

# 创新与发展



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

地址：北京市朝阳区安翔北里甲11号创业大厦B座2层  
电话：010-51286880 服务热线：400-700-2296  
传真：010-64860285 邮编：100101  
网址：www.mapuni.com 邮箱：yutu@mapuni.com

关注热点

前瞻行业

引领发展

# 宇圖

## MAPUNI

2020年 第4期（总第26期）

主办：中科宇图科技股份有限公司

### "黄河一号"卫星助力黄河流域数字经济发展

#### 热点聚焦

百舸争流 奋楫者先——祝贺中科宇图成立十九周年

#### 专家论坛

刘锐：“黄河一号”卫星助力“黄河流域数字经济走廊”建设

#### 卫星活动

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

#### 宇图样板

建立“一库四平台” 中科宇图技术服务助力山东二次污普信息化建设  
中科宇图土壤环境管理信息化系统亮相全国土壤污染防治管理培训班



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解决方案服务商

## 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



## 数字经济发展重焕黄河流域时代生机

当下，新一轮科技革命和产业变革席卷全球，大数据、云计算、物联网、人工智能等新技术不断涌现，数字经济正深刻改变着人类的生产生活方式，成为推动经济发展的新动能。

黄河流域作为我国文明的发源地，在我国经济社会发展和生态保护方面具有十分重要的地位。然而，传统工具和手段难以有效解决黄河流域生态保护和高质量发展面临的治理能力薄弱、发展动力不足、创新要素外流等突出问题。实现黄河流域高质量发展，需要顺应新一轮信息技术和科技革命发展浪潮，立足黄河流域生产力发展需求，全面推进运用大数据、互联网、人工智能等信息技术手段赋能生产、生活、生态各方面，将黄河流域打造为贯通东西的生态经济带，使其成为我国经济社会发展的重要支撑。

在黄河流域生态环境保护和高质量发展上升为国家战略的重要关键期，中科宇图聚焦生态保护和高质量发展的时代任务，以大数据资源为关键要素，努力推进“黄河一号”环境资源小卫星计划，积极构建以创新驱动为核心的新型“黄河流域数字经济”战略，让数据之流重新焕发黄河文明的时代生机。◆



2020年12月

P08 / 微小卫星的大未来

### 热点聚焦 Hot Focus

P11 / 百舸争流 奋楫者先——祝贺中科宇图成立十九周年

P12 / 中科宇图承办“新动能时代地图大数据的创新服务与应用”分论坛圆满落幕



### 专家论坛 Expert Forum

P15 / 2000-2016年黄河源区植被NDVI变化趋势及影响因素分析

P24 / 数字孪生黄河平台架构设计

P29 / 星载大气痕量气体差分吸收光谱仪设计及标定技术

P37 / 基于空地协同的陕西省土地覆盖长时间序列监测与分析



### 独家专访 Exclusive Interview

P41 / 刘锐：“黄河一号”卫星助力“黄河流域数字经济走廊”建设



### 卫星活动 Satellite

P45 / 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

P48 / 中科宇图应邀出席2020全国水污染防治技术研讨会暨黄河流域生态保护与高质量发展高峰论坛

P49 / 航天八院来司开展“黄河资源环境”卫星星座设计方案交流



P49 / 中科宇图赴航天海鹰卫星运营事业部参观调研

P50 / 姚新董事长带队到长光卫星技术有限公司调研交流

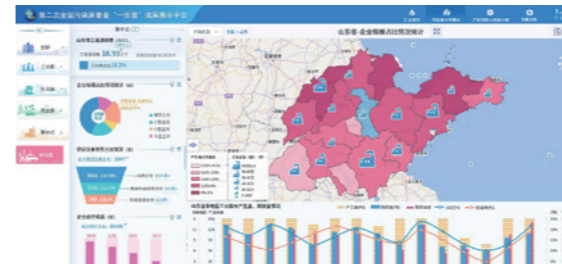
P51 / 姚新董事长带队赴黄河水利科学研究院考察交流



### 宇图样板 Classic Case

P53 / 建立“一库四平台” 中科宇图技术服务助力山东二次污普信息化建设

P55 / 中科宇图土壤环境管理信息化系统亮相全国土壤污染防治管理培训班



P56 / 中科宇图环保管家服务助力平顶山大气治理交出亮眼答卷

P57 / 中科宇图承建的北京市移动执法系统获生态环境部点赞报道

P59 / 中科宇图智慧环保推进宜春市环境管理能力现代化

### 宇图风采 Mapuni Style

P61 / 地图大数据产业群生产中心团队：斗志昂扬保交付促回款

P63 / 生态环境综合管理信息化平台项目团队：服务精神成就团队与客户



### 宇图资讯 Company information

P65 / 刘锐院长作为评审专家出席2020年全国优秀测绘工程奖终审答辩会议

P65 / 开封市委书记侯红、市长高建军会见中科宇图董事长姚新

P67 / 中科宇图承建环保项目亮相新闻联播并获生态环境部信息中心书信表扬

P68 / 中科宇图高管一行参观调研海淀城市大脑展示中心

### 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

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、中国科学院遥感应用研究所原所长

刘文清 中国工程院院士、中国科学院安徽光学精密机械研究所所长

杨志峰 中国工程院院士、北京师范大学环境学院原院长

### 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 中国科学院遥感与数字地球研究所研究员、博士生导师

何平 国际中国环境基金会总裁、全国政协海外特邀代表

何平 中国国际工程咨询公司农村经济与地区发展部主任、教授

## 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

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

## 微小卫星的大未来

微小卫星，别看它身材小但是本领大，不仅可以各自为政还可以协同合作，近年来迅速崛起，成为航天领域技术创新发展的一支重要力量，发展前景可谓是“小卫星大未来”。那么什么是微小卫星，它有哪些用途，什么样的独特魅力让它迅速备受瞩目。

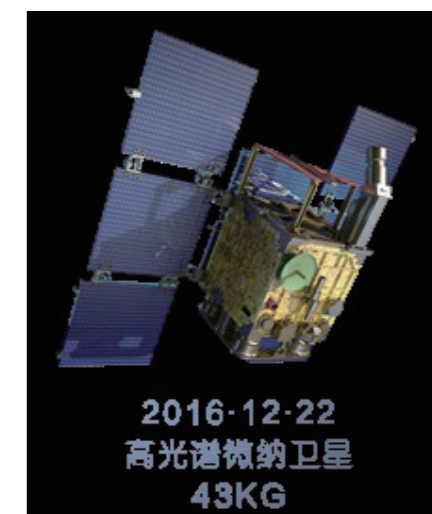
### 小身材，大智慧——功能强大还不贵

自前苏联于1957年10月4日发射了第一颗人造地球卫星Sputnik以来，卫星得到了广泛的应用。卫星家族也变得越来越大，并且用途不一，形状各异，大小也相距甚远。

20世纪90年代初，随着微电子、现代通信、微机械、计算机技术、吸能材料和新能源的发展以及对空间环境的日益深入了解，卫星轻量化的趋势愈加明显，微小卫星技术已成为航天科技中的新领域。

卫星有多种分类方法，微小卫星是按重量划分的一种叫法。一般国际上将质量在500kg以下的卫星统称为微小卫星，进一步细分，又可分为以下4类：小卫星（质量在500~100kg之间），微卫星（质量在100~10kg之间），纳卫星（质量在10~1kg之间），皮卫星（质量在1~0.1kg之间），飞卫星（质量小于0.1kg）。

微小卫星是有明确用途的新一代卫星，主要特点有：重量轻、体积小、成本低（数千万人民币量级）、可以标准化生产、研制周期短（一年左右）、轨道低、发射方式灵活（既可与大卫星一起发射也可一箭多星发射，或通过空间站部署）、生存能力强、风险小，还有一点就是它的



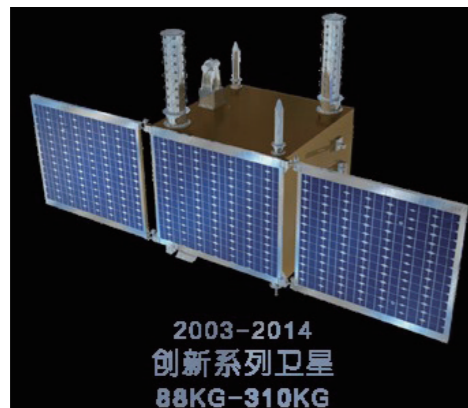
技术含量相当高；微小卫星还可以进一步组网，就是以分布式的星座形成“虚拟大卫星”，从而可以实现一些传统大卫星复杂的功能。正是由于这些特点，微小卫星已经受到了各方面尤其是经费有限而技术力量雄厚的大学的广泛关注，并得到了迅速发展。

在应用方面，微小卫星可用于通讯、导航、对地观察、科学试验和深空探测。在低轨卫星通信、全球导航、科学探测等方面，微小卫星的应用已占据重要位置。

### 低门槛、高科技——高校都能来参与

航天科技正逐步从军事应用转向经济建设领域，商业运作则促使航天科技必须降低成本、提高效益。然而传统的大型人造卫星，费用需要上亿美元，这是许多国家难以承受的。相比之下，仅需要数千万人民币成本的微小卫星便吸引了

全世界许多高校和科研机构的积极参与，形成了一支巨大科研力量，并且相互竞争，从而使技术水平快速提高。目前我国参与微小卫星研发的机构主要有中国科学院微小卫星创新研究院、清华大学、浙江大学、南京航空航天大学等。



经过最近10年的高速发展，微小卫星的各方面能力可以说已经有了特别大的进展。

首先，信息技术的发展也促进了航天技术的发展。比如随着芯片技术、电子设备、计算机和信息技术的发展，以及其产品与设备的性价比日益提高，使得微小卫星就能够充分利用这些产品，让新一代微小卫星在体积和质量在减小的同时，性能和应用能力却得到大幅提升。这可是微小卫星的物质基础。

另外，得益于太阳能电池片效率的提升和电子产品小型化的发展，微小卫星的供配电系统性能也得到很大提高。目前，太阳能电池的效率达到29%~33%，锂离子和锂聚合物蓄电池的比能达到了250·W·h·kg<sup>-1</sup>；电源控制系统也达到了最佳电源功率分配使用，合理充放电，使电源达到最好使用状态。若将来进一步发展，石墨烯电池能用于卫星的话，那么星上电源的提升就更大了。

不同于传统大卫星的运载火箭定制专用发射，微小卫星的发射模式更加灵活。

目前，搭载发射和一箭多星已成为其发射的

主要方式，例如2015年我国利用长征六号火箭成功实现1箭20星发射，这种密集的发射模式降低了微小卫星的发射成本，提高了大规模批量化部署的能力，进一步推动了微小卫星的产业化发展；2017年11月21日12点50分，长征六号运载火箭第二次成功发射，“一箭三星”将吉林一号视频4~6卫星成功送入预定轨道。

另外，空间站释放也成为了发射微小卫星的一种选择，美国行星（Planet）公司（原行星实验室公司，于2016年6月更名）就利用国际空间站多次释放了大量的皮卫星。针对逐渐增长的微小卫星发射需求，众多宇航公司也在专门研制低成本小型运载器，例如我国长征六号运载火箭。

此外，飞机和退役火箭也可以改造成为发射微小卫星的运载工具，最典型实例是美国国防先进研究计划局DARPA提出采用火箭装上多颗微型卫星搭载在飞机上，然后从飞机上释放出火箭最后由火箭把卫星射入轨道，发射不受地理条件的限制，此计划称为“空中发射辅助太空进入”，并已经开始实施。

微小卫星研制周期短、成本相对较低的特点，使其成为商业投资的最佳切入点。例如众多商业遥感公司的目标是发展大量的微卫星并应用到更广泛的领域，包括油气资源勘探、自然灾害预报、城市规划农业监测、交通导航和环境监测等。随着微小卫星技术的进一步发展，以及与商业的深度融合，商业化将有可能成为推动空间技术发展的重要动力。

### 组星座、编队型——DIY后更威风

星座组网、编队飞行是微小卫星发挥效能的重要途径，也是未来微小卫星应用的主要趋势。由多个卫星按不同的轨道位置布置而形成小卫星星座运行，可以提高飞行任务的时间分辨率，乃至实现全球的实时覆盖；由多颗小卫星保持相对位置编队飞行并且其观测到的信号可以相干

处理，则可以形成虚拟探测卫星，完成大型卫星无法实现的新应用。

微小卫星通信星座。采用众多微小卫星（甚至几百颗）可以连续无缝覆盖全球，卫星又处在低轨道，通信发射功率降低近三个数量级，为此地面通信收发设备的体积、质量和功耗需求大大降低，例如智能手机、计算机、简易移动通信收发设备都可以加入星座实现通信业务。

编队飞行，利用几颗微小卫星实现编队飞行可以获得单颗卫星无法获得的结果。例如如全球三维定位系统采用20颗电子侦察卫星，分成5组，每组4颗卫星实现编队飞行；根据时差与频差综合定位原理，对地面雷达站位置可获得0.5km的三维定位精度。

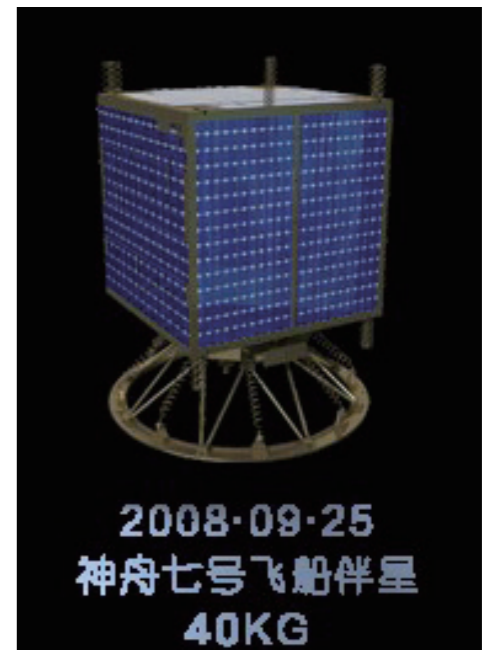
### 挑战多，大众化——未来可能无限大

微小卫星代表了航天领域的技术创新发展，将是航天新技术和新思想的活跃地带，其潜力不言而喻。然而，微小卫星的快速发展在带来技术变革和创新前景的同时，也可预见到大规模微小卫星系统的发展可能也会带来一些问题，比如其对太空秩序和相关应用领域的影响。

由于微小卫星集中于低轨道，发射量大，且寿命相对较短，如果处理不当则会造成空间碎片隐患，会对空间安全造成一定的影响，另外部分在轨微小卫星可能会存在未按规定占用轨位工作频率等问题。微小卫星未来将更加市场化和大众化，如何规范轨道及频率资源的申请和占用，将会成为一个国际性问题。

此外，大规模的组网运行模式，以及不断增加的用户数和任务量，对传统的卫星运行控制系统提出挑战。大量分散式运控系统的运行和用户指令的发布，将会带来行业管理、配套产品市场规范等新应用模式下的新问题。

微小卫星产业的迅速崛起是航天发展的时代所需，它引领的是一种全新的航天科技创新及



研制生产模式，开创了新的航天应用的运营模式，使航天应用不再单独服务于国防及前沿科技探索，同时也服务于大众，融入每一个人的生活，使得生活更加信息化、智能化。

图片来源：中科院微小卫星创新研究院官方网站

主要参考文献：

- [1] 李明. 微小卫星发展的若干思考[J]. 航天器工程, 2016(6): 1-5
- [2] 林来兴, 张小琳. 迎接“轨道革命”——微小卫星的飞速发展[J]. 航天器工程, 2016(4): 97-105
- [3] 詹亚锋, 马正新, 曹志刚. 现代微小卫星技术及发展趋势[J]. 电子学报, 2000(7): 102-106 ◆



## 百舸争流 奋楫者先——祝贺中科宇图成立十九周年

回顾十九年，岁月锤炼了漫漫征途，这是奋进者逐梦的奔腾之旅，谱写着中科宇图科技股份有限公司发展的新篇章。

中科宇图成立于2001年，早期创始人及员工来自中科院遥感所、地理所和北京师范大学，从最初注册资金几十万，一间办公室，员工几十名，历经十九年的沧桑巨变，如今发展成为注册资金6777万，拥有全国6大区域分公司，员工500余名，业务遍及全国300多个城市和地区的地图大数据与智能化解决方案服务商，成为国内行业信息化系统建设领先企业。

十九年风雨兼程，在以姚新董事长为首的公司的核心管理团队带领下，公司由小变大，由弱变强，业务经营实现跨越式发展。最初单纯的地图数据生产，多年来积累了处理高分辨率、多比例尺、多源遥感数据的能力。地理信息产业融合发展的时代洪流中，公司业务开始转型转向整体定制化服务发展，将3S技术广泛应用到自然资源、公安、通信、金融、能源、交通、环境、水利等行业，致力于打造综合性智能化解决服务方案。在生态环境领域，率先树立了环境信息化的行业应用典范，利用地图大数据+智能化技术，打造了以“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紧密结合，构建全生命周期的环境监测与治理模式。

在瞬息万变的互联网和智能化时代，催生了互联网思维，也颠覆了很多传统行业。随着国家的机构改革和治理能力现代化，以及受疫情影响国际国内经济形势阶段性变化，中科宇图也同众多地信企业面临着发展机遇与挑战，公司也在不断组织能力建设和人才梯队建设，力图改革创新。在公司高层对卫星市场科学调研下，提出黄河一号环境资源卫星星座计划，并成功与开封市政府签订合作协议，未来将联合卫星领域上下游企业，充分发挥卫星遥感监测的优势，填补黄河保护服务空缺，将实现打造“黄河流域生态环境大保护”专属卫星群的一大创举。

百舸争流，奋楫者先。十九年的创新求变，十九年的奋勇向前，中科宇图已成长为拥有多项核心技术、资质齐全、品牌信誉卓著，在国内相关行业或细分领域发挥着重要作用的大数据和智能化解决方案服务商。未来，也将继续坚持基于地理信息的创业创新，开拓新应用、培育新市场，让地理信息产品通过生态建设、智慧管理、数字经济惠及社会大众，服务生产生活。◆



## 中科宇图主办“新动能时代地图大数据的创新服务与应用”分论坛圆满落幕

2020年10月28日至29日，以“万物互联智绘驱动——新测绘新发展”为主题的中国测绘学会2020年学术年会在河南省郑州市举行，自然资源部、中国科协、河南省人民政府领导开幕式并致辞。期间，中科宇图科技股份有限公司作为测绘学会地图大数据创新工作委员会的牵头单位，主办29日“新动能时代地图大数据的创新服务与应用”分论坛，中科宇图董事长姚新出席会议。

“新动能时代地图大数据的创新服务与应用”分论坛由中科宇图副总裁、资源环境科学研究院院长刘锐主持，特邀中国工程院院士孙九林、南京师范大学地理科学学院教授周文生、中科宇图助理总裁张林、清华大学建筑学院教授周文生、中国地质调查局发展研究中心教授级高级工程师朱月琴、中国人寿财险农险部处长杨昕、中科宇图研发中心总经理焦高超等来自各高校、科研机构、地理信息企事业单位的知名专家及行业精英，围绕地理信息领域最新的技术和应用的焦点问题，展开智慧交流，分享成功经验，为在座100余位观众带来精彩报告。



刘锐主持分论坛  
中科宇图副总裁资源环境科学研究院院长



中国工程院院士孙九林  
报告《数字经济与数据共享》

孙九林院士的报告从数字经济基本内涵、全球数字经济发展趋势、中国数字经济的特点、院士及团队在数字经济与数据共享应用中的探索和实践四个方面深度进行了解读剖析。他指出，我国数字经济发展过程中必须要做到全面统筹、整体规划，健全机制，重视数据共享工作，要强化数据共享顶层架构设计、摸清数据资源家底、打通纵向和横向数据共享交换通道、盘活数据应用市场。



南京师范大学地理科学学院教授闫国年  
报告《全息地图数据获取与场景应用》

闫教授报告总结了GIS几十年来的发展规律，深刻洞察从地理全息到社会全息发展的趋势，重点介绍了全息场景数据的获取与应用，并展望未来GIS的发展方向。闫教授指出，在大数据时代，我们需要基于语义描述、空间定位、几何形态、演化过程、要素关系、属性特征等地理6要素，以及时间、地点、人物、事物、事件、现象、场景显示世界7要素的定义，解读地理6要素和现实世界7要素的内在关系，进行泛在数据的挖掘，静态场景和动态场景融合为一体，构造出人们认识世界、表达世界的场景。



中科宇图助理总裁张林  
报告《精细化场景中的地图大数据应用》

张林带来主题分享，作了《精细化场景中的地图大数据应用》的主题报告，报告从精细化场景中的地图大数据应用入手，探讨了地图大数据与公司业务的融合，介绍了中科宇图通过利用地图大数据连接用户信息、营销资源、设备资源等有效业务数据，给公安、通信、金融、自然资源、能源等行业带来的精细化管理的应用变革。遥感影像赋能精准农业保险、地名标准化赋能车险报告、标准地址赋能运营商精准营销等实际案例吸引与会人员关注。



清华大学建筑学院教授周文生  
报告《DAS在时空大数据中的应用研究》

周文生教授报告分析了DAS的历史研究基本进程，及DAS在时空大数据应用，提出了以地理计算语言为核心技术的新型地理计算模式。他表示，大数据、智能时代，丰富、多样的网络时空大数据为GIS的广泛应用提供了宝贵的资源，但现有技术的复杂性，导致人们不能很好地利用这些资源，为业务决策提供实时的帮助，而DAS技术无论在数据获取，还是数据处理方面所具有的便捷性都为网络时空大数据的广泛应用提供了强有力的支撑。



中国地质调查局发展研究中心教授级高级工程师朱月琴  
报告《地球大数据的未来 - 全息数字地球》

报告从地球大数据的发展趋势、机遇与挑战，全息数字地球的提出与建设，深入阐释了地球大数据的未来向全息数字地球发展。她表示，我国具备国家战略规划优势、巨量的数据沉淀、数据采集体系优势、高性能技术服务、专业的共享服务平台、良好的国际合作机制等优势将助力我国主导建设全息数字地球。



中国人寿财险农险处处长杨昕  
报告《农业保险精准承保与精准理赔》

报告指出，中国农业保险的发展从粗放快速转向了精细化和精准化，通过人工智能解译和多时空数据整合，结合遥感、无人机、地图大数据等技术，可实现农业保险客户地块资料建立、按图承保理赔、大灾快速定损理赔，对于释放基层业务压力、减少承保时效，提供精准高效的承保服务，提升保险公司在农业保险发展上的竞争力具有重大意义。



中科宇图研发中心总经理焦高超  
报告《基于地图大数据的智慧环境应用与服务》

焦高超《基于地图大数据的智慧环境应用与服务》的主题报告，结合自身多年的地图大数据运用到环境保护和管理上的实战经验，从智慧环境大数据综合解决方案、地图大数据服务与创新及中科宇图地图大数据产品在全国污染源普查、精准治霾、水环境监管、土壤精细化管理等场景应用的成功实践，几个方面深入浅出的分析了地图大数据在智慧环境中的应用。

院士专家的前沿学术理论、地理信息企事业单位的成功经验在本次分论坛上汇集碰撞，可谓精彩纷呈、亮点不断，在总结地理信息理论研究和实践经验的同时，进一步促进地图大数据在地理信息产业的应用及发展。中科宇图也将继续以空间地理信息为特色，打造行业智慧化解决方案，创新高效、智能的科技服务模式。◆

# 2000-2016年黄河源区植被 NDVI 变化趋势及影响因素分析

刘启兴

(黄河水利委员会 黄河水利科学研究院 水利部

黄土高原水土保持流失过程与控制重点实验室, 郑州 450003)

**摘要:** NDVI 是研究区域植被变化的重要表征性指数。本文基于 2000-2016 年的 MODIS NDVI 遥感数据和同时期地面气象数据, 采用非参数检验方法曼-肯德尔法 (Mann-Kendall) 检验法、斜率变化趋势分析法、复直线回归分析法等多种时间与空间分析方法, 研究了黄河源区生长季植被覆盖时空变化及其与气候因子的相关性, 探索黄河源区植被与气候变化的时空耦合关系, 分析了气候因素及人类活动对植被覆盖的影响。结果表明: 黄河源区 NDVI 在 2000-2016 年期间没有特别明显的突变年份; 源区 70.4% 的区域植被 NDVI 是增加的, 增长率大部分处于 0-0.004/a 之间。复直线回归分析显示气象因素对源区植被生长变化起到主要的促进作用, 99% 的区域 NDVI 气候因素贡献值为正值。人类活动促使植被 NDVI 增加的区域占总面积的比例是 55%, 说明人类活动等对黄河源区的生态环境产生一定的积极影响, 但仍有接近 50% 的区域人类活动使 NDVI 减少, 高寒草地的退化的趋势没有得到有效遏制。

**关键词:** 黄河源区; 植被变化; NDVI; 人类活动; 气候因素

植被作为土地覆被系统中的主要组分, 是陆地生态系统存在的基础条件, 也是连接土壤、大气、水分和人类土地利用的自然“纽带”<sup>[1]</sup>。植被是陆地表面能量交换过程、生物地球化学循环过程和人文循环过程中重要的下垫层, 在土地利用、覆被变化、全球变化研究中起着“指示器”的作用。归一化植被指数 (NDVI) 被认为是反映植被生长状态及植被覆盖程度的最佳指示因子, 是监测区域或全球植被和生态环境变化最有效指标<sup>[2-4]</sup>, 监测植被动态变化以及分析其与气候关系的响应情况已经成为全球变化研究中的重要应用方向之一<sup>[5,6]</sup>。黄河源区位于青藏高原腹地, 是黄河流域上游最重作要的产流区和水源涵养区, 也是我国生态屏障的重要保障。因此, 研究黄河源区植被覆盖的变化情况, 对于整个黄河流域和青藏高原环境生态系统的演变具有重大

意义<sup>[7,8]</sup>。

国内外学者利用 NDVI 数据来监测植被覆盖变化以及探寻植被覆盖与气象因子之间存在的响应关系。对 NDVI 影响因素的研究有以下 3 个思路: 将提取的研究区域植被指数面平均值与气象要素进行简单相关分析或回归分析<sup>[12]</sup>; 在像元尺度上进行简单相关分析<sup>[14]</sup>; 选取研究区气象站点周围的 NDVI 值与对应气象站点气象数据进行简单相关分析和多元回归分析<sup>[15]</sup>。研究发现, 植被覆盖与气象因子之间存在的响应关系受地理因素的影响<sup>[9]</sup>, 不同植被类型 NDVI 与气温、降水的响应程度存在一定差异, 但所有植被类型与气温、降水都呈现为正相关关系<sup>[10,11,12]</sup>, 并且这种响应关系存在一定的滞后性<sup>[13,14]</sup>。刘宪峰等基于 MODIS NDVI 数据分析了 2000-2011 年黄河源区植被覆盖的时空变化特征及驱动因

素, 结果表明黄河源区植被呈增加趋势, 植被覆盖的增加主要与气候的暖湿化及生态保护工程的实施有关<sup>[17]</sup>。李辉霞等探讨了三江源地区不同植被类型对气候变化的响应, 通过分离气候变化与人类活动对植被 NDVI 的贡献定量评估了生态工程对植被变化的影响, 认为气候要素对该区 NDVI 的贡献大于人类活动<sup>[18]</sup>。目前尚未有研究对黄河源区 NDVI 进行像元尺度的多元回归分析, 缺乏量化区分气象因素与人类活动对黄河源区内植被指数的影响的手段。开展 NDVI 像元尺度的分析, 可以准确分析研究区域内每个地点的时空变化及气象因素对小范围的影响, 空间连续性和异质性能更好地体现和分析; 利用多元回归分析, 同时考虑多个气象因素对植被指数的影响, 能准确分析气象因素对植被指数的影响及贡献, 实现气象因素与人类活动对植被指数影响的定量区分, 比较准确地基于像元尺度预测未来植被覆盖状况<sup>[19-21]</sup>。

本文利用 MK 检验及趋势分析在像元尺度上对黄河源区 2000-2016 年植被 NDVI 进行时空变化分析, 并利用相关分析法及复直线回归分析方法, 定量分析气象因素和人为因素对植被动态变化的影响。

## 1 研究区概况

黄河源区 (31.5N-36.5N, 95.5E-103.5E) 位于青藏高原东北部, 面积约 12.2×104km<sup>2</sup>, 横跨青海、四川、甘肃三省, 绝大部分在海拔 3000-5000 m 以上, 区域内分布有高山、盆地、峡谷、草甸、湖泊和冰川、冻土等地貌。由于地处高海拔寒冷地区, 黄河源是对气候变化响应最敏感和生态环境最脆弱的地区。黄河源区自然环境类型多样, 高寒植被分布广泛, 有高寒草甸、高寒草原、高寒沼泽、高山稀疏植被、高寒灌丛、常绿阔叶林等植被类型, 其中主要以高寒草甸和高

寒草原为主, 其约占黄河源区总面积的 70% 以上。

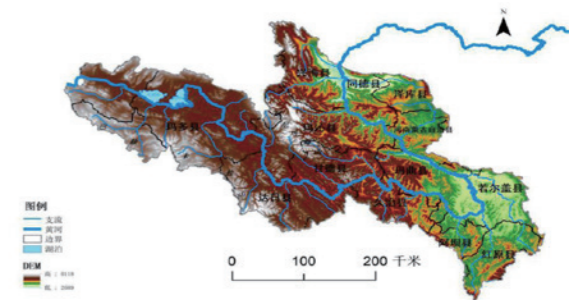


图 1 研究区位置及地形图

## 2 数据源及分析方法

### 2.1 数据源

#### 2.1.1 NDVI 数据来源及处理

本文采用遥感数据 MOD13Q1 为 NASA 网站 (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>) 免费下载, 时间范围为 2000.02-2016.12。MOD13Q1 遥感影像数据是由美国对地观测计划 EOS/Terra 卫星携带的中分辨率成像光谱仪 MODIS (Moderate Resolution Imaging spectro radiometer) 获取的采用正弦曲线投影 (SIN, sinusoidal Projection) 方式的 3 级网格数据产品, 具有 1km 的空间分辨率和 16d 的时间分辨率, 单景影像覆盖面积为 1200×1200km<sup>2</sup>, 数据采用格式为 HDF-EOS。黄河源区地理范围覆盖全球正弦曲线投影 SIN 系统中编号为 h25v05 和 h26v05 的两个影像分带。

原始影像通过 MRT (MODIS Reprojection Tools) 工具统一进行投影拼接转换, 转换为 UTM 投影, 坐标系为 WGS84 坐标, 并利用黄河源区矢量边界对处理后的数据进行裁剪。为了消除云层、大气与太阳高度角等干扰影响, 将每年 NDVI 数据采用最大值合成法 (MVC, Maximum Value Composites) 进行合成, 获得从 2000 年~2016 年的 17 幅影像图。



2.1.2 气象数据来源及处理

气温和降水数据来源于中国气象科学数据共享服务网 (http://data.cma.cn/) 下载的全国气象站点数据。利用研究区内站点站号, 通过IDL 编程提取出黄河源区间内9个气象站点的月降水量和气温数据。由于气象因子存在空间不均匀性, 同时为了逐像元地分析气象因素和人类活动等不确定因素对植被覆盖的影响, 采用反距离权重插值法将研究区9个气象站点实测降水、气温数据插值为与MODIS NDVI 数据集相同的空间分辨率栅格影像, 获得每一个像元的降水和气温数据。

2.2 分析方法

2.2.1 Mann-Kendall 检验法

Mann-Kendall 检验法被广泛应用在植被等的趋势分析中。其优点在于检测范围宽、人为影响小、定量化程度高。该方法对于变化要素从一个相对稳定状态变化到另一个状态的变化检验非常有效<sup>[22]</sup>。利用 Mann-Kendall 检验法对黄河源区 MODIS NDVI 随时间序列变化的特征进行分析, 研究结果不仅从统计学意义上揭示植被随时间的变化趋势, 还揭示植被发生突变的时间段。在 Mann-Kendall 突变检验中, 对于具有 n 个样本量的时间序列 x, 构造一个秩序列:

$$S_k = \sum_{i=1}^k r_i \quad (k = 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

其中

$$r_i = \begin{cases} +1, & x_i > x_j \\ 0, & x_i \leq x_j \end{cases} \quad (j = 1, 2, \dots, i) \quad (2)$$

可见, 秩序列  $s_k$  是第 i 时刻数值大于 j 时刻数值个数的累计数。

在时间序列随机独立的假定下, 定义统计量:

$$UF_k = \frac{[s_k - E(s_k)]}{\sqrt{Var(s_k)}} \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

其中  $UF_1=0$ ,  $E(s_k)$ ,  $Var(s_k)$  是累计数  $s_k$  的均值和方差, 在  $x_1, x_2, \dots, x_n$  相互独立, 且有相同连续分布时, 它们可由下式算出:

$$E(s_k) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (4)$$

$$Var(s_k) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (5)$$

给定显著性水平  $\alpha$ , 将  $UF_k$  和  $UB_k$  两个统计量曲线和显著性水平线绘在同一个图上, 若  $UF_k$  和  $UB_k$  的值大于 0, 则表明序列呈上升趋势, 小于 0 则呈下降趋势。当超过临界直线时, 表明上升或下降趋势显著, 超过临界线的范围确定为突变的时间区域。如果  $UF_k$  和  $UB_k$  两条曲线出现交点, 那么交点对应的时刻便是突变开始的时间。

2.2.2 趋势分析

趋势分析是通过对一组随时间变化的变量进行线性回归分析, 从而预测其变化趋势的方法。该方法可计算研究区域监测时段内每个栅格点 NDVI 的变化趋势, 反映该区域植被 NDVI 变化的方向和速率。线性回归方法是研究植被变化趋势的常用方法, 其优点在于通过利用各个年份的数据值进行拟合, 可以消除研究时段内偶发性异常因素对植被长势的影响, 更真实地反映长时间序列植被变化趋势。

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i NDVI_{gi} - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) * \left( \sum_{i=1}^n NDVI_{gi} \right)}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (6)$$

$$a = \overline{NDVI_g} - b \times \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (7)$$

$$R = \frac{(x_n \times b + a) - (x_1 \times b + a)}{x_1 \times b + a} \times 100 \quad (8)$$

式中  $x_i$  表示研究时段内第 i 个年份; b 为变化趋势线的斜率; a 为截距; NDVI<sub>g</sub> 为各个像元的 NDVI; R 为单个像元 NDVI<sub>g</sub> 变化率;  $x_1$  和  $x_n$  分别为研究时段的起始和终止年份。上述公式被广泛应用在 NDVI<sub>g</sub> 的时间序列分析, 具有较好的稳定性<sup>[22, 21, 20]</sup>。

2.2.3 相关性分析

采用 person 相关性分析与学生 t 检验对 NDVI 与同期气象数据进行相关分析和显著性检验, 计算公式如下:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (NDVI_{gi} - \overline{NDVI_g})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (NDVI_{gi} - \overline{NDVI_g})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}, \quad df = n-1 \quad (10)$$

式中  $y_i$  表示研究时段内第 i 年的气象要素值;  $\bar{y}$  为其多年平均值; r 为 Person 相关系数; t 为检验统计量; df 为自由度。

2.2.4 复直线回归分析

本文对 NDVI 与温度、降水之间进行复直线回归分析, 回归方程为:

$$z = a + bx + cy \quad (11)$$

参数计算公式为:

$$b = \frac{r_{xz} - r_{xy}r_{yz}}{1 - r_{xy}^2} \times \frac{\sigma_z}{\sigma_x} \quad (12)$$

$$c = \frac{r_{yz} - r_{xy}r_{xz}}{1 - r_{xy}^2} \times \frac{\sigma_z}{\sigma_y} \quad (13)$$

$$a = \bar{z} - b\bar{x} - c\bar{y} \quad (14)$$

式中,  $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ 、 $\bar{z}$  为气温数据 x、降水数据 y 和 NDVI 数据 z 的均值;  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\sigma_z$  分别为各自数据系列的均方差;  $r_{xz}$ 、 $r_{xy}$ 、 $r_{yz}$  分别是 x 和 z、x 和 y、y 和 z 的相关系数。

NDVI 模拟残差计算公式:

$$\text{residual} = \text{NDVI} - \text{NDVI}_p \quad (15)$$

式中, residual 为 NDVI 复直线回归方程的残差; NDVI 为 NDVI 时间数据集; NDVI<sub>p</sub> 是根据复直线回归模型预测的 NDVI 值。

3 结果分析

3.1 黄河源区植被时空变化特征

3.1.1 黄河源区植被 NDVI 在时间上的动态变化分析

图 2 为利用 matlab 对黄河源区 2000-2016 年的 MODIS NDVI 进行 MK 趋势检验图。

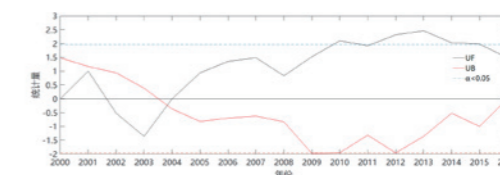


图 2 2000-2016 年黄河源区 NDVI 非参数检验

黄河源区 2000-2016 年的植被 NDVI 趋势分析表明: UF 统计量在 2004-2016 年大于零, 说明黄河源区 NDVI 整体呈增加趋势; 虽然在 2002-2004 年 UF 统计量小于零, 并且 UF 线与 UB 线在 2004 年出现交点, 说明在这期间 NDVI 的变化趋势发生较大变化, 但交点统计量并未超过显

显著性  $\alpha < 0.05$  的临界值 1.96, 大体可以判断出黄河源区 NDVI 在 2000-2016 年期间整体比较平稳, 没有特别明显的突变年份; 从 2010 年起 UF 统计量超过了显著性  $\alpha < 0.05$  的临界值 1.96, 说明黄河源区 NDVI 在 2010 后增长趋势显著。

### 3.1.2 黄河源区植被 NDVI 在空间上的动态变化分析

图 3 为源区植被 NDVI 年际变化趋势空间分布图, 由图可以看到大部分区域呈浅绿色, 说明 2000-2016 年间黄河源区大部分区域 NDVI 是增加的, 大部分区域的变化趋势为  $0-0.004/a$ , 变化趋势最大达到  $0.213/a$ ; NDVI 在 2000-2016 年间在减少的区域主要分布在扎陵湖和鄂陵湖西部与南部、黄河源区的中南部以及若尔盖湿地的北部。变化趋势最小值为  $-0.031/a$ 。源区整体植被 NDVI 变化趋势均值为  $0.0012/a$ 。

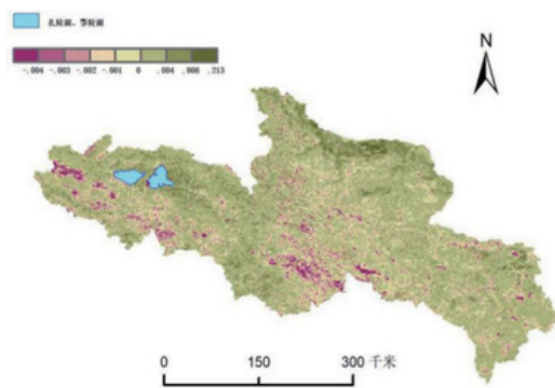


图 3 2000-2016 年黄河源区 NDVI 年际变化趋势空间

NDVI 变化趋势 / 年	面积 / km <sup>2</sup>	比例 / %
变化趋势 $< -0.004$	2273.60	1.89
$-0.004 < \text{变化趋势} < -0.003$	2292.08	1.91
$-0.003 < \text{变化趋势} < -0.002$	4669.36	3.89
$-0.002 < \text{变化趋势} < 0.001$	9377.72	7.82

NDVI 变化趋势 / 年	面积 / km <sup>2</sup>	比例 / %
$-0.001 < \text{变化趋势} < 0$	16804.14	14.02
$0 < \text{变化趋势} < 0.004$	70189.20	58.55
$0.004 < \text{变化趋势} < 0.008$	13090.42	10.92
变化趋势 $> 0.008$	1182.48	0.99

表 1 黄河源区 NDVI 一元线性回归分析变化表

表 1 为黄河源区 NDVI 不同级别变化趋势面积统计表。植被 NDVI 年变化趋势  $< 0$  的面积为  $3.54$  万  $\text{km}^2$ , 占黄河源区总面积的  $29.54\%$ , 其中变化趋势在  $-0.001$  和  $0$  之间的面积为  $1.68$  万  $\text{km}^2$ , 占黄河源区总面积的  $14.02\%$ ; 植被 NDVI 年变化趋势变化趋势  $> 0$  的面积为  $10.31$  万  $\text{km}^2$ , 占黄河源区总面积的  $70.46\%$ , 其中变化趋势在  $0-0.004/a$  之间的面积为  $70189.20\text{km}^2$ , 占黄河源区总面积的  $58.55\%$ 。结果表明黄河源区在 2000-2016 年期间 NDVI 整体呈增加趋势, 且变化趋势都在  $0$  到  $0.004/a$  之间, 黄河源区部分地区植被覆盖情况正逐年好转。

### 3.1.3 2000 年和 2016 年植被 NDVI 变化比较分析

黄河源区 2016 年植被 NDVI 年最大值影像减去 2000 年植被 NDVI 年最大值影像, 得到两个年份 NDVI 差值空间分布图 (图 4), 并且做出不同差值范围面积比例统计表 (表 2)。2016 年植被 NDVI 同 2000 年相比, 大部分区域植被 NDVI 差值在  $-0.2$  到  $0$  和  $0$  到  $0.2$  这两个范围。说明近 17 年来, 黄河源区植被覆盖并未出现特别显著的变化。NDVI 差值分布图中, NDVI 减少地区区域分布和 NDVI 年际变化趋势空间分布中变化趋势  $< 0$  的区域基本相同。

2016 年 NDVI 值较 2000 年减少的区域面积为  $57362\text{km}^2$ , 占黄河源区总面积的  $47.84\%$ , 其中 NDVI 差值在  $-0.2-0$  之间的区域面积为  $57073\text{km}^2$ , 占总面积的  $47.6\%$ 。NDVI 差值大于  $0$  的区域面积为  $62517\text{km}^2$ , 占黄河源区总面积的  $52.15\%$ ; 其中 NDVI 差值在  $0$  到  $0.2$  之间的区域

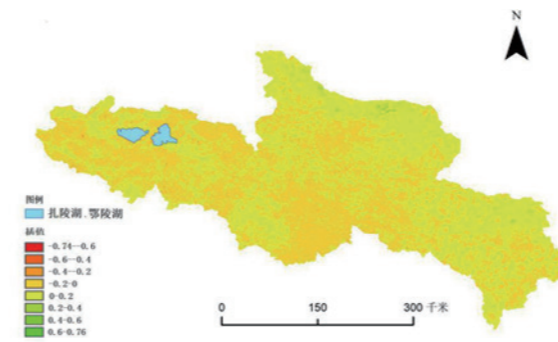


图 4 2016 年与 2000 年 NDVI 差值分布

差值	面积 / km <sup>2</sup>	比例 / %
NDVI $< -0.6$	1.02	0.0008
$-0.6 < \text{NDVI} < -0.4$	5.13	0.004
$-0.4 < \text{NDVI} < -0.2$	282.27	0.23
$-0.2 < \text{NDVI} < 0$	57073.11	47.61

差值	面积 / km <sup>2</sup>	比例 / %
$0 < \text{NDVI} < 0.2$	61931.34	51.66
$-0.2 < \text{NDVI} < 0.4$	580.97	0.48
$0.4 < \text{NDVI} < 0.6$	4.10	0.003
NDVI $> 0.6$	1.02	0.0008

表 2 2016 年与 2000 年 NDVI 差值分布表

面积为  $61931\text{km}^2$ , 占总面积的  $51.66\%$ 。结果表明 2016 年黄河源区植被覆盖较 2000 年基本保持不变有轻微改善。

### 3.2 黄河源区 NDVI 动态变化驱动因素定量分析

已有研究表明, 植被 NDVI 对降水、气温的响应关系存在一定的滞后性<sup>[13,14]</sup>。为了较为准确地定量分析植被 NDVI 对降水和气温的响应关系, 本文在获得每个像元的降水和气温数据之后, 分别求出黄河源区植被 NDVI 与历年降水、气温数据的 6 月、7 月、8 月、6 月和 7 月均值、7 月和 8 月均值及 6-8 月三个月均值的相关系数, 并进行 t 分布检验。结果表明黄河源区 NDVI 与 7 月份的降水总量和 6 月份的平均气温相关系数最大, 且均通过了的置信度检验。所以本文选

择了 2000 年到 2016 年 9 个站点每年 7 月份的降水总量和 6 月份的平均气温作为降水和气温的研究序列。

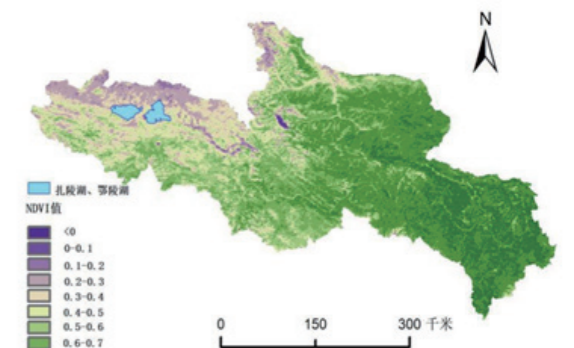


图 5 黄河源区 2016 年植被 NDVI 气候因素贡献分布图

在复直线回归分析中, 利用 NDVI 的 2000-2016 年时间序列数据和降水气温数据求出 a、b、c 参数, 接着利用确定的 NDVI 与降水、气温之间的回归方程以及相应的降水和气温数据得出 NDVI 预测值。这个值即为气候因素对 NDVI 的贡献值, 用实际 NDVI 减去 NDVI 预测值得到的残差即为人为因素和其他不确定因素对 NDVI 的影响。

图 5 为通过复直线回归分析得到的 2016 年黄河源区 NDVI 预测值即降雨和气温对 NDVI 贡献值空间分布, 黄河源区东部和东南部区域 NDVI 预测值多在  $0.5$  以上, 而在北部和西北部区域 NDVI 预测值较小。这是由于黄河源区属于大陆性高原气候, 寒冷干燥, 气温降水总体上呈现为由东南向西北逐渐递减的空间分布特征且北部和西北部地区靠近柴达木盆地, 土壤水分不足, 植被自我更新和自我生长能力较差, 植被生长受降水、气温等气候条件限制更大。

表 3 是气温、降水对黄河源区 2016 年植被 NDVI 贡献值。99% 以上的区域 NDVI 气候因素贡献值为正值, 其中贡献值在  $0.5-0.6$  之间的面积为  $17054\text{km}^2$ , 占总面积的  $14.23\%$ ; 贡献

值在 0.6-0.7 之间的面积为 21651 km<sup>2</sup>，占总面积的 18.06%；贡献值在 0.7-0.8 之间的面积为 34565km<sup>2</sup>，占总面积的 28.83%，三者总计面积为 73271km<sup>2</sup>，占总面积的 61.12%。这说明仅在气候因素的作用下，2016 年黄河源区 NDVI 大部分在 0.5-0.8 的水平之间，而 2016 年 NDVI 实际观测值在 0.5-0.6 之间的面积为 16733km<sup>2</sup>，占黄河源区总面积的 13.96%；观测值在 0.6-0.7 之间的面积为 21449 ，占总面积的 17.89%；观测值在 0.7-0.8 之间面积为 34443km<sup>2</sup>，占总面积的 28.73%，观测值和实际值的差别不大，可以看出目前气候因素仍是黄河源区植被覆盖的主要驱动因素。

NDVI 贡献值	面积 /km <sup>2</sup>	比例 /%
NDVI<0	71.85	0.06
0<NDVI<0.1	129.33	0.11
0.1<NDVI<0.2	1310.79	1.09
0.2<NDVI<0.3	8217.82	6.86
0.3<NDVI<0.4	10658.74	8.89
NDVI 贡献值	面积 /km <sup>2</sup>	比例 /%
0.4<NDVI<0.5	11950.02	9.97
0.5<NDVI<0.6	17054.60	14.23
0.6<NDVI<0.7	21651.08	18.06
0.7<NDVI<0.8	34565.97	28.83
NDVI>0.8	14268.79	11.90

表 3 气温降水对黄河源区 2016 年 NDVI 贡献值

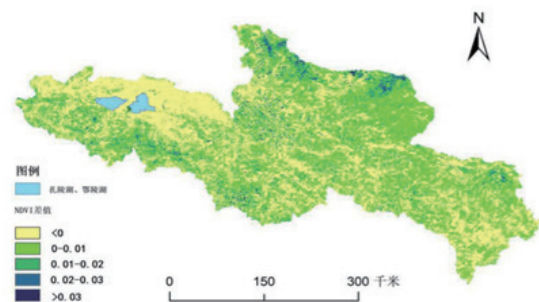


图 6 人类活动对黄河源区 2016 年 NDVI 的贡献值空间分布图

为了量化分析人类活动对黄河源区植被覆盖的影响，将实际观测的 NDVI 减去复直线回归分析预测的 NDVI，即计算出残差，该残差即可认为是人类活动对植被 NDVI 影响的部分（图 6 和表 4）。人类活动对植被 NDVI 起削减作用的区域面积为 53265km<sup>2</sup>，占黄河源区总面积的 44.43%；主要分布在黄河源区西北部的扎陵湖和鄂陵湖周边以及东南部的若尔盖盆地南部等地区。人类活动对黄河源区植被 NDVI 起促进作用的区域面积为 66613km<sup>2</sup>，占黄河源区总面积的 55.57%，其中贡献值在 0-0.02 之间的区域面积为 64190km<sup>2</sup>，占总面积的 53.54%。说明这些区域人类活动等因素促进了植被覆盖度增加。

NDVI 贡献值	面积 /km <sup>2</sup>	比例 /%
NDVI<0	53265.98	44.43
0<NDVI<0.01	52259.03	43.59
0.01<NDVI<0.02	11931.55	9.95

NDVI 贡献值	面积 /km <sup>2</sup>	比例 /%
0.02<NDVI<0.03	2002.62	1.67
NDVI>0.03	419.82	0.35

表 4 人类活动对黄河源区 NDVI 贡献值

黄河源区地区政府自 2003 年起开展退牧还草和减畜工程，2015 年平均牲畜存栏量减少至 1959.8 万头，减幅达到 8.60%<sup>[24]</sup>。同时 2000 年国家批准成立三江源国家级自然保护区和一期工程，对黄河源区等地的生态环境产生了积极影响<sup>[25]</sup>。但仍有接近 50% 的区域残差小于零，说明在全球气候变化和人类活动的影响下，对全球变化高度敏感的高寒生态系统已经开始加速退化，导致高寒草原覆盖度不断降低，景观破碎化加剧，草地水源涵养能力降低，水土流失加剧，这也与众多研究结果相吻合<sup>[26-28]</sup>。

#### 4 结论和讨论

本文利用 MODIS NDVI 时间序列数据，采用复直线回归分析等量化分析手段对 2000-2016 年黄河源区植被覆盖度进行时空变化特征及影响因素分析，主要得出以下结论：

黄河源区超过 70% 的区域 NDVI 是增加趋势，变化趋势在 0-0.004/a 之间。

2016 年同 2000 年相比，黄河源区较大部分地区的植被覆盖度是增加的，但在扎陵湖、鄂陵湖西部和南部、黄河源区的中南部以及若尔盖湿地的北部等相当大的一部分地区，植被 NDVI 减少了 0-0.2。

黄河源区高寒草地退化的成因已有大量研究，但还没有得到一致的结论，有些学者提出的区域暖干化和人类活动等问题是否是黄河源区环境恶化的决定因素还需要更加深入的研究。

气候因素对植被生长变化起到了主要的促进作用，西部和西北地区贡献较小，西部和西北部地区由于临近柴达木盆地，土壤水分不足，植被自我更新和自我生长能力较差。

从复直线回归分析结果可以看出人类活动并未对黄河源区整体植被覆盖产生较为显著的影响，源区高寒草地的退化趋势未得到有效遏制。因此要加强黄河源区生态保护力度，国家成立三江源自然保护区，并于 2005 年颁布《青海三江源自然保护区生态保护和建设总体规划》，采取了牧区产业结构调整、转变经济发展方式、牧民进城以及禁牧补贴等一系列有效措施，提高了牧民的环保意识，大幅降低人为因素对长江黄河源区高寒草地破坏，延缓草地的退化。

农作物由于人为管理存在，导致 NDVI 值较大，存在对黄河源区 NDVI 分析结果产生影响的可能。通过分析 2000 年、2005 年以及 2010 年三期黄河源区土地覆被数据发现，黄河源区耕地面积仅占黄河源区总面积的 0.4%，因此，农作

物对分析黄河源区植被 NDVI 的影响可以忽略不计。

通过植被 NDVI 动态分析可以有效地监测黄河源区封禁、退牧还草等政策落实和实施效果；且在现阶段人类活动变化幅度不大的情况下，可以根据各种气候模式预测的未来气温、降水数据预测黄河源区未来植被覆盖状况的理论值，以此为黄河源区生态保护和生态修复提供参考。

植被覆盖与气候因子之间的响应作用是一个复杂的交互系统，本文目前只考虑了气候因素中的降水和气温，忽略了日照、风速、湿度等气候因子对植被覆盖的影响，深刻揭示其他各种相关因素对植被生长作用机理的研究还有待进行。

#### 参考文献

- [1] 毛德华, 王宗明, 罗玲, 等. 基于 MODIS 和 AVHRR 数据源的东北地区植被 NDVI 变化及其与气温和降水间的相关分析 [J]. 遥感技术与应用, 2012(01):77-85.
- [2] 彭保发, 陈端吕, 李文军, 等. 土地利用景观格局的稳定性研究——以常德市为例 [J]. 地理科学, 2013(12):1484-1488.
- [3] GAO JAY, LI XI-LAI, CHEUNG ALAN, et al. Degradation of wetlands on the Qinghai-Tibet plateau: a comparison of the effectiveness of three indicators [J]. Journal of Mountain Science, 2013(04): 658-667.
- [4] 孟丹, 李小娟, 宫辉力, 等. 京津冀地区 NDVI 变化及气候因子驱动分析 [J]. 地球信息科学学报, 2015(08):1001-1007.
- [5] 徐冠华, 葛全胜, 宫鹏, 等. 全球变化和人类可持续发展: 挑战与对策 [J]. 科学通报, 2013(21):2100-2106.
- [6] 郭敏杰, 张亭亭, 张建军, 等. 1982-2006 年黄土高原地区植被覆盖度对气候变化的响应 [J]. 水土保持研究, 2014(05):35-40+48+.
- [7] 吴喜芳, 李改欣, 潘学鹏, 等. 黄河源区

植被覆盖度对气温和降水的响应研究[J]. 资源科学, 2015(03):512-521.

[8] 杜加强, 贾尔恒·阿哈提, 赵晨曦, 等. 三江源区近30年植被生长动态变化特征分析[J]. 草业学报, 2016(01):1-12.

[9] STEIN R K. MODIS-NDVI-based mapping of the length of the growing season in northern[J]. International Journal of Applied Earth Observation, 2007, 10(3): 253-266.

[10] 徐丽萍, 郭鹏, 王玲, 等. 天山北麓中段植被NDVI变化及其对气候因子的响应[J]. 水土保持研究, 2013(06):158-161+1.

[11] Qidong Yang, Jian Wu, Yueqing Li, Weidong Li, Lijuan Wang, Yang Yang. Using the particle swarm optimization algorithm to calibrate the parameters relating to the turbulent flux in the surface layer in the source region of the Yellow River[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2017, 232.

[12] 徐丽萍, 郭鹏, 刘琳, 等. 天山北麓土地利用与土地退化的时空特征探析[J]. 水土保持研究, 2014(05):316-321.

[13] 杜加强, 赵晨曦, 贾尔恒·阿哈提, 等. 近30a新疆月NDVI动态变化及其驱动因子分析[J]. 农业工程学报, 2016(05):172-181.

[14] 沈斌, 房世波, 余卫国. NDVI与气候因子关系在不同时间尺度上的结果差异[J]. 遥感学报, 2016(03):481-490.

[15] 欧朝蓉, 朱清科, 孙永玉. 元谋干热河谷旱季植被覆盖度的时空异质性[J]. 林业科学, 2017(11):20-28.

[16] 李超, 赵淑清, 方精云. 1975-2014年福建省植被覆盖变化及其驱动因素[J]. 植物生态学报, 2017(02):157-164.

[17] 刘宪锋, 任志远, 林志慧, 等. 2000-2011年三江源区植被覆盖时空变化特征[J]. 地理学报, 2013(07):897-908.

[18] 李辉霞, 刘国华, 傅伯杰. 基于NDVI的三江源地区植被生长对气候变化和人类活动的响应研究[J]. 生态学报, 2011(19):5495-5504.

[19] 栾金凯, 刘登峰, 黄强, 等. 近17年陕西榆林植被指数的时空变化及影响因素[J]. 生态学报, 2018(08):1-10.

[20] 张春森, 胡艳, 史晓亮. 基于AVHRR和MODIS NDVI数据的黄土高原植被覆盖时空演变分析[J]. 应用科学学报, 2016(06):702-712.

[21] 孙庆龄, 李宝林, 许丽丽, 等. 2000-2013年三江源植被NDVI变化趋势及影响因素分析[J]. 地球信息科学学报, 2016(12):1707-1716.

[22] HASHEMI R, MADOLIAT R, AFSHAR A. Prediction of forming limit diagrams using the modified M-K method in hydroforming of Aluminum tubes[J]. International Journal of Material Forming, 2016, 9(3): 297-303.

[23] 薛天翼, 白建军. 基于TVDI和气象数据的陕西省春季旱情时空分析[J]. 水土保持研究, 2017(04):240-246.

[24] 刘璐璐, 曹巍, 邵全琴. 近30年来长江源区与黄河源区土地覆被及其变化对比分析[J]. 地理科学, 2017(02):311-320.

[25] 邵全琴, 樊江文, 刘纪远, 等. 基于目标的三江源生态保护和建设一期工程生态成效评估及政策建议[J]. 中国科学院院刊, 2017(01):35-44.

[26] 杜际增, 王根绪, 李元寿. 近45年长江黄河源区高寒草地退化特征及成因分析[J]. 草业学报, 2015(06):5-15.

[27] 范微维, 易桂花, 张廷斌, 等. 黄河源区青海省玛多县2000-2014年NDVI变化及气候驱动因子[J]. 水土保持通报, 2017(01):335-340.

[28] 刘宪锋, 朱秀芳, 潘耀忠, 等. 1982-2012年中国植被覆盖时空变化特征[J]. 生态学报, 2015(16):5331-5342.



## 数字孪生黄河平台架构设计

周珂, 副教授; 苗茹, 副教授; 杨永清, 硕士研究生  
(河南大学 河南开封·明伦街/金明大道 475001)

### 一、引言

习近平总书记2019年在郑州主持召开黄河流域生态保护和高质量发展座谈会并发表重要讲话, 强调要共同抓好黄河大保护, 协同推进黄河大治理, 要求相关部门和地区协同推进黄河保护治理工作。中共中央政治局2020年8月31日召开会议审议《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》, 纲要明确了黄河流域保护与发展的五项任务: 一是环保任务, 要因地制宜、分类施策、尊重规律, 改善黄河流域生态环境; 二是节水任务, 要大力推进黄河水资源集约节约利用,

以节约用水扩大发展空间; 三是防灾任务, 要减少黄河水旱灾害, 加强科学研究, 完善防灾减灾体系, 提高应对各类灾害能力; 四是高质量发展任务, 要采取有效举措推动黄河流域高质量发展, 加快新旧动能转换, 建设特色优势现代产业体系, 优化城市发展格局, 推进乡村振兴; 五是文化传承任务, 要大力保护和弘扬黄河文化, 延续历史文脉, 挖掘时代价值, 坚定文化自信。

数字孪生是集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程, 在虚拟空间中完成映射, 从而反映和管控相对应的实体对象的全生命周期

过程。数字孪生技术在城市分析与规划，灾害模拟与影响预测，环境保护，资源监测，新能源运行优化与设备管理，物质文化遗产数字化建设等方面具有广泛的应用前景。数字孪生技术本身具有的高效决策、深度分析等特点。

数字孪生可以为黄河流域生态保护和高质量发展的国家战略实施提供高效的技术保障，构建数字孪生黄河全景平台的建设是加快黄河流域生态保护，促进黄河流域高质量发展的重要手段。

## 二、建设目标

数字孪生黄河平台从“绿色化”、“数字化”、“精细化”三个方面建设存算一体数据中心。“为黄河大保护、大治理提供数据统一组织管理与立体可视化服务两大项服务”。数字孪生黄河建设具体目标有：

1、建设数字孪生黄河平台造福黄河经济带，利用数字孪生的科技信息化手段，落实习近平总书记生态文明思想，构建黄河生态经济带战略。通过信息化应用系统实现各类黄河流域经济开发的流程优化、协同配合和辅助决策，最大限度地优化农业、畜牧、能源等行业管理、服务水平，提升黄河治理水平，加强内部管理，降低运行成本，为促进黄河流域社会经济发展提供优质、高效、便捷的服务。

2、打造中华文化高地促进产业转型通过文化引领+技术支撑模式，围绕黄河文化保护与传承，综合运用卫星、无人机、5G、虚拟现实、物联网、大数据、云计算、人工智能等技术，建设黄河文化保护传承平台，助力中华文明展示传承，助力黄河传承保护，打造中原文化高地和地方产业转型，彰显黄河厚重历史文化形象。

3、实现黄河流域水利工程建设与风险防控、水资源刚性约束下的流域生态安全格局、保障流

域生态安全和高质量发展的资源配置方案。

## 三、设计原则

### 3.1 互操作性

数字孪生黄河平台的物理对象和数字空间能够双向映射、动态交互，因此平台具备以多样的数字模型映射物理实体的能力，具有能够在不同数字模型之间转换、合并和建立“表达”的等同性。

### 3.2 可扩展性

为满足今后数字孪生黄河平台应用范围扩充的需求，根据国家《计算机软件开发规范》(GB/T 8566) 标准，充分考虑平台结构、功能、管理对象等方面的扩展。平台具有以下扩展特性：一是方便的添加新的功能；二是扩展后新旧系统之间具有良好的集成性；三是扩展后的平台仍具备良好的安全性。

### 3.3 安全性

平台安全性从物理安全、网络安全、系统安全、数据安全、人员安全、制度保障等方面考虑。物理安全保护平台设备、设施，免遭地震、水灾、火灾等环境事故的破坏，通过加强平台运行的机房管理、区域隔离、电源持续供电实现保护。网络安全通过控制平台内、外网连接保护平台各模块运行稳定。平台在提供数据服务过程中，平台关闭不必要对外开放端口，平台使用强密码设计加强软件系统的安全性。数据安全通过对数据中心数据进行区块链分布式加密存储，对使用人员权限进行最小化，防止黑客攻破个人账户拿到系统最高权限。人员安全通过对信息系统的维护人员和管理人员定期开展安全技能培训，明确如何使用平台软件。平台安全管理人员拟定并组织实施所属平台的安全管理的各项规章制度，监督指导平台安全保护工作，定期检查平台安全运行情况，及时排除各种安全隐患。

## 四、系统结构设计

### 4.1 总体架构

以《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》为指导，按照国家、省信息化相关要求，以实现黄河流域保护与发展的五项任务为目标，利用数字孪生技术推动信息化与黄河流域发展深度融合，建立大数据决策、云信息服务和立体化感知智慧化发展长效机制，实现黄河流域高质量发展的新模式。数字孪生黄河平台是数字孪生技术融合黄河流域发展创新模式成果。数字孪生黄河平台的总体架构如图1数字孪生黄河平台整体架构所示。

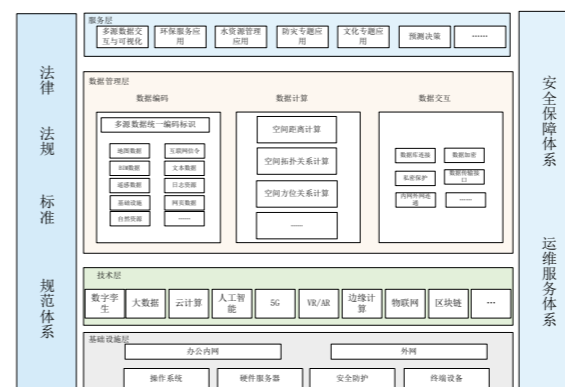


图1 数字孪生黄河平台整体架构

#### 4.1.1 平台服务内容

数字孪生黄河平台服务层有多源数据交互与可视化功能模块，环保服务应用，水资源管理应用，防灾专题应用，文化建设专题，预测决策等主要业务功能。环保服务应用，水资源管理应用，防灾专题应用，文化建设专题和预测决策功能分别对应于《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》中明确规定要解决的五项任务。

环保服务应用根据黄河流域的特殊性因地制宜、尊重客观规律针对黄河流域生态环境脆弱、环境容量不足等问题提供服务。通过利用遥

感卫星、倾斜摄影等技术获取高精度数据，与环保政务行业的业务数据整合，形成了可视化的多源数据交互界面。再通过三维实景自动建模，构建了一个与黄河流域生态环境一模一样的数字孪生世界，透过卫星数据对比及时地核查发现一些黄河流域内存在“乱占、乱采、乱堆、乱建”等违法违规问题。

水资源管理应用把黄河流域水资源作为前置约束条件，根据地区水资源、水生态、水环境承载能力，通过数字孪生、遥感技术等新技术，调整区域空间布局，控制城市发展规模，引导人口流动，优化产业结构，实现黄河流域高质量的发展。

防灾专题应用利用数字孪生技术构建了一个与黄河流域生态环境一模一样的数字孪生世界，再通过遥感技术对黄河流域的水旱灾害进行预测、预警，对潜在的危害，包括发生时间、范围、规模等进行预测，为加强科学研究，完善防灾减灾体系，提高应对各类灾害能力做准备。

随着数字孪生技术、遥感技术、物联网等信息技术的飞速发展以三维虚拟重建文化遗产应用产生。平台文化专题应用指将信息技术应用于黄河文化的保护、开发和传承。

数字孪生黄河平台的预测决策服务有助于政府决策者制定更有利于黄河流域高质量发展，建设特色优势现代产业体系，优化城市发展格局，推进乡村振兴的政策。

#### 4.1.2 标准规范与安全保障体系

形成科学、完善的标准规范，有力推进数字孪生黄河平台的有序建设，保障黄河流域高质量发展的成功实现。建成一套规范的数字孪生黄河发展标准体系，包括总体指导标准、信息网络基础标准、信息资源标准、应用标准和管理标准等，使黄河流域信息化建设有章可循；建成完善的数字黄河平台运维体系，从组织架构、管理考

核、人员培训等方面保证平台的高效建设；建成有效的平台安全体系，从物理安全、网络安全、系统安全、应用安全、数据安全、制度保障等方面形成立体的防护网，保障数字孪生黄河平台的安全运行。

#### 4.2 数据保障体系

黄河大数据，汇聚流域全量数据，与黄河流域信息模型整合，展现黄河全貌和流域运行状态，成为数据驱动治理模式的强大基础。数据类型主要包括基础地理数据、DEM数据、BIM/CAD建筑模型数据、城市街景数据、倾斜摄影数据、激光点云数据等多源异构的三维数据。

DEM数据展示黄河的地质和高程信息。黄河流域发展的现状不仅仅是数字孪生场景的基础也是真实黄河流域规划建设管理业务的基础。流域城市现状的人口、用地、地质、风向等数据作为流域城市发展的数据基础。

对黄河水域及建筑物模型数据、文档、空间数据、自定义数据编码注册管理，解决数据低成本、快速复用、数据互联互通，打破各行业、各部门信息孤岛。平台根据物联网协议模型和设备插件，对各类感知设备采集的数据进行解析、清洗、预处理，并通过调用开放API接口，为设备管理、上层应用开发提供高质量数据支撑服务，包括数据协议管理、数据分析、数据统计、数据调用等。数据的规范化如图2数字孪生黄河平台数据规范化所示。

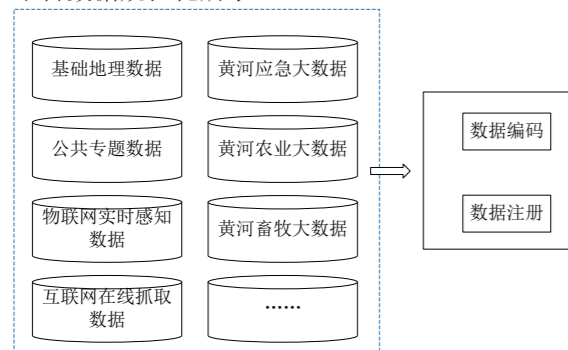


图2 数字孪生黄河平台数据规范化

平台对数据（地图、遥感、自然资源、互联网信令、基础设施等）整合组织与管理，利用网格编码降维特性快速检索多源数据信息。数据三维可视化模块，数据变化，通过可视化方式展现出来，更直观的体现区域数据变化情况。多源数据的分析计算主要汇集了环境、测绘、气象、水文管理等多部门的数据后，利用网格单元化特征，可以进行基于多源数据网格变化情况分析及统计。基于网格大数据的预测警主要是利用网格大数据系统为基础，形成资源“一张图”，主要使用数据插值分析、趋势分析、关联分析等方法。处理流程如图3数字孪生黄河平台利用网格编码技术处理数据流程所示。

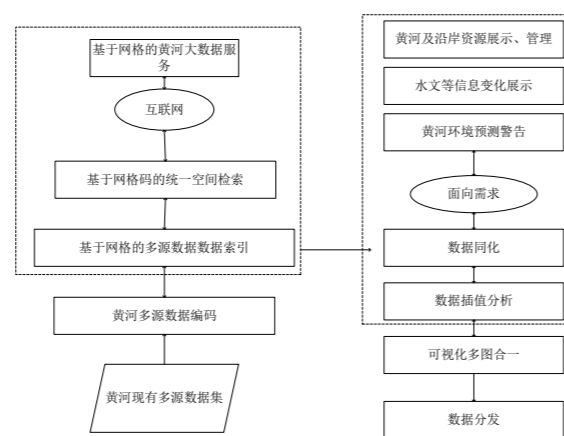


图3 数字孪生黄河平台利用网格编码技术处理数据流程

#### 4.3 技术支撑体系

支撑技术包括建筑信息建模（BIM）、CAD、三维GIS、大数据、云计算、AR/VR/MR以及区块链等技术。利用BIM、CAD高度集成三维模型对黄河河道、水体、黄河流域生态资源、流域城市建筑群、城市工厂、街道进行建模。BIM在提供精准的地理位置、建筑物周边环境总体展现和空间地理信息分析上存在不足，而三维GIS恰好可

以对这些不足进行补充，实现建筑物的地理位置定位及周边环境空间分析，促使信息更完善及全面。通过BIM和GIS技术进行融合，建模从单一化建筑物扩展到建筑群及其公路、铁路、港口、水电等领域。数字孪生中的孪生数据集成了物理感知数据、模型生成数据、虚实融合数据、遥感影像数据等多来源、多种类、多结构的全要素、全业务、全流程的大数据。大数据技术能够从数字孪生黄河平台海量数据中提取更多有价值的信息，以解释和预测现实事件的结果和过程；数字孪生的规模弹性很大，单元级数字孪生可能在本地服务器即可满足计算与运行需求，而系统级和复杂系统级数字孪生则需要更大的计算与存储能力。云计算按需使用与分布式共享的模式可使数字孪生使用庞大的云计算资源与数据中心，从而动态地满足数字孪生的不同计算、存储与运行需求；数字孪生凭借其准确、可靠、高保真的虚拟模型，多源、海量、可信的孪生数据，以及利用AR/VR/MR等虚拟现实技术动态的虚实交互为用户提供了仿真模拟、诊断预测、可视监控、优化控制等应用服务。传感器通过物联网将数据传输到平台中形成虚拟环境，构建的虚拟环境可以帮助监管人员通过虚拟环境查看现实环境中危险地区情况。区块链技术可对数字孪生黄河平台数据的安全性提供可靠保证，可确保孪生数据不可篡改、全程留痕、可跟踪、可追溯等。独立性、不可变和安全性的区块链技术，可防止数字孪生数据被篡改而出现错误和偏差，以保持数字孪生黄河平台的安全。

#### 4.4 基础设施体系

数字孪生黄河平台基础设施包括内网、外网建设，平台运行所需硬件服务器，需要购置专用的服务器，服务器部署Windows系统，平台运行环境的安全问题，不仅从内外网控制保证网络安全，还要保障平台运行物理环境安全，以及操作

平台运行人员进行培训防止误操作引起系统不安全，平台基础设施还应包含终端设备供单位用户工作使用。

## 五、预期效果

### 5.1 优化黄河流域治理，打通领域壁垒

利用“数字孪生”的科技信息化手段，建成数字孪生黄河平台支撑黄河流域治理体系治理能力现代化。平台对黄河及两岸信息化、智能化的形象描述，其基本内涵是将信息化技术广泛应用于政务管理、公共服务和企业经营等黄河管理、治理领域，打通黄河流域各领域壁垒、打通层级边界。

### 5.2 加速文化产业转型

河南省是中华文明的发源地，其中郑州、开封、洛阳、安阳四大古都位于黄河区域内，黄河文化带北接京津冀，南连长江经济带，串起了京津冀城市群（雄安新区）、山东半岛城市群、中原城市群以及长江三角洲城市群，极大地优化了中国区域空间格局，通过文化引领+技术支撑模式对黄河流域文化进行重塑，随着行业信息化水平越来越高，文化产业发展不再限定有限的空间，而是开展多领域、跨平台的融合创新，通过将黄河流域文化与现代技术融合来促进文化传承，带动黄河流域经济发展。

### 5.3 提升黄河流域规划质量和水平

把握流域运行脉搏；推动城市规划有的放矢、提前布局，在规划前期和建设早期了解城市特性、评估规划影响，避免在不切实际的规划设计上浪费时间，防止在验证阶段重新进行设计，以更少的成本、更快的速度，推动创新技术支持黄河流域高质量发展。

# 星载大气痕量气体差分吸收光谱仪设计及标定技术

周海金, 赵敏杰, 江宇, 黄书华, 薛辉, 司福祺

(中国科学院安徽光学精密机械研究所环境光学与技术重点实验室, 安徽合肥 230031)

**摘要:** 高分五号卫星是我国首颗高光谱综合观测卫星, 其上搭载了我国自主研制的大气痕量气体差分吸收光谱仪 (EMI), 获取紫外至可见谱段的高光谱辐射信息, 可用于定量监测二氧化氮、二氧化硫、臭氧等污染气体的全球/区域分布和变化, 是我国首台实现大气污染气体探测的星载高光谱载荷。载荷发射后进入在轨测试阶段。待测试完成后, 将正式交付用户, 进入业务化应用阶段。主要介绍EMI载荷的测量原理、设计方案, 总结了在轨信噪比、光谱分辨率、光谱定标精度和辐射定标精度等关键指标, 并展示EMI载荷测量的全球NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分布。测试结果表明, EMI载荷在轨工作状态良好, 光谱数据精度高, 可应用于全球污染气体产品反演。后续业务化应用可有力支撑大气污染防治、全球气候变化管理等用户需求。

**关键词:** 高分五号卫星; 大气痕量气体差分吸收光谱仪; 在轨测试; 污染气体全球分布; 高光谱观测

## 引言

近年来, 随着全球环境问题的日益加重, 各国已经认识到解决环境问题的必要性和重要性。卫星遥感技术以其独特的全球覆盖、快速、多光谱、大信息量的特点在环境监测领域占有无可比拟的优势<sup>[1]</sup>。目前, 国外已经有多颗成像光谱仪在轨运行, 用于地球大气遥感, 如SCIAMACHY、OMI等。国内虽然也有多颗卫星载荷, 但它们尚不具备探测大气层各种痕量气体的能力。高光谱观测卫星 (高分五号卫星) 是我国第一颗高光谱综合观测卫星, 该卫星设计运行于太阳同步轨道, 轨道高度705 km, 主要用于获取从紫外到长波红外谱段的高光谱分辨率遥感数据产品, 是实现高分专项“形成高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率和高精度观测的时空协调、全天候、全天时的对地观测系统”目标的重要组成部分, 是实现国家高分辨率对地

观测能力的重要标志之一<sup>[2]</sup>。高分五号卫星上搭载的大气痕量气体差分吸收光谱仪 (EMI), 通过探测地球大气或地球表面反射、散射的紫外/可见光辐射来解析痕量污染气体成分NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>等的分布和变化, 为全球关键大气成份和各种痕量污染组分的监测提供关键技术<sup>[3]</sup>。

高分五号卫星于2018年5月9日在太原卫星发射中心由长征四号丙运载火箭发射升空, 并成功进入预定轨道。卫星入轨后, 按飞行程序进行太阳电池阵展开, 数传天线展开, 大气痕量气体差分吸收光谱仪载荷进行了加热去污工况设置以及载荷开机对地观测等工作。

本文主要介绍EMI载荷的测量原理、设计方案, 总结了在轨测试关键指标, 并展示EMI载荷测量的全球NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分布。在轨测试情况表明, EMI载荷在轨工作状态良好, 光谱数据精度高, 可应用于全球污染气体产品反演。

## 1 大气痕量气体差分吸收光谱仪

大气痕量气体差分吸收光谱仪载荷通过探测地球大气或表面反射、散射的紫外/可见光辐射来解析痕量污染气体成分分布和变化。仪器的光谱范围240~710 nm, 采用4通道Offner成像光谱仪设计, 前置望远镜采用2片偏轴球面镜望远镜, 形成114°大视场, 在太阳同步轨道进行天底观测, 通过面阵推扫工作方式获取高光谱、高空间分辨率的光谱信息<sup>[4]</sup>。

大气痕量气体差分吸收光谱仪的光谱范围、光谱分辨率、空间分辨率和信噪比等主要指标要求见表1。

大气痕量气体差分吸收光谱仪由光机头部、信息处理箱和温控箱组成, 如图1所示。其中光机头部完成紫外可见波段高光谱分辨率光信息获取、光电转换、模数转换、4通道CCD数据打包、上传等功能; 信息处理箱完成二次电源供给、系统主控、遥控遥测、步进电机驱动、校准电源供给等功能; 温控箱完成载荷热控及CCD控温等功能。

大气痕量气体差分吸收光谱仪采用推扫方

技术参数	技术指标
光谱范围/nm	240~315, 311~403, 401~550, 545~710
信噪比	优于200@UV>312 nm (辐亮度1.27 μW/cm <sup>2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ·nm <sup>-1</sup> ·时); 优于1300@VIS (辐亮度10.89 μW/cm <sup>2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ·nm <sup>-1</sup> ·时)
动态范围	10 <sup>3</sup>
光谱分辨率/nm	0.3~0.5
光谱定标精度/nm	0.05
地面辐射定标精度	绝对精度5%, 相对精度3%
杂散光	<6×10 <sup>-4</sup>
总视场/(°)	114(交轨)
空间分辨率/km <sup>2</sup>	优于48(垂直于轨道)×13(沿轨方向)
量化等级/bit	14

表1 大气痕量差分吸收光谱仪主要性能技术指标

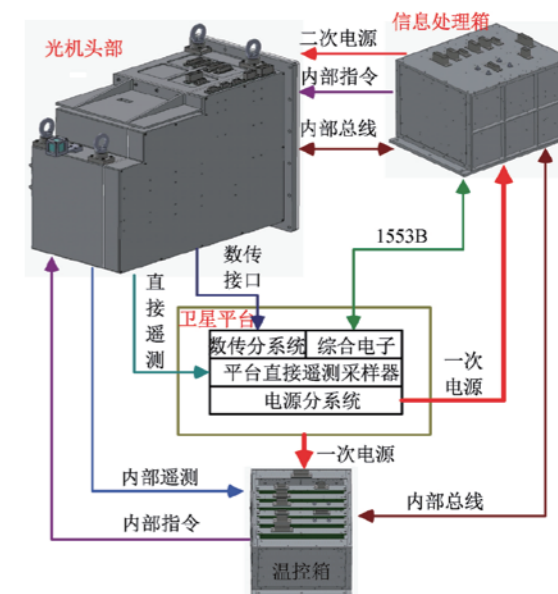


图1 大气痕量气体差分吸收光谱仪系统组成图

式获取来自地球的入射辐射。地面大气散射/反射的光 (太阳光、卤素标准灯光) 经宽视场前置光学系统、中继光学系统后, 由分色片分光, 然后根据波段不同进入通道1~4光谱仪, 经光谱仪分光、聚焦、成像于光谱仪的面阵背照帧转移型探测器的成像面。探测器完成由光信号到电信号的转换后, 经逻辑时序驱动电路驱动, 输出视频信号, 该信号首先经过前置射随放大电路进行隔直预放大, 再经过相关双采样电路消除CCD的KTC噪声, 得到的信号经过直流恢复电路恢复为消除暗电平背景的直流视频信号, 经过滤波器滤除夹杂在视频信号中的高频噪声, 得到供14 bit的A/D转换的视频信号。经过信息处理电路处理 (乒乓切换、数据打包) 成适合卫星数据传输的数据包, 最后经并串转换逻辑电路形成串行的数据流, 经主备LVDS接口传输至卫星的数传分系统。大气痕量气体差分吸收光谱仪信息流程如图2所示。

大气痕量气体差分吸收光谱仪共有6种工

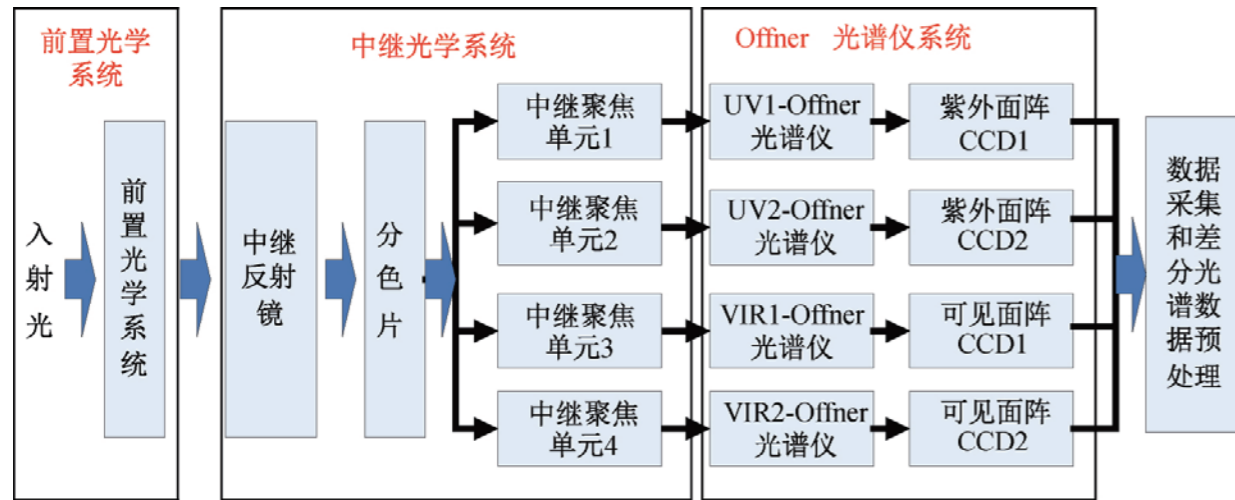


图2 大气痕量气体差分吸收光谱仪信息流程

作模式，即在轨存储模式、天底观测模式、漫反射板定标模式、探测器自检模式、暗背景测量模式、待机模式。其中天底观测模式为常规模式，仪器连续推扫卫星星下点穿轨方向  $\pm 5.7^\circ$  区域，以获取遥感观测数据。漫反射板定标模式下，大气痕量气体差分吸收光谱仪在星下点出阴影时打开太阳挡板，通过漫反射板引入太阳夫琅禾费线作为参考光谱，实现光谱定标<sup>[5]</sup>。探测器自检模式下，大气痕量气体差分吸收光谱仪在星下点黑夜区，进行白光光源（卤素灯）对探测器自检，判断有无坏点。暗背景测量模式在星下点黑夜完成，主要实现暗电流校准。仪器接收到暗背景测量指令后，各单机及组件工作状态与观测模式相同。

## 2 EMI 载荷在轨状态

### 2.1 在轨工作状态概述

EMI 载荷入轨后，在光照区工作，阴影区待机；载荷接受星下点白天黑夜指令自主完成轨道流程内工作模式切换。EMI 载荷入轨后，依照地面工作指令，进行了灯像元检测、石英漫反

射板定标、铝漫反射板定标，其余时间均按照星下点光照状态进行对应的天底观测、暗背景观测和待机。

以观测圈 5 0 5 数据为例（观测起始时间为 UTC 时间 2018-06-12 08:39）为例，该圈在阴影区进行暗背景观测，随后进入待机状态，卫星出阴影前开始石英漫反射板定标，完成后进行天底观测。该圈的观测星下点轨迹如图 3 所示，其中红点位置为该圈观测起点。

第 5 0 5 圈石英漫反射板定标 CCD 图像如图 4 所示，自上而下依次为通道 1 至通道 4。

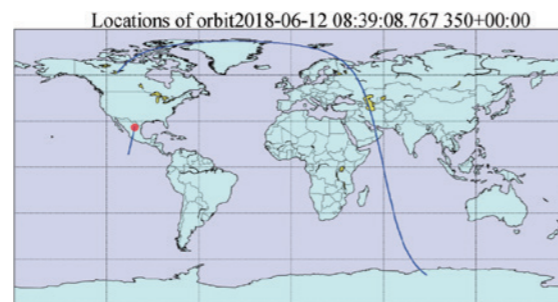


图3 第 5 0 5 圈 EMI 观测星下点轨迹

水平方向为探测器光谱维，自左至右对应长波到短波，垂直方向为空间维方向。观测图像表明图像强度合理，太阳谱线结构清晰。根据轨道位置，分析不同观测区域光强信号强度，判断是否存在光强过弱、光照饱和的情况，明确积分时间、增益参数设置是否合理，最后选择设置各通道合适的增益值、积分时间。

### 2.2 在轨光谱响应测试

载荷发射后，由于振动、应力释放等影响，

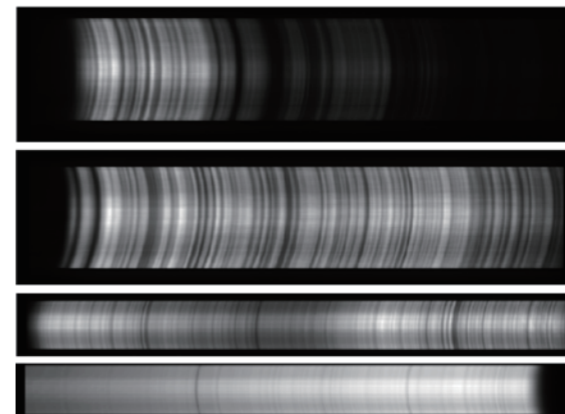


图4 EMI 石英定标谱线图

可能会存在光谱响应的变化。为此选择第 5 0 5 圈观测获取的太阳光石英漫反射板定标数据进行分析。使用太阳夫琅禾费线进行光谱定标。使用测量光谱中的特征夫琅禾费线进行峰位匹配，采用多项式拟合计算光谱定标方程，并依据探测器像元数确定光对应的波长，其探测器成像区域起始像元和结束像元对应的波长值范围即为光谱范围<sup>[6]</sup>。

光谱定标测试过程如下：1) 输入高分辨率太阳谱线，光谱分辨率为  $0.01 \text{ nm}$ <sup>[7]</sup>。2) 设置仪器线性函数类型。对 EMI 实验室测试数据进行分析，仪器函数基本符合高斯分布，有

图 5 为 EMI 实测仪器函数及高斯拟合曲线，两者具有较好的一致性。

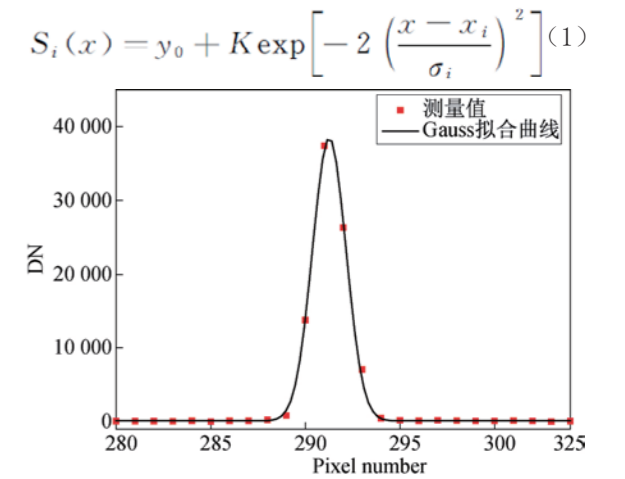


图5 EMI 在 576.96nm 处的仪器函数

3) 输入高分辨率太阳光谱，同指定分辨率的高斯函数进行卷积。输入预先配置的逐个像元对应波长值，对卷积光谱进行离散采样，计算出理论卷积谱线，并进行归一化。星上实测光谱定标观测光谱与理论卷积光谱进行比较，当光谱残差最小时，此时仪器线型函数的半高宽为仪器光谱分辨率，同时得到了夫琅禾费线的峰位和像元号对应关系。

图 6 为 372nm 夫琅禾费线附近的理论卷积光谱和实测光谱的对比曲线，可以看出两条谱线的峰谷位置重合，谱线形状接近。最终可确定该实测光谱的光谱分辨率为  $0.46 \text{ nm}$ ，光谱定标的精度为  $0.02 \text{ nm}$ 。

每个光谱通道中，可以选择多个合适的卷积计算窗口，分析光谱分辨率和漂移情况，并确定

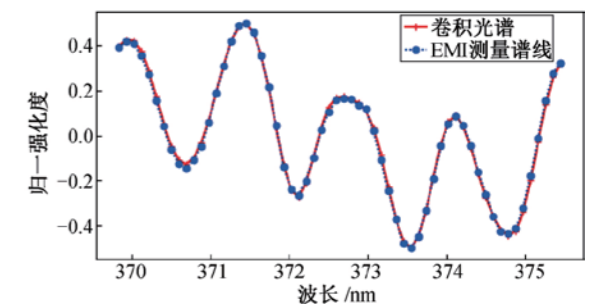


图6 卷积光谱与实测光谱对比



该窗口内波长和像元的对应关系。图7为通道2的窗口拟合图。

4) 对EMI载荷内选择多个夫琅禾费线位置, 计算准确的波长、像元对应关系后, 进行线性拟合, 得到光谱定标方程。最后根据定标方程计算出该通道起始像元、结束像元对应的光谱范围。图8为通道2的线性拟合示例曲线。

依照上述步骤, 计算出EMI载荷4个通道的光谱范围、光谱分辨率, 并通过光谱漂移匹配值评价光谱定标精度。测试结果表明: 4个通道的光谱范围依次为238.6~315.4, 308.4~400, 398.7~551.2, 537.8~711.2 nm。光谱定标精度 $\leq 0.03$  nm。4个通道平均光谱分辨率依次为0.42, 0.41, 0.40, 0.45 nm, 均满足设计指标要求。

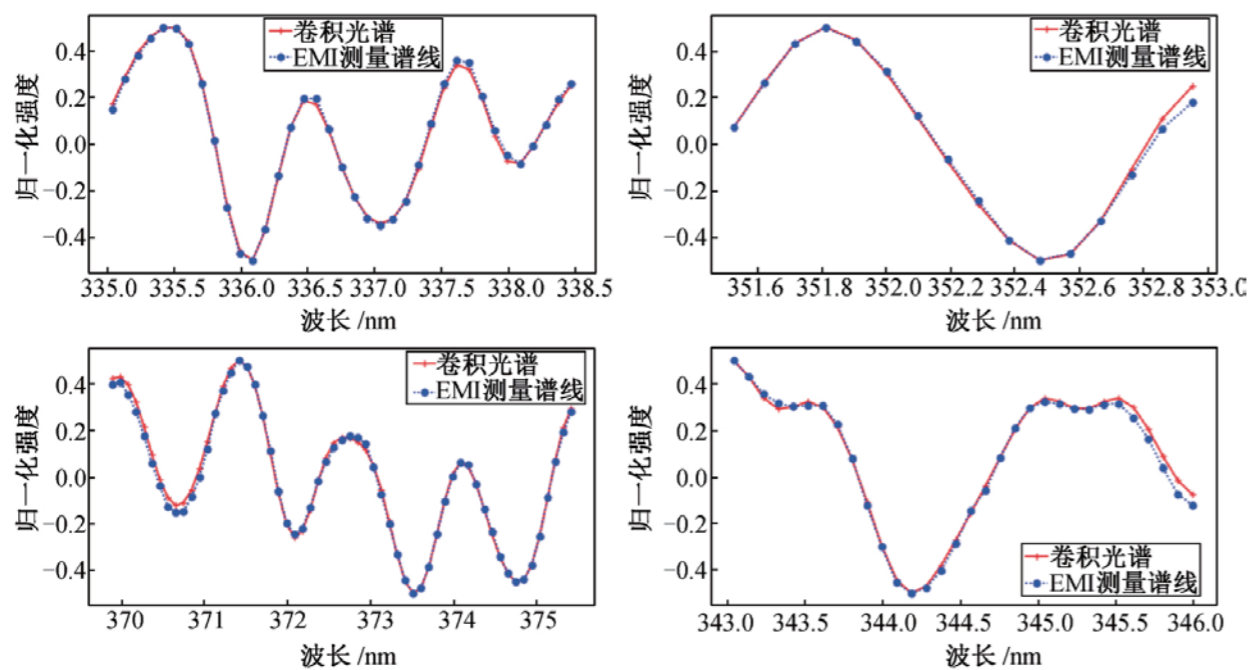


图7 通道2中心视场残差最小时卷积光谱与实测光谱对比

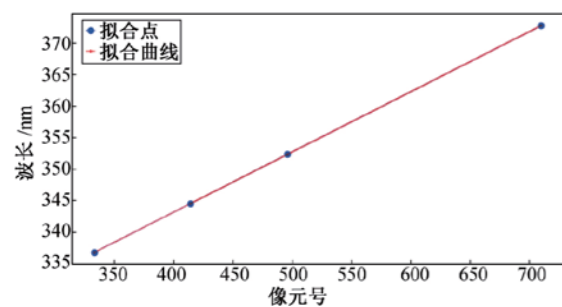


图8 通道2峰位线性拟合曲线

### 2.3 在轨辐射响应测试

载荷入轨后, 基于地面测试的辐射定标系数, 获取地气光谱的辐射亮度。为评价辐射定标精度, 采用与同类卫星交叉对比的方法, 评价在轨辐射响应。对比载荷选择欧洲S5P卫星上搭载的TROPOMI载荷。通过与TROPOMI等载荷相同日期和相近过境地方时载荷获取

同一目标探测数据, 统计分析载荷得到定标精度。

TROPOMI载荷、EMI载荷的技术参数存在区别, 包括光谱通道设置、飞行高度、采样点间隔、空间分辨率等<sup>[8]</sup>。考虑到TROPOMI载荷瞬时视场及光谱响应存在差异, 交叉辐射对比方法如下:

1) 交叉对比区域选择: 选取晴空海洋、晴空沙漠等均一观测目标的过境观测数据, TROPOMI载荷与EMI载荷的过顶太阳时相邻, 尽可能保证太阳光照角度、观测角度一致。

2) TROPOMI载荷观测数据空间维降采样, 空间分辨率保持一致。

3) 基于TROPOMI载荷的光谱采样间隔等参数, 对TROPOMI载荷观测光谱数据光谱维重采样。

4) 根据TROPOMI、EMI数据观测几何条件, 观测时大气条件等差异, 对TROPOMI观测数据进行修正。修正完成后, TROPOMI数据作为参考辐射亮度, 评价EMI在轨辐射定标精度。

从撒哈拉沙漠地区选取5个点, 从太平洋地区选取5个点, 共10个点进行交叉辐射对比。其中通道2在沙漠地区晴空像元对比如图9所示, 辐射亮度响应基本一致, 表明载荷具备较高的辐射定标精度。4个通道的辐射亮度偏差均小于7%, 满足在轨辐射定标的要求。

### 2.4 在轨信噪比测试

通过分析暗背景信号中噪声, 并与地面实验室观测数据进行对比, 判断入轨后信噪比变化。具体测试过程如下: 对100景星下点黑夜区测试暗背景数据进行分析, 计算出轨后暗背景标准差 $\sigma$ 在轨及平均值 $M$ 在轨。与实验室测试数据进行对比, 推算入轨信噪比。

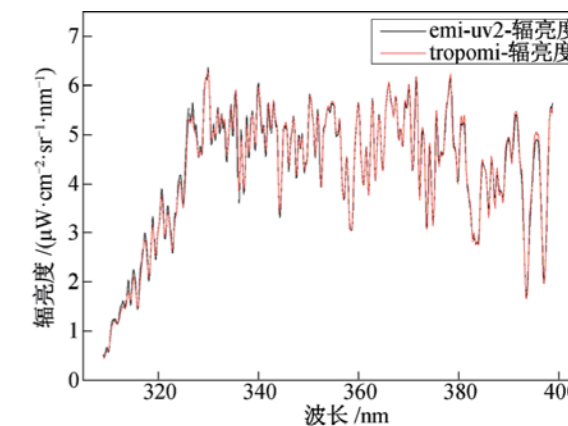


图9 EMI通道2辐射和TROPOMI交叉对比曲线

选择第295圈暗背景观测数据进行分析, 观测起始时间为2018-05-28 22:42:22 (UTC时间)。该圈共获取5min暗背景观测数据, 提取100幅原始暗背景图像数据进行平均处理, 评价暗背景标准差和平均值。实验室观测数据选择2018年3月29日整星电测暗背景数据, 工作模式与在轨一致。图10为通道3中心视场对应信噪比的实验室、在轨对比结果。

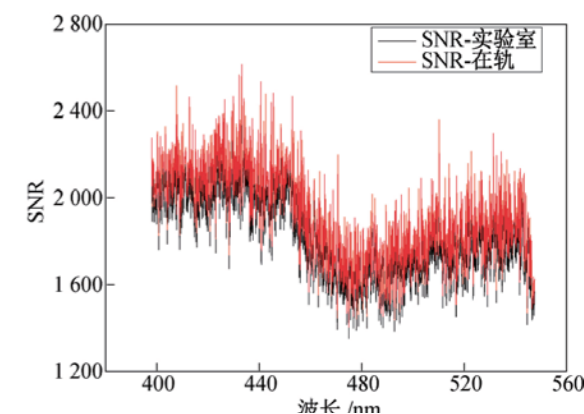


图10 通道2地面测试、在轨测试暗背景对比

### 3 大气痕量气体差分吸收光谱仪应用产品

利用高分五号卫星大气痕量气体差分吸收光谱仪数据,采用差分吸收光谱反演方法,实现 $O_3$ 、 $NO_2$ 等气体的遥感定量反演,生产专题产品<sup>[9]</sup>。后续通过与国际同类载荷、地基遥感设备的污染气体反演产品进行比较分析,可以评判高分五号卫星大气痕量气体差分吸收光谱仪数据在污染气体( $O_3$ 、 $NO_2$ 、 $SO_2$ )反演方面的应用能力。

图11为高分五号卫星大气痕量气体差分吸收光谱仪获取的单日全球臭氧柱浓度分布,日期为2018-05-31。基于差分吸收光谱算法,获取臭氧斜柱浓度,随后基于辐射传输模型,最终反演得到臭氧整层柱浓度<sup>[10-11]</sup>。载荷1天基本实现全球覆盖,清晰揭示臭氧全球分布趋势,与国外同类卫星的监测结果相比趋势一致,可有力支撑大气污染防治、全球气候变化管理等。

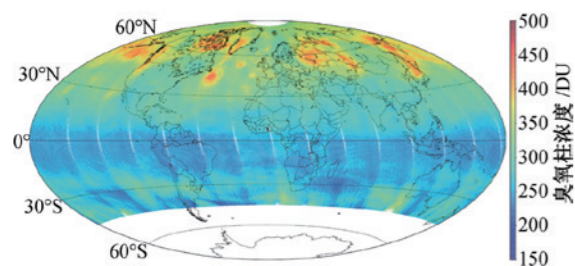


图11 EMI获取的全球 $O_3$ 柱浓度分布

图12为大气痕量气体差分吸收光谱仪获取的全球 $NO_2$ 柱浓度分布,是国产卫星首次实现 $NO_2$ 全球分布的观测。日期为2018年5月31日至2018年6月11日,去除云污染数据后进行多天平均。基于差分吸收光谱算法,获取 $NO_2$ 斜柱浓度,随后基于辐射传输模型,最终反演得到 $NO_2$ 整层柱浓度<sup>[12]</sup>。显著高值区域包括中国华北平原、印度半岛、中东地

区等,与国外同类卫星的监测结果相比趋势一致,填补了国产卫星探测大气污染气体全球/区域分布的空白,可有力支撑大气污染防治、全球气候变化管理等。



图12 EMI获取的全球 $NO_2$ 柱浓度分布

### 4 结束语

高分五号卫星上搭载的EMI,是我国第1台同时用于 $O_3$ 、 $NO_2$ 等全球污染气体探测的传感器,可以填补国产卫星无法有效探测区域大气污染气体的空白。卫星入轨后,对EMI的在轨功能、性能进行了测试分析,结果表明:所有功能正常,性能指标符合任务书要求。利用EMI光谱数据开展了污染气体反演算法研究,获取了全球 $O_3$ 、 $NO_2$ 等专题产品,可满足大气环境遥感监测、大气成分遥感应用、气候遥感监测应用等环保、气象典型应用的精度要求,具备良好的在轨应用能力,可支持高分五号卫星数据在各相关行业领域的深入推广应用。

#### 参考文献

- [1] 童庆禧,张兵,郑兰芬. 高光谱遥感—原理、技术及应用[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 孙允珠,蒋光伟,李云端,等. 高光谱观测卫星及应用前景[J]. 上海航天,2017,34(3):1-13.
- [3] 司福祺,江宇,江庆五,等. 星载大

气痕量气体差分吸收光谱仪前置光学系统设计[J]. 光学学报,2013,33(3):344-350.

[4] 赵敏杰,司福祺,周海金,等. 星载大气痕量气体差分吸收光谱仪的实验室定标[J]. 光学精密工程,2013,21(3):567-574.

[5] 赵敏杰,司福祺,陆亦怀,等. 星载大气痕量气体差分吸收光谱仪定标系统中铝漫反射板实验测量研究[J]. 上海航天,2013,62(24):386-391.

[6] JOS V G. Wavelength calibration of spectra measured by the global ozone monitoring instrument: variation along orbits and in time[J]. Applied Optics,2004,43:695-706.

[7] KELLY C, ROBERT L K. An improved high-resolution solar reference spectrum for earth's atmosphere measurements in the ultraviolet, visible, and near infrared[J]. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer,2010,111:1289-1295.

[8] PEPIJN V, ILSE A, KEVIN D M, et al. Tropomi on the ESA Sentinel-5 Precursor: a GMES mission for global observations of the atmospheric composition for climate, air quality and ozone layer applications[J]. Remote Sensing of Environment,2012,12:70-83.

[9] ULRICH P. Differential optical absorption spectroscopy (DOAS), in air monitoring by spectroscopic techniques[J]. Chem. Anal. Ser.,1994,127:27-84.

[10] ERIK C L, JOHAN D V, BOB K, et al. Ozone monitoring with the OMI instrument[J]. Proceedings of SPIE,2000,4132:0277-786X.

[11] SORA S, ANDREAS R, ANNE-MARLENE B, et al. First high resolution BrO column retrievals from TROPOMI[J]. Atmos. Meas. Tech. Discuss.,2018:365.

[12] KLASS B, HENK E, PEPIJN V, et al. Near-realtime retrieval of tropospheric  $NO_2$  from OMI[J]. Atmospheric Chemistry and Physics,2007,7,2103-2118.

# 基于空地协同的陕西省土地覆盖长时间序列监测与分析

全英汇<sup>1</sup>, 冯伟<sup>1</sup>, 王勇<sup>1</sup>, 赵国平<sup>2</sup>, 吴普侠<sup>2</sup>, 童莹萍<sup>1</sup>, 董淑仙<sup>1</sup>, 朱文涛<sup>1</sup>

1 西安电子科技大学, 电子工程学院, 遥感科学与技术系

2 陕西省林业科学院

**摘要:**绿水青山就是金山银山, 生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计。秦岭和合南北、泽被天下, 是我国的中央水塔, 是中华民族的祖脉和中华文化的重要象征。陕西是大秦岭的心脏地带, 是中国顶级生态空间的核心。因此, 陕西省的生态变化可以直接映射出我国的整体经济发展状态。本文利用多源遥感数据, 结合空地智能协同技术, 对陕西省的土地覆盖变化进行长时间序列的监测, 重点对秦岭地区的森林变化进行多尺度分析, 结果显示, 自1999年陕西省开始实施大规模的退耕还林政策以来, 土地覆盖变化明显, 林业资源的保护措施颇有成效, 近五年来秦岭山地森林覆盖普遍提高。

**关键词:** 生态保护; 土地覆盖变化; 森林覆盖; 遥感监测

## 1 前言

生态环境是人类赖以生存的基础<sup>[1][2]</sup>。建设生态文明直接关系到人民福祉和民族未来。党的十八大以来, 习近平始终将生态文明建设作为重要议程。大秦岭连接东西, 和合南北, 是孕育周、秦、汉、唐四大鼎盛王朝, 以及长安、洛阳两大千年帝都的中华“父亲山”, 被誉为中华绿芯、世界物种基因库、中华地理自然标识。陕西是大秦岭的心脏地带, 是中国顶级生态空间的核心<sup>[8]</sup>。陕西省的生态变化可以直接映射出我国整体的经济发展状态。2020年4月20日, 习近平总书记首站考察陕西并强调: 保护好秦岭的生态环境, 对确保中华民族长盛不衰、实现“两个一百年”奋斗目标、实现可持续发展具有十分重大而深远的意义。同年5月16日, 陕西省林业科学院主办了“做好生态卫士, 守护祖脉秦岭”的秦岭生态保护专题研讨会, 会上陕西省林业局党

组书记、局长党双忍表示: 实现秦岭生态空间山清水秀, 已经成为中国生态空间治理的“一号使命”。

陕西省环境的均衡发展对于政府部门制定秦岭生态保护、生态修复和生态重建宏观政策具有重要意义<sup>[6][7]</sup>。陕西省由于西部大开发战略的深入实施和“一带一路”战略推动, 处于改革开放的“最前沿”, 与此同时也面临着社会经济发展和生态环境保护的矛盾问题<sup>[3]</sup>。另外, 陕西省地貌复杂, 其中陕北地区水土流失严重, 关中地区人类活动密集, 陕南为秦岭山地<sup>[4]</sup>。传统的人工方法已经无法在效率上满足大尺度多样性地物的动态监测需求。因此, 迫切需要探索新技术, 实现高效的陕西省的土地覆盖变化监测。

卫星技术的高速发展将人类带入了一个立体、多层、多角度、全方位和全天候的对地观测的新时代。遥感技术是高新技术的重要组成部分,

它集中了光学、空间、通信、电子、计算机和地学等学科的最新成就, 因此, 在国家的科技进步中具有极其重要的地位。目前遥感已经被广泛应用于地质、林业、农业、军事、环境等等各个领域, 在相关部门及时掌握情况、迅速反应并制定宏观政策过程中起到不可替代的作用。本文利用多源遥感图像, 建立了空地全智能协同模型, 对重要信息进行高效挖掘, 实现了陕西省的土地覆盖和秦岭森林覆盖变化的长时间序列监测和多尺度分析, 观测结果可以为陕西省生态建设、生态修复和秦岭林业保护提供客观的、可靠的数据和技术支撑。

## 2 研究区域及技术

本文以陕西省为整体研究区域, 以商洛的山阳县和汉中的洋县为重点研究地区, 使用Landsat 7与Sentinel 2遥感数据, 开展2005年至2020年的土地覆盖变化遥感监测与分析工作。

### 2.1 重点区域介绍

商洛市位于陕西省东南部, 总面积为1.99万平方千米。境内有秦岭、蟒岭、流岭、鹳岭、新开岭和郧岭六大山脉, 绵延起伏。岭谷相间排列, 地势西北高, 东南低, 由西北向东南伸展, 呈掌状分布。海拔最高点位于柞水县北秦岭主脊牛背梁(2802.1米), 最低点位于商南县梳洗楼附近的丹江谷地(215.4米)。由于商洛市处于土地退化和过度开垦的西部地区, 目前存在着严重的土地资源和生态环境安全问题<sup>[5]</sup>。山阳县位于商洛市, 地处秦岭南麓, 属长江流域汉江水系, 是一个“八山一水一分田”的土石山区。

汉中市地处中国版图地理几何中心, 位于陕西省西南部, 总面积为2.72万平方千米。北依秦岭, 南频巴山, 中部为汉中盆地。汉中盆地是

中国著名的粮仓, 也承载着汉中绝大多数的人口。2012年汉中的森林覆盖率达到52%, 林草的植被率达60%。对汉中市土地利用变化进行检测可为水源保护以及环境质量的改善提供重要理论依据和决策支持。洋县, 又名朱鹮故乡, 隶属于陕西省汉中市, 汉中盆地东缘, 历史文化背景深厚。

### 2.2 研究数据及方法

本文使用的多源遥感卫星图像主要包括Landsat 7数据和Sentinel 2数据。其中, Landsat 7数据包含8个波段, 分辨率为30米。Sentinel 2数据最高分辨率为10米, 包含13个波段。考虑到土地覆盖变化监测工作对多时段的遥感数据的需求, 本文首先对遥感图像进行拼接、去云等批量预处理, 然后根据不同地貌特征通过目视解译、实地调查等方法采集训练样本, 建立决策树、随机森林等智能分类模型, 最终获得长时间序列的陕西省土地覆盖变化、山阳县与洋县等森林覆盖变化观测结果。

## 3 监测结果与分析

本文通过使用遥感大数据和智能学习方法, 获得了2000年至2020年陕西省全省的土地覆盖变化, 并以山阳县与洋县为例, 研究了近五年秦岭地区森林覆盖变化, 最后结合获取的结果来分析陕西省和秦岭地区退耕还林政策的实施效果。

根据陕西省的地貌实际情况, 将土地覆盖分为人工用地、水域、林地、灌木林地及草地、裸地、耕地六大类, 分类结果如图1所示。其中2000年至2010年陕西省土地覆盖结果以30米分辨率的Landsat 7遥感图像为数据源, 2015年至2020年的结果以高分辨率的Sentinel 2为数据源。通过对结果分析, 我们发现二十年来陕西省土地类型变化明显, 人工用地面积显著增加。由于陕

西省自1999年开始实施退耕还林政策，秦岭山地的耕地面积总体逐渐减少，林地覆盖面积明显增加。同时，位于黄土高原的陕北地区，绿化效果明显，沙漠范围明显减少，陕北地区林业资源的保护措施颇见成效。

考虑到山阳县和洋县的区域面积以及地理环境等因素，本文使用10米分辨率数据研究了两个地域2015年至2020年的森林覆盖变化（图

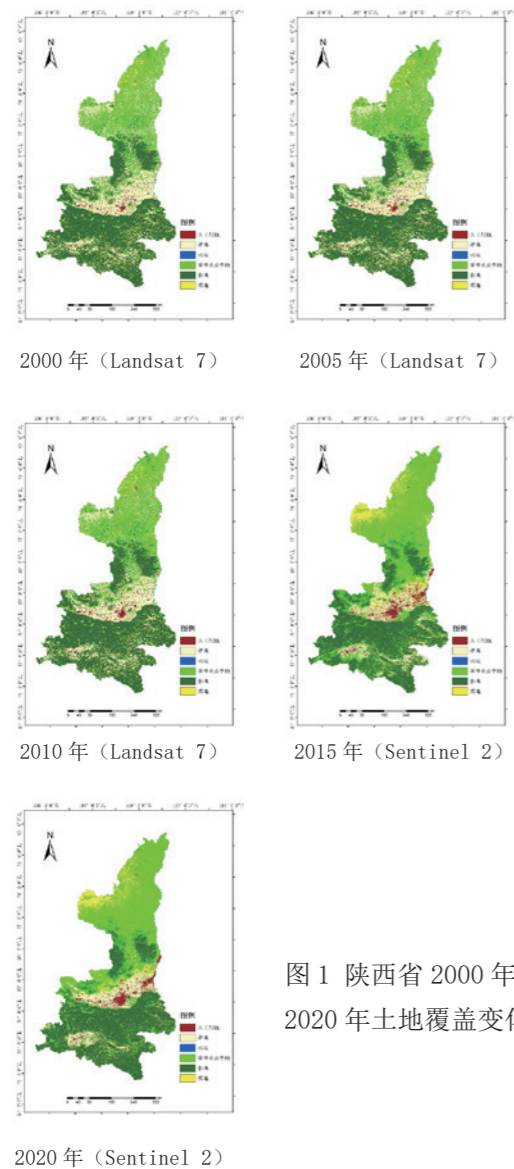


图1 陕西省2000年—2020年土地覆盖变化

2和图3)。图2显示山阳县近5年来的森林覆盖变化明显，部分地区退耕还林迹象明显，但南部区域耕地仍呈现增加趋势，说明山阳县退耕还林措施虽然在局部地区得到有效实施，但仍需要继续加大监督和管理。图3显示洋县在人工用地规模保持稳定的情况下，耕地逐渐减少，森林覆盖面积明显增加，退耕还林政策效果明显。

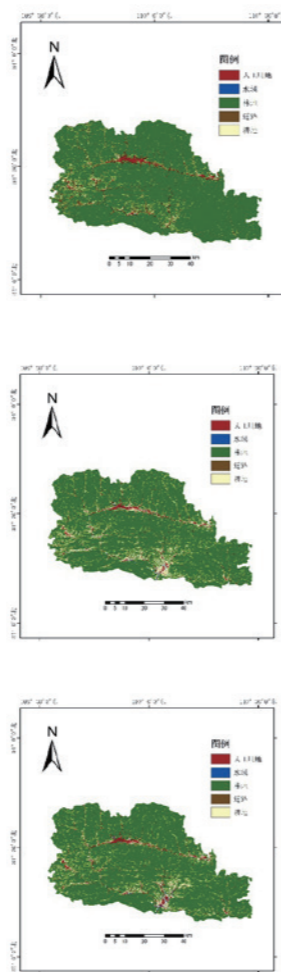


图2 山阳县2015年—2020年森林覆盖变化

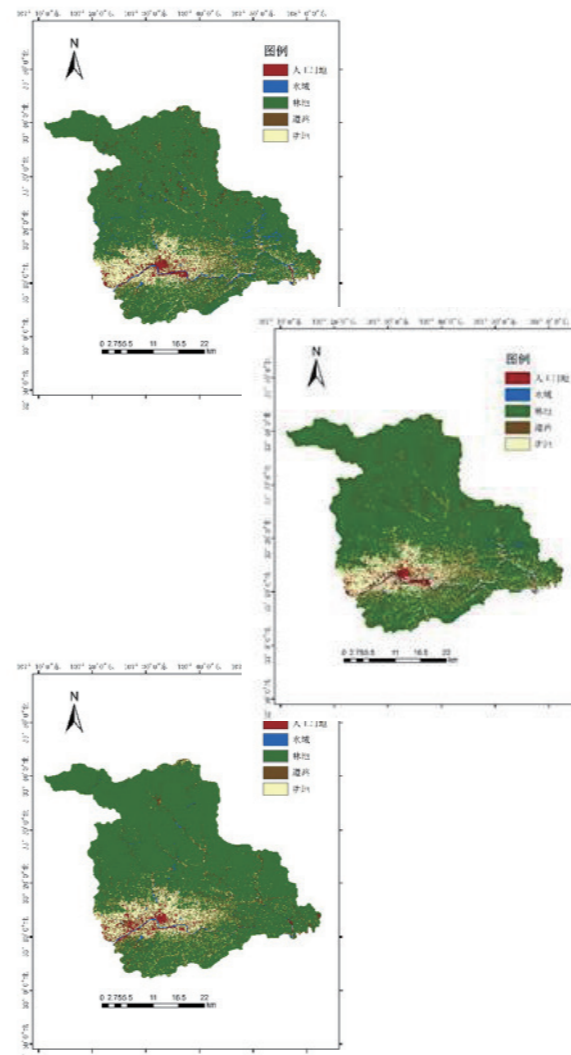


图3 洋县2015年—2020年森林覆盖变化

#### 4 结论

本文使用长时间序列多源遥感数据，结合空地智能协同方法，对陕西省进行了2000年至2020年的土地覆盖变化监测，并以山阳县和洋县为例研究秦岭地区近五年来森林覆盖变化。结果显示近二十年来，陕西省土地类型变化巨大，

尤其是陕北地区裸地面积显著减少，林业保护措施效果明显，生态环境得以修复。山阳县退耕还林举措还有很大的执行空间，洋县近五年来退耕还林效果显著，森林覆盖率大幅度提高。另外，本文工作证明了遥感技术对于秦岭的实时监测和生态保护具有重要的作用，可为政府部门制定宏观策略提供多尺度、多角度的观测数据支撑。

#### 参考文献

[1]王欣星, 张安明. 权的最小平方方法在土地利用现状评价中的应用——以重庆市黔江区为例[J]. 中国农学通报, 2012, 028(002):234-239.

[2]朱瑜馨, 张锦宗. 聊城市土地利用现状评价研究[J]. 水土保持研究, 2007, 014(003):24-26.

[3]冯颜博. “十二五”期间陕西省土地利用变化分析[J]. 西部大开发: 土地开发工程研究, 2018, v. 3; No. 236(07):57-62.

[4]张景华, 封志明, 姜鲁光. 土地利用/土地覆被分类系统研究进展[J]. 资源科学, 2011, 33(06):1195-1203.

[5]陈百明, 周小萍. 《土地利用现状分类》国家标准的解读[J]. 自然资源学报, 2007(06):994-1003.

[6]苏雅丽, 张艳芳. 陕西省土地利用变化的碳排放效益研究[J]. 水土保持学报, 2011, 25(01):152-156.

[7]拓进宝. 商洛市土地利用格局变化特征及其驱动力分析[J]. 江苏科技信息, 2019(12):72-74.

[8]党双忍, 秦岭简史, 陕西师范大学出版社, 2019.



## 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？

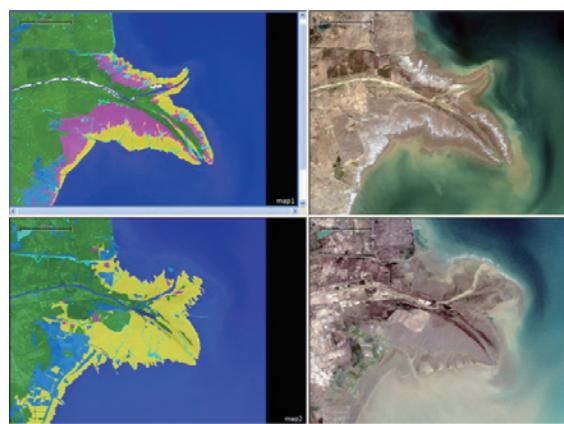
刘锐院长：卫星主要分为通信卫星、导航卫星及遥感卫星。遥感简而言之，遥远的感知。卫星搭载传感器来感知地球，由地球不同物体反馈出的电磁波经过解译，形成对地球的监测，也就是我们所说的遥感影像。“黄河一号”将在近地面提供连续大面积的卫星遥感数据，为我们提供目标物高分辨率图像，每年中科宇图要购买大量的遥感影像进行处理，然后将遥感影像分析应用到生态环境监测和智慧城市建设中。

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对比，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，综合解决黄河沿线城市的生态环境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发射能力，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导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，如我国在黄海水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够将“黄河一号”01星送上天，将给黄河流域数字经济发展和生态环境保护做出贡献。◆



## 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主任高吉喜主任致辞

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各级提供数据共享服务，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。



中科宇图董事长兼总裁姚新发言

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”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。◆



## 中科宇图应邀出席 2020 全国水污染防治技术研讨会暨黄河流域生态保护与高质量发展高峰论坛

2020年11月25日，由中国环境科学学会主办，中国环境科学研究院、中国环境监测总站、清华大学等单位联合举办的“2020全国水污染防治技术研讨会暨黄河流域生态保护与高质量发展高峰论坛”在宁夏银川正式开幕，来自中科院南京地理与湖泊研究所、中国环境科学研究院、浙江大学、南京大学等知名专家学者围绕水污染防治、“十四五”规划等内容作主旨报告，中科宇图资源环境科学研究院助理院长邱金在分会场作了主题报告。

研讨会分设五个分会场，在流域水污染治理与管理专题论坛，中科宇图研究院助理院长邱金作了题为“‘黄河一号’卫星助力黄河流域生态保护与高质量发展”的报告。“黄河一号”卫星星座计划，是在黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家战略的重大机遇面前，中科宇图提出的重要决策部署。报告从“黄河一号”卫星的研制背景入手，介绍了卫星的研制方案与实施计划，深入探讨了利用“黄河一号”卫星星座，结合中科宇图自身技术优势，为黄河流域提供遥感水质反演、城市黑臭水体监测分析、水害监测预警、干涸断流遥感监测、河流岸边带遥感监测、生态环境监测、环境监察执法等遥感应用服务，引起了与会人员的强烈兴趣。

专题论坛各位专家学者分享研究成果，促进了水环境领域的学术交流，“黄河一号环境资源小卫星星座”计划在论坛上精彩呈现，对推进黄河流域水环境治理体系和治理能力现代化、推广遥感技术应用，拓展了无限可能。





## 航天八院来司开展“黄河资源环境”卫星星座设计方案交流

2020年8月27日，在生态环境部卫星环境应用中心的支持下，卫星中心运管部主任游代安、航天科技集团八院大气环境监测卫星总指挥吕利清、509所副总工程师王伟等相关人员一行，来到中科宇图与公司董事长姚新、副总裁刘锐进行了首次“黄河资源环境”卫星星座计划的方案交流。

双方将各自发展情况、主营业务进行了介绍，航天八院作为弹箭星船器多领域发展的总体研究院，在中国航天发展和国防建设事业中作出巨大贡献。同时，作为我国应用卫星的主要研制单位之一，在天气预报、自然灾害和环境监测、空间实验、资源普查等方面发挥了积极作用，承担的微小卫星研制与我司构建针对黄河流域的遥感卫星星座计划有着合作契合点。双方就黄河环境星座的设计方案、研制流程、有效载荷等专业问题进行了讨论。

此次座谈双方评估了设计方案可行性，初步达成合作意向，下一阶段将进一步深化双方合作机制、加快推进黄河环境卫星立项评审及研制工作。◆

## 中科宇图赴航天海鹰卫星运营事业部参观调研

2020年9月10日上午，中科宇图副总裁、资源环境科学研究院院长刘锐带队到中国航天科工集团三院航天海鹰卫星运营事业部（以下简称“事业部”）参观调研，就商业航天产业发展与合作进行了深入交流，事业部党委书记、总经理袁鸿翼，副总经理管宏伟等领导热情接待。

刘锐院长一行参观了航天科工卫星运营中心，观看了卫星管家软件演示和《卫星即服务》视频。座谈会上，袁鸿翼总经理对事业部发展历程及商业航天布局等做了介绍。事业部作为中国航天科工集团有限公司旗下专业从事商业航天卫星星座运营与卫星应用的机构，继承航天军工领域长期积累的技术成果，致力于卫星资源更好的服务社会。面向商业航天、军事应用、智慧产业三大领域，依托“新一代数字地球技术体系”，提供天空地一体化、通导遥一体化、测运控一体化技术的集成创新应用和按需定制的行业解决方案，广泛赋能行业应用。刘锐院长高度评价了事业部的发展建设和技术成果，介绍了中科宇图在地图大数据与智能化解决方案的主营业务、产品研发应用及黄河资源环境卫星星座计划，目前公司处于开展信息增值服务的产业链下游，希望联合商业航天产业链上下游携手打造“卫星互联网+”新生态。

下一步，中科宇图将进一步安排和事业部的深度沟通。◆

## 姚新董事长带队到长光卫星技术有限公司调研交流

2020年9月12日，公司董事长姚新、研究院助理院长邱金及相关技术人员赴长光卫星技术有限公司（以下简称长光公司）调研交流，长光公司卫星型号总师钟兴等人参与接待。



姚新董事长一行参观了长光公司卫星及数据接收站、载荷生产中心，了解了卫星搭载载荷参数等方面的问题。随后，座谈会上长光公司人员详细介绍了长光公司基本信息，集卫星研发、生产、发射、运营到应用全产业链运行的商业公司，是我国第一家商业遥感卫星公司。姚新董事长介绍了中科宇图的基本情况和业务范畴，并针对公司“黄河资源卫星星座”发射计划与长光公司进行了深入探讨，从专业角度听取了星座设计方案的想法。

与会人员通过此次交流加深了双方业务的认识，为开展进一步合作起到积极的助推作用。◆

## 长光卫星一行来中科宇图考察交流

2020年10月14日上午，长光卫星技术有限公司副总经理钟兴、技术工程师李长治一行专程来我司参观交流，公司董事长姚新、研究院院长刘锐、副总裁董元等领导出席座谈会。

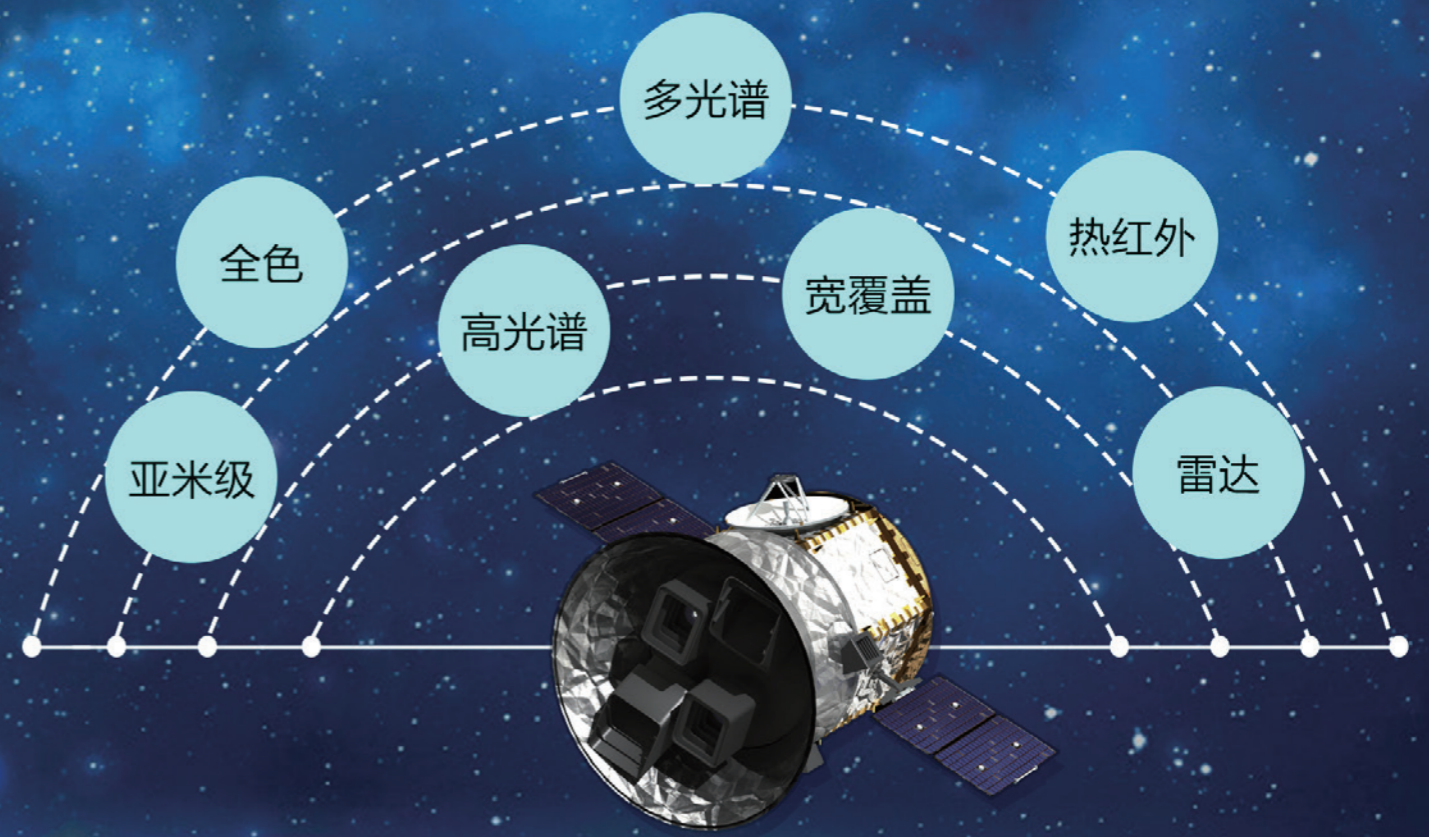


钟兴一行先后参观了公司荣誉展厅、多功能展厅等地，观看了公司企业宣传片，对公司在地图大数据行业应用及智慧环保等方面取得的成绩表达了一致认可。座谈会上，公司同长光卫星技术有限公司的各位专家就遥感卫星载荷指标、谱段设置、卫星研制发射等技术问题进行了深入的交流探讨，充分交换了各自的经验。

双方表示，希望进一步加强沟通和交流，找准合作的切入点，加强合作，共同受益。◆

# 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 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 www.mapuni.com



## 姚新董事长带队赴黄河水利科学研究院考察交流

为加速推进“黄河一号环境资源小卫星星座”（以下简称“黄河一号”）部署进程，2020年11月25日下午，我司董事长姚新带队，在副总裁兼研究院院长刘锐等人的陪同下，到黄河水利科学研究院（以下简称“黄科院”）调研考察。黄科院院长王道席、副院长马晓等核心骨干参加了交流座谈。

会上，王道席院长简要介绍了黄科院的历史沿革、研究领域及科研成果，中科宇图调研组介绍了公司的发展进程、核心业务、人才队伍等情况，并特别对“黄河一号环境资源小卫星星座”计划做详细介绍，展示了“黄河一号卫星”的市场前景及遥感应用服务能力。双方就环境业务、黄河卫星合作等内容进行了讨论与交流。

在黄河生态环境保护和高质量发展上升为国家战略的历史机遇期，中科宇图创造性提出“黄河一号”星座计划，与黄科院交流研讨合作项目，得到黄科院骨干力量的高度赞扬。期待双方在黄河流域生态环境保护方面进行合作，实现共赢。

黄科院简介：黄科院是水利部黄河水利委员会所属以河流泥沙研究为中心的多学科、综合性科研机构，为全国水利系统非营利性重点科研单位，主要从事水利行业相关基础理论和应用基础研究及技术研发与应用推广。研究领域包括水力学与河流泥沙动力学、水土保持、工程力学、水资源与水生态、防洪减灾与水利工程管理、水利信息化与测控技术等。◆

# 建立“一库四平台” 中科宇图技术服务助力山东二次污普信息化建设

第二次全国污染源普查，是在我国步入全面建成小康社会决胜阶段进行的一次重大国情调查。只有全面掌握环境污染源底数，才能进一步实现精准治污，制定更加有针对性的长效污染防治措施。对于第二次全国污染源普查工作，山东省生态环境厅高度重视，多次开会研究部署污染源普查工作，编制印发《山东省第二次全国污染源普查实施方案》，确立污染源普查工作实施步骤。

山东省第二次污染源普查分准备阶段、全面普查阶段、总结发布阶段三个步骤进行，2019年山东省已经基本完成了第二次污染源普查工作，并且初步形成了全省污染源普查数据库，进入最后“总结发布”阶段。该阶段要求在2019年建立全省污染源数据库，上报和发布普查数据，开展普查成果分析，编制污染源普查报告，整理和移交普查档案等工作。

按第三阶段普查成果总结发布阶段的要求，围绕第二次污染源普查成果总结与开发的需要，山东省亟需建立全省污染源普查“一张图”成果展示平台，2019年10月，中科宇图作为第三方技术服务机构中标山东省第二次全国污染源普查“一张图”成果展示平台开发服务项目，本项目是山东省第二次污染源普查信息化建设的重要组成部分，主要基于已形成的全省污染源普查数据库，对数据进行整理和结构分析，并对普查成果数据进行展示分析。

中科宇图综合利用大数据、“互联网+”等信息技术对山东省第二次污染源普查技术资料和数据成果进行系统化管理，在地图上将普查成

果进行展示，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。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协同发展提供科学决策依据。同时，展示平台的建设也对下一步实施有针对性的经济社会发展和环境保护政策、规划，打赢污染防治攻坚战，加快推进生态文明建设具有重要意义。

## 建立“一库四平台”

利用大数据、GIS等技术建立全省普查成果一张图展示发布平台，实现全省污染源普查数据整理建库、“一张图”可视化展现及分析、信息检索、数据质量评价等。具体建设内容包括“一库”和“四平台”，“一库”为普查信息数据库，“四平台”分别为污染源普查成果展示平台、普查资料库信息检索系统、普查数据质量评价系统、运维管理系统。



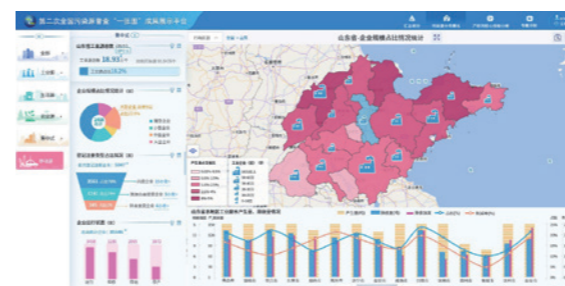
“一库”：普查信息数据库建设  
基于目前已有全省污染源普查数据，对数据进行整理和结构分析，建立规范的关系型普查信息数据库，为可视化平台的开发提供数据保障，同时也为后续深层次的数据分析应用提供数据基础。

## “四平台”

根据数据汇总分析，开发建立基于大数据分析的第二次污染源普查成果“一张图”展示平台系统，能够对不同来源、不同层级、不同区域流域汇总数据进行可视化展示，应具备按污染要素、区域、来源、行业等不同类别的数据进行可视化的表达能力。具体应用系统包括：

### 1) 污染源普查成果展示平台

普查大数据可视化一张图系统，产排污核心指标汇总分析，活动水平的汇总分析，环境风险源识别分析，重点区域污染物专题分析，大气污染物排放专题分析，水污染物排放专题分析，农业农村污染物排放专题分析。



### 2) 普查资料库信息检索系统

基于污染源普查信息数据库，提供丰富的信息查询检索功能，实现灵活的空间-属性双向查询，对工业企业、钢铁、水泥、园区、规模畜禽养殖、行政村、集中式污水处理厂、固废垃圾焚烧厂等污染源单位信息进行全面展现。

### 3) 普查数据质量评价系统

以《第二次全国污染源普查清查技术规定》等相关文件作为标准，进行集数据评估、数据质



量检测与量化、数据质量报告、脏数据库管理于一体，利用数据元规则，有针对性地创建全面的数据质量业务规则库；同时制定数据质量的量化指标Q值，自动产生数据质量报告。

### 4) 运维管理系统

#### a 统一门户子系统

统一门户作为污染源普查“一张图”各业务系统的统一入口和通道，实现关键数据展现，并集中管理组织结构、单点登录、权限分配，保证权限验证信息在各应用系统之间的一致性、有效性，方便系统维护。

#### b 统一权限管理子系统

实现组织机构管理、各系统间权限统一验证，一次登陆后无需再次登陆即可访问其他系统相应的功能模块，实现跨系统统一登录验证。◆





## 中科宇图土壤环境管理信息化系统亮相全国土壤污染防治管理培训班

2020年11月18日至19日，生态环境部在韶关市组织举办全国土壤污染防治管理培训班，全国人大环资委、生态环境部、自然资源部、农业农村部等部门有关司局和单位代表，全国生态环境系统学员，共约130余人参加培训。生态环境部副部长庄国泰出席并讲话，土壤生态环境司司长苏克敬主持培训会，会上，中科宇图承建的韶关土壤环境管理信息化系统作为韶关土壤信息化建设成果进行了现场展示。

韶关市作为全国六个土壤污染综合防治先行区之一，积极响应国家“土十条”号召，出台相关方案，探索治理模式，于2018年开展土壤环境管理信息化系统建设。为助力韶关达到土壤污染综合防治先行区的考核要求，信息化支撑韶关土壤环境管理工作，中科宇图作为第三方技术服务机构运用云计算、大数据等先进技术，结合智慧环保理念，承建韶关市土壤环境管理信息化

系统项目。

系统是以提升土壤污染防治管理监督工作质效、实现土壤环境资源管理可视化、决策科学化、污染防治精准化为目标，应用大数据技术和现代模型技术构建的智能化土壤环境管理平台。全面支撑了土壤环境管理中为摸清土壤环境现状、演变规律以及相关污染源对影响土壤环境质量的预判，对提升韶关市土壤生态环境保护综合决策与公共服务提供信息化服务。

本次培训会，总结了土壤污染综合防治先行区建设模式，交流了各省、区、市土壤生态环境管理经验，韶关市土壤环境管理信息化系统作为韶关土壤污染防治突出成果进行了展示，得到各省区市培训学员的认可，是对中科宇图建设项目的肯定，也将进一步鞭策中科宇图信息化支撑打赢净土保卫战的决心和信心。◆

## 中科宇图环保管家服务助力平顶山大气治理交出亮眼答卷

学习贯彻党的十九届五中全会精神正处热潮期，又正逢秋冬季大气污染防治最艰巨的攻坚期，河南省平顶山市生态环境局党组在这两大关键节点，于近日组织召开党组扩大会议认真传达学习党的十九届五中全会精神，迅速安排部署秋冬季大气污染防治攻坚工作。市长张雷明在秋冬季大气污染防治攻坚工作电视电话会议中指出，秋冬季是大气污染防治最敏感的时段，要深刻认识打好大气污染防治攻坚战的重要性，以攻坚克难的姿态抓好工作落实，确保完成污染防治攻坚目标任务。

平顶山市扎实推进蓝天保卫战，今年以来，环境空气质量改善取得新成效。从平顶山市生态环境局获得的最新数据显示，9月其优良天数居全省第一位，年累计优良天数增加数量居全国第一位。

“四年来，经历过大气污染防治艰难的时期，蓝天保卫战取得如此成绩，实属不易。”平顶山市环保管家项目负责人表示，这得益于全市上下形成多方合力，分析研判，精准管控，全面打响平顶山市大气污染防治攻坚战。

平顶山市环保管家项目是平顶山市在2017年引入的第三方技术服务项目，市生态环境局与中科宇图科技股份有限公司服务团队共同制定了平顶山市大气污染防治工作的多部门高效联动，协同攻坚的工作机制，形成了大气污染防治从发现问题、交办问题到解决问题的闭环管理模式。

自2017年4月入驻以来，技术团队通过驻

场分析和现场督查服务，进一步完善了平顶山市的大气污染防治工作机制，并通过颗粒物在线源解析监测、卫星遥感监测、无人机航拍、激光雷达监测、VOCs走航观测、地面微型空气质量监测站监测及人工巡查等方式，以科技手段数据验证以往经验判断的结果，为大气污染防治工作提供科技、数据支撑。

根据空气质量监测数据、气象数据、模型分析数据、排放清单数据、互联网数据等科学指导各项防治工作开展，解析空气质量变化趋势和原因，并据此提出了环境对策，协助政府建立多部门联动机制；督导组通过每日巡查摸排，发现问题及时发工作群调度，保障各项防治工作的正确、有效开展，为环境管理和决策提供一定的科学依据和技术支持。

2020年，专家技术团队入驻以来，对平顶山市大气污染防治工作精心谋划、科学指导，为平顶山市建言献策。平顶山市根据专家意见，印发了《平顶山市2020年大气污染防治攻坚战实施方案》（平攻坚办〔2020〕16号），1—3月重点开展了冬春季大气污染防治攻坚工作，重点区域重点管控；4—6月为迅速改善空气质量，推进空气质量持续改善，开展了改善环境空气质量集中专项行动，并印发了《关于印发平顶山市改善环境空气质量集中专项行动方案的通知》（平攻坚办〔2020〕21号）；7—9月为降低夏季O<sub>3</sub>污染影响，协同控制PM<sub>2.5</sub>污染，印发了《平顶山市2020年夏季臭氧与PM<sub>2.5</sub>污染协同控制攻坚实施方案》（平攻坚办〔2020〕35号）；

10—12月为完成年度目标，力保优良天，完成省定秋冬季目标任务，强化各县市区联防联控，印发了《平顶山市污染防治攻坚战领导小组办公室关于实施环境空气质量单月考核的通知》（平攻坚办〔2020〕68号）。在中科宇图驻场技术团队的建议指导和平顶山市政府及各责任单位的共同努力下，取得明显成效。

最近数据显示，2020年1月1日至10月31日，三项指标“两降一增”优良天230天，居全省第6位，同比增加74天。2020年逐月指标成绩突出，5月综合考核排名居全省第1位。特别是6—9月，超额18天完成生态环境部下发的夏

季攻坚目标，是全省率先完成攻坚目标的8个省辖市之一；省攻坚办9月份实施单月考核，平顶山市共夺取28个优良天数、以超额3天的成绩圆满完成省单月考核任务，单月优良天数居全省第1位。

在平顶山市生态环境局与中科宇图第三方专业团队的共同努力下，平顶山市的环境空气质量持续改善，面对秋冬季大气污染防治严峻形势，平顶山生态环境局表示要举全局之力，通力合作，对标督导推进各项工作，深入打好污染防治攻坚战，确保完成年度目标任务。◆

## 中科宇图承建的北京市移动执法系统获生态环境部点赞报道

2020年11月，由中科宇图科技股份有限公司承建的北京市环境监察移动执法系统得到生态环境部的关注与报道。

北京市环境监察移动执法系统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，搭载电脑、手机双重载体，构建人员库、污染源库、任务库三大数据库，涵盖执法部门、污染源企业、网格员三类用户，实现后台管理、前端执法、网格巡查、企业自查四方面应用，打造完善的环境监察移动执法系统。功能涵盖任务管理、污染源监管、查询统计和智慧化分析等业务领域，全面应用于全市生态环境执法部门固定源执法监管，实现全员信息化、全业务信息化和全流程信息化的目标。系统专业稳定、高效易用，2020年以来已累计上传执法记录10.78万条，出动24.64万人次，发现各类环境问题总数14144个，切实

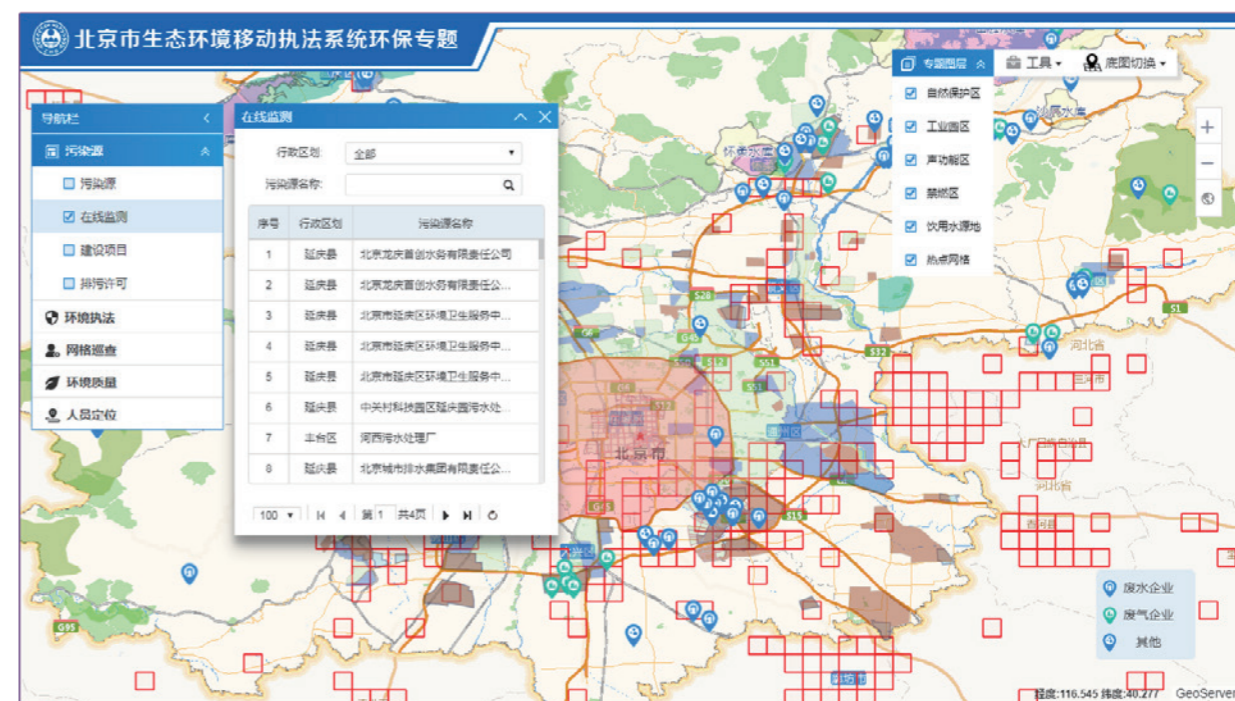
发挥了助力执法、优化管理的实效。

### 统筹调度“一盘棋”

移动执法系统面向市区两级统一部署应用，固定源执法人员全部纳入，将全市执法力量凝聚为一个整体，做到“号令一出，全军皆动”。2020年初，围绕污染防治攻坚战任务目标制定形成年度执法重点工作，将蓝天、碧水、净土、生态等40余项计划任务全部通过移动执法系统派发，并实现全流程任务追踪，实时把控工作进度和成效。

### 数据汇聚“一本账”

数据是支撑执法监管的基础。从底层来看，通过系统的“人员库”“污染源库”“任务库”三大基础数据库，满足了执法部门信息查询的需要；从横向上看，系统对接了自动监控、热点网格、排污许可和建设项目等四类业务数据，有效辅助了执法人员现场检查；从纵向上看，执法数



据实时上报环境部环境监管执法平台、司法局行政执法信息服务平台和国家“互联网+监管”平台，实现了“对执法监管的监管”。

### 履职廉政“两手抓”

立足执法清单严格规范履职。系统立足职权，制定形成41个现场检查清单，兼顾全面性、实用性和规范性，保障执法人员做到执法事项应查尽查、不重不漏。创建“警示—定位—评价—审查”四步法确保文明廉洁执法。系统中警示标语登录即见，执法行为实时定位，党风廉政当场评价，执法完成归档审查，约束执法人员“平安出行，决不公车私用；文明执法，杜绝吃拿卡要”。

### 效率质量“双把控”

着眼系统操作细节提升，采用图像识别、语音识别、即时摄录、切片传输、微信分享、电子签名等技术，有效提升执法效率。独创考评机制把控执法质量，围绕“污染源信息完善程度”“执法清单填写全面性”“发现问题数量”“证据资

料上传情况”“是否按时完成执法”等五方面质量因子，完成执法记录自动打分，进而形成执法人员、专项任务和执法单位的执法效能考评。

### 公正性、智慧性“双提升”

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，从日常监管扩展至专项执法任务中，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，系统以量化数据为依据，从“人”（执法人员）、“物”（污染源）、“事”（执法行为）三个维度进行了多元分析，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。同时，中共北京市委生态文明建设委员会办公室利用移动执法系统掌握相关执法工作情况，列入季度通报，以推进全市污染防治攻坚战开展。◆



## 中科宇图智慧环保推进宜春市环境管理能力现代化

为落实党中央、国务院决策部署，运用现代信息技术创新环保工作，实现生态环境数据互联互通和开放共享，通过生态环境大数据发展和应用，推进环境管理转型，提升生态环境治理能力。宜春市考虑云上宜春发展要求、生态环境管理特点，加快推进宜春市智慧环保建设。

智慧环保是智慧城市的重要组成部分，智慧环保的建设在服务环境管理部门的同时，还能够为智慧城市提供数据产品和服务。中科宇图承建的宜春市智慧环保项目，围绕宜春市生态环境新形势新要求，贯彻落实信息化双重管理创新举措，以宜春市环境管理的业务需求为导向，全面

整合、共享和利用现有环境信息资源，综合运用物联网、大数据分析、GIS等技术，构建“一朵云、两中心、三系统、一张图”的宜春市“智慧环保”应用体系，实现监管执法精准化、综合决策科学化、公共服务便民化、治理能力现代化，为打赢污染防治攻坚战，促进生态环境管理水平，服务生态环境质量总体改善提供服务和支撑。

### 系统功能

中科宇图按照“共性平台+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，考虑与现有系统平台集成对接，沿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。

### 一朵云

生态环境政务云平台：建设生态环境政务云平台，为宜春市“智慧环保”生态环境大数据提供计算、存储、安全等资源 and 政务大数据平台基础结构。

### 两中心

生态环境大数据资源中心：生态环境大数据建设首先需从生态环境全局管理角度和生态环境大数据整体建设角度开展大数据资源规划，形成生态环境数据资源目录，主要包括物联网数据、环保业务数据、政务共享平台数据和互联网数据。建设生态环境大数据资源中心，包括大数据汇聚整合、大数据治理融合。

生态环境大数据支撑中心：建立统一的生态环境应用支撑体系，实现应用基础组建支撑服务、大数据共享支撑服务、大数据业务模型服务、大数据业务功能服务，促进环境管理的精细化和决策的科学化，为宜春市打好污染防治攻坚战工作提供重要支撑。

### 三平台

目标决策支持平台：以生态环境质量改善、生态环境保护工作要求为导向，建目标决策支持平台，从全局管控目标达成情况，由水环境决策支持及管理系统、大气环境决策支持及管理系统、土壤环境决策支持及管理系统组成。业务协同应用平台：由污染源综合管理、生态环境风险管控、生态保护综合管理、环保督察综合管理系统、网格化智能管理系统、核与辐射综合管理系统、固体废物综合管理应用组成，支持生态环境部门日常监管及政务管理工作。政务公共服务平台：建设政务公共服务平台，

优化政务办公和公共服务能力，提高政务信息服务质量，完善及建设政务综合门户。

### 一张图

通过“一张图”的形式直观、动态的展示，全面说清大气、水环境质量、污染排放状况、生态状况及变化趋势，智能预测预警环境污染及环境风险，以支撑综合决策指挥。

### 一标准规范

标准规范体系与安全运维体系：建设标准规范体系与安全运维体系，避免环境信息化建设过程中的重复投资，提高不同部门之间的信息互联互通效率；保障宜春市生态环境大数据平台及其他业务部门相关系统的稳定运行；构建以运维组织和服务资源为保障、以运维服务管理为核心的管理体系。

宜春紧紧抓住以大数据、人工智能等新一轮科技革命和产业变革为标志的第四次工业革命的机遇，敢于超越、开拓创新，致力于把宜春打造成赣西片区大数据产业和智慧城市建设示范区。结合宜春市在环境方面面临的主要问题，中科宇图对现有信息化资源进行整合，逐步完善各业务信息化建设，将互联网的创新成果深度融合于环保领域之中，构建宜春市“智慧环保”大数据平台，从海量数据入手，通过多源异构数据融合分析，打造动态反馈、持续进化的城市治理创新循环链，切实提升城市环境精细化管理水平，以智能化、现代化的手段加快推进宜春市环境管理能力的提高和城市环境质量的改善，助力“智慧宜春”建设。

## 地图大数据产业群生产中心团队：斗志昂扬 保交付促回款

为保证公司项目如期交付、顺利回款，公司地图大数据产业群生产中心各部门加班加点为公司做好基础保障工作，在微信群中一张张团队工作照，也让这个生产中心逐渐走进广大宇图同仁的视野，本期我们与生产中心带头人徐少华取得了联系，在她的介绍下，这个充满阳光、正能量的团队也更加鲜活。

“我们生产中心是一个朝气蓬勃、团结向上、友情浓郁的大家庭，生产中心的每位成员都很优秀，大家平时除了工作上互帮互助，相互鼓励和学习，生活上也是彼此关怀。”生产中心带头人徐少华这样评价团队。生产中心的主要职责是完成公司测绘地理信息类项目的生产任务同时兼顾此类项目的研发、售前和售后的保障工作。从公司角度，服务对象主要是地图群的签约项目，以及公司领导、销售同仁的技术需求；对外主要服务通讯、电力、环保、水利、保险、公安、自然资源等行业用户。团队每位成员承担着实施中不同的工序，这在整个项目实施过程中都起着承上启下的连接作用，每位成员都是一颗螺丝钉，担负着自己的职责和责任。

**责任心和奋斗精神支撑大家为项目交付努力着**

2020年突如其来的肺炎疫情，打乱了很多人的计划。为了弥补疫情期间延误的工期，生产

中心从今年四月开始每周六都安排了加班，工作日晚制定了隔天加班的制度，特别是位置基地移动二期每到月底的分批交付节点和河南电信项目交付时间节点大家都是自主加班。“我印象比较深的一次是有几个骨干员工（时可佳、张华、丰晓静、孙赛楠、李文娇、王昱玲……）连续工作两天一夜，都不肯回去休息，担心之间万一哪个环节出问题延误了给客户承诺的交付时间节点，就一直坚持到数据出库的那一刻。”在她们心里，项目交付和验收的关键节点代表对客户最重要的承诺！

正是因为有这么一群对工作有拼劲、有使命感的员工，天津电信2019年场景面建设项目、天津移动2019年项目、洛阳市故县水库地表水饮用水水源保护区勘界项目、2018新疆电信企业级GIS系统优化项目、2019年新疆公司GIS地图服务采购项目、安徽省长江一二级支流入河排污口排查无人机航测项目采购项目、华为公司2020年第一季度需求项目、陕西公安……这些项目的实施才能按期交付、顺利回款。“大家确实真的都很辛苦，员工整体状态还不错，经过努力，各项工作向好，还在积极的为项目交付努力着，这应该是责任心和奋斗精神的支撑吧。”徐少华这样解释前进的动力。

**以榜样的力量引领前行，个个都是好样的**

优秀的团队成就了个人的荣耀，同时，个人的努力成就了团队的辉煌。提到团队中优秀的员工个人，徐少华特别提到档案和数据安全管理王利英和地图产品部高歌。

兢兢业业、任劳任怨对待本职工作是王利英的最大闪光点，随时处于待命状态，只要有需要基本上都是随叫随到，平时因数据安全、项目档案、服务器管理等事宜经常加班到很晚，也毫无怨言。“不管跟谁解释什么问题，我每次听到的都是平和的语言，特别不容易”，大多成熟与优秀的人，不是没有情绪，而是懂得控制自己的情绪。

产品部高歌选择用实际行动诠释着爱岗敬业的工作精神，行动胜过一切语言。在去年年底宁夏出差期间，其父因意外撒手人寰，至亲离世的悲痛中，高歌拒绝了领导让其尽快回家的好意，条理井然处理好工作才搭上回家的列车。她不但坚持完成了那次的地图服务部署，剩下的调试工作也加班编写了详细的流程和可能遇到问题的解决方案，并发送到客户和接手同事的邮箱。信守与客户的一份承诺，对工作的高度负责，这让徐少华记忆深刻。

“团队骨干员工时可佳、丰晓静、张华……为了项目交付加班“连轴转”、地图产品部高静为了切片工具的正式使用和配图模板文件的编写，青丝渐渐变白发……她们每一个人的表现都很突出，都有让人感动的地方，个个都是好样的！”徐少华说。

**不负青春韶华，用实力接受新的检验和挑战**

后疫情时期，经济市场也逐渐回暖，徐少华表示2020年整个生产中心将全力保障中标项目的顺利实施，按期、保质保量的完工交付，同时通力配合好技术部门和销售做好售前支持和保障，促使更多的项目落地。“我们团队将做好更充分的准备以更加昂扬的斗志、更加娴熟的配

合、更加出色的技术水平，团结一致，用实力接受新的检验和挑战。”

徐少华有很多想对团队说的话，她希望团队一如既往的保持昂扬的斗志保障后续项目的支持和实施。同时表示，生产中心也将不断革新工艺、提高产能，深耕现有的关键技术和产品成果，集思广益做好技术创新，为实现公司发展战略贡献力量，同时也为个体创造美好生活。

在一张张工作照中，我们不难发现大多数是女同事，她们对工作任劳任怨，不因工作的劳累而脱离本职工作，她们以巾帼不让须眉的精神，更以严谨的作风，积极的工作态度为项目负责。这种乐观积极、敬业奉献的精神和意志将一直鼓舞着更多宇图人不断前进。◆



## 生态环境综合管理信息化平台项目团队： 服务精神成就团队与客户

生态环境综合管理信息化平台是生态环境部信息化建设重要工作，为做好综合平台建设，中科宇图负责承建该平台自然保护区、三线一单、农业和农村环境整治大屏展示开发的工作任务，全力支持信息中心的信息化建设。

2020年10月中科宇图收到生态环境部信息中心发来的感谢信。信中特别提到了对我司生态环境综合管理信息化平台项目组团队的感谢。他们究竟做了些什么让客户作出很高的评价？特别点名的他们是谁，来自哪个部门？这一期让我们走进这批幕后辛勤的耕耘者，分享他们背后努力的成绩。

**1、请简要介绍一下我司承建的生态环境综合管理信息化平台项目，我司是在什么背景下承担的这个项目？**

生态环境部党组、部领导高度重视信息化工作，提出了实行“四统一、五集中”要求，建设“大环境、大平台、大数据、大系统、大安全”任务等一系列创新举措，形成了“一朵云、一张网、一个库、一张图、一扇门”工作成果，生态环境信息化取得积极成效，但是从整体上和全局上尚不能满足生态环境综合管理和决策需求。

为进一步将信息化优势转化为生态环境治理的效能，迫切需要建设生态环境综合管理信息化平台，整合集成现有业务系统，形成生态环境信息“一张图”集中展现，环境应急“一张图”集中指挥，环境形势“一张图”集中会商，重点

任务“一张图”集中调度，促进综合管理效能的提升和决策模式的创新，支撑部领导统览全局、精准把脉、统筹调度、科学施策，助力精准治污、科学治污、依法治污。

为做好综合平台建设，我公司积极主动承担了自然保护区、三线一单、农业和农村环境整治大屏展示开发的工作任务。

**2、据了解，在今年十月份公司收到一封来自信息中心的感谢信，信中对项目的主要成员高标准的技术支持与保障进行了表扬，项目团队做了哪些技术支持？具体作了哪些工作？**

为了确保信息中心10月13日向国务院领导同志和部领导演示汇报的顺利进行，我们的项目组临阵受命，要在国庆节期间按信息中心领导的要求完成自然保护区的重新设计开发工作以及三线一单和农业和农村环境整治大屏的开发调整工作。

今年的国庆节很特殊，恰逢国庆与中秋两节重合，正是家人团聚举国同庆的日子，但更特殊的是我们面临着一个时间紧任务重的挑战。9月30日国庆节放假前夕，信息中心领导传达了工作要求后，经过我司领导及各中台部门领导的协调，我们很快确定了国庆节期间加班的人员，组成了大屏国庆攻坚团队。我们的团队成员主动放弃节假日休息时间，加班加点、攻坚克难，如期完成了综合平台预定的开发任务，顺利保障了信息中心向国务院领导同志和部领导演示汇报工作。



生态环境综合管理信息化平台亮相新闻联播

**3、目前项目的进展如何？项目团队是由公司哪些人员构成？**

目前信息中心已将综合平台部署在生态环境部部长办公室，达到部长随时看、实时关注全国生态环境状况信息，其中包括我公司承建的自然保护区、三线一单、农业和农村环境整治大屏等。信息中心领导也对我们的大屏提出了后续的开发任务和要求，我们项目组正在积极地进行下一步的工作计划和部署。

从承接大屏开发到现在，项目组成员涉及数据、业务、地图等多个部门，国庆攻坚团队成员有：白雨川、张丽宣、周天颖、黄鹏飞、何琼豪、贾利康、范顺豪、常菲、郭明亮等同事，在前期的大屏项目建设中团队成员还有：陈文强、江成、王京、陈闯峰、姚玉、张洁等同事。

**4、在项目进行过程中，团队有没有面临棘手的问题？**

时间紧、任务重是我们面临的巨大挑战。在9月30日，信息中心领导传达生态环境部部长的最新指示，一定要着重展示生态保护区的内容，并提出了一些具体的工作指导意见。所以我们要在假期8天内完成对自然保护区重新设计、开发、部署、上线、联调等一系列工作，同时也要在同一时间内完成三线一单和农业农村环境整治大屏的调整工作。

第一是工作量很大，假期8天内需要完成一

套新的子系统建设；第二是涉及协调组织部门也比较多，包括UI、后端、交付、GIS、前端，而且因为临近假期出行，任务来的较为突然，白雨川、周天颖、张丽宣、黄鹏飞、贾利康、何琼豪等多名团队成员为此主动放弃了假期安排；为保障进度，大屏国庆攻坚团队的成员每天加班到凌晨，采用实时线上会议办公的模式，争分夺秒的进行任务突击，在10月7号凌晨准时提交项目成果、10月8号完成部长汇报、10月13号保障完成向韩正总理演示汇报工作。



生态大屏宇图十一攻坚群深夜工作常态

为确保向国务院领导及部领导演示汇报的顺利进行，生态环境综合管理信息化平台项目组团队把客户的需求放在首位，在他们的线上“生态大屏宇图十一攻坚群”中讨论的时间可以看到，深夜乃至凌晨仍保持工作的热情已成常态化。

服务客户就是成就自己，正是由于团队的通力协作做出的出色成绩也进一步加深了客户对团队、对公司的认可与满意度。在本次访谈中，项目团队表示将一如既往地支持信息中心的综合平台建设，将以踏实肯干的工作作风、一丝不苟的工作态度、顾客第一的服务精神继续为生态环境综合管理信息化平台的建设贡献力量。



## 刘锐院长作为评审专家出席 2020 年全国优秀测绘工程奖终评答辩会议

2020年9月4日-6日，2020年全国优秀测绘工程奖终评答辩会议在呼和浩特召开，中科宇图副总裁、资源环境科学研究院院长刘锐应中国测绘学会邀请，作为评审专家参加了评审会议。

全国优秀测绘工程奖是经国家科技奖励主管部门和国家测绘地理信息主管部门批准设立的奖项。全国优秀测绘工程奖每年评审一次，分别设金、银、铜三个等级，会议将从今年全国申报的400多个测绘地理信息工程项目中，评出43个金奖项目，代表中国测绘工程领域最高水平。◆



## 中科宇图应急指挥系统在首次黄河流域突发水环境事件应急演练中实战大练兵



为推动黄河流域生态保护和高质量发展战略实施，2020年9月16日，郑州市黄河流域突发水环境事件应急演练在巩义市举行，开展以涉黄河水污染处置为主要情节的，跨流域、跨区域、跨部门联动综合实战性环境应急演练。

这是首次在黄河流域开展突发水环境事件应急演练，在我国环境应急演练中也尚属首次，中科宇图应急指挥系统以全过程的指挥、记录、跟踪、查询、分析和归档，实现与各级信息智能化互联互通，全面提升环境风险防范和应急响应能力。此后，将持续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。◆

## 开封市委书记侯红、市长高建军会见中科宇图董事长姚新



2020年9月4日下午，开封市委书记侯红、市长高建军亲切会见中科宇图科技股份有限公司董事长姚新一行。双方就数字经济领域合作以及黄河流域生态保护和高质量发展等深入交流，达成共识。开封市领导张松文、刘震、钱忠宝等参加会见。◆

## 中科宇图四款产品获华为鲲鹏技术认证，携手推进鲲鹏生态发展

中科宇图自主研发的生态环境综合指挥中心 v1.0、大气环境智能分析平台 v1.0、生态环境移动 APP v1.0、生态环境智慧大脑 IOC v1.0 四款产品完成与华为 TaiShan 200 系列兼容性测试，并获得华为鲲鹏技术认证证书。

华为鲲鹏技术认证要求测试产品类型完全开源及国产可替代，中科宇图短时间内完成与华为服务器兼容性适配，不仅证明四款环境类软件产品符合国家信息安全要求，具有高成熟度，也体现出公司技术研发团队优秀的设计开发能力。借助华为技术认证证书及徽标的影响力，在保障与华为合作项目准入资格的同时，将助力公司产品和方案从海量的竞争产品中脱颖而出，提升确保公司项目落地能力，权威保障客户业务的持续稳定运行。◆



## 中科宇图承建环保项目亮相新闻联播并获生态环境部信息中心书信表扬

中科宇图收到生态环境部信息中心（以下简称“信息中心”）发来的感谢信。信中提到，感谢中科宇图生态环境综合管理信息化平台项目组高标准的技术支持与保障，确保了信息中心向国务院领导同志和部领导演示汇报的顺利进行。

据公司项目组成员介绍，该平台于2020年10月13日亮相央视新闻联播。13日，中共中央政治局常委、国务院副总理韩正在生态环境部召开座谈会，研究部署生态环境保护有关重点工作。会前，韩正走进部分司局和处室，与工作人员进行交流，听取了生态环境综合管理信息化平台应用成果展示的汇报。◆



## 中科宇图高管一行参观调研海淀城市大脑展示中心

2020年11月30日下午，中科宇图科技股份有限公司董事长姚新，副总裁刘锐、郭站君、侯立涛、刘俊等高管一行到海淀科技大厦参观调研海淀（中关村科学城）城市大脑建设。海淀城市大脑科技产业联盟秘书长魏冰等领导热情接待。

姚新董事长一行参观了海淀城市大脑体验中心，听取了有关海淀城市大脑在城市管理、公共安全、城市交通、生态环保等领域的应用情况及后续建设思路，并就渣土车治理、智慧社区建设、生态环境监测、交通治理提升等问题进行深入交流。◆



## 中科宇图应邀出席华为城市智能体峰会 2020



2020年11月13日，第二十二届高交会期间，以“共筑城市智能体，点亮孪生新未来”为主题的“华为城市智能体峰会 2020”隆重开幕。相关部委领导、城市管理者、行业专家、合作伙伴 1000 余人齐聚一堂，共话智慧城市发展趋势与建设思路，分享智慧城市高质量发展实践。作为华为合作伙伴，中科宇图科技股份有限公司副总裁侯立涛代表公司应邀出席本次活动。◆

## 中科宇图再次荣获国家高新技术企业荣誉认证



2020年12月1日，科技部火炬中心公布北京市2020年第一批高新技术企业名单，中科宇图科技股份有限公司再获认定通过。这是继2017年公司获评认定期满后，又一次成功获得国家级高新技术企业荣誉（证书编号：GR202011000604）。

高新技术企业是我国发展高新技术产业的重要基础，在我国经济发展中占有十分重要的战略地位。十几年来，高新技术企业一直受到各级政府的高度重视，中科宇图获此殊荣将在税收减免、股权激励、科技计划、项目用地、金融保险等方面获得多项政策支持。◆

## 《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、大中专院校的专家、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 2021 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：010-51286880   www.mapuni.com