

文章编号: 1007-4619(2005)04-0468-07

DMC+4 小卫星在国际灾害监测中的应用与评价

李伯林, 左 焯

(北京宇视蓝图信息技术有限公司, 北京 100096)

摘 要: 针对国际灾害监测星座应用技术和中国各种自然灾害的现状, 着重研究了 DMC (Disaster Monitoring Constellation) 星座应用技术和 DMC+4 小卫星的数据特点, 研究了利用小卫星星座对防灾、抗灾救灾的突出作用, 研究了小卫星地面系统集成技术和星地一体化运营、管理和控制体系, 以便进一步推动国内小卫星技术、遥感应用技术、卫星星座技术、天地一体化运管控技术和机制创新的发展。促进中国灾害监测星座的研制, 最终实现对各种自然灾害的实时、动态监测。

关键词: 灾害监测星座; DMC+4 小卫星; 运管控方式

中图分类号: TP79/P185

文献标识码: A

1 卫星遥感技术用于国际灾害监测的现状

1.1 遥感卫星灾害监测技术现状

为了实现对灾害进行实时、动态监测, 逐步建立防灾、抗灾、救灾技术支撑体系, 不断提高国际综合减灾能力, 一些发达国家正领先研究和开发遥感小卫星星座技术, 监测和预报地球环境与各种灾害, 并相应地建设减灾卫星地面应用系统, 实时或近实时地进行灾前预测、灾中监测和灾后评估^[1]。

目前中国已形成了气象卫星、资源卫星、海洋卫星三大系列, 与即将发射的环境与灾害监测小卫星星座可组成卫星对地观测体系。中国还计划在 2006 年发射由两颗光学小卫星和 1 颗合成孔径雷达小卫星组成的“2+1”小卫星星座, 并计划在随后的 5 年内实现由 4 颗光学小卫星和 4 颗合成孔径雷达小卫星组成减灾卫星星座。卫星传感器包括宽覆盖 CCD 相机、红外相机、超光谱成像仪、合成孔径雷达 4 种载荷^[2]。

通过建设小卫星星座的减灾运行性应用系统, 接收、处理小卫星星座和其它卫星遥感数据, 实现大范围、动态的灾害与环境的实时监测, 并在国家、区

域和各省(自治区、直辖市)建立业务运行网络, 形成防灾、抗灾、救灾和环境保护服务的技术和信息支撑体系, 并逐步达到具有国际先进水平的减灾与环境保护业务化运行系统。

1.2 卫星遥感对国内灾害预报、监测、评估的现状

中国是一个自然灾害频繁的国家, 每年受灾人口高达 2 亿人, 因灾造成的直接经济损失逐年增加, 占国民生产总值的 4%—6%, 约有 40% 左右的人口、35% 左右的耕地、100 多座大中城市以及 70% 的工农业总产值分布在遭受水灾威胁的地区。

目前中国使用卫星遥感监测洪涝灾害的技术方法比较成熟, 监测评估运行系统已经在一些行业单位及科研机构建立, 并形成了以星载平台和机载 SAR 平台相结合的立体监测体系。在 1998 年夏季, 中国长江流域的特大洪涝灾害中, 卫星遥感技术获取的大量的灾情监测信息对灾情的实时监测和灾害损失评估发挥了巨大的辅助决策支持作用。遥感技术对于沙尘暴、干旱、雪灾等气象灾害的预警和监测的业务运行系统也已基本建立, 并能提供较为准确的预报信息。遥感技术对于滑坡、泥石流等地质灾害的监测和预警还处于研究试验阶段, 时效性和精度上尚无法满足当前救灾工作的需要。对于森林火

收稿日期: 2005-03-02 修订日期: 2005-04-16

基金项目: “十五”国家科技攻关重大专项——高性能对地观测微小卫星技术与应用研究。

作者简介: 李伯林(1953—), 男, 1994年毕业于郑州信息工程学院, 获硕士学位, 高级工程师, 目前主要从事小卫星数据应用与研究。

灾遥感监测系统也已经业务化运行,并能提供及时的火情监测信息;对于地震灾害的遥感监测评估还处在起步的研究阶段,受数据源的限制,研究方法和手段还相对比较单一,不能为准确的地震灾情评估提供足够的辅助决策支持。其主要问题表现在以下两个方面^[3]:

一是缺少自主的、高性能的卫星减灾监测平台。目前,对灾害的监测主要依赖于国外商用卫星,使用成本较高,而且缺乏数据共享的条件保障。国产卫星的数据种类还很单一,无法满足减灾应用对多源数据的广泛需要,数据源处于极不稳定的状况。

二是缺少有力的减灾技术辅助决策支持运行体系。减灾救灾工作需要多源信息的集成和整合,但目前中国遥感信息获取与传递的渠道还不很畅通,行业部门之间存在着信息壁垒,使各灾害管理部门在协调合作、知识与经验共享等方面存在一定难度,形成信息资源的浪费,在一定程度上阻碍了科研成果向科技减灾能力的转化。

2 灾害监测星座 (DMC)的应用与研究

2.1 灾害监测星座的概况

国际灾害监测星座由国际灾害监测星座协会协调、管理。该协会由来自欧洲、亚洲、非洲不同国家的 8 个组织组成,共同负责国际灾害监测星座的建造及运行。这 8 个组织分别为英国国家空间中心、萨里卫星技术公司、阿尔及利亚国家空间技术中心、中国科技部、尼日利亚国家空间研究开发中心、土耳其科学技术研究委员会、泰国曼谷技术大学以及越南国家科技中心。该星座的第一颗卫星“阿尔及利亚星”于 2002 年 11 月发射;“尼日利亚星”、土耳其的“比尔星”、英国的“英国 DMC (Disaster Monitoring Constellation)”也于 2003 年 9 月发射。DMC 通过协会的协调运作,将在最大限度上实现互利合作,并使之运转成为一个星座^[1]。一部分处理过的遥感图像还将被无偿捐献给有关机构,用于世界各国的救灾减灾,更好地为人类服务(图 1)。

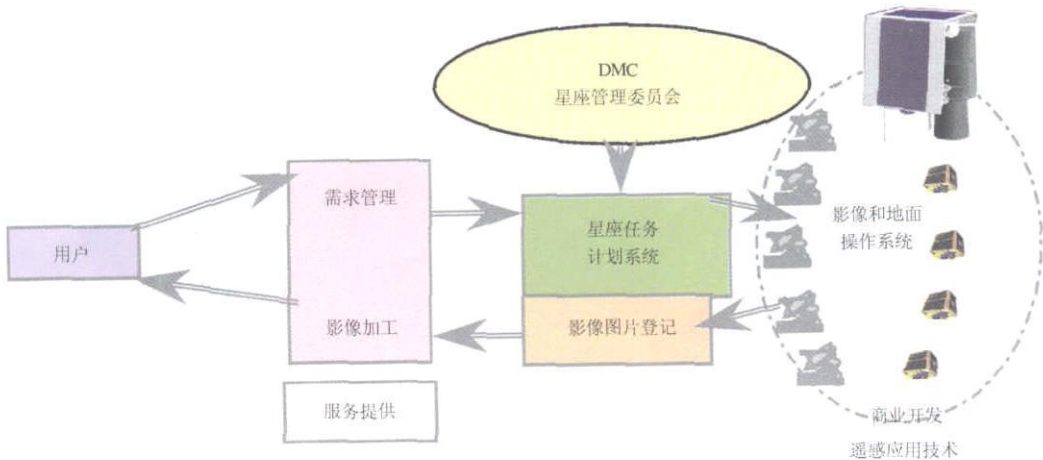


图 1 DMC管理和组织机构^[4]

Fig 1 Management and organization of DMC

2.2 灾害监测星座的技术

该星座将运行于距离地面约 686km、倾角 98° 的太阳同步轨道,这就意味着灾害观测将覆盖两极地区。太阳同步轨道是指卫星轨道的公转方向及其周期与地球公转方向及其周期相同的轨道。这种轨道能保证在圆轨道情况下,卫星每天沿同一方向通过同一纬度地面点,并且太阳光的入射角几乎是固定的,有利于遥感器进行灾害观测(图 2)^[5]。

3 DMC+4小卫星的数据特点和应用范围

3.1 DMC+4小卫星概况

DMC+4小卫星是由北京宇视蓝图信息技术公司(Beijing Landview Mapping Information Technology Co., Ltd. BLMIT)与英国萨里卫星技术公司(Surrey Satellite Technology Co., Ltd. SSTL)合作发展的一颗

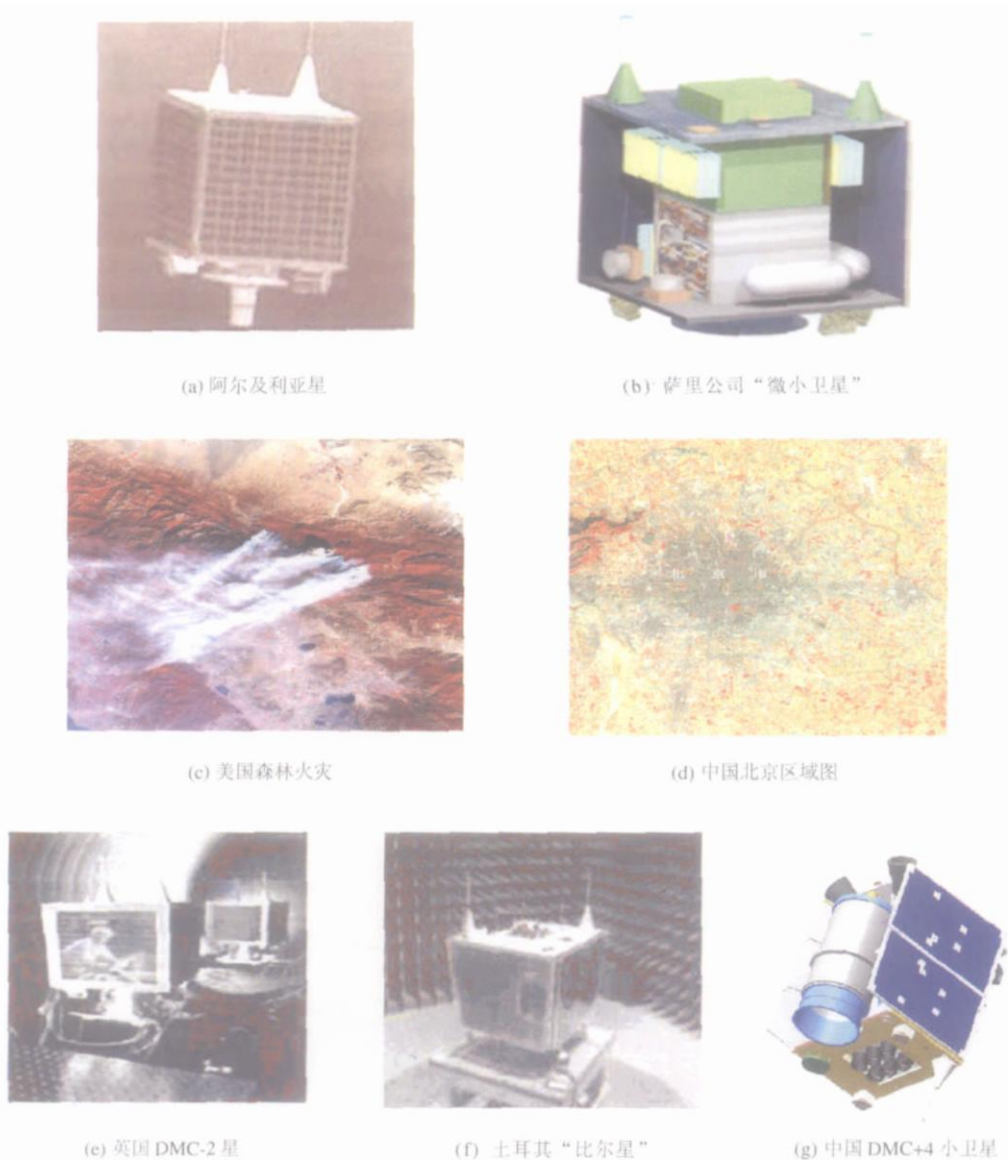


图 2 DMC 卫星及其影像图

Fig 2 DMC Micro-satellites and image maps

小型对地观测卫星。将由俄罗斯的宇宙 3M 火箭送入预定轨道,与已发射的“阿尔及利亚星”(ALSAT-1)小卫星、“尼日利亚星”(NigeriaSAT-1)、“土耳其星”(BiSAT)、“英国星”(UK DMC)共同组成了国际灾害监测星座(DMC)。中国 DMC+4 小卫星将于 2005 年中期发射,作为第一个专门用于灾害观测并由不同国家协作完成的国际灾害监测星座。DMC 计划由中国、英国、泰国、阿尔及利亚、尼日利亚、越南、土耳其等 7 颗卫星组网对全球灾害监测。该卫星能够同时获取 32m 多光谱数据和 4m 全色数据,幅宽达 600km,一景覆盖面积是国内资源卫星的 25 倍,单星重访周期为 4 天,通过 DMC 组网,可以

实现每天重复观测^[6]。

3.2 DMC+4 小卫星的数据特点

(1) DMC+4 小卫星可以下传中分辨率(32m 多光谱)和高分辨率(4m 全色)两种遥感数据。

(2) 遥感影像的覆盖范围大(32m × 600km, 4m × 24km),如:一景多光谱影像覆盖范围是国内资源卫星的几十倍。

(3) 重访周期快,32m 数据在 2 天内可以获取,4m 数据在 5-7 天获取,如果参加组网,可在 24 小时内重复成像地球上的任意地点(包括赤道地区)。

(4) 数据获取成本低,由于卫星和地面系统的

运行、管理、控制都由宇视蓝图公司自主运营,可以自由选取短期获取的遥感数据。

(5) 卫星参加 DMC 组网,可以进行广泛地国际合作。通过资源共享,技术互补,应用交流的方式提高卫星数据的使用效率。

4 DMC+4 小卫星的运管控方式和应用优势

4.1 DMC+4 小卫星的运管控方式

在政府支持下,宇视蓝图公司为发展 DMC+4 小卫星系统,实现企业运营的机制创新,实施组织结构、管理模式和运行机制的创建,并引入市场发展竞争模式。作为主承单位,建立了包括:北京地面接收站、卫星数据预处理系统、卫星应用示范系统等,形成了小卫星地面的基本处理能力。并在中国资源调查、土地利用、水利、农业、林业、环保、灾害等领域,尤其是在国务院秘书局的电子政务信息平台,北京市资源第三方监测系统、应急指挥系统,以及 2008 北京奥运等单位的遥感应用,进行了积极推广和商业运作,现已初步形成了小卫星用户群和应用市场。

4.2 DMC+4 小卫星的应用优势

DMC+4 小卫星是中国星地一体化自主运营,可自行控制,方便、快捷地执行灾害监测等专项任务的现代小卫星,其应用优势如下:

(1) 多光谱遥感影像彩色成像覆盖面广,幅宽是同类型卫星 LANDSAT 幅宽的 3 倍多。一景多光谱影像图覆盖面积是 CBERS-1 的 25 倍,一景影像能完全覆盖几十万平方公里的省市地区。从影像中能够分辨出区域的主要道路、城市轨道、植被、水体、河流和工业园区等。

(2) 全色影像分辨率高,能够完全分辨出城市的道路、正在建设和已经建设完成的工程。一景 $24\text{km} \times 24\text{km}$ 的高分辨率全色影像可以覆盖 576km^2 的区域。从影像中能够分辨出乡村公路、大型树木、楼盘、市政公共设施和重大工程的监测等。

(3) 时间分辨率高,重访周期短,特别适合土地变更、城市扩张、工业园区建设、农作物长势、生态环境等的动态监测。

(4) 自主控制卫星观测任务,可重点观测感兴趣地区,适应对各类灾害防治、危险源避险、储备库保护、突发事件处理的动态监测,辅助应急指挥的需求等。

更为重要的是,在专题应用时,可以结合高空间分辨率的航空遥感彩色影像。

4.3 DMC+4 小卫星在灾害监测星座中的应用前景

DMC+4 小卫星可以进行灾害监测、灾后评估、国土普查、土地利用、农田保护、地质调查、环境监测、林业统计等;可以用于城市规划、建设和管理、土地详查、精细农业、林业和矿产执法、辅助政府决策支持等应用范围。

(1) 加速中国灾害监测星座建设,提高防灾、抗灾、救灾能力

DMC+4 小卫星以及 DMC 星座的建设,在国内外防灾、抗灾、救灾方面发挥着示范作用。一方面提高了中国灾害监测和灾后救助及评价的应用能力。另一方面可以为中国的空间信息共享与服务提供好用、易用的平台,并支持持续、快速、稳定的自主对地观测数据源的综合处理,这对于推动中国灾害星座的建设具有十分重大的战略意义。

(2) 减灾、救灾,促进社会经济可持续发展

中国是世界上受灾大国之一,每年的灾害损失就有几千亿元,而且目前中国所面临的抗灾和救灾能力还非常有限,因此,利用 DMC+4 小卫星及其星座可以实现灾前预测、灾中监测和灾后评估的目的,减少灾害对国民经济所造成的重大损失,同时也是支持了社会经济的可持续发展。

(3) 增强政府科学决策和应急处理灾害的能力

利用 DMC+4 小卫星及其星座对气象、地质、地形、地貌、河流、土壤类型、气候、植被、森林等自然灾害的历史数据变化以及地学灾害等数据模型,利用空间分析和虚拟现实技术,模拟人类活动对国家资源环境产生的影响,进而制定有针对性的可持续发展对策。水利、环境监测部门可以利用数字地球提供的遥感土壤侵蚀动态数据叠加数字高程模型,计算出不同时间植被覆盖变化率、地表的坡度、坡向,参考气候等综合信息进行生态环境评价,指出适合耕作和退耕还林、还草的政策咨询意见等。

(4) 机制创新,推动灾害防治技术产业化

通过小卫星星座的作用,有助于形成以遥感数据加工处理及应用为核心的新型产业,促进中国遥感应用的产业化进程;拓展传统产业的发展空间和竞争力,如电子地图、ITS 智能交通系统、GPS 定位导航系统、宽带信息传输网络建设等新型高技术产业的发展;并进一步推动电子政务、电子商务、远程教育、网上医疗、信息化社区等重大信息化应用工程的建设。

5 DMC应用成果展示及其评价

5.1 美国森林火灾的监测及其评价

“英国 DMC”在发射仅一个月后,成功捕捉到的 2003 年 11 月美国加利福尼亚海岸森林大火的部分图像,从影像中可以解译出大火势头、风向、危险半径、救灾范围等制定抗灾、救灾快速反应对策和措施^[6](图 3)。



图 3 DMC 影像图(美国森林火灾)

Fig 3 DMC image map(USA forest fire)

5.2 印尼海啸的监测和灾后评估

2004-12-26,在印度尼西亚苏门答腊岛西北海域(北纬 3.6°,东经 96.28°)发生里氏 9.0 级的强烈地震。地震波猛烈撞击海水,形成海啸,这次海啸宏观灾情严重、波及范围广,在几个小时内袭击印度洋沿岸的印度尼西亚、斯里兰卡、泰国、印度、缅甸、马来西亚等 12 个国家,造成巨大的地震海啸灾害。灾情损失主要集中在农业用地和房屋建筑区,其中受灾土地覆盖范围广,农田受灾面积最广达到 56.02%,其次是湿地占 21%,滩涂占 11.67%,居民地和自然保护区各占受灾面积的 2.47%。

地震海啸灾害后的生态系统严重恶化,主要表现在:海岸和海岛下沉、海岸侵蚀严重、海水侵入良田、海岸带盐渍化将加重(图 4)。

5.3 华北地区生态调查及数据质量评定

白洋淀位于河北省中部,是华北平原上最大的淡水湖泊,总面积 366km²。由互相连接的 143 个大小淀泊组成。它对维护华北地区的生态环境、保持生物多样性和珍稀物种资源起着重要作用。白洋淀具有沼泽和水域等生态系统,是鱼类和鸟类在华北地区中部最理想的栖息地之一。据河北省水利厅介绍,白洋淀 1965 年以前原有鱼类 17 科 54 种,1984



图 4 DMC 影像图(印尼海啸)

Fig 4 DMC image map(Indonesia tsunami)

年以前原有鸟类 192 种。由于近 20 多年入淀水量减少,干淀现象多次发生,使白洋淀生态环境恶化,野生动植物资源遭到破坏,1992 年调查鸟类仅剩 52 种,2000 年调查鱼类减少到 11 科 18 种。

因持续干旱,到去年底白洋淀只有一些沟汊还有少许水量,而且白洋淀所属大清河水系上游各水库去年基本没有蓄上水,水利部和河北省决定从属于南运河水系的岳城水库,经子牙河水系向白洋淀调水。这一调水工程历时半年多到 7 月份结束,白洋淀纳水 1.6 亿 m³,水域面积由原来的 31km² 增加到 120km²。据水质监测部门监测,入淀水质达到 III 类水标准^[6](图 5)。

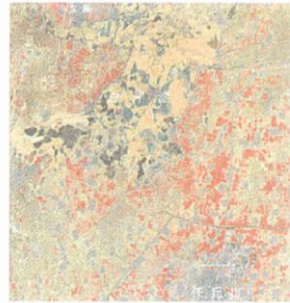


图 5 DMC 影像图(中国生态)

Fig 5 DMC image map(China ecology)

6 结 论

自然及人为灾害每时每刻都在威胁着人民的生民和财产安全,不幸的是目前我们还没有能力阻止灾害的发生,但我们能够通过灾害的预警、灾时的监控和灾后的抢救、重建,大大降低灾害的损失给人类带来的伤害。国际灾害监测星座采用最新的卫星遥感技术,最短的卫星重访周期,最广的国际合作方式,用于人类最需要的防灾、抗灾、救灾的动态监测。

随着遥感技术理论的逐步完善和遥感“三高”(空间分辨率、时间分辨率、波谱分辨率)技术的不断提高,遥感技术必将成为地质灾害及其孕灾环境宏观调查以及灾体动态监测和灾情损失评估中不可缺少的重要手段。应用灾害监测星座技术是保护人类、保卫家园、保证生存的高技术手段。

在印度洋海啸发生后,国家遥感中心组织北京宇视蓝图科技有限公司^[7,8]、中国科学院遥感应用研究所^[9,10]、国土资源部航空物探遥感中心^[11]、中国水利水电科学研究院遥感中心^[9]、国家测绘局遥感工程技术中心^[12,13]等单位,利用英国 DMC 小卫星获取的 2005-01-07 印度尼西亚苏门答腊岛的遥感影像,对地震海啸灾害最严重的印度尼西亚亚齐特别行政区(以下简称亚齐省)开展了典型应用试验研究,参加单位利用各自的技术优势与数据基础开展了具有自己特色的一些研究。为了从中反映这方面的成果,我们编辑了这个专题,以推动遥感在灾害监测评估的应用。这些研究虽然是初步的,但其监测评估结果为中国开展国际援助提供了客观依据,其技术方法为海啸灾害及其它灾害的遥感快速监测评价提供了思路,也为中国即将发射运行的灾害和环境监测预报小卫星星座及中国 DMC 小卫星的应用提供必要的经验及技术支持^[10]。

致 谢 本文研究得到迟耀斌研究员的悉心指导,在此表示感谢。

参 考 文 献 (References)

- [1] Zhang X G. Present Feature and Future of Mini-Satellite[J]. *Telecommunication Information*, 2000, (5): 27- 29. [张祥根. 小卫星的现状、特点及发展方向[J]. 电信快报, 2000, (5): 27- 29.]
- [2] Xie W J, Wei Y C, Ni S X, et al. Progress of Remote Sensing Mini-Satellite[J]. *Remote Sensing Information*, 2000, (3): 41- 44. [谢文君, 韦玉春, 倪绍祥等. 遥感小卫星的进展[J]. 遥感信息, 2000, (3): 41- 44.]
- [3] Tang S F, Liu B. Modern Mini-Satellite and Optical Sensor[J]. *OME Information*, 2001, (5): 25- 29. [唐绍凡, 刘冰. 现代小卫星与光学传感器[J]. 光机电信息, 2001, (5): 25- 29.]
- [4] Wang R X, Yin M. The Development Status and Application of Small Earth-oriented Satellites[J]. *Survey and Mapping Journal* 1999, (12): 20- 33. [王任享, 尹明. 对地观测微小卫星的发展现状及其应用[J]. 测绘通报, 1999, (12): 20- 33.]
- [5] Yu J P, Yang G Q, Liang X W. *Technology and Application of Modern Small Satellite*. Shanghai Science Popularization Publishing Company, 2004. [余金培, 杨根庆, 梁旭文. 现代小卫星技术与应用. 上海科学普及出版社, 2004.]
- [6] Liu L, Maiken Stewen. *Small Satellite and International Disaster Monitoring Constellation*, 2004, (6): 12- 15. [刘路, 斯蒂芬·麦京. 小卫星与国际灾害监测星座[J]. *Spaceflight System and Technology* 航天系统与amp;技术, 中国航天, 2004, (6): 12- 15.]
- [7] Huo D M, Yan M, Yu B Y. Analysis on DMC Remotely Sensed Mini-Satellite Data Pre-processing Method[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 480- 485. [霍东民, 严明, 于冰洋. DMC 遥感小卫星数据预处理方法分析[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 480- 485.]
- [8] Ji T K, Zhao Z M. The Theory to Evaluate the Image Spatial Resolution Quantitatively[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 486- 493. [季统凯, 赵忠明. 海啸地区遥感图像空间分辨率定量评价研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 486- 493.]
- [9] Li S Y, Zhu C G. DMC Satellite Image MTF Analysis and Restoration Method Research[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 475- 479. [李盛阳, 朱重光. DMC 卫星图像 MTF 分析及其复原方法研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 475- 479.] [10] Liu Y L, Wei C J, Wu X B, et al. Monitoring and Assessment for the Tsunami Disaster of Indian Ocean by Remote Sensing: A Case Study in Aceh Province of Indonesia[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 494- 497. [刘亚岚, 魏成阶, 武晓波等. 印度洋海啸灾害遥感监测与评估——以印度尼西亚亚齐省为例[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 494- 497.]
- [11] Li Z Z, Dang F X, Xiong S Q, et al. The Analysis of DMC Multi-spectral Data for Sumatra Geological Application[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 509- 512. [李志忠, 党福星, 熊盛青等. 苏门答腊岛 DMC 多光谱数据地质应用初步分析[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 509- 512.]
- [12] Huang S F, Li L, Xu M, et al. Monitoring and Analysis of 2004 Indian Ocean Tsunami Disaster in Aceh Province Indonesia Based on Remote Sensing[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 503- 508. [黄诗峰, 李琳, 徐美等. 2004 年印度洋海啸印度尼西亚省灾情遥感监测与分析[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 503- 508.]
- [13] Zhang Y H, Zhao J C, Yan Q, Long Y, et al. Investigation on Land Cover Change after Tsunami Based on DMC images[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(4): 498- 502. [张永红, 赵继成, 龙艳等. 基于 DMC 卫星影像对海啸灾情土地覆盖类型变化的分析[J]. 遥感学报, 2005, 9(4): 498- 502.]

DMC +4 Micro-satellite Application and Research in International Disaster Monitoring

LI Bo-lin, ZUO Ye

(Beijing Landview Mapping Information Technology Co., Ltd. Beijing 100096, China)

Abstract In this paper, DMC (Disaster Monitoring Constellation)'s applied technology and character of DMC +4 Micro-satellite data are emphasized with study aims at international DMC's applied technology and the condition of the natural disaster in our country. Micro-satellite is used for preventing from disaster, demuring to disaster and curing disaster. Micro-satellite ground system integration's technology, technology of ground segments integration, integration of spacecraft-ground operation, management and control system are studied. It will help Micro-satellite technology in our country. Remote Sensing technology, satellite constellation technology, technology of ground segments integration, integration of spacecraft-ground operation and mechanism innovation are promoted more. Developing work of our country's disaster constellation is promoted, inspecting to all kinds of disasters dynamic and real-time come true ultimately.

Key words disaster monitoring constellation (DMC); DMC +4 micro-satellite; style of operation management-control