

激励引领创新 共建全国科技创新中心

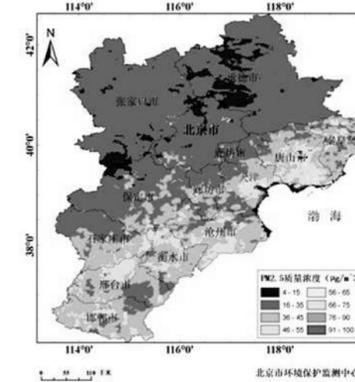
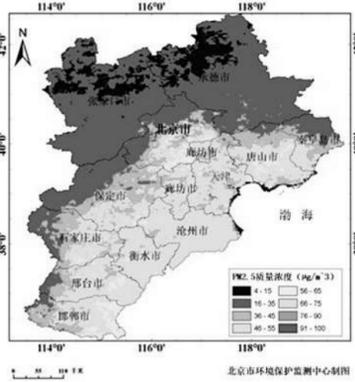
——“北京市科学技术奖”获奖项目巡礼(六)

编者按 近些年,随着首都现代化、城市化建设进程不断加快,全市人口总量快速增长,空间规模不断拓展,引发了水资源紧缺、大气污染、交通拥堵等诸多问题,严重威胁到城市的可持续发展。特别是这两年,雾霾天气频发,PM2.5年均浓度严重超标,直接影响到首都的城市形象和

市民生活健康。高度重视并加快解决北京发展过程中面临的令人揪心的诸多问题,切实推动北京持续健康发展,不仅是国家对北京新时期发展提出的战略要求,也是全市上下齐心协力、共同努力付诸于行动的内在使命。这就要求科技工作者必须把科技创新发展和城市建设管理紧密

结合起来,依靠持续的科技创新推动城市的可持续发展。可喜的是,近年来北京市组织实施了一批科技攻关项目,集中力量推广和应用一批新技术、新产品、新工艺,全面提升了对首都城市建设和发展的支撑能力。本期我们将向您推荐其中的两个获奖项目。

卫星遥感监测:捕捉雾霾的“天眼”



抗战胜利70周年阅兵前后京津冀PM2.5减排效果图。左为措施前(8月1日—19日),右为措施后(8月20日—9月3日)。

每年的秋冬时节,是北京进入“十面霾伏”的多发季节。如何监测雾霾,以寻找应对之策,不仅是老百姓关切的话题,也是科研工作者们致力攻克的技术难题。卫星遥感监测技术,正成为我国治理大气污染的新兴手段。“抗战胜利70周年阅兵期间,区域大气环境遥感监测结果显示,京津冀及周边地区大气PM2.5浓度同步出现了不同程度的下降,各地空气质量都得到了明显改善,减排措施十分给力。”近日,北京市环境监测中心遥感室主任李令军在接受记者采访时,指着电脑上的一张卫星监测图片介绍说。

近年来,凭借卫星遥感监测技术,北京市环境保护监测中心能提供北京及周边6省区、市PM2.5、PM10等大气污染物的空间分布和变化过程,并且动态监测沙尘、秸秆焚烧、沙尘、大气面源以及空气重污染等监测简报与遥感报告几百份,已在京津冀环保部门广泛应用。他们所承担的“北京地区空气质量遥感监测技术与工程化应用”项目荣获2014年度北京市科学技术奖二等奖。

从“面”上观测空气质量

卫星环境遥感监测技术在北京的应用始于

2002年。“当时我们首次建立卫星接收处理系统,尝试利用遥感手段进行环境监测。”李令军告诉记者,“初期主要以沙尘污染、秸秆焚烧、PM10等监测为主。”

2012年,监测中心承担了“北京地区空气质量遥感监测技术与工程化应用”重点项目,开始全面推动遥感技术在大尺度区域空气质量监测的业务应用。如今,监测中心基于MODIS、OMI、AIRS等卫星传感器,可以进行PM2.5、NO_x等多种大气污染物、雾霾分布、沙尘传输、秸秆焚烧、城市热岛、植被指数等一系列区域大气污染和生态环境遥感业务的动态监测。

“我们已经构建起覆盖北京地区的3年3个级别60余种共计30TB(计算机存储容量单位)的专题产品遥感数据库,积累了北京及周边最齐全的大气遥感基础数据,为大气污染防治提供信息支撑。”李令军说。

对于空气质量监测,目前国内主要是基于地面固定站点的观测仪器获取大气污染物的浓度,但是站点的观测结果只能代表站点所在区域一定范围内的大气污染情况,难以全方位反映区域大气污染特征。

“全北京分布着35个自动监测站,可以连续不断地自动分析出空气中颗粒物的浓度及其化学成分。”李令军告诉记者,自动监测站是现在最常见的监测方法,但分布并不均匀,这些监测站集中在城镇,广大的农村、

边远山区覆盖较少。

而卫星遥感监测正好弥补了监测点分布不均的问题。通过卫星遥感数据,可以快速反映区域PM2.5的空间分布和变化过程,能更宏观地从“面”上观测空气质量。

李令军介绍说,利用卫星遥感技术监测灰霾,可以收集到区域连续的监测数据,通常每平方公里就能获取一组数据,这样的监测密度是普通地面监测站点不能覆盖的。不仅如此,遥感监测还可以实现气溶胶光学厚度(AOD)、颗粒物(PM10、PM2.5)质量浓度、污染气体(SO₂、NO_x、CO等)柱浓度的监测,而这些都是灰霾触发的重要物质来源,对于灰霾预测预警有着极大的作用。

“如果蒙古国起沙了,监测中心就会根据沙尘迁移变化的实时遥感监测结合大气流场预测,判断能否影响到北京地区。”李令军说,遥感监测能反映污染物的传输、积累过程,有助于认识污染形成和变化的过程和规律,从而对未来的空气状况进行预测和预警。

当然,要做到对北京大气污染的精确监测,只依靠对卫星遥感数据并不准确,必须要“点面结合”,需要近地面实时监测数据的校验验证。

“遥感监测和地面监测相比精度还是略差一点。虽然范围广、监测效率高,但PM2.5等污染物的具体评价浓度还是以近地面监测数据为准。”李令军说。

在多项技术上实现重大创新

然而,对于用卫星直接监测雾霾,并用来分析、预测,这在国际上也属于前沿科学,全球还主要处于研究阶段,业务化应用不多。

“国际上现有的遥感技术可以反演部分大气污染参数,但是许多模型不适用于我国城市地区特有的污染情况,并且现有的模型算法大都基于科学研究试验模型,计算耗时,效率较低,在空气质量质量遥感监测的业务应用上适用性较差。”李令军说。

项目团队面临着无先例可参考,需要自己趟出一条路来的艰难。最终,年轻的项目团队精诚合作,逐个击破了各项技术难题。

他们集成基于国内外十余颗卫星数据的共20余套反演算法,并通过关键技术突破与优化改进,与国际同类研究相比在多项算法上实现了重大创新。

他们在国内率先将1公里的MODIS气溶胶产品用于区域环境的业务化监测,发展了城市地区高反射率地表气溶胶反演技术,解决了卫星产品用于空气质量

监测的关键问题,开创了300米分辨率的气溶胶光学厚度反演技术,城市地区精度达85%,推动了我国环境卫星HJ-1A/B宽覆盖CCD数据对大气污染的监测作用。

他们还创新性发展了适用于大区域PM2.5的卫星遥感机理模型与反演技术,实现了城市群PM2.5卫星遥感监测,精度可达70%以上,与地面PM2.5站点网络结合,为北京地区空气质量监测提供基本信息支持。

他们并且在国际上首次实现了灰霾卫星遥感监测技术,解决了国际上缺乏灰霾组分模式和反演方法的难点问题,填补了我国环境空气质量遥感监测的空白。

“发达国家没有灰霾,国际气象组织的气溶胶组分构成中也没有灰霾这一类型的气溶胶组成模式,国际上现有的气溶胶算法不能有效处理我国经常出现的灰霾污染。”李令军介绍说。

针对灰霾组分模式的未知和灰霾状况下地表反射率估算难度较大两个世界级难题,项目团队提出了新思路,采用灰霾颗粒物组分电镜扫描、多角度卫星反演硫酸盐等可溶性盐和大气化学模式CAMx模拟灰霾组分等综合技术手段,解决了灰霾气溶胶模式问题。

他们还突破了卫星遥感复杂模型与海量科学计算的工程化技术瓶颈,显著提升运行效率,创新性的解决了快速实时遥感反演的工程化技术难点,将气溶胶产品计算耗时由30分钟缩短到2分钟以内,将大气拉曼散射的计算时间缩短为原来的千分之一。

“这次我们在计算方法上做了创新。”李令军说,卫星的“照像”速度非常快,但遥感传回的数据量却很大,整轨数据在1G左右。过去分析这些数据需要三四个小时,通过技术改进,现在只要几分钟就可计算完成,这对今后实现数据的实时监测具有重大意义。

让所有污染源都“现原形”

卫星遥感监测除了能让灰霾“无处可逃”外,还开创了建筑扬尘、平房燃煤、农业等面源的高分卫星动态监测技术,为从区域尺度监管潜在污染源提供技术支持,极大地提高了执法能力。

比如,利用不同特点的卫星数据,遥感监测还可以实现对区域林地、草地、耕地、湿地等监测。利用高分辨率的卫星传感器,遥感监测可以监控全北京的混凝土搅拌站和建筑裸地。

在空间分辨率可以达到亚米级的卫星相机镜头前,全北京的混凝土搅拌站无处遁形。“哪些搅拌站在工作,哪些搅拌站是否是违规建设,卫星图像清清楚楚

楚。”李令军说。据悉,监测中心会将卫星遥感监测结果及时提交给北京市环保局总量处与北京市环境监察总队,配合环境监察总队进行建筑裸地违规查处工作,配合总量处进行面源污染排放环境统计。

此外,卫星遥感监测通过对PM2.5前体物NO_x、SO₂的遥感观测,可动态监测和评估汽车尾气和工业燃煤排放在北京地区大气污染中的相对贡献,可为排放源控制、产业结构优化升级决策提供基本信息支持。

“我们利用卫星遥感技术,实现了北京市裸地扬尘、平房燃煤的动态监测,为环境执法和环境统计提供依据。”李令军说,建筑工地是一个容易产生扬尘的场所,北京每年有上亿平方米的在建裸地,如果管理不好,极易造成扬尘,使得大气颗粒物浓度上升。

此外,每年6月—10月,结合地面地理信息数据,北京市环境监测中心会对北京及周边的农业用地基于卫星遥感进行每天的热点遥感监测,并且会结合农作物种植,提前做预评估,为监管工作提供一手信息来源。

助力京津冀联防联控空气质量

“空气质量监管不仅仅是北京的事情,而是一个区域的问题,需要联动地看。”李令军告诉记者,在京津冀一体化的大背景下,北京周边区域的秸秆焚烧、建筑裸地和燃煤散烧等的遥感监测数据,将提供给京津冀及周边地区大气污染防治协作小组办公室,供其决策参考。

“你看北京周边的建筑裸地中,与北京接壤的河北区各县比较集中,其中廊坊市辖区数量最多、面积最大。”李令军指着卫星监测图片中的一大块灰色地带说。

据了解,项目实施以来,监测中心共上报秸秆焚烧、沙尘、大气面源以及空气重污染等监测简报与遥感报告数百份,持续支撑了北京及京津冀、各级环保部门的环境监管工作,已在北京、天津、河北等省市环保部门广泛应用。

“我们利用卫星数据,监控整个北京甚至京津冀的空气质量及其污染源,比如哪儿烧秸秆了,我们一目了然。”李令军说。

此外,相关遥感监测成果多次以环保信息、工作简报、专项报告等形式报送国务院办公厅、京津冀及周边地区大气污染防治协作小组成员单位以及北京市政府、北京市环境保护局等,为北京及区域大气污染防治提供了重要的决策支撑。

“目前我们生成的每日京津冀PM2.5的区域数据,就是遥感数据配合地面监测数据矫正,得到区域的PM2.5分布变化情况。”李令军表示,“目前卫星遥感主要的监测范围已经扩大到京津冀及周边7省市区,将山东、山西、内蒙古、河南也包含其中。”

木材等为主。”吴文伟告诉记者。

“三类垃圾分出类后,砖瓦石砾类垃圾可就地回填,垃圾土可作园林绿化营养土。治理后的场地可根据需要开发利用,如建设规范的无害化垃圾处理场,或建成公园、绿地等。”吴文伟说。

据了解,项目团队通过垃圾腐殖土、废旧塑料和无机骨料的资源化利用研究,真正使非正规垃圾填埋场治理工作达到了垃圾资源化、减量化、无害化处理的目的,腐殖土可作为园林绿化用土使用,废旧塑料水洗后可回收利用,无机骨料可用于生产再生骨料或者混凝土制品,带动了相关产业的发展。

该项目不仅解决了北京的垃圾围城困扰,还将成果经验成功推广到全国。“我们已经对全国各地相关部门人员举办了两次非正规垃圾填埋场治理技术交流培训会,为我国非正规垃圾填埋场的治理工作全面开展起到了推动和示范作用。”吴文伟告诉记者,浙江、福建、四川、海南等很多省市希望利用该项技术治理当地的非正规垃圾场。

(本版文字由本报记者申明采写)

治理“垃圾围城”的科技“药方”

恶臭扑鼻、塑料袋漫天飞……这是5年前,北京南海子公园的情景。这里曾是北京最大的非正规垃圾填埋场之一。如今,这里变成了北京最大的郊野公园,碧波荡漾,绿树成荫,成为了附近居民们休闲娱乐的好去处。

南海子正是北京近十年来成功改造非正规垃圾场的范例之一。在北京市环境卫生设计科学研究所近十年的不懈努力下,如今,已经有900多处非正规垃圾场得到了成功治理,到今年年底,这些非正规垃圾场将按计划陆续完成治理。

由北京市环境卫生设计科学研究所完成的项目成果“非正规垃圾填埋场污染治理技术与示范工程”获2014年度北京市科学技术奖三等奖。该项目对非正规垃圾填埋场污染风险评估方法、垃圾开挖筛分资源化、输氧抽气、帷幕灌浆等治理技术和设备集成进行了研究。利用该项目研究成果,北京市自2009年开始对全市1011处非正规垃圾填埋场进行治理,2015年底将全部完成治理目标,有效释放被占用的土地资源,有力改善首都环境。

“望闻问切”式的调查

几年前,摄影师王久良曾拍摄过系列作品《垃圾围城》,他在北京地图上,用密密麻麻的黄色标签画出了一个“垃圾七环”,引起公众关注。

事实上,在此之前,北京市就曾对全市非正规垃圾填埋现象做过摸底,已经对治理非正规垃圾填埋场的战役。

“从2006年开始,我们就立项对北京的这些非正规垃圾场进行调查和风险评估,项目组跑遍了整个北京各个区县大大小小的垃圾场。”项目负责人、北京市环境卫生设计科学研究所原所长、教授级高级工程师吴文伟告诉记者,“2007年,经过排查,核对了1011处非正规垃圾填埋场。”

“非正规垃圾填埋场,其实就是不具备正规处理设施且对排放污染物无能力进行消化监控的垃圾场。”吴文伟首先向记者解释了什么是非正规垃圾填埋场。

排查并不简单。这些非正规垃圾场有些“藏”的很隐蔽,有的发酵气味非常大,有的由于年久腐化,科研人员在上面取样时甚至会陷到垃圾下面。

针对这些垃圾场,科研人员采取了“望、闻、问、切”的“体检式”调查。望,就是到现场勘查测量,掌握填埋场的位置及填埋场边界的经纬度坐标,判断垃圾场范围、面积,周边的地物、地形地貌、地表水分布等基本情

况。闻,是现场嗅闻检测垃圾产生的气体,一方面是在现场周边闻垃圾产生的气味,一方面是在垃圾场上钻孔,用器皿取回专门检测气体含量。问,就是询问垃圾场周边的居民和负责人,确认填埋场的垃圾来源、形成时间、处置方式、占地面积、垃圾种类和场地使用情况等。切,就是取样检测化验,将垃圾样品送到实验室,进行垃圾物理成分检测分析,掌握垃圾中哪有一类的垃圾,有机质含量是多少等等。

“这些非正规垃圾填埋场中,生活垃圾占90%,建筑垃圾占10%,总积存量在8000多万吨,相当于近2000个鸟巢体育场的重量;占地2万亩,相当于1867个足球场。”北京市环境卫生设计科学研究所固体废物管理研究室主任张劲松介绍说,其中最大的垃圾坑就是南海子垃圾场,相当于一座中型金字塔的体积。

项目团队根据垃圾场填埋时间、垃圾填埋量、所处区域的地下水关系等多种数据,计算出垃圾危害风险程度和地下水污染风险程度,综合得出非正规垃圾填埋场危害风险等级,从高到低,分为A、B、C三个级别,并制定了不同的治理方法,综合治理这些非正规垃圾场。

“这是我国首次对非正规垃圾填埋场进行风险等级评定。”吴文伟说,分级意义重大,以后就可以有的放矢的治理这些非正规垃圾场了。

非正规垃圾场带来严重污染隐患

“上世纪90年代初以前,我国还没有制定出垃圾卫生填埋场的设计和建设标准,垃圾基本都是填坑和堆放,逐渐形成了这些非正规垃圾填埋场,由于没有环境保护措施,对环境的污染程度非常高,同时也严重危害百姓健康。”吴文伟说。

项目团队在对全市非正规垃圾填埋场进行调查时发现,非正规垃圾填埋场情况复杂,污染严重。在一些地区,部分非正规垃圾填埋场地理位置非常重要,靠近风景名胜、交通要道和水源保护区等重要地区,这类非正规垃圾填埋场不但占用了大量宝贵的土地资源,且有可能对地下水造成污染,如不妥善治理,影响非常恶劣,带来严重的污染隐患。

有些非正规垃圾填埋场位于村中,靠近民居,存在着安全隐患,影响了周边村民的正常生活和身体健康。在一些地方,非正规垃圾填埋场对环境的污染已经成为既成事实。由于这些非正规垃圾填埋场没有防渗措施和导气系统,产生的臭气污染空气,产生的高浓

度有机渗滤液污染地表水或地下水。

用科技创新治理非正规垃圾场

北京市在完成对非正规垃圾填埋场形成原因、数量、分布和污染状况的调查后,积极开展治理非正规垃圾填埋场的科技攻关。

然而由于大多数非正规垃圾填埋场垃圾成分不同、填埋时间长短不同、地域不同、填埋量不同,目前对环境的污染存在很大的差异,需要选择不同治理技术、有针对性地开展治理工作。

“针对目前非正规垃圾填埋场存在的状况,消除污染源或切断垃圾污染源与环境的联系,是解决非正规垃圾填埋场环境污染最切实有效的方法。”吴文伟说。

项目团队对非正规垃圾填埋场的治理技术开出了“药方”:垃圾筛分、输氧抽气、准好氧填埋治理技术和资源化利用技术。筛分治理技术是利用垃圾中各组分密度、颗粒大小等物理性质的差异,选用适当的设备,将垃圾分成性质相近的若干类分选方法;输氧抽气治理技术是将垃圾填埋场中原来的厌氧条件转变为好氧条件,使垃圾中的可降解有机物快速降解,从而使垃圾达到稳定状态;准好氧填埋技术是将渗滤液和填埋气体通过渗滤液收集管和导气管从垃圾体内向外排出,并使外界空气通过渗滤液收集管流入垃圾体内,增加垃圾体内微生物的活性,使垃圾稳定化进程加快;资源化利用技术包括垃圾筛分产生的腐殖土、废塑料和无机骨料的资源化利用技术。

张劲松向记者介绍,昌平南邵营村有个非正规垃圾场,最大的问题是沼气含量比较高,现场异味浓。“垃圾场中的沼气含量超过5%,若外界条件控制不当,就存在自然爆炸的危险,而这个垃圾场含量达到了30%。因此要治理这个垃圾场前,首先必须降低沼气含量并使之稳定。”

在治理过程中,施工单位严格按照要求,对垃圾场每隔25米布设勘探孔,并将一根直径30厘米的管子下探至垃圾场的最底部,然后通过管道将新鲜气源源不断地输送到垃圾场体内,整个周期将近一年,直到后来基本检测不出沼气了,该垃圾场才正式进入治理期。

此外,这些非正规垃圾场处于地下水源附近的数量占到近一半,治理过程中如何防止垃圾渗滤液污染地下水是个难点。为此科研人员研究提出“地下防渗帷幕技术”,就是在垃圾堆体四周用防渗材料浇筑

一层严严实实的帷幕,然后再在深度达到地下隔水层的地方建立连续防护墙,使垃圾场形成封闭系统,把垃圾渗滤液“包”起来,使它流不到地下水层;里面的渗滤液用导管抽排到专门的处理池中进行处理。

让垃圾变废为宝

在这些非正规垃圾填埋场中,多为混合垃圾。垃圾中包含塑料、木竹、灰土、砖瓦等,同时有大量的有机质,能否变废为宝呢?

“在治理工程中,我们最大限度地对垃圾进行资源化利用。比如,通过开挖筛分技术,将垃圾分成三类,一是20毫米以下的垃圾土,约占垃圾总量的60%左右,垃圾土中含有一定的有机质;二是大粒径的砖瓦石砾,基本上以无机物为主;三是轻质物,以塑料、织物、



治理后的南海子郊野公园绿草如茵,景色宜人



南海子郊野公园治理前



南海子郊野公园治理过程中