

国家环境遥感监测体系研究与实现

王桥, 刘思含

环境保护部卫星环境应用中心 国家环境保护卫星遥感重点实验室, 北京 100094

摘要: 随着国家空间基础设施的建设和发展, 中国遥感监测体系研究与建设取得了重大突破, 从无到有形成了国家环境遥感监测能力, 并业务化实现了主要环境遥感监测要素产品的生产与服务, 为新时期环境管理工作提供了有力支撑。在分析国内外环境遥感发展及中国环境遥感监测需求的基础上, 阐述了中国环境监测体系建设的必要性, 研究了国家环境遥感监测体系的建立与业务化运行, 提出了中国环境遥感监测体系发展思路与下一步重点任务。

关键词: 环境遥感, 监测体系, 研发与业务化应用

中图分类号: TP79 **文献标志码:** A

引用格式: 王桥, 刘思含. 2016. 国家环境遥感监测体系研究与实现. 遥感学报, 20(5): 1161—1169

Wang Q and Liu S H. 2016. Research and implementation of national environmental remote sensing monitoring system. Journal of Remote Sensing, 20(5): 1161—1169 [DOI:10.11834/jrs.20166201]

1 前言

目前全球可用于环境监测的在轨卫星总数已达上百颗, 为了适应卫星数量的增多和用户需求复杂性的提高, NASA和欧空局等机构不断加强全球生态环境监测多星协同任务规划与调度研究, 环境要素探测手段多样化、高低轨组网、多类型卫星综合探测等特征更加明显。美国和欧洲较早地利用多光谱、高光谱、微波等遥感技术开展了水环境、大气环境与生态环境遥感监测, 在土地覆盖、生物物理参数信息提取、生态环境监测、生态系统评估等方面实现了业务化应用。环境遥感正向多星多载荷、多平台和高空间分辨率、高光谱分辨率、高时间分辨率等方向发展, 业务应用也不断向动态化、精细化、全球化方向发展。

中国高度重视卫星遥感技术在环境监测中的应用, 已建成环境卫星“2+1”星座, 构建了具备中高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率、大幅宽观测性能, 涵盖可见光、红外与微波等谱段的综合性环境观测系统, 实现了2—3 d对全国覆盖一次的环境监测能力。在环境遥感应用方面,

中国环保部门已建成环境卫星、高分卫星等监测应用系统平台, 形成了2级数据处理、专题和应用产品生产、数据分发和产品服务的业务运行能力, 开展了秸秆焚烧、灰霾、沙尘、湖库水华、水质、自然保护区、生物多样性保护优先区、跨境地区等环境遥感监测应用, 为国家环境管理提供了有力支撑。

随着中国卫星环境监测能力迅速提升和自主环境遥感应用技术不断发展, 新时期环境保护工作对遥感的需求将大幅增加。为了开展区域大气环境遥感监测, 支撑中国《大气污染防治行动计划》实施, 需要利用包括大气激光雷达等在内的主被动、偏振、多角度、高光谱等遥感技术手段相结合, 建立近地表大气颗粒物浓度遥感反演模型及灰霾遥感监测方法, 需要利用中红外、热红外的高时间分辨率、大幅宽遥感数据建立全国秸秆焚烧火点分布及生态影响遥感监测方法, 开展重点区域沙尘、扬尘遥感监测, 针对大气污染防治重点区域、国控重点污染源、典型工业聚集区等大气污染监察执法, 需要利用高光谱、高空间、高时间分辨率、大幅宽遥感数据建立硫氧化

收稿日期: 2016-05-27; 修订日期: 2016-05-27; 优先数字出版日期: 2016-07-28

第一作者简介: 王桥(1957—), 男, 研究员, 环境保护部卫星环境应用中心主任, 主要研究方向为环境遥感研究与应用。E-mail:

wangqiao@sepa.gov.cn

物、氮氧化物等污染气体遥感反演方法, 针对节能减排及环境外交谈判, 需要利用高光谱、高时间分辨率、大幅宽遥感数据建立全球和重点区域温室气体遥感监测方法。为了开展地表水环境遥感监测, 支撑中国《水污染防治行动计划》实施, 需要利用高光谱、高空间、高时间分辨率、大幅宽的光学和微波遥感数据建立大型水体水华、水质、湖泛等遥感监测方法, 利用高空间、高光谱分辨率、大幅宽遥感数据建立饮用水源地风险源及水生态、流域岸边带人为活动、汇水区生态状况等遥感监测方法, 需要利用高光谱、高空间、大幅宽遥感数据建立城市水体、典型水污染源遥感监测方法, 针对环境污染事件应急响应, 需要利用高时间分辨率、大幅宽的光学和微波遥感数据建立重点海域赤潮、溢油和浒苔等遥感监测方法。为了开展宏观生态环境监测, 支撑国家生态文明建设和即将发布的《土壤污染防治行动计划》实施等, 需要利用高空间、高光谱分辨率、大幅宽的光学和微波遥感数据, 建立生态

系统关键参数遥感反演模型, 建立生态资产和生态承载力遥感评价方法, 以及土壤污染遥感评估模型。需要开展全国生态环境调查评估, 开展自然保护区人类活动、生物多样性保护优先区生境、资源开发区生态破坏, 以及生态保护红线区、城市和农村、生态功能区, 跨界区等生态监测。

2 国家环境遥感监测体系构建

环境保护部卫星环境应用中心围绕国家重大需求持续开展国家环境遥感监测体系研究与业务化应用, 攻克重污染条件下环境质量遥感监测国际性难题, 从无到有建立了由卫星体系、技术体系、业务体系构成的国家环境遥感监测体系, 并成功实现业务化运行, 为中国环境保护工作提供了关键支撑与高效服务, 全面支撑了新时期环境保护工作(Wang 等, 2009, Wang 等, 2010)。图1为国家环境遥感监测体系框架图。

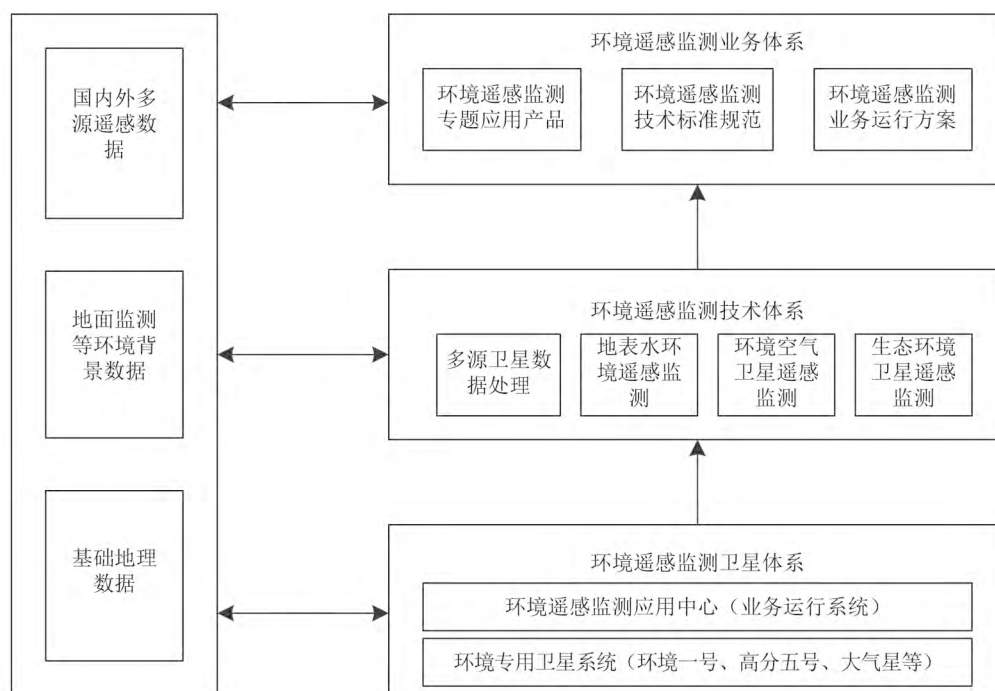


图1 国家环境遥感监测体系框架图

Fig. 1 The framework of national environmental remote sensing monitoring system

2.1 环境遥感监测卫星体系构建

依据现有环境卫星和高分辨率对地观测专项建设成果, 以及《国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015年—2025年)》(发改高技[2015]2429

号)可构建环境遥感监测卫星体系。

“环境一号”卫星系统由两颗光学卫星和一颗雷达卫星组成, 拥有光学、红外、超光谱、微波多种探测手段, 具有大范围、全天候、全天时、动

态的环境监测能力，HJ-1A搭载2台宽覆盖多光谱相机和1台超光谱成像仪，HJ-B搭载2台宽覆盖多光谱相机和1台红外相机，HJ-C搭载合成孔径雷达。HJ-1A和HJ-1B双星在同一轨道面内组网运行，可形成对中国生态环境状况两天一次的快速重访能力，此外，在轨高分一号、二号、四号卫星，空间分辨率优于1 m，时间分辨率达分钟级，为高分环境遥感监测应用提供了数据支撑(Zhao等, 2015)。

在研高分五号卫星系列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，可形成高空间、高时间、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(见图2)，可用于污染气体、温室气体、区域环境空气质量、水环境和生态环境、气候变化、地矿资源调查等高光谱遥感监测。该卫星是国际上首颗同时对大气和陆地进行高光谱观测的卫星，首颗光谱覆盖紫外至长波红外谱段的高光谱卫星，也是国内首颗对温室气体、污染气体进行综合监测的卫星，是中国综合性能最优的高光谱对地观测科研卫星。高分五号02星是高分五号卫星的业务星，对环境污染监测载荷进行了性能改进。未来通过高分五号01、02星双星组网将实现环境基本要素高频次监测，包括气溶胶、灰霾2次/d、细颗粒物1次/d、NO₂、SO₂等污染气体2次/d、CH₄、CO₂、O₃等温室气体1次/3 d、生态环境/陆表高光谱探测2次/5 d。图2为高分五号卫星与有效载荷设计。

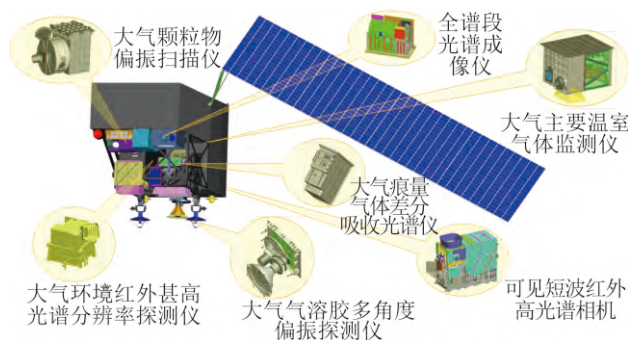


图2 高分五号卫星与有效载荷设计

Fig. 2 GF-5 satellite and payload design

环境监测业务卫星方面，将在现有在轨环境卫星基础上，新增4颗光学和4颗雷达探测卫星，建成环境卫星综合观测星座，实现环保主体业务

中分辨率光学卫星遥感数据国产化率达90%以上。到2020年，将首先实现16 m红外高光谱光学业务卫星双星组网，实现小于2 d的多光谱和红外数据地球南北纬80°以内地区无缝覆盖，具备与高分一号、高分六号四星组网能力，实现小于1 d的可见光多光谱数据地球南北纬80°以内地区无缝覆盖。此外，将发射高精度温室气体综合探测卫星，通过主被动结合手段对全球温室气体进行高精度探测。

环境监测科研卫星方面，将发射大气环境监测卫星，首次采用主动激光结合被动高光谱、多光谱、偏振手段实现对大气细颗粒物、污染气体、温室气体、云和气溶胶等高精度探测。该卫星将与高分五号2颗卫星组网，形成大范围、连续、动态、全天时的综合监测能力。此外，还将推动高轨环境监测卫星和大气临边探测卫星立项，从轨道和观测方式上扩展环境监测能力，大幅提高体系效能。

2.2 环境遥感监测技术体系构建

环境遥感监测要素多、手段多样，精度量化要求高，针对国内外现有通用算法无法适用于国产卫星环境指标反演等难题，创新提出水、大气、生态环境遥感成套技术，构建了自主环境卫星遥感技术体系(Wang等2010; Wang等2010)。

在水环境遥感监测方面，突破了叶绿素、悬浮物、水华等主要水质参数遥感反演关键技术，构建了国家水环境遥感监测技术体系。针对面向清洁水体的国际成熟反演算法无法适用于中国内陆富营养化水体的难题，提出基于环境卫星的叶绿素反演4波段模型，将反演精度提高了20%以上；通过水体常见藻种生消过程的光学特性研究，建立基于藻蓝蛋白色素遥感反演模型，有效区别水华与水草；提出“先分类，后反演”水质参数反演技术，解决了由于水体水质空间异质性造成的模型精度低、普适性差的难题；提出基于遥感的富营养化指数方法，通过地面数据实时修正遥感反演结果，实现天地一体化水体富营养状态遥感评价。

在大气环境遥感监测方面，突破了云识别、气溶胶、灰霾、PM_{2.5}等主要大气环境质量遥感参数反演关键技术，构建了国家大气环境遥感监测技术体系。针对环境卫星缺乏近红外通道而无法

利用国际公认算法进行云识别及气溶胶反演等难题,提出基于地表反射率先验知识与CCD像元自动匹配的云检测与快速去除算法,实现了环境卫星高精度去云;提出基于植被指数的气溶胶暗目标迭代反演算法,实现了环境卫星气溶胶高精度反演;针对国际上没有霾气溶胶模式及产品的情况,提出适合于中国重污染背景霾颗粒物组成模式与反演查找表,实现环境卫星霾光学厚度高精度反演。

在生态环境遥感监测方面,突破了生态系统自动分类、生态参数反演与时间序列重构、生态遥感评价等关键技术,构建国家生态环境遥感监测技术体系。针对国际通用大气校正方法无法适用大幅宽卫星数据的难题,提出基于气溶胶深蓝算法和地表二向反射模型的大气校正算法,有效解决了宽覆盖所带来的地表反射率空间差异增大、地形影响增大、观测角度效应增大等问题。针对生态系统自动分类精度与效率难题,提出面向环境卫星应用的新型自动分类方法,通过地物类型光谱3维特征空间的构建、分割和聚类,实现生态系统自动分类,将一级生态系统自动分类由

75%提高到90%,单景分类效率提高了3—5倍。

2.3 环境遥感监测业务体系构建

针对中国环境遥感工程化瓶颈,建立涵盖环境质量遥感监测数据处理、反演、生产全过程的工程方法与技术规范,研发了系列业务化产品模板;提出基于并行计算的协同处理工程化模式,研发由内陆水体、区域大气、宏观生态环境遥感监测等11个分系统组成的国家环境遥感监测平台,实现基于所发明模板定制技术的环境遥感监测产品自动化生产,将主要监测报告制作从数小时缩短到10 min内,形成具有天地一体化环境监测数据获取、处理与应用业务能力的国家环境遥感监测基础设施(Sun 等, 2016)。图3、图4为环境遥感监测应用平台构架与业务流程。

面向环境管理需求,初步建立了包括大气环境遥感监测、水环境遥感监测、生态环境遥感监测、环境监管在内的环境遥感应用业务体系,研发并建立包括基础数据产品、专题数据产品和应用数据产品在内的国家环境遥感监测产品体系(Wang 等, 2009)。

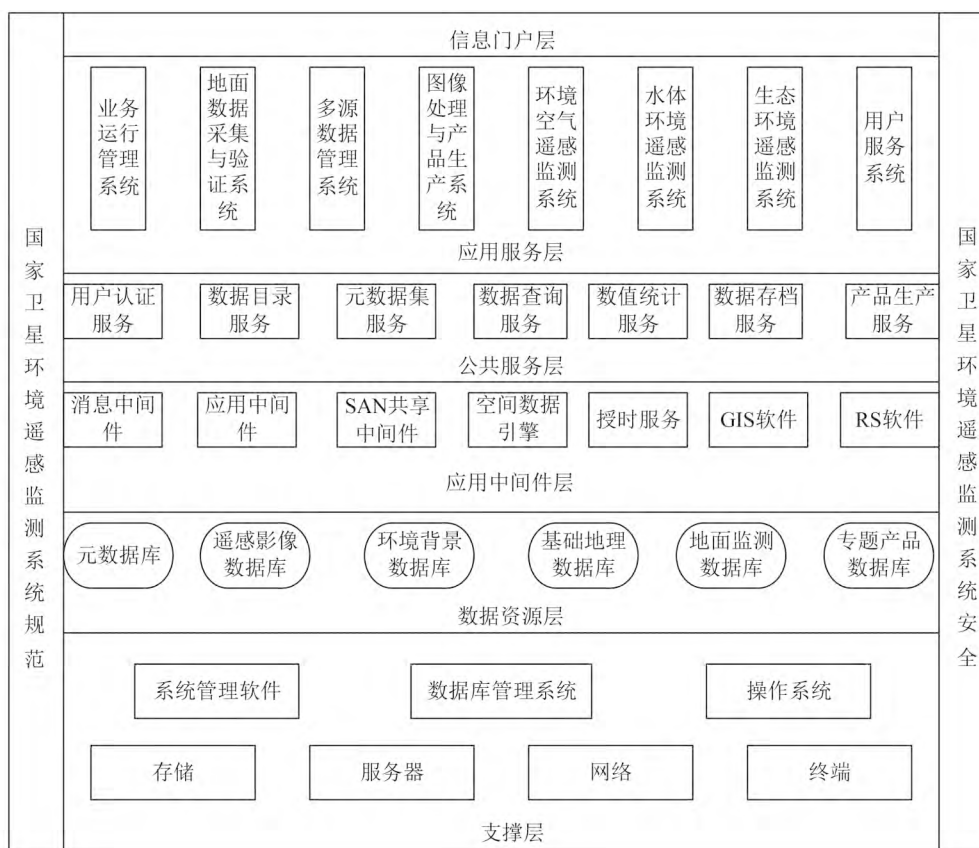


图3 环境遥感监测应用平台构架

Fig. 3 Framework of environmental remote sensing monitoring application platform

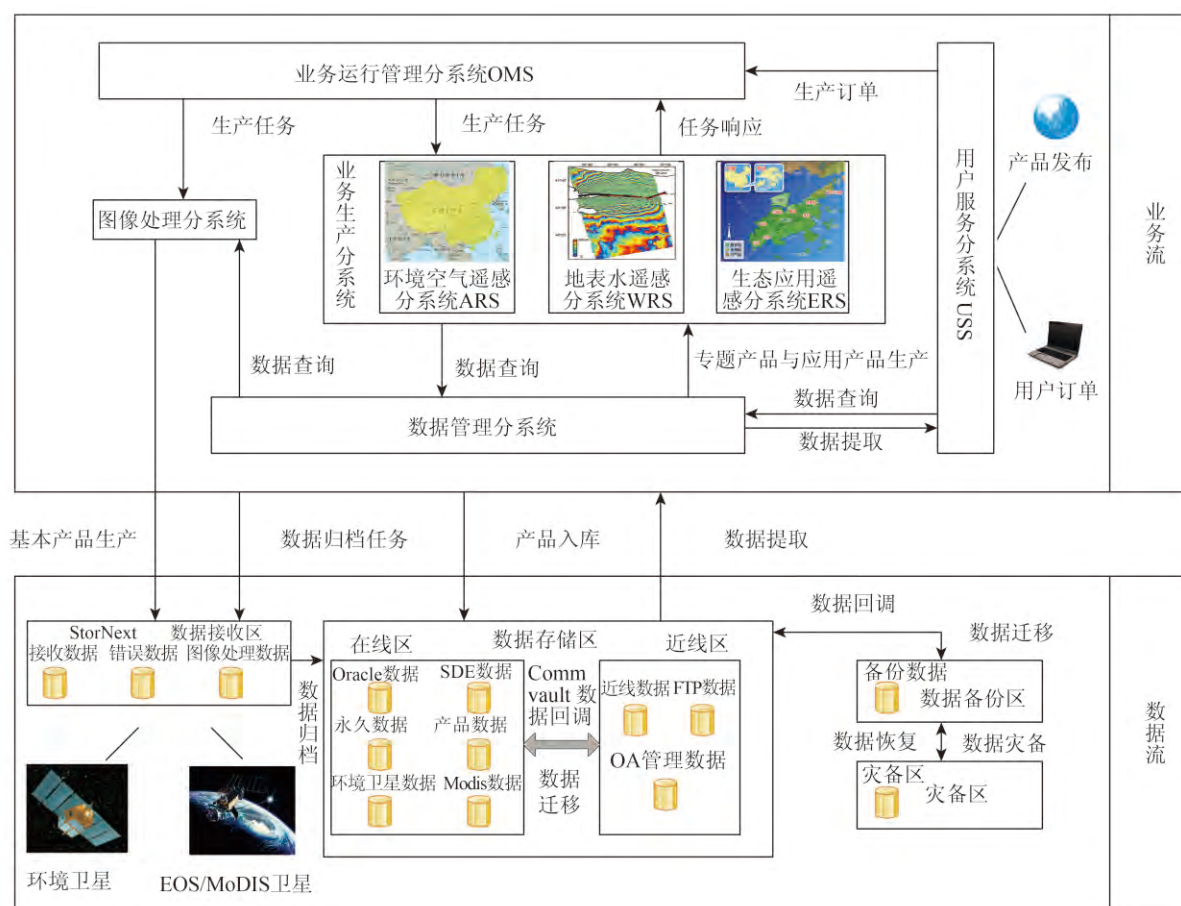


图4 环境遥感监测应用平台业务流程

Fig. 4 Operational process of environmental remote sensing monitoring application platform

在水环境遥感监测方面,开展了叶绿素、悬浮物、透明度、水温等大型水体水质遥感监测,开展饮用水源地水质、水源保护区生态安全等遥感监测与评价,开展全国及重点区域、流域面源污染遥感监测与估算。业务化产品包括水华遥感监测日报、富营养化遥感监测周报、面源污染遥感监测简报、饮用水源地遥感监测专报、核电站温排水遥感监测简报等。

在大气环境遥感监测方面,开展了大气气溶胶、灰霾、颗粒物等浓度、范围等区域大气环境遥感监测,开展二氧化硫、氮氧化物等污染气体遥感监测,开展秸秆焚烧火点、大气污染源、沙尘暴分布和强度等大气污染源遥感监测。业务化产品包括秸秆焚烧遥感监测日报、灰霾遥感监测月/周报、颗粒物遥感监测周报、污染气体遥感监测专报、沙尘暴遥感监测快报等。

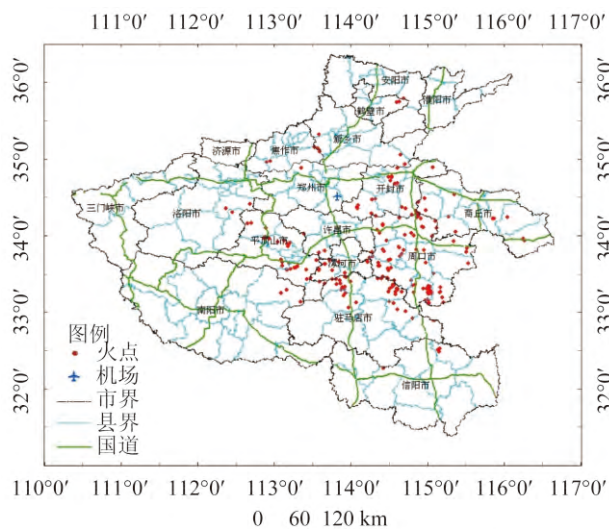
在生态环境遥感监测方面,针对保护类区域

开展人类活动干扰、生境、生态系统功能、保护成效等监测与评估,针对开发类区域,开展生态用地占用、生态承载力、资源环境破坏、开发强度监测与评估,针对全国生态评估,开展全国生态系统格局、质量、功能、胁迫、问题等综合监测与评估。业务化产品包括自然保护区监测简报、重点生态功能区监测简报、生物多样性保护优先区监测简报、矿产资源开发区监测简报、全国生态评估报告等。

在环境监管方面,开展了污染源排查、建设开发等引起的生态破坏遥感监测和核电站监管等环境监察执法遥感应用,开展了重污染天气应对、近海海域溢油、赤潮、浒苔以及尾矿库垮塌、危险品、地震等污染事故应急遥感监测,开展了区域环评、重大项目环保验收、县域生态考核、环保成效评估等环境影响评估遥感应用。业务化产品包括污染源遥感监测专报、县域生态考

核遥感监测专报、环境污染事故应急专报、自然灾害环境影响监测专报、环保验收遥感监测专报等。

2009年环境保护部成立卫星环境应用中心,形成了环境遥感应用技术体系和运行能力,带动了中国环境监测技术进步与业务发展,现已实现了全国多尺度环境遥感监测业务化运行,大气环境遥感监测方面,持续开展3大城市群灰霾、全国秸秆焚烧、北方地区沙尘、气溶胶、颗粒物、污染气体等遥感监测与应用,水环境遥感监测方面,持续开展重点湖库蓝藻水华、富营养化、核电站温排水、溢油、赤潮等遥感监测与应用,以及流域面源、饮用水源地安全、近岸海域环境、城市水环境(黑臭水体)、河流断流情况等监测,生态环境遥感监测方面,持续开展自然保护区、生物多样性、国家重点生态功能区、资源开发和生态破坏、重大自然灾害应急、跨界流域生态等遥感监测、分析与评估,以及区域生态足迹、生态承载力、生态资产遥感监测与评估等业务,环境监管方面,开展工业集聚区大气污染源监察、国家重点生态功能区县域生态环境质量考核、自然保护区监察执法、饮用水源地执法检查等遥感应应用。图5—图14为环境遥感监测数据产品举例。



遥感数据源: TERRA/MODIS, AQUA/MODIS 数据

图5 2015年6月河南省秸秆焚烧遥感监测

Fig. 5 Remote sensing monitoring of straw burning in Henan province on January 2015

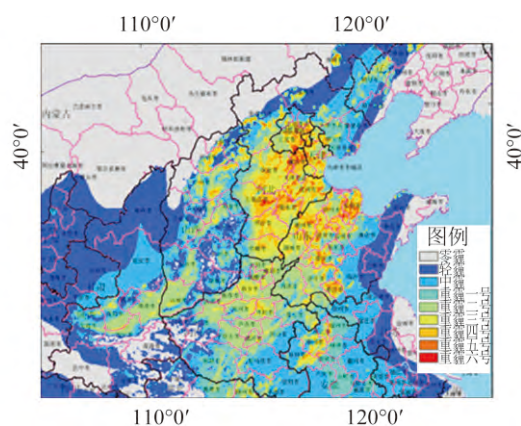


图6 2015年12月20日中国东部地区灰霾遥感监测

Fig. 6 Remote sensing monitoring of haze for the eastern area of China on December 20, 2015

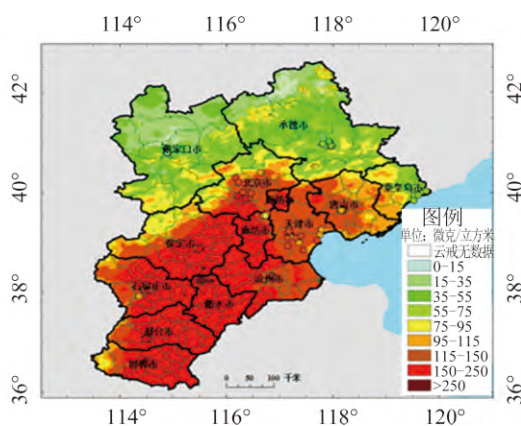


图7 2015年12月京津冀地区PM_{2.5}遥感监测

Fig. 7 Remote sensing monitoring of PM_{2.5} in Beijing-Tianjin-Hebei region on December 2015

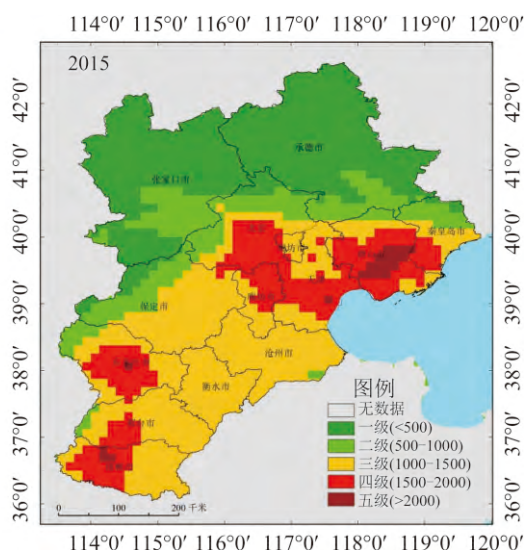


图8 2015年京津冀地区二氧化氮遥感监测

Fig. 8 Remote sensing monitoring of nitrogen dioxide in Beijing Tianjin Hebei region in 2015

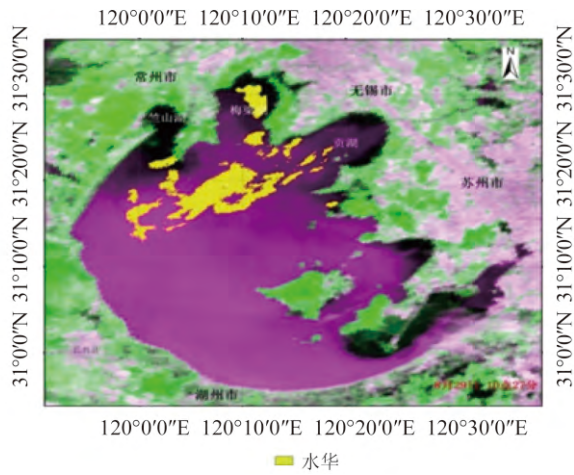


图9 2015年8月太湖水华遥感监测

Fig. 9 Remote sensing monitoring of water bloom in Taihu Lake on August 2015

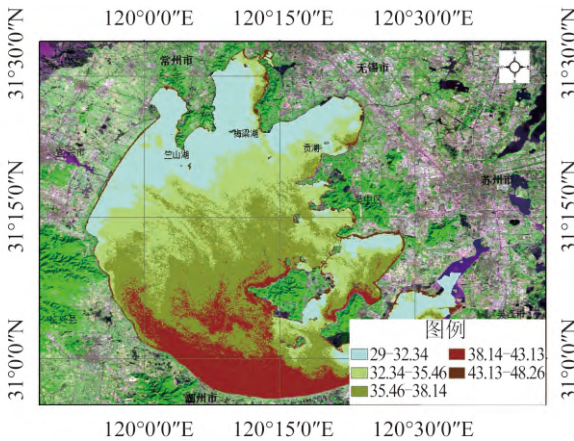


图10 2015年12月太湖富营养化遥感监测

Fig. 10 Remote sensing monitoring of rich nutrition in Taihu Lake on December 2015

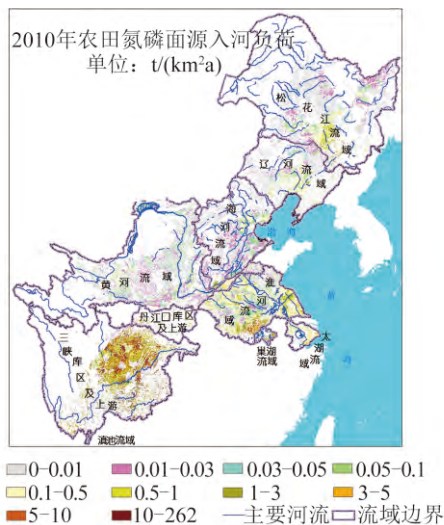


图11 2010年重点流域氮磷面源污染遥感监测

Fig. 11 Remote sensing monitoring of nitrogen and phosphorus source pollution in the key drainage basins of China in 2010

全国森林生态系统类型构成及其空间分布 (2000年)
Composition and Spatial Distribution of
Forest Ecosystem Types in China (2000)

1:16 000 000

全国森林生态系统类型面积比重/% (2000年)
Area Proportion of Forest Ecosystem in China (2000)

图12 2010年全国森林生态系统类型及空间分布遥感监测

Fig. 12 Composition and spatial distribution of forest ecosystem Types in China in 2010

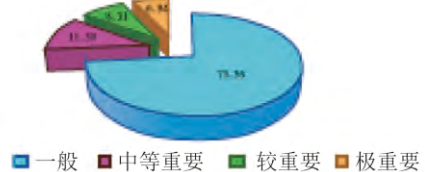
全国土壤保持服务功能 (2010年)
Soil Conservation of China (2010)
1:22 000 000全国土壤保持服务功能重要性
一般 中等重要 较重要 极重要全国土壤保持服务功能等量面积比重/% (2010年)
Area Proportion of Soil Conservation
Service Function in China (2010)

图13 2010年全国水土保持生态系统服务功能遥感监测

Fig. 13 Remote sensing monitoring of national soil conservation ecological function of ecosystem in China in 2010

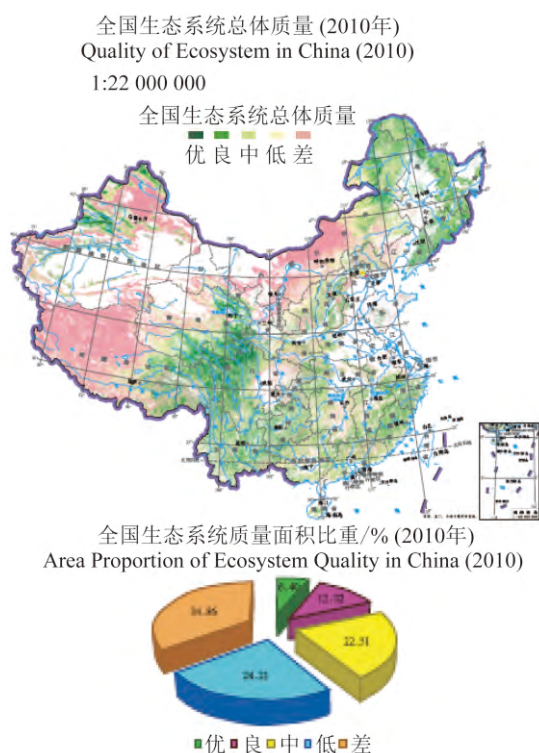


图 14 2010年全国生态系统质量遥感监测

Fig. 14 Remote sensing monitoring of quality of national ecosystem in China in 2010

4 结论与展望

环境遥感监测是天地一体化环境监测预警体系建设的重要组成部分,中国已系统形成自主环境遥感监测技术体系与基础设施,将环境监测由离散扩展到空间连续,将点上静态采样扩展到面上动态,开创了中国天地一体化环境监测新局面,业务运行多年以来,为国家环境保护工作提供了有力的技术支撑和信息服务,成效显著。但由于受到缺乏环境专用载荷的限制,环境遥感应用潜力仍未完全发挥,随着中国高分及空基规划系列卫星陆续发射,在更多、更新卫星传感器数据全面、深度利用方面尚需进一步努力。在环境遥感应用关键技术研究方面,自主建立的环境遥感模型具有普适性和先进性,已得到大规模业务化应用,有效解决了国际遥感算法不适用于中国重污染复杂环境的难题,但如何将环境质量遥感技术进一步推广到环境预警预测、综合评估、环境决策、定量考核等更深入的应用,还存在如多源生态环境数据同化、异构环境数据协同建模、星地环境数据融合与挖掘等技术局限,需要加大

环境质量遥感数据分析处理技术研发力度。

随着卫星遥感技术发展和环保应用需求增加,环境遥感将进入高分辨率、多层、立体、多角度、全方位、全天候对地观测的新时代。为全面有效地支撑新时期环境保护工作,未来将加强环境后续卫星和无人机遥感监测能力建设,发展高分五号及后续星和大气环境监测卫星,发展涵盖红外、高光谱、污染探测等专用载荷的环境无人机体系。加强环境遥感应用技术研发,开展多源卫星数据快速高精度校正、天—空—地环境监测数据同化与融合、基于环境监测指标天—地协同定量反演、生态环境变化快速高精度动态检测、环境污染分布与变化时空规律分析、环境污染扩展空间模拟、多目标遥感监测产品自动生产、基于大数据挖掘的遥感分析与评估等关键技术研发。加强环境遥感技术体系研发、环境遥感应用平台构建和海量卫星遥感数据动态管理与服务研究,推进高分辨率卫星环境应用示范系统、国家生态保护红线遥感监管系统、国家环境监查遥感应用系统、大气环境卫星及环境后续卫星地面应用系统、舆情语义信息驱动式遥感监测系统以及国家环境遥感信息云服务平台等建设。将促进遥感技术全面进入环境保护主体业务和环境监管主战场,成为中国环境污染防治与生态文明建设的关键支撑,为实现环保精细化、信息化管理奠定基础。

参考文献(References)

- National Development and Reform Commission, Ministry of Finance, State Administration of Science, Technology and Industry for National Defense. 2015. Medium and long term development plan of national civil space infrastructure (2015-2025)[EB/OL]. [2015-10-26]. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201510/t20151029_756376.html (国家发展改革委, 财政部, 国防科工局. 2015. 国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015-2025年)(发改高技2429号)[EB/OL]. [2015-10-26]. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbghwb/201510/t20151029_756376.html)
- Sun Z P, Shi Y L, Cao F, Wang C Z and Jiang J. 2016. The application potential of remote sensing big data in supervision innovation of eco-protection bottom line. *Environment and Sustainable Development*, 41(1): 65-68 (孙中平, 史园莉, 曹飞, 王昌佐, 姜俊. 2016. 遥感大数据环境下对生态红线监管方式创新的思考. *环境与可持续发展*, 41(1): 65-68)[DOI: 10.3969/j.issn.1673-288X.2016.01.019]

- Wang Q. 2009. Progress and challenges of satellite remote sensing application in environmental protection. *Environmental Monitoring in China*, 25(4): 53–56 (王桥. 2009. 卫星遥感技术在环境保护领域中应用的进展与挑战. *中国环境监测*, 25(4): 53–56)[DOI: 10.3969/j.issn.1002-6002.2009.04.016]
- Wang Q, Wei B, Wang C Z and Zhang F. 2010. *Ecological Environment Remote Sensing Monitoring Based on HJ-1 Satellite*. Beijing: Science Press (王桥, 魏斌, 王昌佐, 张锋. 2010. 基于环境一号卫星的生态环境遥感监测. 北京: 科学出版社)
- Wang Q, Wu C Q and Li Q. 2010. Environment satellite 1 and its application in environmental monitoring. *Journal of Remote Sensing*, 14(1): 104–121 (王桥, 吴传庆, 厉青. 2010. 环境一号卫星及其在环境监测中的应用. *遥感学报*, 14(1): 104–121)[DOI: 10.11834/jrs.20100109]
- Wang Q, Zhang F, Wei B, Wang C Z and Li Y. 2009. Environmental remote sensing operational applications using HJ-1 A/B satellites. *Spacecraft Engineering*, 18(6): 125–132 (王桥, 张峰, 魏斌, 王昌佐, 李营. 2009. 环境减灾-1A、1B卫星环境遥感业务运行研究. *航天器工程*, 18(6): 125–132)[DOI: 10.3969/j.issn.1673-8748.2009.06.021]
- Zhao S H, Wang Q, Yang Y P, Zhu L, Wang Z T and Jiang D. 2015. Research on the environmental remote sensing monitoring application demonstration of GF-1 satellite. *Satellite Application*, (3): 37–40 (赵少华, 王桥, 杨一鹏, 朱利, 王中挺, 江东. 2015. 高分一号卫星环境遥感监测应用示范研究. *卫星应用*, (3): 37–40)

Research and implementation of national environmental remote sensing monitoring system

Wang Qiao, Liu Sihan

Satellite Environment Center, Ministry of Environmental Protection, State Environmental Protection Key Lab of Satellite Remote Sensing, Beijing 100094, China

Abstract: With the construction and development of the national space infrastructure, many breakthroughs have been made in the research and construction of remote sensing monitoring systems in China. The national capability for environmental remote sensing monitoring has been developed independently. The operation of production and service for the main environmental remote sensing monitoring elements is achieved; such operation has provided strong support for national environmental management in the new period. Firstly, on the basis of the analysis of the domestic and international development of environmental remote sensing and the application demands of environmental remote sensing monitoring in China, this paper elaborates on the necessity and urgency of developing environmental remote sensing monitoring systems in the country. At present, the demand of environmental remote sensing applications continues to increase. Application demands for remote sensing of atmospheric environment include the atmospheric particulates near surface and haze monitoring, the distribution of burning point and ecological impact of straw burning monitoring, dust, polluted gases and greenhouse gases monitoring. Application demands for remote sensing of water environment include bloom, water quality, flooding monitoring, risk sources of source of drinking water monitoring, water ecology, human activities of river shore monitoring, and ecological condition of the catchment area monitoring. Application demands for remote sensing of ecological environment include investigation and assessment of national ecological environment, human activity monitoring in natural protection area, habitat monitoring in biodiversity priority area, destruction of the ecological resources monitoring in the development zone, and the ecological monitoring in the ecological protection red line area, urban and rural areas, ecological function region, cross-border area. Secondly, the establishment and operation of the national environmental remote sensing monitoring system are investigated, which is composed of satellite system, technique system and operation system. An environmental special satellite monitoring system which is composed of HJ-1, GF-5 and atmospheric environmental monitoring satellites etc., a suit of water, atmospheric, ecological environmental remote sensing technology which are proposed by Satellite Environment Center Ministry of Environmental Protection, and the environmental remote sensing operation system composed of atmospheric monitoring, water monitoring, ecological monitoring and environment supervision are introduced in turn. The long time practice has proved that the setup and operation of the national environmental remote sensing monitoring system has providing the key support and efficient service for China's environmental protection work. Finally, the development of China's environmental remote sensing monitoring system and focus on the next step are proposed.

Key words: environmental remote sensing, monitoring system, research and operational application