

空间技术在灾害与环境中的应用

李京^{1,2,3}, 蒋卫国^{1,2,3}, 王圆圆^{1,2,3}, 常燕⁴

(1. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 2. 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875; 3. 民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 4. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

[摘要] 经过 20 多年的发展, 中国已可以利用遥感、地理信息系统、全球定位系统等空间技术对洪涝、干旱、森林/草原火灾、地下煤火、雪灾、赤潮、台风、滑坡/泥石流、沙尘暴等自然灾害进行监测、评估与预警研究, 也可以对空气质量、水环境及生态环境进行监测与评价。为了能够实现大范围、全天候、快速、动态的环境和灾害监测, 进一步提高环境监测和综合减灾能力, 中国将分阶段发射由 4 颗光学小卫星和 4 颗合成孔径雷达小卫星组成的环境与灾害监测预报小卫星星座, 通过卫星系统、地面系统、应用系统的建设, 最终实现天地一体化的灾害及环境监测、应急、决策支持、指挥体系。

[关键词] 空间技术; 减灾; 环境监测; 小卫星星座

[中图分类号] X87 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2008)06-0033-08

1 前言

随着人类活动的频繁, 人类及其生存的地球正面临着严峻的挑战: 自然灾害频频发生、自然资源耗失严重、生态环境破坏加剧。为了应对这些挑战, 实现可持续性发展, 人类需要及时准确预报灾害、实时监测环境变化、完整可靠地探测资源, 而这些是建立在获取地球空间信息基础之上的。如何能够获取地球空间信息? 传统的单点野外调查方法效率低下, 已经远远不能满足需要, 遥感、地理信息系统、全球定位系统等空间信息技术突出的特点(观测范围广, 重复观测频率高, 具有全天候、全天时观测能力, 可观测任何人员难以到达的地区, 信息获取迅速准确, 运行稳定可靠等), 使其在灾害监测预警、环境变化监测等方面大有作为, 如图 1 所示^[1-4]。

2 空间技术在灾害中的应用

世界上很多国家都把灾害预警和监测作为空间技术最主要的应用领域之一, 灾害具有发生突然、发展迅速、影响范围大、人员难以靠近、摧毁各种地面设施(包括监测和通信设施)等特点, 只有不会被灾害摧毁的卫星系统才能保证在任何情况下都能稳定工作。卫星遥感技术在灾害监测和应急响应、灾情评估和恢复重建等方面已显示出巨大潜力, 减灾领域也是遥感技术最能出效益, 最能发挥全天候、全天时、动态探测能力的领域。

2.1 空间技术在洪涝灾害中的应用

气象卫星、雷达、可见光高分辨率卫星数据可以用来对雨情、水情、工情等进行实时监测, 以便及时地对洪水调控作出反应^[5]。在地理信息系统的支持下, 对比灾前、灾后的水体范围, 结合数字专题图, 如行政区划图、土地利用类型图、生命线分布图、人

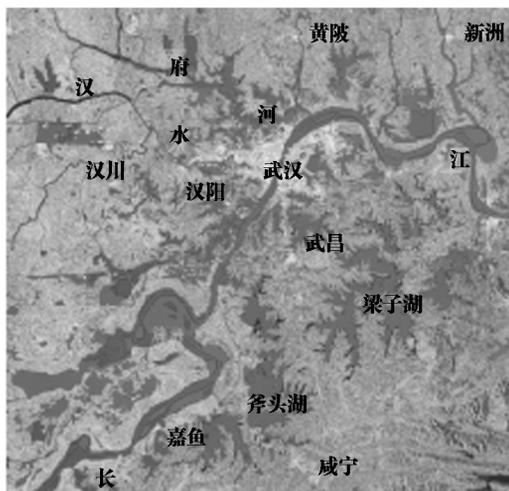
[收稿日期] 2008-03-12

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(40601091, 40701172); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20070027018)与洞庭湖湿地国际研究中心项目联合资助

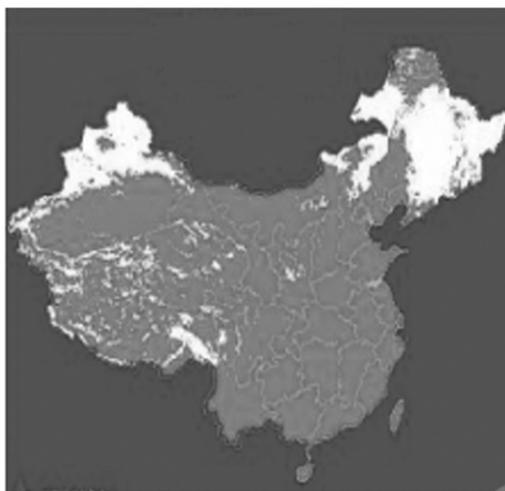
[作者简介] 李京(1956-), 男, 北京市人, 北京师范大学教授、博士生导师, 主要研究领域为遥感与地理信息系统

口分布图、工农业产值分布图、社会经济统计数据等,可以快速进行淹没地区类别、受灾人口分布、受灾面积、房屋损失等受灾情况的精确统计。中国科学院遥感应用研究所和国家信息中心等充分利用

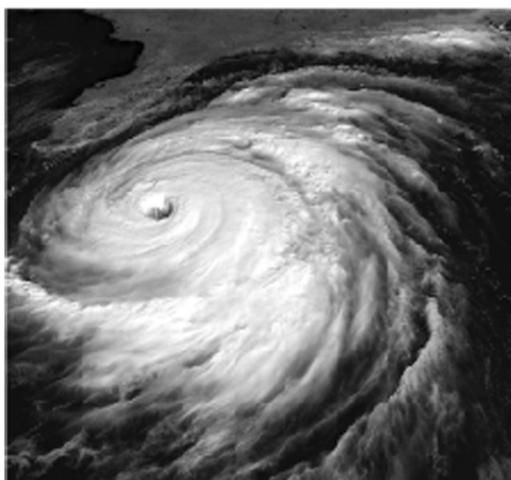
RS、GIS 等技术,通过 1997 ~ 1999 年连续 3 年的洪涝灾害监测,建立了一套完整的基于网络的洪涝灾害监测评估系统,取得了较好的实际应用效果^[6]。



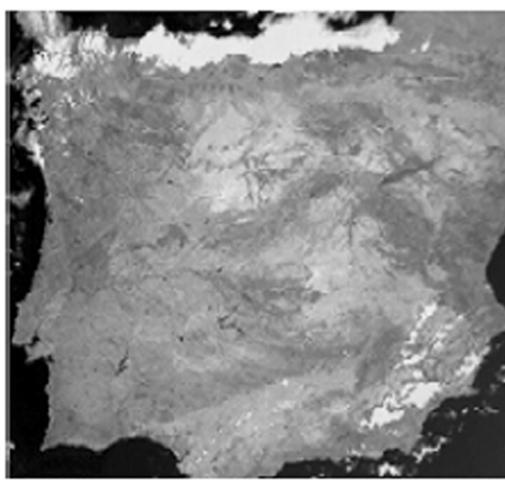
(a) 武汉地区 1998 年洪水分布图^[1]



(b) 2008 年 1 月上旬气象卫星全国积雪覆盖图(10 天合成)^[2]



(c) 即将登陆美国的台风^[3]



(d) 2005 年 7 月 16 日西班牙大火,红色火点及灰色烟柱可以在图右上方看出^[4]

图 1 空间技术在环境灾害等领域的监控作用

Fig. 1 Application of spatial technology in environment and disaster monitoring

2.2 空间技术在火灾中的应用

我国的火灾主要由煤火、森林火灾、草原火灾等构成,每年因火灾造成的直接经济损失多达 10 亿元^[7]。传统的信息获取手段时效性差、覆盖面窄,影响救火工作的顺利进行。利用火灾发生时获取的热红外卫星影像,可以提取火区位置、面积、温度等信息(见图 1d);通过比较火前、火后植被指数的变

化,可以估算过火面积以及评估植被生长恢复状况^[8]。另外,利用遥感数据获取地表可燃物状态信息(如温度、湿度),再结合气象数据,可以进行区域火险等级的评价,以便更好地为火灾预警、扑救服务。目前我国很多研究机构都开展了利用 MODIS 数据进行火灾监测、火险评估等工作。研究发现,采用亮温 - 植被指数法的林火识别模型,总体识别精

度超过 80 %^[9]。

2.3 空间技术在地质灾害中的应用

地质灾害(如崩塌、泥石流、碎屑流、地震等)在遥感影像上呈现的形态、色调、纹理、结构等均与周围背景存在一定的区别,目前主要是利用高分辨率影像,通过地质灾害遥感解译,对区域内的地质灾害点和地质灾害隐患点进行全系统调查,查明其分布、规模、形成原因、发育特点、发展趋势、危害性等影响因素;在此基础上,进行地质灾害区划^[10]。对于大型滑坡体,可以设立 GPS 观测点,监测滑坡体蠕动速率,从而有效进行预测^[11]。我国已经利用空间观测技术,完成了西藏易贡滑坡遥感监测^[12](见图 2)、香港大屿山滑坡遥感调查及四川天台山滑坡遥感调查,三峡库区的滑坡遥感调查正在进行。滑坡遥感的比例尺也已经提高到了 1:5000,并由区域性宏观调查扩大到个体滑坡的详细调查和监测^[13]。

2.4 空间技术在旱灾中的应用

旱情遥感监测往往是建立在对土壤含水量信息的提取上^[14]。经过多年的研究,干旱遥感监测已形成了多种方法,如热惯量法、作物缺水指数法、归一化植被指数距平法、供水植被指数法、微波遥感法、双层模型法等^[15],这些方法有各自特定的适用条件,热惯量法基于土壤水分对于土壤温度变化的阻抗,适应于裸露地以及作物稀疏的农田;作物缺水指数法利用作物冠层与冠层上空大气的温差来反映作物的水分胁迫状况,适应于作物覆盖较好的地区。在实际中可以根据数据获取和研究区情况,选择合理的方法。我国从 1995 年开始,开展了利用 NOAA 卫星等资料进行黄淮海平原地区旱灾监测的业务化运行工作,经过几年的努力,1999 年,旱灾监测由仅监测黄淮海平原地区扩展到全国冬小麦主产区。

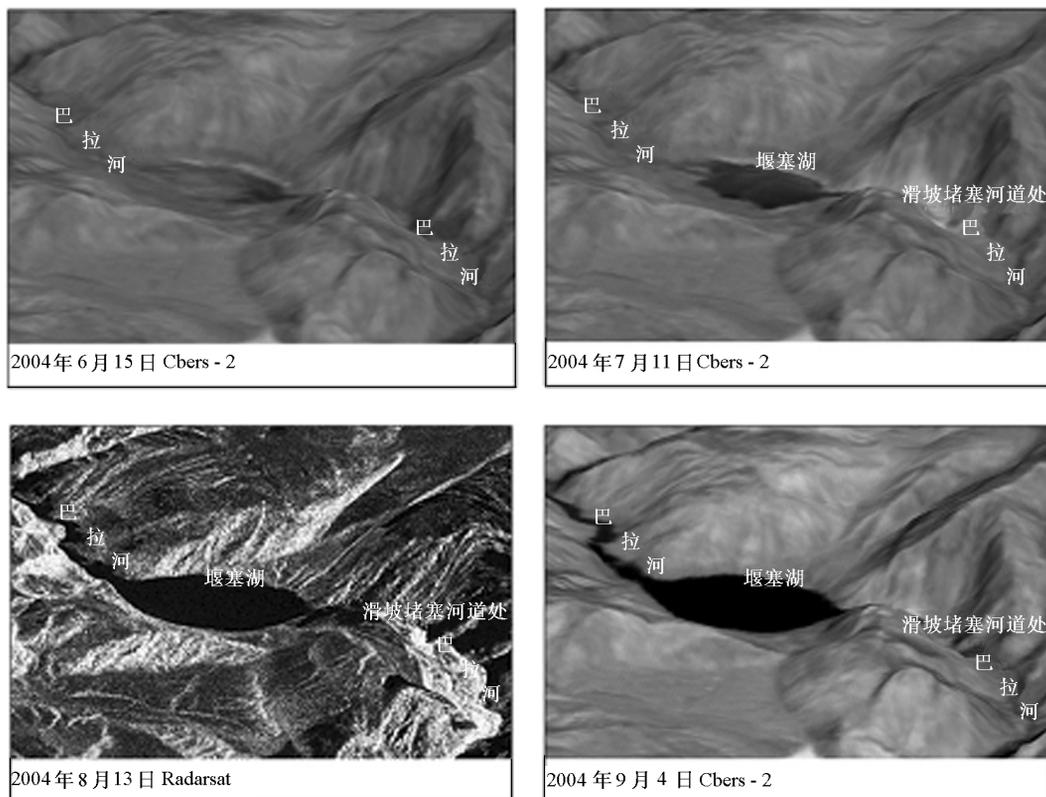


图 2 基于 GIS 和遥感的西藏帕里河滑坡(2004)动态监测分析^[12]

Fig. 2 GIS and RS - based landslide monitoring of Pali River in Tibet

2.5 空间技术在沙尘暴中的应用

目前气象卫星数据是监测沙尘暴最常用的数据来源(见图 3),基于沙尘、地表、云之间可见光、中红外、热红外波段的光谱特性差异,采用单通道或多通

道数据监测方法,可以定量提取沙尘强度、范围、移动路径、含沙量、光学厚度等信息^[16-18]。一些学者正在开展沙尘暴过程与下垫面状况之间的关系,这对沙尘暴的准确预测很有帮助^[16]。

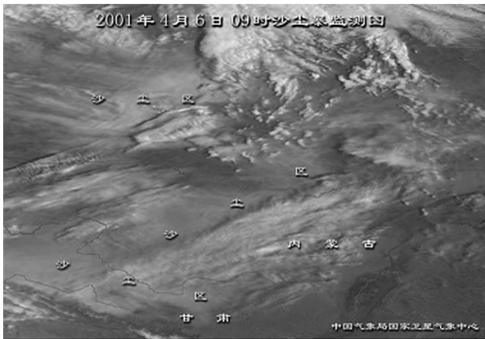
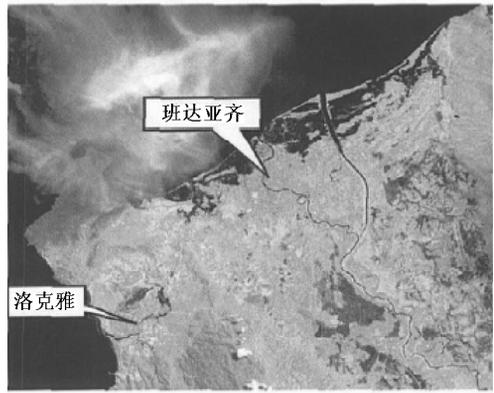


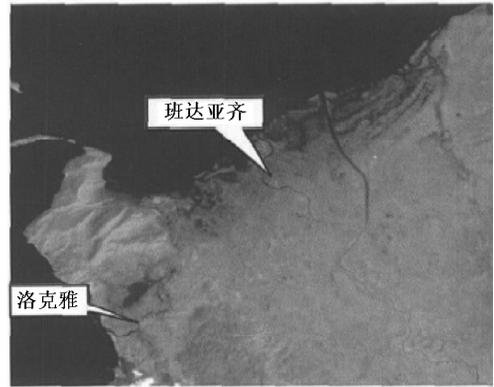
图3 2001年4月6日9时0分中蒙边境
FY-1C 卫星沙尘监测信息^[19]

Fig. 3 Sand storm information derived from
FY-1C on 6 April, 2001, near the
border between China and Mongolia

和爆发预测,对防灾减灾具有重要意义^[26,27]。



(a) 海啸发生前 ETM 遥感影像 (2001)



(b) 海啸发生后 DMC 遥感影像 (2005-01-07)

图4 班达亚齐市附近海啸前后遥感影像对比^[23]

Fig. 4 Comparison of remote sensing image
before tsunami and after tsunami
around Band Aceh city

2.6 空间技术在雪灾中的应用

雪灾发生后,地面被积雪覆盖,积雪的反射率明显不同于裸土和植被的反射率,雪对可见光的反射率远远高于对短波红外,基于这个特征,学者们设计了 NDSI (normalized difference snow index), 用来提取积雪的面积、像元覆盖度,甚至深度^[20]。将载畜量、居民地分布、积雪持续时间、积雪深度、草群高度等因素综合考虑,可以预测、评价雪灾状况^[21]。国家减灾中心卫星遥感部利用 MODIS (中分辨率成像光谱仪) 和 NOAA/AVHRR (美国海洋与大气管理局/甚高分辨率辐射计) 数据开展了 2004—2005 年全国积雪监测、雪灾预警和评估等工作^[22]。

2.7 空间技术在台风中的应用

作为一种极端天气现象,台风常常给沿海乃至内陆地区造成惨重的经济、人员损失。利用卫星遥感资料,可以对台风的中心、强度、移动路径等进行实时跟踪监测,有助于准确预报台风登陆时间和地点,减少灾害损失。对于其他类型的海洋性灾害,遥感也可以大有作为^[23],如 2004 年发生在印度洋的海啸(见图 4)。

2.8 空间技术在作物病虫害监测中的应用

我国每年因病虫害造成的损失大约占农业灾害的 10% ~ 15%^[24],及时发现病虫害并采取应对措施,对于减少粮食产量损失、保护生态环境都有极为重要的意义。高光谱遥感可以获取近乎连续的光谱曲线,为病虫害的早期发现以及病情评价提供宝贵信息,使得精准化的病虫害遥感监测成为可能^[25];此外,根据农业害虫的孳生环境以及害虫的行为特征,利用遥感技术还可以实现农作物病虫害的病源

3 空间技术在环境中的应用

目前,我国环境监测主要采用基于地面布点采样的物理或化学分析测量的方法进行,缺乏时空上的连续性,且费用较高。特别是现有环境监测站点主要分布在城市及重点地区和重点流域,站点稀少,代表性不够,迫切需要可从数十公里乃至数百公里范围全面、及时、准确地反映生态环境状况及其发展趋势的大尺度环境变化监测预警技术。遥感技术具有大尺度、快速、连续、可视化程度高、信息量大等特点,是大尺度环境变化监测预警技术的最佳代表,在反映环境变化的连续性、空间性和规律性方面具有明显优势。今后一个时期,我国环境监测预警任务十分繁重,迫切需要综合利用空间技术,大幅度提高我国环境空气、水环境、生态环境的监测预警能力和水平。

3.1 气溶胶

由于气溶胶具有时间、空间上的高度变异性,仅靠少数孤立的气象站点来观测气溶胶很难详细刻画其分布状态,因此遥感成为目前研究大范围气溶胶属性的唯一手段。常用的方法可以分为4类:单通道和多通道遥感,反差减少法,多角度多通道遥感,偏振特性遥感^[28]。气溶胶遥感反演效果与下垫面状况紧密相关,如果下垫面异质性强、反射率高,则大气上界遥感信号中会包含过多下垫面的信息,令气溶胶光学厚度反演变得困难。所以,尽管利用NOAA/AVHRR数据进行海洋上空的气溶胶遥感反演已经业务化,但近岸水和陆地上空的气溶胶反演,仍是国际研究的难点和热点^[29]。图5是2003年北京市气溶胶光学厚度的平均分布图,从中可以看出城区的气溶胶光学厚度明显高于郊区,进而反映出空气质量的地域差异。

3.2 水环境

遥感技术在水质监测领域已得到广泛应用,主要环境遥感指标包括:浮游植物、悬浮物(包括悬浮泥沙)、总磷、总氮、可溶性有机物、COD(化学需氧量)等^[30,31]。目前浮游植物和悬浮泥沙的遥感监测技术已趋于成熟,其他指标的监测还有待进一步研究,相信在高光谱遥感数据的支持下,水环境的各项指标都可以通过遥感的手段更加准确地获得。图6是2005年11月的松花江航拍图,受到硝基苯和苯等污染物的影响,松花江水面泛起了白色泡沫。

3.3 生态环境

生态环境的监测主要在于地表利用/覆盖信息的获取。通过建立评价指标体系,可以对区域的生态环境质量、生态资产等进行定性或定量的评估^[32],图7展示了中国陆地生态位面积生态资产价值;对比多期遥感影像,结合GIS技术和地理综合分析,可以对生态环境的变化状况及驱动力有深刻的认识^[33];采用三维可视化技术,建立基于遥感影像、地理专题数据库以及DEM的虚拟地理环境,可以对真实的生态环境及其演变加以充分展示,为政府工程决策、公众教育等服务^[34]。

4 环境与灾害小卫星星座建设

小卫星星座系统具有成本低、时间和空间分辨率高等特点,目前,美国、欧盟等发达国家和组织都针对环境监测发射了专用的环境卫星。为了实现大范围、全天候、快速、动态的环境和灾害监测、提高我

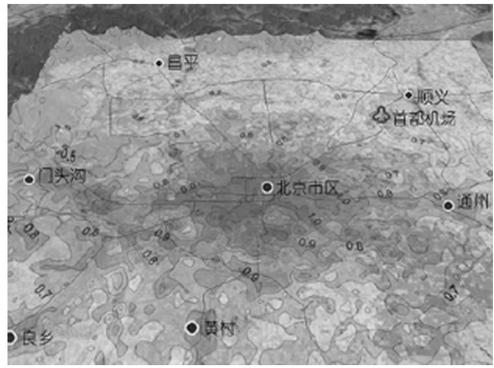


图5 北京市气溶胶光学厚度年平均分布(2003)^[35]

Fig. 5 Mapping of average optical thickness for Beijing city in the year of 2003



图6 2005年11月松花江水体污染航拍图^[36]

Fig. 6 Airphoto of Songhua River Benzene spill owing to the explosion of a petrochemical plant at the upper reaches on Nov. 13, 2005

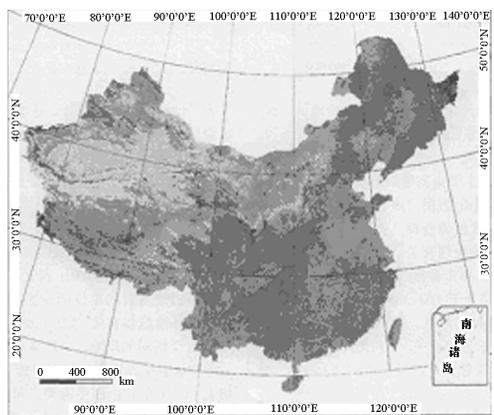


图7 中国陆地生态系统单位面积生态资产价值分布图^[32]

Fig. 7 Distribution map of ecological capital per area for China

国环境监测和综合减灾能力,2002年9月国务院正式批准环境与灾害监测预报小卫星星座项目的立项。项目拟采用分步实施战略:2007年发射2颗光

学小卫星和1颗合成孔径雷达小卫星,构成HJ-1小卫星星座(卫星携带传感器的主要参数见表1);2007~2010年期间追加发射,形成由4颗光学小卫星和4颗合成孔径雷达小卫星组成的星座。

表1 HJ-1小卫星星座传感器主要参数

Table 1 Main parameters of remote sensors onboard resources and disaster constellation

| 传感器类型 | 波段 | 地面分辨率 | 幅宽 | 其他特征 |
|-------------|-----------------|-------|---------|----------------------------------|
| 宽覆盖多光谱可见光相机 | 0.43~0.52 μm | 30 m | ≥720 km | |
| | 0.52~0.60 μm | | | |
| | 0.63~0.69 μm | | | |
| | 0.76~0.90 μm | | | |
| 高光谱成像仪 | 0.45~0.90 μm | 100 m | 50 km | 侧向可视 视场角: ±30° |
| | 平均光谱分辨率 5 μm | | | |
| 红外相机 | 0.75~1.10 μm | 150 m | 720 km | |
| | 1.55~1.75 μm | | | |
| | 3.50~3.90 μm | 300 m | | |
| | 10.5~12.5 μm | | | |
| S-波段合成孔径雷达 | S波段 | 20 m | 100 km | 极化方式: VV/HH 辐射分辨率: 3 dB |

环境与灾害监测预报小卫星星座由卫星系统、地面系统、应用系统3大部分组成。卫星系统是指卫星平台和有效载荷、数据下传及在轨运行管理等内容;地面系统主要包括数据接收及其标准化处理、分发服务以及对卫星有效载荷的业务运行管理等内容;应用系统主要涉及卫星遥感数据在环境保护和灾害领域的应用,即围绕特定应用目标的数据处理分析和数据应用产品生产等,及时、准确地为环境和灾害监测部门决策提供技术支持^[37]。

目前,从HJ-1小卫星的主要设计参数及性能来看,HJ-1小卫星的数据基本上可以满足我国灾害与环境监测及评估的要求,具有比较理想的效果。但是从长远来看,HJ-1不能满足灾害及环境事故监测几个小时的时间分辨率的要求,不能满足高精度灾情及环境评估中的空间分辨率要求,不能提供多极化、多模式SAR(synthetic aperture radar,合成孔径雷达)数据,这些将是后续小卫星发展的要求。

5 未来发展趋势

随着灾害、环境问题的日益加剧,我国迫切需要

建设天地一体化的灾害及环境监测、应急、决策支持、指挥体系,而距离这个目标我们还有较长的路要走。目前我国灾害与环境监测应用面临的主要问题是:空间信息源的获取没有得到有效的保障,空间技术减灾与环境应用体系的建设还未形成^[38]。以下是我国空间技术在灾害与环境应用中的发展趋势。

1)灾害与环境卫星运行管理与应用系统建设。目前,灾害与环境小卫星星座地面应用系统工程建设工作正在展开当中,将建成一个直接服务于减灾与环境决策的长期稳定、业务可靠的运行系统,实现“端到端”的空间技术服务。在完成“2+1”星座系统建设的同时,加快建设“4+4”星座系统。通过建立由多颗遥感卫星组成的小卫星星座系统,提高我国综合减灾和环境监测能力,实现大范围、全天候、全天时、动态的环境和灾害监测,保障国民经济和社会持续稳定发展,是未来空间技术在灾害与环境应用中的发展趋势之一。

2)基于空间技术的国家灾害及环境监测、预警、评估体系建设。灾害及环境监测、预警、评估等是国家减灾救灾、环境保护的核心业务体系,目前该体系的空间技术应用程度不高。加强空间技术在业务体系的能力建设,重视面向业务运行需求的技术创新、转化与集成,将空间技术纳入到减灾与环境业务体系是未来的发展趋势。

3)信息网络系统和信息共享、发布能力建设。信息产品的发布将致力于为灾害与环境现场指挥、区域灾害与环境预警提供有效的信息支撑;同时,推动信息共享领域的国内、国际合作。加强信息共享与发布是国内外合作的需要,是社会公众知情权的需要,也是更好服务社会的迫切需要。

4)灾害及环境应急决策指挥系统建设。灾害与环境应急决策指挥系统的建设内容包括灾害及环境应急通信与定位导航、灾害及环境模拟演练、灾害及环境航空遥感监测等。

5)国家灾害及环境应急综合平台建设。结合国家灾害与环境应急预案体系,实现横向到边、纵向到底的灾害与环境应急运行机制和信息畅通、横向互连、纵向贯通的技术支撑体系^[39],建设国家级的灾害及环境应急综合平台。

参考文献

- [1] Zhang J Q, Zhou C H, Xu K Q, et al. Flood disaster monitoring and evaluation in China[J]. Environmental Hazards, 2002, 4: 33 - 43

- [2] http://dear.cma.gov.cn/is_nsmc/info_service/report/cache/f45gtw453laoojy2tgkjd45/00030116.pdf(由国家气象局公布的积雪监测数据)
- [3] http://www.emay.com.cn/bbs/usr/11/11_192.jpg(即将登陆美国的台风)
- [4] Chrysoulakis N, Herlin I, Prastacos P, et al. An improved algorithm for the detection of plumes caused by natural or technological hazards using AVHRR imagery [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2007, 108: 393 - 406
- [5] 王兴玲. 卫星遥感技术与洪涝灾害管理[J]. *中国减灾*, 2004, 11: 44 - 46
- [6] 刘亚岚, 王世新, 阎守, 等. 遥感与GIS支持下的基于网络的洪涝灾害监测评估系统关键技术[J]. *遥感学报*, 2001, 5(1): 53 - 57
- [7] 自然灾害产生的十大危害. 舟山科普网[J/OL]. <http://www.zskp.cn/article/detail.htm?id=22691>
- [8] 许东蓓, 梁芸, 蒲素, 等. EOS/MODIS 遥感监测在甘肃迭部重大森林火灾中的应用[J]. *林业科学*, 2007, 43(2): 124 - 126
- [9] 覃先林, 易若浩. 基于MODIS数据的林火识别方法研究[J]. *火灾科学*, 2004, 13(2): 83 - 89
- [10] 钟颀, 余德清. 遥感在地质灾害调查中的应用及前景探讨[J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2004, 15(1): 134 - 136
- [11] 曾旭平. GPS 滑坡监测及数据处理研究[D]. 武汉: 武汉测绘科技大学, 2000
- [12] 李加洪, 蒋卫国, 张松梅, 等. 基于遥感与GIS的西藏帕里河滑坡动态监测分析[J]. *自然灾害学报*, 2006, 15(4): 24 - 27
- [13] 王治华. 中国滑坡遥感[J]. *国土资源遥感*, 2005, 1: 1 - 7
- [14] 柳钦火, 辛景峰, 辛晓洲, 等. 基于地表温度和植被指数的农业干旱遥感监测方法[J]. *科技导报*, 2007, 25(6): 12 - 18
- [15] 闫峰, 覃志豪, 李茂松, 等. 农业旱灾监测中土壤水分遥感反演研究进展[J]. *自然灾害学报*, 2006, 15(6): 114 - 121
- [16] 范一大, 史培军, 罗敬宁. 沙尘暴卫星遥感进展[J]. *地球科学进展*, 2003, 18(3): 367 - 373
- [17] 厉青, 王桥, 王文杰, 等. 基于Terra/MODIS的沙尘暴业务化遥感监测研究[J]. *国土资源遥感*, 2006, 1: 43 - 45
- [18] 李登科, 杜继稳. 沙尘暴监测与预警方法研究[J]. *灾害学*, 2006, 21(1): 55 - 58
- [19] http://dear.cma.gov.cn/is_nsmc/info_service/duststorm(由国家气象局公布的沙尘暴监测数据)
- [20] Salomonson V V, Appel I. Estimating fractional snow cover from MODIS using the normalized difference snow index[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2004(89): 351 - 360
- [21] 刘兴元, 陈全功, 梁天刚, 等. 新疆阿勒泰牧区雪灾遥感监测体系构建与灾害评价系统[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(2): 215 - 220
- [22] 聂娟. 业务化的雪灾遥感监测及预测[J]. *中国减灾*, 2005, 5: 40 - 41
- [23] 黄诗峰, 李琳, 徐美. 2004年印度洋海啸印尼亚齐省灾情遥感监测与分析[J]. *遥感学报*, 2005, 9(4): 503 - 508
- [24] 刘述彬, 刘洋. 农作物病虫害遥感预测的可行性初探[J]. *黑龙江农业科学*, 1999, 6: 31 - 32
- [25] 刘良云, 黄木易, 黄文江, 等. 利用多时相的高光谱航空图像监测冬小麦条锈病[J]. *遥感学报*, 2004, 8(3): 275 - 281
- [26] 马建文, 韩秀珍, 哈斯巴干, 等. 基于东亚飞蝗生育周期的遥感蝗灾监测新模式[J]. *遥感学报*, 2004, 8(4): 370 - 378
- [27] 闫峰, 李茂松, 王艳姣. 遥感技术在农业灾害监测中的应用[J]. *自然灾害学报*, 2006, 15(6): 131 - 136
- [28] 王耀庭, 王桥, 王艳姣, 等. 大气气溶胶性质及其卫星遥感反演[J]. *环境科学研究*, 2005, 18(6): 27 - 33
- [29] 胡引翠, 史广峰, 董硕. 大气气溶胶遥感反演研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2006, 34(11): 2612 - 2613, 2617
- [30] 万余庆, 张凤丽, 闫永忠. 高光谱技术在水环境监测中的应用研究[J]. *国土资源遥感*, 2003, 3: 10 - 14
- [31] 黄妙芬, 齐小平, 于五一, 等. 水环境COD遥感识别模式及其应用[J]. *干旱区地理*, 2006, 29(6): 885 - 893
- [32] 申文明, 张建辉, 王文杰, 等. 基于RS和GIS的三峡库区生态环境综合评价[J]. *长江流域资源与环境*, 2004, 13(2): 159 - 162
- [33] 宁镇亚, 刘东兰, 郑小贤, 等. 呼伦贝尔生态环境遥感调查和驱动力分析[J]. *遥感信息*, 2006, 3: 36 - 39
- [34] 罗格平, 陈小钢, 王涛, 等. 典型绿洲土地利用/土地覆被变化的可视化模拟初步分析[J]. *干旱区地理*, 2005, 28(1): 45 - 51
- [35] 李成才, 毛节泰, 刘启汉, 等. MODIS 卫星遥感气溶胶产品在北京市大气污染研究中的应用[J]. *中国科学 D 辑 - 地球科学* 2005, 35(增刊 I): 177 - 186
- [36] 国新图库. 组图: 松花江受污染水面泛起白色泡沫[J/OL]. <http://news.sina.com.cn/c/p/2005-11-23/13458381970.shtml>
- [37] 王玲. 我国明年将建环境与灾害监测预报小卫星星座系统[J/OL]. http://www.gov.cn/jrzg/2006-08/19/content_366003.htm
- [38] 李伯林, 左焯. DMC + 4 小卫星在国际灾害监测中的应用与评价[J]. *遥感学报*, 2005, 9(4): 468 - 474
- [39] 范一大. 减灾卫星服务体系[J]. *中国减灾*, 2006, 8: 24 - 25

Application of spatial technologies in the field of resources and disasters

Li Jing^{1,2,3}, Jiang Weiguo^{1,2,3}, Wang Yuanyuan^{1,2,3}, Chang Yan⁴

(1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Academy of Disaster Reduction and Emergent Management, Ministry of Civil Affairs and Ministry of Education, Beijing 100875, China; 4. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

[**Abstract**] In the past 20 years, China has made great achievements in spatial technologies development and application. Remote sensing, geography spatial technology, and global positioning system are employed to monitor and predict various disasters (flood, drought, fire, red tide, typhoon, landslide, sand storm, and so on), and to monitor and evaluate environmental qualities (aerosol, water pollution, and ecological environment). To realize large scale, dynamic, all-weather, real time monitoring of disaster and environment, China will launch a moonlet constellation composed of 4 optical satellites and 4 SAR satellites before 2010. Meanwhile, ground-based system and application system will also be constructed. A space-ground integrated framework for disaster and environment monitoring, relieve, decision-making, and managing is expected in the near future.

[**Key words**] spatial technologies; disaster reduction; environment monitoring; moonlet constellation