图▲

库上游止，全长约6公里，平均河宽约为40m，平均水深约2.5米。由业主提供数据，河道平均径流量约27万t/d，日最大排污量约10万吨，。

本项目在通惠河东便门~高碑店流域沿岸设计4处水处理站，分别为东便门水处理站，大北窑水处理站，大望平台水处理站和二道沟水处理站，总处理规模为9.5万t/d，占径流量比例约为35%。开机运行20天以后，水体主要指标达到地表水IV类标准。

3.3 核心技术

通过应用高效富氧（细分子

化超饱和溶氧）-超强磁化等高效有机物降解手段，形成高效、快速、长效的系统性、综合性的黑臭河道治理技术，创造出原位生态修复+优势平衡发展+恢复自净功能的三位一体生态修复理念。“高效富氧-超强磁化技术”组合工艺用潜水泵提升水体经设备间内的过滤器进入高效富氧装置，水团被细化后，氧气超饱和溶解于水中，然后将细化后的富氧水输送入超强磁化装置将水体磁化，细化、磁化、富氧后的小分子水沿输水管道输送到布水系统，经布水管道均匀分布于水体中，形成“下游取水，上游布水”的生物流化床反应区。

高效富氧-超强磁化技术通过改变水体分子团低阶状态，超饱和溶氧浓度达到50mg/L，氧利用率提高至95%以上，再通过磁化作用将溶解氧转化成活性氧，增强水体中微生物活性，微生物更容易吸收水中营养物质，从而加速水中污染物的分解去除。

该技术具有如下特点：

①先进专利技术，2012-2016

表1 城市黑臭水体污染程度分级标准

特征指标(单位)	轻度黑臭	重度黑臭
透明度 (cm)	25-100	<10
溶解氧 (mg/L)	0.2-2.0	<0.2
氧化还原电位 (mV)	-200-50	<-200
氨氮 (mg/L)	8.0-15	>15

注：*水深不足25cm时，该指标按水深的40%取值。



通惠河工程案例整体布局图▲

连续多年科技查新报告显示国内尚未有同类技术产品用于河道水体处理。

②水中溶解氧含量最高能达到50 mg/L以上、氧的利用率95%以上，相比自然水体中饱和溶解氧8mg/L、传统溶氧效率20%提高5倍，能够大大提升反应效率、降低能耗，顺应国家节能减排的大潮流。

③工程投资少，运营成本低，比传统污水处理技术的投资和能耗低90%以上，一次性投入，设备使用寿命长。

④设备体积小、重量轻，占地面积少。利用湖岸现有条件施工，水处理站可建在护坡空地上，无需征地和移民，不影响城市发展，大大提高建设效率。

⑤施工难度小、周期短，施工过程中对周围环境及居民生活无任何扰动。

⑥不影响行洪泄洪，不改变水体原有功能，保护水体自然生态环境体系。

⑦能够处理截污不彻底或者雨污合流直排进入河道的水体，为城市急速发展与基础设施建设不足之间的矛盾及老旧城区改造带来的种种问题的解决提供了一个全新的思路。

⑧处理工艺管理集中、操作简单、维护方便、运行安全可靠。

⑨处理效果明显、见效快，合同签订后3个月即可达到治理效果。

⑩处理过程中不投加任何化

学药剂和生物制剂，无二次污染，不污染环境，无毒无害，完全保证城市地下水及居民用水安全。

3.4 案例成效

“高效富氧-超强磁化技术”不投加任何化学药剂和生物制剂，对原有水体菌群、生物不产生任何损害。经过处理后，水中的营养盐更易于被吸收利用，刺激原有水体中微生物、动物、植物的新陈代

谢，促进好氧动植物的呼吸作用，利于水体生态中生物种群的丰富和多样化，促进水生植物的生长，恢复水体生态平衡。

项目建设完成后，设备开机运行一定天数，河段水质会有大幅度提升，恶臭彻底消除，水体透明度显著提高，并且水中生命活性明显增强，经过数月治理后主要水质指标达到地表水标准IV类以上。◆



治理前河道状态▲



开机运行第17天治理前后对比▲

选自《宇图》期刊2017年总第14期

中科宇图承建宿州市生态环境局地表水监控及应急平台，实现水环境管理挂图作战

为提升水环境质量，实现宿州市水环境断面长期稳定达标，我司承建了宿州市生态环境局地表水监控及应急平台，帮助宿州市生态环境局了解家底，掌握区域主要河流水质状况，实现了水环境信息化从“无”到“有”，环境分析从“定性”到“定量”的转变，为领导层的水环境规划与水环境决策提供了重要的依据，同时也为宿州市应对水环境事件提供了数据支撑和技术支撑。

系统功能

系统主要建设了数据管理、质控管理、一河一档、调度管理、一张图、知识库以及移动APP等功能模块。具体功能模块如下：

●数据管理

数据管理包括数据采集、数据审核以及数据分析。

数据采集包括对宿州水环境监测数据及水环境在线视频、污染源信息及废水监测数据、地理信息数据、水质质控数据采集并实时标识。

数据审核的方式包括数据有效性审核、合理性审核、数据缺测审核等。

数据分析提供对监测数据的查询、分析、结



图1 数据管理

果导出。包括地表水日报、周报、月报、多断面单因子分析、单断面多因子分析、水质对比分析、水质类别对比分析、河流水质日报、河流水质周报、手工监测数据导入分析等。

●质控管理

质控管理系统包括质控数据和运维管理两部分。质控数据是通过零点漂移数据对自动站监测数据进行误差分析；运维管理是对水质自动监测站进行标液设置和手工数据对比。



图2 质控管理

●一河一档

围绕宿州市6条主干河流整理一河一档信息，包括在线监测点基本信息、人工监测点基本信息、排污口基本信息、工业污染源基本信息、公共设施基本信息、农业面源基本信息、水文基本信息和闸口基本信息等。



图3 一河一档

● 调度管理

调度管理模块对接应急、日常巡检、断面超标等不同系统的任务数据，对不同任务进行综合调度。专家驻场团队提供任务核查和转交的服务，执行完成后上传至相关领导进行逐级审核。实行“工作流”管理模式，最终可根据任务数量、考核结果形成各类统计图表，总结工作情况。



图 4 调度管理

● 一张图

利用一张图的形式对宿州市主要一二级河流、水质自动监测站点、水质类别、一河一档、任务执行跟踪、水质应急分析要素等进行的可视化展示。同时对超标水质进行高亮显示。



图 5 一张图

● 知识库

知识库系统提供关于工作动态、监测规范、法律法规、分析方法的查询，供工作人员日常查看。

● 移动 APP

提供数据查询、任务调度、环境地理信息查看和移动打卡几大功能。

系统特色

实现了对数据采集 - 数据审核 - 数据分析全方位的数据管理

建立宿州水环境数据管理，提供水环境数据采集、审核与分析功能，实现了对宿州水环境全方位的数据管理，为宿州水环境地表水环境监控与应急提供数据支撑。

实现了对宿州河流一河一档的动态更新管理

建立宿州河流的“一河一档”，实现宿州河流的分类显示、查询、统计、动态更新等功能，为水环境管理提供详细、精准的数据支撑。

实现了不同任务的综合指挥调度

任务调度系统能够对接应急、日常巡检、断面超标等不同系统的任务数据，对其任务进行任务下发、转交、执行、审核与查询、统计，实现了不同任务一体化的“工作流”管理模式与综合指挥调度，方便了宿州市生态环境局进行综合指挥调度。

实现了宿州市水环境的可视化展示

与 GIS 平台完美结合，提供空间数据和相关属性数据的快速存取和管理功能，使宿州水环境的基础信息以及超标信息基于可视化的图形呈现给决策管理人员，并充分发挥 GIS 的空间分析能力，为辅助决策提供依据。

总结

宿州市生态环境局地表水监控及应急平台的建设，基于宿州市生态环境局信息化建设的现状，充分吸收了宿州市生态环境局等环境管理部门的想法和意见，将地表水环境数据进行整合集成，实现水环境、河流的动态更新管理，并对接不同来源系统的任务，对不用任务进行调度管理，同时结合地理信息技术实现一河一档、水质监测、任务执行追踪、水质应急分析等水环境一张图可视化展示，使得宿州市水环境管理更加直观化和可视化。◆

选自《宇图》期刊 2020 年总第 24 期

基于遥感技术的贵州省 PM₁₀ 浓度年际变化监测与分析

■ 尹红¹ 刘欢^{2,3} 谢涛^{2,3} 刘锐^{2,3}

(1. 贵州省环境保护厅电子政务中心, 贵阳, 550001; 2. 中科宇图科技股份有限公司, 北京, 100101; 3. 中科宇图资源环境科学研究院, 北京, 100101.)

【摘要】文章选取 MODIS 数据, 利用暗像元算法反演得到气溶胶光学厚度, 再综合考虑大气边界层高度、相对湿度、风速、风向、温度 5 种气象因素, 利用 BP 神经网络算法, 通过网络训练和验证, 得出 PM₁₀ 浓度遥感监测模型。利用该模型反演贵州省 2014 年 3、7、10、12 四个典型月份的 PM₁₀ 浓度值, 进而得到贵州省 3、7、10、12 月 PM₁₀ 浓度的月平均值, 来反映贵州省 2014 年 PM₁₀ 分布状况的年际变化。研究表明 PM₁₀ 浓度遥感监测模型训练和验证平均相对误差分别为 23% 和 26%, 模型训练和验证 PM₁₀ 浓度模拟值与实测值相关性系数 (r) 分别为 0.76 和 0.62, 因此利用该模型监测贵州省 PM₁₀ 近地面浓度是可行的; 通过对比分析, 贵州省夏、秋季 PM₁₀ 浓度较低, 空气质量较好; 春、冬季 PM₁₀ 浓度较高, 空气质量较差; 对比环境空气质量指数 (AQI) 技术规定 (试行) 中对 PM₁₀ 浓度指标的规定可以得出贵州省的 PM₁₀ 浓度整体较低, 空气质量较好。

【关键词】BP 神经网络; 遥感; 气溶胶光学厚度; PM₁₀

1、引言

随着城市的发展进程, 对能源的消耗不断的增加, 随之而来的是工业废气对大气环境的污染。近年来, 在京津冀、长三角地区甚至出现连日的灰霾天气, 给人们的生活带来了不便, PM₁₀ 浓度的升高严重威胁了人们的身体健康。如今, 空气质量问题已成为不容忽视的问题, 广泛受到人们的关注。

随着环境空气质量问题的突出, 国家以及环保部等相关部门, 相继颁布了有关政策, 以期能够控制大气污染的状况, 改善空气质量。如在《国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006-2020 年)》中指出要以突破城市群的大气污染控制的关键技术为主题, 综合治理区域环境; 《国家环

境保护“十二五”科技发展规划》也提到要针对相关的污染物, 研发评价体系及评价方法, 得到可靠的大气污染控制技术, 可见国家对环境质量的重视程度。

传统的监测手段是运用物理、化学的方法通过布点、采样来进行监测。由于布点采样的特殊性, 往往仅能反映该点周围的空气质量状况, 不能够反映大区域范围的空气状况; 此外, 许多区域由于地理特征、城市分布等特点, 造成布点的不均, 往往不能够覆盖全部区域, 且采样监测需要投入大量的人力、物力, 为空气质量监测造成困难。遥感技术具有监测范围广、快速、动态监测的特点, 能够监测大面积的区域范围, 有效改善地面监测的困难。卫星遥感技术快速发展, 有利于提高环境空气质量监测的效率, 奠定了大气

颗粒物 (PM) 多源卫星遥感监测的基础, 为相关部门的决策提供支持。因此, 许多学者探索利用多源卫星遥感来监测 PM 的技术方法。

研究表明, 气溶胶光学厚度 (AOD)、风速、风向、温度和相对湿度与 PM 浓度的遥感估算具有很高的相关性, 并且神经网络能够克服传统多元线性回归模型的局限性, 建立相对复杂的非线性模型, 更好的反映 PM 浓度与气象参数的非线性关系。目前, 利用神经网络模型估算 PM 浓度已经在国内外得到了广泛的应用, Gupta 等综合考虑时间、纬度、经度、时节、气溶胶光学厚度、风速、相对湿度、大气边界层厚度和温度等八个因素利用 BP 神经网络来提高利用遥感技术估算 PM 的精度, 结果表明, 与双变量回归相比, 利用 BP 神经网络模型估算 $PM_{2.5}$ 浓度, AOD-PM 的相关性从 0.67 提高到了 0.83, 因此利用 BP 神经网络来提高利用遥感技术估算 PM 精度非常有效的; 吴业荣等基于相对湿度、温度、风速、风向、相对湿度、大气边界层高度和气溶胶光学厚度等数据利用 BP 神经网络模型来估算中国东部地区 PM 浓度, 在郑州取得了很好的效果, PM 观测值和估算值相关性系数 (r) 达 0.74。因此, 本文利用 BP 神经网络开展贵州省的全省区域的大气 PM_{10} 遥感监测算法的研究, 得到贵州省 PM_{10} 浓度估算模型, 再利用得到的模型反演贵州省春夏秋冬四个典型季节 PM_{10} 浓度, 进而实现对整个贵州省 PM_{10} 状况的分析。

2、研究区概况

贵州省位于中国的西南部, 云贵高原的东部, 地理位置为 24.62° - 29.22° N, 103.60° - 109.58° E, 平均海拔 1100 米左右。省内高原山地较多, 以山地和丘陵为主, 河流众多, 水系发达, 人均耕地面积少。该省属亚热带

高原季风气候, 气候适宜, 气温变化小, 相对湿度较大。省内大部分地区年平均气温在 15° 左右, 月平均气温的最高值出现在 7 月, 最低值出现在 1 月, 不同季节之间湿度变化较小, 但由于地势海拔差异, 使得在垂直方向上气候差异较大, 立体气候明显。省内云量较大, 大部分地区在 8 成左右, 4-9 月降水量较多。

贵州省包含 4 个地级市主要为贵阳市、六盘水市、遵义市和安顺市、3 个自治州主要为黔东南、黔西南、黔南和 2 个地区主要为毕节、铜仁。近年来, 随着空气质量的恶化, 贵州省加强了国控点位空气自动监测子站的建设, 对空气质量监测指标进行了更新, 每日发布空气质量监测状况, 提高了环境实时数据对公众共享程度。贵州省由于海拔较高, 空气质量状况总体较好, 但是由于城市区域工业污染排放及汽车尾气的排放, 造成部分地区的大气细颗粒物污染超标。

3 研究方法

3.1 数据源介绍

卫星遥感数据: 选择搭载于 Terra 和 Aqua 卫星上的 MODIS 传感器获取的数据具有波段范围广、重访周期短等优点, 且数据免费获取方便, 为 PM_{10} 的遥感监测解决了数据源的问题。目前 NASA 官网上提供的 MODIS 多达 44 种产品, 涉及原始数据、地表反射率、地表温度、云掩膜等数据和大气、海洋以及陆地产品。因此, 本研究选取 MOD02HKM 数据和 MOD35_L2 数据来反演气溶胶光学厚度 (AOD) 和近地面 PM_{10} 浓度。

PM_{10} 地面实测数据: 本研究选取 2014 年 7 月份 10:00 和 11:00 的贵州省马鞍山、市环保站等 17 个监测站 (监测站点分布如图 1 所示) 的地面实测数据的平均值 (对应 MODIS Terra 10:30 过境) 作为构建 BP 神经网络模型的数据源。该数据由贵州省监测站提供。



图 1 贵州省 PM_{10} 监测站点分布图

气象数据: 研究表明夏季阶段影响 PM_{10} 浓度变化的因素主要是温度、湿度、风速和风向, 因此本研究选取与地面实测数据一一匹配的大气边界层高度 (PBLH)、相对湿度 (RH)、风速 (WS)、风向 (WD)、温度 (TEM) 5 种气象数据。该数据由 NASA 发布的 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ NCEP 再分析资料获取。

3.2 反演原理及算法

3.2.1 气溶胶光学厚度遥感监测模型构建

大气顶部的表现反射率的表达式可以写做:

$$A_{TOA}(\mu_s, \mu_v, \Phi) = \rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi) + \frac{\rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)T(\mu_s)T(\mu_v)}{[1 - \rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)]S}$$

其中, $\rho_{TOA}(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 是从卫星遥感图像上获取的表现反射率。 $\rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 代表地表反射率, 也是气溶胶光学厚度反演中的地表噪声。 $\rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 分别是大气程辐射、大气透过率、半球反射率。这三个参数反应了大气状况对表现反射率的影响。给定确定的大气模式、气溶胶模式和观测几何, 利用 6S 模型可以获得气溶胶光

学厚度 AOD 和 $\rho_s(\mu_s, \mu_v, \Phi)$ 、 $T(\mu_s)T(\mu_v)$ 、 S 参数的对应关系, 据此建立查找表, 可通过查找表获取气溶胶光学厚度。理论上, 若已知地面地表反射率, 并能提供有关的气溶胶模式和大气模式, 通过求解表现反射率方程, 检索查找表就可以反演得到气溶胶光学厚度 τ_a 。因此, 对气溶胶光学厚度的反演, 就是要解决地气解耦和气溶胶模式。

暗像元法也可以称作浓密植被指数算法, 它是依据可见光波段在陆地上稠密的植被区域反射率比较低建立模型, 从而反演得到气溶胶光学厚度。基于 MODIS 数据的植被暗像元算法的思想是: MODIS 数据的 $2.1 \mu m$ 通道观测的表现反射率几乎不受气溶胶的影响, 该值接近地表反射率; 而且利用 MODIS 的蓝光和红光波段反射率在植被浓密区域较低和与 $2.1 \mu m$ 通道地表反射率存在线性关系的特点, 能够进行气溶胶光学厚度的遥感反演。

3.2.2 基于 BP 神经网络模型近地面颗粒物浓度遥感监测模型构建

3.2.2.1 BP 神经网络算法

BP 神经网络算法基本原理: 建立多层前馈网络, 并进行网络初始化, 然后利用输入层与下一层网络之间的权重和偏置, 将输入层中的输入参数作为一个线性变换输入到与其相邻网络层各个结点中, 并代入此层结点中传递函数接着将函数输出结果作为下一层的输入参数继续向前运算。当函数输出结果从输出层输出时, 将网络输出值与相关目标值进行比较, 得到它们之间的误差值, 然后将此误差值按照一定的数学规则向后传播, 并据此调整各层结点之间的连接权重, 重新从输入层开始向前运算, 使得新的输出值与其相关目标值之间的误差变小, 不断重复上述过程, 当误差值等于或小于预期值时, 迭代运算停止, BP 网络训练完成。然后保存训练好的 BP 网络, 用于仿真测试中。具体流程如图 2:



图2 利用AOD估算PM10浓度总体技术流程图

3.2.2.2 BP神经网络算法精度验证

利用BP神经网络模型训练结果绘制PM10浓度模拟值与实测值相关性关系图和相对误差柱状图(图3,图4)。从图3可以看出,PM10模拟值与实测值相关性系数(r)为0.76;从图4可以看出,除了样点2、19、22、27、32、41、44、46相对误差大于40%以外,其余样点误差均小于40%,并且样点1、11、12、20、25、30、38、39、40、42、47、48的相对误差都小于10%,平均相对误差为23%。

利用模型验证结果绘制PM10浓度模拟值与实测值相关性关系图和相对误差柱状图(图5,图6)。从图5可以看出,PM10模拟值与实测值相关性系数(r)为0.62;从图6可以看出,除了样点20、23、24、25相对误差大于40%以外,其余样点误差均小于40%,并且样点4、7的相对误差都小于10%,平均相对误差为26%。

综合模型训练精度和模型验证精度可以看出,利用该模型得到PM10浓度模拟值与实测值相关性较高,平均相对误差较小,因此,利用该模型监测贵州省PM10浓度是可行的。

3.3 贵州省大气颗粒物遥感信息提取流程

在NASA网站上下载2014年3、7、10、12月MOD02HKM和MOD35_L2数据,分别对MOD02HKM数据和

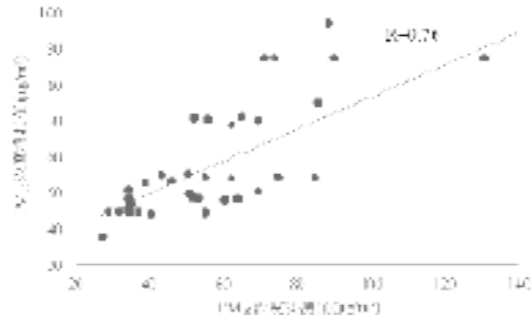


图3 模型训练PM10浓度实测值与模拟值相关性关系图

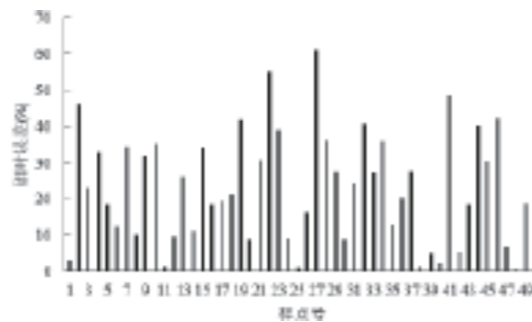


图4 模型训练PM10浓度实测值与模拟值相对误差柱状图

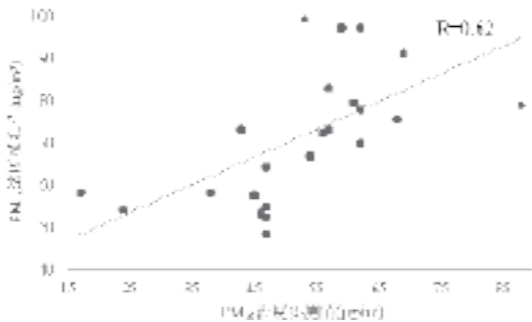


图5 模型验证PM10浓度实测值与模拟值相关性关系图

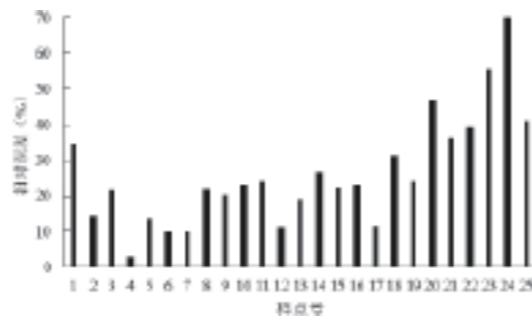


图6 模型验证PM10浓度实测值与模拟值相对误差柱状图

MOD35_L2数据进行数据的预处理(投影转换、地理校正、镶嵌、裁剪等)分别得到研究区的MOD02HKM和云掩膜数据。对研究区的MOD02HKM数据采用暗像元法计算研究区的表现反射率,结合研究区的云掩膜数据计算得到研究区内云掩膜后的表现反射率影像。通过日期、气溶胶模式及大气模式、太阳及卫星位置等参数校正6S模型,根据查找表来计算生成研究区内AOD影像;利用AOD、气象数据以及地面监测的PM10数据,经过BP神经网络训练,建立AOD与PM10的统计关系模型,结合反演生成的AOD影像计算研究区内的PM10,即得到贵州省2014年3、7、10、12这四个月PM10浓度分布。数据处理流程如图7:

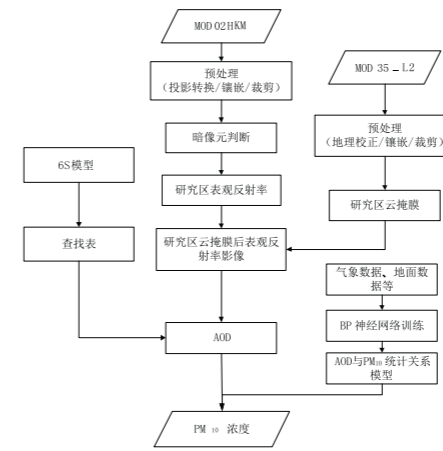


图7 大气颗粒物遥感监测技术流程图

4、结果分析

由于贵州省常年云量较大,因而选取月平均PM10浓度分布进行分析,首先根据暗目标算法及BP神经网络的方法得到贵州省2014年3、7、10、12这四个月的日PM10浓度分布状况,再设置日PM10浓度分布中无数据区域值为nodata,进而对日颗粒物分布求均值,得到2014年3、7、10、12这四个月的月平均PM10浓度分布状况,得到的贵州省2014年3、7、10、12月月平均PM10空间分布(图8),由于12月份贵州省云

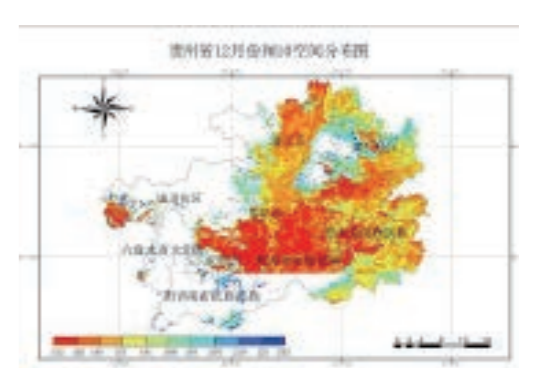
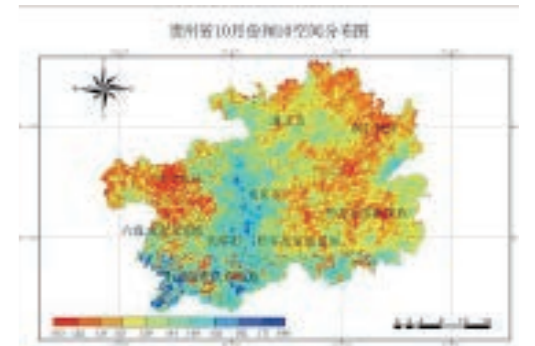
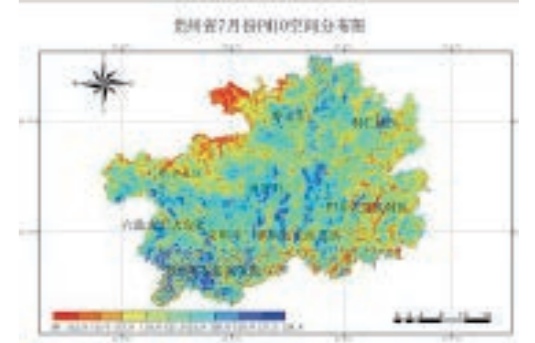
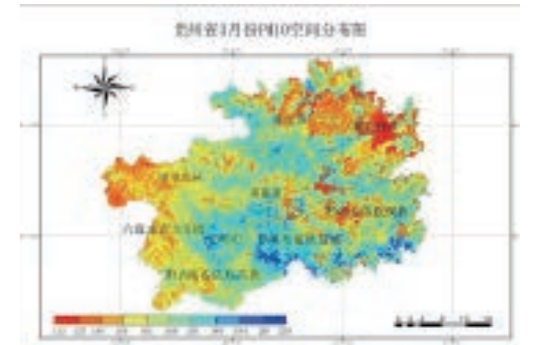


图8 贵州省2014年3、7、10、12月平均PM10空间分布图

层较厚，导致去云过度，因此12月份部分数据缺失。

图8中显示的分别是贵州省3、7、10、12月的PM10月平均分布图，对这四个月的PM10浓度分布进行统计得到，贵州省3月份的PM10浓度于113-230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，7月PM10浓度分布在99-139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，10月PM10浓度大约在103-196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，12月PM10浓度大约在152-245 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间。贵州省在以上四个月的PM10浓度由高到低的规律为冬春秋夏。如果将3和12月作为冬月，7和10月作为夏月，则贵州省冬月的空气质量差于夏月。这主要是因为（1）贵州省冬季光照一般较弱，少风，低温，日照时间短，逆温高频率出现，大气对流较弱等因素导致空气中污染物扩散较慢；（2）冬季贵州省进入采暖期，并且贵州省主要靠燃煤取暖，这也是导致贵州冬季PM10浓度较高的主要原因。

3月份贵阳市、安顺市、黔南布依族苗族自治州PM10浓度较高，铜仁地区和遵义市PM10浓度较低，这主要是因为铜仁地区和遵义市位于贵州省东北部，雨量较大，湿度较大，气候条件适合空气中污染物的扩散；7月份除遵义市西北部PM10浓度较低外，全省PM10分布比较均匀；10月贵阳市、安顺市PM10浓度较高，其余地区浓度相对较低，这主要是因为贵阳市、安顺市汽车尾气排放较严重，导致PM10浓度较高；12月份由于数据缺失，不能整体反映贵州省PM10分布状况，从有数据部分可以看出，贵阳市、安顺市、黔南布依族苗族自治州PM10浓度相对较低，其余地区相对较高。

通过以上对贵州省2014年3、7、10、12四个月的月平均PM10浓度分布状况的对比，结合全国其他城市空气的污染状况以及对照环保部发布的环境空气质量指数（AQI）技术规定（试行）中对颗粒物浓度相关指标的规定，发现贵州省的颗粒物浓度较低，在全国省份内，空气质量状况较好。

5、结论

采用MOD02HKM数据和MOD35_L2数据根据暗像元算法和BP神经网络算法反演贵州省2014年3、7、10、12月日平均PM10浓度分布。由于贵州全年总云量较大，因而选择取3、7、10、12月的月平均PM10浓度分布进行分析研究，得到以下结论：

1) 由于贵州省冬季光照一般较弱，少风，低温，日照时间短，逆温高频率出现，大气对流较弱等因素导致空气中污染物扩散较慢和贵州省冬季燃煤取暖的原因使得贵州省PM10浓度冬季高于夏季。

2) 由于铜仁地区和遵义市位于贵州省东北部，雨量较大，湿度较大，气候条件适合空气中污染物的扩散，因此该地区3月PM10浓度较低；7月PM10浓度整体分布较均匀；由于贵阳市、安顺市汽车尾气排放较严重导致10月该地区PM10浓度较高；12月贵阳市、安顺市、黔南布依族苗族自治州PM10浓度相对较低，其余地区相对较高。

3) 贵州省颗粒物浓度对比环境空气质量指数（AQI）技术规定（试行）中对颗粒物浓度相关指标的规定，得出贵州省的空气质量状况较好。

通过本文对贵州省的PM10遥感监测研究，发现遥感方法已经成为一种快速的颗粒物监测手段。利用传统方式的地面监测手段，能够满足小范围的PM10的遥感监测，但针对大范围的面状的PM10浓度的反演，遥感发挥了巨大的作用。将遥感监测的空气指标结合地面监测结果，能够提高遥感监测的精确度，为相关部门的决策提供了支持。目前，无人机航空遥感监测也被引入到颗粒物监测中，将为遥感、无人机监测以及地面监测的相互协同，建立天空地一体化的颗粒物遥感体系提供基础。◆

选自《宇图》期刊2015年总第5期

基于HJ-1丹江口库区水域信息 遥感提取研究

文 - 朱玉霞 中科宇图资源环境科学研究院

南水北调工程是迄今为止世界上最大的水利工程，具有重大国际影响的跨流域调水工程，是实现全国水资源合理配置、保障国家经济社会可持续发展的重大战略性基础工程。丹江口水库，作为南水北调中线工程水源地，其水资源变化和生态环境的变化受到社会各界及有关专家高度重视。因此，快速、准确地提取水体信息势在必行。

1. 引言

基于遥感影像提取水体信息，主要是依据水体波谱特征或空间特征（比如纹理、形状等）信息与其他地物之间的区别。最早最简单的水体提取方法是单波段阈值法。1985年，Jupp等通过分析TM7影像直方图，设置一定的阈值，提取出水体信息。但是，该方法仅仅采用单一波段和单一阈值，不能准确的提取出水体信息，尤其不能区分出水体与阴影。目前，使用最多的是谱间关系法，即通过分析水体与背景地物的波谱曲线特征，寻找它们之间的变化规律，进而应用逻辑判别表达式提取水体信息。1996年，McFeeter利用归一化差异水体指数NDWI抑制植被和土壤信息提取水体。2005年，徐涵秋在NDWI的基础上，修改了指

数波段组合，用中红外波段代替近红外波段，提出了改进的归一化差异水体指数MNDWI，应用于湖泊、海洋、河流不同水体影像，取得了较好的结果，并成功地去除了阴影信息。但是，该类方法仍然避免不了阈值的设定。同时，不同指数其增强效果具有区域局限性，比如，NDWI在平原植被区域效果较好；而MNDWI在建筑居民用地区域效果较好，却难以区分部分山体阴影和水体。

2008年9月6日，我国环境和灾害监测预报小卫星（简称环境减灾卫星）星座中两颗光学星（HJ-1A, HJ-1B）发射成功，可实现可见光探测在30m分辨率下每两天对国土进行全覆盖观测，为监测水域面积动态变化提供数据支撑。因此，本文采用国产HJ-1A/B CCD数据，分析各类地物波谱特征，提取不同特征参数，采用决策树分类方法提取水体信息，并进行动态变化分析。

2 研究区域与遥感数据

2.1 研究区域介绍

丹江口水库（见图-1）位于汉江中上游，库区流域位于北32°36′-33°48′，东经110°59′-

以HJ-1A/B为数据源，采用决策树分类法能够更好的提取水体信息，实现监测水资源变化和生态环境的变化的动态监测。

111° 49' 之间, 横跨鄂、豫两省, 由汉江库区和丹江库区组成。丹江口水库库容 290.5 亿 m³, 入库年均水量 388 亿 m³, 控制流域面积约 9.52 万 km², 水库及上游涉及到湖北、河南和陕西 3 省 40 多个县(市、区)。

所处区域地形复杂, 西部、北部被伏牛山所环绕, 山体之间湖泊易与阴影混淆; 东部平原地区, 农田、城镇交错分布, 道路复杂。库区地处北亚热带向暖温带过渡地带, 属于典型的季风型大陆性半湿润气候。冬寒夏热, 春暖秋凉, 四季分明, 雨量比较充沛。自然降水时间分布不均, 主要集中在 7-9 月, 基本上雨热同季。



图1 丹江口地区

2.2 遥感数据源

本文选择 HJ-1A/B CCD 2009、2011、2012 年时间序列数据, 研究丹江口水库水体信息提取, 探讨水域面积动态变化情况及变化原因。

CCD 多光谱数据包括蓝、绿、红、近红外 4 个波段, 其波段设置近似与 LANDSAT TM 的前 4 个波段(见表 1); 同时, 其重访周期为 2d, 空间分辨率为 30m, 兼具了 MODIS 高时间分辨率和 LANDSAT TM 高空间分辨率的优势。

波段	名称	波段	名称
0.4-0.5 μm	蓝	0.63-0.69 μm	绿
0.63-0.69 μm	绿	0.63-0.69 μm	绿
0.63-0.69 μm	绿	0.63-0.69 μm	绿
0.63-0.69 μm	绿	0.63-0.69 μm	绿
0.63-0.69 μm	绿	0.63-0.69 μm	绿
0.63-0.69 μm	绿	0.63-0.69 μm	绿

表1 LANDSAT TM 与 HJ-1A/B CCD 波段设置

3、研究方法

3.1 单波段阈值

以 2012 年 10 月 17 日 HJ-1A CCD2 数据为例, 统计四个波段直方图, 如图 2 所示, 可以看第 4 波段近红外影像呈现明显的双峰特征, 这是因为影像中大面积水体信息在近红外波段反射率较低, 而其他地物在该波段反射率相对较高。因此, 可以通过设定一定的阈值, 提取出水体信息。

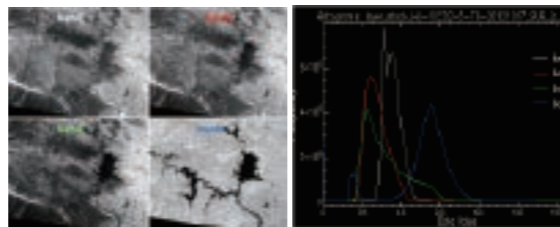


图2 HJ-1 CCD2 四个波段影像及对应的直方图

3.2 归一化差异水体指数 NDWI

由上述论述可知, HJ-1A/B CCD 多光谱波段设置近似于 LANDSAT TM 的前 4 个波段, 因此应用于 Landsat TM 影像的水体提取指数模型 NDWI 也可应用于 HJ-1A/B CCD 数据中。NDWI(Normalized Difference Water Index, NDWI), 公式如下:

$$NDWI = \frac{Green - Nir}{Green + Nir}$$

式中: Green 为 CCD band2 数据, Nir 为 band4 数据。

以 2012 年 10 月 17 日 HJ-1A CCD2 数据为例, 标准假彩色合成影像, 见图 3(a)。分别选取水体、植被、耕地、居民地若干样本数据, 统计其波段均值, 见 (b), 从图中可以看出, 水体的反射从可见光到近红外波段逐渐减弱, 在近红外波长范围内吸收性最强, 植被在近红外波段的反射较高, 因此采用绿光波段与近红外波段的比值可以最大程度地抑制植被的信息, 从而达到突出水体信息的目的, 这也是 NDWI 构建依据。

利用波段运算 (float (b2)-float (b4))/(float (b2)+float (b4)), 得到归一化差异水体指数, 见 (c), 统计样本 NDWI 均值, 见 (d)。从样本中可以看出水体 NDWI 值大于 0, 而其他地物 NDWI 值小于 0, 由此, 可以采用适当阈值即可将水体信息提取处理。

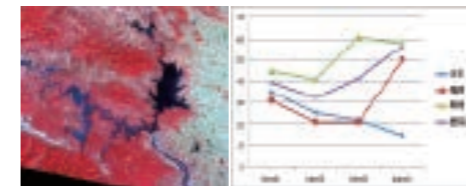
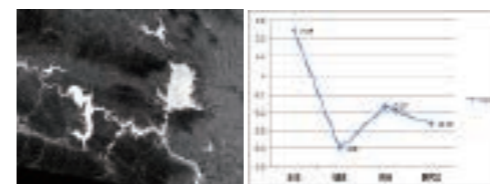


图3 (a) 标准假彩色影像 (b) 库区图 4 类地物的波谱曲线



NDWI 结果 (c) 库区 4 类地物 NDWI 上的均值

3.3 决策树分类法

研究在分析归一化水体差异指数、单波段近红外数据的基础上, 采用决策树分类提取水体信息。首先根据 NDWI 设置一定的阈值, 几乎提取全部的水体信息, 同时又剔除了阴影信息; 然后根据近红外波段, 设置一定阈值, 剔除土壤、城镇等影响。



4、应用及结果分析

4.1 不同水体提取方法对比

以 2012 年 10 月 17 日 HJ-1A CCD2 数据为例, 分别应用单波段阈值法、归一化差异水体指数法、决策树分类法提取水体信息。

本文采用 CCD 近红外波段提取水体信息, 经过反复试验, 设定阈值为 28。见图 5 (a) 所示。将提取结果与标准假彩色影像进行叠加显示, 可以看出, 在提取水体的同时, 将部分山体阴影信息也提取出来, 见图 6 (a)。这是由于山体阴影的影响, 使得近红外波段在阴坡面的反射能量特别低, 从而造成山体阴影在影像上呈现明显的暗色调, 水体与阴影的混淆使得难以在单波段上通过阈值法提取水体。同时, 也可看出, 部分水体信息未能提取出来, 这是由于单一阈值难以准确地将水体与其他地物划分开来。

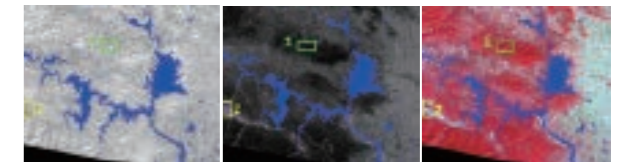


图5 (a) 单波段阈值法 (b) NDWI 法 (c) 决策树分类

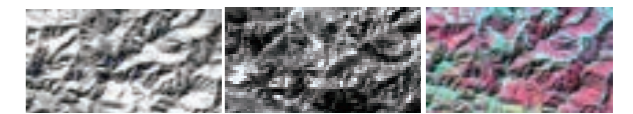


图6(a) 单波段阈值法 (区域1) (b) NDWI 法 (区域1) (c) 决策树法 (区域1)

利用 Band math 计算 $NDWI = (b2 - b4) / (b2 + b4)$ CCD, 如图 3 (c) 所示。在 NDWI 影像上, 水体区域 NDWI 一般为正值, 而其他地物一般为负值。经过反复试验, 设定阈值为 -0.05, 得到结果图如图 5 (b) 所示。将提取结果与标准假彩色影像进行叠加显示, 可以看出, 相对于单波段阈值法, NDWI 方法很好的去除了阴影误差信息; 但是容易将居民区误认为水体信息, 见图 6 (f), 这是由于城市、裸地和建筑物等背景地物在绿光波段和近红外波段的变化趋势和水体一致, 容易造成误提取。

利用决策树, 提取水体信息, 如图所示。对比单波段阈值法和 NDWI 法, 可以看出, 决策树分类提取水体信息, 不仅剔除了阴影误差见图 6 (c), 同时大大减少了居民区带来的误差见图 6 (g)。

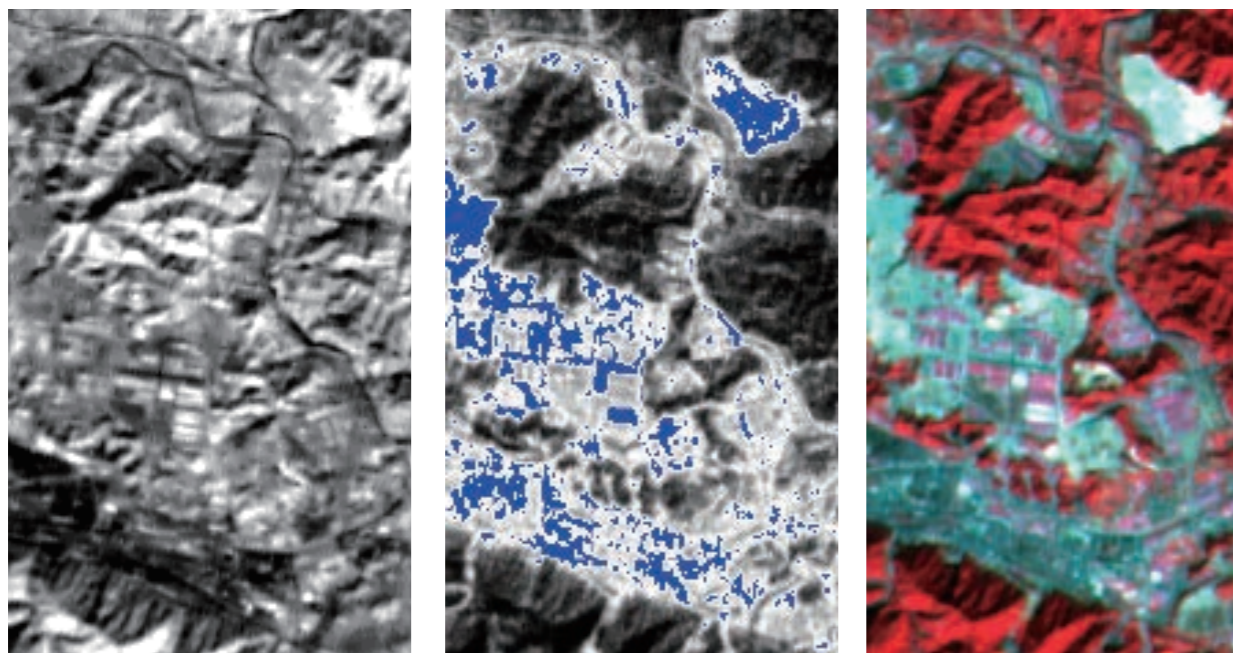


图6(e) 单波段阈值法(区域2) (f)NDWI法(区域2)
(g) 决策树法(区域2)

4.2 丹江口水库水域面积定量提取

本文选取2009年、2011年、2012年三年环境星数据,分别对每景影像利用决策树法提取水体信息。在此重点关注的是丹江口库区信息,对周边小水体利用arcgis软件进行删除,得到如下结果,如图7所示。同时,在arcgis软件中统计丹江口库区水域面积,得到2009年6月水域面积为414.2km²,2011年6月水域面积为323.3km²,2012年10月水域面积为436.6km²。



图7(a) 2009年水域分布 (b) 2011年水域分布 (c)
2012年水域分布

5、结论

研究表明,决策树分类方法提取水体信息要比单波段阈值和NDWI更准确。同时,从三期水域信息提取结果来看,2011年水域出现大面积缩减现象,这是由于2011年湖北等出现特大干旱,丹江口水库水位一度跌破历史最低。◆

选自《宇图》期刊2014年总第2期

基于遥感大数据的生态保护红线监管系统研究 ——以红线区生态资产监管为例

■ 文 - 陈雅琳^{1,2}, 王菲^{1,2}, 陈奔^{1,2}

(1. 中科宇图科技股份有限公司, 北京 100101; 2. 中科宇图资源环境科学研究院, 北京 100101)

引言

生态红线指对维护国家和区域生态安全及经济社会可持续发展具有重要战略意义,必须实行严格保护的国土空间。生态红线对于维护生态安全格局、保障生态系统功能、支撑经济社会可持续发展具有重要作用,是国家和区域生态安全的底线^[1];是人居环境与经济社会发展的基本生态保障线;是重要物种资源与生态系统生存与发展的最小面积。划定生态红线是基础,严守生态红线是关键。要捍卫生态红线,必须实施严格的及时监管。然而,重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等生态红线区域地域广阔、条件复杂、类型多样,仅靠常规的技术手段费时费力,很难实现及时、有效监管^[2]。

近10年来,随着互联网和信息技术的迅猛发展,全球数据呈爆发式增长,我们迎来了一个大数据(big data)的时代。大数据是继云计算、物联网之后IT产业又一次颠覆性的技术变革,也是一场生

活、工作与思维的大变革^[3]。在遥感领域,随着对地观测技术的发展,尤其随着高分辨率对地观测时代的到来,人类对地球的综合观测能力达到空前水平^[4,5],遥感数据在环境监测、应急、监察、执法等方面得到广泛应用,发挥出环境遥感的独特作用,成为环境监管的重要手段和有力武器。在此背景下,如何利用信息化手段实现对生态红线区智能化管控,全面支撑生态红线日常监管业务化工作,加强部门联动,探索遥感大数据时代生态红线监管工作的发展规律,创新生态红线监管方式,通过遥感大数据对生态红线区域进行系统性、规范性和前瞻性的监管^[6],必将为我国生态保护工作带来前所未有的显著成效。

一、生态资产评估方法

随着经济社会的发展所带来的生态系统的不断破坏,生态资源的不断枯竭,生态资产研究越来越受众多学者青睐,不同学者对生态资产的理解侧重点不同,大体可归为以下两大类,一类侧重于生态资产

的价值体现形式,其中部分重点强调生态资产即生态服务功能价值,部分认为生态资产即资源直接价值与生态系统服务功能价值之和,另一类侧重于生态资产的实体形式,其中部分偏重生态资产是生态景观实体,部分重点强调生态资产是生态经济资源。本系统中所指的生态资产是指具有物质及环境生产能力并能对人类提供服务和福利的生物或生物衍化实体,其价值表现为自然资源价值、生态服务价值以及生态经济产品价值。因此,在对生态资产进行评估时,将生态资产分为功能型生态资产和资源型生态资产进行评估。

1.1 功能型生态资产评估方法

功能型生态资产主要包括水源涵养功能、水土保持功能、气候调节功能、防风固沙功能、固碳释氧功能、生物多样性保护功能等功能型生态资产,功能型生态资产的评估方法主要是采用《生态保护红线划定技术指南》^[7]里的评估方法。

1.2 资源型生态资产评估方法

资源型生态资产的不同存在形式有不同的计量单位，如煤炭的单位以 t 计量，木材的单位以 m³ 计量，草地、林地、耕地以面积的单位以 hm² 计量等；实物评估法主要按照常规的各项生态资产计量单位评估同种生态资产的占有量、消费量、流转量的变化，实物评估法的方法和过程较简单，容易被普通公众所理解和掌握，但只能评估同种生态资产不同时间段变化及空间流转变量，对不同类型生态资产即计量单位不统一的生态资产无法评估。资源型生态资产评估基本程序如下所示：

搜集所分析区域的生态资产的主要原材料的生产量、消耗量和进出口量情况，如分析林产品，需收集林产品生产量、消耗量和进出口量；分析森林生态系统需收集有林地面积、灌木林面积等。

列出生态资产的主要类别和计量单位。

列出各类生态资产相互关系、相互作用、生产和流转的过程等。

按照分析资料统计出生态资产流转过程中生态资产消耗与流转量变化，即明确生态资产存量变化，以及生态资产流转方向及流转量。

画出生态资产实物评估图。依据生态资产流转途径，按照生态资产流转过程中每一节点量的大小进行排列，让人直观的看到该生态资产在消耗和流转中实际的生产量、消耗量及流转量的变化。

二、生态资产监管系统设计

2.1 系统总体架构

在数据标准与规范体系、安全保障机制与运维体系下，搭建基于遥感大数据的生态保护红线监管系统，包括基础设施层、平台服务层、本地数据层、计算与展示层、业务应用层。系统针对自然地理数据、专题数据、社会经济数据、遥感影像数据等本底数据进行收集整理、统一规范及预处理入库，集成资产型生态资产、功能型生态资产、生态系统本底资产、生态系统资产总量等核算模型，利用 GIS 地理信息系统技术，实现生态资产统计分析、生态资产负债表编制、生态资产预警等功能，服务于红线区生态资产

监管，推动生态保护红线管理创新。系统总体架构如图 1 所示：

2.2 时数据库建设

数据库是整个系统建设的基础，也是系统建设的关键，在建库时，要充分考虑数据有效共享的需求，同时也要保证数据访问的合法性和安全性。

2.2.1 自然地理数据库

自然地理数据库主要包括地形数据、气候数据、水文数据、生物数据、土壤数据、人类活动数据等，具体的数据资源目录如表 1 所示：

生态红线专题数据库主要包括红线数据、功能区数据、各类保护地数据、专题图等，具体的数据资源目录如表 2 所示：

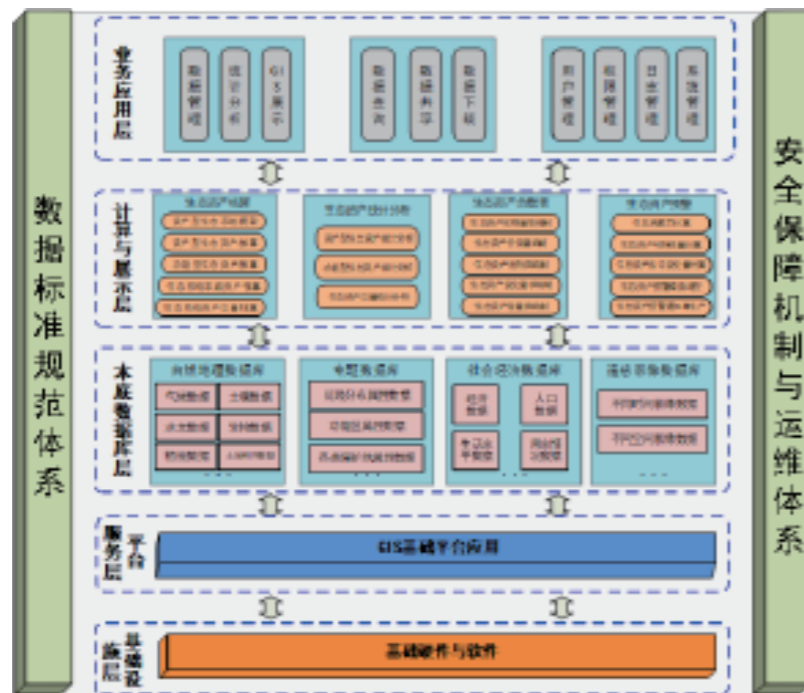


图 1 基于遥感大数据的生态保护红线（生态资产）监管系统总体结构图

2.2.3 社会经济数据库

社会经济数据库主要包括人口数据、经济数据、生活水平数据、用水数据等，具体的数据资源目录如表 3 所示：

2.2.4 遥感影像数据库

遥感影像数据库主要由生态资产评估所需要的不同时间分辨率和空间分辨率的遥感影像组成，主要是 ZY 卫星和 GF 卫星影像数据。

2.3 系统功能设计

2.3.1 生态资产核算子系统

生态资产核算子系统是以生态系统结构、生态系统服务为核心，对监管的生态红线区中可以形成生态资产的生态系统的分布、面积、所占生态红线区的面积比例、生态系统质量、生态系统所能提供的实物量、生态资产的价值量等方面在监测时段内的状态值进行监测与核算，实现资产型生态系统提取、生态系统资源型资产核算、生态系统功能型资产核算、生态系统本底资产核算、生态系统资产总量核算等功能。

2.3.2 生态资产统计分析子系统

生态资产统计分析子系统以生态资产核算子系统的产品为基础，通过对各个产品开展时序分析、空间统计分析、回归分析、叠加分析、一致性检验等统计工作，主要实现生态系统资源型资产统计分析、功能型资产统计分析、生态资产总量统计分析等功能。其中每个指标均可以与生态资产质量结合，形成不同质量的生态资产统计分析产品。

2.3.3 生态资产负债表编制子系统

生态资产负债表编制子系统是在生态资产核算子系统和生态资产统计分析子系统的基础上，以各系统输出的质量评估产品、资产核算产品、资产统计分析产品以及外部生态系统产品分类数据源，实现对生态资产实物量表、生态资产价值量表、生态资产流向表、生态资

产变化量表以及生态资产存量表的编制，并将该子系统的产品作为生态资产预警子系统的输入产品。

2.3.4 生态资产预警子系统

生态资产预警子系统是在以上各子系统产出结果和产品的基础上，实现对生态红线区以及红线重点区生态资产总量和变化量

表 1 自然地理数据库数据资源目录

一级目录	二级目录	三级目录	四级目录	
自然地理数据	地形数据	海拔		
		坡度		
		坡向		
	气候数据	气温		
		降水		
		风力		
		空气湿度		
	水文数据	水位		
		水量		
		流速		
		流量		
		水质		
		汛期		
		降水量		
	生物数据	植物	物种类型	
			优势度	
			盖度	
			群落类型	
			生态系统	
		动物	种类	
数量				
土壤数据			土壤类型	
			土壤湿度	
			土壤结构	
	土壤侵蚀度			
	土壤 pH 值			
	土壤风化度			
	土壤墒情			
人类活动数据	土壤肥力			
	土壤污染程度			
	土地利用数据			
		行政边界数据		

的预报预警，并将预报预警结果以生态资产预警通知单的形式提供给管理部门，支撑生态资产的管理决策，实现生态承载力计算、生态资产可持续量计算、生态资产容许变化量计算、生态资产预警阈值调整以及生态资产预警通知单生产等功能。

表 2 生态红线专题数据库数据资源目录

一级目录	二级目录	三级目录
专题数据	红线数据	名称
		面积
		中心经纬度
	功能区数据	功能区类型
		功能区名称
		保护对象
		功能区面积
		功能区红线面积
		功能区内红线占比
	各类保护地数据	自然保护区
		生态脆弱区
		生态敏感区
		国家自然保护遗迹
专题图	生态红线图集	

表 3 社会经济数据库数据资源目录

一级目录	二级目录	三级目录
社会经济数据	人口数据	总人口数
		常住人口数
		户籍人口数
		年龄结构
		人口密度
	经济数据	GDP
		三产结构
		城市化水平
		居民消费水平
	生活水平数据	居民收入
		价格指数
		恩格尔系数
	用水数据	居民生活用水量
		农田灌溉用水量
		工业用水
		建筑业用水
		生态环境用水



图 2 生态资产负债表编制子系统

三、结束语

本文以红线区生态资产监管为例，介绍了基于遥感大数据的生态保护红线监管系统的建设方法、思路和内容。系统利用遥感、大数据、GIS等信息技术，构建自然地理数据库、生态红线专题数据库、社会经济数据库和遥感影像数据库等数据库，依托功能型生态资产和资源型生态资产评估方法，主要实现生态资产核算、生态资产统计分析、生态资产负债表编制和生态资产预警等功能，服务于红线区生态资产监管，推动生态保护红线管理创新。

参考文献

- [1] 朱康文, 等. 重庆市生态保护红线空间管理系统研究与应用[J]. 三峡生态环境监测, 2017, 2(2):1-7.
- [2] 孙中平, 等. 遥感大数据环境下对生态红线监管方式创新的思考[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(1):65-68.
- [3] 维克托·迈尔-舍恩伯格, 肯尼思·库克耶. 大数据时代: 生活、工作与思维的大变革[M]. 盛杨燕, 周涛, 译. 浙江: 浙江人民出版社, 2013.
- [4] 李德仁, 张亮培, 夏桂松. 遥感大数据自动分析与数据挖掘[J]. 测绘学报, 2014, 43(12): 1211-1216.
- [5] 何国金, 王力哲, 马艳, 等. 对地观测大数据处理: 挑战与思考[J]. 科学通报, 2015, 60: 470-478.
- [6] 朱东华, 张巍, 汪雪峰, 等. 大数据环境下技术创新管理方法研究[J]. 科学与科学技术管理, 2013, 34(4):172-180.
- [7] 生态保护红线划定技术指南. 环境保护部, 2015, 5. ◆

江苏省环境监控辐射应用系统项目建设与研究

■ 文—陈曦 中科宇图科技股份有限公司南京分公司技术部

【摘要】本文论述了江苏省环境监控辐射应用系统建设的研究背景、总体目标、系统功能、项目亮点、项目原理。该项目建设总体上满足了环境保护部要求和国家下发软件的要求，并遵循国家电子政务标准和环境保护部关于信息化系统建设的规范和要求，在江苏省生态环境监控系统项目的总体要求下进行系统的设计、开发和实施工作。采用 XML 数据交换标准、3S 技术、三维地图等先进技术，支撑辐射环境监控系统、辐射环境业务管理系统及数据库的统一建设，实现了系统的三网合一、平台统一、数据库统一、接口管理统一、废物库三维场景、应急响应措施全和一张图展示。

【关键词】辐射环境监控；3S 技术

1、研究背景

辐射环境监测包括辐射环境质量监测和重点辐射污染源监督监测。辐射环境监测的目的是全面掌握我国辐射环境质量状况和变化趋势，为政府宏观决策提供技术支持；监控辐射污染物排放，为环境执法提供科学依据；预警辐射事故事件，确保辐射环境安全；为公众提供信息服务。

江苏省辐射环境监测管理站的信息化建设开展较早，取得了一定的应用成果，在辐射安全监管信息化方面始终处于全国领先地位。根据江苏省生态环境监控系统即 1831 项目的总体要求下，需要对辐射业务和监控系统进行升级完善，从而加强信息系统间的协同管理，有效组织信息资源，全面覆盖监测、管理、监控等数据信息，提高辐射环境监管能力，为全省的生态环境监管提供信息化支持。

2、总体目标

在 1831 项目的大背景下，江苏省环境监控辐射应用系统项目按照统一的理念进行长远的规划，系统建设时注重对信息安全和应急管理等方面的需求，建成江苏省辐射环境监控的数据库、交换中心、决策中心和指挥中心，体现江苏省生态环境监控工作总体目标要求。在项目设计中，充分立足实际工作需要，扎实做好需求分析，充分考虑国家、省、市层面的工作要求；涵盖辐射建设项目申报、环评、验收，核技术利用监察，全方位监测、废物库管理等；在监控功能上进一步拓展，做好相关配套工作，为决策提供技术支持。

3、系统功能

3.1、辐射环境监控系统

系统由前端监控设备、企业监控中心、省市环保监控中心构成。前端接入设备 18 类，主要包括视频设备、剂量设备、安防设备、车载 GPS、五参数气象仪、监测点设备和监测车等。系统监控的网络物理结构图如图 1 所示。

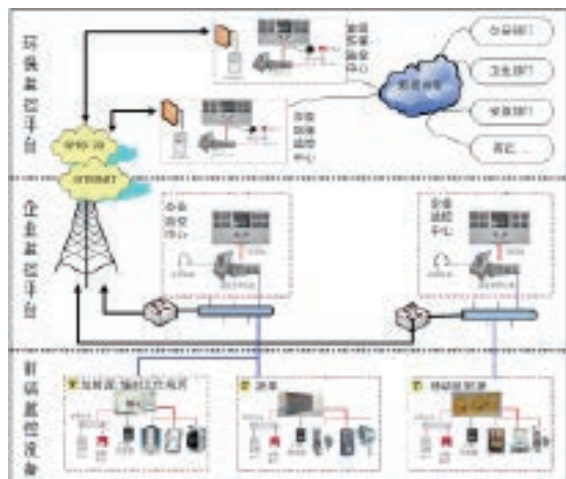


图 1 监控的网络物理结构图

3.1.1、监测信息实时监控

建立完备的监控数据显示界面，能够使各自动监测站点采集到的实时监控数据实现在线显示，可以以趋势曲线等形式实时显示连续自动采集的数据，可按 5 秒、30 秒、5 分钟、10 分钟、1 小时等任意查询周期，查询指定的任意时间段的数据，包括当日的实时数据、往日历史数据、以及往日至今日任意起止时间节点的连续数据。同时对站点气象监测数据进行实时监控，包括气压、雨量、风向、风速等。

3.1.2、辐射剂量监控

辐射剂量是将探测器传输来的代表放射性剂量的数据信息传送到系统平台上进行数据处理、显示；并将剂量率值、参数、报警状态等测量数据与报警状态通过无线方式发送到遥控器端进行显示、报警。

辐射环境监控系统能实现对放射源工作场所剂量的实时监控和数据传输，实现在监控中心根据相应权限设定监测数据的上下限范围，出现异常情况有报警系统和短消息提醒功能，所监控的放射源现场画面在显示器上实现自动弹出。

辐射监控器由探测器、测量部件、显示部件和电源组成。探测器监控产品可根据仪器的功能和需要加以选定。探测后的测量部件将收集到的型号转化为 GPRS/CDMA 的数据传输模块的型号，并按照统一标准发送到环境监察支队监控平台，实现了整体的监控。

3.1.3、辐射位置监控

根据安装的 GPS 定位设备，在监控系统上实现对当前位置的实时查询、历史运动轨迹的回放等功能。同时可以在电子地图上设定辐射源的活动区域，当辐射源位置超出设定的区域后，进行报警。

实现了放射源报警界限的初始设置，通过此模块可以实现放射源定期监控时间间隔（即多长时间对辐射源的位置信息和使用状态进行自动监控一次）、设定最大偏移距离值（即辐射源被移开正常使用位置多大距离时才启动报警功能）、开启或关闭监控状态和短信报警、轨迹记录与回放等功能。



图 2 辐射环境业务管理系统整合

3.1.4、设备运行监控

显示系统监测点、监测车各设备运行工作状态，以绿色表示正常运行，红色为退出，以方便实现故障原因的排查和故障解除。

3.1.5、网络运行监控

对系统整体网络的运行状况进行监控，包括网络通信状态、各监测点检测车网络运行状态等。

3.1.6、报警监控

建立报警模型，提供多种报警模式，对监测数据和设备运行状态提供报警监控功能。当监控数据超出了预先设定的报警阈值或设备运行状态出现偏离时，系统自动告警。

3.2、辐射环境业务管理系统

国家核技术利用安全监管系统（国家库）、权力阳光政务系统、核与辐射安全监管信息系统（省库）互为异构系统，相互独立运行，信息零散，通过对系统进行有效整合，形成统一整体，避免浪费有效的信息资源。根据业务工作情况，完善核技术申报平台功能，采用先进的数据同步和信息抓取技术，实现对三个系统的有效整合，改变现有同一事项重复申报、同一事项重复审批、同一数据重复录入的局面，实现信息共享，提高效率。

所有环境管理的业务工作，包括建设项目管理、

环境监测、各类环境监测以及更高层次的环境分析、决策支持等，都与全生命周期内的辐射源密不可分。所以，通过理顺在整个辐射源生命周期过程中，对环境管理工作的直接或间接的影响，不仅使业务更加清晰和严谨，另外一方面也保证了数据中心所需管理数据的全面性和有效性，同时也更容易明确可能产生的冗余数据以哪一块的管理结果为准。

3.3、辐射数据库

数据库是辐射环境监督管理站所有环境信息化业务应用的基础。核心设计理念是建立好数据标准规范体系、规划好环境资源目录及数据结构及各业务之间的逻辑关系，从日常分散的业务数据库加工提炼重要的业务数据形成供全局调用访问的数据库，同时对辐射环境监测历史数据进行整合，通过数据比对分析为领导决策提供依据。

4、项目亮点

4.1、三网合一

实现省库与权力阳光、国家系统三网数据自动同步，将多处申报的难题建设为一次申报、多处使用。提高工作效率。

4.2、平台统一

在与国家、省内系统集成的基础上，将原有辐射站 7 个系统的功能统一建设。打破系统之间的壁垒，统一界面和操作。

4.3、数据库统一

建立 7 个系统的统一数据库，并与省内系统共享数据。打破原 7 个系统存在多个数据库的隔阂，实现辐射信息一处录入，共享使用。

4.4、接口管理统一

将系统对外的十多个数据采集接口、数据交换接口统一管理，设备数据采集接口统一管理，达到系统

接口统一，扩展简单的要求。

4.5、废物库三维场景

建立废物库三维模型，形象、灵活的实时剂量和视频展示。

4.6、应急响应措施全

数据偏离正常值报警、数据采集中断报警等等有将近 20 多种类型的报警模式，可以短信报警、工况图报警、界面弹出报警信息等多种报警提醒方式。能以最快的速度将信息传达给相关人员做应急处理。

4.7、一张图数据展示

在地图上显示核电站实时监测剂量，显示放射源使用企业的环评、验收、许可、监察信息。

5、项目原理分析

5.1、逻辑架构

本项目主要对原有系统进行整合，在数据资源内部共享基础上，建立统一的核电站监控、放射性废物库监控、核与辐射数据业务应用系统等，具体如图 3 所示。

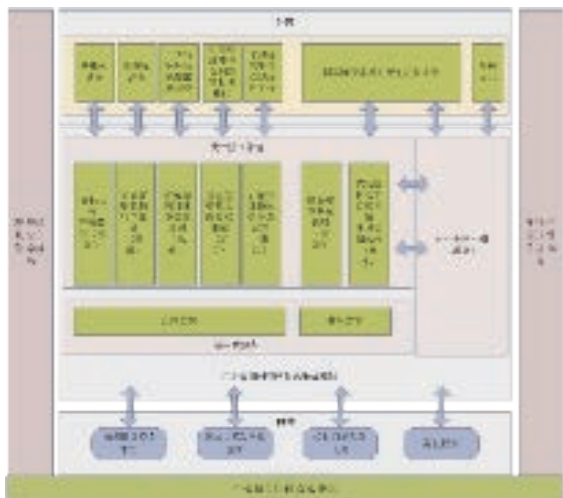


图 3 总体架构

5.2 关键技术

(1) 基于 XML 数据交换标准

XML (eXtensible Markup Language, 可扩展置标语言)是由 W3C(互联网联合组织)发布的一种标准,它是一种数据交换格式,允许在不同的系统或应用程序之间交换数据,通过一种网络化的处理机构来遍历数据,每个网络节点存储或处理数据并且将结果传输给相邻的节点。

(2) 3S 技术

采用 GIS(地理信息系统)技术对空间数据库进行管理,并对空间数据进行分析,采用 RS(遥感)和 GPS(全球定位系统)对空间数据进行更新。

(3) 三维地图

三维电子地图是以三维电子地图数据库为基础,按照一定比例对现实世界或其中一部分的一个或多个方面的三维、抽象的描述,其形象性、功能性远强于二维电子地图。

6、结语

依托江苏省“1831”项目的数据一数一源、一源多用等智慧化决策的背景下,江苏省环境监控辐射应用系统实现了数据的整合与共享,提高了核与辐射相关业务的工作效率,同时提高了核与辐射的监管能力。

选自《字图》期刊 2014 年总第 4 期

四川环境应急指挥决策支持平台建设分享

■ 文 - 白臣平 中科字图科技股份有限公司西南分公司

近年来,随着我国经济高速增长,各类突发性环境污染事故时有发生,造成生命、财产的巨大损失和生态系统的严重破坏。面临环境应急管理的新形势,进一步完善环境管理机制、健全环境应急管理制度、强化环境应急信息化支撑能力是环境应急管理工作亟待破解的难题。《国家环境保护“十二五”规划》明确将加强重点领域环境风险控制作为“十二五”期间环境管理工作的主要任务之一,把环境污染突发事故应急指挥中心的建设提到了重要的议事日程。

四川省处于工业化中期,结构性污染难以根本改变,水污染控制和环境风险成为非常敏感的环境问题,流域性环境风险形式不容乐观,突发环境事件呈高发势头,防范环境风险的压力持续增大。

在此背景下,四川环境应急平台从四川省当前环境风险状况及区域经济社会地理特征出发,以“统筹规划,分层建设”为原则,以先进的信息化技术为依托,以应急数据资源整合利用为核心,形成一个省、市(州)两级环保部门联动的环境应急指挥决策支持平台。

1、项目概述

四川环境应急项目系统功能覆盖“事前预防、应急准备、应急响应、事后评估”各阶段业务,让环保部门及时掌握全省危险化学品、重点风险源、环境敏感点基本信息和环境应急物资储备现状以及各类污染物质的基本处置方法等信息,实现“四个清楚”,即“环境风险点源清楚、环境应急处置方式清楚、环境应急物资储备情况清楚、流域和区域环境敏感点位清楚”。基于环境“一张图”应急,以基础空间地理信息数据为依托,将环境业务数据与空间数据融合,实现环境应急相关信息空间查询、直观定位与决策分析服务应用,为环境应急提供良好的信息化辅助决策功能。

2、整体目标

四川环境应急项目的建设,需要充分考虑四川省环境应急管理的现状,结合四川省环境保护厅的信息

化情况,进一步整合环境应急管理基础信息、加强环境风险监控预警体系、提升应急处置决策科学技术支撑、完善环境应急管理机制。

项目建设需要达到如下具体目标:

(一)充分响应《四川省环境应急体系建设方案》,在省厅及市州形成应急系统和软硬件支撑环境,完善应急系统安全保障体系,完善信息化的应急管理机制。

(二)以环境应急平台为支撑,通过信息交换平台和应急信息发布门户,推动数据资源整合利用与共享服务,并实现与省厅内部业务应用系统、数据库、网络系统之间的信息交换。

(三)采集四川省重点风险源的空间信息和属性信息,利用地理信息平台整合关联所辖范围内的排污企业、重点风险源、环境敏感点、应急资源等基础数据,达到环境资源信息的信息化,为实现环境“一张图”应急提供数据支撑。

(四) 建立高效的环境预警、处置和指挥调度系统,完善环境应急预警处置流程,能够快速完成环境应急预警分析、辅助决策、指挥调度、环境监测等功能,科学、有效、快速的完成环境事故应急处置任务,最大限度的降低事故对环境的影响和危害。

(五) 构建环境模型库和处理处置方法库,利用水/大气扩散模型和路径分析方法对突发环境事件进行辅助分析,提供科学有效的辅助决策支持功能。

3、系统功能

四川环境应急项目主要完成以下10个子系统建设工作:

(一) 环境风险源动态管理系统。建设风险源综合数据库、危险化学品动态数据库和环境敏感目标信息库,实现全省风险源的申报登记、风险源动态管理等功能。

(二) 环境应急资源动态管理系统。建立应急信息资源目录,进行应急人员管理、应急机构管理、应急物资管理、应急设备管理、应急监察车辆管理。

(三) 环境应急处置技术库管理系统。建立标准法规库、参考案例库、应急预案库、危险化学品库、处理处置技术库和应急检测方法库,并进行动态管理。

(四) 环境应急预警系统。系统功能包括应急数据收集管理、应急值守管理、风险预警管理、事件甄别、应急预案启动。

(五) 环境应急处置系统。系统功能包括应急现场调查、现场监测、事件报送、指挥调度和信息发布等功能。

(六) 环境应急辅助决策系统。系统功能包括事件溯源、大气/水污染扩散模型分析、应急路线规划、人群疏散规划、确定事故等级等辅助决策功能。

(七) 环境应急演练系统。包括环境应急演练事件信息管理、环境应急演练事件流程信息管理和环境应急演练展示等功能,针对不同类型不同污染物的环境应急事件,设置不同的处理处置方法及处理处置流程,保障在应急事件发生时能更好的进行响应和处理。

(八) 环境应急事件评估系统。系统功能主要对已归档事件进行事后评估,包括接警信息评估、处理处置评估、信息报告评估等功能。

(九) 环境应急信息门户。系统功能包括单点登录、各业务系统访问、门户新闻、业务数据统计等功能。

(十) 环境风险源图形化管理系统。包括84家重点风险源厂区专题图、重点风险源360°全景影像展示,1家重点风险源的三维地图,并实现360°全景影像与二维地图的联动。

为完善环境应急管理数据及业务支持,四川环境应急项目完成与“天地图”平台、环保移动信息平台、重点污染源自动监控系统、排污申报与收费系统等平台的集成。

4、项目优势

(一) 通过省-市两级平台的搭建和现有环境应急数据的整合,能够实现数据上报电子化,数据收集信息化,能进一步提高数据使用效率,完善省市两级应急管理机制。

(二) 基本掌握风险源企业及周边地理环境分布、应急资源分布、敏感点分布等情况,通过“一张图”环境应急管理理念的落实,可快速的地图上查询。

(三) 通过风险源企业二维地图和已建成的84家重点风险源企业360度街景影像的综合应用与展示,能够基本展示重点风险源企业周边敏感点分布及企业内部风险单元分布状况。

(四) 通过实现河流事故溯源、水扩散模拟等水事件相关的分析功能,并提供大气扩散模拟、应急人员疏散、应急线路规划功能,可以实现提供一定的辅助决策支持。

(五) 基本搭建环境应急处置效果评价体系,能够对环境应急处置各个流程进行评估,为类似突发环境事件的处置决策提供依据。

(六) 通过与排污申报收费、重点污染源自动监控、环境移动执法等现有业务系统的数据集成,能够获取较多其他业务数据支持,更好的服务于环境应急。

5、项目建设成果

(一) 门户建设

系统门户主要包含门户新闻信息、业务数据统计、各业务系统访问入口等功能模块。



(二) 环境风险源动态管理系统

主要实现环境风险源基础信息日常管理功能,通过县填、市审、省督的方式进行数据维护,为环境预警、应急处置提供业务数据支撑



(三) 环境应急资源动态管理系统

主要实现环境应急资源基础信息日常管理功能,为环境预警、应急处置提供数据支撑



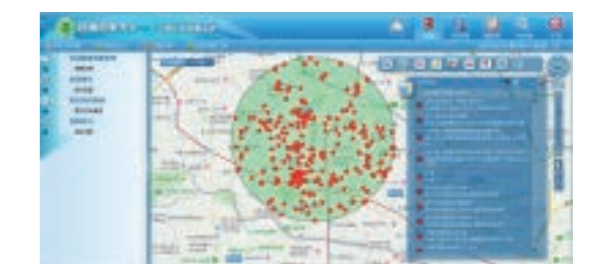
(四) 环境应急预警系统

环境应急事件的接警信息维护,记录事件发生的时间、地点、事件情况等信息,并可以通过启动事件进行事件的处理处置



(五) 基于环境“一张图”的环境应急预警系统

通过环境应急“一张图”,可在地图上进行相关环境数据的查询、展示等(下图主要查询缓冲半径内的政府机构)



(六) 环境应急事件事发点周边敏感目标分析

事发点周边敏感目标分析(主要包括居民小区、村庄、医院、学校等敏感目标)



(七) 风险源企业专题图展示

展示风险源企业在地图上的空间分布，通过点击相应风险源企业定位出具体位置，并查看风险源企业详细信息及其360全景影像



(八) 环境应急处置系统中的监测因子走势图

通过录入环境应急事件的监测数据，可生成相应的图表，并查看该监测因子的走势，为应急处置提供依据。



(九) 环境应急处置系统中的信息报送模块

通过事件初报、事件续报、事件终报进行应急事件的处置过程记录及信息报送。

(十) 环境应急辅助决策功能

基于环境“一张图”的环境应急辅助决策系统，通过水污染扩散模拟功能，为环境应急处置提供辅助决策依据。

(十一) 重点风险源企业360全景影像

通过全景影像与二维地图的联动效果，模拟和再现场景的真实环境的效果。

(十二) 重点风险源企业厂区三维建模展示

可查看该风险源围墙、风险源内主体建筑物、建筑物内部环境、厂区内主要干道、危废存储罐、排放口、应急设备等信息。



6. 项目总结

四川环境平台项目系统功能基本能够满足四川省环境应急管理信息化需求，对于完善环境管理基础信息、健全环境风险监控预警体系、完善环境应急管理机制起到重要作用。

通过日常数据维护工作（包括风险源基础数据、应急资源、应急处置技术库等），完善了环境应急管理基础信息，为处理处置环境应急事件提供了实时有效的环境应急数据。通过规范环境应急接警、处置、辅助决策、事后评估等环境事件应急处置流程，为处理环境应急事件提供了准确有效的应急处理流程。通过水污染扩散模拟、大气扩散模拟、事故溯源等辅助分析功能的设置，为处置环境应急事件提供了辅助决策依据。通过应急处置、领导辅助决策等多项功能的设置，对于提升各级环境应急管理人员应急处置的能力和素质也起到重要作用。◆

选自《宇图》期刊2014年总第4期

重庆市环境应急信息化建设案例分享

文 - 马飞 中科宇图科技股份有限公司西南分公司技术部

1、前言

近年来，随着我国经济高速增长，各类突发性环境污染事故时有发生，造成生命、财产的巨大损失和生态系统的严重破坏，这一问题引起了国家的高度重视。2015年，相继发生福建漳州古雷石化（PX）项目爆炸、天津港“8·12”特别重大火灾爆炸事故等一系列重特大安全生产事故，表明我国长期以来粗放式发展的负面影响开始显现，也给我们敲响了警钟，环境安全意识必须始终牢记，环境安全防线不能有一丝毫放松。当前和今后一段时期是我国环境高风险期，有的是环境自身的问题，有的是衍生出来的问题，区域性、布局性、结构性环境风险更加突出，环境事故呈高发频发态势。我国化工产业结构和布局不合理，布局总体呈现近水靠城的分布特征，12%的危险化学品企业距离饮用水水源保护区、重要生态功能区等环境敏感区域不足1公里，10%的企业距离人口集中居住区不足1公里，保障饮用水安全压力巨大。

面临环境应急管理的新形势，进一步完善环境管理机制、健全环境应急管理制度、强化环境应急信息化支撑能力，提高环境应急人员、装备、物质等基础



保障能力是环境应急管理工作亟待破解的难题。《国家环境保护“十二五”规划》明确将加强重点领域环境风险防控作为“十二五”期间环境管理工作的主要任务之一，把环境污染突发事故应急指挥中心的建设提到了重要的议事日程。

在此背景下，从区域当前环境风险状况及区域经济社会地理特征出发，借鉴国内省市环境应急信息化的成功经验及国外在环境应急管理领域的先进经验，研究总结环境污染事故应急处置指挥系统领域的“最佳实践”，建设功能全面、高效、快捷的环境应急系统，为环境突发事件应急处置提供有效信息辅助支持十分必要。

2、项目概况

重庆市环保局通过“十一五”、“十二五”长期对环境应急能力的基础建设，在环境应急信息化方面做了大量的工作，取得了许多有益的经验和工作基础。制度规范方面，在国家 and 地方政策法规的基础上，形成了标准化的应急处置流程和应急监测预案；软件系统方面，建成了污染源在线监测系统、环境质量在线监测系统、12369 投诉受理系统和基于 GIS 应用的重庆数字环保一张图；硬件设备方面，搭建了基础的网络硬件平台。

重庆市环境应急信息化建设充分结合重庆实际，进行环境应急信息化体系建设，基于移动端和 PC 端，整合关联了全市排污企业、重点风险源、环境敏感点等基础数据，共享了其它市级部门提供的全市卫星影像数据、环境监测数据等数据资源，实现了事件接警、事件甄别、指挥调度、态势模拟和趋势预测等智能化功能，提高了应急现场与指挥中心的数据联动与信息共享的效率，在重庆市环境应急事件处置以及环境安全保证工作中发挥了重要的作用。

3、建设目标

(1) 按照环境风险防范、应急处置、事故评估和事后处理管理的流程，在重庆市环境风险管理系统基础上，开发环境风险管理系统处置预案图形化集成应用功能，集成环境质量监测、污染源等管理数据，最终形成图表一体化的环境风险管理信息系统。

(2) 基于严密的权限管理功能，建立市-区(县)两级贯通的环境应急管理信息化平台，为建立和健全统一指挥、功能完善、反应灵敏、协调有序、运转高效的应急机制提供基础支撑；

(3) 通过高精度风险源空间数据的采集与制作，形成重庆市空间数据采集制作规范，集成多源空间数据的优势，实现对于风险源的精细化管理，使环境风险点源更加清楚。

(4) 基于移动终端建设环境移动应急系统，利

用方便安全的通讯网络实现各类业务数据的传输，实现监控中心与移动终端的数据互联互通；在突发事件发生时，能够通过移动终端及时接收环境应急业务数据的动态分析情况，实现现场应急响应；在移动终端进行环境应急相关信息查询，为现场应急工作提供辅助决策。

4、总体框架

此框架是环境应急业务信息化应用的整体框架，由环境信息标准规范体系、环境信息安全保障体系、环境应急管理保障体系、基础支撑设施层、数据资源层、应用服务层构成。



图 1 总体框架

5、项目建设成果

重庆环境应急信息化建设主要包括风险源图形化预案数据制作、环境应急管理与指挥系统、移动环境应急系统几部分内容。

5.1 风险源图形化预案数据制作

5.1.1 建立风险源处置预案空间化展现模式
本项目在环境保护部门现有的高分辨率影像图、

信息中心或企业提供的厂区平面示意图的基础上，现场采集厂区平面的主要设施、产排污环节、风险单元、应急设施以及周边敏感目标等部件的空间数据、实景影像和照片数据，同时整合数据库中已有排污许可证、污染源普查及更新调查、风险源更新调查等系统的业务属性数据，通过内业的数据加工、建库、属性挂接，实现风险源全要素的应用一体化集成展现。

经过多次项目的建设，目前已完成 200 多家重点风险源图形化预案的制作和应用。

5.1.2 开发风险单元处置预案的空间化展示功能

按照“一案一事一案”的企业风险单元预案管理模式，通过风险单元的处置预案空间化关联展示，实现风险预案 GIS 平台上可视化的表现，实现预案所涉及的风险单元、应急处置设施、应急资源等相关信息按相应的关系逐一展示，在出现事故时，系统还可根据现场情况与应急处置资源能力及状况做出智能辅助提示，为事故快速处置提供数据支持。



图 2 图形化预案展示效果



图 3 图形化预案细节展示效果

5.2 环境应急管理与指挥系统

重庆市环境应急管理系统实现了环境应急事件接警、事件甄别、指挥调度、态势模拟和趋势预测等智能化功能，在出现事故时，系统可根据现场情况与应急处置资源能力及状况做出智能辅助提示，为事故快速处置提供数据支持。同时，通过规范基础数据库，开发标准接口调用集成风险源档案、环境质量监测、污染源监测、视频监控等环境应急相关数据在系统中动态显示并应用，为环境应急管理与处置决策提供更全面的数据参考。



图 4 系统界面

5.2.1 环境应急信息动态管理系统

环境应急信息动态管理系统是为了整合全市各类环境应急资源，发挥业务数据在环境预警、应急处置中的支撑作用。系统建设完成后能够建立全市应急信息库，实现全市环境风险源动态管理、环境应急资源动态管理、应急处置技术动态管理，实现“环境风险点源清楚、环境应急处置方式清楚、环境应急物资储备情况清楚、流域和区域环境敏感点位清楚”。

5.2.2 环境应急预警系统

1、应急值守管理

应急值班是应急指挥中心的一项日常业务，应急值班人员将对来自各种渠道的预警信息和突发环境事件信息进行处理。值班管理用于管理各单位的日常值班数据，包括值班表，值班日志和值班交接记录等。

2、预警接警管理

通过 12369 环保热线、自动监控系统预警、可视化视频监控等信息化系统进行环境应急接警。系统实现报警监控、报警管理、报警格式设置和报警查询等功能。

3、突发事件甄别

值班人员可以搜索环境环境、污染源监控系统的预警信息，如果环境质量发生变化，可以通过超标的物质，查询风险源的环境影响评价结果、日常监察检查报告、风险源监测报告、风险源应急预案等管理信息，并在系统中设定范围倒查周边或水域上游相关风险源及污染源在线监控情况，以确定事件情况。

4、应急预案启动

在对事故有关信息得到确认后，根据判定结果启动相应级别的应急预案，并将事件信息报送相关部门和人员。系统能够自动生成事件报告报送相关部门，并将预案信息和处置技术库的相关信息发送至相关人员。

5.2.3 环境应急处置系统

环境应急处置系统是依托统一的环境信息基础网络，通过建立 GIS 平台部分、信息管理部分、资源调用接入部分、通讯集成部分、协同管理部分和系统设置部分，实现突发环境事件的各个过程环节的记录、跟踪、查询和分析，以及对其他信息资源库的信息调用，并实现与各级应急平台的互联互通，以及事发现场与指挥部和专家的远程会商等，提高突发环境事件的应急处置能力。

5.2.4 环境应急辅助决策系统

1、事故溯源

在通过在线监控或者人工报警等方式发现环境事故后，通过对比现场观测的污染物特征感官信息（颜色、气味等）与系统内置的污染物判定条件，确定污染物类别。进而确认事故信息，如发生时间、地点、初步判断的事故类型、事故描述等。从环境事故发生点位置开始溯源（水污染事故沿江河上游方向、大气环境事件沿上风向）生成指定距离的缓冲区，以此作为潜在的事故源范围。基于污染源基本数据，利用空间分析查询出该范围内涉及事故污染物的风险源和风险单元，形成可疑对象清单。对分析结果清单进行人工甄别和现场确认，最终确认事故源。



图 5 大气污染溯源



图 6 水污染溯源

2、污染扩散模拟预测

环境模拟与扩散预测主要是运用计算机的空间运算和分析能力，利用各种监测数据，结合地理信息数据对环境质量、污染扩散进行模拟仿真，生成相关的环境专题图以及污染扩散模拟预测图。该系统主要包括大气污染扩散模型和水污染扩散模型。

3、路线规划

通过在地图上选取途经点，或设置障碍，系统将分析出来的最短（最优）路径展示在地图上。该功能首先设置起点、终点和途经点，如有路况信息则在相应位置上设置路障，点击分析按钮后，系统显示出推

荐的行走路径。并且提供人群疏散的辅助分析功能。

5.2.5 环境应急处置后期监控评价系统

环境应急事件评估系统实现突发环境事件处置完成后的后期评估，掌握应急突发环境事件对环境的影响，为环境的恢复提供依据；对处置的方法进行效果评估，形成新的处置预案或对原有的处置预案进行改善，为避免同类应急突发环境事件和处置类似的突发环境事件提供决策依据。并能进行事件管理、报告维护、事件归档管理等功能。

5.3 移动环境应急系统

通过基于 Andriod 系统的移动环境应急系统的建设，方便环境应急管理人员进行环境应急现场分析、辅助决策并与指挥中心的数据和资源支持进行交互，将全面提升环境事件的风险防范能力、应急响应能力和事后处理能力，实现对突发性环境事件的全过程控制。



图 7 系统界面

5.3.1 应急接警

环境应急处置人员可通过移动端在系统中同步看到环境应急接警信息，并能够查看选中应急事故的后台接警时填报的信息，包括应急接警信息与应急判别信息，便于环境应急处置人员了解环境应急事故的基本情况，提高现场工作的效率。

5.3.2 应急甄别

现场调查或者处置人员根据接警和预警信息，加上现场情况的分析评估，对事件进行甄别判定，经核实后启动预案。

5.3.3 应急指挥

在实际的环境应急指挥过程中，应急人员、应急资源和应急车辆是最为重要的三项内容，用户能够通过移动端很方便的实现这三类数据信息的快速查询和使用。

5.3.4 应急数据查询

为方便环境应急人员随时随地地对应及相关数据进行查询使用，本项目建设应急数据查询模块，将所有应急关键数据的查询集成在一起，提高现场数据查询的效率。

5.3.5 企业图形化信息查询

本项目基于后台应急系统中建设的风险源企业厂区专题地图，实现移动端的专题图层整合和应用，为移动端的企业图形化数据的应用奠定基础。

能够通过移动端，查询并查看风险源的基本信息、详细信息、风险单元信息、风险源附属设施信息、风险源设施列表信息、敏感点信息等空间及属性信息。



图 8 图形化预案移动端查询

5.3.6 知识库

包括对通讯录、专家库、应急手册、应急预案等资料的移动端查询。

5.3.7 现场数据采集

后台环境应急指挥系统的一个弊病就是无法获取现场的实时情况，影响环境应急工作的效率和效果。本项目通过建设现场数据采集模块，能够让现场人员通过移动端，方便地实现现场应急事故调查、处置过程中的文字、图像、监测数据的信息上报功能，并同步到后台应急系统，供领导和业务人员使用。

6、项目总结

6.1 应急资源图形化，实现“四个清楚”

项目建设对重点风险源企业实地情况调查，重点了解企业化学物质情况、厂区情况、事故处置设施情况（如管线、应急池、围堰）、环境风险单元、环境应急处置及救援资源、企业周边水环境状况及环境保护目标和企业周边大气环境状况及环境保护目标情况，建立基于应急实际应用的多元电子地图系统，辅助处置重大突发环境事件。

6.2 应急管理精准化，实现全过程管理

环境应急精准化管理是对环保部门的资源（人员、车辆、物资、设备等）和风险源（特别是重大重点风险源）进行精细化、准确化管理。建立各级环境应急法律法规库、重点风险应急预案库、环境应急图片资料库、环境应急事件处置案例库、环境应急资源库、化学品知识库、应急处置技术库、应急专家库、应急队伍联络库、应急物资储备信息库、应急人员防护知识库等信息资源库等内容。并结合企业的三维数据，实现环境风险源信息的精细化、可视化管理。

6.3 应急处置智能化，实现科学决策

“智能化”是指在全面整合资源、挖掘数据的基础上，系统具有的一定的判断和选择现有的各种方法及其组合的分析能力。项目建设将不仅整合关联所管辖范围内的排污企业、重点风险源、环境敏感点等基础数据，还共享其它部门提供的全市卫星影像数据、地名地址、气象水文信息等数据资源，并结合处置技术库和国内外先进的环境模型，实现快速定位、智能甄别、指挥调度、态势模拟、趋势预测和准确处置等的功能，从而提供智能化的决策支持功能。

6.4 应急指挥协同化，实现应急联动

环境应急业务信息化应用一方面通过完善的通信系统设计和软件功能设计，实现突发环境事件“现场单兵人员——移动应急指挥平台——环保部门应急指挥中心——上级环保部门”的应急响应协同。另一方面，重点考虑与省应急办、安监、公安、消防、气象等跨部门的应急联动和数据共享问题，通过功能和接口扩展，实现应急联动处理功能。◆

选自《宇图》期刊 2016 年总第 10 期

地图大数据应用案例剖析——口袋环保

■ 王宝刚

（中科宇图科技股份有限公司北京研发中心，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。

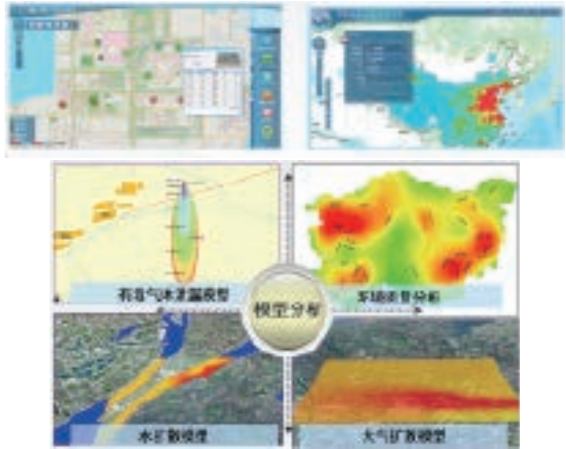
1. 背景

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 Reduce 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型企业，甚至在污染型企业中，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意的、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，那么政府的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。◆

选自《宇图》期刊 2017 年总第 13 期

广州监测站环境质量监测与预报预警系统建设

■ 文 - 张东宁 中科宇图智慧环保产业群华南分公司技术部

【背景】随着生活水平的提高，百姓对于生活环境的关注度也越来越高，对空气质量的关注度的提高，政府部门开始逐渐加大对城市空气环境质量的监测和管理力度。2015 年，环保部将全面推进全国重点城市空气质量预报预警工作，组织全国各省级、直辖市、省会城市和计划单列市开展空气质量预报预警能力建设。环保部与中国气象局要求地方环保和气象部门建立重污染天气预测预报会商机制，规范重污染天气信息发布，建立首席预报员和专家回应制度，建立重污染天气预测预报逐级响应机制。

一、前言

目前，我国各级环保部门正在掀起一波建设空气质量预测预警系统的热潮，空气质量预测预警系统是监测预警体系的核心部分，是对重污染天气过程的趋势分析，为环境管理提供有力技术支撑。

二、项目概况

本项目是在现有的数值预报系统、卫星遥感系统、统计预报系统、空气监测子站端系统、空气监测中心端系统、水自动监测系统、环境噪声自动监测系统等 7 个系统的基础上，按新环境空气质量标准和 AQI 评价标准、当前环境质量管理要求，通过升级改造、完善、新建形成 8 个子系统，建立对空气、水、声监测和预测预报进行统一管理、实时发布与展示的广州市环境质量监测与预报预警系统。

三、整体目标

(1) 空气质量数值预测预报系统。完善扩展空气质量数值预测预报系统，新增 PM2.5、CO 和 O₃ 的预报，实现支撑空气质量数值预报的气象信息接入功能和源清单更新功能，实现污染源贡献追因能力，为重污染预报预警，制定重污染应急预案提供支撑。

(2) 环境空气质量统计预报系统。增加 PM2.5、CO 和 O₃ 预测。建立满足 AQI 发布要求的统计预报系统平台。按新标准，自动集成自动监测系统的主要污染物浓度数据，并将结果在预报系统进行展示。

(3) 卫星遥感监测与污染气象条件指数预报系统。实现遥感影响的几何矫正、辐射矫正功能，升级气团轨迹模块。

(4) 常规子站工控机数据采集与传输系统。开发建设统一的空气质量自动监测常规站数据采集、存储、发送以及监测质量控制自动化系统。

(5) 超级站数据采集与传输系统。开发城市空气质量监测超级站监测结果自动采集、接收、存储、处理系统。

(6) 空气质量自动监测系统。完善改造具有数据接收、展示与实时发布的空气质量自动监测系统，



实现空气质量信息的实时发布。

(7) 环境水质自动监测系统。改造提升现有的EMIP环境监测信息平台,实现对水质监测数据的图形化统计分析。

(8) 环境噪声自动监测系统。集成噪声系统,能够收集各个噪声点监测结果,对数据进行处理、展示与发布,还能对前端噪声采集设备进行监控和管理。

四、系统功能

4.1 环境监测管理

环境监测系统集广州市空气质量、广东省空气质量、全国空气质量、极轨卫星、静止卫星、风廓线雷达、温廓线雷达、天气图、云图等的信息资料平台于一体,从东亚、全国、华东、城市等不同层面将空气质量、气象数据在一张地图上综合展现。

4.2 数值预测预报管理

NAQPMS、CMAQ、CAMX 三种模式空气质量、气象要素预测结果二维动态展现:根据空间层高、污染源物种、覆盖区域、时间点或时间段,以二维形式动态展现环境空气质量(SO₂、NO₂、CO、PM10、O₃、PM2.5、AQI 等指标)的模式预测结果。以及提供多模式的数据对比,区域浓度值的对比功能。

统计预报主要实现了对大气环境信息的诊断分析、空气质量状况(包括污染物浓度和AQI等级的预报)、重污染预报方法和重污染案例的统计和查询功能。

4.3 卫星遥感监测与污染气象条件指数预报管理

基于激光雷达遥感影像(如CALIPSO),实现近地面到大气层的气溶胶分布廓线反演,生成气溶胶廓线分布图。反演包括O₃、SO₂、NO₂、AOD、PM2.5、PM10等。基于激光雷达遥感影像(如CALIPSO),定量解析广州及周边地区的垂直方向的具体气溶胶污染类型;实现对不同站点、不同高度(1000米、500米、100米)

的气团72小时、48小时、24小时后向轨迹分析。

4.4 源清单管理

实现污染源识别和追踪模块,解析预测广州市污染源的来源,对污染源的来源进行图标展示;实现对网格化源清单的管理,通过图像展现源清单数据,实现对源清单进行更新。

4.5 重污染模拟分析

实现基于源清单的污染源识别及追踪功能,预设按源类别和源地区等方式对源清单数据进行模拟运算,展现运算的结果。通过模拟运算的结果,展现按行业调控前后的污染物浓度的空间变化,提供分析功能并展示调控前后的源清单调控前后对比以及调控前后的污染物浓度的对比。

4.6 数据发布管理

通过集成展示NAQPMS、CMAQ、CAMX三种数值预报、统计预报以及前一天的预报报表数据,为预报报表制作提供参考,预报报表,浓度可修改,修改后保存,系统自动计算AQI、首要污染物、空气质量评价等级。导出报表,导出Excel。

4.7 数据集成管理

实现对空气质量监测系统,超级站设备,水质在线监测系统,噪声监测系统数据集成,建立大数据中心,实现系统单点登录,统一用户管理。

五、项目亮点

5.1 多模式数值预报系统集成

各空气质量预报模型使用统一的污染源排放清单、同样的嵌套模拟区域、采用四重嵌套(81公里×81公里,27公里×27公里,9公里×9公里,3公里×3公里),垂直分层不低于15层。相同气象模式输出结果,设计模拟区域包括从东亚、华南地区、珠三角城市群、广州市,最小模拟及预测区域包

括广州市全境。城区设计分辨率可达到1公里。各模型运算结果采用BP神经网络或蒙特卡洛集合预报方法将不同模式的预报结果有效集合起来,精确的模拟及预测天气状况和气象要素。实现对广州市的PM10、PM2.5、O₃、NO₂、SO₂等常规污染物3天72小时的预警预报,以及7天污染趋势分析。

5.2 排放清单动态更新与展示

建立基于污染普查与环境统计、污染源监测、机动车流量等基础信息的污染源更新机制,开发集成预测预报系统污染源清单更新的输入接口,实现对排放清单动态调整的可视化操作,同时能够在WebGIS平台上展示污染源清单的时空分布。

5.3 重污染预报预警

建立重污染预报预警,当预报出现不利天气条件和持续空气污染超标,系统能够通过GIS平台,动态展示污染过程的天气形势、污染物浓度演变、污染源来源等变化,通过重污染情景分析,提出污染控制目标与方向,控制主要污染源,评估控制效果。

5.4 污染源识别与追踪

可实时解析与预测广州市及国控站点PM10、PM2.5、O₃、SO₂、NO₂、CO等6项主要污染物的地区和行业来源,提供本地和周边污染源贡献,为大气重污染过程的应急响应控制提供科学支撑。通过污染排放、输送、化学转化等全过程追踪,获得大气污染物的类别来源、地域来源,通过质量追踪,了解污染物生成消耗过程,解决了非线性问题。

5.5 本地和周边污染源贡献

通过不同尺度空气质量数值模式,考虑污染物对源排放的非线性化学响应特征,从而评估出不同地区和不同类别污染源排放对环境空气污染物(PM10、PM2.5、O₃、CO、NO₂、SO₂)浓度的贡献(分担率),依据超标污染物浓度来源的贡献大小,筛选出重点地区、重点排放源,为管理部分建立极端污染天气条件

下的应急预案和响应机制、及时采取控制措施提供参考建议,从而为环保及管理部门核实污染减排效果、应对污染天气和区域大气污染联防联控提供技术支持。

5.6 多源卫星遥感监测

基于激光雷达遥感影像(如CALIPSO),实现近地面到大气层的气溶胶分布廓线反演,生成气溶胶廓线分布图。反演包括O₃、SO₂、NO₂、AOD、PM2.5、PM10等。基于激光雷达遥感影像(如CALIPSO),定量解析广州及周边地区的垂直方向的具体气溶胶污染类型。

六、项目原理

6.1 多模式技术体系

基于数据挖掘技术,模型集合系统针对不同的预报需求,采用不同统计方法,对多个环境监测站点的颗粒物、二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、氮氧化物、臭氧等污染物,建立不同时间步长的预报模型,得到PM10、PM2.5、NO₂、O₃、SO₂、CO的未来72小时预测数据以及AQI值,历史的和实时的监测数据及AQI值。通过建立多方法、多站点、多项污染物、多时段的统计预报系统,将统计预报模型的输出数据和检验分析数据存储在数据库中,生成区域的污染物浓度预测图,最终通过监测预报预警管理平台界面进行展示,并可对数据进行统计分析。

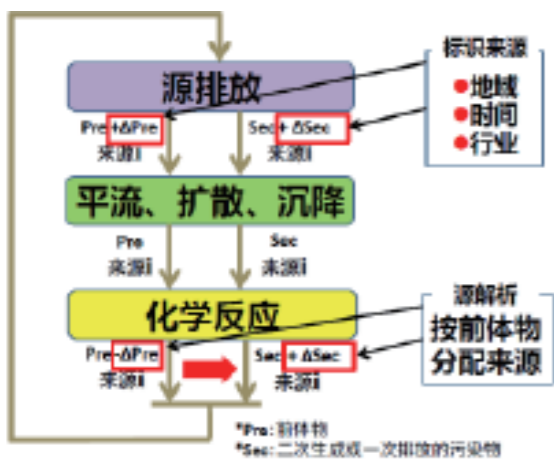


6.2 中尺度气象 WRF 模式

WRF 空间结构为三维欧拉输送模式、垂直坐标采用地形追随坐标，具有客观分析、四维资料预处理技术 (FDDA) 和多重网格双向嵌套等功能，对不同尺度天气现象间的相互作用有较好的分辨模拟能力，如大尺度的季风、台风、气旋的模拟和预报；中 β 尺度和中 γ 尺度 (2-200 公里) 的数值模拟，中尺度对流系统、锋面、海陆风、山谷风及城市热岛效应等。同时实现高性能并行计算，模式时效性提高空间大，现已广泛应用于气象研究和实时天气业务预报。

6.3 源解析计算流程

过不同尺度空气质量数值模式，考虑污染物对源排放的非线性化学响应特征，从而评估出不同地区和不同类别污染源排放对环境空气污染物 (PM10、PM2.5、O₃、CO、NO₂、SO₂) 浓度的贡献 (分担率)，依据超标污染物浓度来源的贡献大小，筛选出重点地区、重点排放源，为管理部分建立极端污染天气条件下的应急预案和响应机制、及时采取控制措施提供参考建议，从而为环保及管理部门核实污染减排效果、应对污染天气和区域大气污染联防联控提供技术支持。



七、建设成果

7.1 系统门户



【图】1 系统门户



【图】2 系统门户

7.2 环境质量监测



【图】3 全省空气质量展示



【图】4 气象监测分析



【图】5 历史数据反演分析

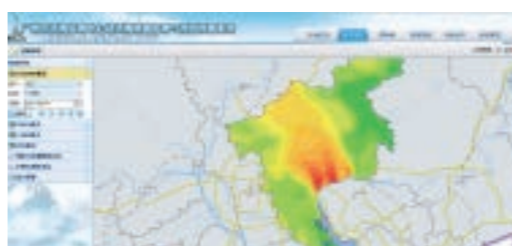


【图】6 气象数据反演

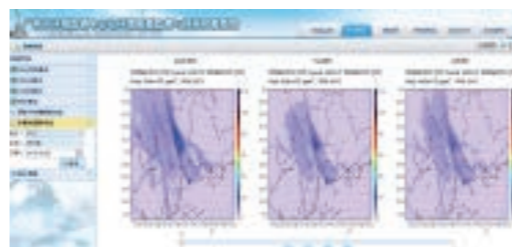


【图】7 污染源遥感监测反演

7.3 预测预报



【图】8 未来空气质量预报模拟



【图】9 多模型对比分析



【图】10 源清单更新比对分析

7.4 预报预警管理



【图】11 污染源来源追踪



【图】12 调控对比分析

八、总结

广州市环境监测中心站环境质量监测与预报预警系统利用多模式集成预报技术及遥感监测技术作为支撑，系统可预报未来 72 小时有利 (不利) 广州市、广东省等区域污染扩散的气象条件，定量预报 72 小时广州市及广东省各种大气污染物浓度的分布情况，为广州市的空气质量保障提供有利的技术支持。系统的建设可为政府相关环保部门提供空气质量保障预案提供科学的数据支撑，而且可以作为广州市环保部门能力建设的重要内涵，从而达到长期为广州市空气质量监测预报服务之目的。◆

选自《宇图》期刊 2015 年总第 6 期

天津市环境风险源管理及事故应急管理 系统开发项目建设分享

■ 文 - 何文彬 中科宇图智慧环保产业群技术部

【前言】近年来,随着我国经济的迅猛发展,生产领域不断拓宽,社会活动强度日益增大,重大环境污染事件频繁发生。面临环境应急管理的新形势,进一步完善环境管理机制、健全环境应急管理制度、强化环境应急信息化支撑能力是环境应急管理工作亟待破解的难题。2012年发布的《国家环境保护“十二五”规划》明确强调,要推进环境风险全过程管理,开展环境风险调查与评估,以排放重金属、危险废物、持久性有机污染物和生产使用化学危险品的企业为重点,全面调查重点环境风险源和环境敏感点,建立环境风险源数据库;加强环境预警与应急体系建设,强化环境应急能力标准化建设,加强重点流域、区域环境应急与监管机构建设。

天津市正处于工业化中期,结构性污染难以根本改变,水污染控制和环境风险成为非常敏感的环境问题,流域性环境风险形式不容乐观,突发环境事件呈高发势头,防范环境风险的压力持续增大。

基于此背景,本次项目以环境应急标准化能力建设为指导,以应急基础信息为依托,在突发环境事件应急体系建设的基础上,以GIS地图为辅助,以“平战结合”为建设思路,建设具有反应快速、决策科学、职责分明、安全高效的天津市环境风险源管理及事故应急管理开发项目,达到环境预防、预警、应急处置和事后评估一体化管理目的,实现环境风险源动态综合监管,提升环境风险源管理的信息化、环境风险监控预警自动化、应急响应决策的科学化和可视化以及事件后评估的规范化,全面提升天津市环境安全防控的工作效率和管理水平。

1、项目概述

本次项目建设以应急基础信息为基础,以构建环境安全防控体系为重点,以预防为主,预防、预警与应急相结合的建设思路,基于GIS地图支持,对风险源企业申报信息审批管理,各类污染源和环境要素的科学化监管、预警和辅助应急处置,最终达到突发环境事故应急管理的信息共享、统一资源、高效调度、决策支持的建设目标,实现环境应急科学指挥,做到环境应急的全过程控制、智能人机交互、指挥协同、

应急联动及平战结合,真正实现天津市环境应急管理的一体化管理。

天津市环境风险源管理及事故应急管理系统是综合性的应用平台,包含了各类环境要素的分类化管理、全方位预警和科学化应急处置,通过先进的网络、通信、3S技术实现整体应急体系的无缝对接,第一时间掌握应急现场情况,可以方便集成各类环境监测数据和业务系统,实现应急快速响应、精确监控监测、数据实时传输等功能,为环境风险源日常监管和环境突

发事件构建重要的技术支撑平台。该系统的建立,将作为天津市环境应急中心信息化系统的核心和基础应用框架。

2、整体目标

基于现代计算机技术、3S技术、通讯技术、物联网技术、网络技术构架,以天津市级环境安全防控平台为枢纽,以重点监控突发环境污染目标和事发现场为端点,与其他业务系统建立数据交换,增强风险防范和突发环境事件应对能力,整合市内现有应急资源,覆盖环境应急的主要业务,既要满足事故发生时的事故处置需求,也要满足日常风险源的监控管理及日常事务性业务的开展需求。全面收集信息并进行快速统计和分析,覆盖“事前预防、应急准备、应急响应、事后评估”各阶段业务,迅速进行指挥命令的部署和实施,实现突发环境事故应急管理的信息共享、统一资源、高效调度、决策支持,最终达到指挥网络化、应急信息化、通信多样化、执行程序化和决策智能化的目的。

项目建设已经达到如下具体目标:

- (1) 实现环境风险源企业申报信息审批管理,切实做好风险源企业风险信息摸底。
- (2) 以应急基础信息为基础,实现对环境安全防控的全方位数据支持。
- (3) 通过环境安全预防、预警、应急处置与事后评估全过程监管,实现统一指挥调度、统一管理。

3、系统功能

天津市环境风险管理及事故应急管理系统开发项目主要完成以下5个子系统建设工作:

- (一) 环境风险源申报管理系统及数据库
通过环境风险源申报管理,对风险信息的汇总、加工、分析,完善环境风险信息数据库,环境风险管理

布及其风险状况,实现对环境风险源企业信息网上申报管理。

应急监测数据库应该包含化学危险品资料库、应急监测保障、应急知识库、应急响应、应急监测决策辅助、GIS地理信息系统、国家污染源数据库、风险源数据库以及其他系统的接口。

(二) 环境应急基础信息管理系统

根据环境应急管理系统总体技术要求,建立化学危险品基础信息库管理、建立集信息、指挥和调度于一体的环境应急资源信息库、建立应急事件“一事一档”,建设应急事件的综合性数据档案。同时,对应急事件进行级别评估管理、信息通知管理、敏感目标信息管理,最终通过建设环境应急专家库,指导和制定应急处置方案。

(三) 环境应急指挥调度系统

系统功能包括视频传输系统集成、突发事件调度管理、突发事件甄别管理、物质危险性识别、环境应急监测管理、应急资源分配、环境应急扩散模型以及环境应急后期评估管理等模块。

(四) 重污染天气应急管理系统

系统功能包括应急预警、应急响应、应急处置评估、评估报告归档管理。

(五) 环境应急移动终端管理系统

环境应急移动终端管理系统配合移动终端设备可进行图像、语音和数字信息的传递,为提供实时的现场动态图像和网络决策信息。本系统总结环境应急日常工作内容,现场处置需求等,构建各种业务场景模块,为终端用户提供各种应用服务内容,并实现对所有场景模块功能的维护与管理,实现了环境风险信息相关查询、突发环境事件一键上报、突发事件信息跟踪管理、环境应急信息GIS展示、现场视频交互展示、微信信息订阅、知识学习共享以及移动OA功能。

4、项目优势

(一) 建设天津市风险源信息数据库，并与现有环境应急数据资源进行整合，能够完成数据纸质化向电子化的转变，实现不同数据的访问与共享，数据采集的信息化建设，能进一步提高环保部门应急数据的使用效率，更加完善天津市应急管理机制。

(二) 建立先进的环境应急理念与灵活的人机交互模式，大大减轻应急工作人员的工作负担，提高应急效率，削减不必要的环节、灵活进行必备应急环节，实现天津市环境应急处置流程的自动流转。

(三) 基于环境 GIS 结合环境应急特点构建环境应急管理平台，掌握天津市风险源企业及周边地理环境分布、敏感点分布、应急资源分布等情况，实现环境专业分类图层展示、日常环境监管预警、事件报警接警、信息快速查询、及时模型决策分析等。

(四) 通过风险源企业 2D 地图和重点风险源企业 360 度全景影像的综合应用与展示，能够基本展示天津市重点风险源企业周边敏感点分布及企业内部风险单元的分布状况。

(五) 建立环境应急处置效果评估体系，能够对环境应急处置各个流程进行评估，掌握环境突发事件对环境的影响，为环境恢复以及突发环境事件的处置决策提供依据。

5、项目建设成果

(一) 环境风险源申报管理系统

通过环境风险源申报管理，对风险信息的汇总、加工、分析，完善环境风险信息数据库，环境风险管理部门（各级环保局）可以掌握不同空间尺度区域内

的环境风险源分布及其风险状况，实现对环境风险源企业信息网上申报管理。

(二) 环境应急基础信息管理系统

建立危险化学品处置技术信息库（包括危险化学品理化性质、处置方法、处置方式、防护措施等信息）、建立环境应急资源信息库（包含现有的应急机构、救援队伍、技术装备、应急物资、专家等资源及分布区域）以及应急专家库管理、建立应急事件“一事一档”，实现基础信息录入、审核、入库、更新功能。

(三) 应急事件级别评估管理

可根据核查人、核查时间、核查对象、核查描述，系统可以通过接警信息来判断事件的严重程度，系统可根据接警与甄别过程所填写的信息，自动生成环境应急事件级别等级，确定是否进入预警事故流程。



(四) 敏感目标信息管理

对管辖区域各类环境敏感点信息，包括敏感点名称、敏感点类型（机关、学校、居民区、河流、湖库等）、所属区划、经纬度信息等进行统一管理，系统可实现对敏感区域的添加、编辑、删除和查询功能。



(五) 环境应急指挥调度系统

环境应急指挥调度提供命令传输、事态跟踪、人员物资调配等功能，实现与各级应急平台的互联互通，以及事发现场与指挥部和专家的远程会商等，提高突发环境事件的应急处置能力。



(六) 基于环境 GIS 的环境应急预警系统

通过环境应急 GIS 展示功能，可在地图上进行相关环境数据的查询、展示等



(七) 风险源企业专题图展示

展示风险源企业在地图上的空间分布，通过点击相应风险源企业定位出具体位置，并查看风险源企业详细信息及其360全景影像。



(八) 环境应急处置系统中的信息报送模块

通过环境应急事件的初报、续报和终报进行事件的处置过程记录及信息报送。



6、项目总结

天津市环境风险源管理及事故应急管理系统功能基本能够满足天津市环境应急管理信息化需求，对于完善环境管理基础信息、健全环境风险监控预警体系、完善环境应急管理机制起到重要作用。

本次项目以环境应急标准化能力建设为指导，以应急基础信息为依托，以GIS地图为辅助，以“平战结合”为建设思路，以达到环境预防、事故预警、应急处置和事后评估一体化管理为最终目的，通过日常维护，完善环境应急管理基础信息；通过及时有效的应急处置流程，达到风险源精细化管理要求；应用污染源解析和去向追踪技术，为空气质量保障工作提供决策支持；最终实现环境风险源动态综合监管，提升环境风险源管理的信息化、环境风险监控预警自动化、应急响应决策的科学化和可视化以及事件后评估的规范化，全面提升天津市环境安全防控工作效率和管理水平。◆

选自《字图》期刊2015年总第7期

“智慧东莞”环保精细化平台建设

■ 文 - 程丽雅 中科字图科技股份有限公司技术部

■ 文 - 孙阳 包头市环保局

【摘要】随着环境保护“十三五”规划思路转变和《生态环境大数据建设总体方案》的发布，大数据时代下的“智慧环保”已逐渐成为各个地区争相建设的重点。本文主要基于东莞市环保数字管理平台的建设成果和经验，结合“智慧东莞”的建设要求，对东莞市现有的环保数字管理平台的建设目标、系统功能，以及优势、成果的展示，并对东莞大数据体系支撑下的“智慧环保”发展提出规划和展望，以期对大数据时代下的智慧环保平台建设提供借鉴。

1、引言

环保大数据时代的到来，党中央、国务院对环境保护事业思路的转变和制度创新，互联网已成为环保部门监管的重要平台。大数据时代的智慧环保是在原有“数字环保”的基础上，借助物联网、云计算、大数据、大地图、遥感和模型等技术，把传感器和装备嵌入到各种环境监控对象（物体）中，通过超级计算机和云计算将环保领域物联网整合起来，实现人类社会与环境业务系统的整合，以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的“智慧”。

2、东莞市环保数字管理平台

东莞市环保局信息化工程自2008年开始建设，历经两期项目建设，但是信息数据不统一，各个业务系统相对独立，相关业务无法在系统中流转，相对割裂。为打破数据壁垒，我司以污染源为中心，建设了一套完整规范全面丰富智能化的东莞市环保数字管理平台。

2.1 建设目标及其总体框架

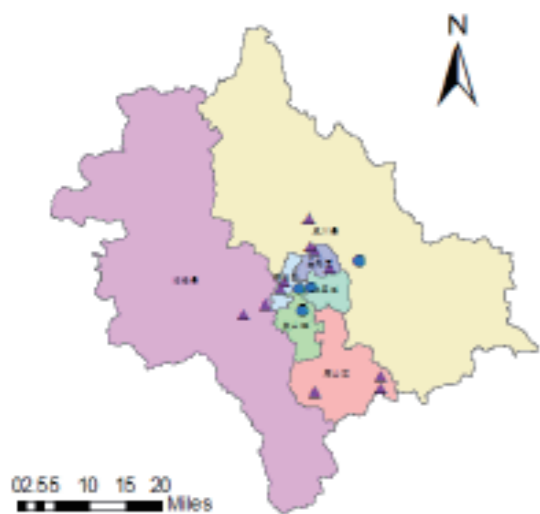
我司主要围绕东莞市环境保护工作，基于东莞市环保局“123”的要求，对现有各类环保业务信息系统进行升级、整合建设，以任务为主线，建设“一套数据，两种终端，三个系统”，全面实现东莞市污染源全生命周期数字化管理。

(1) 建设1个数据中心。将环保局现有信息系统的数据库（企业基本信息、信访记录、在线数据、环保审批等）整合到一个统一的数据库，规范对污染源的统一管理、构建数据更新机制。

(2) 建设2种终端。包括有线网络的桌面端和无线网络的移动终端模式。

(3) 建设3个系统。一是政务系统，主要包括人事管理、公文管理、公务管理、后勤管理、财务管理、考核管理等内容；二是业务系统，主要对东莞市环保系统包括审批、验收、环境规划、总量减排、危险废物、环境监察、环境监测等具体业务进行链条式管理；三是监控系统，主要包括污染源、辐射源、危险废物、机动车尾气、环境质量等进行自动监控、反控管理。

通过上述建设，最终实现东莞市环保系统“智能



【图】2-1 总体框架图

化、规范化、效率化”的建设目标，为智慧环保奠定坚实的信息基础。

2.2 平台主要功能

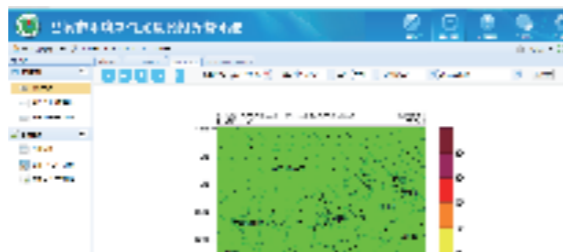
东莞市环保数字管理平台整合了环保局40个业务系统，通过梳理、归类将所有系统进行了模块化集成、通过单点登录集成到统一门户系统，最终实现所有系统的统一入口和智能管理。



【图】2-2 东莞市环保数字管理平台门户

(1) 环境数据中心。建立环保数据库，构建统一的数据标准规范，围绕一源一档，整合历史资料数据，多层次多角度组织环境资源数据，进行优化整合、集中存储和管理，实现环境数据和空间数据一体化，实现环保数字管理平台数据的有效贯通。同时集成先进的数据挖掘工具，收集和积累的不同主题的涵盖各

个专业领域的基础数据进行组织、整理，分析和挖掘，从多角度、多范围、多侧面对相关主题进行监测、查询和分析，为领导提供准确、及时、全面、权威的信息支持和决策基础。

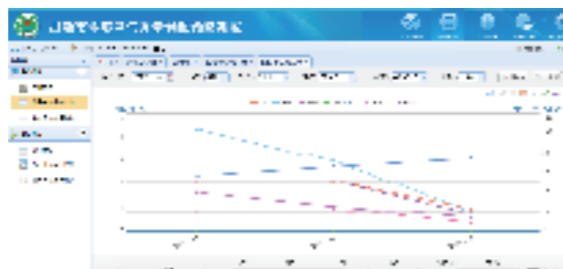


【图】2-3 东莞市数据中心一源一档

2) 办公OA系统。服务于市环保局的公文管理和个人办公，实现日常公文呈送及环保业务环节中办理、呈批、会签等功能。

(3) 移动办公系统。建立环境监察工作任务、环境监察现场执法、污染源资料查询、参考资料查询、地理信息服务、公文办理等移动办公模块，实现日常公文呈送及环保业务环节中办理、呈批、会签等功能的移动办理。

(4) 环保工作任务分发和考核。建设升级现有政务、业务、监控系统，以点、面污染源为基础，通过环保数字平台实现对审批、验收、监察、监测、专项行动等环保工作任务的分发，对工作任务完成情况进行预警，并结合任务完成结果，实现对个人、部门及镇街进行考核。



【图】2-4 已办任务监测

(5) 信访系统升级改造。实现信访系统与数字管理平台之间的信息互通、任务推送。信访系统中的每件信访案件均可直接追踪到该案件涉及的行政许可情况、监测情况、行政处罚强制业务情况以及现场执法情况，实现信访案件的闭环管理。

(6) 环保信息查询系统。通过桌面、移动两个终端，对污染源信息和环保工作任务进行综合查询，满足日常环保工作需要。

(7) 环保固废管理系统。集RFID、传感器、GPS、GPRS、视频监控、GIS等技术于一体，对固体废物产生企业包括生产环节工艺及去向等进行管理，建立固体废物台账，实现对固体废物产生企业的申报管理。

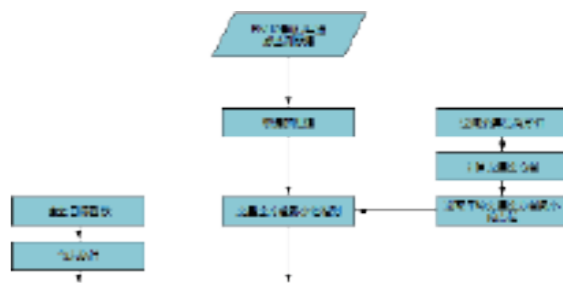
(8) 污染源企业信用管理。通过对包括污染源在线监控数据、辐射源在线监控数据、监测报告、信访记录、处罚记录、缴纳排污费情况、环境污染事故发生情况、许可证办理情况等污染源相关数据的评估，实现对污染源企业的自动信用评级，还能够根据用户的各种查询条件给出相应的统计报表，例如按企业的行业类别、企业所在的镇街等。

(9) 环保违法行为管理系统。主要包括对环保违法行为证据的采集与管理、环保违法案件登记管理、环保违法案件移送管理，实现环保违法行为立案、审查、行政处罚、行政强制等 workflows 的信息化，加强环境监管，提升执法效能。

(10) 环保风险源敏感源管理系统。按照“全过程控制、指挥协同、应急联动、平战结合”的理念，结合地理信息系统，对环境应急设施、预案、资源及危化品等进行管理，对污染源特别是环境风险源敏感源进行分级分区监控管理，并实现智能预警、接警和信息发布。

(11) 环境应急指挥系统。主要包括应急指挥调度系统、应急监测系统、应急处理处置系统、应急后评估系统，实现对应急事件全过程处置和管理。

(12) 地理信息系统升级。主要实现地理信息平台与各个监测平台的融合，建立重点污染源、辐射源、风险企业、水气声功能区划等30类环保专题图层，



【图】2-5 固废管理系统

同时实现各环保业务系统图层次化管理。

(13) 城市烟尘监控系统升级。实现与污染源在线监控系统的联动，从烟尘黑度、烟尘浓度、烟气流量、烟尘处理设施运行状态等多方面进行自动综合分析，实现异常情况任务的自动推送。

(14) 辐射源监控系统。实现辐射环境质量监测管理、废物库辐射环境监测、监测点管理，支持辐射监测信息的查询、添加、删除、修改、查看、打印等功能。

(15) 危险废物监控系统。主要实现危险废物管理查询统计、废物库情况分析统计功能。

(16) 机动车尾气监控系统。主要实现机动车监测业务的查询和统计，支持统计结果的导出和多形式展示。

2.3 项目成效及亮点

在满足东莞市环境管理要求的基础上，本平台有以下特色亮点：

(1) 以数据标准规范建设为先导，主题数据库的集中存储与分布式云存储相结合，围绕污染源多层次多角度组织环境资源数据，构建环境数据中心，使信息得到统一和互通，极大提高市局各科室间，市局与分局间工作效率，消除由于信息零碎，格式不匹配引起的问题。

(2) 打造环境数据和空间数据一体化，结合GIS系统，实现时间、空间等多维度统计分析与展示，用户可以通过一个主题逐渐深入了解环境数据现状。

(3) 建立双终端模式，使用电脑桌面终端和无

线网络移动终端模式,实现移动办公和移动执法,更加有效的使用污染源平台数据,提高工作人员的工作效率,同时加强了管理和考核手段。

(4) 以顶层设计为本、流程规范为重,通过完善三个系统的建设,将环保局政务系统,业务系统和环境监察系统有效地整合起来,通过整合与重构推进业务协同,提高各科室,市局和分局的工作效率。

(5) 以数据挖掘和模型技术为径,通过引进先进的模型技术和数据挖掘手段,提升综合决策能力,为环境管理提供模拟、分析与预测。

3、东莞市智慧环保发展规划及展望

在两会聚焦环境保护与监管制度创新之际,我司契合“智慧东莞”发展要求,开展东莞市智慧环保的建设规划。结合东莞市创建国家生态市、生态环境保护管理体制创新等实际工作,在东莞“数字环保”建设基础上,以突出“规范化、高效化、精细化”为方向,建设东莞“智慧环保6+1体系”,借力物联网、云计算、大数据应用技术,开展大数据决策分析,加强对整个城市的服务管理,实现城市、社会等资源的优化整合和共享,以多样化管理和处置手段实现自动化、智能化决策。

(1) 点源排放监控体系

主要包括重点污染源自动监控、油烟在线监控、VOCs在线监控、重金属在线监控、机动车路检与交警的联动、在线监控中心的新建和改造。

(2) 环境质量监测体系

主要包括水环境质量在线监测站、大气环境质量在线监测站、噪声环境在线监测站、环境遥感监测、重污染天气预警体系、环境监测综合业务、在线监测预警中心的新建和改造。

(3) 环境风险防控体系

主要包括危险废物物联网监控、环境应急体系、音视频融合指挥调度及后台监控中心的新建和改造。

(4) 环保业务管理体系

主要包括环保电子政务、环境监察执法网格化及



【图】3-1 东莞“智慧环保6+1”

双随机、排污许可证、排污权交易等业务软件的新建和改造。

(5) 环保社会服务体系

主要包括环保超市、基于二维码的企业信息公开、基于微信的环保信息互动服务的升级改造。

(6) 环境大数据体系

主要包括环境大数据中心、环境空间资源数据平台、生态环境决策支持的新建和改造。

(7) 基础支撑体系

主要包括环境信息化基础设施(机房、网络、安全等)和私有云计算中心的新建和改造。

4 结语

“东莞市环保数字管理平台”的建设有效地落实并加强了东莞市污染源由建立到消亡的全生命周期数字化管理,充分整合各方力量和资源,实现全面丰富智能化的“环境大数据”的汇聚,以更好地掌握东莞市环境容量,挖掘环境发展潜力,为“智慧环保”平台的建设提供有力的支撑。同时,在大数据技术体系的支持下,开展东莞市智慧环保发展规划,融入“大地图”,以期实现大数据综合分析决策,打造一个高效、智能、精细化的综合管理和决策支持平台。◆

选自《宇图》期刊2016年总第9期



中科宇图助力“一带一路” 生态环保大数据平台建设

摘要: 2017年5月14日,习总书记在“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上发表主旨演讲,强调“我们要践行绿色发展的新理念,倡导绿色、低碳、循环、可持续的生产生活方式,加强生态环保合作,建设生态文明,共同实现2030年可持续发展目标”,提出“我们将设立生态环保大数据服务平台,倡议建立‘一带一路’绿色发展国际联盟”。为助力“一带一路”建设提供环保信息技术支撑和服务、保障和支撑,全面推动生态环境保护融入“一带一路”建设的各方面和全过程,中科宇图与中国-东盟环境保护合作中心达成合作共识。

关键词: “一带一路”、“一张图”、“生态文明大数据”

中科宇图承建“一带一路”生态环保大数据服务平台,平台对外为“一带一路”参与国家提供信息共享服务,实现环境信息的互连、互通、互用、互补,形成环境信息、知识、经验和技术的共享和应用。中科宇图梳理了境外生态环境数据类型、采集方式、采集渠道,并确定数据标准。通过对“一带一路”六大经济走廊沿线国家的自然地理环境、

社会经济、大气环境、水环境、生态环境、生物多样性、工程项目、基础数据的收集、清洗、处理与入库等，全面整合全球地理资源、环境监测、空间遥感监测、科学研究及其他国际组织等数据资源，统一管理并展示“一带一路”境内外生态环境状况，支持用户掌握“一带一路”沿线国家各国环境质量状况，宏观掌握区域相关生态环境状况。

1) 平台设计方案编制：

组织专业的调研团队展开深入调研，并在深刻了解建设现状、需求和建设内容的基础上，编制“一带一路”生态环保大数据共享与决策支持平台设计方案，指导平台建设。

2) 境外生态环境数据采集：

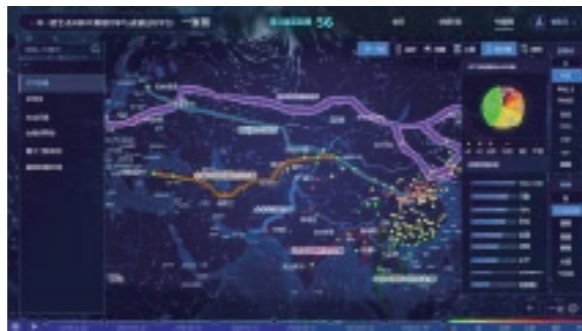
深入整理境外生态环境数据采集渠道，并分析数据采集方式、方法，提供用户全面的境外生态环境数据资源，全面整合全球地理资源、环境监测、空间遥感监测、科学研究及其他国际组织等数据资源，辅助用户掌握“一带一路”沿线国家各国环境质量状况，以及区域相关生态环境状况。

3) “一张图”综合数据服务系统建设：

“一张图”综合决策支持系统基于采集的数据面向领导用户设计首页，在首页展示一带一路各大经济走廊分布及重要城市节点，并对关注的业务数据按专题、国家、流域的信息进行综述性的描述和统计分析，使用户快速了解一带一路空间分布和状况信息；设置资源目录和分专题的导航，满足快速访问和分业务专题访问需要。其中在专题图中，按照社会经济状况、大气环境、水环境、生态环境、生物多样性、重大工



综合数据服务系统资源目录



“一带一路”沿线国家环境专题空间展示

程项目六类专题业务分别制作业务模版，组合系统功能或工具，对关注专题的环境要素进行分析评价，生成初步的分析报告，从客观数据层面为环境保护工作及工程建设提供辅助支持。

4) 生态环保境外舆情分析系统：

利用舆情抓取与分析工具，重点针对“一带一路”沿线国家和地区的环境保护相关舆情信息进行大数据监测和监控，实现舆情数据采集、全文搜索、舆情分析、舆情预警设置、舆情简报等功能，贯通一带一路环保政策、环境热点交流通道。

总结：“一带一路”生态环保大数据平台的建设以大数据技术为支撑，牢固树立和贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，秉持和平合作、开放包容、互学互鉴、互利共赢的丝绸之路精神，促进共商、共建、共享、共治，以促进共同发展、实现共同繁荣为导向，有力有序有效地将绿色发展要求全面融入政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通中，服务绿色“一带一路”建设，服务利益共同体、责任共同体和命运共同体建设，构建多元主体参与的生态环保合作格局。旨在为“一带一路”“五通”建设提供环保信息服务、保障和支撑，全面推动生态环境保护融入“一带一路”建设的各方面和全过程，为“一带一路”建设提供技术支撑和服务，提升“一带一路”沿线国家生态环保合作水平，为实现2030年可持续发展议程环境目标作出贡献。◆

选自《宇图》期刊2018年总第18期

中科宇图助力国家“三线一单” 数据共享系统建设与应用

■ 文 - 任晓芬 程丽雅

(中科宇图科技股份有限公司, 北京 100101)

摘要：以中科宇图承建的环境保护部环境工程评估中心2018年度长江经济带“三线一单”数据共享系统建设项目为核心，具体阐述“三线一单”数据共享系统建设目标、设计架构、建设内容以及系统成果展示内容，并以此项目为例，介绍中科宇图“三线一单”系列产品及其特色，为全国各级生态保护相关部门提供科学、深入的“三线一单”数据共享与应用系统建设经验，高效推动以“三线一单”为核心的生态环境分区管控体系建设。

关键词：“三线一单”；信息填报与审核；数据共享；数据分析应用

一、引言

良好生态环境是实现中华民族永续发展的内在要求，经济社会发展同生态环境保护的矛盾仍然突出，资源环境承载能力已经几乎接近上限，生态环境保护工作迫在眉睫。2016年7月，环保部制定了《“十三五”环境影响评价改革实施方案》，要求以生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单（简称“三线一单”）为手段，强化空间、总量、准入环境管理，协调好发展与底线关系，确保发展不超载、底线不突破。由此，通过从源头预防，创新环评体制改革，达到有“线”可以框住空间，有“单”可以规范行为，有“数”可以落实环保主体责任。

基于国家政策要求，自2016年起生态环境部（原环境保护部）陆续开展了“三线一单”试点研究。第一批试点是海南省、连云港市、济南市、鄂尔多斯市、

承德市；紧接着就以长江经济带沿线省份为试点，开展了“三线一单”编制工作。在此背景下，环境保护部环境工程评估中心提出2018年度长江经济带“三线一单”数据共享系统的建设。中科宇图科技股份有限公司凭借对“三线一单”工作理解，结合公司多年来在空间数据填报、审核整理方面的经验，承建了2018年度长江经济带“三线一单”数据共享系统。本文即以2018年度长江经济带“三线一单”数据共享系统为例，具体阐述系统建设内容和成果，并为各省、市环保部门“三线一单”体系搭建提供建议。

二、项目建设目标

项目以完成2018年度长江经济带“三线一单”数据共享系统建设为核心目标，围绕创新、协调、绿色、

开放、共享的发展理念，在长江经济带战略环境评价“三线一单”编制工作实施方案的基础上，结合“三线一单”编制技术指南，充分运用互联网、大数据等现代信息技术手段，构建“三线一单”数据共享系统，明确“三线一单”信息报送更新和管理技术要求，实现长江经济带“三线一单”数据共享系统填报及审核系统、数据库、数据管理与更新系统建设，完成试点省份系统培训、“三线一单”成果数据上报、整理及入库工作，推进战略环评成果共享、应用、服务落实，提高环评有效性。

三、系统总体架构

系统总体架构按照“三线一单”编制建设指南，结合“共性平台+模块化系统”建设思想，依托统一的“三线一单”信息标准规范体系、信息化运维管理体系和信息化安全保障体系，基础软硬件支撑平台，结合大数据技术及互联网技术发展趋势和技术成熟度进行设计。平台总体架构面向生态环境部和省级环保用户，基于最新的基础信息数据、成果信息数据、实时业务数据资源，围绕“三线一单”的业务主线，以信息报送、管理、更新、分析、集成、共享为目的，设计标准保障机制层、基础设施层、数据资源层、服务接口层、应用层5层体系结构。并考虑与部级数据资源中心以及其他相关系统平台集成对接，设计系统对接接口与数据接口，保证数据共享，并提供多层次公共服务能力及数据、决策支持。

总体架构设计如下：其中红框内容为本期项目建设内容。



图 1 总体架构设计图

按照“三线一单”数据共享系统建设目标和《“三线一单”成果数据规范（试行）》等数据标准规范，设计与建设“三线一单”管理数据库，实现对全国上报的“三线一单”数据集中进行标准化处理加工、整合和数据入库，形成分省上报信息数据库、“三线一单”基础数据库、空间数据库、主题数据库、元数据库等，并针对数据共享与业务对接的需求，建设共享数据库和对接业务数据库。本期项目主要实现对长江经济带试点省份上报的“三线一单”数据集中进行加工、整合和入库，形成“三线一单”成果数据库。

“三线一单”成果管理数据库主要包含“三线一单”成果上报的数据，具体有成果矢量数据、管控要求、文档材料、支撑矢量数据。数据库还具有数据质量控制、基本信息管理、数据查询、报表自动生成模块及数据库管理等功能。



图 2 “三线一单”数据共享系统登录页

四、项目建设内容及成果展示

本期项目建设内容主要包括长江经济带“三线一单”管理数据库、“三线一单”数据填报、“三线一单”数据审核系统、“三线一单”数据共享系统、系统管理五方面内容。

4.1 “三线一单”管理数据库

除数据库建设外，我司还提供管控数据与工作底图加工服务，针对试点省份提交的管控数据数据信息，按照矢量文件、空间管控单元/分区文件进行分类进行整合与集成，形成全国尺度的图层文件。

4.2 “三线一单”数据填报系统

系统建设前，我司与评估中心共同制定底图标准、图层命名规则、图层集合要素拓扑规则、比例尺、等级等“三线一单”成果规范，并形成 gdb 数据标准包，下发给试点省份。系统建设完成后，由部级管理员为试点省份用户开通填报权限。试点省份根据数据包装格式进行“三线一单”成果整理，并登陆“三线一单”数据填报系统进行标准数据上传。



图 3 “三线一单”数据填报系统首页

“三线一单”数据填报主要包括“三线一单”空间管控区块编码、“三线一单”信息填报、成果提交、消息管理以及模板下载等功能。为了方便省级用户使用，系统首页设计数据填报快捷功能、成果数据下载功能、系统工具下载功能。用户可通过首页功能完成分类数据上报、用户当前状态显示、成果数据下载以及编制工具的下下载使用等。数据填报后系统会自动完



图 4 “三线一单”数据填报系统-矢量成果数据上传



图 5 “三线一单”数据填报系统-管控要求上传

成数据校验，保证数据的完整性、合规性和正确性，并提供校验结果清单，方便用户根据清单明细修改数据。

“三线一单”空间管控区块编码体现在数据填报过程中，用户可利用中科宇图研发的国民经济行业分类查询工具快速获取行业名称、行业类别代码，为用户生态环境准入清单的编制提供支持；此外，还可以通过行业区划图斑自动编码工具为“三线一单”空间管控单元（共有 25 个图层，每个图层 3000 个图斑）自动生成“三线一单”环境管控单元编码、环境要素管控分区编码，节省了大量的人员工作量，实现智能化、信息化的编制过程。

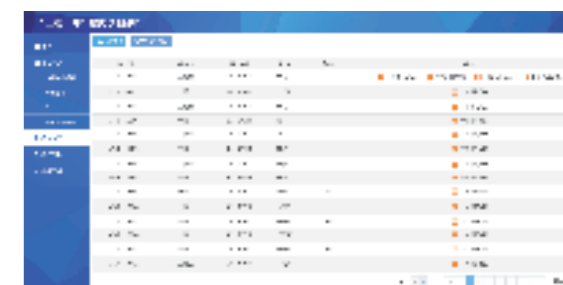


图 6 “三线一单”数据填报系统-成果提交

4.3 “三线一单”数据审核系统

建立“三线一单”信息审核系统，省级用户提交数据后，部级用户接收省（直辖市、自治区）环保机构提交的“三线一单”成果数据及相关资料，对提交数据成果下载、浏览、质量审核，以人工和计算机辅助结合模式开展入库前的数据审核等，确保提交的成果数据负荷规范要求，完整入库。此外，系统能以图

表的形式，统计分析已通过、审核中、已提交、未提交省用户情况，也可以汇总环境管控单元、生态空间分区、环境要素分区等数量，从全局掌握全国“三线一单”成果数据和提交工作进度，为决策者提供数据支持。



图 9 “三线一单”数据审核汇总分析

4.4 “三线一单”数据共享系统

“三线一单”数据共享系统，主要实现全国各省“三线一单”成果展示、数据统计、数据分析、数据查询以及数据下载等功能。生态环境部及各省环保部门可根据权限查询权限内的“三线一单”成果上报成果。

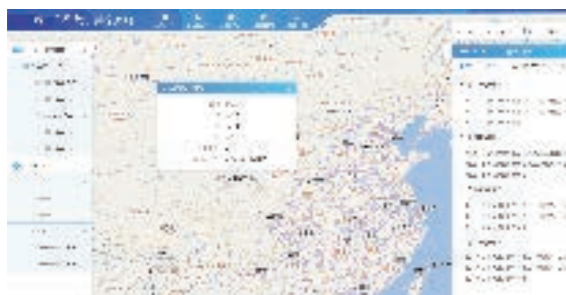


图 11 “三线一单”数据共享系统-成果展示

(1) “三线一单”成果展示

“三线一单”成果展示可以展示全国或某省各个环境管控单元的生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线以及生态环境准入清单成果图层。从管控区域，可以获取管控区域的基本信息、管控要求等，包括管控单元名称、编码、所属行政区域，以及空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率要求等内容。



图 12 “三线一单”数据共享系统-数据统计分析

(2) 数据统计与分析

数据统计与分析支持按照全国、各省等行政区划尺度统计环境综合管控、生态空间管控、水环境管控、大气环境管控、土壤污染风险管控、自然资源管控等管控单元不同程度的数量，支持按空间尺度分析不同省份不同指标数据统计结果，并可在地图上进行显示。点击地图中的管控单元，可查看该省份管控单元的详细信息。

(4) 数据查询

数据查询支持快速查询和综合查询。快速查询支持按管控分区、环境要素等具体的条件进行精准快速查询出具体的管控单元的详细信息；综合查询主要针对有GIS基础的用户开展的GIS条件复杂查询，特点是查询条件比较灵活，可以精准去除干扰项目。比如，查询江苏省不是江宁区的其他地区成果数据。

4.5 系统管理

系统管理主要支持用户管理、日志管理、平台监控统计、权限管理等基础功能，保证数据安全性。同时，支持“三线一单”数据更新与管理，依据“三线一单”



图 13 简单查询

的修订更新，及时更新“三线一单”成果管理库，同时结合相关法规制度、标准规范、规划区划、战略和规划环评成果及管控对策，及时完善“三线一单”的管控要求。

五、中科宇图“三线一单”产品特色

中科宇图在环境评估中心“三线一单”数据共享系统的建设基础上，总结试点省市“三线一单”工作经验，梳理“三线一单”工作流程、方法、提交的成果及成果应用内容，针对部、省、市、县等多级环保部门提出一体化的综合服务产品方案。中科宇图“三线一单”产品覆盖“三线一单”工作前期准备、规划编制、成果审核验收以及成果共享与应用全过程，其产品特色及优势如下：

(一) 1套保障机制贯彻服务全过程

在整理项目实施中，我司提倡建立一套工作保障机制，强化组织领导与实施保障机制，做好多方衔接，服务于前期准备阶段、规划编制阶段、成果审核验收阶段、数据共享与成果应用阶段，保障工作的顺利开展。

(二) 多种技术支撑工具软件支撑“三线一单”编制工作

我司具有多项“三线一单”划定与综合分析技术支撑工具，包括北师大-中科宇图数字流域联合实验室开发的二维河道水质变化模拟工具、水环境容量量计算工具、战略环评-社会经济环境模拟工具、情景模拟等相关计算工具和模拟系统，以及中科宇图自主开发“三线一单”行业代码查询工具、行业区划图斑自动编码工具等，全面支撑“三线一单”划定、分析及成果矢量化。

(三) 专业的行业数据和数据共享与应用系统推动成果落地应用

我司具备1套全国范围多比例尺基础地图数据、遥感数据，可辅助各地精准划线；同时，我司结合国家“三线一单”数据共享与应用需求和各省市应用需

求，开发了一套专业的数据共享与应用系统，提供各级用户“三线一单”数据填报、审核、共享管理、综合查询、专题展示以及智能研判分析等功能，通过与环评、排污许可、监察执法等业务系统对接，利用系统空间冲突分析、项目准入分析、项目选址分析等功能，辅助环评工作开展，切实推动区域空间生态环境评价工作开展。

(四) 丰富的“三线一单”案例经验和专业团队保障各地生态环境分区管控实施

中科宇图具有丰富的“三线一单”类案例建设经验，如环境评估中心“三线一单”数据共享系统，全国国家级、省级自然保护区的遥感动态监测项目，山西省战略环评-社会经济环境模拟系统，以及威海市生态保护红线优化项目、云南省生态保护红线空间数据库建设、承德县红线划定等项目，更是拥有一批专业专家团队，为各省市“三线一单”各阶段工作开展可以提供技术支持与指导。

六、总结与建议

国家“三线一单”数据共享系统建设项目，规范了“三线一单”成果提交规范，主要实现各省“三线一单”成果填报、部级审核，审核后成果共享、成果展示、综合查询以及数据统计分析等功能，为全国“三线一单”成果共享提供信息共享渠道。“三线一单”编制与成果填报工作，为推进生态文明建设奠定了良好的基础。而落实“三线一单”根本目的在于协调好发展与底线的关系。“三线一单”成果数据如何充分利用起来，如何服务于环评、环保等部门，是各省市未来工作的难点之一。

中科宇图在此基础上，形成了一套“三线一单”一体化的综合服务产品方案，特别针对“三线一单”成果数据应用，提出建立良好的管控机制，开展战略环评-社会经济环境模拟、情景模拟、项目准入分析、选址分析等系统应用分析和基于地图的专题成果展示分析，从环境、经济等综合社会因素判定环境是否符合环境准入要求，为各级用户提供专业、科学的辅助决策依据。◆

选自《宇图》期刊2018年总第18期

合成孔径雷达干涉测量 InSAR 原理及其应用

■ 文 - 杨阳 中科学图智慧地图产业群

【摘要】合成孔径雷达干涉测量 InSAR (Synthetic Aperture Radar Interferometry) 是一种高分辨率的二维成像雷达。它作为一种全新的对地观测技术,近 20 年来获得了巨大的发展,现已逐渐成为一种不可缺少的遥感手段。但是,传统的 SAR 技术只能获得目标的二维信息,它缺乏获取地面目标三维信息和监测目标微小形变的能力,通过将干涉测量技术与传统 SAR 技术结合而形成的合成孔径雷达干涉测量 InSAR,提供了获取地面三维信息的全新方法。它是通过两副天线同时观测或通过一副天线两次平行观测,获取地面同一景观的复图像对,根据地面各点在两幅复图像中的相位差,得出各点在两次成像中的微波的路程差,从而获得地面目标的三维信息。

本文简要地回顾了合成孔径雷达干涉测量的发展史,详细介绍了 InSAR 技术成像原理以及处理流程,总结了 InSAR 在地形测量、地质灾害研究、极地监测等各领域中的应用。

【关键词】合成孔径雷达 (SAR); 合成孔径雷达干涉测量 (InSAR); 原理; 工作流程; 应用。

1、绪论

合成孔径雷达干涉技术 (InSAR) 出现于 20 世纪 60 年代末,它是 SAR 与射电天文学干涉测量技术结合的产物。当 SAR 扫过地面同一目标区域时,利用成像几何关系,通过成像、一些特殊的数据处理和几何转换,即可提取地表目标区域的高程信息和形变信息。由于 InSAR 技术有效利用了 SAR 的回波相位信息,测高精度为米级甚至亚米级,而一般雷达立体测量方法只利用灰度信息来实现三维制图,测高精度仅能达到数十米,因此该技术迅速引起了地学界及相关领域科研工作者的极大兴趣,现已成为微波遥感领域的研究热点,并得到了工程化应用,已经成为地表形变监测的主要技术手段,在全球及区域性地形测图、大尺度

地表形变监测中得到广泛应用,如地震前后的地表形变监测,由于地下水过度开采等因素造成的城市地面沉降,铁路/高铁/地铁建设项目对沿线地表产生的影响,冰川移动监测,采矿区塌陷监测等。

2、InSAR 技术的发展史

InSAR 技术在 1974 年最先用于地形制图。自 1991 年 7 月欧空局发射载有 C 波段 SAR 的卫星 ERS-1 以来,极大地促进了有关承载 SAR 的 InSAR 技术研究与应用。由于有了优质易得的 InSAR 数据源,大批欧洲研究者加入到这个领域,亚洲的一些研究者也开展了这方面的研究。日本于 1992 年 2 月发射了 JERS-

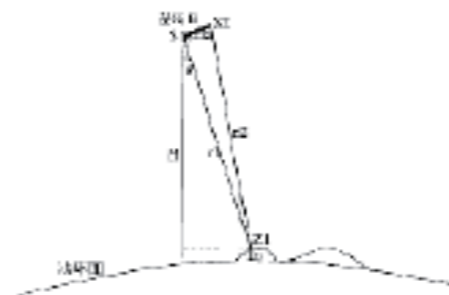
1,加拿大于 1995 年初发射了 RADARSAT,特别是 1995 年 ERS-2 发射后,ERS-1 和 ERS-2 的串联运行极大地扩展了利用星载 SAR 干涉的机会,为 InSAR 技术的研究提供了数据保证。目前用于 InSAR 技术研究的数据来源主要有 ERS-1/2、SIR-C/X SAR、RADARSAT、JERS-1、TOPSAR 和 SEASAT 等。

目前国内外许多部门和科研机构正积极从事着 InSAR 技术机理及其应用的研究,已经取得了许多成果,InSAR 技术的前景日益看好。

3、InSAR 基本原理及处理工作流程

3.1 基本原理

合成孔径雷达干涉技术 (InSAR) 是以波的干涉为基础,使用平行飞行的两个分离雷达天线 (双天线方式) 所获得的同一地区的两幅微波图像,或者同一个雷达对同一地区重复飞行两次 (重复轨道方式) 获得的两幅微波图像,其几何关系见下图,如果两幅图像满足干涉的相干条件,可对它们进行相位相干处理,从而产生干涉条纹,它反应的是相位的变化,这种图像叫做干涉图 (interferogram)。它是因两幅图像对应的地面地形变化、数据获取轨道不同以及其他引起相位发生变化的因素所产生的。如果地面没有变形或受其它因素的影响,通过对干涉图像的解缠处理,可以解算出每一点正确的相位,然后由解算出的相位,进一步计算得出地面点到雷达的斜距以及地面点的高程。重复轨道干涉与双天线干涉在获取地面三维信息上的原理是一样的,下面以重复轨道干涉为例,介绍干涉测量的原理。



如上图所示, S1、S2 是卫星两次对同一地区成像的位置 (即天线的位置), S1 位置的轨道高度为 H, 基线 (S1 与 S2 间的距离) 长为 B, 基线的水平角为 α , 地面目标 Z1 高度为 h, S1 到地面目标 Z1 的距离为 r_1 , S2 到地面目标 Z1 的距离为 r_2 , 结合上面图形, 地面目标 Z1 的高度 h 可以表示为:

$$h = H - r_1 \cdot \cos \theta$$

根据余弦定理可得:

$$\begin{aligned} (r_2)^2 &= (r_1)^2 + B^2 - 2 \cdot r_1 \cdot B \cdot \cos(\alpha + 90 - \theta) \\ &= (r_1)^2 + B^2 - 2 \cdot r_1 \cdot B \cdot \sin(\theta - \alpha) \end{aligned}$$

令 $\Delta r = r_2 - r_1$, 那么由上个公式可以得到:

$$\sin(\theta - \alpha) = \frac{(r_1 + \Delta r)^2 - (r_1)^2 - B^2}{2 \cdot B \cdot r_1}$$

整理可以得到:

$$r_1 = \frac{\Delta r^2 - B^2}{2 \cdot B \cdot \sin(\theta - \alpha) - 2\Delta r}$$

在 InSAR 中, 干涉相位是指地面目标 Z1 经过 r_1 、 r_2 , 雷达在 S1、S2 处接收到的回波相位差 $\Delta\phi$, 而相位差 $\Delta\phi$ 与距离差 Δr 和微波波长 λ 有如下关系:

$$\Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{\Delta r}{\lambda}$$

考虑到重复轨道雷达所接收的回波信号都是经过发射和返回路程的信号, 所以有:

$$\Delta\phi = 4\pi \cdot \frac{\Delta r}{\lambda}$$

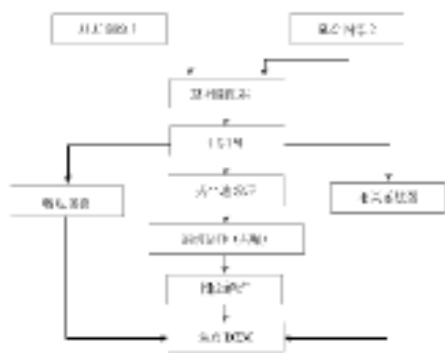
由此可以得到:

$$h = H - \frac{\left(\frac{\lambda \Delta\phi}{4\pi}\right)^2 - B^2}{2 \cdot B \cdot \sin(\theta - \alpha) - \frac{\lambda \Delta\phi}{2\pi}} \cdot \cos \theta$$

上式就是从干涉相位中得到地面高程的原理，各参数说明如下： θ 、 H 为已知， H 可以由卫星上的雷达高度计算测量得到，基线距 B 、天线的连线与水平线的夹角 α 可以由卫星轨道参数确定，但精度不高，可以通过一定数量的地面已知点（控制点），根据其成像原理，来解算成像时的轨道参数，用以提高 B 、 α 的精度。相位差 $\Delta\phi$ 中的计算方法通常有两种：两复值图像相位直接相减和复值图像共轭相乘—干涉处理，两者之间完全等效，但第二种方法较为常用。通过干涉处理得到的是位于 $[-\pi, \pi]$ 之间的相位主值，必须对其进行相位解缠才一能得到 $[-2\pi, 2\pi]$ 小的相位全值。

3.2 InSAR 处理工作流程

InSAR 数据处理的一般流程包括：影像配准、干涉图生成、噪声滤除、基线估算、平地效应消除、相位解缠、高程计算和纠正等。如下图所示：



3.2.1 图像预处理

主要是读取主影像和复影像的图像信息，读取头文件信息，数据体信息和轨道信息。

3.2.2 图像配准

在干涉测量的过程中，常常会出现 2 幅图像的多普勒质心不同的情况，也就是 2 幅图像的相干象元在方位向和距离向上出现一定的偏移、拉伸及扭转，因此为了保证输出的干涉条纹具有良好的相干性，2 幅图像必须配准，经过一级轨道配准、二级像素级粗配

准、方位向滤波之后再行三级亚像素级精配准，然后利用几何变换模型对输入影像进行重新采样（相对纠正）。通常图像的配准误差必须在 1/8 个象元以下才能对干涉纹图的质量没有明显的影响。

配准方法：相干系数法；最大干涉频谱法；相位差影像平均波动函数法。

3.2.3 干涉图

配准后的图像进行复共轭相乘就得到了复干涉纹图：

$$\mu_{int} = \mu_1 \mu_2^* = |\mu_1| |\mu_2| e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

3.2.4 去平地效应

“平地效应”是高度不变的平地干涉纹图中所表现出来的干涉条纹随距离向和方位向的变化呈周期性变化的现象，经过“去平地”之后，图像中的相似近似表示了真实相位与参考面之间的相位差，有利于进行相位解缠。

3.2.5 相位解缠

相位解缠就是从相位差图像中恢复真实相位差的过程。相位解缠是 InSAR 数据处理中尤为关键的一步，相位解缠结果的好坏直接影响 InSAR 的最终数据产品的质量。

相位解缠方法主要分为两大类：路径跟踪法和最小范数法。路径跟踪法的基本策略是将可能的误差传递限制在噪声区内，通过选择合适的积分路径，隔绝噪声区，阻止相位误差的全程传递。它或是通过识别“残差”点，设置正确的枝切线阻止积分路径穿过，或在相位质量图的帮助下，从高相位质量数据开始积分。与路径跟踪法不同的是，最小范数法将相位解缠问题转化为数学上的最小范数问题，目前使用较广泛的是最小二乘法，即利用最小二乘法逼近已知的水平方向和垂直方向的相位差来进行相位估值。除了这两大类算法以外，还有一些其它算法，如条纹检测、网络自动化、知识介入、基于模型等，近年来还提出了一些混合算法以及基于图论的网络规划算法等。

3.2.6 生成 DEM

为了实现解缠相位到高程的转换，需要有精确的基线参数，所以必须精确估计干涉测量所需的几何参数。利用下面公式可以实现解缠相位到高程数据的转换。

$$h = \left(R^2 + \alpha^2 - 2R\alpha \cos(\theta - \arccos\left(\frac{B^2 - 2R\Delta R - (\Delta R)^2}{2R^2}\right)) \right)^{1/2}$$

其中， R 是参考斜距， α 是卫星平台距地心的高度， θ 是基线与参考斜距的夹角， B 是基线距， ΔR 是斜距差。

4、InSAR 应用领域

InSAR 技术主要应用于光学遥感影像难以获得的地区（如火山地区、极地地区等）进行地形测量，以建立高精度的 DEM，而广泛应用于生成高精度数字高程模型 DEM，地震灾害检测，地面变形和位移的监测，火山监测与灾害评估，地面沉降监测，农作物生长监测与生物量统计以及林业、冰川、海洋等领域。

4.1 地形图成像

InSAR 技术利用 SAR 复图像中含有的相位信息，通过干涉处理来提取目标的三维信息，因此用于制作地形图、生成 DEM 是自 InSAR 技术研究和应用以来的主要应用领域。InSAR 技术所测地形地貌的精度由于成像几何和干涉图像质量不同而有较大的波动，精度好的可达米级。研究表明 InSAR 技术用于获取 DEM 是非常有效的，特别是在人烟稀少、环境恶劣的地区，InSAR 技术更是一种有效的测绘手段。



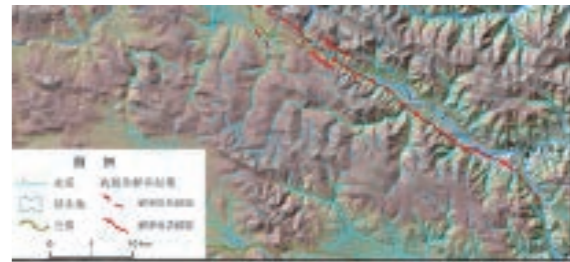
Gtopo30 USGS

SRTM

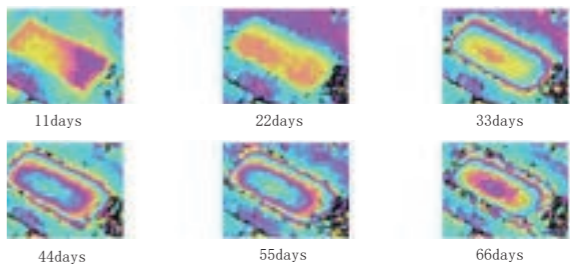
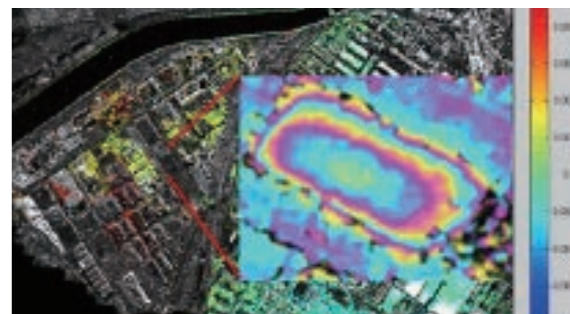
4.2 地壳形变研究

利用 InSAR 获得的 DEM 本身就能发现地表的变化，如泥石流的沉积、三角洲的演变，大沙丘的移动等。差分干涉技术利用多次干涉的结果进行差分，在去除地形的影响后，可以以雷达波长量级来测量微弱的地表物理运动。

InSAR 还可以更深入地应用于土地动力学的其它方面，如火山学、气候地貌学、沙漠地形和土壤迁移、海岸过程和侵蚀、灾害风险估计和自然灾害监测（如地震、滑坡）等。这些地表物理运动有可能是断层地区的隆起和弯曲、地震引起的残余位移、地块的沉降等，对于它们的观测可为地震、火山爆发、山体滑坡等灾害发生做出事先预报，减小灾害给人们生命财产带来的损失。



干涉雷达解译地表破裂带（背景是 90m SRTM 制作的玉树地区地貌带）



11days

22days

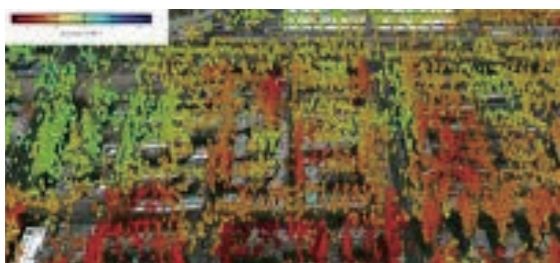
33days

44days

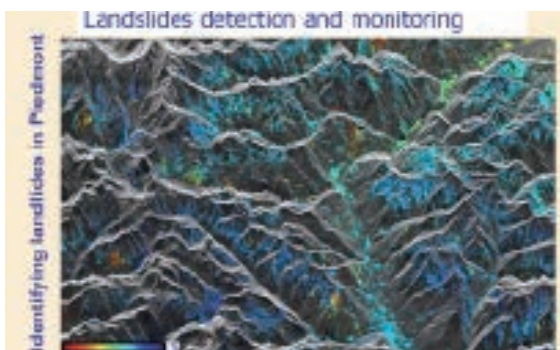
55days

66days

城市沉降监测



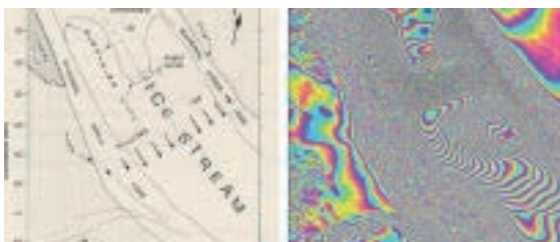
沉降中心 PS 检测点数据与 GoogleEarth 叠加图



InSAR 技术监测山体滑坡

4.3 极地监测

极地冰盖对地球气候的变化起着极其重要的作用，因此对极地冰盖体积和冰川运动的监测具有非常重要的意义。与传统的监测手段相比，InSAR 技术具有大范围、高效率等特点，它可以精确快速地测量极地冰盖厚度的变化和冰川的移动情况。1993 年 Goldstein 等人率先使用卫星 SAR 差分干涉技术对 Rulford 冰川运动速度和其边缘变形进行了监测，Kwok 和 Fahnestock 使用四个依次间隔 3 天的 ERS-1 SAR 图像序列对 Greenland 的东北部生成了高分辨率的 DEM 和冰川位移图。类似的研究表明，ERS-1/2 Tandem 方式使用差分 InSAR 技术监测极地冰川位移提供了极好的机会。



InSAR 技术监测南极冰川运动

4.4 其他应用

InSAR 技术还可以用于陆地的植被生长状况、海洋表面监测等。雷达遥感图像记录了丰富的植被信息，可以反映植被本身的生长状况以及生物量的多少，可广泛用于生态环境研究。雷达遥感可以通过测量植被的后向散射系数监测植被的生长状况，估算植被的生物量。

海洋占据地球表面的 70% 以上，蕴藏着人类赖以生存的重要资源。而海面上的天气状况往往非常恶劣，给光学遥感手段监测海况带来极大困难。SAR 是进行海洋观察的最理想工具之一，通过 InSAR 技术不仅可以探测到海面上船舶的运动方向和速度，而且可以观察到多种海洋动力学现象以及由于海底地形变化而引起的海面波浪的差异等。

此外，在城市三维建模、考古、全球变化研究、水系的河道特征与河流演变，湖泊的环境与演化、盐湖、地下水与土壤水分等方面，InSAR 都有成功的应用。

5、总结

作为 SAR 技术的新发展，InSAR 充分利用了雷达回波的相位信息，不仅可以建立高精度、大面积的 DEM，而且还可以利用其差分干涉技术监测地面 mm 量级的微小位移，其应用范围相当广泛，是一种非常具有挑战性的空间对地观测技术。就 InSAR 技术本身来说，算法、处理软件、硬件设备等各方面都已基本成熟，但精度仍需要进一步改进，比如 SAR 分辨率的提高、卫星轨道参数精度的提高、轨道的优化、数据模型精度的提高等。对于我国，应该充分注意到 InSAR 技术的优势，积极发展本国的星载 InSAR 系统和处理软件，以更好地为国民经济建设和国防建设服务。◆

选自《宇图》期刊 2015 年总第 7 期

中科宇图助力生态环境部打造国际、智能、集成化环保技术国际智汇平台

■ 智鹏业、张丽宣（中科宇图科技股份有限公司）

引言：当前，国际环保合作面临新形势，统筹环保“引进来”和“走出去”成为国际合作重要内容。国内，“一带一路”战略提出，对环保“走出去”打造“绿色一带一路”提出新要求；“水十条”、“气十条”和即将出台的“土壤污染防治行动计划”，对水气污染防治三大战役提出了要加强国家环保科技成果共享平台建设的要求。同时，我国存在着在环保技术研发和创新不足，缺乏获取适用并可靠环保技术信息的渠道，对国外经济、政策和投资环境不了解等问题。

环保技术国际智汇平台是在生态环境部的支持下，由生态环境部对外合作与交流中心委托中科宇图科技股份有限公司，着力打造的国际化、智能化、集成化的环保技术专业服务平台（International, Intelligent, Integrated Platform for Environmental Technology, 简称 3iPET）。3iPET 以互联网+环保技术，线上线下相结合的模式，具备有四大功能：集成展览展示、技术评估推荐、技术对接推广、政策市场咨询。

项目建设目标

依托生态环境部对外合作与交流中心 26 年来在大气、水和土壤污染防治国际合作资源，运用互联网技术，采用线上线下相结合的模式，围绕大气、水、土壤污染防治、节能减排、清洁生产和环境公约履约等重点工作，为国内外企业、地方政府、产业园、环保从业人士打造一个污染防治技术综合服务平台，实现环保技术的集成展示、评估筛选、对接推广、技术服务、交流合作等功能，促进国内外环保技术交流合作，推动环保技术及产业“引进来”与“走出去”，为中国及其它发展中国家水气污染防治工作和环境监管能力建设提供支持。顺应互联网发展趋势，将“互联网+”和大数据分析技术应用到环保技术和产业发展中，最终实现智能生成解决方案、智能匹配供需等功能，促进环保产业发展和环保政策创新。

平台整体架构

智汇平台由线上平台、线下平台以及支撑体系三个部分构成。其中，线上平台包括基于 APP 的移动应用平台和基于 PC 端的固定应用平台，其功能以环保技术供需对接为核心，同时兼顾产融对接、设备交易、专家互动等延伸功能。线下平台包括建立智汇平台全球基地网络，推广优秀技术和编制解决方案，平台数据收集、加工和发布三部分。支撑体系则包括基地网络支撑、技术支撑、项目支撑。智汇平台的总体框架如图 1 所示。其中，线上平台采用通用平台分层设计，分为基础环境设施层、数据层、应用层、表现层、用户层，平台总体架构如图 2 所示。

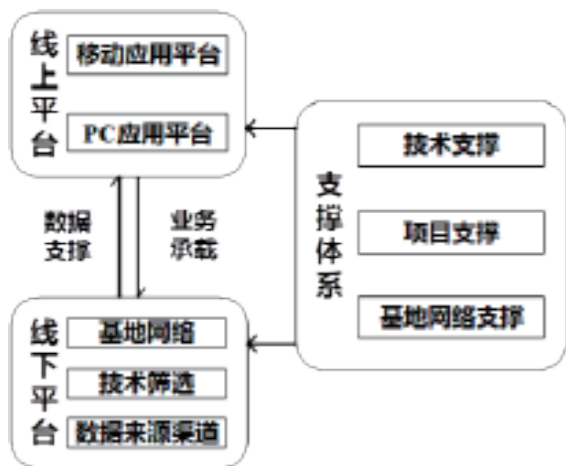


图1 智汇平台的总体框架图



图2 线上平台总体架构图

在具体功能方面，智汇信息平台具备五大功能：技术供方板块，技术需方板块，供需匹配板块，大数据分析板块和热点专题板块。

(1) 技术供方板块。为技术持有方录入并发布所持有的技术信息、企业信息以及相关工程案例信息提供平台支撑；同时，通过第三方治理专题模块，实现相关技术、企业和案例信息的汇集。

(2) 技术需方板块。为国内外有环境污染治理和生态保护的需求的企业、政府和环保从业人士提供需求信息发布、展示等服务。

(3) 供需匹配板块。平台紧紧围绕环保技术供需对接这一核心功能，开展信息资源的梳理整合和功能设计，使环保技术需求方快捷的找到所需技术，同时实现与技术供给企业的快速有效对接。

(4) 热点专题。本板块主要包括土壤污染防治、第三方治理、黑臭河道治理、工业园区监管等专题。每个专题下体现：会议动态、政策标准、国际经验、治理技术、治理需求、治理案例、研究报告等。为排污企业自主开展环境治理工程建设提供一个供需对接的专题综合平台。

(5) 大数据分析。旨在为解决环保信息碎片化的问题，对环保技术、政策、项目信息、需求信息进行整合分析和预判，为管理者和环保需求方提供信息咨询服务和辅助决策支持。

平台整体业务流程

平台可实现治理需求企业和技术供给企业的空间信息可视化展示，为技术供需对接、设备交易和技术产融对接提供基础服务。技术供需对接是平台建设的核心，也是设备交易的前提。平台根据企业展示的基本信息，技术展示的信息完整度，供需对接、设备交易、产融对接方面的活跃度，对接成交量等基础数据，对环保企业建立积分制的环境信用等级评价体系。在对接和实施的过程中，治理需求企业还可通过专家咨询互动，快速准确地进行技术对接。同时，整个平台建设过程中积累的海量数据可为政府和企业提供大数据分析的数据基础。



项目建设内容及成果展示

政策市场咨询：为国内外政府、企业、环保园区和城市提供政策市场咨询服务，包括政策解读、市场分析、尽职调查、战略规划、问题诊断、解决方案、技术集成等综合服务。

本模块展示和检索最新国内外环境经济政策信息等，方便环保专家、管理者和技术人员查阅。信息来源包括环保部、科技部、水利部、发改委等部委以及国内基地。政策动态按照环境要素（综合类、水环境、大气环境、土壤环境、政策问答等类别）进行分类。

政策动态按照环境要素（综合类、水环境、大气环境、土壤环境、政策问答等类别）进行分类。同时每个大类又可以根据国内政策动态和国外政策动态进行分类查询与显示，同时也支持用户的关键词查找。政策动态信息按照信息名称、发布时间、信息来源等进行展示。



环保技术国际智汇平台首页

集成展览展示：通过“百强环保技术竞赛”等活动汇集优秀环保技术、装备和解决案例，并通过智汇电子信息平台及实体展览等形式进行长期展示。该模块可提供线下技术展会信息，可为用户提供线上参展报名入口，实现展会的线上线下对接。同时为参展商提供信息展示与交易服务，与平台的设备交易模块进行对接。

环保创新创业大赛展示了最新的环保技术，大气、土壤、水污染防治技术展厅分别展示了各自领域的相关治理技术，环博会展厅是结交环保技术合作伙伴的最佳平台，服务供需双方，提高对接效率，为参展企业和重点污染源治理项目依托企业提供专业性、精准性对接平台。



百强环保技术竞赛



环保创新创业大赛

技术对接推广：通过国内外合作基地及举办对接会议、实地考察等方式，精准定位技术供需信息，帮助国外优秀企业开拓中国市场、助力国内企业进军海外市场，对于优势技术开展试点示范以及全球市场推广。

技术供需模块提供全球范围内优秀环保技术/服务信息和需求信息的展示、检索与发布功能，通过智能匹配和个性化推送功能，实现环保技术供需双方高效对接。技术供需模块包括技术供给和技术与需求服务两个大的板块。分为国内和国外的技术供给和需求服务信息。技术供需模块中包含技术库，企业库，需求库，案例库，供需地图等子功能模块，方便用户与企业进行技术与需求的对接。

如用户对需求信息感兴趣，可通过我要对接功能按钮进行项目的对接，此外用户还可通过匹配技术按钮在供需地图上匹配相关的技术，方便用户寻找相合适的技术。



技术评估推荐：为国内外企业提供环保技术评估咨询服务，对于评估后的优势技术将重点在智汇平台推广。首先以污染物废水的排放要求为基础，结合污染物废水水质及末端处理技术的特点，拟建立一套基于技术性、经济性、环境影响性、操作管理性4个准则的污染物末端水处理技术评估指标体系。其次将层次分析法与熵技术法相结合确定了污染物末端水处理技术评估指标体系的权重。然后在此基础上构建了针对污染物末端水处理技术的综合评估模型并结合实例进行技术评估。最后拟编制一套技术评估程序。具体如下图所示：



结束语：3iPET 以水气土污染防治、节能减排、清洁生产和环境公约履约等领域为重点，以互联网+环保技术，线上线下相结合的模式，致力于为国内外企业、政府、产业园、环保从业人员提供污染防治技术服务，实现中国环境治理知识共享、促进国内外环保技术交流合作、推动环保技术“引进来、走出去”和产业化发展，服务中国及全球环境污染治理和环境状况改善。◆

选自《宇图》期刊2019年总第19期



大数据分析——中科宇图借助北斗导航 卫星还原獐子岛“扇贝之谜”真相

6月24日，证监会发布消息，依法对獐子岛公司信息披露违法违规案作出行政处罚及市场禁入决定。同日晚，獐子岛公司发布公告公司董事长、总裁吴厚刚、海外贸易业务群执行总裁勾荣，证券事务代表张霖辞职。獐子岛“扇贝去哪儿了”悬疑闹剧终于迎来“大结局”。

獐子岛公司在2014年、2015年已经连续两年亏损的情况下，借扇贝养殖特有的海底库存及采补情况难发现、难调查、难核实的特点，投机取巧钻传统审计难破解空子。2019年证监会通过调取扇贝采捕船只的北斗导航定位信息，委托中科宇图科技股份有限公司、中国水产科学研究院东海水产研究所两家专业机构，通过獐子岛采捕船卫星定位数据，还原船只实际航行轨迹，以大数据分析和计算，出具分析报告，最终认定獐子岛不以实际采捕海域为依据进行成本结转，导致财务报告严重失真。除此，证监会还通过定位数据查明獐子岛“秋测”点位存在虚假记载。

在獐子岛没有逐日采捕区域记录、财务人员没有

有效手段进行核验的前提下，北斗导航发挥了重大支持。中科宇图利用北斗导航定位数据制定单月、年拖网捕捞轨迹图，以大数据分析手段判断捕捞船的生产状态，形成渔船捕捞区域图。再以捕捞区域图为基础计算出不同贝龄扇贝采捕面积。经大数据分析发现，獐子岛账面有重复结转成本的情形，账面采捕区域涵盖了部分内区，甚至涵盖了岛屿。

中科宇图借助北斗导航定位系统，以位置大数据分析打破传统审计方法，精准支撑证监会对獐子岛账务结转审查，为证监会打击证券市场违法行为提供了科学性、便利化的有效武器。同时，中科宇图依托地图大数据、移动互联网、卫星遥感和AI等现代信息技术可为农险养殖业提供智能点数、测长估重、耳标号识别等承保理赔业务的智能化服务，以空间信息技术的创新应用推动农业保险模式新变革！◆

选自《宇图》期刊2020年总第25期

农业保险 ——中科宇图卫星遥感技术赋能保险行业

近日，证监会披露，借助北斗卫星数据，对獐子岛安装定位终端渔船的数百万条位置数据进行分析，复原了獐子岛真实的扇贝采收养殖数据，从而最终认定獐子岛公司存在财务造假行为。一时间，中科宇图作为第三方机构，以卫星定位等现代信息技术找到“扇贝出走之谜”真相，得到社会各界的广泛关注。

借助北斗卫星定位及位置大数据分析终结“獐子岛闹剧”，也再次印证了卫星技术在行业监管、产业赋能方面的巨大作用——导航定位需要卫星，通信、遥感同样离不开卫星。中科宇图作为以地图大数据提供智能化解决方案的企业，探索出了通过卫星遥感技术赋能车险、农险、财产险和船舶险等保险领域的新应用，并在农险应用方面取得显著成绩。

卫星遥感技术取代传统人工作业

我国是农业大国，地块破碎化程度很高，作物种植的种类以及种植面积确定都十分复杂。在农作物种植保险中，传统作业方式面临面积厘定、大面积下的精准查勘难、定损理赔难等难题。为提升保险行业保险标的确定以及验险验标的精准化、便捷化，中科宇图通过卫星遥感确定投保作物类型与遥感作物类型是否一致，投保面积与遥感面积是否一致，助力精准承保。除此之外，通过卫星遥感技术可精准测量作物的种植面积与长势变化，在农作物受灾后，快速评估灾害对作物产量的具体影响，为精准理赔提供依据。摒弃传统的通过人工经验判定的方式，依托卫星遥感技术助力保险业有效提升服务效率，减少了因权责划分不清晰而产生的保险纠纷。

遥感影像应用于地物识别与灾害监测

目前，农业遥感中面向气象灾害、生物灾害的技术应用到保险，所使用的数据来自我国系列高分卫星遥感，分辨率可以达到米级。那么如何利用遥感技术来进行地物识别和灾害监测？据中科宇图技术人员解释，“不同地物具有不同的波谱特征，同种地物在不同内部结构和外部形态条件下，其光谱反射率曲线也不尽相同”这是遥感灾后快速定损的关键。依托遥感影像的智能解译，中科宇图实现了对蒙古通辽市奈曼旗玉米旱情、赤峰市翁牛特旗大兴农场旱情、内蒙古

自治区巴彦淖尔市双河镇洪涝，黑龙江省绥化海伦市百祥镇大豆、玉米内涝，河南善堂镇西塔链村冬小麦倒伏、病虫害等多种自然灾害的评估。

信息化平台挖掘数据价值精准承保理赔

卫星遥感配合无人机航拍，再结合地面勘查，三者获取天上、近地面、地面数据，所获的数据仍要进一步进行处理融合分析。中科宇图通过建立一个信息化平台对农作物面积、种类、长势情况进行分析，深入挖掘数据价值。2017年，中国银保信以国家深度贫困村—四川凉山州昭觉县火普村为试点，创建“保险精准扶贫实验室”，委派中科宇图在银保信农险基础平台的基础上，以农险业务数据为基础，结合多时间序列的时空大数据，通过卫星、气象模型、环境模型等得到最直接的数据，建成综合数据管理系统和农业保险GIS系统，农业保险业务数据的空间可视化展示和综合分析，减少了风险的影响，为当地开展精准扶贫工作提供了技术支持。

中科宇图以地理信息、遥感为基础，整合数据资源，结合农业保险业务需求，建立农业保险基础地理信息平台，实现“按图承保，按图理赔”的农业保险业务模式。目前以平台+服务的方式向中国银保信、阳光农业相互保险、大地保险、人保财险等行业客户提供解决方案形成了系统平台、业务分析、数据服务的发展模式。◆

选自《宇图》期刊2020年总第25期

科学战疫——中科宇图地图大数据+AI 人工智能科学精准防控疫情

随着各行业陆续复工，疫情防控进入最吃劲的关键阶段。习总书记在北京市调研指导新冠肺炎疫情防控工作时强调，要运用大数据等手段，加强疫情溯源和监测。中科宇图基于时空大数据分析技术及人工智能相关优势，迅速反应，重磅推出“基于地图大数据平台的智能疫情监控分析系统”。

该系统依托人工智能视频AI技术、“四色预警机制”疫情精准防控平台及中科宇图地图大数据平台，助力政府对疫情进行智能监测预警、精准防控和智能分析，可实现对风险人群的流动做到最大限度的监控，辅助做好对疫情的防控工作，全力确保辖区内安全形势稳定。

疫情智能监测预警

(1) 热成像体温监测

体温异常作为疫情监测的一个重要指标。在人群密集、人流量大的场所第一时间找到发烧人员是疫情防控的重要环节。系统利用红外热成像体温筛查仪，可在人流量密集的公共场所快速进行体温筛查，一旦监测到体温超标的目标就会自动报警并拍照留存。系统采用无感测温方式，同时支持多人体温测量，提高疫情防控效率，大大降低传染风险。



热成像体温监测

(2) 疫情防控视频AI分析

利用道路治安视频、交通枢纽视频、社区视频结合AI智能分析算法，进行重点区域人流量统计、未戴口罩识别和人群聚集识别，为区域疫情防控人员提供精准防控信息。



人员未佩戴口罩

(3) 疫情异常情况智能推送

系统将热成像体温监测和疫情防控视频AI分析发现的异常情况，根据监控地点智能匹配区域负责人，自动生成告警信息和图片，并进行推送到APP中，使其实时掌握本区疫情监测异常信息，进而进行疫情防控管理。



人员聚集

疫情精准防控平台

(1) 一区一码信息填报

为每个小区提供专属二维码，居民通过扫码填报个人信息、身体健康数据。为社区居民身体健康在线监测、返程人员出行轨迹关联分析提供数据支撑。不仅可以提升疫情防控数据采集效率，还可减轻社区人员工作压力和感染风险。



疫情防控 APP

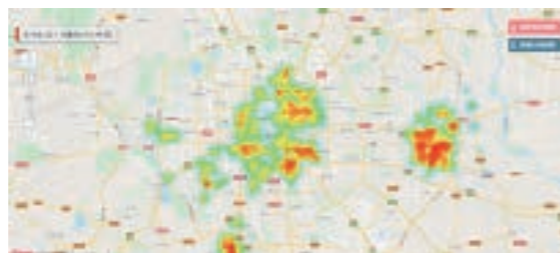
(2) 四色预警分级管控

建立了红橙黄绿“四色预警机制”，根据居民填报信息、身体状况进行分级管理，红色为来自疫情高发地区人员提示社区工作人员密切关注，橙色体温监测异常人员，黄色为未完成14天隔离的外来返程人员，绿色为完成14天隔离或未出城体温正常人员，通过建设分级预警机制，对不同级别人员采取不同管理机制，便于社区工作人员进行精细化管理。

(3) 疫情防控 APP

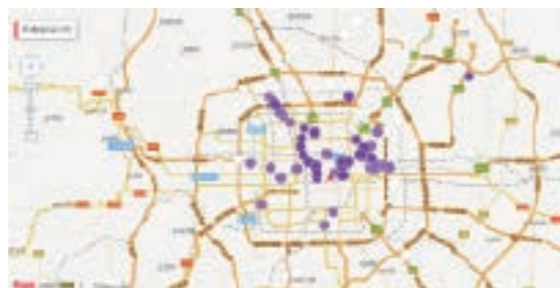
疫情防控 APP 主要实现社区人员出入快速登记、社区出入证管理、居民填报信息审核、疫情智能监测报警查看、居民四级防控预警管理、疫情防控通知查看等功能。使社区工作人员全面、及时、精确掌握本辖区内人员出行、健康情况。

疫情管控智能分析



区域疫情风险分析

利用中科宇图地图大数据平台，运用大数据挖掘技术、空间分析等先进技术，结合运营商提供的人员精准定位信息、疫情智能监控预警数据，实现疫情管控智能分析，进行区域疫情风险分析、确诊患者出行轨迹分析、医疗资源消耗分析等要素分析，辅助政府部门、卫生健康部门做好对疫情的防控工作。



患者出行轨迹分析

数字精准战疫，智能高效防控，“基于地图大数据平台的智能疫情监控分析系统”以视频监控 AI 技术，推动疫情防控关口前移，大数据信息化手段实行疫情筛查分析，为打赢疫情防控战提供决策依据。在决战疫情防控的关键期，中科宇图将积极响应中央及地方疫情防控需求，充分发挥企业地图大数据及人工智能优势，以前沿的技术全力支援疫情防控，愿与全国人民一起共同战“疫”。◆

选自《宇图》期刊 2020 年总第 23 期



十堰智慧环保——中科宇图打造 “最强环境大脑”

“总磷 0.0134 毫克 / 升，达地表水环境质量 II 类标准，水质比较好。”在湖北省十堰市智慧环保会议室，十堰市环境应急中心主任张华刚随机点开位于丹江大坝左岸的胡家岭水质自动站，各种监测数据跃然屏上。

“这里还安装了一个高清视频探头。”张华刚紧接着点击并旋转安装在自动站门外的监控探头，两公里开外停放的数辆小轿车车牌号清晰可见。

这是十堰智慧环保监管体系的一个缩影。十堰市环保局总投资 5000 万元的智慧环保平台，近日正式通过专家评审验收。系统结合软硬件先进、高效的数据采集和数据分析，形成了集动态感知与实时监控为一体的“环保天网”，构建起十堰生态环境监管的“最强大脑”。

整合数据 - 实现环保一张图，监管全覆盖

作为老工业基地，十堰市污染源点多线长面广，而环境监管能力不足，执法人员常常疲于奔命。个别企业心存侥幸，常趁节假日甚至下暴雨等时机偷排污水，纵使执法人员日夜蹲守，也往往很难抓住“把柄”。

然而，十堰又是全国重要生态功能区、南水北调中线工程核心水源区，地位十分敏感。守护好一方生态与一库清水，成为历史赋予十堰人民的光荣担当。

如何提高环境监管成效，解决环保监管人员少、监管面广等难题？十堰市环保局按照湖北领先、全国一流的目标，以实用、管用为原则，建设了十堰智慧环保项目，以更好地为环境管理、环境执法服务。

据介绍，十堰市智慧环保项目利用互联网、大数据、人工智能等技术，整合了 1237 套环境质量、污染源自动监控设施，实现了环保一张图、监管全覆盖。重点建设的子项目包括一个数据中心、两大感知系统、三大门户网站和六大应用系统。

作为智慧环保项目的承建方，中科宇图科技股份有限公司的相关负责人指出，通过建立天地空的立体监测感知体系，可以提升对环境质量的感知能力、情报搜集能力和预警能力，为打赢污染防治攻坚战提供强大的技术支撑。

智慧平台 - 远程监控调度，业务集成共享

智慧环保平台究竟“智慧”在哪儿？十堰市环保局局长冯安龙形象地称这套系统是环保执法过程中“看不见的大脑、鼻子和眼睛”。

系统软件能捕捉到异常数据，自动调度执法人员现场执法；借助远程视频，能监控到环境违法行为，并锁定相关证据；通过后台进行数据分析，平台可以为领导决策提供参考。

在智慧环保平台的数据中心，目前已收录涵盖水、气、噪声等各类环境要素信息 200 万条，基本实现了业务集成、数据共享和资源共事。

借助智慧环保项目，十堰市还进一步完善了内网、外网和移动门户网站建设。

其中，移动门户网开发了十堰环保手机 APP。在 APP 里，公众不仅可以实时查看空气质量、水环境质量数据，还能随时监督 189 家企业的监测数据。三大门户网站实现了十堰环保信息的交互共享，互联互通。



执法监控 - 提高工作效率，助力精准管理



十堰的智慧环保体系建设涵盖了六大应用系统。谈起这 6 张“天网”，张华刚如数家珍：空气质量监控网能随时查看全市 17 个空气自动监测站的监测数据；水环境质量监控网则覆盖了全市 19 个水质自动站、17 个饮用水水源地、35 个水质监控断面的监测数据。当自动站数据出现异常，可通过视频探头查看周边环境，锁定相关证据等。

十堰环境监察支队支队长毕双国对重点工业污染源监控网情有独钟：“真的太方便了！这样的数据监控和整合能大大提高工作成效。”

据了解，全市市控以上 189 家企业重点污染源全部“入驻”重点工业污染源监控网，随机点开一家企业，有关监测数据实时显现。如果在线数据异常，平台就会自动发送预警短信至运维单位与企业环保员手机；如果在线数据 1 小时内连续两次异常，或者日均值超标，预警短信就会发送至相应执法人员手机。执法人员会很快携带移动执法装备，赶赴现场进行核查。立案、调查、审批、处罚等环节均实行网上操作，一经上传不可更改，很好地杜绝了执法“人情风”的发生。

今年以来，十堰借助智慧环保“天眼”，发现处理焚烧火点 20 多个，全市累计立案处罚 90 多件，罚款近 600 万元，立案数与罚款数“双超”历史。（通讯员叶相成 记者张黎）◆



襄阳智慧环保——中科宇图生态环保大数据为“襄阳碧水、蓝天”注入科技力量

为积极响应国家和省政府关于推进智慧城市的要求，襄阳市坚持用改革破难题、开放促发展、创新求蝶变，积极打造云计算服务产业基地，扎实推进智慧城市建设。

2020 年襄阳市委市政府、襄阳市生态环境局引进第三方 - 中科宇图科技股份有限公司服务，开展襄阳市生态环保大数据项目建设。项目于 2021 年 11 月 4 日通过专家评审，顺利完成验收。项目依托大数据体系，通过物联网科技手段，利用科技力量，构建高标准、全覆盖的环境监测监控体系，打造襄阳市 360 度无死角环境监测，为保卫襄阳市蓝天、碧水、净土提供保障。

提高科技支撑手段，组建大气污染防治监管体系

中科宇图承建的生态环保大数据平台构建了 6 台

标准空气质量监测站、6 台微型水质自动监测站、120 台大气网格化微站。接入了全市国控、省控标准空气质量监测站，以及国控、省控微型水质自动监测站、空气质量超级站和空气质量边界站的数据。同时，通过无人机航飞、激光雷达扫描、颗粒物 & VOCs 手持式监测仪器等科技手段，实现了监测网络全覆盖，立体监管无死角的智慧环保“天网”体系。

同时，中科宇图建立政务网、公众网和移动网三大门户网站，将所有业务系统集中到门户网站，形成全局统一信息发布平台和工作服务平台，促进内部管理高效化。实现面向公众的信息公开、在线办事、政民互动的一站式行政审批服务体系。

其中，襄阳智慧环保 APP，使环保工作开展的更便利，实现移动办公实时处理。针对各企业还设立了“企业环保码”为环保工作人员现场执法提供了便捷，方便了民众、了解企业信息详情，实现了企业信息

息公开化、透明化，提高了环保监督工作公众参与度。使襄阳环境监管从“人防”向“技防”转变，打造了坚实的基础。全面提升了污染防治的科学化、精准化、制度化、标准化水平。

搭建生态环保大数据平台，实现“一对多”的数据支撑

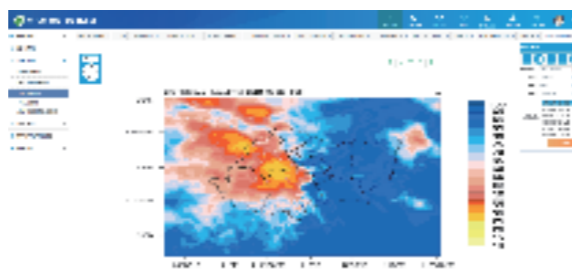
中科宇图承建的襄阳市生态环保大数据从2020年建设以来，接入包含工业、农业生活以及污水处理等9624家污染源数据。接入重点监控的126家污染源企业在线监测设备数据，其中主要涉水企业52家、废气企业38家、废水排口58个、废气排口67个；集成47套生态环境局业务系统。

基于智慧襄阳“华为云”大数据中心，建设生态环保大数据资源中心。规范统一数据组织、整合、存储、访问、交换及发布标准，理清海量环境管理数据内在关联，实现数据整合、集成、存储、管理、服务与查询，解决数据分散存放、不一致、难以共享的问题，彻底消除“信息孤岛”，纠正数据自身的问题，形成环境数据中心和业务系统的“一对多”关系，为平台提供数据支撑。

目前，襄阳智慧环保项目，在襄阳市委市政府领导下，在襄阳市生态环境局与中科宇图的共同努力下，建设了水环境污染分析管理平台、大气环境质量监测系统、大气网格化管理系统、空气质量预报预警系统、环境信访管理系统、行政处罚系统及生态环境数据可视化平台等，通过建设的“一个中心、两个应用、三个门户、四个平台”，改变原有的工作模式，打破数据孤岛，实现环境管理集成化，业务办公智慧化。

水环境污染分析管理平台，通过一张图实现了对襄阳水环境的全面监控，针对污染源水质在线数据、排污口数据及水环境质量在线监控数据，进行超标状况预报预警；实现专题数据展示、污染物溯源。

大气预警及防治决策管理平台，包含3大子系统：空气质量预报预警及决策支持系统、大气网格



化监测监管系统与大气环境质量监测系统。平台主要通过大气环境质量监测系统，全面了解襄阳市空气质量现状；利用空气质量预报模式进行空气质量的预报预警，分析大气污染成因找出污染源，为重污染天气的应急管控提供决策支持。再通过大气网格化监测监管系统，全面展示重点污染源点位信息，同时在地图上实时展示空气微站等环保设施和人员动态。

空气质量预报预警系统，利用大气监测数据、原清单数据、气象数据使用CMAQ、CAMx模型对未来七天空气质量情况预报，生成预报结果数据。集成模式预报结果、污染来源分析、大气条件分析等信息，对预报员预报提供参考，实现预报会商。

大气网格化指挥管理系统，主要是利用微型站的监测数据，掌握污染源清单，明确网格化环境监管责任。促进环境数据整合，为综合研判提供决策支撑；构建GIS监管平台，建立精细化监管体系。

大气环境质量监测系统，结合GIS一张图，展示监测站点分布情况以及各监测设备空气质量和常规污染物监测情况，直观看到各区域的空气质量，做到及时预警、及时管理。

生态环境数据可视化平台，实现对污染源数据、污染排放数据、环境质量数据、各类业务数据的可视化及综合分析。借助GIS平台的专题分析能力，实现对专题数据的制作和管理，并按照行业、区域、污染源类型等分类对数据进行专题展示，发挥了“领导驾驶舱”作用，为领导提供各种治理指导措施。◆



开封全流域水环境质量监测监控——中科宇图“五系统”智慧服务开封污染防治攻坚战

“千里河烟直，情槐夹岸长”，自古文人墨客吟诗作赋有对汴京的记载，我国十大传世名画之一清明上河图，也描绘了北宋时期都城东京（今河南开封）汴河两岸的自然风光和繁荣景象。漫步开封，一城清水，不愧有“一城宋韵半城水”的美名，开封是历史文化厚重之城，更是一座生态宜居的活力之城，打造水生态文明建设先行区也推上开封城市发展战略的高度。

入选首批黑臭水体治理示范城市，打造“一渠六河”工程

开封境内河流众多，水域面积达220多公顷，水域的重要意义不仅在于水波潋滟的美景。开封作为黄河下游重要城市，河流分属黄河和淮河两大水系，与黄河有着深厚的渊源，是沿黄“三点一线”黄金旅游线路三大中心城市之一。

正是由于开封在经济、地理等方面的重要地位，使其在国家组织的《2018年全国黑臭水体治理示范城市项目》竞争性评审中，脱颖而出成为全国首批20个黑臭水体治理示范城市之一，获2018年中央财政

划拨资金6亿元，地方投资61.9亿元。

借力全国黑臭水体治理示范城市申建，开封市落实党中央国务院部署，加强城市环境治理和修复，加快完成黑臭水体治理任务，将“一渠六河”连通综合治理工程，纳入开封市水系总体规划，持续推进开封市“十湖连通”工程。

“一渠六河”连通综合治理工程是开封市黑臭水体治理的重点项目之一，该工程总长28.6公里，通过引入黄河水，在黑池沉淀后经西干渠、涧水河流入东、西护城河，又经利汴河流入龙亭湖等老城区湖泊，实现城墙内外河、湖的贯通。总体实现了活水循环、水生态修复和景观提升，惠及居民50万人，同时优质的河水还新增农业灌溉面积40万亩，沿途补充100多万亩的地下水源。

联手中科宇图，启动开封全流域水环境质量监测监控系统项目

开封因水而生，因水而盛，同时也面临着水环境监测、监控手段尚不足以全面、及时、准确地反映开封市全流域水环境质量状况的严峻问题。远不能达到

国家提出的环境监测“三个说得清”（说得清环境质量现状及其变化趋势、说得清污染源状况、说得清潜在环境风险）要求，水环境监测体系的广度和深度亟需进一步提升。

在“一渠六河”黑臭水体治理的契机下，开封市全面启动了全流域水环境质量监测监控系统项目。该项目由中科宇图承建，包含了智能视频监控系统、智能水质监测系统、智能流量监控系统、智能水质指纹预警溯源系统和智慧应用系统五大系统。

智能视频监控系统覆盖开封市全流域，涉及监控点位108个，结合视频监控图像的AI智能分析可自动识别河道漂浮物、河岸垃圾、河岸垃圾倾倒、水位越界和区域入侵，智能监控开封市全流域水环境的非常规及违规事件，极大减轻了监管人员的工作强度；智能水质监测系统由3套标准水质监测站和12套微型水质监测站组成，可实时监测并上传常规五参、氨氮、总磷、总氮等监测数据，异常监测数据能自动识别，并自动上传至调度平台进行报警；智能流量监控系统包含15套智能流量监控设备，布控在开封市惠济河主河道、主要补水、分水河流的重点闸口。利用雷达流量计精准监控河道流量，结合视频监控及水质监测数据，科学测算出开封市可用水量、应补水量、已分水量等数据，辅助生态补水、分水调度及应急情况下的闸坝管控；水质指纹预警溯源是开封市环保工作的重要诉求，水质溯源仪依托其“水质指纹溯源技术”可实现预警、污染源溯源和污染留证。涉污企业废水具有唯一的三维荧光光谱，即“水质指纹”，将采集的排污企业的“水质指纹”录入数据库中，一旦发生水质超标事件时，仅需半小时就能锁定排污企业。

中科宇图智慧应用系统，精准科学治污服务 开封污染防治攻坚战

开封市生态环境局拥有多套应用系统，各个系统相互独立、数据难以共享，不便于环境监管。中科宇图利用大数据等信息技术，整合局内所有监测数据、各业务系统数据构建数据资源中心，提供数据采集、



指纹数据库企业分布图



存储、融合、治理、服务等全链路一站式服务，构建面向业务应用的环境数据中心平台。

系统以生态环境质量目标考核、生态补偿、环境质量评价、调度指挥，应急管理、智能监管为基础进行数据组织，实现多维度的环境信息资源发现、获取、定位、分发；建立一企一档、一点一档、一河一档等应用数据模型，实现水环境管理要素的全文检索；运用数据图表、数据地图、表格组件，并基于空间基础地理信息平台进行可视化展示，提供报表+大屏+地图的展示模式。以“一中心四平台”为基础，“一渠六河”、“十河十湖”、城市集中式饮用水水源地为重点，构建起融合市、县、乡三级生态环境统一管理体系和业务体系，实现环境管理“六个一”：即一张网、一套数、一支撑、一平台、一张图、一服务。

开封市全流域水环境质量监测监控系统项目结合物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术，全面实现精准治污、科学治污、依法治污，使开封市的环境保护工作提升至“用数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新”，科技助力开封市打好打赢污染防治攻坚战，实现环境质量持续有效改善。



韶关市水、气和土污染防治信息化管理平台——中科宇图智慧环保守护碧水蓝天净土

中共十九届五中全会提出，深入打好污染防治攻坚战，持续改善生态环境质量。近几年来，国家对生态环境保护、污染防治工作提出了更高的要求。韶关市是全国七个土壤试点先行区之一，在生态环境局领导的高度重视生态环境信息化工作，尤其是韶关市水、气和土污染防治信息化管理平台的建设与应用，为战斗在环保各条战线的部门、科室提供了强有力的信息化支撑。

在韶关市生态环境局提出的“站位更高、建设为用、智慧为核，管理闭环”的十六字建设方针指导下，目前该系统整体运行平稳，有效支撑了韶关市生态环境局各科室及10个分局的生态环境管理体系运行，并与韶关市自然资源局、韶关市政务服务数据管理局等相关市直单位建立数据共享机制，方便了韶关市生态环境局土壤管理信息化工作的开展。

据悉，韶关市为积极开展土壤污染防治先行区的实践，于2018年顺利建设完成“韶关市土壤环境管理信息化系统：韶关市水、气和土污染防治信息化管理平台建设”一期项目，实现对土壤环境管理数据的收集、整合工作，初步建立了韶关市土壤环境管理体系。在韶关市土壤环境特征、生态环境信息化建设现状和新时期生态环境管理需求不断变化的背景下，二期由中科宇图科技有限公司于2020年6月开始完善该信息系统的建设及推广应用，主要利用物联网、云计算、大数据、AI人工智能、数据可视化等技术手段基于一期实施成果进行了全面建设。

2020年12月16日，二期项目顺利竣工验收。韶关市环境信息中心表示“项目启动以来，局方与项目承建方配合紧密，从需求调研、框架构建、软件研发、软硬件安装、平台调试，再到系统使用培训、用户适



用意见反馈和平台优化，以扎实的技术能力，推进系统优化完善，使得项目在涉及业务多，工期紧，建设任务重的前提下，半年内取得快速有效的验收成果。”这在当前及未来一个时期内，可满足韶关市土壤生态环境保护管理、决策及智能化管控的需求，韶关市生态环境保护综合决策、监管治理和公共服务水平在原有基础上更上一层楼。

较一期项目，二期完成了数据中心到大数据体系建设的转变，通过大数据技术，对韶关市环境监测体系进行融合，形成环境监测一张网，生态环境一套数，达到了“用数据说话，用数据管理，用数据决策”的目标。还引入智能分析技术和环境模型，围绕土壤环境管理，延伸到水和大气，通过分析溯源，解决生态环境监管中遇到的具体问题，在大数据体系下实现了污染防控从“技防”向“智防”的转变；可视化挂图作战能力支撑效果有效提升，增加全局任务协同，强化用数据驱动生态环境监管任务，建立任务协同指挥调度体系，达成了任务执行的闭环管理。◆

安徽省生态保护红线监管平台建设——中科宇图实现安徽省生态保护红线有效监管

自安徽省厅人民政府发布《安徽省生态保护红线》，标志着安徽省生态保护红线划定工作圆满完成。生态保护红线一旦划定，须实行严格保护与监管，为响应生态环境部的政策要求，落实省内生态保护红线区的监管，“安徽省生态保护红线监管平台”项目应运而生。

2019年9月中科宇图中标安徽省生态保护红线监管平台建设项目（第3包）安徽省生态保护红线可视化展示系统，系统利用地理信息、云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术，基于已建设的安徽省生态环境大数据平台、地图服务，获取生态保护红线监测数据，掌握生态系统构成、分布与动态变化，及时评估和预警生态风险，发现破坏生态保护红线的行为，实现大屏可视化展示和可视化指挥调度，促进生态保护红线的有效监管。曾承担国家生态环境部、各省市生态环境局多类业务系统开发及系统集成项目，具备丰富行业信息化系统开发经验和技术的中科宇图，在项目建设过程中，为提升环境系统的可靠性、确保产品质量，采用公司已通过ISO9000质量保证体系、CMMI五级的管理办法，在项目研制过程中公司严格按照软件工程规范，充分保证了所研发系统的质量。

目前，项目已成功取得验收，该系统通过快速、直观的反应安徽省内生态保护红线的现状以及变化情况，为安徽省生态环境厅业务科室的工作汇报和业绩展示提供直观的依据，同时，大屏可视化指挥调度，为应急会商、应急指挥调度、应急决策提供了全场景科学应用，对安徽省生态环境保护精细化管理提供了有力支撑。



建设内容

（1）生态保护红线大屏可视化展示子系统

生态保护大屏可视化展示子系统包括数据对接、智能多维数据分析、生态保护红线大屏可视化展示、数据可视化在线编辑和生态保护红线专题展示5大功能模块。通过建设5大功能模块，实现数据对接与整合，根据业务数据，利用大数据分析技术实现数据的多维智能分析；再利用可视化技术，将数据分析结果通过多种静态图表和动态效果进行展示，实现生态保护红线大屏可视化展示和生态保护红线专题展示；构建数据可视化在线编辑功能，方便非专业人士进行相关操作。

（2）可视化指挥调度系统

可视化指挥调度系统通过“安徽省生态保护红线指挥调度系统（第2包）”提供的标准API开发接口进行集成和调用，实现应急通讯、语音调度、上级平台对下级平台的调度、视频资源统一调用、智能语音调度、GIS调度、多媒体会商、监控联动分析等十五种功能。◆



第二次全国污染源普查空间信息管理系统开发项目完美收官——部级与全国32个省级系统部署完成

2020年8月26日，由中科宇图承建的生态环境部第二次全国污染源普查工作办公室、生态环境部信息中心的重大国情调查项目——“第二次全国污染源普查空间信息管理系统开发项目”验收会在中国环境科学研究院以“现场+远程”形式举行。国务院第二次全国污染源普查工作办公室项目主管领导及环境、地理信息领域多位知名专家参加会议。验收专家组对项目建设完成情况进行严格评审后，一致同意通过评审，项目顺利验收。

项目情况

项目围绕“为普查数据采集与处理业务提供空间数据服务，保障第二次全国污染源普查数据处理工作顺利”这一目标而建设。完成了“一库两标准三系统”建设，主要建设内容包括建设覆盖全国普查区域的底图基础数据库，编制《第二次全国污染源普查底图数据规范》与《第二次全国污染源普查空间信

息采集规范》两项规范，开发空间信息服务系统、普查数据采集任务管理系统、普查空间信息采集与成果管理系统三项软件。

项目历时两年时间，软件系统按照“1+32”的部署模式完成了部级与全国32个省级（含自治区、直辖市、新疆建设兵团）系统的部署工作。系统在普查项目过程中支撑了全国40万普查员和6万普查指导员的现场入户采集工作，系统日均访问量达11.5万次，



普查任务与成果管理系统

累计访问超过 10.6 亿次。项目为部级、省级普查机构以及省级以下普查机构提供了充分的技术支撑，保障了第二次全国污染源普查数据空间数据采集工作进行顺利。

项目意义

污染源信息是环境管理业务中不可或缺的核心基础支撑之一，通过本项目及污染源普查相关工作，掌握了全国各类污染源的数量、行业和地区分布、主要污染物的产生排放和处理等情况，为准确判断我国当前环境形势、制定经济社会发展和环境保护政策与规划等工作提供了依据。



普查空间信息采集系统

中科宇图与污染源相关的产品

在本次污染源普查工作完成后，各级环境管理单位对污染源普查数据应用的需求十分迫切。然而，面对庞大的数据、多维度的信息、管理与维护的难度、

各级数据分发、大数据集成等诸多难题时，如何开展普查数据的分析与应用建设工作，如何将普查数据的作用发挥出来，成为了管理单位的痛点，在省级及以下单位尤其突出。

针对这一实际需求，中科宇图开发了适用于省级、地市级、区县级的第二次全国污染源普查“一张图”展示平台，充分利用大数据、“互联网+”等信息技术对山东省第二次全国污染源普查技术资料和数据成果进行系统化管理和展现；帮助相关领导和业务人员直观掌握污染源底数和分布、产排污规模、结构和强度、污染治理等情况；分析与展示数据成果；提供稳定可靠的数据分发服务；为加强污染源监管、改善生态环境质量、防控环境风险和服务环境与经济综合决策提供基础依据。



山东省第二次污染源普查“一张图”成果展示平台

并且，在实际管理业务中，中科宇图已经开发了以污染源信息为基础的系列产品，广泛应用于污染防治、污染源监管、排污管理、风险与应急等环境管理业务，与第二次污染源普查数据结合后，环境管理能力将会发生质的变化。

中科宇图将站在未来的高度，运用大数据与智能化技术，深入研究用活用好污染源普查数据的方法，为环境管理提供全方位服务，为“建设美丽中国”事业持续奋斗！◆

北京移动执法系统——中科宇图科技助力实现应查尽查不重不漏

自 2019 年年底，由中科宇图承建的北京市生态环境局“北京市环境监察移动执法系统建设项目”成功交付，该项目的建成覆盖了北京市所有区及北京市经济技术开发区生态环境局，为环境监察体系的规范建设、执法工作及创新应用开创了良好的新局面。

北京市生态环境局环境监察移动执法系统建设是根据北京市环境监察移动执法业务需求，对移动执法前端应用系统、后台支撑系统进行全面设计开发，实现电脑、手机双重载体，涵盖执法部门、污染源企业、网格员三类用户，打造完善的环境监察移动执法系统。中科宇图通过信息化手段全面、实时地掌握各区环保执法部门对环境违法案件的现场执法情况和查处进程，分析环境违法案件的处理情况，提高了执法效率；为环境执法工作的处理能力的提升提供信息技术支持，实现全覆盖责任体系，规范市、区、乡镇三级执法行为，数据支持北京环境监察管理综合分析。

公司致力于生态环境信息化建设已有十余年，环境监察移动执法系统目前除北京，已先后在天津、内蒙古、山西、河北、河南、辽宁、吉林、四川、重庆、黑龙江、江西等 18 个省生态环境保护厅(局)成功应用。近日，中国环境报对中科宇图承建的北京市生态环境局北京市环境监察移动执法系统作了大篇幅报道。

北京移动执法系统实现应查尽查不重不漏

累计生成执法记录八万条，发现各类生态环境问题八千余个

北京市环境监察总队创新执法信息化手段，推出全新的生态环境移动执法系统，实现了执法全员信息化、全业务信息化和全流程信息化目标，为助力打赢首都污染防治攻坚战提供了有力科技支撑。自 2019



年 8 月至 2020 年 5 月，系统累计生成执法记录 8 万条，发现各类生态环境问题 8000 余个。

通过生态环境监管信息库实现全面监管

移动执法系统打破了市、区两级生态环境执法部门界限，畅通了任务分配渠道，将全市生态环境执法队伍凝聚为一个整体，以市环境监察总队为作战指挥部，号令一出，全军皆动。

2019 年底，为确保决胜污染防治攻坚战，总队制定了 2020 年执法重点工作，将蓝天、碧水、净土

保卫战分解细化为39项专项执法任务，全部通过移动执法系统下发至各区，并明确任务完成时限和要求，通过系统全程追踪各项任务进度和违法问题处理情况，确保全市执法工作有序开展。

数据是执法业务开展的基础性资源。移动执法系统通过高效采集、有效整合多源数据构建了生态环境监管信息库。其中，污染源库、人员信息库和执法任务库三大基础数据库满足了污染源信息查询、人员管理和执法业务数据报送、分析、共享的需要。

此外，系统对接了污染源自动监控数据，实现了全市重点污染源联网单位在线监控数据查阅和任务督办，实现了非现场监管和现场执法检查二合一；对接了排污许可数据，为全面实现依证执法奠定了基础；对接了热点网格系统数据，基于大数据实时掌握全市污染排放情况，为空气重污染应急和分析区域空气质量变化成因提供了科学依据，助力实现精准执法；对接了建设项目审批数据库，完成全市7000余个未验收项目的全收录，实现了建设项目全面有效监管。

形成44份现场执法检查单，实现动态更新

履职尽责和廉洁执法是生态环境执法工作的两个基本点。系统围绕行政检查权力清单，关注综合执法改革新划入职权，合理制定形成了大气、水、土三大领域和重点行业共计44份现场执法检查单，并实现动态更新，做到执法事项全覆盖、应查尽查、不重不漏。

系统还将廉政风险防控作为一项重要内容。执法人员打开执法APP就能看到廉政警示标语，实现廉洁执法警钟长鸣。此外，执法人员每次执行任务须登记执法车辆，且实时定位。执法完成后将由检查对象在系统中填写廉政调查问卷，并记录归档，切实做到“平安出行，决不公车私用；文明执法，杜绝吃拿卡要”。

效率和质量是执法工作的一体两翼。移动执法系统由一个管理平台统领所有执法终端，任务发布快捷，网络传输顺畅，执法人员瞬间响应，即刻出动。



此外，系统更着眼于多处细节上的技术提升，如扫描企业营业执照二维码或拍照识别企业名称，即可获取污染源信息、导航式流程指引、勾选式检查单、语音录入检查意见、即时摄录上传音视频资料、电子签名、微信分享执法记录等，在所有环节做到分秒必争，实现了一次执法全流程操作5分钟内即可完成。

建立执法质量考评机制，实现多维度质量把控

质量把控一直是执法业务管理的重点和难点。系统创造性地建立了一套完整的执法质量考评机制，基于污染源信息完善情况、执法清单填写情况、检查发现问题情况、证据资料充足情况等指标，完成对每条执法记录自动打分，并结合专项任务办理时限、人员出动人次、人均执法量、质量指数等指标，实现了对“执法记录—执法任务—执法人员—业务单位”的多维度质量把控。考评机制贯穿任务发布、执行过程、查询统计、数据分析的全流程，极大提升了执法质量和水平。

在任务分配方面，为落实国家关于在市场监管领域全面推行“双随机、一公开”监管的要求，系统将“双随机”模块作为一种基本的任务分配方式，引入日常监管执法任务中，取代原有的巡查制，避免随意检查，提升了执法公正性。

在执法数据分析方面，系统以执法任务的量化数据为基础，结合污染源排污数据及空间地理信息数据，形成了执法效能感知、问题成因分析、行业及区域污染预警等智慧分析模型，推动决策方式从“业务经验驱动”向“数据量化驱动”转型，显著提高了生态环境监管执法的准确性、主动性和高效性。◆



天津生态环境移动执法——中科宇图信息化手段助力效能提升

天津生态环境移动执法系统经历9年3个版本升级，打造成生态环境执法“全业务流程”全覆盖的综合性执法平台，实现了执法流程的规范化管理和生态环境监管的精细化实施。近年来，通过使用、反馈及升级完善，该系统已成为一线执法人员开展日常监管及现场执法必不可少的得力助手。

九年以来，随着生态环境综合执法改革的不断深化，环境执法的职能职责、具体业务不断调整，作为系统第三方承建单位中科宇图科技股份有限公司坚持精准发现问题、效能大幅提升的目标，据执法现实工作要求进行全面升级。在中科宇图的技术服务下，天津市一线执法人员配备了移动执法套装等专业执法设备，天津市生态环境局建立了涵盖数据中心、地理信息、前端应用、后台支撑、统计分析、综合评价等全部执法业务6大模块，覆盖文件收发、任务指派、现场执法、立案审批到自由裁量的全流程信息化系统。

据悉，截至目前，该系统共纳入各类污染源5.28万家，对接排污许可、工商信息、执法监督、在线

监测等多个业务数据库，形成统一的一企一档；收录467名持证执法人员信息，共制作各类执法笔录13.91万份，发布各类通知公告1.46万份，生成“双随机、一公开”任务2.84万件，为全市执法工作的有效开展提供了更加全面、智能、便捷、高效的信息支持。

建立移动执法数据库整合多源数据实现互通共享利用已有信息、数据资源，大力推进执法信息化建设，天津市生态环境局充分发挥执法监督效能，积极建立执法信息数据化，动态监督化、分析量化的执法数据库体系。

移动执法系统数据中心整合多平台数据源，通过构建规范的执法人员库、统一的检查对象信息库，创建包含各类执法工作的任务库。该系统将全部一线执法人员按照一人一档的标准进行建库，并对人员属性进行标识化、规范化管理；搭建了汇聚多个平台数据的涉污染源一企一档，通过“贴标签”对污染源进行

分级分类管理，确定不同监管类型和监管层级；创建计划或日常检查任务，确保各项检查工作逐一落实，检查进展实时监管可追溯。

按照《排污许可管理条例》的相关规定和要求，移动执法系统接入了排污许可监管平台数据，并对排污企业按照重点、简化、登记三个类型进行标识，执法人员检查前，可实时调取检查对象一企一档，提前掌握其排污许可证相关信息，做到有的放矢，不打无准备之仗。

落实“双随机、一公开”打破信息壁垒解决监管难题

“双随机、一公开”是我国全面推广的一种监管模式，即在监管过程中随机抽取检查对象，随机选派执法检查人员，抽查情况及查处结果及时向社会公开。这种监管模式可有效遏制权力寻租和执法腐败，公开监管信息，促进经济社会持续健康发展。

系统在任务派发功能中创建了“双随机、一公开”模块，随机、自动抽取检查对象和执法人员，按照分级分类管理原则，结合8个大类、15个子类的分类标签，达到不同检查对象、不同抽取比例的监管要求，落实差异化审慎监管。将污染防治攻坚战各专项行动与“双随机、一公开”工作机制进行有机整合，落实“同企业同年不重复”原则，按照不同的抽查比例要求，系统自动整合检查任务，实现在同一区域、同一时段内对一家单位只开展一次“双随机”抽查。任务完成后，将检查信息自动生成表格，辅助信息公开。

执法检查与处罚联动，全流程痕迹化规范化

在2009年，原环境保护部印发了《规范环境行政处罚自由裁量权若干意见》等文件，地方生态环境部门也相继制定了规范自由裁量权的专门规定。

近年来环境执法力度逐步加大，很多企业不担心严格执法，担心行政处罚的不公平、不精确。规范自由裁量权，有助于维护行政相对人的利益，保持行政处罚的公平公正，有利于创造公平的营商环境。

移动执法系统已有效对接新建的自由裁量系统，通过将案件立案、审批、审议、文书制作、案卷归档等工作信息化，统一规范执法文书制作，实现行政处

罚全流程痕迹化管理。该系统结合天津市出台的《自由裁量裁量基准》，给自由裁量权的行使加上一把规范的标尺，对应不同违法行为选取不同处罚依据，结合危害后果等裁量因子明确不同的处罚区间，减少环境行政处罚的随意性、任意性和‘同案异罚’现象，进一步规范行政处罚行为，大大提升执法的公正性和精准性。

量化执法人员评价考核，提升执法效率

为督促市区两级执法机构有效开展环境执法工作，按照生态环境部执法大练兵方案和相关要求，天津市积极加强执法信息统计结果的运用，建立执法信息通报机制，结合移动执法数据，定期对全市执法情况进行通报，表扬先进，督促后进，不断促进各执法机构积极履职尽责。移动执法系统首页内设置了综合评价管理模块，直观展示每一名执法人员的工作量，切实加强人员管理，促进执法人员及时开展各项工作，激发执法人员爱岗敬业、开拓进取的精神。

GIS地图应用，可视化精准打击污染源

环境问题是一个复杂、现实的空间问题。应用先进的GIS技术和数据库管理技术，以地理信息处理为主线，可将天津市污染源的信息记录有机地贯穿起来，建立起科学的环境监测体系，为执法决策的相关依据。

中科宇图在系统内配置了GIS地图模块，叠加污染源分布、工业园区分布、自然保护区分布等图层，对执法力量分布等信息进行多维度的空间分析，直观展示执法工作成效。通过叠加热点网格、执法人员分布等数据，分析属地内具体重点关注区域和污染治理和监管盲区，为属地发现异常排放区域、了解污染排放规律、落实污染控制和执法提供强有力的支撑。

2012年至今，天津市生态环境局移动执法系统始终坚持“一中心、一平台、一决策、双支撑”的整体架构，打造成覆盖执法全员、全业务、全流程的信息化生态系统。中科宇图为其实现“现场执法高效化、案件办理智能化、自由裁量规范化、污染控制精准化、环境监管闭环化”提供更加全面、智能、便捷、高效的信息化支撑。◆

大气治理——北京市昌平区利用信息化手段精准治污？

■ 文 - 中国环境报

PM_{2.5} 年均浓度为61微克/立方米，较2015年下降14.1%。2016年，北京市昌平区的PM_{2.5} 浓度降幅居全市首位。2017年，昌平区的工作目标是PM_{2.5} 年均浓度达到55微克/立方米。

“除了按照北京市的统一部署在压减燃煤、控车减油、治污减排和清洁降尘等方面落实工作，我们还继续利用信息化的手段挖掘大气污染治理的潜力，力争实现科学治污，精准治污。”昌平区环保局副局长孙云表示。

如何利用信息化手段内部挖潜？精准治污又会从哪些方面提升环境管理水平？带着这些问题，中国环境报记者来到了北京市昌平区环保局进行采访。

超额完成任务还要继续挖潜 300个“微站”精确反映辖区空气质量

“‘微站’的核心部件就是这个蓝盒子。”在昌平公园内，昌平区环保局工作人员姚磊指着地面竖起的立杆上的一套系统向记者介绍。这种实时监控PM_{2.5} 和PM₁₀ 两个因子的微型监测站，可以实现每一分钟向系统上传一次数据。

而这种“微站”，在昌平区一共部署了300个，基本涵盖了昌平的所有区域。所有的监测点位，还按照大气污染源的重点分布进行了精细分配，将实时反映辖区内的大气环境质量变化趋势。

仔细观察“微站”的外形，蓝色盒子顶端，还有一块一米见方的太阳能电池板。姚磊介绍说，所有“微站”都采用太阳能作为能量，相比大气自动监测站，“微站”有着维护方便、体积小和价格低廉等优势。



但是，这并不意味着监测数据没有保障。在昌平公园内，距离“微站”几米开外，就是昌平区的国控监测站。将“微站”设置在这里，就是要最大程度的与国控点位保持一致，方便比对。姚磊介绍，除此之外“微站”在出厂之前也会进行校对。

“300个‘微站’可以实时反映辖区内的空气质量，密集的点位部署，相比之前反映的空气质量范围更小，也更加精确。”昌平区环保局副局长孙云表示，选择PM_{2.5} 和PM₁₀ 作为监测目标，也是因为公众对于这两个因子比较关注，这也符合大气污染防治工作要围绕解决群众关心的环境问题入手的宗旨。

变“被动执法”为“精准执法” 污染说得清 传输看得明

走进昌平区环保局信息化控制大厅，大屏幕的环境管理系统上，密密麻麻的数据反映的正是这300个“微站”实时传输回来的PM_{2.5} 和PM₁₀ 的数据。

按照污染物浓度不同，300个点位的数据在大屏幕上以不同的颜色呈现出来。紫色代表最为严重，

接下来是红色、橙色、黄色和绿色。每个点位，就代表了这个区域内实时的空气质量。

“从目前看，区域内的空气质量还是不错的。”随手点开一个数值相对较高的点位，系统的大屏上就出现了目前该点位具体的PM_{2.5}和PM₁₀的数据。

“这就让我们的监管执法和下一步的污染治理工作有了比较明确的方向。”孙云表示。

配合着300个“微站”，这套信息化系统还接入了国土部门的86处高清摄像头，并基本涵盖了昌平的所有区域。通过每个高清摄像头，环保局的工作人员可以在控制大厅将方圆五公里内所有生产、生活状况尽收眼底。

“调节方向按钮，路上行驶的汽车车牌都可以看得清楚。”姚磊向记者演示，如果“微站”发现了问题，首先可以用这套视频系统对相应的点位进行巡查，节省了行政执法的成本，同时也更加精准。

污染的情况可以通过信息化的手段精准掌握，那么处置是否能够及时？在监管执法方面，昌平区环保局的9个监察大队实现了属地办公，实现了全区21个镇（街）的环保机构全覆盖，并增加了50名环境监察协管人员。由点到面的垂直管理模式，加之信息化的管理系统，辖区内出现任何环境污染问题，监察力量都可以第一时间现场处理。

除了在日常监管过程中能够说清楚具体点位的污染现状，对于整个区域的污染趋势和传输过程，也可以通过系统实现。

科学预测 合理预报 提前预防 大数据助力大气环境智能监管

“微站”的建设，是昌平区主动加码、自我加压，继续利用科技手段提高工作效率的一个缩影。

虽然2016年的大气环境质量取得了较为不错的成绩，但是昌平区环保局并没有满足现状。而是继续探索用信息化手段科学治污，精准治污。

2016年8月，昌平区环境监管综合化信息平台项目开始启动。经过半年多的建设，平台已经初步



昌平区环保局工作人员介绍中科宇图微型监测站▲

实现当初预设功能。这一系统将环境管理业务与环境GIS相结合，以一中心、一平台、一张图为指导原则，实现“以业务带图、以图管环境”的环境管理新模式。摸清家底，对辖区内所有企业资料进行汇总整理，形成环保企业信息的数据中心；精准找霾，布设了300个微站，实现精准的网格化监控。同时利用模型计算弄清楚污染物的分布、传播和影响，为精准执法、合理化的控霾提供了决策依据。

项目的承建方，中科宇图科技股份有限公司的研发总监李少杰向记者介绍说，例如根据“微站”实施传输的数据，结合气象、排放源等综合因素，系统可以生成全区内大气环境污染指数的热力图。同样通过颜色的区分，工作人员可以清楚地了解整个区域或者某个区域的环境质量情况。

“这方面的成果，已经应用到了去年冬天的重污染天气的应急响应中。”孙云副局长在系统内调出了去年某次重污染天气期间污染的一张空气质量热力图。“从东南方向开始，热力图的颜色由深变浅，这说明此次污染主要来自外部的传输，那么在应急响应过程中，我们的工作重点就集中在这个污染带内。”孙云说。

“历史监控数据，提供了大数据分析的数据基础，为实现更合理的预测、预报、预防提供数据支撑。接下来，昌平区将在数据分析和预测预报方面发力，做到科学预测、合理预报、提前预防。”孙云表示。



选自《宇图》期刊2017年总第12期



【精准治霾】强化技术创新 中科宇图 助力北京打好蓝天保卫战

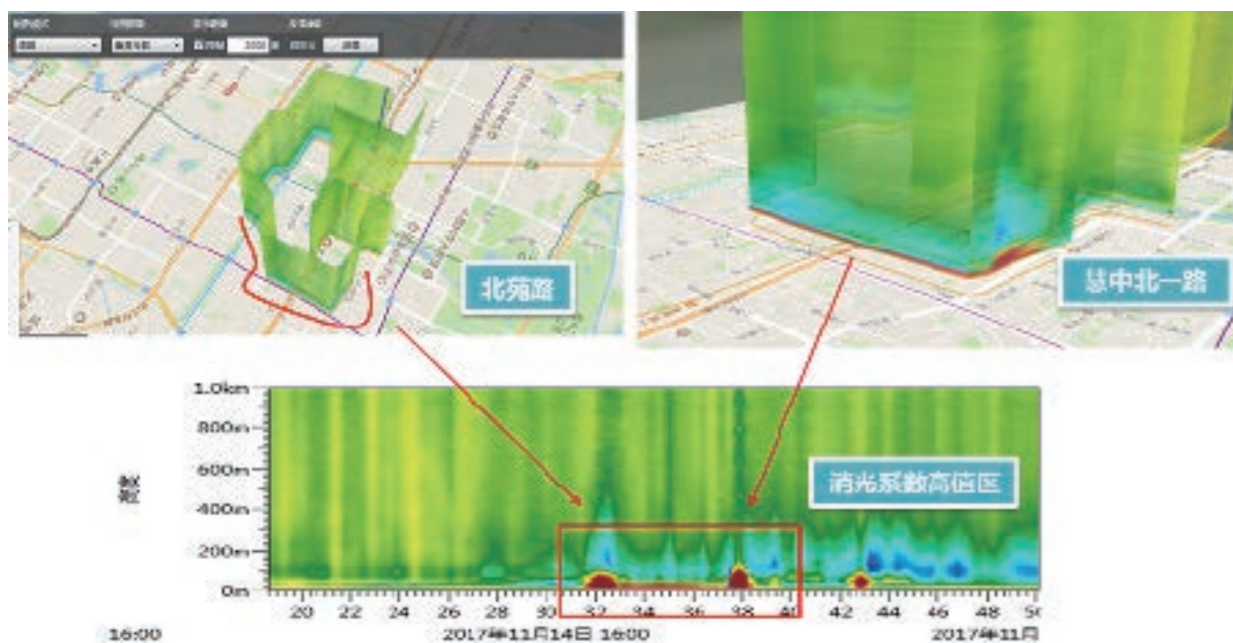
为提升大气污染监测水平，扎实有效推进大气污染治理，自2017年11月起，北京亚运村区域在中科宇图的助力下，首次引进激光雷达技术，并建立以“科技监测、精准研判、靶向管控、科学评估”为核心的大气污染防治业务流程；全面构建大气污染精准防治、智慧管控的工作模式，为大气治理

提供技术支撑和管理手段。

日前，向亚运村相关负责人表示，亚运村区域引进激光雷达监测技术后，已完成了垂直探测、水平扫描以及走航监测；通过分析监测结果，能够准确判断出重点传输边界及主要污染源。

同时，为及时了解颗粒物随时间的变化情况，掌握区域大气

污染分布和输送规律，获取重点污染区域，专家组对亚运村区域加强了微站布点监测；积极建立固定监测点位+移动监测点位组合式监测网络，形成完整的空气质量监测体系，实时监测辖区内空气质量状况；为亚运村现场巡查人员配备了便携式监测设备，方便巡查人员及时获取所在区域



激光雷达扫描结果

及污染源附近的实时监测数据。

集环境立体激光雷达扫描、地面微站在线监测、便携式监测设备以及污染巡查等技术手段于一体，亚运村基于空气质量监测数据，在专家团队的科学指导下，科学开展大气污染防治工作，有效识别辖区内重点污染区

域、重点污染源、重点污染时间段，提出针对性管控措施建议，提升环境执法效率，实现精准管控，长效靶向治污。自专家组入驻后，奥体中心 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 监测数据同比去年明显改善，环境质量呈现持续稳定改善态势。

技术支撑科学防治，机制创新保障落实。亚运村在中科宇图专家团队的全面指导下，切实加强环境监管，推进大气治理，同时以点带面，辐射了全地域的环保生态体系，进一步提升了环境空气质量，为北京营造一片碧水蓝天的美丽环境！◆

选自《宇图》期刊2018年总第16期



亚运村区域图



【系统治水】中科宇图北京孙河黑臭水系 统治理成效显著

近年来，随着我国经济的快速发展、城市规模的日益扩张，城市公共基础设施日渐不足，大量生活、工业污水直排入河，致使河湖水体呈现出季节性或终年黑臭现象。为加快城市黑臭水体整治工作，改善城市生态环境，住建部颁布了《城市黑臭水体整治工作指南》，明确了黑臭水体

整治的根本思路及办法。然而解决水体黑臭问题是一项复杂的系统工程，城市水体黑臭成因复杂、影响因素多，需要形成完整、有效的污染监测体系和治理体系。

多少年来，各级部门主要以“工程治水”为主，淤泥越挖越深，堤坝越筑越高，投入了大量人力、物力、财力治水，污水却容易反

弹、水患也时常袭来。“工程治水”的局限性在新时代显得愈发明显。作为中国领先的地理信息与环保科技服务商，中科宇图围绕黑臭水体治理，以信息系统为治水导向，建立了一整套智能化治理方案。通过系统治水综合服务平台，对前端监测设备采集信息的处理和诊断分析，找到不同区域快速、



孙河干沟上游水质图

高效、低成本的治水方法，生成“一河一策”的系统治水方案，为全流域治理提供规划咨询、工程设计和设备制造等系列服务。目前，中科宇图系统治水方案在北京孙河成功应用，取得了良好的环境和经济效益。

2017年11月，受朝阳区水务局委托，中科宇图开展了孙河干沟水质提升示范工程建设。根据孙河干沟水质状况，公司采用了自主

研发的“富氧碳纤维生物流化床”技术，让河道处于超饱和的好氧环境，不断降解河道中的各类污染物，使水体COD、氨氮、总磷浓度达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中规定的V类水标准。

中科宇图孙河治理工程负责人表示，工程运行1个月后，河道水质明显改善，各项污染物去除明显，河道自净能力也在不断提升；目前水体透明度均超过50cm，水

体溶解氧、氧化还原电位显著提高；COD达标天数高达90%，总磷的去除率达到了40%，溶解氧、氨氮100%达标。通过系统治水方案的实施，孙河干沟水质有大幅度提升，黑臭现象彻底消除，水体透明度显著提高，水中生命活性明显增强。

在孙河干沟治理下游河段，河水潺潺，水质清澈。与源头“牛奶”般异味明显的污水相比，治理效果尤为显著。中科宇图孙河治理工程负责人认为，修复河流自净能力，重构水环境生态系统，孙河干沟的治水工程可以说取得了显著成效。但是，治好了水，仅是系统治水的第一步，接下来还要对河道进行智慧监管，使其能长效保持。要把孙河干沟水质提升示范工程做成“测的准、算得清、管得住”的样板工程，关键还是要管住源头。下一步，我们将利用“天地空一体化”实现精准监测，利用“大地图、大数据及大模型”算清污染负荷，搭建智能化监管平台进行全方位管控，真正的把系统治水的理念落地。

近年来，中科宇图提出了“精准治霾、系统治水、科学治土、智慧管理”的战略方向，已经为全国许多省市打造了环境治理的综合解决方案。助力政府打好污染防治攻坚战，服务美丽中国建设，中科宇图正在用实际行动践行。◆



富氧碳纤维生物流化床



同心同行 再谱华章

喜迎20周年纪念 2001-2021

中科宇图成立于2001年11月7日，是中国领先的地图大数据与智能化服务商。公司以地理信息和遥感技术为特色，为客户提供全方位的地图大数据与环境智能化、软硬件产品及管家式服务。



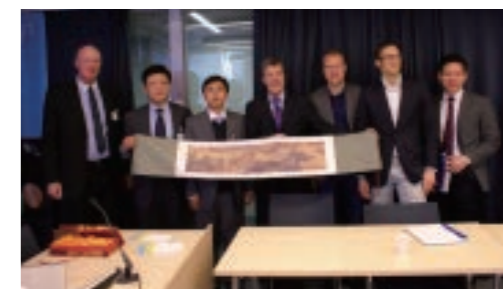
2019年中科宇图董事长姚新与第四届联合国环境大会与联合国环境规划署、生态环境部领导合影



2017年亚洲理工学院来访



2016年荷兰瓦赫宁根大学代表团到访中科宇图



2011年中瑞双方深化国际合作



2018年中科宇图董事长姚新与日本前首相鸠山由纪夫会见



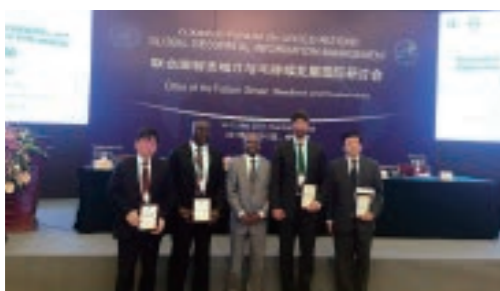
2017年中科宇图应邀出席联合国全球地理空间信息管理专家委员会会议



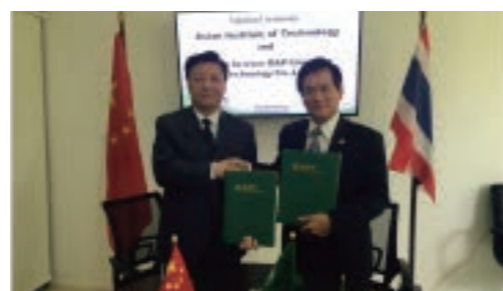
2013年中科宇图领导访问美国RAE公司



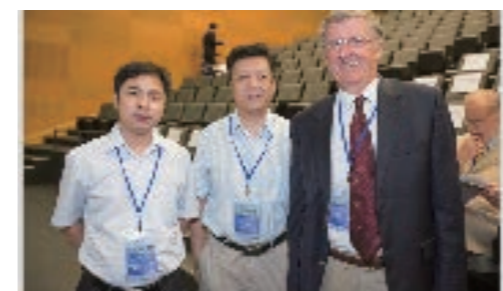
2010年中科宇图董事长姚新与瑞典耶夫勒堡省省长来访合影



2017年埃塞俄比亚国家测绘局局长苏丹·阿尔雅为刘锐院长颁发特邀嘉宾荣誉证书



2017年亚洲理工学院与中科宇图合作备忘录签约仪式



2012年董事长姚新、研究院院长刘锐与地理信息科学(GIScience)之父,美国科学院院士、加州大学圣芭芭拉分校地理学教授,Michael F. Goodchild一同在香港中文大学参加“世界华人地理信息科学大会”



2009年中科宇图与国际中国环境基金会签署合作协议



院士专家齐聚开封献良策，共同见证开封 市政府与中科宇图签约仪式

2020年10月24日下午，由开封市政府、中科宇图科技股份有限公司主办的黄河一号环境资源小卫星院士专家咨询会在开封市政府召开。包括中国工程院刘文清、杨志峰院士在内的二十余位专家学者、开封市政府领导为黄河一号环境资源小卫星未来发展、开封市生态环境高质量发展建言献策。会议由开封市政府秘书长申建立主持，开封市市长高建军、生态环境部卫星环境应用中心主任高吉喜、河南省生态环境厅副厅长焦飞为会议致辞，中科宇图董事长姚新出席并发言。在院士专家与政府各领导的见证下，开封市政府与中科宇图正式签署“黄河一号环境资源小卫星”项目合作协议。



中国工程院院士刘文清（中）、生态环境部卫星环境应用中心主任高吉喜（右1）、中国工程院院士杨志峰（右2）、中国生态文明研究与促进会副会长李庆瑞（左1）、自然资源部中国地质调查局副局长李朋德（左2）

黄河流域是中华文明的发祥地，是我国重要的生态屏障和重要的经济地带。这次黄河一号环境资源小卫星院士专家咨询会召开的目的，就是深入研讨小卫星星座建设对黄河流域生态环境发展的重大意义，促进遥感卫星学术研究与治黄实践的互动和协同，在黄河卫星总体设计等方面，吸纳各方智慧，汇聚各方力量，推动黄河一号环境资源小卫星星座计划更好地落实。

会上，在刘文清院士、杨志峰院士、李朋德局长、高建军市长、李庆瑞会长、高吉喜主任、焦飞厅长、姚新董事长的见证下，开封市政府与中科宇图签署“黄河一号环境资源小卫星”项目合作协议。双方协议的签订标志着黄河流域遥感卫星将获得更加广阔的发展空间和技术支持。



开封市市长高建军致辞

开封市市长高建军在致辞中表示，院士专家围绕黄河一号环境资源小卫星建设出谋划策，是贯彻落实习近平生态文明思想，践行黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的积极举措，也是推进开封市生态环境治理体系和治理能力现代化，实现环境治理由技防向智防的务实行动。小卫星计划的落地将为开封市生态环境保护 and 数字经济发展增添新的活力，开封市将以项目的启动为契机为项目的实施创造更优的环境。



生态环境部卫星环境应用中心高吉喜主任致辞

生态环境部卫星环境应用中心主任高吉喜在致辞中提到，在国家商业卫星发展政策指引下，中科宇图联合三家卫星研制单位，计划4年发射“6”颗遥感卫星，提供黄河流域沿岸生态环境数据的共享、分析、定制等服务，将在商业卫星方面形成产业闭环，从创造到应用服务，能够构成完整的产业生态，同时为开封经济高质量发展培育新的增长点。



河南省生态环境厅党组成员、副厅长焦飞致辞

河南省生态环境厅副厅长焦飞在致辞中肯定了开封在大气、水污染防治中取得的成绩，省生态环境厅会将厅本级综合大数据平台所融汇的各级各类生态环境数据对开封市级各省辖市提供数据共享服务，用以支持开封市生态环境、大数据能力建设。



中科宇图副总裁兼研究院院长
刘锐作专题报告

会议还听取了中科宇图副总裁兼资源环境科学研究院院长刘锐关于黄河一号环境资源小卫星星座建设与应用情况的汇报。研讨会上，院士专家发挥各自专长，围绕黄河流域的主要生态环境问题、卫星载荷设计、卫星主要环境监测指标和参数等议题深入开展交流，为黄河生态保护和流域高质量发展、卫星星座规划战略科学与可操作性等方面建言献策，为让黄河成为造福人民的幸福河提供智力支撑。

中科宇图董事长姚新在发言中真诚感谢院士专家提出的意见和建议，将认真梳理并落实到后续工作当中，依托“黄河一号环境资源小卫星”



中科宇图董事长兼总裁姚新发言

星座，中科宇图结合自身地图大数据与智能化解决方案能力，将为黄河流域9个省区，重点在生态环境行业提供天空地立体监测和智能化决策分析服务。在自然资源、智慧城市建设、农林水利、公安、交通、保险等领域提供遥感技术和数据支撑服务，打造具有宇图特色的卫星商业模式，保护中华民族母亲河，推动流域数字经济发展。

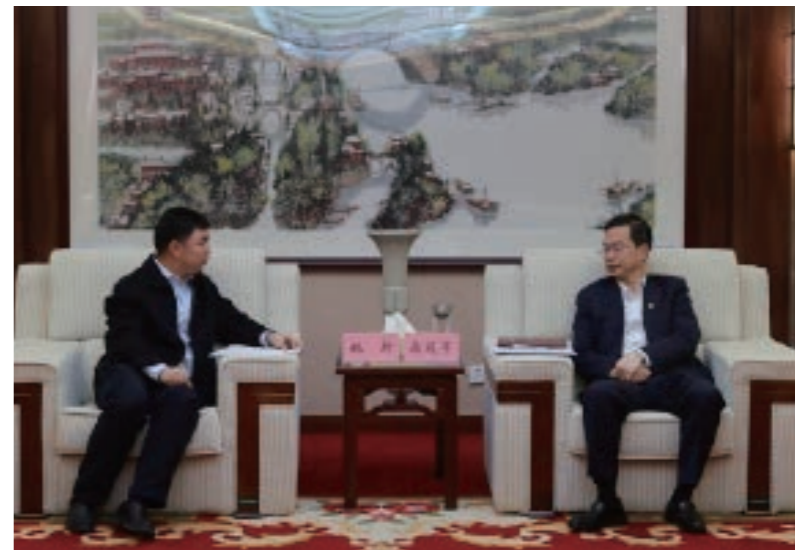
今后，中科宇图也将全力推进卫星遥感信息技术全产业链在开封、在黄河全流域落地，加快推动黄河流域生态保护与协同创新。◆

选自《宇图》期刊2020年总第26期

中科宇图董事长姚新与开封市委书记高建军 座谈，共推“黄河一号”项目落地开封

3月22日，开封市委书记高建军亲切会见中科宇图董事长姚新一行，围绕以实际行动实施黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略，推动“黄河一号”项目落地开封进行深入会谈，双方在航天公司入驻开封、组建卫星遥感团队、建设“一站五中心”、打造数字黄河及助力“黄河大脑”、规划航天探索体验中心、引进遥感与地理信息产业等方面达成广泛合作共识。

姚新董事长介绍了中科宇图发展和“黄河一号”项目相关情况，对开封的创业环境给予高度评价，并表示要在市委、市政府的大力支持下，加快推动“黄河一号”项目落地开封，为推动黄河流域生态保护和高质量发展提供强有力科技支撑，提供更加完善、精准和高效的服务，为黄河流域共同抓好大保护、协同推进大治理作出新的更大贡献。中科宇图将带动航天科技产业链上下游相关企业共同落户开封、投资开封、建功开封，努力形成集聚效应，共同为开封经济社会高质量发展贡献力量。



市委书记高建军说，建设“黄河一号”项目是践行黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的具体举措，是推进开封生态环境治理体系和治理能力现代化、实现环境管理由技防向智防转变的务实行动，市委、市政府高度重视、坚定支持与中科宇图的“黄河一号”项目相关合作事项。开封市将为“黄河一号”项目建设提供政策等各方面支持，同时共同争取上级相关政策支持，与中科宇图积极探索、创新合作模式，为“黄河一号”项目落地实施创造优越的环境，打造以商招商、股权招商、园区招商的典范。希望中科宇图充分发挥高端科技和人才等优势，为开封提供高质量的黄河流域沿岸生态环境数据共享、分析、定制等服务，为开封生态环境保护和数字经济注入新的生机与活力，为开封产业升级和高质量发展培育新的增长点。

副市长钱忠宝、中科宇图副总裁童元等参加会见。◆

选自《宇图》期刊2021年总第27期





中科宇图应邀到西安电子科技大学先进遥感技术研究院开展卫星遥感技术应用研讨

4月9日，中科宇图副总裁兼资源环境科学研究院长刘锐、副总裁童元研究院副院长张学清及西北分公司总经理夏振宇一行，应邀到西安电子科技大学先进遥感技术研究院（以下简称“遥感研究院”）开展卫星遥感技术应用研讨，西安电子科技大学遥感研究院执行院长全英汇、遥感大数据中心主任王勇等九位遥感领域教授、副教授、研究员出席座谈。

座谈会上，双方相互交流了各自发展情况，刘锐院长聚焦公司资源环境科学研究、地图大数据服务、生态环境大数据+智能化服务展开介绍了中科宇图概况，公司相关技术人员对水环境治理产品进行了详细汇报。双方就“黄河一号”卫

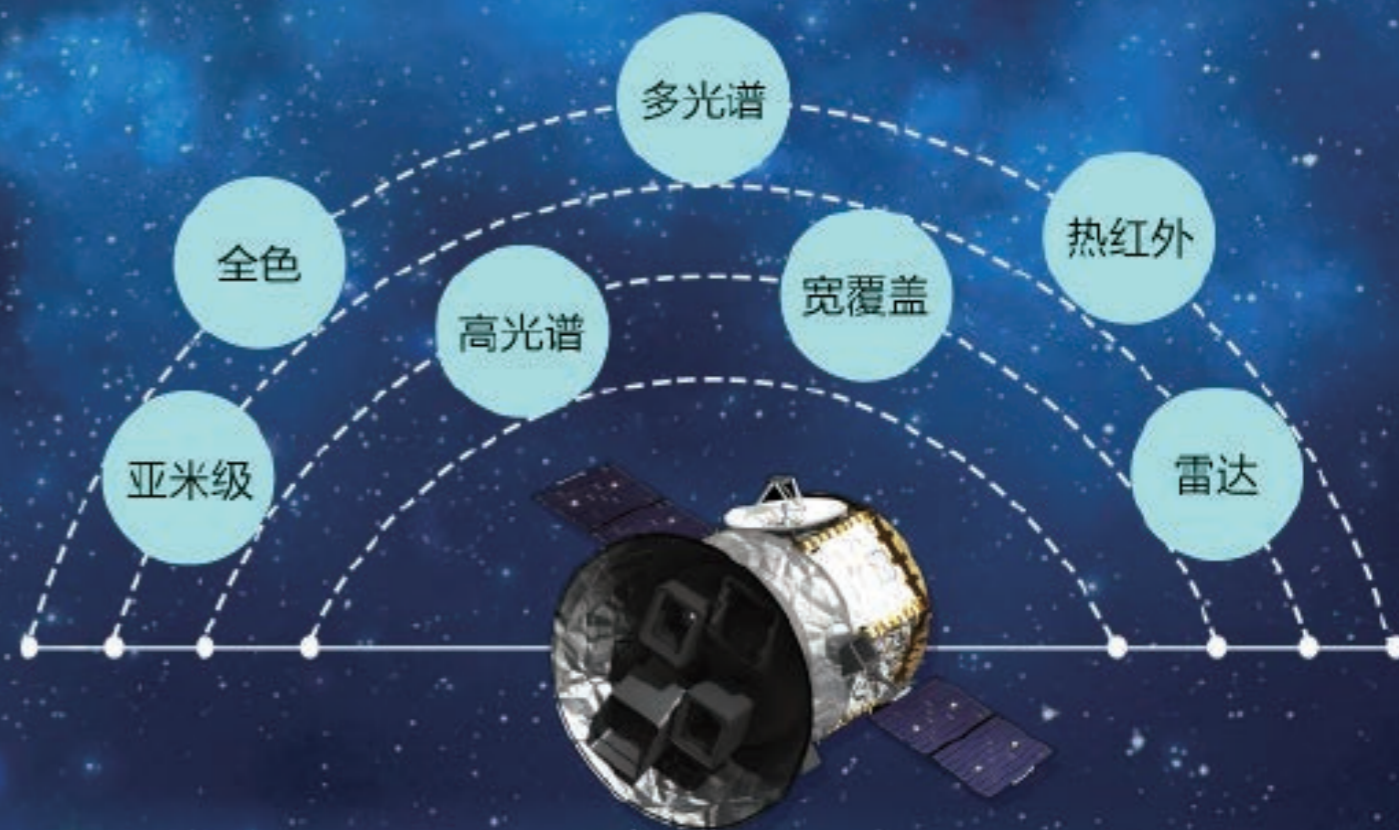
星应用研发、合作方向深入对接卫星遥感应用需求，在智能传感、融合智算、场景应用等方面进行了针对性的技术研讨。双方一致表示将在课题联合申报、项目研发、成果应用达成战略合作，围绕若干个能够有效支撑生态保护和区域发展的遥感领域进行重点攻关，共同启动研发项目。

本次研讨会是自一月份双方签署“‘黄河一号’环境资源小卫星联合开发与应用服务战略合作协议”以来，更深层次交流会谈，双方将以此契机加强合作交流，通过优势互补迸发新动力，在长效交流机制基础上，携手深耕黄河流域及陕西省遥感业务市场，共同为生态环境保护做出贡献。◆

选自《宇图》期刊2021年总第27期

黄河流域生态环境大保护专属卫星

专注于卫星运营与遥感应用服务



自然资源

农业农村

智慧城市建设

生态环境

水利

星座互联网

城市专属卫星

定制服务



中科宇图科技股份有限公司
CHINA SCIENCE 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 www.mapuni.com



刘锐：“黄河一号”卫星助力“黄河流域数字经济走廊”建设

引言：“在2014年以前，航天是一个比较封闭或者说是受管制的行业，目前国家对商业卫星的政策鼓励使商业航天迎来发展蓝海。”

近年，国家开始重视并大力推动航天从事业向产业的转变，从政策层面逐步放开并支持遥感产业的商业化发展。加上数据处理、人工智能、云计算等技术的不断成熟，卫星遥感商业化步伐不断加速。在此形势下，中科宇图提出“黄河一号”卫星星座计划，深度挖掘卫星数字化服务蓝海市场。为什么要发射“黄河一号”卫星？“黄河一号”作为商业卫星将产生哪些经济价值和社会价值？卫星发射前期准备如何进行设计布局？未来商业航天的发展朝向有哪些展望？

中科宇图科技股份有限公司副总裁、资源环境科学研究院院长刘锐接受《宇图期刊》编辑部专访，进行深入解读。

宇图：数字经济近年来发展迅速，就是利用大数据的建设，引导实现资源的快速优化配置与再生，推动经济高质量发展。“黄河流域数字经济走廊”这个概念还是第一次听说，您能解释一下这个概念是怎么定义的？

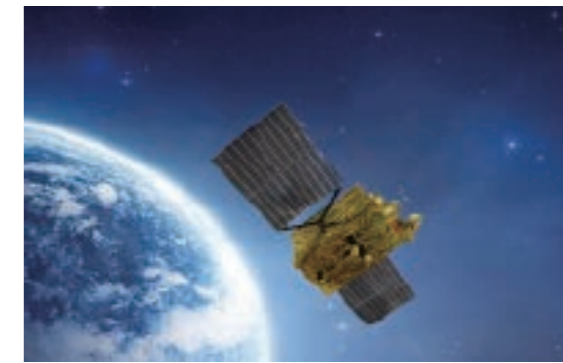
刘锐院长：在新一轮科技革命和产业革命中，我国选用数字经济作为国家高质量发展的重要推动力。党的十八大以来，习总书记一直关怀、牵挂着黄河的保护与治理。黄河流域流经我国9个省区，西部地区在沿黄9省区中占据六席，几乎涵盖了黄河中上游地区，可以说黄河流域的发展代表着西部的发展。所以，黄河流域是我国重要的生态屏障和重要的经济地带，是打赢脱贫攻坚战的重要区域，在我国经济社会发展和生态安全方面具有十分重要的地位。

在黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家战略的形势下，中科宇图提出了“黄河流域数字经济走廊”，这个概念在国内还是第一次，就是利用大数据、云计算、物联网、人工智能、5G通信等新兴技术推动黄河流域的生态环境保护和高质量发展，建立“走廊”是考虑在黄河流域连片，九个省区选定特定区域尤其是经济发展水平相对高的陕西、河南、山东首先进行连线，以地区单位的数字经济联合进而推动整个流域的高质量发展。

宇图：黄河流域中华民族的母亲河，虽孕育了古老的中华文明，但在经济发展方面却长期落后于长江流域，那么为什么会选择在黄河流域建立“数字经济走廊”，而不是长江流域？

刘锐院长：黄河流域生态保护和高质量发展，同长江经济带发展一样，都是重大国家战略。长江经济带发展提出得比较早，在2013年习总书记在武汉调研时提出的治国理政方针，建立了相对稳定的流域经济发展部署，特别是长三角已经成为我国经济发达地区。而黄河流域生态保护和高质量发展是最近两年提出的，习总书记主持召开座谈会，立足于中华民族伟大复兴的千秋大计，亲自布局黄河流域发展。这一国家战略的提出可以说是全国一盘棋中又一重要谋划，

开创了黄河流域生态保护和高质量发展的新局面。黄河流域数字经济发展也就理所应当的迎来了重大战略机遇期，中科宇图选择黄河流域也将在数字经济建设中存有很大的发展空间。

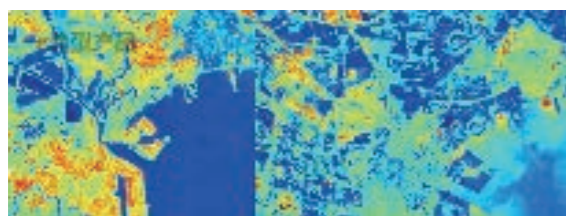


宇图：“黄河一号”卫星在类别上属于遥感卫星，它具体是怎样通过遥感技术来实现助推“黄河流域数字经济走廊”建设的，它的商业价值有多大？

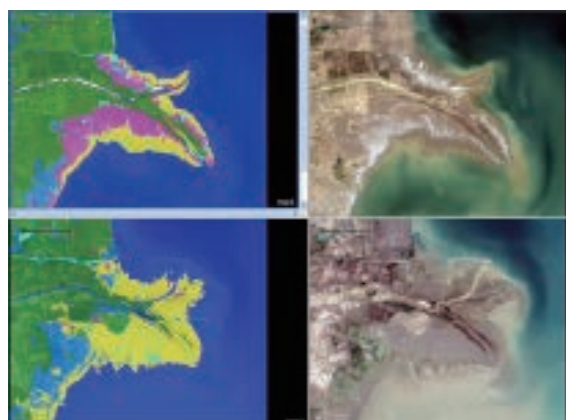
刘锐院长：卫星主要分为通信卫星、导航卫星及遥感卫星。遥感简而言之，遥远的感知。卫星搭载传感器来感知地球，由地球不同物体反馈出的电磁波经过解译，形成对地球的监测，也就是我们所说的遥感影像。“黄河一号”将在近地面提供连续大面积的卫星遥感数据，为我们提供目标物高分辨率图像，每年中科宇图要购买大量的遥感影像进行处理，然后将遥感影像分析应用到生态环境监测和智慧城市建设中。

我们可以从三方面来看“黄河一号”卫星的商业价值。第一，通过我们直接将接收到的黄河流域遥感数据进行解译处理，将卫星信号变成图像，通过对辐射、几何的校正等预处理，可以为用户提供数据支持即数据初级产品；第二，中科宇图是大数据应用公司，在生态环境领域我们可以将这些数据结合现有的地面监测数据，进行融合形成生态环境大数据，同样也可为生态环境、

智慧城市、通信、电力、公安等提供行业专题数据，有了“黄河一号”卫星的支持就等于获得了强大的专业数据支持；第三，我们可以将数据融合进一步服务于生态环保、农业、保险、城市建设等行业，比如解决大气污染问题，可以利用卫星遥感和大数据模型分析技术，建立大气污染“热点网格”辅助执法检查，以提升环境监管的精准性。总的来说，对卫星数据的应用是从初级数据到专题数据再上升到以解决问题为导向的产品服务，形成多级产品的服务系统。



遥感应用服务—环境监察执法（白天/黑夜）



遥感应用服务—黄河三角洲出海口泥沙变化分析

宇图：“黄河一号”卫星星座计划是今年中科宇图提出的一大战略决策，卫星成功发射不是一蹴而就的事，也是需要时间周期的，卫星发射前期需要做好哪些工作和准备呢？

刘锐院长：商业航天产业链较为复杂，包括卫星研制、卫星发射、卫星地面设备制造、卫星运营与卫星应用服务等产业链环节。卫星发射不是中科宇图的

强项，我们优势是在卫星数据的应用与服务，处于整个卫星产业链的下游与终端客户的需求相粘合。随着卫星商业化发展的不断深入，以及大数据、云计算等技术的崛起，有很多企业自己发射卫星，发射之后数据如何应用，这些企业都没有规划。中科宇图是在充分研究可行性的前提下，提出卫星发射计划，就是要为黄河流域生态环保和高质量发展带来空间数据的支持。中科宇图牵头联合相关研制单位，前期要对平台、载荷、测控等提出总体计划。过去几个月我们与航天三院、航天五院、航天八院、长光卫星、航天海鹰、21世纪、零重力等卫星科研单位、研制公司进行了实地调研，对他们的强项进行了比对，掌握了很多方案。近期会出具卫星研制的总体方案，然后由专家进行总体方案论证工作，确定好总体设计方案后会对卫星的研制工作奠定良好的基础。当下最重要的还是要做好卫星研制单位的筛选及资金的进一步落实。特别要提到的是“黄河一号”卫星的研制发射有国内最优秀的科研人员指导，中科宇图专门成立了院士专家指导委员会，主任是环境光学监测领域专家刘文清院士，副主任有大气污染防治领域专家郝吉明院士、遥感专家童庆禧院士、环境监测专家魏复盛院士、农业遥感专家孙九林院士、水环境领域专家杨志峰院士等共同为“黄河一号”卫星计划提供专业指导，我们也召开了几次院士咨询会，他们都提供了很好的建议。

宇图：我国在轨卫星近两百颗，全球在轨人造卫星千余颗，截至到近两年仅中国发射的遥感卫星发射量就有四十颗，以此来看地球上空的卫星数量很庞大，“黄河一号”卫星区别于其他卫星的特色在哪里？

刘锐院长：遥感卫星并非近几年新兴事物，从美国1961年发射第一颗气象卫星，到现在有近六十年的发展。随着近些年我国商业航天的发展，目前市面上有很多卫星资源，但区分重点是搭载的传感器。通信卫星搭载通信传感器提供5G服务，导航卫星搭载

导航增强提供导航服务，遥感卫星搭载高分辨率、多光谱、高光谱的传感设备为我们提供优质数字影像服务，比如吉林一号提供高分辨率影像的卫星数据，可提供亚米级高分辨率影像的卫星数据。还有搭载测绘或其他类型的载荷，而中科宇图的“黄河一号”卫星搭载了专门针对环保的传感器，是有八个波段的光谱波段，空间分辨率可以达到0.72m，可以全面对大气、水的问题，城市变化、农业问题进行监测。“黄河一号”有四个方面特色，第一，在环保领域是目前发射最高分辨率的卫星。生态环境部的环境星、资源卫星分辨率都在10米到30米，目前亚米级还没有；第二，实现对环境监测需要搭载多光谱传感器，我们的传感器具有八个波段，目前是资源环境卫星里波段最全的，能够更全面反映的生态环境问题；第三，搭载激光雷达和热红外，在夜晚或天气条件比较差的情况下，也能获得相应卫星数据，比如可以对沿江沿河昼夜水温变化、污染物排放情况进行监测，有利于对乱排乱倒进行监控；最后一点，“黄河一号属于”黄河专属卫星，我们精确计算卫星在黄河流域过境最大覆盖度，多颗小卫星组成近地轨道卫星星座，综合解决黄河流域生态资源问题以及城市发展的许多其它问题。

宇图：2014年国务院发布《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》，引导民营资本参与卫星产业应用和发展，之后航天领域逐渐开放，商业航天产业迎来了快速发展期。您认为中科宇图在整个卫星产业链上有什么优势？未来的商业航天将形成一个什么样的格局？

刘锐院长：在2014年以前，航天是一个比较封闭或者说是受管制的行业，目前国家对商业卫星的政策鼓励使商业航天迎来发展蓝海；同时，随着人工智能、大数据、物联网、云计算的发展，低轨小卫星技术的不断成熟，大大降低了利用卫星提供商业服务的

门槛，也将助力商业航天的发展。这给中科宇图发射卫星带来前多未有的机遇。中科宇图处于卫星产业链下游的运营服务环节，给客户的数据服务支持和应用服务，在卫星数据应用领域有近二十年的探索。“黄河一号”由中科宇图牵头发射，我们提出的需求能更符合用户、市场的意向。现在很多上游公司有能力发射，但在应用上缺少研究和积累。针对卫星数据应用形成多元化产品，给相关决策部门和社会提供服务这就是我们的最大优势。未来，我认为根据用户需求向来设计卫星及卫星产品应用是商业卫星发展的方向，当然，用户的导向也要符合科技发展的客观规律。卫星发射是系统工程十分复杂，如我国在黄海海域用长征十一号海射运载火箭，采取“一箭九星”方式将“吉林一号”高分03-1组卫星送入预定轨道，也是发射经过精准计算和多次试验。卫星发射成本高，特别商业卫星不想发射失败造成损失，要把风险降到最低，整个计划（总体设计）就很重要。总的来说，商用微小卫星发展很快，市场前景广阔。最后，研制发射“黄河一号”卫星，这对中科宇图是前所未有的挑战和机遇，需要中科宇图全体员工、合作伙伴齐心协力共同推进卫星发射。希望在公司二十周年之际我们能将“黄河一号”01星送上天，将给中科宇图成立二十周年重要献礼，将为黄河流域数字经济发展和生态环境保护做出贡献。◆

选自《宇图》期刊2020年总第26期



拥有自己的卫星数据是我们一直的梦想 ——访中科宇图副总裁童元

2001年以来,伴随着新世纪的到来,网络技术迅速发展,以地理信息和遥感起家的中科宇图以行稳致远的务实行动,走过了不平凡二十年。二十年来涌现出一批又一批宇图人奉献着他们的青春和热血,一路伴随公司成长。其中,有开疆拓土、坚忍担当的创业先锋,有勇于创新、敢打硬仗的技术和业务骨干,有运筹帷幄、真抓实干的管理者,还有坚守一线、默默奉献的新老员工,他们共同把中科宇图打造成在国内地图大数据与智能化服务领域的有影响力品牌。

在这令人欢欣鼓舞的公司二十周年,地图大数据的发展有什么变化?“黄河一号”小卫星有怎样的发展?宇图编辑部访谈到其中与公司一路风雨同舟、荣辱与共的代表副总裁童元。

希望公司每一位员工在宇图这个大平台上都能够成长、有收获,为公司、为自己做更大贡献!

加入公司二十年,也跟随公司创始人一路走来二十年风雨同舟,见证着公司一步步的发展,当时公司是在什么背景下创立的。

童元:中科宇图成立于2001年,早期创始人和员工大都来自中科院遥感所、地理所和北京师范大学。其中包含我国遥感领域泰斗级专家李小文院士和公司董事长姚新。姚总在公司成立前是在中科院地理所和

遥感所任职,从事遥感和地理信息方面的工作。这对于公司而言,数据的获取和处理还是专业人才的汇聚来说创造了优势条件。

刚创业初期,比较艰难,公司规模小大概有十人左右,各种事情要亲力亲为。初创时做地理信息遥感数据服务,给一些科研院所做地图生产、地图矢量化、专题地图数据等任务。逐渐延伸到以地图数据为基础的其他行业领域。

二十年来您主要负责公司地图大数据产业集群方面的工作,这些公司地图大数据发展有什么变化,积累了哪些行业地图数据经验?

童元:公司是地理信息遥感起家,地图大数据是公司的立身之本,这么多年也一直按照这条主线发展。虽然现在公司的定位是地图大数据和智能化服务,在地图大数据和生态环境这两个方向拓展业务,但总的来说,地图是互联网的基础设施,是整个互联网入口,从大数据角度来说,数据是根本。而公司的生态环境业务也是在公司遥感、地理信息优势基础上深耕发展的。就是通过对数据的挖掘、分析,在不同场景、不同范围进行应用的价值体现。

地图大数据业务经历二十年的发展,从早期面向科研院所和行业做简单地图处理、矢量化,到面向公安、通信、自然资源、能源、金融等行业,结合客户业务数据为客户提供精确、丰富的时空地理信息全方位、定制化的智慧地图整体解决方案。我们在行业里深耕细作,做出一定行业影响力。比如通信行业做无线网络规划优化,地图融合5G的发展,地图服务的高效性和智能性在全国市场占有率达到70%左右。

中科宇图拥有丰富的行业制图经验、海量地图数据库,拥有全国的高精度地图数据资源,有整套完备的地图数据、遥感数据生产的工艺体系、技术体系和产品体系。在地图数据应用方面,对客户需求的把握和数据深度结合,能够解决客户难题是我们核心的优势。我们强调“专于行业、精于数据”,即把数据做精,对行业业务理解更深入,两者相辅相成,才能够在垂直行业里,把地图大数据做深做透。

“黄河一号”环境资源小卫星是去年公司提出的一项战略发展计划,目前的进展情况如何?

童元:“黄河一号”环境资源小卫星的发射是公司发展的一大战略,公司做遥感起家,发射遥感卫星、拥有我们自己的卫星数据是我们一直期望和梦想。

我们以环境和资源两个角度,结合公司主营业务、

对黄河流域和行业的理解,将卫星定位为黄河流域生态环境的专属卫星。规划是4年发射6颗遥感卫星,在卫星整体设计无论是载荷、轨道、黄河流域拍摄重访上结合业务需求。比如在载荷参数设计上,针对水、大气、生态方向进行重点考虑,主要以亚米级全色+多光谱+热红外+激光雷达+高光谱载荷卫星,可以有效地对水、大气、植被等生态环境相关信息进行反演,解决生态环境一些问题。此外还可以提供自然资源、水利、农业农村、公安应急、智慧城市、能源通信等数据共享、分析、定制服务,同时获取全球的高分辨率遥感观测数据。

目前卫星的总体设计、研制都在按照计划推进。从去年提出做一些详细的论证,现在整体设计、具体计划都已经完成,进入研制的阶段,计划明年第一季度前后发射第一颗卫星。

公司二十周年即将到来之际,想对公司和员工说。

童元:我本人也是伴随公司一路成长,见证了公司二十年来从小到大从弱到强,发展的不易,尽管有风风雨雨,但是公司一直按照“做专、做精、做强、做大”的战略,一步一个脚印、脚踏实地的坚持,走到今天非常值得庆祝。

对于我本人而言,我认为在任何岗位上都要有努力勤奋、坚持不懈和勇于担当的精神,踏踏实实做好自己本职工作,与公司一起发展奋斗。在公司二十周年之际,我衷心的祝愿公司各项业务能够取得更大进展,希望公司每一位员工在宇图这个大平台上都能够成长、有收获,为公司、为自己做更大贡献! ◆



架好科学研究与市场转化的桥梁

——访中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐

华为创始人任正非早年接受媒体采访时表示，华为在编有 15000 多基础研究的科学家和专家。作为中国的品牌，民族的骄傲，华为拥有大量科学家、有强大的基础研究能力。其实，国外大企业也都会有自己的研究院、实验室，他们的基础研究和应用研发经常会引领一个产业的发展。

中科宇图科技股份有限公司成立以来建立了属于自己的研究院—中科宇图资源环境科学研究院，十多年来开展资源环境科学研究、咨询、技术开发、人才培养、成果转化与服务。作为公司的“智囊团”，研究院是如何实施科技创新来为公司业务服务？产学研用相结合推动科技在市场转化方面有哪些经验？“管理层”和“科研层”之间的裂缝如何弥补？就此话题，《宇图》杂志编辑部在公司成立二十周年之际采访了中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐教授，他不仅拥有几十年科研经验，也是资源环境管理领域的专家，在信息化技术领域也深耕多年。

《宇图》：您一加入中科宇图公司就担任研究院院长，在您看来研究院近些年有哪些变化和发展，比如在承担国家科研项目和产品研发等方面？

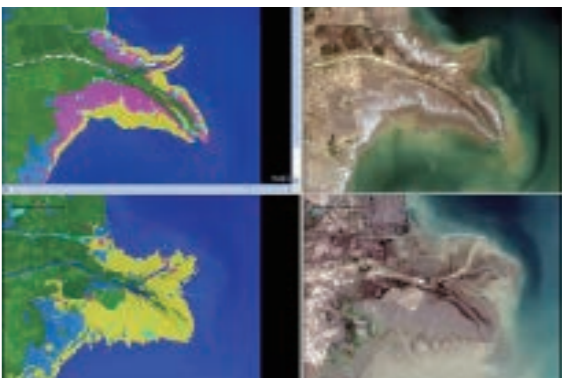
刘院长：今年是中科宇图成立二十周年，从过去二十年来看，中科宇图在同类行业中的发展是非常迅速的。中科宇图资源环境科学研究院到今年也是成立十一年的时间，研究院对公司的发展战略、人才培养、产品研发，更重要的是承担国家重大科研课题方面，走出一条产学研用相结合的路子。

研究院作为科技成果转化平台，把中科院、遥感所、地理所、北京师范大学及其他科研单位的科研成果进行转化，为公司产品、项目做了很多工作。在国家纵向科研课题方面，我们先后承担了科技部和生态环境部等的“973计划”、“863计划”、“国家科技支撑计划”、“科技型中小企业技术创新基金”、“国家环境保护标准”、“水专项”、“国际科技合作专项”等课题，以及国家自然科学基金、中科院、北京市等多项重大重点自然科学基金项目，为公司在产品研发、项目实施方面奠定了良好的科学基础。

现在，研究院从过去只做纵向项目，到进行产品研发，把过去积累来的一些科研项目成果逐渐转化为市场需要产品，在大气、水环境、生态环境方面提供核心技术支撑。我们最近成立了智能技术研究中心、工程技术研究中心，两个中心兼顾科研项目实施、产品技术研发。比如智能研究中心，研发的污染防治智能调控平台、碳中和管理大数据平台将为中科宇图环保业务提供新一代智能化环保技术。

《宇图》：您所带领的研究院可以说是公司智囊团，对公司技术创新有引领带动作用，研究院是如何实施科技创新来为公司项目服务的？

刘院长：就全球而言，很多大企业都有自己的研究院和实验室，做基础研究和应用研发，为公司提供技术支持和产品支持。在美国和日本，很多科研型研究院都放到了企业。在中国，我们有中国科学院，但中科院大部分是做基础和应用研究。国家改革开放以



来，企业研究院正在蓬勃发展，中科宇图资源环境科学研究院就是在此背景下，依托与中科院、北京师范大学、清华大学等大专院校的合作关系，由中科宇图公司成立的。重点为公司提供前瞻性战略性研究，做了很多项目开发和产品研发，为公司产业群提供技术支持、成果转化。目前研究院人员并不是很多，但先后承担了国家和地区一个多亿的科研项目。

研究院成立了科技战略顾问委员会，有担任研究院名誉院长的环境监测领域专家魏复盛院士，遥感领域专家童庆禧院士，生态环保领域专家刘文清院士等，还有其他几位院士对研究院的工作出谋划策。公司获批的博士后工作站，并由清华大学环境学院教授郝吉明院士，北京师范大学水环境领域专家杨志峰院士作指导。研究院目前除了自身的研究人员之外，还有我们的博士后工作站、院士工作站，这些都称之为公司“智囊”，为公司提供重要的战略建议和 product 发展方向。

《宇图》：公司一直提倡营销、研发一体化，您是如何看待的，会对公司业务带来什么效能？

刘院长：在我看来，科研人员的成果必须与市场相结合，才能获得更高的社会效益。但是，之前我从大学和科研单位进入公司企业，总感觉到科研成果到市场产品中间还有一个很大的“距离”。

科研成果要变成市场需要的产品，中间缺乏一个桥梁。这个桥梁就是科研成果的转化平台。中科宇图研究院与中科院的研究所不太一样，他们大部分是国家支持进行基础研究，而我们的研究院明确的目标就

是为中科宇图发展提供市场技术支持与产品转化。

我从这个角度提出了产学研用，营销、研发一体化，就是让技术商业化，让营销技术化，让我们技术人员要懂得市场，同时要让我们的营销人员、商务人员要懂得技术。这样的话，才能让技术产品发挥最大的效能。研究院先走一步，同时也是带动公司来推动营销研发一体化，让我们的科研成果发挥最大的效能。

《宇图》：您认为中科宇图利用产学研用相结合的模式，在推动科技成果市场转化方面有哪些经验，在人才培养上有什么特色？

刘院长：近年来，我国产学研用结合取得较大进展，并成为推动经济增长和转型升级的重要手段。但是，我国产学研用结合还面临着各方动力和能力难以对接、长效机制缺乏、人员交流障碍等问题。

在研究院成立十几年的发展过程中，我们在产学研用这方面做了很多工作。我们的研究院是比较开放性的，公司里很多商务负责人、销售人员，海归、国内研究生都经过研究院培训。研究院的技术人员也有机会到其他部门做商务工作，他们自身在营销、研发方面都得到了提高，把商务和技术结合起来，这就是产学研用的结合。

研究院建立了一个比较广泛的产学研用相结合的平台。我们和中科院遥感所、地理所、安光所以及北京师范大学环境学院、水科学院、地理遥感学院，清华大学环境学院建立了广泛的合作关系。研究院几十个成员的科研力量结合大专院校，科研院所，可以大大推动了科研成果的市场转化。

《宇图》：请您从研究院角度谈一谈，下一个二十年，中科宇图未来在技术创新、产品研发方面将会有怎样的发展？

刘院长：应该说中科宇图过去的二十年是很成功的，我们从几十个人发展到今天的600多人的规模，每年产值有几个亿，大大推动了我国地理信息、遥感技术在生态环保以及金融、公安、能源等行业的应用，在国内同行业中处于领先地位。下一个二十年是我们

新征程的开始，建成百年企业还有很长的路要走，我们对于未来的发展要有一个清醒的认识。

我从三个方面来说明：第一，面对科学技术迅猛发展，我们要不断学习新技术，紧跟发展步伐，将自然资源科学与新一代信息技术相融合，推动未来资源环境的科学化和智能化管理，在这方面，研究院将发挥更加重要作用。比如，我们现在将大数据、物联网技术以及人工智能与GIS、遥感技术相结合，未来我们将应用这些新技术促进碳中和、生态环境、自然资源的智能化管理，为国家各个行业和部门提供重要技术支持。

当然，从新技术来说，目前出现的元宇宙技术，被视为是下一代互联网生态的潜在模式，是数字化技术更深一步的发展。新一轮信息技术革命中，数字技术与虚拟现实世界的结合变得更加深入，5G等新一代互联网通讯技术和运算技术的显著进步正催生出新的数字生态和数字应用。元宇宙即可能成为承载新生态和应用的平台。这将会对我们整个的信息化技术发生革命性改变，中科宇图要紧跟着这个形势去研究去了解新技术的发展。

第二，我们要更加重视产品研发与市场的融合，在新技术引领下，研究院将利用博士后工作站、院士工作站以及相关科研平台，和我们的一些科研合作伙伴来推动产品创新及与市场的结合，将产学研用更好地结合起来。

第三，我们要加强公司管理体制的改革，优化中科宇图的管理模式，提高管理人员的管理水平和素质，推动研发与市场相结合，努力提高公司产品利润。

《宇图》：“黄河一号”环境资源小卫星也是公司未来发展的一件大事，研究院将在其中发挥什么作用，促成该项目的落地实施？

刘院长：“黄河一号”卫星我们计划了很长时间。几年前为了加速公司的发展，我就提出了公司发射卫星的设想，从去年开始公司条件逐渐成熟，确定以研究院为主要部门负责卫星技术设计和未来实施。

研究院在设计“黄河一号”卫星方面，走访了很多相关的科研单位、航空航天企业，组织了多次“黄



河一号”卫星的论证研讨会，邀请了众多相关专家作指导，对于当前商业卫星发展前景以及趋势作了详细的研究，为商业卫星的技术、商业风险，作了很好的研究规划。研究院智能技术研究部门以及我本人对“黄河一号”卫星的设计做了许多指导和设计工作，与相关的平台研发和载荷研发部门，多次进行沟通，修改商业计划和技术指标。

研究院在未来“黄河一号”卫星发射后，将引领卫星数据的下载分析处理和行业应用。只有到了应用阶段，“黄河一号”卫星才能发挥重要作用，我们现在已经提出很多卫星遥感应用方案和场景，包括在生态环保领域及其他领域里的应用。

总的来说，我们从今年开始，已经和相关部门进行平台、载荷研发相关协议签署的准备工作。协议签署后，我们的“黄河一号”01星有可能在一年内升空。我相信，随着我们“黄河一号”卫星星座计划的落实，将会为中科宇图和国内外市场提供第一手数据资源，同时对多场景的遥感智能化应用发挥重要作用。

《宇图》：公司成立二十周年即将到来，请您说一些这么多年的工作感想和对公司未来发展的祝福。

刘院长：我大学毕业后，在农业部规划设计院从事生态环境和土地规划领域的研究工作，经自己努力考上美国纽约州立大学自然资源管理硕士，又攻读地理信息科学博士。后在美国政府部门、大学、国际组织及相关部门履职，十几年时间在资源环境管理以

及信息化技术上积累了丰富的经验。

经李小文院士推荐，2004年北京师范大学邀请我回国担任了北师大地理学与遥感科学学院的教授。在近8年的任教和科研经历中我发现，产学研用相结合是很重要。美国和其他发达国家之所以在很多科研领域取得成功，就在于他们不是仅仅在大学里做科研，他们很注重把大学科研成果应用到生产实际。所以在这方面，我也曾尝试走出一条具有中国特色之路，后经李小文院士推荐我进入了中科宇图。

在担任中科宇图资源环境科学研究院院长和公司副总裁的十多年间，我在其中有很深刻的感受。作为一个科研人员进入到企业，有着更广阔的发展前途，如果科研成果不走向企业和社会，那我们把成果写在文章里、关在实验室，它是不会变成社会效益的，只有通过产学研用的紧密结合，将高校创造的科研成果尽快转化为产业优势，才能推动市场经济的增长，产学研用相结合是我在中科宇图工作成功的一个重要体会，

作为科研人员进入到企业要适应企业工作管理模式。在科研单位带研究生是一种比较开放性的管理，但是走进企业是体制管理，科研人员在企业工作要能够适合企业的工作氛围，承担科研任务的同时还要适应商业化，两个要相辅相成。要利用科研素质推动企业文化建设。从我个人来看，把企业商业气氛和科研气氛相融合，让员工像学生一样在企业研究院工作，创造一种轻松的研究氛围，可以提高大家工作效率，大大推动企业的创新文化建设。

我很大部分时间不只是和企业打交道还保持了和院士、专家和研究生合作关系，把商业和学术的这堵墙打开，让研究生、院士、专家们能够轻松走进企业，将产学研用相结合推向企业，从学校到企业、从企业到学校应该是开放性的，这也是我一直在推动的。

今年是中科宇图成立二十周年，我们认为我们仍然是一个年轻、朝气蓬勃的公司。我衷心祝愿中科宇图事业越来越好，能够实现我们的伟大理想，希望全体宇图同仁朝着我们共同的目标，在实现个人价值的同时，为国家作出更大贡献，谢谢大家！

高层领导的宇图二十年感言

宇图的未来并将会成为一个承担更多社会责任的公司，成为一个伟大的公司。同时，需要同仁们在中科宇图这个平台上，充分发挥大家的聪明才智、齐心协力、共同拼搏，我们在路上！

姚新
董事长兼总裁

宇图今天的辉煌成就凝聚了许多宇图人的智慧和心血，我感到很欣慰。今年是中科宇图二十周年，我们仍然是一个年轻、朝气蓬勃的公司。祝愿中科宇图事业越来越好、实现伟大理想，希望全体宇图同仁朝着我们共同的目标、在实现个人价值的同时，为国家作出更大贡献。

刘锐 副总裁、研究院院长

千帆齐放，百舸争流，20年风雨历程，见证一代代宇图人的奋斗与成长。未来岁月，且看宇图人续创辉煌！

刘俊 副总裁

在中科宇图管理过很多部门、从事多角色工作，对我来说是很宝贵的经验，感恩和感谢，希望中科宇图再创辉煌！

郭站君 副总裁

在宇图这个平台上会让年轻人的聪明才干充分发挥，在这样的企业文化中，宇图人以罕见的激情和热情投入工作，为自己执着追求的事业献身。

侯立涛 副总裁

在任何岗位上都要有努力勤奋、坚持不懈和勇于担当的精神，踏踏实实做好自己本职工作，与公司一起发展奋斗。在公司二十周年之际，我衷心的祝愿公司各项业务能够取得更大进展，希望公司每一位员工在宇图这个大平台上都能够成长、有收获，为公司、为自己做更大贡献！

童元 副总裁

宇图二十周年 | 宇图风采系列访谈报道 —地图产业群生产中心实施经理时可佳

五年、十年……在历史的长河中，或许就是一朵不起眼的浪花，但是对于人的一生而言，又是多么漫长而宝贵。

从一名地图生产中心制图实习生，到一名优秀的项目实施经理，十年光阴荏苒、十年风雨兼程，时可佳心甘情愿把人生最美好的年华奉献给公司，并亲眼见证着中科宇图的发展壮大。从新人小白到如今能够直接负责河南电信项目，正是脚踏实地与默默坚守，实现了个人价值也持续为公司创造着价值。

作为一名司龄满十年的公司老员工，也见证了公司发展的二十年的半个里程，对比刚入职，当时公司业务规模和现在有什么变化？

我是2011年5月入职中科宇图华中分公司生产部，苏芳总是分公司的领导，带领30人左右的生产团队，进行二维地图的数据生产。

随着业务的拓展，分公司的规模也逐渐扩大，员工高峰期达到400多人，设立航测部，遥感部，工程测量部，无人机部，产品部，研发部，技术部等部门，业务涉及通信、公安、环保、确权等多个领域，并取得了傲人的成绩。

刚开始加入公司时做些什么工作？是怎么成长起来的？

我是以实习生的身份进入公司的，没有任何工作经验，要从最基础的学起，比如制图软件的使用，影像判读，不同比例尺不同项目矢量化的标准等。

接触的第一个项目是贵州公安，第一个任务是一块1:2000比例尺的矢量化，每日效率不高，质量也不好，很多快捷键不会用，多亏了项目组的同事及项目组长，细心的一步一步讲解，手把手教，通过“老帮带”的方式，教会了我很多制图技巧，普及了很多行业信息，传授了很多带项目的成功经验，帮助我在自身岗位上越做越好。

生产中心下设地图生产部、地图产品部、遥感产品部等部门，其中您所在的数据集成部在部门中发挥怎样作用，日常负责什么任务？

我理解的数据集成部的部门职责主要是从项目开始到结束的过程中，配合各生产部门的工作，统筹安排项目实施各个环节，解决存在的问题，保障项目顺利生产，实施，交付。

日常的工作主要有项目售前成本评审，样例制作。项目启动阶段负责资料收集及整理，现有数据情况核实，工作量评估及任务分解，交付计划编排，技术方案编写，召开项目内部启动会。项目实施阶段负责工作任务分配，外包资料整理，过程数据抽检，数据成果验证等工作。数据交付阶段需要对数据出库流程进行跟踪，成果出库确认，客户反馈问题汇总，制定整改方案，安排数据修改工作。项目结束后进行项目资料整理，与档案管理员交接项目资料。

在近几年工作中，您接手过哪些公司的大项目，请简要介绍，从中有没有记忆深刻的感悟要分享。

近期负责的最大的项目就是河南电信项目，项目正在实施中，该项目需制作河南省18个地市区县建成区住宅类到户12级地址信息，政企类到名称的8级地址信息，18地市全辖区无缝拼接的网格场景数据，全省二维矢量地图，全省三维网优地图，全省详细到行政村的行政界线等。

项目工期紧，到户地址获取难度大，项目人员紧张，各个环节都是很大的挑战。从外业采集人员起早贪黑的采集地址信息，到内业制图人员7天无休加班到凌晨的数据加工制作，历时14个月，数据提交客户上平台，再到现在全天候与客户方对接数据问题，实时更新修改数据。

每个阶段都是对项目组员工的巨大考验，非常感激他们任劳任怨的付出，目前项目处于初验前的攻坚阶段，相信在大家的共同努力下，在各级领导的支持下，该项目会顺利的验收，给客户、给公司交一份满意的答卷。

作为一名老员工，是什么让您选择一直留在中科宇图。

中科宇图在测绘地理信息行业中属于领跑者，随着业务的不断扩充，公司朝着更好更高的方向发展，给员工们提供更好更多更广大的展示自我的平台，身为一个“老”宇图人，在中科宇图这个平台上发挥自我价值的同时，也不断的汲取新的知识，提高自身各方面的能力，为公司的发展添砖加瓦。◆

地图大数据产业群技术中心——郭小兵

今年公司成立二十周年，值此欢庆之际，恭贺发展越来越好，在新的征程中再谱新篇。不经历风雨怎能见彩虹，回顾过去的二十周年，从公司成立到今天，对于人来说都是难忘的，在彷徨的摸索中，明晰了发展方向并逐渐提高了公司文化，在创业的每一步都留下了艰辛的付出和痛苦的取舍。祝愿公司的“航船”一帆风顺，劈波斩浪，勇往直前，再创辉煌！

华中分公司环保管家中心——李超

公司历经二十年风雨，虽然过去没有参与，但望未来依然我在，值此公司二十周年之际，我谨代表平顶山项目祝愿公司牛年大吉、事业顺利、一展宏图、成功上市、路越走越好！也愿环保管家中心茁壮成长，为公司的发展贡献强有力的力量，让每位在宇图这个大家庭的同事实现更高的理想和价值！

华中分公司环保管家中心——王炳南

在公司二十周年之际，祝愿公司蓬勃发展，日胜一日，祝愿公司未来创新不止、扬帆起航！

智慧环境产业群部技术部——张丽宣

成为宇图人以来，一直勤勤恳恳工作，在以后的日子里也将以更大的热情投身宇图的研发工作中，贡献自己微薄的一份力量。也希望宇图可以未来更好，欣欣向荣，蓬勃发展！

地图大数据产业群生产中心——时可佳

十年磨一剑，双倍时间，百倍磨炼，希望这把利剑斩断前进道路的荆棘杂草，开创更辉煌的未来！

地图大数据产业群生产中心——王利英

祝公司：鹏程万里、海阔天空，任宇（图）翱翔。

华中分公司技术部——董帅

祝愿宇图创新不止、扬帆起航、相信公司一定会继续稳步、持续、健康的发展！

全国政协“推进城镇污水处理提质增效”专题调研组考察中科宇图开封项目

2021年5月，全国政协“推进城镇污水处理提质增效”专题调研组到开封开展调研。全国政协常委、人口资源环境委员会副主任、调研组组长张宝顺，全国政协人口资源环境委员会副主任、调研组副组长鄂竟平及十余位调研组成员、河南省政协有关领导就生活污水收集处理设施建设改造和运行维护、工业企业排水管理、污水收集处理设施建设改造和运行维护投入、污水资源化利用等情况开展调研并视察了中科宇图承建的开封市全流域水环境质量监测监控系统。◆



中科宇图“环境大数据关键技术北京市工程实验室”建设项目顺利通过验收

2021年6月10日，朝阳区发改委在中科宇图科技股份有限公司组织召开了由中科宇图承建的“环境监测大数据应用关键技术北京市工程实验室创新能力建设”（以下简称“工程实验室”）项目验收会。验收专家组由中国科学院、中国生态环境部、中国气象科学研究院及中国水利水电科学研究院等专家组成，中科宇图资源环境科学研究所所长、工程实验室主任刘锐等参加验收会。◆



中科宇图捐资李小文基金颁奖仪式在第五届全国定量遥感学术论坛上举行



2021年6月27-29日，由遥感科学国家重点实验室主办，武汉大学遥感信息工程学院、测绘遥感信息工程国家重点实验室承办的第五届全国定量遥感学术论坛在武汉召开。中国科学院院士、中国工程院院士李德仁，加拿大皇家科学院院士陈镜明，中国科学院院士龚健雅出席论坛并在主会场作特邀报告。论坛设一个主会场、二十五个分会场，来自从事定量遥感研究的科研院所和高校近千名代表齐聚一堂，共同探讨遥感科学理论、遥感技术与应用的最新进展和前沿问题。作为李小文基金主要赞助单位代表，中科宇图副总裁兼资源环境科学研究院院长刘锐代表公司在主会场“李小文遥感科学奖颁奖仪式”上向获奖人员颁奖。◆

中科宇图董事长姚新获聘全国工商联大数据运维（网络安全）委员会委员

2021年7月28日，备受关注的“数字城市发展中的大数据智能与安全”高峰论坛在北京召开。作为第九届互联网安全大会（ISC 2021）的一个重要组成部分，此次高峰论坛对大数据开发、应用与保护等热点话题进行论证和前瞻分析。中科宇图董事长姚新在峰会上获聘为全国工商联大数据运维（网络安全）委员会委员，将与大数据委员会携手，投身数字城市建设，共建大数据开放合作产业生态。◆



代表民建北京市委，中科宇图在议政会上建议创建“城市环境大脑”

2021年8月31日上午，北京市政协与中共北京市委统战部联合召开以“推进城市运行和管理数字化 打造高水平智慧城市”为主题的议政会，市委副书记、市长陈吉宁，市政协党组书记魏小东等出席会议，会议由市委常委、统战部部长孙梅君主持。中科宇图科技股份有限公司副总裁、资源环境科学研究院院长刘锐代表民建北京市委做题为“创建城市环境大脑 打造生态智慧城市”的重点发言。◆



中科宇图签约“中国环境谷”，布局华东生态环境市场



2021年9月13日上午，“中国环境谷”节能环保产业“双招双引”重点项目签约仪式在合肥市蜀山区举行。活动由蜀山区委副书记、区长杨森主持，蜀山区委书记王海霞致辞，安徽省生态环境厅副厅长、一级巡视员罗宏出席并讲话。中科宇图科技股份有限公司董事长姚新代表签约企业发言、助理总裁李淼泉代表公司进行签约，公司资源环境科学研究院常务副院长张学清、华东分公司总经理徐怀日参加活动。◆

“卫星遥感大数据助力高质量发展”分论坛成功举办，中科宇图获中国测绘行业两项殊荣

2021年10月18-19日，中国测绘学会2021学术年会在青岛举行。年会期间中科宇图作为学会分支机构地图大数据创新工作委员会的挂靠单位，承办了“卫星遥感大数据助力高质量发展”分会场。中国测绘学会地图大数据创新工作委员会主任、中科宇图资源环境科学研究院院长刘锐教授主持分会场，还邀请了高等院校、科研院所、企事业单位的专家学者、教授、工程师作为演讲嘉宾进行了学术与技术报告。年会期间，中科宇图荣获中国测绘学会评选的两项殊荣，获测绘行业认可。◆



中科宇图成功入选北京市2021年度“专精特新”中小企业名单

2021年11月，北京市经济和信息化局发布《关于对北京市2021年度第七批拟认定“专精特新”中小企业名单进行公示的通知》，根据公示名单，中科宇图科技股份有限公司（简称“中科宇图”）成功入选成为北京市“专精特新”中小企业，标志着中科宇图作为地图大数据和智能化服务先进企业，其科技创新能力、经营管理能力、经济效益等方面得到市级认可。同时，中科宇图郑州子公司也顺利通过2021年度郑州市“专精特新”中小企业认定。◆



环境监测与预警分论坛圆满落幕 中科宇图环保技术受部长关注



2021年10月19-20日，中国环境科学学会2021年科学技术年会在天津举办。生态环境部副部长赵英民、中国工程院院士王金南、刘文清等领导与专家出席开幕式并作主旨报告。中科宇图连续十年再次受邀出席本次大会，与中国环境科学学会环境监测专业委员会共同举办“环境监测与预警”分论坛，并在多个分会场作主题报告，携环保创新成果亮相展会获赵英民副部长驻足关注。◆

加速布局自然灾害综合风险普查，中科宇图获住建部来信表扬

2021年，中科宇图凭借强大的专业技术背景和丰富的数据资源优势，成功中标住房和城乡建设部“全国自然灾害综合风险普查房屋建筑和市政设施底图制备项目（分包）”，并接连中标河北、山东、安徽、江苏、新疆等地区的自然灾害综合风险普查项目，自然灾害普查类项目在多地落地生花。随着全国自然灾害综合风险普查工作的持续推动，中科宇图将继续以信息化手段，为摸清自然灾害风险隐患底数、查明重点地区抗灾能力，为中央和地方各级人民政府有效开展自然灾害防治工作、切实保障经济社会可持续发展提供灾害风险信息和科学决策支持。◆



《宇图》征集令

《宇图》主题征稿

《宇图》是一本关注行业热点、前瞻趋势、引领行业发展，以学术论文、成果应用分享为主的期刊读物。我们立足于全行业，以大数据为背景，持续关注环保、水利信息化、环境治理、环境服务、大数据应用等领域。现开始向社会公开征稿，我们欢迎广大读者朋友积极参与，广泛来稿，与我们进行讨论交流。

投稿须知：

1. 投稿作品应具有创新性、科学性和可读性，数据可靠、条理清晰、文字精炼、逻辑性强；
2. 投稿作品可以是文章、访谈、论文等形式，文字在 4000 字以内，配图；
3. 稿件提供者须提供真实姓名 / 单位 / 职称 / 详细通讯地址及联系方式，以便稿酬确认。优秀稿件编辑部将免费推送至核心期刊发表；
4. 投稿邮箱：yangjj@mapuni.com 联系人：杨竞佳 联系方式：(010)51286880-879

——《宇图》编辑部

《宇图》期刊读者意见反馈表

《宇图》是中科宇图倾力打造的一本关于地理信息、环境、水利、微地图、微环保领域的期刊。期刊为季刊，以关注热点、前瞻行业、引领发展为宗旨，意在搭建一个传播新理念、新技术、新生活与新健康的自媒体平台。期刊每期发行 5000 册，通过送达与邮寄的形式供生态环境部、各省、市（区）相关管理部门领导，空间地理信息各应用单位，行业内的相关学会、科研院所、大中院校的专家、学者及行业内公司的高层阅读。

欢迎大家对《宇图》提出宝贵建议。您可以填写下方意见反馈表，打印后邮寄到《宇图》期刊编辑部，地址：北京市朝阳区安翔北里甲 11 号创业大厦 B 座 2 层 100101《宇图》期刊编辑部收 或直接发送您的宝贵建议至邮箱：yangjj@mapuni.com



1, 您觉得本刊在哪些方面还需要改进?

- 版式设计 文章内容深度 栏目策划专题 图片样式 发行方式
其他（请注明）：

2, 您对本刊哪些栏目比较感兴趣?

- 热点聚焦 专家论坛 独家专访 案例分享 宇图样板 宇图风采
 宇图资讯

希望增加的专栏（请注明方向）：

3, 您对《宇图》期刊还有哪些宝贵建议?

个人信息：

姓名：

职位：

工作单位：

通信地址：

联系方式：

我们会认真听取您的宝贵建议，对积极参与反馈的读者，一旦您的建议被编辑部采纳我们将赠阅 2022 年全年期刊，欢迎大家积极与我们互动！

臭氧强化高效富氧设备

中科宇图臭氧强化高效富氧设备适合黑臭水体以及劣 V 类、V 类水提标改造到 IV 类水等。臭氧强化高效富氧技术是在现有高效富氧技术基础上引入臭氧技术，使单独的氧气变为臭氧与氧气的混合气体，混合气体中的臭氧对河道内难于生化的大分子进行氧化、断链，提升水体生化性，同时臭氧分解产生的氧气又有益于河道内微生物的好氧生化过程，有助于快速恢复河道内的土著微生物。



- ① 具有自主研发的专利技术
- ② 提升水体可生化性
- ③ 显著改善水体黑臭感官
- ④ 快速提升水体氧化还原电位和溶解氧
- ⑤ 物联网云平台对水质数据实时监控和全年记录
- ⑥ 根据来水状况自动化变频运行，提升处理效果的同时实现电能节省



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：010-51266880 www.mapuni.com