中科宇图
MAPUNI

互联网时代的环境大数据

刘锐 刘俊 谢涛 孙世友 姚新◎主编

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

- 环境大数据平台构建与数据分析
- 环境大数据的采集体系
- 环境大数据的组织管理
- 环境大数据的分析与应用
- 环境大数据服务体系
- 环境大数据网络硬件支撑与信息安全保障体系

互联网+大数据 感知时代的魅力！
技术体系与产业生态的深度融合
为新时代智慧环保体系提供有益思考

中科宇图资源环境科学研究院

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：100085　　传真：86-010-51286880-801
咨询：010-51286880　　邮箱：yutu@mapuni.com

关注热点　前瞻行业　引领发展

宇圖
MAPUNI

2016年06月第2期（总第10期）
主办：中科宇图科技股份有限公司

专访

运用数据共享与服务 搭建资源环境生态圈

独家策划

基于大数据技术的环境承载力评估预警平台建设研究
基于OMI卫星数据的河南省近十年大气对流层NO2垂直柱浓度时空变化分析
论我国污染源监测管理的改革

关注中科宇图
微信公众平台

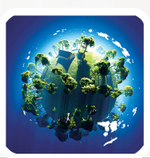
环境大数据建设与监管创新

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

中国领先的地理信息服务商

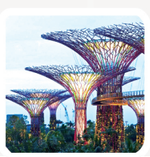
测绘地理信息产业的
大地图与大数据公司

大资环行业具有地理信息
特色的全方位应用服务商


智慧环保

智慧地图

智慧水利


环境治理

微保
精致生活
公众服务

大数据助力环境监管创新

刊首语

2016 年 6 月，为进一步交流环境大数据领域的前沿科学与技术，探索环境监管创新与绿色发展的路径和手段，搭建政府部门、高校、科研院所、企业及学会之间管理经验分享和技术交流的平台，环境保护部信息中心在北京召开了“环境大数据建设与环境监管创新论坛暨中国环境科学学会环境信息化分会成立大会”。与会专家们围绕环境大数据建设与环境监管创新进行了深入的探讨与交流，一致认为未来必将同心协力打造环境信息化领域的科技交流平台，做环境信息化研究和创新发展的智库，为环境事业的全面发展提供智力支持与人才支撑。

当前，数据整合工作依然为 2016 年环保信息化的重点工作，也是一项持续不断的日常工作。数据整合工作不能仅限于整合环保业务数据，同时要引入互联网等外部数据，扩大资源中心数据范围，实现多源异构数据的整合；再者，确保一边建设数据，一边维持应用，在数据应用过程中，各地信息中心积极主动出击，全面了解各业务部门需求，主动提供服务，把数据整合运用起来。

环保部办公厅信息办副主任詹志明提出，在环保部门之外，社会、企业是环保创新的主体，政府应建立一定的机制，引导和鼓励企业或个人将监测设备加入环保监测网络，作为官方监测的有力补充，扩大数据来源，保证与社会、企业进行数据共享，实现“政府搭台，社会、企业高唱”，使得社会和企业能够站在巨人肩膀上进行创新，从而极大地释放社会和企业的环境监管与创新动力。

近年来，我国力推智慧城市和环境监测治理第三方运营项目。在国家宏观政策与专家意见的指导下，我们应大力支持环境监管创新，推进数据动态监测与智慧环保。监测行业将转向以环境质量监测为主，各地省市政府与企业全力协作，将加快建设基于环境质量的全面感知网络、高效监控预警体系以及面向公众开放的信息共享平台。

2016 年 08 月

刊首语 Inaugural Statement

行业热点 Industry Hotspot

观点与探索 Perspective and Discovery

4 / 【为您揭秘】资源整合再度出击 多元大数据服务聚焦大地图 V2.0 版

专 访 Interview

6 / 运用数据共享与服务 搭建资源环境生态圈

独家策划 Exclusive Planning

10 / 基于大数据技术的环境承载力评估预警平台建设研究

17 / 基于 OMI 数据的河南省近十年大气对流层 NO_2 垂直柱浓度时空变化分析

25 / 论我国污染源监测管理的改革

产品专栏 Product Column

30 / 天津环境监察移动执法系统建设与应用

35 / 重庆市环境应急信息化建设案例分享

41 / 张家口市水务局水利现代化系统建设

47 / 防汛抗旱指挥调度三维推演系统

国际瞭望 International Outlook

50 / 难忘欧洲之行
——比利时、荷兰走访考察记

宇 图 风 Mapuni

52 / 董鹏：爱岗尽职，认真负责

54 / 桂文央：勤恳笃实，忠于奉献

宇图动态 Mapuni News

版权声明

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

《宇图》

关注热点 前瞻行业 引领发展

中科宇图战略发展与科学技术委员会

主 任

郝吉明　中国工程院院士、清华大学环境科学与工程研究院院长

副主任（按姓氏笔画排序）

魏复盛　中国工程院院士、中国环境监测总站研究员

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

陆新元　原环境保护部核安全总工程师、中国环境科学学会副理事长

杨志峰　中国工程院院士、北京师范大学环境学院院长

刘文清　中国工程院院士、中国科学院安徽光学精密机械研究所所长

委员（按姓氏笔画排序）

何　平　国际中国环境基金会总裁、全国政协海外特邀代表

刘　锐　中科宇图资源环境科学研究院院长

许新宜　北京师范大学水科学研究院院长

池天河　中国科学院遥感应用研究所研究员、博士生导师

编辑委员会

主办单位　中科宇图科技股份有限公司
主编　刘锐
编辑顾问　姚新　许新宜　孙世友
副主编　杨竞佳
执行主编　秦羽
美术主编　张紫林
工作人员　张媛媛　周露　李英杰

《宇图》编辑部电话　86-10 51286880-308
传真　86-10 51286880-801
地址　北京市朝阳区安翔北里甲11号创业大厦B座2层
邮编　100101
咨询邮箱　qiny@mapuni.com
公司网址　www.mapuni.com

合作媒体　《环境保护》杂志
3sNews 泰伯传媒
中国环境报（网）

新理念
新技术

新生活
新健康

扫描新媒体平台

中科宇图微信公众平台

中科宇图新浪微博

★ 打造治理新模式 环境绩效合同服务按效果付费

环境绩效合同服务模式是环境综合服务领域的一种商业模式，指合同双方以环境质量的持续改善为目标，用合同的形式约定双方的环境服务效果关系，并按照经过考核的环保成效支付费用。

在不久的将来，环境绩效合同服务将成为环境污染治理的重要模式之一。环境绩效合同服务模式是环境综合服务领域的一种商业模式，指合同双方以环境质量的持续改善为目标，用合同的形式约定双方的环境服务效果关系，并按照经过考核的环保成效支付费用。业内人士表示，在环境绩效服务合同中，按效付费是核心内容之一，也是下一步工作中应该明确的重要内容。

环境绩效合同服务模式，主要适合于污水处理项目、污泥处理处置项目、垃圾处理项目、生态修复项目、区域环境综合整治项目，废物资源综合利用项目以及工业污染第三方治理项目。（中国经济导报）

★ 构建生态环境大数据 排污费核算多元化

近年来，排污收费工作中关于核算繁琐、征收标准低和征收面窄等问题日益突出。对此，生态环境大数据的建设，为排污费核算提供一条新路径。

首先，生态环境大数据包含了企业信息、自动监测数据等排污全周期信息，排污费核算可以经过比对而不是仅仅依靠监测报告所得的数据，大大改变了过去的局面。生态环境大数据建设还可以提供更多的模型和算法，为排污费核算提供更科学的计算模型。另外，还需实时网罗企业生产状况、治污设施运行情况、进料量、用电量以及银行账目等信息，然后由国家建立相关算法和程序系统，从大量化、多类别的数据中提取有效数据，通过概率与统计方法计算误差，从而确定每个企业的排污费数额，有效杜绝机器故障、人为干扰、计算误差造成的不准确。（中国环境报）

★ 海绵城市集约化发展 2020 年市场空间或达 1.8 万亿

自国内第二批“海绵城市”建设试点开始申报以来，各省表现出远高于去年的火热程度，目前有超过20个省市发布推进“海绵城市”的相关规划。据估测，2020年海绵城市整体的市场空间可达1万亿—1.8万亿元。

当前海绵城市的发展前景良好，政策加码，海绵城市自上而下正加速推进。中央及各部委政策密集发布确定方向，各地方政府出台海绵城市建设指导意见加速执行。自国内第二批“海绵城市”建设试点开始申报以来，各省表现出远高于去年的火热程度，目前有超过20个省市发布推进“海绵城市”的相关规划，并启动超过数千个项目，全国16个试点城市拟投资金额超过1300亿元。根据国外经验，海绵城市发展大致可以分为四个阶段：技术研究、示范建设、规划推广、规范管理。目前，我国正处在试点扩大和规划推广阶段。

当前我国新城区建设依旧火热，如果以2001—2014年年均1952平方公里的速度计算，2015—2020年期间，我国新城区开发面积累计增长量将达11712平方公里，也就是说到2020年，全国城市建成区面积有望达到62000平方公里，相应的海绵城市市场空间也会扩容至6.2—11.2万亿元。（中国投资咨询网）

★ 财政加码治水投 8000 亿 水利 PPP 难题待解

多地持续的暴雨，使得部分城市积水严重，中国水利基础设施不完善的问题引起热议。我国目前公共水利设施仍然主要依靠财政投入，水利投融资体制机制还不完善，今年重大水利工程投资规模将保持在8000 亿元以上。

据了解，公共水利设施仍然主要依靠财政投入，水利投融资体制机制还不完善。财政部的数据显示，2011 年 -2013 年全国财政水利资金累计投入 13261 亿元，年均增长 19%。其中一般公共预算水利投入、政府性基金预算投入的占比分别为 71%、29%。

在当前的财政收入增速放缓、政府性基金收入负增长的情况下，8000 亿水利投资任务的完成面临压力。同时，由于水利项目公益性质突出，其投融资亦面临较大难题。财政部和水利部力推 PPP，希望引入社会资本参与水利项目。（21 世纪经济报道）

★ “大气十条”中期评估：环境质量改善成效初显 长效好转需持续努力

中国工程院 2016 年 7 月 5 日发布《大气污染防治行动计划》实施情况中期评估报告。评估认为，“大气十条”实施以来，全国城市空气质量总体改善，但形势依然严峻。北京要完成 2017 年 P M 2.5 年均浓度 60 微克 / 立方米左右的最终目标极具挑战，需采用超常规手段。

中国工程院自 2015 年 12 月起组织 50 余位相关领域院士和专家，全面评估“大气十条”实施三年来环保部和各地政府执行情况和实施效果，理清仍存在的问题和困难，提出针对性建议。

报告显示，“大气十条”实施后，全国城市细颗粒物 P M 2.5、可吸入颗粒物 P M 10、二氧化氮、二氧化硫和一氧化碳年均浓度和超标率均逐年下降，大多数城市重污染天数减少。但冬季重污染问题突出，重点区域大气臭氧污染问题显现。辽宁、吉林、河南、湖北、陕西、甘肃和宁夏 7 个省区 P M 10 年均浓度有所上升。

报告指出，重点行业提标改造、产业结构调整、燃煤锅炉整治和扬尘综合整治四类措施对 P M 2.5 浓度下降贡献最为显著。此外，2015 年 12 月两次启动红色预警使重污染期间北京市 P M 2.5 日均浓度下降 17％至 25％，评估认为在重污染天气启动应急预案能够有效降低区域大气污染物排放量，显著削减 P M 2.5 浓度峰值。（新华社）

★ 中国无人驾驶领域首个技术标准将在两个月内公布

国内无人驾驶的技术路线图已经存在，中国无人驾驶领域首个技术标准将在两个月内公布。

无人驾驶的突破将会是一个循序渐进的过程，从主动安全技术升级为半智能，到最终实现所有路面所有场景的完全的无人驾驶。

但是，完全无人驾驶的实现还需要攻克很多难题。例如，目前在自动驾驶领域采用的激光雷达技术存在缺陷，一旦遇到恶劣天气，道路标识有可能被掩盖或者看不清，这就影响了自动驾驶的效果，而且这套系统造价过高，也很难推广。

除了相关技术有待提升完善之外，交通规则、事故责任归属等相关事宜都尚未明确。此外，有调查显示，72% 的消费者认为应该保留人类驾驶汽车的选择权，有超过半数的消费者认为无人驾驶汽车应该配备方向盘，人们对无人驾驶汽车这一新鲜事物的接受仍需要时间。

即便如此，无人驾驶在国内仍然具有广阔的市场前景。美国 IHS 汽车信息咨询公司日前发布的一份报告预测称，到 2035 年中国将成为最大的无人驾驶汽车市场，届时中国将拥有超过 570 万辆无人驾驶汽车。（泰伯网）

★ 史上最严 PPP 申报令出台 项目申报日趋精准

2016 年 6 月，财政部、教育部、科技部、民政部等共计 20 个部委联合发布《关于组织开展第三批政府和社会资本合作示范项目申报筛选工作的通知》（下称《通知》），组织开展第三批 PPP（政府和社会资本合作）示范项目申报工作。

参照前两批示范项目，若成功落地，可获得财政奖补；进入示范项目库，相关部门会对项目进行技术指导，展开后续督查。这被不少社会资本视为一个保障手段，银行机构也以此作为融资增信的条件。

对于第三批示范项目的筛选，财政部给出了明确的评审标准，如本地融资平台需剥离政府性债务，并不再承担融资平台职能才能作为社会资本方参与，项目期限不得低于 10 年，明文禁止 BT（建设—移交）、承诺固定回报、明股实债等变相融资。

由于设置了相对严格的申报条件，本次新规也被称为史上最严 PPP 申报令。在此之前，财政部、国家发改委曾联合对外发布《关于进一步共同做好政府和社会资本合作 (PPP) 有关工作的通知》，明确七大举措进一步推进 PPP 工作，并明确强化监督管理，杜绝固定回报和变相融资安排。

监管机构的连续出招，被认为是进一步监管 PPP 项目，优化申报筛选方式，公开评审标准，进一步提升示范项目申报筛选的全面性、科学性和时效性的必要举措。（中国环保在线）

★ “土十条”绘就防治路线图 向土壤污染宣战

继“大气十条”、“水十条”之后，国务院又于 5 月 31 日印发了《土壤污染防治行动计划》（以下简称《行动计划》）——俗称“土十条”。

《行动计划》提出了未来土壤污染防治的近、中、远期目标：到 2020 年，全国土壤污染加重趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定；到 2030 年，全国土壤环境质量稳中向好，土壤环境风险得到全面管控；到本世纪中叶，土壤环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。《行动计划》还对土壤安全利用提出了具体要求，明确指出重度污染的土壤严禁种植食用农产品。

人们普遍认为，《行动计划》对防治土壤污染提出了 10 条 35 项措施，不仅措施全面，而且亮点很多。“土十条”的出台对我国土壤环境保护工作提供了非常清晰的中长期路线图，为下一步更好地推进土壤环境保护工作提供了很好的顶层设计。

环保部有关负责人表示，“土十条”把重点放在开展调查、摸清底数，推进立法、完善标准，明确责任、强化监管等方面。同时，提出要坚决守住影响农产品质量和人居环境安全的土壤环境质量底线。与水污染、大气污染以治为主的思路不同，“土十条”的编制思路突出了防和控。（中国访谈）

★ 环保产业逐渐成为新的经济增长点

日前，据有关媒体称，我国正在确定“十三五”时期环保产业发展的重点以及正在制定相关的政策，国家发改委正在牵头 3 个行动计划。工信部称到 2020 年，绿色制造业产业规模将达 10 万亿元，成为国民经济新的支柱产业。根据数据显示，今年上半年，包括节能环保产业在内的战略性新兴产业同比增长 11%，高于全部规模以上工业增速 5 个百分点。其中，在节能环保等高新技术的推动下，环境污染防治专用设备增长 17.9%，相关产品成为新的经济增长点。

环保部副部长黄润秋也指出，环保产业作为污染治理重要平台、经济增长重要支柱和科技创新重要领域，正迎来新的难得发展机遇。经过上半年的发展，环保产业在下半年应该更有“作为”，在我国经济下行压力加大时，环保产业的崛起或许可以分担更多的经济压力，但是蓬勃发展并不代表“一帆风顺”，因此环保产业仍需“且行且努力”。（中国经济时报）

【为您揭秘】资源整合再度出击 多元大数据服务聚焦大地图 V2.0 版

中科宇图公众服务产业群总裁 张林

近日，由中科宇图潜心攻坚、倾力打造的地图大数据平台（daditu.com.cn）——大地图 V2.0 版本重磅上线。

以多年行业服务的技术优势，地图大数据领域的深层研究与应用，中科宇图依托数据资源的积累和研发基础，将多元地图大数据服务得以优化实现。围绕政府和企业的痛点、难点，地图专业壁垒问题，地图大数据平台使地图行业数据得以共享，让跨行业地图数据应用发挥“智慧价值”。

“在大数据时代，50% 以上的数据与地图相关，如果没有地图数据，缺少数据的空间性，大数据的效能就被降低了一半。”

——中科宇图董事长姚新

大数据和大地图之间相互促进，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。

依托强势数据资源，提供哪些地图大数据服务？GIS 和非 GIS 用户都能用得上吗？地图数据保密问题如何解决？针对用户的实际问题又做了哪些改变？带着这些疑问，我们邀约了中科宇图公众服务产业群总裁张林，为我们揭开地图大数据平台的神秘面纱。

1. 简要概括一句话，让业内、业外人士读懂地图大数据平台？

张林：地图大数据平台，以满足用户基于公有云、私有云的地图大数据应用为宗旨，为政府和企业提供基于地理位置的地图大数据服务。区别于传统地图服务，通过互联网平台革新地图服务商业模式，为用户创造更大的价值。

2. 地图大数据平台 V2.0 版本的重磅上线，有哪些亮点？

张林：此次上线版本的产品，可提供地图大数据发布服务、行业数据与地图数据的融合、多时空序列地图大数据等多元服务。地图大数据平台可以满足用户公有云和私有云的不同服务需求，用户可以根据保密属性的要求选择服务请求，公有云地图模式服务于在线数据请求，私有云地图模式服务于本地数据的深度交互及数据私密性的服务请求，服务请求方不用购买昂贵的地图数据，没有所有权，只购买数据的使用权。

在“大众创新、万众创业”的时代背景下，地图大数据平台在满足客户需求的同时，也在探索创新商业模式，地图大数据平台的服务将面向政府和企业等商业应用，在大数据产业生态中，发挥地图大数据的应用价值，提升大数据技术、应用的时空价值。

3. 地图大数据平台拥有全量地图大数据，辐射的范围广，意味着什么？

张林：在地图服务领域，面向大众服务的尽管有百度地图、高德地图和腾讯地图等，他们做得已经很优秀。但是，地图大数据平台面向政府、企业提供服务。相比他们，地图大数据平台储备的地图大数据要覆盖面更广，精度更高，到目前为止地图大数据平台已覆盖全国 333 个地级市、2853 个县级城市的高精度地图数据，在东部沿海地区甚至可以细致到乡镇级别。

目前，80% 以上的社会活动都跟位置信息相关，位置信息已覆盖了导航、物流、医疗、政务、房产估值、征信等方面。地图大数据平台的上线，可以解决社会发展中地图服务日益增长的需求而传统地图服务存在局限的问题。

4. 从用户角度出发，解决了哪些实际问题？

张林：关于地图大数据平台解决了哪些实际问题，可以简单地概括为以下几点：一是解决地图专业技术壁垒问题，GIS 或非 GIS 用户都能用上地图；二是解决地图经费的高投入问题，让不同层级的用户花小钱办大事；三是解决地图数据的使用保密问题，让用户脱密情况下放心使用地图数据；四是解决地图行业数据的共享问题，让用户能更方便地跨行业应用地图数据；五是解决地图与大数据融合问题，让业务模型与大数据发挥智慧型应用价值。

过去传统的地图服务有着一定局限性，且价格昂贵，一个省份的地图最高费用达数千万，全国的地图更是高达数亿金额，用户承担较大的投资建设压力。而随着现在地图大数据平台的上线，这些问题都将得到改变。在地图大数据平台上，用户可以根据自己的需要调取相关的地图数据，而费用方面也相对合理。

地图大数据在实际应用中，已经有着很成熟的案例。例如，一些政府部门数据庞杂，数据难以有效管理。借助地图大数据平台，公安部门可以将 20 多个警种的业务数据以地图为载体进行统一管理，建立各警种数据统一的基础，应用开发商在地图大数据平台上建立快速、高效的舆情、研判等大数据应用。

5. 如何做到让客户便捷地使用服务？同其他平台相比，其明显优势是什么？

张林：其实，我们很多客户并非专业地图的用户，对于地图并不是很了解，这就需要我们为客户搭建更简洁易用的框架。比如，一个汽车服务行业的客户，他没有地图但是又亟需空间位置数据来支撑公司业务发展布局。那么，地图大数据平台就为客户提供了一个通过 API 接口就可以找到相关数据的平台，然后结合企业自身的数据很快就能搭建出一个数据模型进行分析。

像这样的企业就能很方便地把企业数据和地图数据进行快速定制，满足企业商业选址、营销缝隙等经营发展的需求。而在以往，企业首先需要自己购买一张地图，其次还需要购买相关的 GIS 软件，投资收益往往很低，大数据技术、云计算技术将解决这个问题。

因此，地图大数据平台不仅提供了全量、快速的地图大数据，还便捷易用、费用低、花小钱办大事，并且对于客户来说，简单易用的二次开发 API，可以轻松构建移动、Web 地图应用，这些是地图大数据平台的明显优势。

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；
《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庭中，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。

中科宇图 MAPUNI SCIENCE

环境空气质量监测预报预警系统

中科宇图环境空气质量监测预报预警系统是基于环境空气质量多模式集合预报技术（集成NAQPMS模型、CMAQ模式、CAMx模式、中尺度气象模式）、空气质量条件指数预报技术、大气后向轨迹分析技术，开发的集空气质量监测数据、气象观测数据、污染源等基础信息接入、传输、管理以及空气质量预报结果会商、制作、发布于一体的决策支持系统。

应用案例

- 河南环保厅
- 宁夏环保厅
- 贵州环保厅
- 南京青奥会
- 广州亚运会
- 西安世园会
- 太原市环保局
- 晋城市环保局
- 大连市环保局

✓ 未来72小时环境空气质量预测预报
✓ 空气质量条件指数预报
✓ 大气后向轨迹分析
✓ 大气污染防治辅助决策支持
✓ 可视化展示、会商
✓ 污染物溯源分析，提供智力依据

联系方式
地　址：北京市朝阳区安翔北里甲11号创业大厦B座2层
传　真：010-51286880-801
咨　询：010-51286880
邮　编：100101
热　线：400-6609-396
网　址：www.mapuni.com

基于大数据技术的环境承载力评估预警平台建设研究

■ 郭晓 谢涛 李红华

（中科宇图资源环境科学研究院，北京 100101）

【摘 要】本研究在环境承载力评估方法研究基础上，提出基于大数据技术的环境承载力评估预警平台的建设方案。该平台包括数据库及数据库管理系统、GIS基础应用平台、数据共享与服务平台、污染负荷预测与计算系统、环境容量计算系统和环境承载力评估预警系统。该平台拟采用大数据技术，包括数据采集、数据处理与集成、数据分析、数据解译等方面进行污染产生与排放负荷的预测，提高污染负荷的时效性与准确度，真正实现环境承载力的评估预警效能。

【关键词】环境承载力；平台；大数据技术

1、前言

近年来，资源环境越来越成为经济社会发展的制约瓶颈。如何通过科学规划协调社会经济发展与环境保护之间的矛盾，实现环境保护优化经济增长；如何科学衡量资源环境对经济社会发展的承载能力，提出适合国情、适应不同区域的空间规划与优化模式，有效解决日趋严重的资源环境问题，已成为政府关注的重大议题。

日前，中央提出加强供给侧结构性改革，根本问题是在保障经济社会和资源环境可持续发展前提下，供给要素的优化配置。评估和预测当前及未来一段时期内的环境承载力，将作为制定供给侧结构性改革措施的重要科学依据。环境承载力的评估与分析是个系统问题，仅靠环境统计和环境监测数据的分析难以满足复杂决策。源于数据的缺乏和统计计算方法的局限，一方面，将使得污染负荷数据准确度较低，另一方面，也导致当前的承载力评估方法具有一定的滞后性，缺少预警，进而无法有效指导区域规划、产业调整以及供给要素的优化配置。

因此，本研究在环境承载力评估方法研究的基础上，提出基于大数据技术的环境承载力评估预警平台的建设方案。该平台包括数据库及数据库管理系统、GIS基础应用平台、数据共享与服务平台、污染负荷预测与计算系统、环境容量计算系统和环境承载力评估预警系统。该平台拟采用大数据技术，包括数据采集、数据处理与集成、数据分析、数据解译等方面进行污染产生与排放负荷的预测，提高污染负荷的时效性与准确度，真正实现环境承载力的评估预警效能。

2、环境承载力评估方法

2.1 环境承载力定义

目前，环境承载力并没有统一的定义方式，最常见的是从“阈值”角度定义，即环境承载力是指在一定时期、一定状态或条件下、一定的区域范围内，在维持区域环境系统结构不发生质的变化、环境功能不遭受破坏的前提下，区域环境系统所能承受的人类各种社会经济活动的能力，即环境对区域社会经济发展的最大支持能力。根据不同环境要素，环境承载力包括大气环境承载力、水环境承载力等。

2.2 环境承载力评估方法

大气环境承载力评价方法，目前主要有指数评价法、承载率评价法、“压力－状态－响应”（PSR）框架模型等。水环境承载力评价方法包括指标体系评价法、系统动力学法、多目标最优化法、人工神经网络法等。总结归纳目前应用较为广泛的评估方法主要包括两大类。一是基于指标体系的环境承载力评估方法，二是基于宏观数据的环境承载力评估方法。其中，基于指标体系的环境承载力评估方法在指标体系的构建上具体包括：一是基于环境污染因子的评价指标体系，二是涵盖环境质量、污染控制和经济社会各方面在内的综合评价指标体系。而基于宏观数据的环境承载力评估方法主要是基于社会经济规模，该方法认为环境承载力的量化评估就是求取区域内给定环境状况下所能支撑的社会经济规模最大值的最优化问题。

从两大类方法比较分析来看，指标体系方法简单易行、结果最为直观，但存在主观性强、评估结果缺乏对社会经济系统与环境系统之间的动态联系等缺点。而基于宏观数据的环境承载力评估方法优点在于将环境质量和经济规划相结合，一定程度上体现了承载力的内涵和本质，但是以复杂的人类活动为评估对象给环境承载力的量化评估带来很大困难，可操作性不强，实施难度很大。

鉴于以上分析，本研究中讨论的环境承载力主要聚焦于大气、水两种环境要素，选择指标体系法，主要考虑构建基于环境污染因子的评价指标体系，即通过计算承载率衡量环境承载力状况。应用该法进行环境承载力评价，可以从评价结果清晰地看出某地区环境发展现状与理想值或目标值的差距，具有一定的现实意义。目前常用的承载率评价法是污染物排放量与环境容量承载率评价法，该方法简便易行，应用广泛。

3、平台建设方案

3.1 平台框架

以GIS基础应用平台为可视化平台，选取水环境容量计算模型、大气环境容量计算模型作为核心算法，依托省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、与污染源相关的互联网媒体、社交网络等数据为建模基础，搭建环境容量计算系统，环境承载力评估预警系统，利用大数据技术构建污染负荷预测与计算系统，搭建环境承载力评估预警平台，并以数据共享与服务平台作为数据交互与服务的门户，对系统进行统一管理。总体架构图见图1：

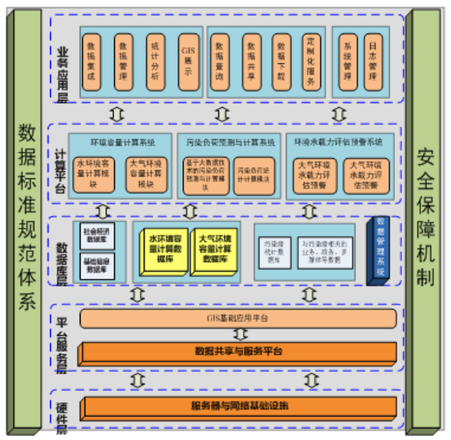


图1 平台总体框架图

3.2 平台构成

3.2.1 污染负荷预测与计算系统

（1）基于大数据技术的污染负荷预测模块

在环境信息化时代，依托计算机技术、GIS技术、互联网技术，产生大量与污染物产生、排放相关的数据，包括环保部门业务、政务数据、跨部门间交换共享数据、管理和服务对象（如排污企业）的行为活动数据、社会经济数据，以及其它信息资源如互联网媒体、社交网络等海量数据。本研究采用目前应用较为广泛的大数据处理流程，包括数据采集、数据处理与集成、数据分析与数据解译，进行污染负荷的预测计算。

1）数据采集

该模块通过数据检索分类工具如百度和谷歌等搜索引擎以及互联网媒体、社交网络等数据采集手段，获取海量与污染源产生、排放的污染物相关的数据，包括相关的环保部门业务、政务数据、跨部门间交换共享数据、管理和服务对象（如排污企业）的行为活动数据、社会经济数据，以及其它信息资源如互联网媒体、社交网络等海量数据。

2）数据处理与集成

该模块主要是完成对于已经采集到的数据进行适当的处理、清洗去噪及进一步的集成存储。首先将这些结构复杂的数据转换为单一的或是便于处理的结构，为以后的数据分析打下良好的基础。接着对这些数据进行“去噪”和清洗，以保证数据的质量以及可靠性。采用的方法是在数据处理的过程中设计数据过滤器，通过聚类或关联分析的规则方法将无用或错误的离群数据挑出来过滤掉，防止其对最终数据结果产生不利影响。然后将这些整理好的数据进行集成和存储，采用的方法是针对特定种类的数据建立专门的数据库，构建大数据背景下的环境数据资源目录体系，将这些不同种类的数据信息分门别类的放置，以有效地减少数据查询和访问的时间，提高数据提取速度。

3）数据分析

该模块是整个大数据处理流程里最核心的部分。在数据分析的过程中，会发现数据的价值所在。经过上一步骤数据的处理与集成后，所得的数据即为数据分析的原始数据，根据所需数据的应用需求对数据进行进一步的处理和分析，预测出不同区域当前及未来一段时间内相关污染物的产生量及排放量数据。处理分析方法有数据挖掘、机器学习、智能算法、统计分析等。同时，该模块还包括“云计算”技术，如分布式文件系统GFS、分布式数据库BigTable、批处理技术MapReduce，以及开源实现平台Hadoop等。

4）数据解译

该模块是对大数据分析结果的解释与展示。采用“数据可视化技术”，解释大数据分析结果。通过可视化结果分析，可以形象地向用户展示不同区域当前及未来一段时间内相关污染物的产生量及排放量数据，更方便用户对结果的理解和接受。

（2）污染负荷统计计算模块

该模块基于不同污染源的源清单数据、环统数据、污普数据进行计算。各项污染源的估算采用源强系数法。其污染负荷的计算结果将分配到水环境容量划分的计算单元内。该模块对各个污染源污染负荷的计算所需数据提供格式模板，用户根据模板准备相应数据，再将数据导入到系统中，污染负荷按照对应的计算单元的编号与计算单元相关联，计算得到每个计算单元的污染负荷值，用于后续水环境承载率的计算。

3.2.2 环境容量计算系统

该系统包括水环境容量计算子系统和大气环境容量计算子系统。该系统调用经数据预处理后的数据，选择相应的模型，进行环境容量的计算 ，并对结果进行展示。每个系统的功能具体包括计算单元选择、参数设置、模型选择、结果展示与报表分析。

对计算区域以计算单元为单位进行选择，选择一个或多个计算单元进行计算。该平台提供GIS交互界面方便用户以直观方式进行计算单元的选择，同时也支持通过计算单元编号选择计算区域的方式。对于环境容量计算所需参数，该平台已经按照格式需求并与计算单元进行关联存储在模型计算预处理数据库中。当用户有运算需求时，参数设置模块将导入相应的参数用于计算。

其中，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。每个模型根据计算单元内排污口污染物入河或入湖库后的混合情况又可分为不考虑混合区的水环境容量模型与考虑混合区的水环境容量计算模型。系统针对不同情况配置模型选择方案。

大气环境容量计算子系统，则实现WRF处理后气象场数据的处理与导入CAMx模式，实现地形、土地利用、污染源数据的处理和导入。在数据导入完成后，基于大气环境容量计算的参数化方案设置进行计算。大气环境容量计算子系统支持计算结果的导出与研判。系统可根据削减方案实现污染源数据分区域的参数设置，经处理形成新的污染源输入数据，导入CAMx模式，重新计算，得出削减方案情景下的计算结果。

计算完成后，系统将每个计算单元不同指标的环境容量计算结果根据等级划分使用不同颜色进行渲染。将基础地形图层数据叠加在展示界面上，可以直观展示各省、流域范围内计算单元的水、大气环境容量计算结果，其在空间上的高低分布情况。计算结果以专题图的形式展示与输出，保存到计算机指定的路径中。图片的类型可支持Bmp、Png和Jpg。同时可以输出对计算结果的统计分析专题图，针对不同计算指标，绘制出不同省域、不同流域的环境容量分布图，并按照同一尺度进行排序。

根据实际业务部门要求，增设报表分析模块。用于业务人员根据平台计算结果自动出具分析评价报告。系统可以自动生成计算结果的分析评价报告。主要包括计算单元的基本属性数据、计算结果的统计分析等。

3.2.3 环境承载力评估预警系统

该系统包括水环境承载力评估预警模块和大气环境承载力评估预警模块。每个模块的功能具体包括环境承载率计算、阈值确定、结果展示、报表分析、阈值判断与预警。

系统以计算单元内污染负荷与环境容量的比值来表征该计算单元内各项污染指标的水、大气环境承载率。当用户选择多指标进行环境承载率计算时，采用多指标取最大的环境承载力综合评价模型。

为与其他部门资源环境承载力计算结果相衔接，该模块按中科院地理所要求将承载力阈值划分为三级：超载、临界超载、不超载。通过文献调研和专家咨询，借鉴环境承载率划分标准经验值，确定单要素及综合环境承载率的阈值。承载率大于1时，认为环境处于超载状态，其数值越大，超载现象越严重，环境质量达标程度越低；承载率小于等于1时，认为环境处于临界超载或不超载状态，依据经验值法将承载率介于0.8~1之间时，划分为临界超载状态；承载率小于0.8时，划分为不超载状态，其数值越小，环境富余的承载能力越大，进一步接纳污染物的能力越强。

环境承载率的评估结果包括单个指标的水环境承载率、综合环境承载率等以专题图的形式展示出来。同时各类专题图可以以图片文件的形式导出，保存到计算机指定的路径中。图片的类型可支持Bmp、Png和Jpg。

报表分析模块用于业务人员根据系统计算结果自动出具分析评价报告。系统提供基本模板，用户只需要根据模拟实际情况替换相应内容即可。主要内容包括单个指标的水、大气环境承载率计算结果、综合环境承载率计算结果、计算结果按同一尺度进行的排序列表。

同时，根据水环境承载率的计算结果与确定的阈值进行比较，当环境承载率大于1时，系统进行预警，自动弹出窗体提示用户。

3.2.4 数据库及数据库管理系统

构建功能完善的数据库系统来对资源环境承载

力评估预警平台所需数据进行分类管理，实现数据的查询、浏览、统计分析等管理功能及对数据库中数据的GIS展示功能。同时，综合数据库为计算程序提供后台数据支撑，对环境容量、环境承载率等计算所需数据进行预处理操作。综合数据管理包括数据资源目录、数据预处理功能、数据管理及展示功能。

（1）数据资源目录

数据资源目录对平台所需数据进行系统梳理，同时将所有计算过程数据、结果数据等统一入库管理。数据包括基础数据库、模型预处理数据、污染源数据库。

（2）数据预处理

由于环境容量计算系统采用模型计算，模型计算过程较为复杂，因此，平台采用数据预处理模块，将模型计算所需数据进行预处理，模型计算时直接调用处理后的数据即可。包括水环境容量计算数据预处理和大气环境容量计算数据预处理。其中，水环境容量计算数据预处理具体包括计算单元划分、水文数据预处理、水质数据预处理、排污口数据预处理、降解系数确定。大气环境容量计算数据预处理，包括气象场预处理、地形与土地利用预处理、污染源预处理。

（3）数据库管理及展示

对所创建的所有相关数据库包括基础信息数据库、模型计算预处理数据库、污染源数据库等进行集约化管理，可以快速并提供多样化的查询方法。在数据导入及更新阶段，通过权限设置来进行限制，避免对于系统计算所需基础数据进行干扰，为模型最终计算结果取得提供数据支撑作用。同时对于数据更新提供维护支持功能。

3.2.5 GIS基础应用平台

建设具有通用环境地理信息应用中间件平台，提供包括信息查询，图表分析，空间分析等GIS功能接口，在业务分析时可以调用相关接口实现基于GIS的各项分析功能，实现基础数据，环境容量，污染负荷，环境承载力等多种业务数据的可视化展示。

（1）GIS基本操作

通过国际先进的GIS底层平台，保证系统能方便对电子地图进行浏览和查询，系统支持GIS基本操作，包括但不限于地图索引、放大/缩小、还原显示、全图显示、漫游、鹰眼、保存、打印、分层浏览、分层叠加、图层切换、距离测量、地图定位、缓冲分析。

（2）GIS空间展示

平台应采用图表结合的模式设计，根据选取的环境容量计算区域，查询基础数据并计算，计算结果能够直接嵌入属性表，并在地图中通过各类图表的形式展示出来。空间展示类型包含：分布图、颜色分级图、半径分级图、柱状图和饼状图。

将环境数据与空间数据有机结合，通过GIS平台显示各种环境专题信息，环境现状水质数据、环境容量计算结果数据、污染负荷计算结果数据、环境承载率计算数据、环境承载力评估结果信息，并根据用户具体需求，自动绘制各区域、各展示项目GIS表征图形，具体包含但不限于以下的专题内容。控制断面分布图、环境容量专题图、污染负荷专题图、环境承载率专题图、环境承载力专题图。

（3）GIS空间分析

GIS空间分析包括对环境容量计算结果、污染负荷计算结果基于GIS的展示分析，向用户提供按照省市县行政区、流域等条件进行统计分析，例如污染负荷计算结果展示分析，统计的结果可以按表格形式、统计直方图、专题图形式直观地在GIS地图上进行输出显示并可直接输出成图。主要是将大量未经分类的数据，根据用户需求建立具体的分类算法，以获得所需要的信息，并将其以直观的图形的方式展现出来。包括专题数据统计分析和查询结果统计分析。

（4）GIS空间查询

平台提供丰富的地图查询功能，支持列表选取、直接点取、任意区域空间查询、图形和数据的双向查询、模糊查询、定位查询方式。包括要素查询（其中包含对：河道、区域等信息），位置查询，属性查询，各种条件查询等。支持列表选取、直接点取、模糊查询、目标查询等方式，对于用户常用的查询，系统提供简单的查询界面供用户来进行快速的查询。用户只要制定简单的查询条件，如省市代码、控制指标、时间等信息，就可以实现数据的查询，并允许将查询结构进行保存和导出，供用户进行数据的再次挖掘。

平台提供丰富的地图查询功能，实现灵活的空间－属性双向查询、统计汇总、统计图制作。通过查询窗口，输入查询条件，得出查询结果页面，地图上高亮显示查询的地图要素，在查询结果页面的记录中，可以对地图要素进行定位。

3.2.6 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，平台数据集功能与展示为一体，是用户的登录平台，访问数据和调用功能服务的唯一入口。用户通过访问资源共享与服务平台可以在线查询数据，也可以通过用户权限共享环境数据和申请平台的各类资源与定制环境承载力评估预警服务。

数据共享与服务平台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。

（1）环境数据共享中心

环境数据共享中心可按照用户关注度对资源进行排序，轻松查看热门资源，并提供多种检索方式帮助用户快速找到自己想要的资源，以方便用户查看自己己申请的资源以及新资源的申请状态。具体包括，环境数据资源门户、环境数据资源、专题应用、信息通告、标准规范、平台管理、意见反馈等。

（2）运行服务

提供环境承载力评估预警计算功能的接入窗口。运行服务将根据不同的用户权限开通国家环境承载力信息服务与省市级环境承载力信息服务。国家级用户可开通国家环境承载力信息服务，可用于全国范围的水、气环境承载力评估预警；省市级用户将根据自身权限开通对应范围的水、气环境承载力评估预警服务，平台提供数据服务申请功能，用户根据需求可以申请水、气环境承载力评估的定制化方案。

4、平台应用

依托与环保部环境规划院的项目合作，搭建环境容量核算与承载力评估预警平台，进行平台的业务化应用，系统界面如下：

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

(h)

图 2 平台界面截图

（（a）平台登录界面；（b）平台首页；（c）全国尺度大气环境承载力评估结果；（d）全国尺度大气环境容量与污染负荷对比；（e）全国尺度水环境承载力评估结果；（f）全国尺度水环境容量与污染负荷对比；（g）省级尺度水环境承载力评估结果；（h）流域尺度水环境容量计算结果）

5、小结与展望

本研究在环境承载力评估方法研究基础上，提出基于大数据技术的环境承载力评估预警平台的建设方案。在对水、大气环境承载力评估的基础上，利用大数据技术进行污染产生与排放负荷的预测，提高污染负荷的时效性与准确度，真正实现环境承载力的评估预警效能。

未来，针对超载地区，平台将通过研究污染物排放与环境质量之间的相应关系，建立环境承载力情景模拟与优化决策的支持系统，定量评价不同决策情景对环境质量及环境承载力的贡献度及改善程度，进一步地，指导不同行业的规划布局。同时，基于水环境方面模型、系统等新成果产出，也将持续完成对该平台的升级完善。

基于 OMI 数据的河南省近十年大气对流层 NO_2 垂直柱浓度时空变化分析

■ 汪 焕 陈静 陈贝贝 盛琳

（中科宇图资源环境科学研究院，北京，100101 ）

【摘 要】文章利用 OMI 卫星全球对流层 NO_2 垂直柱浓度 Level3 级产品数据，综合运用 ENVI 和 ArcGIS 进行影像处理和统计分析，研究分析了河南省 2006—2015 年大气对流层 NO_2 垂直柱浓度时空变化规律。结果表明：河南省近 10 年大气对流层平均 NO_2 柱浓度为 15.38×10^{15}molec/cm^2，远高于全国平均水平，但自 2014 年起出现了大幅回落；NO_2 柱浓度月均值具有对称性和周期性，最高值和最低值一般分别出现在 1 月和 7 月；NO_2 柱浓度的季节均值特征明显，具体表现为冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季；河南省 NO_2 柱浓度空间分布不均衡，自西南部至东北部逐渐增加，其中东北部为 NO_2 浓度高值集中地区。

【关键词】OMI 数据；痕量气体；NO_2 垂直柱浓度；时空变化

1、引言

近年来，我国在经济社会发展过程中面临着巨大的资源环境压力，环境污染尤其是大气污染受到国民的广泛关注，大气污染防治形势严峻。大气痕量气体指的是在大气组分中含量较少但对全球大气环境及生态环境产生重大影响的气体，如 NO_2、SO_2、O_3、CH_4 等，研究表明，目前我国主要大气污染物是以 NO_2、SO_2、O_3 为代表的痕量气体和气溶胶颗粒物。近年来由于人类活动的急速变化，大气痕量气体的浓度及其分布发生了巨大的变化，该方面的研究已经成为了遥感科学、大气科学和环境科学的热点问题。NO_2 气体是大气痕量气体之一，是大气对流层中主要的污染气体，同时是臭氧及其他光化学二次污染物重要的前体物，还是形成酸雨、酸雾和光化学烟雾的重要污染源之一。因此，对 NO_2 等重要的大气痕量气体浓度、分布及其时空变化规律的定量化研究对当今我国的大气污染防治具有重要的借鉴意义。

长期、稳定、高覆盖和高精度的观测数据对大气痕量气体的分析至关重要。目前，我国不少地方仍采用地面监测的方式来获取相关数据，这种方式虽然观测精度高，但往往因为观测点位稀少和分布的不均匀，不能大范围的、实时的和高效的获取全球大气状况数据。而卫星遥感监测技术因其所具有的高精度和时效性、大范围同步观测和低投入高收益等特点，已经成为 NO_2 等痕量气体的大尺度观测、趋势分析和季节循环研究的重要手段。目前用于 NO_2 监测的传感器主要有 GOME，SCIAMACHY 和 OMI 等，近年来国外应用卫星遥感资料研究大气 NO_2 的成果颇丰。Velders 等利用 GOME 卫星资料和三维模式相结合，分析了全球对流层 NO_2 垂直柱浓度的分布情况；Richter 等利用 1996 — 2004 年的 GOME 和 SCIAMACHY 的对流层 NO_2 资料研究了全球对流层 NO_2 垂直柱浓度变化趋势，结果表明中国东部和香港地区 NO_2 柱浓度有显著的增长。另外在国内方面，江文华等利用 GOME 卫星数据分析北京大气 NO_2 污染变化；张彦军等使用 OMI 数据，开展不同类型城市的 NO_2 的分布及变化趋势研究。李鹏等应用 2013—2014 年的 OMI 传感器反演数据，探究了天津市对流层 NO_2 垂直柱浓度时空分布规律，结果表明经由遥感反演得到的数据与地面监测站实测数据具有较好的一致性，说明通过遥感技术手段监测大气 NO_2 气体浓度是可行的。

国内使用遥感技术手段监测大气痕量气体

的研究起步较晚，应用较少，且多使用GOME和SCIAMACHY数据，OMI卫星数据的使用较少。除此之外，国内学者对大气痕量气体的研究多关注于全国大尺度范围，对省市级中小尺度范围研究少有涉及。本文采用具有较高时空分辨率的OMI卫星遥感数据全球覆盖产品$OMNO_2d$，结合ENVI5.1优秀的影像处理能力和ArcGIS10.2强大的空间统计分析能力，获取了河南省2006—2015年共十年间的大气对流层NO_2垂直柱浓度日、月、季、年数据。通过统计分析，揭示了河南省近十年间大气对流层NO_2柱浓度的时空分布和变化趋势特征，并分析了影响河南省NO_2柱浓度时空分布的主要因素，可为河南省大气污染防治的决策制定和行动部署提供科学依据。

2、数据来源及数据处理

2.1 数据来源

臭氧检测仪OMI（Ozone Monitoring Instrument，OMI），是美国国家航空航天局（NASA）于2004年7月15日发射的Aura地球观测系统卫星上携带的4个传感器之一。OMI由荷兰和芬兰与NASA合作制造，是GOME和SCIAMACHY的继承仪器，星下点空间分辨率为13km×24km（0.25° ×0.25°），轨道扫描幅宽为2600km，一天覆盖全球一次，过境时间为当地时间13：45左右。OMI有三个通道，波长范围270-500nm，平均光谱分辨率0.5nm。该传感器主要用于监测大气中的臭氧柱浓度和大气气溶胶，还有其它痕量气体如NO_2、SO_2、CH_4等。OMI传感器有多种等级数据的产品，分别为：Level1B、Level2、Level2G、Level3。

本研究所使用的原始数据来源于美国国家航空航天局NASA提供的全球对流层NO_2垂直柱浓度Level3级遥感产品$OMNO_2d$，该数据为成熟产品数据，已经完成影像校正、影像镶嵌和云去除等预处理，且已经经过相关算法进行遥感反演。数据所存贮信息为全球对流层NO_2垂直柱浓度日数据，空间分辨率为13km×24km，覆盖全球所用栅格数为1440×720，时间分辨率为1d。原始数据存储格式为HDF-EOS5，扩展名为he5。HDF（Hierarchical Data Format，HDF）是由美国国家超级计算应用中心（NCSA）创建的，用于存储和分发科学数据的一种自我描述、多对象文件格式，这种标准的数据格式可以使科研工作者们快速熟悉文件结构，专注于研究本身而不是把时间花费在各种文件格式的转换上。

另外，本文用于研究区域栅格裁剪的行政区边界图来源于国家测绘地理信息局网站上下载的1:400万行政区版中华人民共和国地图和河南省行政区边界图。

2.2 数据处理

本文以ENVI5.1+IDL8.3为遥感原始HDF数据的批量读取、影像批量裁剪和影像分析平台，并以ArcGIS10.2为研究区数据提取、重分类和专题图输出平台；利用Excel2013完成数据的统计和均值计算，并制作可视化的直方图、折线图等。具体过程如下：

1）数据读取

HDF数据格式是一种标准的科学数据集格式，可以使用IDL、C、MATLAB等语言编写相应的代码进行读取。本文使用IDL8.3编写了批量读取HDF文件的IDL代码，完成了2006—2015年共十年间全球对流层NO_2垂直柱浓度日数据读取，并保存为通用的TIFF格式栅格文件，每个文件栅格行列数为1440×720，分辨率为13km×24km。另外，在生成全球NO_2垂直柱浓度日数据文件的同时，代码还实现了将日数据累加后求均值功能，由此得到全球NO_2柱浓度月均值数据，并以同样的栅格数据格式保存到一个新的TIFF文件中。

2）影像裁切

在ENVI5.1平台下，分别使用中国行政边界图和河南省行政边界图作掩膜对TIFF格式的全球NO_2柱浓度月均值影像进行批量裁切处理，得到全国地区和主要研究区河南省地区的TIFF格式月均值影像数据。其中，得到的全国地区的栅格行列数为247×142，河南省地区的栅格行列数为25×20。

3）均值计算

在ArcGIS10.2平台下，对研究区NO_2柱浓度月均值栅格数据进行统计和计算，得到栅格数据的最大值、最小值、平均值和标准差等信息。进而再由月均值累加求平均值的方式计算出研究区NO_2柱浓度的季节均值和年均值。

4）图表制作

综合运用Excel2013和ArcGIS10.2，对研究区大气对流层NO_2柱浓度月均值数据和年均值数据进行记录、统计、计算和分析，并将结果数据以折线图、柱形图和GIS专题图的形式表达出来，使数据信息能够得到更好的挖掘和表达。

3、结果与分析

3.1 河南省对流层NO_2总体特征

3.1.1 总体浓度特征

根据NASA提供的全球对流层NO_2垂直柱浓度OMI Level3数据，经由ENVI软件进行影像裁剪和ArcGIS软件进行地理统计分析，得到了2006—2015年十年间全国地区和主要研究区河南省地区的大气对流层NO_2垂直柱浓度数据，并在软件支持下绘制出相应的图表（表1，图1）。由图表可得出如下结论：

1）2006-2015近十年间，全国年平均NO_2柱浓度为$6.00\times10^{15}molec/cm^2$，而河南省年平均$NO_2$柱浓度为$15.38\times10^{15}molec/cm^2$，平均倍数为2.55倍，远高于全国平均水平；

2）全国NO_2柱浓度最高年均值出现在2012年，为$6.72\times10^{15}molec/cm^2$，而河南省最高$NO_2$柱浓度均值则出现在2011年，为$18.36\times10^{15}molec/cm^2$，是全国最高均值的近三倍；

3）十年间全国范围内和河南省地区年均NO_2柱浓度都经历了一个先升后降的过程，但全国范围内的年均值变化幅度不大，表现平稳，而河南省地区年均值幅度变化明显，波动较大。从2006年开始，河南省NO_2柱浓度总体水平上开始逐年攀升（2009年出现小幅回落），其中涨幅最大的为$2.29\times10^{15}molec/cm^2$，出现在2011年，而后三年间处于相对稳定的高值状态；

4）自2014年开始，河南省NO_2柱浓度开始急剧下降，仅2014年一年就下降了约$4.44\times10^{15}molec/cm^2$，至2015年已回落到十年前的水平，为$12.08\times10^{15}molec/cm^2$，该值甚至略低于2006年的水平。

3.1.2 总体空间分布特征

由以上分析可知，河南省年均大气对流层NO_2柱

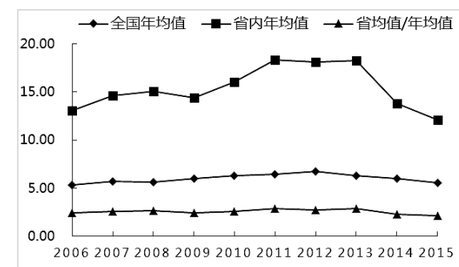


图 1 2006-2010年全国和河南省NO_2柱浓度均值曲线图（单位：$10^{15}molec/cm^2$）

表 1 2006-2015年全国和河南省NO_2柱浓度均值（单位：$10^{15}molec/cm^2$）

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	均值
全国年均值	5.36	5.67	5.64	6.01	6.28	6.45	6.72	6.32	5.97	5.58	6.00
省内年均值	13.04	14.60	15.06	14.43	16.07	18.36	18.13	18.24	13.80	12.08	15.38
省均值/年均值	2.43	2.57	2.67	2.40	2.56	2.85	2.70	2.89	2.31	2.17	2.55

浓度远高于全国平均水平，选取十年间二者 NO_2 柱浓度年均值都处于高水平的 2011 年作为典型代表，使用 ArcGIS10.2 制作出全国 NO_2 柱浓度分布图（图 2）。由图可知，全国范围内 NO_2 柱浓度高值主要出现在北京、天津、河北、山东、河南北部等地。河南省 NO_2 柱浓度总体空间分布特征为：省内 NO_2 柱浓度分布不均衡，总体表现为西南部相对较低而东北部相对较高，由西南到东北方向逐渐增加；高值城市主要有郑州、开封、新乡、焦作等，低值城市主要有南阳、信阳、三门峡等。

3.2 河南省对流层 NO_2 柱浓度月变化分析

结合使用 ENVI5.1 和 ArcGIS10.2 平台软件，经过统计计算可得到 2006—2015 年十年间河南省大气对流层 NO_2 柱浓度月均值（表 2）。选取每年中的 3 月、6 月、9 月、12 月四个具有典型代表性的月份，按照时间的先后顺序，绘制出 2006—2015 年 NO_2 柱浓度月均值随时间变化的折线图（图 3）。

观察图表，可发现十年间河南省 NO_2 柱浓度月均值变化具有以下特点：

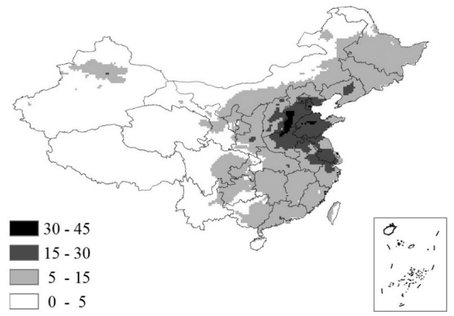


图 2 全国 2011 年对流层 NO_2 柱浓度分布图（单位：10^{15}molec/cm^2）

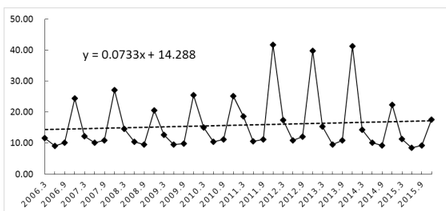


图 3 河南省 2006—2015 年 NO_2 柱浓度月均值统计图（单位：10^{15}molec/cm^2）

表 2 河南省 2006—2015 年 NO_2 柱浓度月均值统计表（单位：10^{15}molec/cm^2）

柱浓度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	均值
1 月	21.61	26.32	39.28	20.75	31.40	37.57	32.61	42.75	24.24	21.98	29.85
2 月	15.23	14.30	19.28	16.47	22.89	23.08	26.17	21.50	20.16	13.75	19.28
3 月	11.67	12.29	14.57	12.59	14.98	18.66	17.39	15.39	14.31	11.31	14.32
4 月	9.28	11.97	10.81	10.66	11.70	12.96	11.85	12.73	10.82	8.54	11.13
5 月	8.23	10.05	9.88	8.60	9.33	9.85	9.38	10.74	8.82	8.13	9.30
6 月	9.02	10.19	10.46	9.47	10.46	10.52	10.87	9.53	10.10	8.44	9.91
7 月	8.22	8.11	8.58	8.65	8.89	9.77	9.05	8.89	8.19	7.91	8.63
8 月	8.75	9.38	8.55	9.46	9.23	9.95	10.18	8.93	8.48	8.32	9.12
9 月	10.07	10.94	9.51	9.83	11.21	11.21	12.06	10.89	9.17	9.18	10.41
10 月	13.14	15.64	13.44	13.41	15.45	14.12	15.01	15.41	12.70	13.11	14.14
11 月	16.77	18.99	15.77	27.81	22.08	20.98	23.27	20.83	16.37	16.73	19.96
12 月	24.48	27.05	20.60	25.41	25.16	41.64	39.78	41.30	22.29	17.57	28.53

1）NO_2 柱浓度月均值最高值一般出现在每年的 1 月份或者 12 月份，最低值一般出现在每年的 6 月份或者 7 月份，其中十年间月均值的最高值出现在 2013 年 1 月，为 42.75×10^{15}molec/cm^2，最低值则出现在 2007 年 7 月，为 8.11×10^{15}molec/cm^2。

2）以年为单位来看，在一年的 12 个月中，NO_2 柱浓度月均值经历了先降后升的过程，从年初到年中呈现出下降趋势，从年中到年尾则逐月反弹上升。若以 6 月或者 7 月为对称轴，则一年中 12 个月的 NO_2 柱浓度月均值呈现出极强的对称性。

3）若将 2006—2015 十年间共 120 个月的时间周期视为一个整体，NO_2 柱浓度月均值变化则呈现出极强的周期性，周期为 12 个月，在每个周期中，都会出现一个最大值和一个最小值。

4）虽然自 2014 年开始，河南省 NO_2 柱浓度月均值开始急剧下降，但绘制的线性趋势线 y=0.0733x+14.288 显示总体趋势仍是上升的，这主要是因为在 2014 年之前的 8 年，NO_2 柱浓度月均值一直处于快速上升状态。

NO_2 气体是一种具有高度活性的痕量气体，其在大气中的浓度主要影响因素有三个：NO_2 排放总量、太阳辐射强度和大气扩散能力。河南省 NO_2 柱浓度月均值高值一般出现在每年的 1 月、2 月和 12 月，主要是因为此三月处于天气寒冷、云雾霜雪较多、太阳辐射能力弱和大气扩散能力差的冬季。另外，河南省人口众多，汽车保有量较高，冬季采暖所需化石燃料多，故而 NO_2 柱浓度月均值在 1 月、2 月和 12 月容易出现高值。

与冬季相对，河南省 NO_2 柱浓度月均值低值多出现在 7、8 月的夏季。河南省地处中原，属暖温带－亚热带、湿润－半湿润季风气候，夏季炎热多风，大气扩散能力强，太阳辐射能力强且雨水充沛。河南省所拥有的地理条件使得夏季大气中的 NO_2 气体容易消散，故而河南省地区 NO_2 柱浓度月均值多出现在每年的 7 月和 8 月。

3.3 河南省对流层 NO_2 柱浓度季节变化分析

为方便得出 NO_2 柱浓度变化规律，按照季节的气象划分法，将 3、4、5 月视为春季，6、7、8 月视为夏季，9、10、11 月视为秋季，12 月和次年 1、2 月视为冬季，并且通过相应的月均值累加求平均的方式得到 2006—2015 年河南省 NO_2 柱浓度季节均值（表 3）。通过该表绘制出了季节均值随年份变化的统计图（图 4）

由图表可得出 2006—2015 年河南省 NO_2 柱浓度季节均值变化具有以下特征：

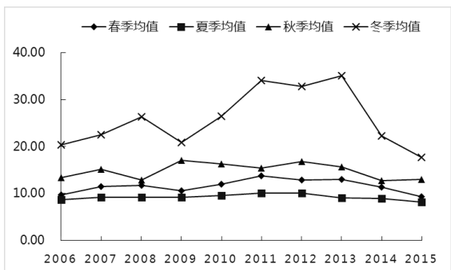


图 4 2006—2015 年河南省 NO_2 柱浓度季节均值变化（单位：10^{15}molec/cm^2）

表 3 2006—2015 年河南省 NO_2 柱浓度季节均值（单位：10^{15}molec/cm^2）

柱浓度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
春季均值	9.73	11.44	11.75	10.62	12.00	13.82	12.87	12.95	11.32	9.33
夏季均值	8.67	9.23	9.20	9.20	9.53	10.08	10.03	9.12	8.92	8.22
秋季均值	13.33	15.19	12.91	17.02	16.25	15.44	16.78	15.71	12.75	13.01
冬季均值	20.44	22.55	26.38	20.88	26.49	34.09	32.85	35.18	22.23	17.77
年均值	13.04	14.60	15.06	14.43	16.07	18.36	18.13	18.24	13.80	12.08

1）河南省2006—2015年NO_2柱浓度具有明显的季节特征，从各季节均值总体水平来看具有以下关系：冬季均值＞秋季均值＞春季均值＞夏季均值。一年中冬季最高，夏季最低，最高值出现在2013年冬季，为$35.18\times10^{15}molec/cm^2$，而最低值则出现在2015年夏季，为$8.22\times10^{15}molec/cm^2$，差距明显。

2）2006—2013八年间河南省NO_2柱浓度季节均值总体上呈逐年增长的趋势，其中春季、夏季、秋季增长幅度较小，相对平稳，而冬季增长幅度较大，波动性较强；从2014年开始，各季节均值都开始回落，其中冬季均值回落尤其明显。

河南地区地处中原，夏季受季风影响，大气扩散能力强，同时河南省夏季降雨充沛，日照充足，使得NO_2气体不易累积，因而夏季NO_2柱浓度季节均值低；冬季天气寒冷，太阳辐射降低，且河南省大部分地区受到大陆高压控制，大气扩散能力弱，使得NO_2气体难以消散并持续累积，种种因素共同导致了河南省地区冬季大气NO_2浓度明显偏高，空气质量严重下降。

3.4 河南省对流层NO_2柱浓度年际变化分析

由河南省2006—2015年十年间的NO_2柱浓度月均值经过简单的统计计算即可得到近十年河南省NO_2柱浓度的年均值，并绘制成直方图（图5）。由图可得到以下信息：

1）河南省近十年间，NO_2柱浓度年最高值出现在2011年，为$18.36\times10^{15}molec/cm^2$，最低值出现在2015年，为$12.38\times10^{15}molec/cm^2$，极差为$5.98\times10^{15}molec/cm^2$，近十年均值为$15.38\times10^{15}molec/cm^2$。

2）2013年以前的八年间，河南省NO_2柱浓度年均值总体上呈稳步上升的趋势，自2014开始则出现了急剧下降的趋势，仅2014年一年就下降了约$4.44\times10^{15}molec/cm^2$，降幅十分明显，至2015年已然回落到十年前的水平。

河南省人口基数大，人口约占全国总人口的1/13，化石资源消耗量和汽车保有量都相对较高，资源环境形势严峻，因此产生的NO_2污染气体量也远高于全国平均水平，大气环境状况不容乐观。但十八大以来，省委省政府认真贯彻落实十八大关于环境保护方面的方针政策，积极响应人民群众对蓝天绿水的渴望，于2013年11月和12月先后制定发布了《河南省减少污染排放条例》和《河南省环境污染防治设施监督管理办法》，在环境保护和大气污染治理方面加大资金和人力投入。从近两年的数据上看，政府这些政策和措施已经取得了较为明显的成效。

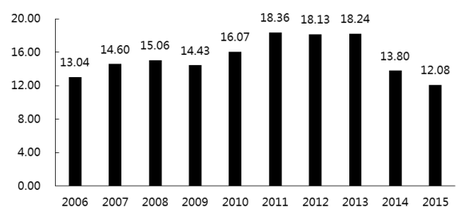


图 5 2006—2015年河南省NO_2柱浓度年均值变化（单位：$10^{15}molec/cm^2$）

3.5 河南省对流层NO_2柱浓度空间变化分析

在ArcGIS10.2平台下，将2006—2015年河南省大气对流层NO_2柱浓度年均值栅格数据按照NO_2浓度值高低进行重分类（表4），并将分类结果制作成为专题图（图6）。

由专题图可得出如下结论：

1）河南省NO_2浓度空间分布及其不均衡，总体上呈现出由西南到东北逐渐增加的趋势。低值区主要出现在西南部的信阳市、南阳市、驻马店市和三门峡市；中值区主要出现在中部西南部城市，有平顶山市、洛阳市、许昌市和周口市等；高值区主要出现在中部和东北部，有郑州市、开封市和焦作市等；极高值区则主要出现在河南省东北角与河北省毗邻部分省市，主要有新乡市、鹤壁市、安阳市和濮阳市等。

2）从2006年到2015年，从总体趋势来看河南省NO_2浓度低值区面积从逐年减少再到逐年增加，最小面积出现在2011年，这与前文指出的河南省NO_2浓度最高年均值出现在2011年相符；与此相反，河南省NO_2浓度极高值区面积从逐年增加再到逐年减少，其中2011年、2012年和2013年均高居不下，至2014年、2015年则完全消失。

3）从全省总体趋势来看，河南省大气对流层NO_2浓度经历了一个由少到多，再由多到少的一个循环，从图表和数据来看，目前大气中NO_2浓度水平已经回落到十年前的水平。

表 4 影像重分类标准

类别	NO_2浓度范围（X）	代表城市	备注
低值区	$0\leqslant X<10$	信阳市 南阳市 驻马店市	单位：$10^{15}molec/cm^2$
中值区	$10\leqslant X<20$	洛阳市 许昌市 平顶山市	
高值区	$20\leqslant X<30$	郑州市 开封市 焦作市	
极高值区	$30\leqslant X<40$	新乡市 鹤壁市 安阳市	

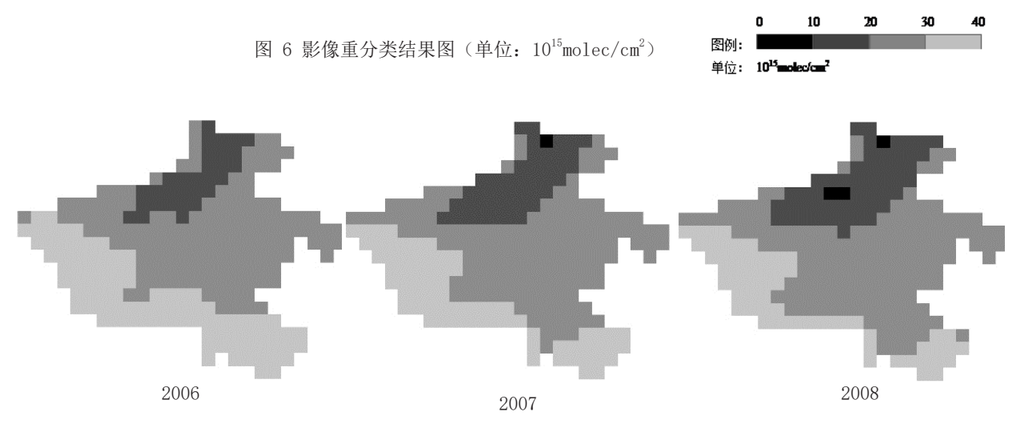
造成河南省NO_2浓度分布不均衡，南北差异大的原因大致有以下几点：

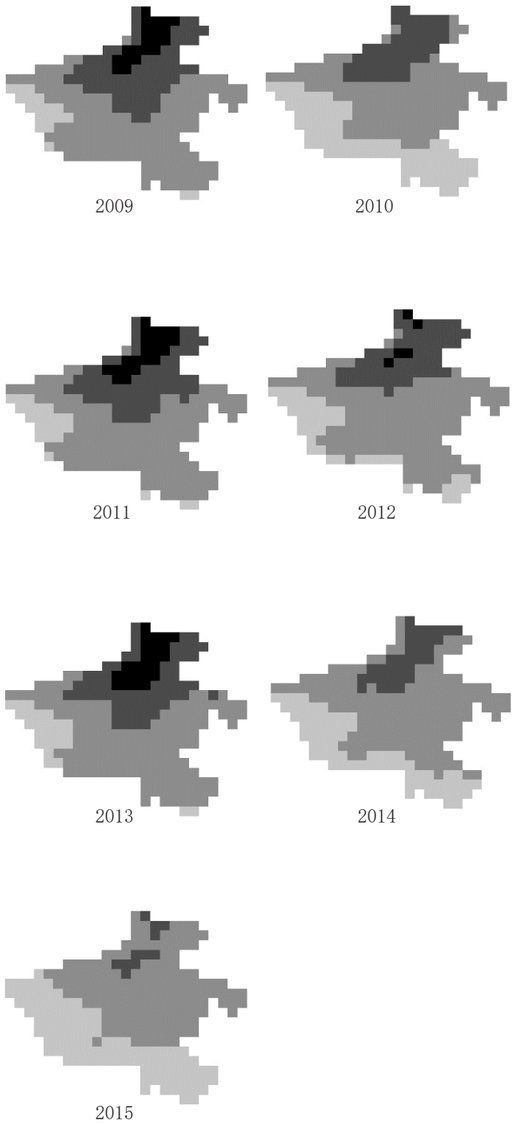
1）河南西南部多为山地和丘陵地带，地势高，绿色植被多，人口密集度低，人类活动和工业排放的NO_2较低，因而NO_2浓度较低；而河南东北部多为开阔的平原地带，人口密集度高，工农业集中，冬季大量使用煤炭取暖，因而NO_2浓度较高。

2）河南省年降水量分布不均，呈现出南多北少的情况，降水量最为充沛的是豫南，充沛的降水可以溶解一部分大气中的NO_2气体，因而在一定程度上影响了NO_2浓度的分布；另外，由于南北存在着纬度差异，南部纬度较低因而太阳辐射条件优越，北部纬度高而太阳辐射少，由于太阳辐射强度是影响NO_2浓度的重要因素之一，因此加剧了南北NO_2浓度在空间上的分布差异。

3）河南省东北部与河北省相接，而京津冀地区NO_2浓度是全国的高值区，因而由于大气对流层的空气流动，使得河南省东北部NO_2浓度在一定程度上受到了相邻地区的影响。

图 6 影像重分类结果图（单位：$10^{15}molec/cm^2$）





4、结论

本文使用OMI卫星全球对流层NO_2垂直柱浓度Level3级产品数据，综合运用ENVI+IDL和ArcGIS进行影像处理和地理统计分析，研究分析了河南省2006—2015十年间大气对流层NO_2垂直柱浓度时空变化规律，得到如下结论：

1）2006—2015近十年间，全国年平均NO_2柱浓度为6.00×10^{15}molec/cm^2，而河南省年平均NO_2柱浓度为15.38×10^{15}molec/cm^2，远高于全国平均水平，大气污染较为严重；综合近十年的数据来看，河南省NO_2柱浓度经历了由低到高，再由高到低的一个循环，最高年均值出现在2011年，为18.36×10^{15}molec/cm^2。

2）河南省NO_2垂直柱浓度每年的月均值具有极强的对称性和周期性；最高值一般出现在1月或者12月，最低值一般出现在6月或者7月，并且以年为单位进行周期性循环，这种情况主要是由人类活动和气候条件决定的。

3）河南省NO_2垂直柱浓度具有明显的季节特征，具体表现为：冬季均值＞秋季均值＞春季均值＞夏季均值。春季、夏季和秋季NO_2浓度较低，变化稳定，而冬季NO_2浓度一般是一年中最高的季节，且波动较大。

4）河南省各地区间NO_2垂直柱浓度分布极不平衡，总体上由西南部到东北部逐渐增加，造成这一现象的主要原因有南北地貌、降水、太阳辐射的不同以及人口密度和工业化水平的不同。

论我国污染源监测管理的改革

■ 宋国君 赵英煚 黄新皓

（中国人民大学环境学院，北京，100101）

【摘 要】污染源监测的目的是对守法信息进行收集和分析，确认守法情况，为执法行动提供证据。经验表明，合理的管理职责划分、多方合作机制和竞争的市场环境有助于促进守法、降低监测成本。美国基于排污许可证管理的固定源监测、记录和报告机制使监测程序和数据更为规范和准确。建议我国在监测制度的完善和监测机构的改革中借鉴这些经验。

【关键词】污染源；守法；执法；监测管理；排污许可证；美国

为了防止或减少污染物向环境中排放，各国均通过环境保护立法避免或减轻环境污染。制定法律是第一步，更重要的是承担法律义务的人遵守和执行法律的规定，即向环境中排放有害影响物质的污染源要做到守法，政府在其管辖的区域和权限范围内通过强制的执法行动促使污染源守法。此外，执法行动也包括通过培训、技术援助等手段促进守法行动，鼓励污染源自愿守法。

污染源监测的目标

污染源守法的意义在于污染源通过提供证据证明自己的排放满足法律法规的要求。执法的目的则是要确保各项环保法规得到遵守，对违法者给予必要的纠正和惩罚。在美国联邦法规中，污染源监测被定义为“通过手动和自动仪器装置测量和收集数据，对数据进行记录和处理，用数据核查污染排放水平及生产设施、污染防治设施的运行状态，以确保与产排污相关的操作遵守适用的要求”。守法监测和执法检查（监测）是法律执行的最重要因素之一，其目的是通过污染源自行监测和报告、公众监督、管理机构守法检查等方式收集和分析污染源的守法信息，确认守法状况、为执法行动提供证据、查明和矫正违法行为。从守法和执法两个方面，监测包括污染源自行监测和执法检查（监测）。根据污染者付费原则，污染源应承担全部的自行监测责任，通过自行监测证明自身守法。执法检查（监测）包括管理机构的核查和监测、上级机构监督和公众监督。

监测管理机构设置与职责划分

法律的实施需要创立执行机构，若缺少相应的管理体制，就难以明确守法保证监测与执法检查职责。守法保证监测和执法检查工作涉及政府和其他组织，必须明确各个组织的作用与职责。对于职责的划分问题，要考虑守法保证监测和执法检查方案应该是集中实施（如由国家统一组织实施）还是分散实施（如由地方政府组织实施），应当让公众和非政府组织参与到何种程度。各国针对不同类型的污染源分别采用不同的方法，美国对固定源的管理采用了一种平行责任的方法。国会授权环保署（以下简称“EPA”）与州政府共同对环境保护的联邦法律负责。法律规定EPA在政策、标准制定和监督执行方面负有主要职责，州和地方政府负责具体法律

法规的执行。EPA在全国设置了10个区域办公室处理跨州污染争议和对地方政府的环境保护行为进行监督。州政府只有经授权后方可颁发许可证，根据州环境委员会（ECOS）的统计，州承担了全国绝大多数许可证的发放工作，97%的执法检查由州实施。

除政府机构的直接管理外，政府通过公开所有非涉密的污染源监测信息，与行业协会、大学、公益团体、私人公司等组织合作，能促使守法监测和执法检查工作更为顺利地开展，并有助于降低成本。例如，控制设备和监测设备协会对传播法律规定，仪器操作等有强烈的经济利益动机；大学研究人员通过与政府和企业沟通，能够提供改进建议；公益团体通过发布守法状况信息和执法信息，起到对公众普及知识，协调企业与公众关系的作用；私人公司可以提供更加快速和低价的监测和检查服务。此外，还有政府建立的专业认证实验室，提供采样、监测等培训，提供资质认证等服务。例如，EPA与美国国家标准与技术研究所（NIST）合作，对生产连续监测系统标准气体的公司进行盲审认证，并公布审核结果，确保气体符合规定的精度要求，为固定源购买标准气体提供参考。

监测管理程序

环保法律法规中明确了污染源须遵守的规定（如排放限值），如果充分识别所有污染源是否守法需要大量的专业监测人员和监测设备，则技术难度和经济成本过高，几近不可行。因此，在法律层级由高到低的法律、法规、技术指南中，各项限制规定互相衔接，逐级细化，最终通过排污许可证执行。各项限制规定均包含对应的监测方法，以当下实用、可靠且成本有效的技术为基础。例如，在排放浓度或排放量限值的规定中，包括与此限值相适应的时间周期要求，如每5分钟、每小时、每月等，并有对应的监测方法和监测频次要求。

对于空气固定源的管理，EPA在《清洁空气法》的框架下系统修订了联邦法规各部分的监测规定（包括排放标准中对应的监测要求、守法保证监测、连续监测系统规定等），制定了标准化的监测流程，建立了有效的监督机制。通过排污许可证这一精细化的“个案管理”（Case-by-case）工具，明确了对每一个产排污单元的排放限值及其对应的监测、记录和报告要求，以确保固定源“连续”守法排放，有助于减少管理机构的执法成本和增强检查效果。

一是监测方案的制定与实施。美国排污许可证中监测规定的实施通过“固定源制定和提交监测方案－管理机关审核－监测方案载入排污许可证－依方案监测－数据处理－排污许可证守法报告－管理机关守法监测和评估”的系统化监测程序，使固定源监测更具可操作性，监测数据更规范。

美国法规中针对不同规模、不同类型的产排污单元，有不同的监测要求。要求一定阈值以上的产排污单元在排放口安装使用连续监测系统，安装客户端提交电子监测计划；要求小型产排污单元制定守法保证监测计划（CAM）。例如，“清洁空气市场”各项目下的受控单元均需要使用与连续监测系统配套的排放数据收集与监测计划管理系统（ECMPS），该系统能够实现电子格式的监测计划、排放数据、质量保证测试数据等的管理和上报功能。监测计划必须包含产排污单元信息（使用的控制技术、燃料监测系统）、烟囱信息、监测点分布和监测设备位置、监测方法、数据处理与分析方法、数据质量保证方法。守法保证监测计划的设计原则包括两个方面：一是要求固定源依照规定的监测方法在烟囱连续监测；二是要求固定源对代表产治污设施运行工况的关键参数连续监测。在计划中必须对监测指标的选取、指标设置范围、监测的绩效标准（数据代表性、质量控制和质量保证、监测频次、平均取值时间），根据法规进行设置和论证。以上计划经许可证管理机构审核通过后载入排污许可证草稿中，排污许可证草稿必须通过信息公开和公众参与的程序后才能被签署生效。许可证生效后，固定源必须按照许可证中监测的要求实施监测。

数据记录使监测过程和结果可被核查，为固定源守法提供证据，但较少作为违法处罚依据。例如，宾夕法尼亚州为了促进守法，鼓励固定源准确记录自行监测数据，要求固定源必须报告违法行为，但是很少使用这些自测数据作为执法的依据，还会通过减少自测频次等作为奖励。记录方式除少部分需要保存纸质文件外，多数信息需按规定的电子格式保存，以便快速核查。ECMPS能够记录XML格式的电子数据，记录内容包括处理后的连续监测系统数据、燃烧单元数据、污染控制设施数据、监测计划信息、质量保证检查结果数据等。守法保证监测记录的数据包括监测数据、控制设施的绩效数据、质量改进计划的信息，以及产排污设施的开停机、维护信息，运行异常情况等信息。数据和其他信息一般保留5年。

按照许可证法规要求，所有者或经营者至少每6个月提交一次守法证明报告，通常包括设施信息、小时排放数据、操作数据、质量保证测试结果数据、季度和年度运行小时数、季度和年度排放量数据等。如果发生不合规情况，固定源应当迅速报告地方空气管理局。大量的数据记录和守法报告能够为政策的制定与改进提供依据。

质量保证（QA）计划能够有力保证监测数据的准确性。EPA为污染源提供统一的质量保证软件，由固定源对各类数据进行检查并记录和报告。EPA要求一名排放源负责人提供电子签名和一份认证声明，声明质量保证和其他所有报告数据均完整有效，如有不实，甘愿接受罚款或监禁。

二是守法保证监测与执法检查。对于排污许可证守法的检查与评估，EPA要求地方空气质量管理局制定守法监测与评估策略（CMS），通过守法监测行动的全合规评估（FCEs）、部分合规评估（PCEs）、守法调查（Investigations）三种类型和现场检查（On-site Visit）、非现场记录检查（Off-site Recorder Views）两类方式，对固定源记录报告进行核查和现场检查，监督企业的自行监测。

根据《清洁空气法》的规定，EPA代表有权在出示信任状后进入固定源，对任何设备、记录等进行调查。例如，EPA稽查人员能够携带专业设备进行质量保证现场稽核，包括审查监测计划、历史数据等，现场检查监测设备和维护记录、对监测系统进行绩效检验、与固定源工作人员面谈，以此确保监测数据的质量。地方管理机构也有负责视察的专业人员，例如在阿利根尼县有3名视察员与1名工程师专业从事焦化厂的视察工作，1年至少视察一次，且不预先通知污染源。通常用1天时间检查工厂记录及处理设施，发现有违法嫌疑时，填写执法文书，指明违法事项，分别送交污染源和执法部的法律处。

我国监测管理制度中存在的问题

我国的污染源守法与管理机构执法均面临数据失真严重，证据不足，无法形成完整证据链等现实问题。导致守法证明和执法依据不足，法律法规可实施性差。其实质是我国的污染源管理体制与管理模式存在问题，原因出自多个方面。在管理方面，政府威慑力不足，执法依据不充分，与企业和公众的沟通不畅，导致难以有效执法，污染源缺乏守法的动力；在认识层面，污染源缺少内部数据审计意识，管理人员守法意识淡薄，技术人员缺乏职业素质培训；在技术方面，缺少灵活的、经济可行的监测技术规定，现有的技术规范多为“一刀切”，针对某些特定的污染源存在难以操作的问题。

未明确污染源负责守法监测的全部义务，管理部门承担了很多守法监测责任

由于缺少排污许可证管理，企业自行监测比率不高，监测行为不规范，只是根据排放标准简单地进行监测和记录，对频率、数据应用、成本、受众反馈、时空尺度等缺少考虑，导致企业的自行监测数据难以认可。为判定固定源是否达标排放，环境监测站对辖区内污染源进行了一定频次的监督监测，政府主导的监测方式带来一系列高成本、低效率、低时效性的问题，不足以判定固定源是否连续达标排放。

监测规定之间的衔接性不足，执行效果差

例如烟气连续排放监测规范虽然对监测项目、传感器安装位置、设施的维护运行、数据的记录传输均有详细规定，但是各规范之间未形成系统的可操作程序，难以控制监测的规范性和一致性。对于获得的原始数据缺少统一数据处理、质量控制和质量保证程序的规定，未明确数据保存的电子格式和保存时间，导致数据质量差，精确性不足。

缺少多方合作机制，监测的市场化程度不足

监测规定在制定过程中，缺少与受控固定源的合作，导致忽略某些污染源的现实困难，缺少变通的替代规定，某些特定的产排污单元需负担过高的成本。监测规定在实施过程中，企业缺少专业工程师，并不能完全理解法规的要求，最终规定难以执行。由于信息公开程度不足，公众缺乏对企业排污的重视，学术科研单位难以获知监测政策的制定过程和执行情况，难以通过政策评估推动管理的进步。监测的市场化程度不足，市场中具有资质的监测公司在数量与规模上无法与具有垄断地位的监测站公平竞争。缺少国家监测实验室，难以保证监测技术的不断开发和完善。

完善监测制度与监测机构改革的对策建议

建立开放和各相关方共同参与的规范制定机制

在监测管理办法以及技术规范制定和修订的过程中，环保部应当与被管理者、科研机构、公众建立良好的合作关系，减少执行阻力，提高执行效率。在监测实施的过程中建立数据库统一管理数据，通过网站公开经审核认证后的数据，公开管理部门的核查和执法信息，方便上级部门对下级部门的监督，促进公众对污染源和管理部门的监督，为科研机构的研究提供一手数据，推动政策的进一步完善和监测技术的进步。

加快制定和更新监测管理办法和技术规范

根据《大气污染防治法》等法律规定，明晰污染源的自行监测责任和各级监测管理部门的权力职能划分。以当下实用、可靠且成本有效的技术和方法为基础，系统制定和更新各项监测管理办法和技术规范，提高规定之间的衔接性，并制定必要的替代和豁免规定。修订质量控制和质量保证程序，确保监测数据能够满足守法和执法的准确度需求。建立国家监测技术实验室，加快完善监测技术和监测方法。

强化排污许可证管理，加快排放标准改革和更新

参考美国排放标准的制定程序，进一步完善我国的排放标准体系。分别出台点源和固定源排污许可证条例，在点源和固定源的排污许可证中明确每个产排污单元需遵守的排放标准和相应的监测、记录、报告规定。建立信息平台，保障监测数据全部核查入库，并作为排放标准制定的样本库，为制定基于统计的排放标准奠定基础。

完善公平竞争的环境监测市场环境

进一步分离监测站的市场职能部门，放松市场准入限制，允许符合条件的各类所有制企业进入监测市场。强化对监测企业的日常管理，要求企业聘用一定数量的具有资质的工程师，对提供伪造篡改数据服务的企业进行处罚或淘汰。允许污染源自由选择有资质企业的服务，但是必须按规定签订合同，在每一份报告上必须由负责人员签名，声明对数据的真实性负责。建立国家环境监测认证机构，对市场上的监测仪器、标准气体等进行认证。

——文章摘自《环境保护》期刊

天津环境监察移动执法系统建设与应用

■ 文－崔金鹏[1] 白东伟[2] 王健[2]

（1. 天津市环境监察总队，天津，300191；2. 中科宇图科技股份有限公司，北京，100101）

【摘　要】本文以天津市环境监察移动执法系统为例，对环境监察移动执法系统进行全面剖析，详细阐述了环境监察移动执法系统在实际监察工作中的效用，提出了适合大数据形势下的环境监察执法建设的思路，探讨了如何巩固以及深化移动执法系统在监察工作中的实际应用。

【关键词】环境监察；移动执法；执法效用；环境信息化；天津

白东伟

当前，环境保护工作范围不断拓宽、工作要求不断提高、工作强度不断增大。身处执法一线的环境监察系统，受到人员少、基础弱、底子薄等客观因素制约，愈发难以适应新形势下环保工作新要求，迫切需要改革传统执法方式，提高环境监察执法效能。在此背景下，环境保护部适时开展了移动执法试点工作，按照环境保护部《关于加强环境监察移动执法试点建设工作的通知》《2012年中央财政主要污染物减排专项资金项目建设方案》和《环境监察移动执法系统建设指南》等文件要求，经过两年努力，全国共完成了28个省级移动执法平台建设，覆盖200余个地市级环境监察支队。

天津市位于海河下游，地跨海河两岸，是北京通往东北、华东地区铁路的交通咽喉和远洋航运的港口，有“河海要冲”和“畿辅门户”之称，环境保护工作尤为重要。天津市环境保护局历来重视环境信息化建设工作，无论从基础硬件建设还是信息化软体建设，都有很好的基础，为环境监察执法信息化系统扩充提供了坚实的保障。

本文以天津市为例，阐述天津市环境监察移动执法平台的建设过程，介绍系统建设思路，即以数据中心和地理信息一张图为系统基础，以综合统计查询、数据审核更新、权限管理为后台支撑，以任务、执法、案件等业务功能模块为前端应用，搭建统一、稳定、高效、可持续更新的移动执法平台。并介绍了天津市环境监察移动执法平台的建设成效以及如何巩固深化移动执法系统的使用。

移动执法系统的基本构成

已建成使用的天津市环境监察移动执法系统架构如下图1所示。

整个系统的设计遵循“五个一”架构开展，“一机制”由标准规范、安全保障、运维管理三项保障性机制组成，是信息系统稳定高效运行的基础；“一张网”依托各类执法工具和数据传输网络构建了执法数据的采集和传输链路，“一中心”与“一张图”是系统的特色，将繁杂的监察数据与形象的地理信息数据结合起来，实现了基于空间信息的环境监察管理。

“一平台”作为应用层是整个移动执法系统的核心，也是与环境监察工作结合最紧密的部分，监察人员借助“一平台”中的这些功能模块完成监察任务。一平台分为前端和后台两个部分，共由九大板块组成，包括任务管理、现场执法、立案审批、数据中心、地理信息、统计分析、环保手册、行政管理和系统管理，是一套全程信息化、可复制推广、可持续更新拓展的移动执法“生态系统”。

在整个移动执法系统中，“任务管理”是系统的业务枢纽，通过与短信提醒相结合，可及时通知或派发任务给指定人员开展各项监察工作；“现场执法”是执法人员最常用的模块，利用信息化方式固化违法证据，提升执法效能，规范执法程序；“立案审批”可以对企业违法行为进行立案，实现逐级审批处理，

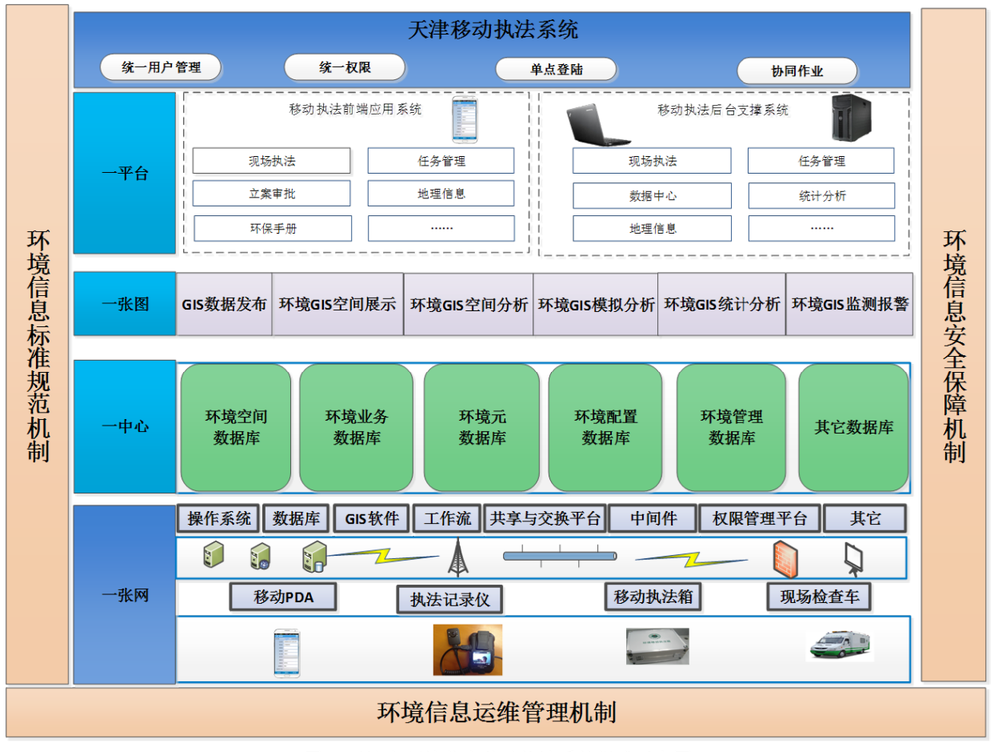


图1 天津市环境监察移动执法系统组成示意图

对案件进行全过程信息化监管；“数据中心”与地理信息同为系统的两大基础模块，通过与申报登记等相关数据库的互联互通，形成较为详细的污染源一企一档；“地理信息”突出其直观展示的特点，与数据中心进行有效互动；“统计分析”依托于数据库内各类数据，通过不同主题，不同维度的多种组合方式，对数据进行深度挖掘，可借助此功能形成分析报告，辅助日常工作决策；“环保手册”通过整合环境保护相关法律法规、标准、制度等，为执法人员开展工作提供有力支持；“行政管理”通过对使用人员相关行为进行记录，使工作执行情况准确量化，为绩效考核工作提供有力依据；“系统管理”主要用于权限管理与运行维护。

移动执法系统的保障体系建设

2012年，天津市通过积极争取，成为移动执法系统试点建设单位。在移动执法系统建设之初，立足长远、详细研讨、准确定位系统建设目标，做到了“两认识、一明确”。充分认识系统建设的重要性。通过实现执法过程电子化、规范化、阳光化、移动化，切实提升工作效能；把移动执法系统建设作为提升执法效能的必选途径和监督保护执法队伍的重要手段。充分认识系统建设的复杂性。既充分考虑信息化建设专业技术问题，又严格遵循信息化建设发展规律；既长远考虑，搭建完善框架，又建用结合，不断完善。明确系统建设的总体目标。确定集中部署，强化需求分析，预留后续开发接口的构建思路，以数据中心和地理信息一张图为系统基础，以综合统计查询、数据审核更新、权限管理为后台支撑，以任务、执法、案件等业务功能模块为前端应用，搭建统一、稳定、高效、可持续更新的移动执法平台。

一是迅速落实机构资金双重保障。为确保项目顺利实施，成立了由天津市环境监察总队、天津市环境保护信息中心和各试点区县监察支队相关负责人为成员的天津市环境监察执法能力建设项目领导小组，还专门抽调5名工作人员组成项目工作组，具体负责系统建设的组织实施工作。与此同时，积极协调天津市财政等部门，迅速落实系统建设资金。

二是稳步推进系统建设工作。建设经费获批后，积极开展项目前期调研工作，多次召开试点单位研讨会，于2013年初拟定《天津市环境监察移动执法系统项目建设方案》；同年3月组织召开“建设方案专家论证会”；5月上旬启动政府采购招标工作；7月底完成系统软、硬件设备采购任务；9月底初步完成系统联调联试和软件开发；10月组织天津市使用培训，启动系统试运行工作；截至2014年3月，5个试点单位全部通过系统使用考核。整个移动执法系统建设流程环环相扣、步骤紧凑，仅用1年时间就已进入正式运行阶段。

三是实现系统互联互通。在保障系统稳定运行，实施动态更新的同时，将移动执法系统与其他环境保护工作系统进行对接，先后实现了与污染源数据实时采集、市政府法制办执法监督、全市网格化监管、市环保局自由裁量等系统平台的互联互通，并根据监管执法新要求，新增了随机抽查模块，为全面落实“双随机”制度提供技术保障。

四是强化宣传扩大影响力。天津环境监察移动执法系统建设得到了环保部、相关省市、单位的肯定，江苏、广东、广西、江西、山西、新疆等相关单位及天津市建委、海事等部门的执法单位先后来天津环境保护局开展调研交流；中央电视台、中国环境报、天津电视台、北方网等多家媒体对系统建设进行详细采访报道。通过宣传交流，不仅使移动执法系统工作不断更新、更加完善；也为下一步移动执法系统在全国及天津市全面推广起到积极促进作用。

环境监察移动执法系统建设的重点问题探讨

在移动执法系统的建设和使用中，天津市环保局结合环境监管执法实际，突出“四个注重”，实现系统效用最大化。

一是注重“数据中心”功能定位。紧紧围绕“集成、审核、更新”三大要点建设移动执法系统。“集成”即以申报登记全程信息化数据为基础数据库，整合建设项目、执法案卷、12369信访、在线监测等环境执法业务数据，对各类信息进行梳理分类，抓住重点数据，对不同业务需求进行区分显示，确保数据库既庞大又不失高效；“审核”即在数据中心之外再建设一个缓存数据库，对各种不同来源的相关数据进行有效性审核、数据质量审核，提高数据库的数据质量，确保数据库既有活力又不失准确；“更新”即通过系统设计及制度化手段，形成长效机制，实时更新数据并建立修改日志，确保数据库既可实时调整又可追根溯源。

二是注重发挥综合统计分析作用。将数据中心和地理信息系统有机结合，构建相对完善的综合统计分析系统，突出“关注问题直观展示”和“数据信息深度挖掘”的双核作用，关注问题直观展示方面，开发了地图与表格相结合的双转换模式，使业务数据图像化、空间化；数据深度挖掘方面，利用多维度查询方式，实现“统计、列表、详情”三级架构的多条件综合统计分析功能。

三是注重坚持以人为本的建设理念。坚持以人为本的开发使用原则，在整体架构下逐步开发各项功能模块，确保系统便于操作。第一突出设计便利化。充分考虑使用人员年龄、水平和使用习惯等因素，在移动执法系统内设置执法模板，引导和辅助执法人员完成企业现场监察任务，在提高现场执法效率的同时减少纰漏。第二开发短信提醒功能。及时提醒任务、案件流程节点，及时掌握进度，确保任务按期完成。第三重视意见反馈。通过QQ群、微信群及时收取使用人员反馈信息，提升沟通速度及质量，高效解决问题。

四是注重运用科技和制度手段加强管控。科技运用方面，引用先进的管理软件，实现版本更新提醒和远程升级、设备丢失远程擦除数据和注销硬件、专网公用流量池等功能，保障信息传输与保存的安全稳定高效；制度建设方面，编制印发《天津市环境监察移动执法系统使用管理制度（试行）》，明确系统管理要求和维护使用方法。采用完善的质量控制体系，通过项目组周例会等多种定期沟通方式，及时了解、迅速解决系统运行问题。

环境监察移动执法系统的应用与完善

截至2016年4月，天津市环境监察移动执法系统已连续稳定运行两年，已生成电子通知3098个，下发各类任务971个，参与执行任务16855人次；开展现场检查及调查询问4920次，立案案件1424件；建立“一厂一档”13568家，录入天津市批建设项目信息2673条，生成污染源审核变更记录4680条；收录法律法规243条、环保标准114条。随着系统建设的不断完善，任务传达、笔录制作、立案审批的时间大大缩短，执法装备便携化程度逐步提高，系统在线人数稳步提升，系统的运行使用对加大环保执法力度、优化执法效果起到了促进作用。2015年天津市共出动环境执法人员约6.3万人次，现场检查企业约3.4万家次，与移动执法系统未启用运行的2013年相比，分别增长43.2%、21.4%，立案1472起，共处罚8613.17万元，与移动执法系统未启用运行的2013年相比，分别增长215.9%、750.8%，并在2015年天津市政府法制办的绩效考核中取得了履职率100%的优秀成绩。

通过天津市移动执法系统的建设和使用实践可以看出，移动执法系统通过任务分发、现场执法、立案处理等功能模块，实现了环保执法业务全部信息化，通过信息化手段的运用，有效改善了天津市执法工作效率，一方面保证了信息及时传递和业务高效运行，形成了完善、可共享的“一厂一档”监管底册，为环境监管工作提供有效准确的基础信息，改善了以往现场监察时无法获取准确、完整企业信息的情况；另一方面通过现场检查笔录实时上传，确保执法取证证据能够第一时间固化，即提高了工作效率、节省工作量，又杜绝因随意更改检查记录而带来的廉政风险，推动阳光执法体系建成。

同时，随着移动执法系统的不断推广，以及不同

习惯使用者的增加，产生了一系列问题。例如随着数据交互量的不断增大，网络流量、设备折旧更新等环节产生的相关运行维护费用将持续增多；系统的统计分析等软件功能需进一步增强和优化；移动执法套装集成一体化程度不够高等。因此，应着力推动以下三个方面的工作，加强环境监察移动执法系统的建设、完善和使用。

一是推动移动执法系统全覆盖。切实按照《国务院办公厅关于加强环境监管执法的通知》要求，扎实推进环境监察移动执法系统二期工程建设，截至2016年底，在天津全市范围内推行环境监察移动执法系统。

二是推动系统效能全面提升。进一步优化软件功能，实施“两开发”工程，确保移动执法系统二期提质增效。首先开发执法清单功能，细化执法检查组成模块，为更深层次数据分析做准备。其次开发辅助培训系统，通过图片、视频方式讲解软件使用问题，通过即时通讯模块，更快解决问题。最后进一步增强硬件保障。加强硬件终端一体化、小型化、集成化设计研发，配置更加便携易用的移动执法套装。探索利用电子公章、电子签章技术，在保证执法法律有效性、权威性的同时，精简原有流程中“打印—纸质签字—扫描—回传”步骤，实现全过程无纸化办公目标，进一步提高信息化程度。

三是推动执法系统与大数据平台深度对接。充分利用系统建设成果，深度挖掘、横向扩展，加快天津市移动执法系统接入环保部大数据平台进程。利用已有数据审核更新机制，通过体系复制和多元融合技术，将移动执法系统数据应用到更广阔的环保业务领域，为环境保护整体工作的推进提供实时、精准的执法信息。

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

马飞

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一毫放松。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，在国家和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。

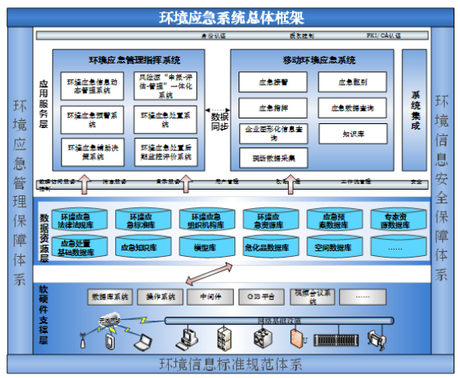


图 1 总体框架

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“一源一事一案”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。

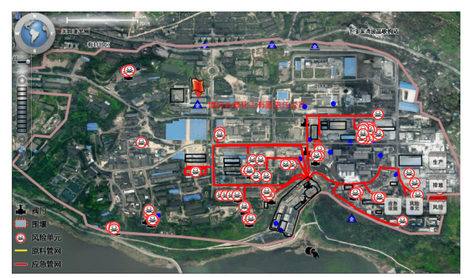


图 2 图形化预案展示效果

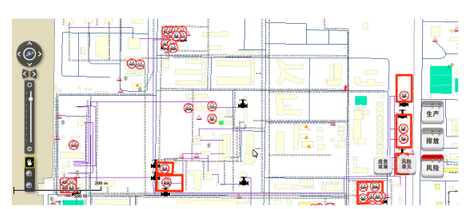


图 3 图形化预案细节展示效果

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，通过规范基础数据建库，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为全面的数据参考。

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层电子地图系统，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。

张家口市水务局水利现代化系统建设

■ 文－王昊 中科宇图科技股份有限公司智慧水利产业群技术部

【摘 要】在全国水利信息化发展大方向指引下，张家口市水务局水利现代化系统建设包括建设比较完善的水利信息基础设施体系、功能比较完备的水利业务应用体系、统一规范的技术标准体系、安全可靠的保障体系、与水利改革发展相适应的水利信息化综合体系。水利现代化的系统建设全面提升了对水利日常工作及应急处理的支撑与服务能力，对张家口市水务局实现水利现代化发挥了重要作用。

【关键词】系统建设；防汛抗旱指挥调度系统；水资源管理系统；水利工程建设与管理系统

王昊

1、引言

随着信息技术的不断发展以及各水务部门对信息化应用需求的不断提升，张家口市水务局建设了水利现代化系统。解决了信息整合、资源共享以及智慧决策调度等问题，提升了水资源管理、防汛抗旱、水利工程等业务的综合管理效率，实行了数据统一存储管理、资源共享、水资源优化配置与预测分析等业务的智慧决策和综合指挥调度，实现了“从静态到动态、从平面到立体、从管理到决策”的水利现代化系统。

张家口市水务局水利现代化系统建设的具体内容包括：建设张家口市水务数据中心（基于张家口市现有基础数据以及业务数据开发张家口市数据库及应用系统）（见图1）；建设张家口市地理空间数据（包括矢量数据、影像数据等）；建设张家口市水利现代化综合管理平台（包括水务局外网与统一的办公内网）；建设统一的业务系统（包括防汛抗旱指挥调度系统，水资源管理系统与水利工程建设管理系统）。

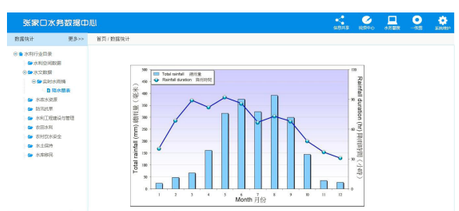


图1 张家口市水务数据中心

防汛抗旱指挥调度系统是集数据展示、实时雨水情监视、内部预警、应急会商、预警发布及信息管理于一体的综合业务查询预警系统，主要功能包括基础信息，实时监控，气象国土查询，雨水情监测、水情预报、预警发布、应急响应、值班管理、系统管理等；水资源管理系统主要功能包括水资源业务管理、水资源信息管理、水政水资源监察管理、水资源优化配置、水资源供需平衡分析、水资源变化规律及趋势分析；水利工程建设管理系统主要功能包括水利工程信息查询，水利工程管理以及水利工程预警管理。

2、系统结构建设

张家口市水利现代化系统建设以分布式地理空间数据库为基础，采用了GIS技术、数据库技术、网络技术和其它相关信息技术，建立了跨地区、跨部门的“一站式”协同服务体系，实现了各种基础地理信息、水利专题空间信息资源的统一管理、整合、交换和共享。

张家口水利现代化系统建立在信息基础之上，信息采集的内容有气象、水雨情、工情、旱情、水质、地下水、水土保持等，采集手段包括遥感、遥测、传感器自动采集、云台摄像、手工输入、通过数据接口自动获取等。具体的采集内容、手段、采集地点的布局根据具体系统决定。系统的数据传输体系主要包括有线传输、光纤传输、卫星传输、微波传输、GPRS传输等。系统的监控体系建设应用了自组网识别技术、系统信息处理技术、传感器、射频识别等先进技术。系统运用的集中式存储、分布式存储、云存储使海量数据得到分类存储与分类管理，形成了大数据中心（水利云中心），实现了数据共享、数据分发与水利建设管理数字化。系统包括公众服务门户、水利现代化综合应用门户、移动门户、个性化定制门户、水利政务内网与水利政务外网门户，形成了比较完善的水利信息基础设施体系（如图2）。

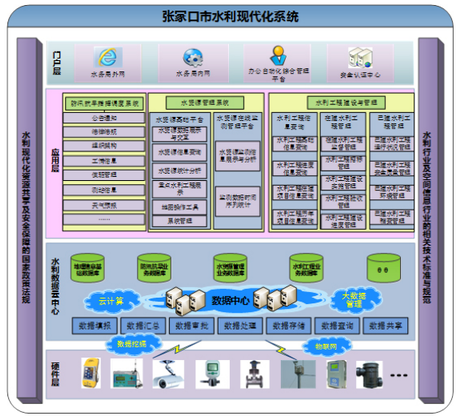


图2 张家口市水利现代化系统架构图

3、防汛抗旱指挥调度系统建设

防汛抗旱指挥调度系统建设基于现有水利数据基础。应用了物联网、云计算、遥感、地理信息系统、全球定位技术、宽带网络技术、海量数据存取和处理技术、智能化信息提取技术、动态互操作技术、科学计算技术等。对张家口市的资源、环境、社会、经济等各类信息进行了源头化数据采集，云计算以及大数据应用，实现了防汛抗旱相关数据的共享交换、数据整合与信息化的集成应用。为防汛抗旱指挥调度的精细化管理与重大问题决策提供了科学支撑和可视化展示（如图3）。

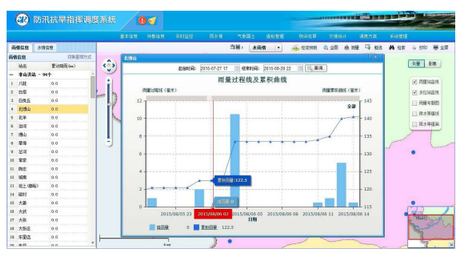


图3 防汛抗旱指挥调度系统

防汛抗旱指挥调度系统的信息采集内容包括气象、水雨情、工情、旱情、水质、地下水、水土保持等信息，采集手段包括遥感、遥测、传感器自动采集、云台摄像、手工输入、通过数据接口自动获取等。具体的采集内容、手段、采集地点的布局根据具体系统决定。系统的数据传输体系主要包括有线传输、光纤传输、卫星传输、微波传输、GPRS传输等。系统的监控体系建设应用了自组网识别技术、传感器、系统信息处理技术、射频识别等先进技术。防汛抗旱指挥调度系统的数据资源收集及数据资源管理功能为系统提供了基础数据的支持，具体包含空间数据库、雨水情数据库、水利工程数据库、气象数据库、历史洪水数据库、防汛抗旱业务数据库、多媒体数据库、以及其他防汛抗旱指挥调度所需的各类数据。系统运用了集中式存储、分布式存储、云存储对海量数据分类进行了存储与管理，并形成数据中心，使数据得到了有效的共享与分发，实现了防汛抗旱指挥调度管理的数字化（如图4）。

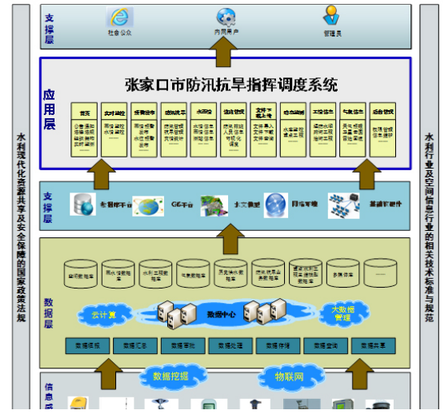


图4 防汛抗旱指挥调度系统架构图

数据库管理平台、GIS平台、网络环境和基础软硬件为系统提供了技术支撑，使系统实现了各类数据的“一张图”展示、实时雨水情监视、内部预警、应急会商、预警发布及信息管理（如图5）。

图5 防汛抗旱信息发布预警

系统的用户包括内网用户、外网用户以及系统管理员。系统的具体功能包括公告通知、法律法规、组织架构、工情信息（水库信息、堤防信息、水闸信息、跨河工程信息、治河工程信息、险点险段信息）、值班管理（人员信息管理、防汛排班）、测站信息、天气预报（天气情况、卫星云图、雷达回波图）、雨情信息、水情信息、雨水情分析、物资队伍管理、抗旱管理、灾情统计、预警发布（雨量预警发布、水位预警发布、防洪预案管理）、动态监测（大中型水库监控、重点工程监控）、文件下载及上传、后台管理（用户权限管理、基础信息维护）等（如图6）。

图6 防汛抗旱物资信息管理

4、水资源管理系统建设

水资源管理的系统建设实现了对张家口市水资源污染高发区、重点监控企业和水资源保护区等重要水资源监控区域的多参数、连续自动观测（如图7）。为节水减排提供了监测与分析的基础资料，为水资源保护、水质治理提供了决策支撑服务。

图 7 水功能区监控区域

水资源管理系统是集水资源数据展示、查询、统计分析等功能于一体的系统平台（如图 8）。系统包括水资源基础平台和水资源在线监测管理平台，其中，水资源基础平台包括水资源数据展示与交互、水资源信息查询、水资源统计分析、重点水利工程展示、地图操作工具、系统管理六大功能；水资源在线监测管理平台包括水资源监测信息展示与分析、监测数据时间序列统计两大功能。

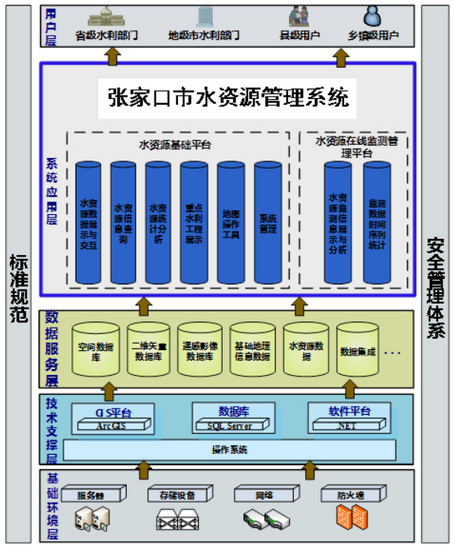


图 8 水资源管理系统架构图

水资源数据展示与交互模块能够集成张家口市水资源多源数据、遥感影像场景渲染技术与环境特效技术等。水资源信息查询模块可提供属性－空间的逻辑查询和空间－属性的空间查询功能（如图 9）。水资源统计分析模块可对查询结果、空间分析结果以及水文、土壤、人口、经济等监测数据进行统计分析。重点水利工程展示模块能够按照水利工程所在区域进行水利工程信息的结构化展示，用户可根据时间点、水利工程编号或名称进行查询，系统可将查询结果的图片或水利工程 360 度全景自动加载到 GIS 平台。地图操作工具模块包括搜索工具、绘图测量工具、图层管理工具、图层编辑工具、点查询工具、图例工具、书签工具与打印工具。系统管理模块具有权限分配与用户维护功能，可支持省级、地市级、县级、乡镇级用户进行增加、删除、修改、权限分配等操作，实现全省水利部门相关业务人员的权限管理与用户维护。

图 9 水资源管理系统空间查询

水资源监测信息展示与分析模块可综合流量、流速、水位、水质等多种水资源环境基础信息，对流速等值面、动态流向模拟、监测点环境数据等信息进行查询展示（如图 10）。监测数据时间序列统计模块能够根据监测点坐标和取样时间，经质量控制最优差值对几个固定时刻点进行时间序列统计，实现对河流内部温度、垂直结构和含氧量等数据的时间序列展示；用户可以控制时间滑条，对选定时间内的一个或多个监测点进行数据统计，系统可直观展示监测数据的时空变化特点。

图 10 水资源水质信息查询

5、水利工程建设与管理系统建设

水利工程建设与管理系统可以对在建水利工程的基本情况、进展情况、质量信息、安全生产、参建单位等项目信息实施在线管理（如图 11）；对在建重点水利工程的运行状况进行实时监测；对项目申报、规划、审查、批复、投资计划管理建立信息平台、实施项目公开；结合地理信息 GIS 图形展示，客观准确的把水利工程建设项目（规划、拟建和在建）的直观图形展示在地图上。

图 11 张家口市水利工程基本信息展示

水利工程建设与管理系统符合水利业务处理和发展的需要。由于水务部门的业务面很广，业务之间的数据联系也很复杂，该系统能够根据数据之间的逻辑关系以及不同业务的资料需求进行数据整合。系统采用了先进的技术、方法、软件和硬件设备，以办公自动化、数据库技术和分布式处理为核心。数据库采用了面向对象的大型关系数据库 (ORDBMS) SQLServer2000，它不仅为数据的存储、处理及管理提供了充分的安全及可靠的保障，而且具有极强的可扩展性及兼容性。系统同时适用于各级水务系统及相关部门，方便了工作人员对水利项目的管理和检查，极大地提高了水务部门的工作效率。

水利工程建设管理系统的设计采用了三层层叠式结构设计，底层为数据管理层，包括工程基础地理信息、工程规划信息、工程设计信息、地表实物信息等空间数据集合，以及工程规划数据、设计数据、文档信息、进度信息、质量信息、合同信息、自然环境信息、移民实物普查信息等属性数据集合。系统通过大型关系型数据库实现数据统一管理与对应关系管理。中间层是基于组件技术开发的一系列管理组件，也是整个系统的业务逻辑计算器，所有计算分析功能均布置在这一层。任何功能的拓展只需加强其中的组件即可，出现故障时也只需对中间层进行维护。同时它也是所有客户端的共享服务器，客户端只需启动服务即可进行各种专业处理分析。最上层是客户层，终端用户通过启动系统中间层的服务完成各种专业数据的管理与计算分析工作（如图 12）。

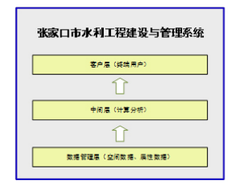


图 12 系统架构图

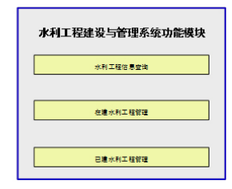


图 13 功能模块

水利工程建设管理系统主要包括水利工程信息查询模块、在建水利工程管理模块与已建水利工程管理功能某块（如图 13）。水利工程信息查询模块包括水利工程基础信息查询、水利工程进度信息查询、水利工程在建项目信息查询与水利工程历年项目信息查询（如图 14）；在建水利工程管理模块包括在建水利工程监督管理、水利工程招标管理、水利工程建设实施管理、水利工程验收管理（分部工程验收、单位工程验收、阶段验收、专项验收、技术预验收、竣工验收、工程大事记、后评价、归档统计）与水利工程建设进

度管理。已建水利工程管理模块包括已建水利工程运行状况管理、已建水利工程安全质量管理、已建水利工程环境管理与已建水利工程稽查管理。

图 14 水库加固信息查询展示

6、小结

张家口市水利现代化系统建设实现了数据统一、信息的同步、动态展示；坚持了统筹规划、协调有序推进的原则，以物联网、空间信息技术、云计算及多模式预测和调度为核心，实施了顶层设计，构建了统一的技术架构，建成了比较完善的水利信息基础设施体系、功能比较完备的水利业务应用体系、统一规范的技术标准体系、安全可靠的保障体系、与建设与水利改革发展相适应的水利信息化综合体系。全面提升了信息技术对张家口市水利日常工作及水利应急处理的服务能力，建成了 “河北领先，国内一流”的信息化服务体系，对张家口市水务局实现水利现代化发挥了重要作用。

山洪灾害监测预警智能应用服务

——统筹信息共享建设 提升山洪灾害监测预警智慧化服务

中科宇图科技股份有限公司基于大地图、大数据、物联网、3S、模型模拟以及云计算等现代化信息技术，建设集信息服务、预报预警、响应反馈为一体的山洪灾害监测预警信息化平台，开发山洪灾害监测预警系列产品，形成以洪水预报、监测预警、辅助决策、指挥调度、值班管理、洪水风险图管理为核心业务的功能模块，为山洪灾害防治提供智能应用服务，打造智慧水利体系建设。

实时监控

查询统计

预警发布

应急响应

防汛抗旱指挥调度三维推演系统

■ 文－张惠淳 中科宇图科技股份有限公司智慧水利产业群技术部

【前 言】以吉林省人民政府防汛抗旱指挥部的防汛抗旱指挥调度业务需求为导向，建设防汛抗旱指挥调度三维推演系统，系统以三维可视化的界面，展现水系分布、河流形态、防洪工程、抗旱工程分布等信息，实现洪水淹没仿真模拟、灾情风险评估，以及防汛抗旱应急指挥的综合模拟演练，为防汛抗旱管理与减灾决策提供更为直观的、准确的防御推演服务，以确定更为科学的防汛抗旱防御方案。

1、建设背景

张惠淳

为了满足吉林省人民政府防汛抗旱指挥部应急模拟演练的需要，有效防御山洪灾害，最大限度地减少人员伤亡和财产损失，避免群死群伤事件的发生，需建立防汛抗旱指挥调度三维推演系统，通过三维推演提高决策分析支持能力，并与防汛抗旱指挥调度系统集成，实现各应用间的深度数据共享与集成，进一步提高防汛抗旱工作的质量和效率。

2、整体架构设计

防汛抗旱指挥调度三维推演系统建设利用三维地理信息系统、遥感技术、海量数据管理技术、虚拟现实技术、网络通讯技术和高性能计算机技术等现代高新信息技术，采用 DEM 地形数据与遥感影像，建立三维推演仿真平台，形象表现地形、地貌与地面实况。并在三维电子沙盘平台场景建设的基础上，加入基础地理信息和防洪抗旱专题数据，直观地展现水系分布、河流形态、防洪工程、抗旱工程分布等信息，并通过基于海量数据的系统开发与集成，实现防汛抗旱基本业务信息、预警预报信息、防灾减灾信息和其他决策支持信息的综合管理仿真，为防汛抗旱管理与减灾决策提供更为直观的、准确的信息服务，为防汛抗旱信息化建设提供三维空间支持平台。总体架构主要分为基础环境层、技术支撑层、数据服务层和系统应用层。总体架构设计如图 1 所示：

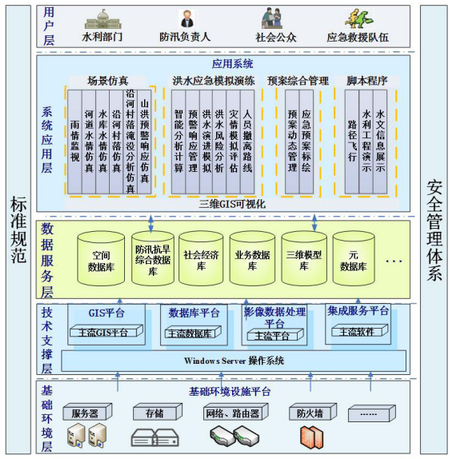


图1 总体架构图

（1）基础环境层：由内部电子化办公环境（PC机、局域网）及机房的硬件和网络基础建设构成，服务器、操作系统等，为系统运行提供硬件、软件和网络环境。

（2）技术支撑层：为信息系统功能实现提供软件支撑，如GIS平台、数据库平台、影像处理平台等系统支撑环境。

（3）数据服务层：数据服务层主要是信息系统的各个数据库，包括基础信息数据库、空间信息数据库、业务数据库及三维模型数据等。

（4）系统应用层：应用层主要为系统功能建设。包含三维GIS可视化、场景仿真、洪水应急模拟演练、预案综合管理和脚本程序。

（5）用户层：用户包括水利部门、防汛负责人、社会公众及应急救援队伍，按照业务功能和职能划分不同的用户等级。

（6）标准规范：系统建设遵循相关的法规与标准规范。标准化和规范化建设是重要的基础性工作。所有软件系统统一标准，规范设计，统一数据入口，统一数据出口，实现数据交换、共享，是保证信息完整性、一致性和应用支持有效性、可行性的重要前提。

（7）安全保障体系：建立贯穿系统设计到运行的全过程的保障体系，包括信息隔离、网络安全、数据库安全、数据安全等保障体系。

3、系统主要功能

防汛抗旱指挥调度三维推演系统通过三维GIS可视化、场景仿真、洪水三维推演、预案综合管理、脚本设计等功能，让决策者更加真实、互动地观察汛情，以确定更为科学的防汛抗旱防御方案，辅助紧急会商，启动预案、人员转移、避险安置、灾后恢复等工作。

3.1 三维GIS可视化

三维场景漫游基于真实场景数据的三维模拟，提供灵活多样的三维场景导航工具，使用户不进入真实场景就可以观察流域河道沿岸、水利工程设施、水文监测站，浏览画面流畅，并通过文字、图片、语音等多种呈现方式查看水利工程设施和水文监测站的相关信息。

系统提供三维GIS的基本操作功能，全景显示地图全貌，并实现地图放大、缩小、漫游、全图、距离量算、面积量算、鹰眼导航等功能；并按照省、市、县（市、区）等级别建立索引，实现快速地图定位；实现遥感影像和各类信息数据的显示控制。

3.2 场景仿真

系统将雨情、河道水情、水库水情、山洪预警响应、沿河村落等信息在三维仿真环境下进行呈现，为决策者呈现逼真的视觉效果，以更好地洞察水雨工情现状，预备开展防汛抗旱业务。

图2 雨情仿真

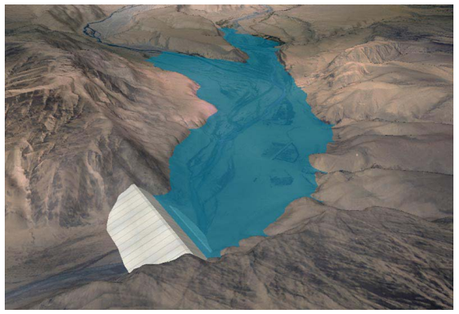


图3 水库水情仿真

3.3 洪水三维推演

洪水应急模拟演练工作涉及地形、地貌、地质构造、水文地质条件、河流水系、水利工程等诸多因素，该系统通过三维可视化直观地表示河道信息，并在三维场景中展示水文信息，进行洪水演进模拟计算及三维动态演示，根据洪水预报结果作洪水风险分析、淹没分析和灾情模拟评估，为制定应急预案，应急人员和物资的调度，撤退路线等提供决策支持。

图4 洪水淹没模拟

图5 洪水模拟演练

3.4 预案综合管理

系统对各级防汛、防洪预案和河道、水库调度方案进行科学管理。可实现预案的动态展示和智能应用，自动为当前的洪涝灾害设定条件，模拟相应风险及淹没情况，根据预案自动展示应对措施及可能后果。同时，可根据当地防汛指挥部门提供的防汛指挥预案，结合洪水风险分析成果，在三维场景内标绘出防汛应急预案，为决策者提供直观具体的辅助信息，方便应急救援决策。如当发生水库溃坝时，可查看其淹没的村庄、周边抢险队伍分布、防洪楼分布、安全转移点、转移路线等信息，在预案中集中展现，决策者可综合以上信息，对救援抢险车调度、安全路线转移工作等进行标绘指导。

3.5 脚本程序

系统支持调用脚本、时间轴设计等脚本设计功能：指定路径、高度、角度和速度，在三维场景下进行动态俯瞰；提供结合简要文字和语音介绍的水利工程演示。

4、小结

通过本项目建立了吉林省防汛抗旱指挥调度三维推演系统，并以小蒲柴河流域作为试点开展应用。系统将小蒲柴河流域内各类信息以三维可视化方式形象地展现给用户，通过模型计算与三维场景的融合为决策者提供了更直观可靠的决策平台，实现防汛抗旱指挥调度的综合模拟演练，最终提高相关部门应急抢险工作的质量和效率，推进防灾精细化管理。同时系统也可以作为兼顾执行部门和群众的防灾宣传教育工具进行防汛抗旱应急演示，提高相关部门对灾害处理的应变能力和群众防洪意识。

难忘欧洲之行
——比利时、荷兰走访考察记

■ 文－ 谢涛
中科宇图科技股份有限公司环境治理与国际合作事业部

6月下旬，中科宇图领导层走访比利时、荷兰两国，针对环境治理、生态保护与清洁生产技术，深入当地的协会、研究院与企业调研，展开为期十三天的交流、考察与对接。

首先，姚新总裁、谢涛博士等领导抵达比利时，走访了法兰德斯协会（FCA）、AppliTek公司以及VITO研究院等机构和企业。

法兰德斯清洁技术协会（Flanders Cleantech Association, FCA）代表整个法兰德斯清洁技术行业。其职能主要涉及可持续发展能源、化工品、工艺和材料、交通运输、城市建设及可持续建筑、可持续农业的农村发展、空气、水、废物、土壤修复等，为可持续发展提供优质的行业服务。

FCA下属公司在不断寻找工业和商业合作伙伴，以便为谋求转变至可持续发展的行业和社会团体、提高生态和经济效益的政府和组织建立双赢的解决方案。

按照清洁技术，FCA下属公司可以分为以下6类：

1）位于该地区西部，靠近奥斯坦德港的风—水—波（W3）研究中心；

2）位于根特港附近的根特生物能源谷；

3）位于安特卫普港附近的欧盟最大、世界第二大的可持续化工产业集群；

4）智能垃圾填埋场开采、城市开采、添加剂生产的资源效率型，废物转化为能源和废物化为材料的概念型公司；

5）EnergyVille，欧洲知识创新社区“创新能源”的六合园区之一，侧重于智能城市和建筑节能；

6）电动汽车生活实验室。

法兰德斯清洁技术协会（FCA）由比利时法兰德斯技术研究院（VITO）于2010年创立。

VITO是比利时的国家级应用研究机构，1991年从比利时的核研究中心分化出来，非核研究部分发展形成了现在的VITO。VITO主要从事环境健康、能源、材料、化学、能源模型、遥感和环境模型等领域的应用研究，侧重于研究清洁技术以及向可持续发展社会的转变，因此，其主要研究课题包括可持续化学、可持续能源、可持续土地利用、可持续材料管理，健康等。VITO是欧洲权威的第三方环境监测机构，也是监测仪器的剂量认证检测机构，拥有强大的科研实力和广泛的企业战略合作伙伴，并于2011年成立立博威拓（LIBOVITO），致力于水、气模型的应用。

FCA现场交流讨论

此前，VITO研究院Harry Martens、Dirk等领导于五月份到访中科宇图参观考察，对深入合作问题进行探讨交流。此次回访VITO研究院，公司高层领导与VITO相关领域的专家进行了交流讨论，并就进一步开展深入合作交换了意见。

始于1985年的AppliTek公司是一家总部在欧洲比利时的（自动）在线分析测量设备专业制造商，其核心技术是分析技术，所生产的分析仪适用于环境保护、水处理和工业过程中的应用。公司的目标是向其客户提供优异的产品、最佳的技术、技术支持以及全球可用性。

AppliTek服务于石油化工、石油天然气、氯碱工业、矿业、医药业、水处理等领域，为上述领域设计、研发和制造在线分析仪及分析仪系统。

作为一家致力于环保事业的比利时在线分析仪制造商，AppliTek公司业务覆盖全世界100多个国家和地区，并努力正式成为中国环境专家小组成员，为中国政府和企业客户提供全面、满足客户需求的解决方案及建议。在其全球战略框架下，AppliTek荣幸获准成为比利时法兰德斯—中国环境与能源集群组织（FCEC）的会员，FCEC是一个实体，以支持AppliTek更积极主动地参与中国政府环境污染控制监测的战略计划。

AppliTek公司实地考察

随后，姚新总裁、谢涛博士等领导抵达荷兰瓦赫宁根，访问Wageningen University（瓦赫宁根大学）。

当日研讨会活动的与会人员热情交流，积极分享了环境领域研究进展，双方也讨论了合作模式与后续的相关计划。姚总对瓦赫宁根大学相关留学归国人员加入中科宇图表示了期待与欢迎。

最后，领导层前往阿姆斯特丹、鹿特丹，先后拜访了Arcadis、Antea Group与Verhoeve Milieu & Water公司，了解每个公司的情况及环境治理技术，探讨不同领域方向的合作。

此次欧洲之行，对中科宇图拓展环境治理技术与国际合作发展具有深刻的意义。当前，经济全球化和区域经济一体化已是大势所趋，在生产要素跨区域流动与配置加速，新产品、新技术、新模式不断涌现的新形势下，各经济体加强与企业领域的交流合作更为迫切。我们旨在稳定和开拓国际市场，深化在能源、资源、环境治理、高新技术等领域的共赢合作。

15 周年宇图人风采专题

——系列选登

2016，对于中科宇图，是一个值得纪念的年份。忆往昔，峥嵘岁月 15 载，宇图风雨兼程，从蹒跚学步到如今意气风发地成长；宇图人辛勤耕耘，以技术为根本，承院士之智慧，开创空间环保新纪元，硕果累累。15 年来的披荆斩棘，多少宇图人并肩携手，奋力拼搏，和宇图同舟共济，一路前行。

在这个特别的 15 周年，宇图编辑部从宇图人中选择了 8 年以上具有代表性的员工与领导，作为“宇图人风采录”专题的特约采访者，听他们讲述心声，讲述这些年的一点一滴，与宇图记忆深刻的故事。

财务中心 北京 董 鹏 资金会计 宇图司龄 :12 年

爱岗尽职，认真负责

采访一：

姓名：董鹏
部门：财务中心
生日：5 月 9 日
血型：O 型
性格特点：直爽、务实
最喜欢吃的食物：水煮鱼
最喜欢的饮料：脉动
爱好：美食、工作
个人座右铭：有志者事竟成

Q: 财务部门是一个企业的神经中枢，能谈谈在宇图工作的十二年您对公司会计工作的认知与理解吗?

A: 我的认知就是：管理离不开决策，决策离不开信息，会计就是要为决策提供有用的信息。具体应做到以下几点：

1、政策水平要高。会计工作涉及的规定、制度很多，如会计法律制度、费用报销制度、纳税核算制度、发票管理办法等，这些规章制度要严格遵守和运用，严把经费收支关口，为预决算做好基础性工作。

2、自律意识要强。会计工作是通过记帐凭证进行汇总核算，不直接接触现金、支票等实物，而出纳工作直接与它们发生关系，每发生一笔业务，都要经过出纳这个环节，所以出纳的自律意识要更强，严于律己，以身作则，尽职尽责地做好自己的本职工作。

3、专业技术要精。会计工作是专业性很强的工作，有着专门的操作技术和工作规则。财务工作的科技含量也越来越高。现在我们已经实行网上报工资、网上报税、网上接收财政下达的各项通知、信息等工作模式，以及制作电子表格上报财务信息资料等工作。以后会计的发展趋势是全部电子化，就需要不断学习这方面的知识，以适应新时期会计工作不断发展的需要。

4、工作计划要强。财务工作要求具有很强的时间性。如预决算何时做、工资何时发、何时报销、所得税何时计算、何时与银行对帐等工作，几乎每月、每天都在发生，有时为了能按时完成任务，要几项工作同时进行。如果不合理安排时间，工作起来就没有头绪，效率很低。

5、用脑用笔要勤。会计工作的特点是工作量大、内容多、涉及面广，有些内容不易记忆。这时就需要一个小本子，把一些工作要点和注意事项随时记录下来，以便以后查询。在工作时还要积极动脑思考，善于总结经验和不足，不断改进和提高工作质量和工作效率。

Q: 作为一名经验丰富的员工，您对公司现阶段财务方面的工作有什么建议吗，您认为有需要完善的内容吗?

A: 财务作为公司经营管理的中心，财务人员应参与到公司的重大经营管理决策中去，如重大投融资、合同的签订。按照相关规定及原则反映公司经营管理者的意图，在财务原则范围内配合公司高层做好相关财务处理与税务筹划工作，注重和公司内部各部门及外部部门之间的沟通、协调。

加强信息化建设、全员财务预算、执行分析，财务预算相关数据的取得要依据公司的实际情况，各产业群组及相关部门按任务要求，按年度、季度、月度做好相关预算，通过预算执行分析，得出哪些节余了预算资金，哪些超过了预算资金，原因是什么；有些资金的节余并不是好的，可能是某些事项未能得到落实执行，所以预算可以从侧面反映出事项的执行情况与效率。

Q: 宇图今年迎来十五周年，作为老员工的您回顾宇图十五周年的发展历程，感想是什么?

A：我最大的感想就是见证着公司十几年来的变迁，内心非常欣喜、感动与感恩。03 年我加入公司，这么多年过去了，我也从一名新员工变成了很多宇图人的前辈。回首往日，对比今昔，公司一直在不断成长。挑战任务攻下项目，克服困难不断发展，规模与实力都在逐渐壮大：人员扩大、收入增长、单个项目额度实现大幅度增长。我作为一名会计，最熟悉地见证了公司从最初接手几十万的项目单子到现如今的几千万项目单子的提升与跨越，心里感慨万千。伴随着公司一起成长，我很荣幸，很知足。

管理中心 北京 桂文央 司机 宇图司龄 :8 年

勤恳笃实，忠于奉献

采访二：

姓名：桂文央
部门：行政部
生日：9 月 30 日
血型：A 型
性格特点：耿直、爽朗
最喜欢吃的食物：涮羊肉
爱好：羽毛球、台球、电影、旅游
个人座右铭：开开心心过好每一天

Q: 您在宇图服务已有八年的时光，在大家眼中，您一直辛勤奉献，默默耕耘，为宇图人提供便利，保驾护航。是出于什么样的信念让您坚持这份职业呢?

A: 人要知道，只要有一份付出，就会有一份回报。在宇图八年的时间里，我看着宇图逐渐成长，我觉得这是一个成长性非常好的公司。在这里有满满的安全感，放心感。人也要懂得感恩，姚总对人很不错，是个难得的好领导，我愿意为领导服务奉献。

服务是行政部门最基础、最本质的工作，其质量和效率是衡量行政工作水平的重要标准。我的信念是始终坚持以搞好服务为核心，做到服务中心，服务全局，努力做到各项工作始终有重点，有目标、有针对性地开展，努力提高工作实效。

Q: 在宇图的这些年，您也经历过很多难忘的事情。有什么印象深刻的事儿跟我们分享嘛?

A: 在宇图的八年里与大家结下深厚的友谊，同仁们这几年来的朝夕相处，团结拼搏令我印象深刻，有时候遇到一件比较棘手的事情，需要很多人一起来协助配合完成。我的同事不管何时都给予最大支持，让我内心充满着感动。我们都是为了共同的一个目标，即宇图的发展。

现代社会，强调分工，更注重合作。一个单位就像一个小社会，大家工作相对独立但又有千丝万缕的联系。要把每件工作都做好，需要所有同事们的相互合作，朝同一目标共同努力。团结合作，大家就会共同分享成功；如果各自为政，大家只能“共享”失败。所以，我很感激我的同事们，日常工作中每件事情的顺利完成都离不开他们的支持与配合。

Q: 您认为日常管理工作中最不可或缺的品质是什么?

A: 忠诚、尽职、奉献。

一滴水只有融入大海才不会干涸，一个人只有将个人的价值与单位的利益结合起来，自身价值才能得以完美展现。所以，讲忠诚、讲奉献，应该成为我们的精神追求。

干一行，爱一行，爱岗敬业、甘于奉献是在平凡工作岗位上争创佳绩的最好诠释。我们应要求自己，带头弘扬正气，做好表率；同时要充分发扬“奉献、友爱、互助、进步”的精神，本着对工作和岗位高度负责的精神，以极强烈的责任感尽职尽责，真正做到埋头苦干，无私奉献。

有人说得好，“人生可以平凡，但不可以平庸；人生不一定伟大，但一定要崇高。”我们年轻人在平凡的工作岗位上，任劳任怨，勤勤恳恳，应以奉献之心做工作，以爱岗敬业精神做先锋。

Q: 作为宇图行政部的元老之一，在宇图成立十五周年之际，您对公司和宇图人有什么想说的话吗?

A: 我希望宇图会越来越好，早日上市，成为行业标兵。对宇图同仁，我想说公司让我们有机会得到成长，希望大家都要怀着一颗感恩的心来做事，会把事情做得越来越好；心存感恩，胸怀宽容，更会优化自己的心态，让自己活得越来越好。拥有一份工作，就要懂得感恩，感恩既是一种良好的心态，又是一种奉献精神。当你以一种知恩图报的心情去工作时，你会工作的更愉快、更出色，觉得工作是生命中不可缺少的一部分，这种心态可以改变一个人的一生。

Q: 见证了宇图这么多年的发展，您对公司的未来规划与发展，特别是行政管理方面的规划，有什么好的建议吗?

A: 依法管理，制度约束，加强培养，养成习惯。

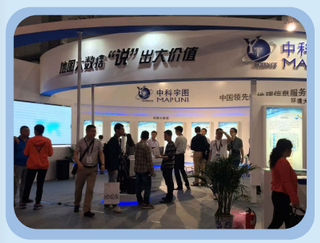
工作责任心是提高工作效率和质量的保障。在行政管理方面的日常工作中，我建议公司可以树立快、准、严、细、实的工作作风。快就是反应快、落实快、工作节奏快；准就是依法反映情况、报送信息和提供建议准；严就是要高标准、严要求，严格遵守规章制度，对任何工作都不马虎、不含糊、认真负责；细就是工作要深入、细致、养成习惯，一丝不苟；实就是说实话、办实事、务实效，加强培养，做到严谨细致，精益求精，忙而不乱。

1、《互联网时代的环境大数据》新书首发暨院士专家工作站授牌仪式成功举行

由中科宇图科技股份有限公司主办的“互联网+大数据+绿生态”环境大数据新书发布暨中科宇图“院士专家工作站”授牌仪式活动在北京举行。本次活动得到了北京市科协、北京市科技咨询中心、朝阳区科协、电子工业出版社等单位的关注。中国工程院魏复盛院士、原环境保护部核安全总工程师、中国环境科学学会副理事长陆新元、中国环境科学学会秘书长任官平、北京市科学技术协会党组成员与副主席刘晓勘、电子工业出版社总编辑与华信研究院院长刘九如等重要嘉宾和领导到场出席，中科宇图副总裁孙世友主持活动。

刘九如院长提到，图书的出版是“互联网+”生态环境、大数据产业发展的落地，关于环境大数据采集、环境大数据的管理以及顶层设计，这本图书将为大家分享具体的解决方案和体系知识；同时，在北京市科协与中科宇图的努力下，院士专家工作站的成立，对公司优化资源整合，促进产学研工作的展开以及企业创新研发能力的提升有重要促进作用。

2、2016 数博会开幕 中科宇图盛装亮相



由国家发改委、国家工信部、国家商务部和国家网信办、贵州省人民政府主办的2016数博会于5月25日在中国贵阳盛大开幕。中科宇图作为大数据应用的典型企业受邀参加了本届展会，中科宇图董事长姚新、副总裁孙世友、公众服务产业群助理总裁张林等应邀在数博会期间进行演讲。

在数博会期间，中科宇图高层受邀参加了多场活动。姚新董事长受邀参加了超级对话——供给侧改革背景下的“政企面对面”活动，孙世友副总裁在“大数据+农业”路演中发表了演讲。在超级对话活动中，姚总表示中科宇图作为具有遥感特色的空间信息应用服务与环境信息化全方位服务的产业化集团公司，十五年以来一直围绕地理信息、环境与水利几大领域，为通信、电力、公安、水利等行业提供服务。借助大数据技术，中科宇图在地理信息的服务越来越智能化。在未来中科宇图希望与优秀企业互利共赢，更好地服务于政府决策与行业发展。

3、2016 年中国测绘地理信息高端论坛圆满落幕

由中国测绘地理信息学会主办的2016年中国测绘地理信息高端论坛于5月10日在中国测绘创新基地举办。本届高端论坛在经济新常态的发展背景下，以“互联网时代的测绘地理信息”为主题，旨在探讨新常态下测绘地理信息业的未来发展。

刘锐院长应邀大会作了《互联网时代环境大数据的应用与服务》的报告，报告围绕环境大数据的发展背景、应用需求、建设内容、典型案例、发展展望五个方面进行了精彩的演讲，国家测绘地理信息局副局长、中国测绘地理信息学会理事长李维森出席论坛并致辞，李德仁院士、李建成院士、周成虎院士等嘉宾作了学术报告。院士们聚焦于大数据与测绘地理信息产业的关联，为测绘地理信息产业未来的发展趋势指明了方向。

4、地信企业管理智慧公益大讲堂走进中科宇图

2016年6月14日下午，由中国地理信息产业协会政策法律与咨询工作委员会主办的地信企业管理智慧公益大讲堂活动走进中科宇图。国家测绘地理信息局法规与行业管理司原司长王保立、国务院发展研究中心公管所李国强所长、姚新总裁出席活动并致辞。

李国强所长在即兴演讲中表示，国家战略为地理信息产业发展提供了空间和机会，业界同仁要积极创新，挖掘机会；要放宽眼界，不能局限于一个点，全力推动产业前进发展。中科宇图助理总裁童元则围绕中科宇图大数据应用实践进行了演讲。他重点介绍了地图大数据与资环大数据两大产业生态圈业务，提出精于数据，专于行业，努力使中科宇图走出一条属于自己的快速发展的路。精彩的演讲内容激起了参会者的阵阵掌声。

5、中科宇图荣获亚运村街道先进基层党组织

2016年6月27日，亚运村地区纪念建党95周年暨“我是党员我来做”主题党日活动召开。中科宇图荣获先进基层党组织并在活动上受到了表彰，公司助理总裁谢涛荣获优秀党员称号，公司副总裁郭站君、智慧地图产业群姚永龙、靳晓莲荣获优秀党员志愿者称号。

此次活动共分三个篇章，精彩的内容激励着每一位党员。在重温入党誓词环节，中科宇图副总裁郭站君作为企业代表登台宣读入党誓词，全国劳动模范李素丽以一首诗朗诵《我是一名共产党员 请向我看齐》掀起了活动的高潮，作为先进基层党组织，中科宇图在未来的发展中一定珍惜荣誉，戒骄戒躁，脚踏实地，再接再厉，继续发挥基层党组织的战斗堡垒作用和党员的先锋模范作用，为亚运村地区的创新发展、民生幸福做出更大贡献。

《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、调理清晰、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：qiny@mapuni.com　联系人：秦羽　联系方式：（010)51286880-308

——《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环保部、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：qiny@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？

☐观点与探索　☐ 专访　☐ 独家策划　☐ 产品专栏　☐ 国际瞭望　☐ 宇图风

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：

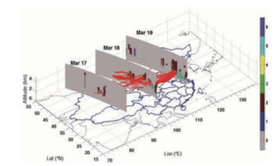
联系方式：

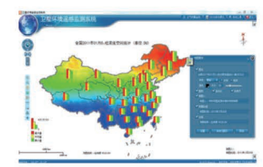
我们会认真听取您的宝贵建议，对积极参与反馈的读者，一旦您的建议被编辑部采纳我们将赠阅 2016 年全年期刊，欢迎大家积极与我们互动！

空气质量遥感监测系统

“UniSat-Air 空气质量遥感监测系统”，是中科宇图科技股份有限公司“卫星环境遥感监测系统”的三大子系统（空气、水、生态）之一，该系统以大气定量遥感技术为基础，以 OMI/AURA，MODIS/TERRA、AQUA，AIRS/AQUA，CCD/HJ-1，CALIOP/CALIPSO 等遥感数据为支撑，可实现气溶胶光学厚度（AOD）、近地面颗粒物（PM_{10}、$PM_{2.5}$）浓度、污染气体（SO_2、NO_2、O_3、CO 等）柱浓度、秸秆焚烧的遥感业务化监测并提供大气后向轨迹协同分析，可实现动态展示、空间统计及专题图的制作与输出，还提供沙尘立体监测、颗粒物污染源及两者的三维展示和分析，可作为环保部门大气环境遥感监测的业务化平台。

系统界面


沙尘立体检测及溯源


空间统计

动态播放

地址：北京市朝阳区安翔北里甲 11 号创业大厦 B座 2层　网址：www.mapuni.com
电话：010-51286880　邮编：100101　咨询热线：400-6609-396
传真：010-51286880-801　邮箱：yutu@mapuni.com