空间信息技术减灾应用及服务*

范一大　刘三超

(民政部减灾和应急工程重点实验室 民政部国家减灾中心 北京 100124)

摘要 文章简要介绍了我国灾害形势和灾害管理需求,强调了环境与减灾监测预报小卫星星座、国家防灾减灾空间基础设施建设的重要意义,其中环境与减灾监测预报小卫星星座由在轨稳定运行的4颗光学卫星和4颗合成孔径雷达卫星组成,并根据业务需要进一步增加高轨、敏捷等成像能力,目前第一阶段"2+1"星座已经成功建成。在此基础上,分析了空间信息共享与服务的基本内容,包括国家重大自然灾害应急无人机监测站合作机制、卫星遥感数据减灾合作共享机制和空间信息服务框架,民政部国家减灾中心利用环境与减灾小卫星数据以及国内外合作机制,把遥感等技术有效应用到汶川地震、玉树地震、舟曲特大山洪泥石流灾害、澳大利亚火灾等国内外重大自然灾害的响应中。最后针对当前防灾减灾领域应用与服务存在的问题提出了建议。

关键词 环境减灾小卫星星座,灾害,应用,服务

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2013.Z01.011



范一大研究员

1 科学背景

我国是世界上自然灾害最为严重的国家之一,全国70%以上人口、80%以上城市受到各种自然灾害的威胁,世界上除活火山以外的主要自然灾害在我国都有发生,其中地震、台风、洪涝、干旱、滑坡泥石流、森林草原火灾、雪灾、沙尘暴、凌汛等是我国常发灾害,灾害种类多、分布地域广、造成损失重是我国自然灾害的基本特征。近年来,在全球变化背景下,自然灾害风险进一步加大,一些历史罕见的重特大自然灾害频繁发生,灾害损失持续加重,严重影响了社会经济发展和民生改善。据统计,2001年以来,我国平均每年因各类自然灾害造成直接经济损失达3 300多亿元。5·12汶川特大地震给我国造成了巨大人员伤亡和财产损失,地震主要影响区川、甘、陕三省就有几千万人受灾,死亡失踪人数达8万多人,直接经济损失8 500多亿元人民币;青海玉树地震、甘肃舟曲特大山洪泥石流灾害都造成巨大的人员死亡和财产损失。

党中央、国务院高度重视防灾减灾工作,将防灾减灾作为政府公共服务和社会管理的重要组成部分并纳入国民经济和社会发展规划,灾害科学管

* 收稿日期:2013年3月20日
基金项目:国家"863"计划"典型地质灾害遥感监测与应急关键技术与应用"(2012AA121305);国家高技术产业化项目"综合减灾空间信息服务应用示范"

理的地位和作用更加凸显。以卫星通信、卫星导航和卫星遥感等为代表的空间信息技术的快速发展,可为灾前、灾中、灾后贯穿灾害全过程的管理提供数据获取与传输、信息提取与分析、产品生产与服务、调度指挥与决策等手段,为国家、区域和地方灾害监测预警、应急救助、灾情评估、恢复重建监测等业务应用需求提供重要支撑。

2 国家防灾减灾空间基础设施

环境与灾害监测预报小卫星星座(简称环境减灾小卫星星座)是国家批准的由在轨稳定运行的4颗光学卫星和4颗合成孔径雷达(SAR)卫星组成的小卫星星座,具有大范围、宽覆盖、全天时、全天候观测特点,并根据业务需要进一步增加高轨、敏捷成像等遥感卫星,满足灾害高分辨率观测能力、应急观测能力和综合观测能力需要。目前,第一阶段由2颗光学卫星和1颗SAR卫星组成"2+1"星座已经建成,其中2颗光学小卫星环境减灾A、B星(简称HJ-1A/B)于2008年9月6日通过一箭双星方式成功发射,1颗S波段SAR卫星环境减灾C星(HJ-1C)于2012年11月19日发射。HJ-1A星搭载2台CCD相机和1台超光谱成像仪,HJ-1B星搭载2台CCD相机和1台红外相机,HJ-1C卫星包括扫描、条带两种工作模式,最高空间分辨率达到5米。

为配合环境减灾小卫星星座建设,民政部国家减灾中心承担了减灾应用系统工程建设,其中减灾应用系统是整个工程的核心部分,能够利用环境减灾小卫星星座等遥感数据,满足常规模式和应急模式下减灾业务需求。减灾应用系统一期工程分为灾害应用业务运行管理分系统、遥感数据应用处理分系统、灾害监测预警分系统、灾害应急响应分系统、灾情评估分系统、决策支持分系统、用户服务与信息发布分系统、计算机业务支撑平台等共计8个分系统和1个支撑平台。目前,减灾应用系统已经建成并纳入到国家综合防灾减灾技术体系,为建立"天-空-地-现场"一体化的灾害立体监测体系奠定了坚实基础,并在汶川地震恢复重建评估、玉树地震灾害监测、舟曲特大山洪泥石流灾害、北方旱灾、西南地区特大干旱、黄河凌汛、渤海海冰等国内重大自然灾害应对中发挥了非常重要的作用,相关数据和产品有效支撑了国家和地方政府减灾救灾决策,还为澳大利亚火灾、巴基斯坦洪涝、非洲之角旱灾等国际重大灾害应对提供了数据产品支持,体现了中国负责任大国形象。

2008年6月23日,胡锦涛总书记在中国科学院第十四次院士大会和中国工程院第九次院士大会上提出:"要加快遥感、地理信息系统、全球定位系统、网络通信技术的应用以及防灾减灾高技术成果转化和综合集成,建立国家综合减灾和风险管理信息共享平台,完善国家和地方灾情监测、预警、评估、应急救助指挥体系"。为响应讲话精神,国家开展防灾减灾空间信息基础设施建设论证研究,把构建国家立体灾害监测体系作为主要目标,通过利用空间技术及时制订防灾减灾措施来有效减轻灾害对人类的生命、财产造成的损失。

当前,以卫星通信、卫星导航、卫星遥感为主的我国空间基础设施已经进入到从实验验证到业务应用发展转变的关键阶段。从国外经验来看,地球观测组织GEO、综合对地观测系统GEOSS计划、对地观测系统EOS、全球环境与安全监视计划GMES,以及NASA、NOAA、ESA、JAXA等国际重要空间管理机构和计划,都把自然灾害作为最优先或主要应用领域,因此,我国空间基础设施建设和发展,将大大促进空间信息技术在重大自然灾害监测、预警、评估、应急救助、恢复重建等业务的应用,同时灾害领域应用也将反过来大大促进卫星通信、卫星导航、卫星遥感技术的融合应用与协调发展。

3 空间信息共享与服务

当前,空间信息技术是国家防灾减灾工作的重要环节,空间信息共享与服务是发展的重点。近年来,特别是汶川地震以来,我国政府高度重视空间信息技术减灾服务支撑作用,正大力推动以环境减灾小卫星星座为主体,结合卫星遥感协作机制、无

人机合作机制等的灾害立体监测体系建设，在此基础上，推动空间信息共享与服务，为国家涉灾部委和地方灾害管理部门，以及其他行业、公众和个人提供不同层次的数据、信息和应用服务，进而全面提升从中央到地方的灾害科学管理与应对能力。

3.1 重大自然灾害应急无人机监测站合作机制

航空遥感具有灵活机动、分辨率高等特点，在重特大自然灾害应对特别是应急响应中具有独特作用。2008年汶川地震、2010年玉树地震及舟曲特大山洪泥石流灾害，民政部国家减灾中心利用自主采集或合作单位提供的高分辨率无人机影像对灾区的倒塌房屋、交通线拥堵、房屋恢复重建情况进行了及时监测，为实物量评估、灾害范围评估和直接经济损失评估提供了重要依据。

为充分利用国内无人机资源，民政部国家减灾中心联合国内有关优势单位成立了国家重大自然灾害应急无人机监测站合作机制，并根据业务动态需求建立了监测站资格准入制度，在发生重大自然灾害的情况下，国家减灾中心根据灾情启动机制，无人机监测站根据任务需求组织无人机队赶赴灾区执行作业任务，并将获取到的无人机遥感数据进行相应处理后传到国家减灾中心。日常情况下，无人机监测站负责系统的维护和保养，国家减灾中心负责组织定期开展应急演练。2010年，首批7家无人机运营机构作为国家重大自然灾害应急无人机监测站在北京签约，2012年对合作单位进行了审查调整并划分服务区域，初步形成了覆盖全国范围的无人机遥感灾害应急监测网络体系。2010年以来，国家减灾中心利用该机制有效应对了江西抚州唱凯决堤、四川绵竹清平乡洪涝、云南盈江县地震、云南洱源地震等灾害应急监测与灾情评估评估，高分辨率遥感数据应急保障能力得到有效提升。

3.2 卫星遥感数据减灾协作机制

卫星遥感具有宏观、动态、周期性等特点，从我国灾害及减灾工作特点来看，卫星遥感在灾害管理各个环节都有重要作用。为充分利用国内外卫星数据资源，我国正在建立和完善国际国内卫星遥感减灾应用合作机制。为充分协调调度国内卫星资源，国内卫星遥感协作机制框架也逐步建立。国家减灾委办公室与一些卫星运行单位、商业卫星代理机构签订了数据服务协议，一旦重大事件发生，都会根据救灾工作需要及时给向国家减灾中心提供灾区卫星遥感数据。如，汶川地震发生后，国家减灾中心及时启动国内协作机制先后从多家单位或公司免费获取了大量遥感影像，通过组织国内科研院所、高校协助开展数据处理、信息分析、灾情评估等工作，为灾情遥感监测评估提供了强有力的支撑。

中国国家航天局于2007年5月加入《空间与重大灾害国际宪章》（CHARTER），国家减灾委办公室、中国气象局为该机制中国授权用户。我国自加入CHARTER机制以来充分利用成员国权利，在淮河洪涝、汶川地震、玉树地震、舟曲特大山洪泥石流灾害、彝良地震等国内10余次重大灾害中及时启动该机制获取了宝贵的遥感数据，特别是汶川地震当天17时，国家减灾委办公室根据流程紧急启动该机制，CHARTER先后通过11个主要航天机构为中国提供了灾区20颗卫星409景数据。

联合国灾害管理与应急反应天基信息平台（UN-SPIDER）是根据第61届联大110号决议同意设立的长期项目，旨在通过其作为空间信息支持灾害管理的手段，充当灾害管理与空间技术联系的桥梁，并为所有国家特别是发展中国家、国际和区域组织提供全面的灾害管理天基信息和服务，目前已设立北京、波恩、维也纳3个项目办公室，其中北京办公室是联合国外空司设在中国的第一个国际机构，成为中国与联合国在防灾减灾领域开展合作的重要平台。

3.3 空间信息服务框架

近年来，随着应用领域需求日益广泛和应用规模不断扩大，空间信息共享和服务显得越来越迫切。图1为空间信息技术减灾服务框架，主要包括5个层次内容。卫星通信广播、卫星导航、卫星遥感为主的空间基础设施，以及物联网、云计算等新技

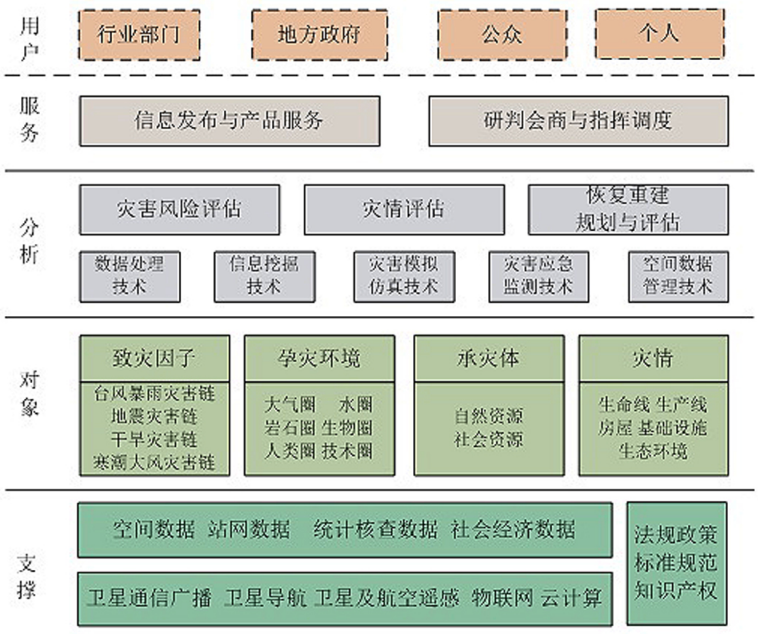


图 1 空间信息技术减灾服务框架

术,提供基础的技术手段和数据资源,同时,相关法规政策、标准规范、知识产权也是重要的软环境保障。根据研究对象,基于区域灾害系统理论,对自然灾害及灾害链过程的各种因素进行持续监测,包括孕灾环境、致灾因子、承灾体以及灾情监测。利用数据处理、信息挖掘、灾害模拟与仿真、灾害应急监测、空间数据管理和智能决策等技术,通过集成转化空间数据应用处理和服务的先进成果,围绕防灾、抗灾、救灾不同阶段的需求,开展自然灾害风险评估、灾情评估、恢复重建规划与评估等业务应用。在以上基础上,为涉灾部委、其他行业部门、地方灾害管理部门、公众和个人提供多样化的灾害信息服务和决策支持。

4 展望

虽然我国防灾减灾工作取得了很大成效,但由于我国地域广阔、灾害类型多样、成灾机理复杂,空间信息技术应用与服务还存在较多薄弱环节:防灾减灾基础设施建设亟需加强,以环境减灾小卫星星座为主体的灾害立体监测体系迫切需要进一步建设和完善;减灾综合协调机制尚不健全,部门间信息共享和协调联动机制、民间组织等社会力量参与减灾的机制还不够完善;缺乏减灾综合性法律法规,相关配套政策和标准规范不成体系;防灾减灾领域科技支撑比较薄弱,灾害监测、预警、评估、救助处置关键技术研究有待加强,巨灾发生机理、规律、防范对策等方面的研究还亟需深入;各级政府特别是基层灾害管理人员业务素质还需进一步提高。

因此,需进一步根据国家综合防灾减灾事业发展和能力提升,大力推动环境减灾小卫星星座、全国自然灾害风险调查、综合减灾与风险管理信息化建设、自然灾害应急救助指挥系统等重大工程建设,进一步加强标准规范制定,推动信息资源共享、部门业务协同,通过示范应用引领带动相关技术与服务推广。

参考文献

1 Fan Y D, Wen Q, Chen S R. Engineering survey of the Environment and Disaster Monitoring and Forecasting Small Satellite Constellation. International Journal of Digital Earth, 2012,5(3):217-227.

2 范一大,杨思全,王兴玲."环境减灾卫星"应用系统解读.

中国减灾，2008，(9)：9-11.
3 范一大，王磊，李素菊.重大自然灾害空间信息协同服务机制研究. 遥感学报，2011，15(5)：1053-1064.
4 杨思全，刘三超，吴玮等.青海玉树地震遥感监测应用研究. 航天器工程，2011，11(2)：90-96.
5 刘三超，范一大，高懋芳.遥感数据在自然灾害救助中的应用. 航天器工程，2012，21(6)：136-141.
6 刘小路，高鹏，陈盈果等.CHARTER机制下减灾卫星调度系统设计与实现. 遥感学报，2010，14(5)：1023-1028.
7 史培军.三论灾害研究的理论与实践.自然灾害学报，2002，11(3)：1-9.
8 国家综合防灾减灾规划(2011-2015).国办发[2011]55号.

范一大 民政部国家减灾中心研究员。1968年10月出生，内蒙古自治区呼和浩特人。2003年获北京师范大学理学博士学位。长期从事自然灾害风险管理、灾害遥感应用与服务研究。完成或承担国家“863”计划、科技支撑计划和国际合作计划30余项，发表高水平论文40余篇，获省部级以上奖励4次。E-mail: fanyida@ndrcc.gov.cn

The Application and Service of Space–based Information Technology in Natural Disaster Reduction

Fan Yida　Liu Sanchao

(Key Laboratory of Disaster Reduction and Emergency Response Engineering of the MCA，National Disaster Reduction Center of China, Beijing 100124, China)

Abstract The paper introduces China’s natural disaster situation and the needs of disaster management. We also analyze the importance of Small Satellite Constellation for Environment and Disaster Monitoring and Forecasting (SSCEDMF) and the construction of national disaster reduction space infrastructure. According to national plan, SSCEDMF will be composed of four optical satellites and four microwave satellites which are the important components of Chinese satellites earth observation system. On September 6, 2008, the 2 optical satellites (HJ-1-A and HJ-1-B) were successfully launched in China. On November 12, 2012, the first S-band Synthetic Aperture Radar (SAR) satellite (HJ-1-C) was also successfully launched. Then we study space information sharing and service, including the corporation mechanism among Chinese unmanned aerial vehicle natural disaster monitoring stations, satellite remote sensing data sharing mechanism of disaster reduction, and the framework of space-based information service. By means of these SSCEDMF satellites images and the data sharing mechanism, National Disaster Reduction Center of China (NDRCC) of the Ministry of Civil Affairs (MCA) was successfully applied remote sensing technology to Wenchuan earthquake, Yushu earthquake, Zhouqu flash flood and debris flow, Austria wild fire, and so on. Finally, it is proposed to Chinese government to carry out the important projects of natural disaster prevention and reduction, aiming to solve the problems of space-based information technology application and service.

Keywords small satellite constellation for environment and disaster monitoring and forecasting (SSCEDMF), natural disaster, application, service

Fan Yida is the researcher of the National Disaster Reduction Center of China, Ministry of Civil Affairs. He wad born in 1968 and received Ph.D. degree from Beijing Normal University in 2003 His research interests are in natural disasters management, disaster remote sensing application and service. He has taken charge of more than 30 projects from the National 863 Program, National Science and Technology Support Program, and international cooperation projects. He has published more than 40 papers and obtained Ministerial-Level Science and Technology Awards in China for four times. E-mail:fanyida@ndrcc.gov.cn