

自然灾害与 空间信息体系

刘纪原 主编



 中国宇航出版社

自然灾害与空间信息体系

刘纪原 主编

 中国地图出版社
· 北 京 ·

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

自然灾害与空间信息体系/刘纪原主编. -- 北京:
中国宇航出版社, 2013.9(2014.8重印)
ISBN 978-7-5159-0492-4

I. ①自… II. ①刘… III. ①空间信息系统—应用—
自然灾害—灾害防治 IV. ①X43-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 223096 号

责任编辑 易新 王妍 封面设计 文道思

出版
发行

中国宇航出版社

社址 北京市阜成路8号 邮编 100830
(010)68768548

网址 www.caphbook.com

经销 新华书店

发行部 (010)68371900 (010)88530478(传真)
(010)68768541 (010)68767294(传真)

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
(010)68371105 (010)62529336

承印 北京国中画印刷有限公司

版次 2013年9月第1版
2014年8月第2次印刷

规格 787×1092

开本 1/16

印张 32.5

字数 817千字

书号 ISBN 978-7-5159-0492-4

定价 150.00元

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换

INTERNATIONAL ACADEMY OF ASTRONAUTICS
ENGINEERING SCIENCES BOOK AWARD

PRESENTED TO

Liu Jiguan, Editor in Chief
& Fan Yida, Gu Xingfa, Li Ming, Tian Yulong, Wang Chengwen,
Wu Meirong, Xu Wen, Yang Ruliang, coeditors

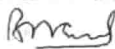
FOR OUTSTANDING ACHIEVEMENT AS EVIDENCED BY THE PUBLICATION OF

"Spatial Information System for Natural Disaster"

CAPH, Beijing, China, 2013

AWARDED THIS DAY OF September 22nd 2013, BY THE INTERNATIONAL ACADEMY OF ASTRONAUTICS.

CHAIRMAN
ENGINEERING SCIENCES SECTION



PRESIDENT
INTERNATIONAL ACADEMY OF ASTRONAUTICS



本书荣获国际宇航科学院 2013 年度工程科学图书奖

《自然灾害与空间信息体系》 编审委员会

主 编 刘纪原

副主编 (按姓氏笔画排序)

王承文 田玉龙 李 明 杨汝良
吴美蓉 范一大 顾行发 徐 文
陶家渠

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 薇 申旭辉 朱培民 李道京
李德威 李 潭 余明晖 邵 芸
周 宇 孟庆岩 郝雪涛 侯小瑾
傅丹膺

编辑部 (按姓氏笔画排序)

王山虎 兰穹穹 宋树华 黄武强
赫华颖

序 言

四川汶川特大地震、青海玉树大地震等一系列重大自然灾害既让人们感到十分的痛心，也引发了我们深深的思考，那就是迫切需要扭转被动应灾的局面，大力加强重大自然灾害的预警预报能力。现代科学理论、高科技手段特别是空间技术为我们预报地震等重大自然灾害提供了前所未有的条件，极大地增强了监测的范围、监测的要素、监测的清晰度、监测的频度以及监测的连续性，从而极大地突破了自古以来预报地震等重大自然灾害的种种条件限制。

积极推进建设“国家自然灾害空间信息基础设施”、提升我国自然灾害预警预报能力的方案的深化论证实施，更加充分、更加系统、更加协调、更加有效地发挥空间技术和其他先进技术在自然灾害预警预报及减灾中的强大威力，构建自然灾害监测—研究—预警预报—评估体系，显得尤为重要和紧迫。

党中央高度重视通过建设“国家自然灾害空间信息基础设施”、提升自然灾害预警预报能力的方案论证。该方案是一个民心工程方案，是一个执政为民的示范工程方案，是党中央以人为本的施政理念的生动体现。方案论证中要特别注意以下几点：

1) 要做好顶层设计。需要把系统科学的理论引入自然灾害的监测、预警和评估中，特别是要加强对以航天技术为核心的遥感、地理信息系统、全球定位系统、网络通信等高新技术在自然灾害监测—研究—预警预报—评估以及减灾应用方面的统筹谋划、总体论证和数据信息融合，处理好国家已有的相关系统与资源的衔接。

2) 要大力运用钱学森同志倡导的“综合集成研讨厅”的科学方法。提高对重大自然灾害的预警预报能力，关键是弄清重大自然灾害的成灾机理。这涉及多个学科，包括天体、地球、海洋和环境等学科，是一个复杂的科学研究体系。让各个领域的科学家、专业人士和热心人各抒己见、纵横阐释，提倡百花齐放、百家争鸣，鼓励相关的理论学说创新、相关的科技创新，在综合集成研讨中弄清现象与机理之间的关系。

3) 要群策群力、群测群防。我国在重大自然灾害机理的研究和预测方面有着独特的优势，那就是社会主义制度下能够集中力量办大事，能够让各相关行业、相关领域的研究力量和预测预报力量紧密联系，充分协作，发挥专家与广大群众相结合的智慧 and 力量。老专家在学识、阅历和经验三方面兼而有之，其重要作用不可替代。有些社会力量既有参与自然灾害机理研究和预测的积极性，也拥有独特的知识点和丰富经验，他们的参与将给研究和预测工作注入新的活力。让各群体的潜能得以充分施展，协力提升研究和预测预报水平。

4) 要加强对成功案例经验的挖掘和总结, 并努力探寻自然灾害之间相互的关联性。有不少自然灾害预测预报的成功先例有待进一步从原理上分析、解释。而且有些自然灾害虽然表象不同, 但实际上它们有着内在的关联性。进行多学科交叉研究, 深入厘清现象与本质之间的内在联系, 上升到理论高度, 以便理论指导实践。

5) 要充分运用现代高科技不断提升重大自然灾害预测预报的能力。要充分利用航天技术具有的全球性、高动态、连续性、全天候、多样化物理数据获取和实时传输定位等特点, 融合空地网, 充分发挥各自的优势, 形成自然灾害立体监测体系, 为重大自然灾害的连续监测、预测预警预报、灾情速报、应急救援提供不可或缺的科学准确的信息, 提高重大自然灾害的预警预报能力。加强技术攻关, 提高卫星的分辨率, 大力提升监测要素与监测精度。要在整合现有空间信息资源的基础上, 根据用户需求, 发展“天、空、地”融为一体的立体数据获取系统, 建成功能强大的国家自然灾害空间信息综合处理与服务应用系统, 通过网格与云计算实现信息的综合集成与信息资源的共享及应用, 辅助国家地震防灾减灾规划, 以强震短临预报为突破口, 带动我国防灾减灾能力的全面提升, 彻底扭转目前被动应灾的局面。

6) 要加强国际合作。重大自然灾害的发生往往不只影响一个国家, 而是波及周边国家甚至很多个国家。建成国家自然灾害空间信息综合处理与服务应用系统, 不仅可以大大提升中国对于重大自然灾害预测预报的能力, 而且可以共建或利用这套系统开展实质性国际合作, 共享资源及研究成果, 服务于周边国家。这对我国、周边国家乃至世界的防灾减灾事业将产生重大而深远的历史性影响。

7) “国家自然灾害空间信息基础设施”是一项复杂的系统工程, 其建设与实施必需高度集中、统一协调、科学高效的管理机制与国家法律法规的支撑。

我国正处于信息化和工业化融合、转变经济增长方式、走创新发展道路的关键时期。在党和国家的鼎力支持下, 我们秉承唯物主义认识论的思想, 按照科学发展观的要求, 正确认识自然灾害问题, 通过广泛获取空间信息, 分析解释自然灾害现象和发生发展机理。坚持群众路线, 在防灾减灾中发挥人民群众的积极性, 将广大人民群众与专家的智慧 and 力量相结合, 群策群力, 群测群防。充分运用空间技术和其他先进技术, 提升我国对抗自然灾害的能力, 提升我国的科学技术水平, 保障国家安全, 促进经济社会发展, 促进人、自然和社会的和谐。

刘纪原

2013 年 8 月

前 言

我国是世界上自然灾害最为严重的国家之一，灾害种类多，分布地域广，造成损失重。据近 10 年统计，我国发生的自然灾害平均每年造成经济损失 3300 亿元，仅汶川地震就造成了 8400 多亿元的损失，死亡失踪达 8 万多人。2008 年 6 月 23 日，胡锦涛总书记在两院院士大会上明确提出：“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。”

为响应党中央的号召，航天等领域的专家提出构建“天、空、地”一体化的自然灾害空间信息基础设施的设想，该基础设施涉及地球科学、信息科学、空间科学和认知科学等众多领域，需要专家群的多学科交叉、多领域集聚，深入研究地球物理化学信息探测、空间平台和载荷、数据处理和定标、信息集成与共享、各灾害领域的应用以及综合灾害管理等技术。经过多领域专家长期的研究、交流、集同攻关，研究了从数据获取到信息提取，再到知识转化的系统方法，对空间信息解决自然灾害的灾前预报、临灾预警、灾中应急和灾后评估的技术方法和系统构建问题有了更进一步的认识，并形成了自然灾害空间信息基础设施的初步思路。现将这些成果汇集成书，供本领域科研人员参考。

全书共 12 章：第 1 章综合防灾减灾分析研究由民政部国家减灾中心等单位的范一大、王薇、刘三超、林月冠、申旭辉、王辉、陈子丹、辛景峰、温铭生、李增元、陈尔学、陈仲新、王利民、方翔、郑伟、屈晓辉、丁一、王桥、孙中平等编写，综述了防灾减灾现状，分析了防灾减灾需求，提出了空间技术应用目标，并建立了综合防灾减灾观测体系技术指标；第 2 章基于空间信息的防灾减灾体系由刘纪原、吴美蓉，中国空间技术研究院的李明、傅丹膺、周宇、李潭、侯小瑾，以及中国科学院遥感与数字地球研究所的顾行发、邵芸等编写，研究了天地一体化防灾减灾体系架构，讲述了数据获取、信息集成和应用等内容，并分析了天地一体化防灾减灾体系的综合效能；第 3 章面向自然灾害的遥感观测技术由中国科学院电子学研究所的杨汝良、李道京、郭智、潘洁、杨宏，中国空间技术研究院的李明、傅丹膺、周宇、李潭、侯小瑾，以及中国科学院遥感与数字地球研究所的邵芸、谢酬等编写，介绍了遥感观测系统组成与工作模式、遥感观测平台及载荷；第 4 章数据采集卫星星座与系统由中国国际安全战略学会安全战略研究中心等单位的陶家渠、余明晖、刘正全、王晓波、沈桥、王山

虎、黄辉、皮本杰等编写,讨论了数据采集卫星星座与系统的设计理念以及运载火箭上面级、微纳卫星、数据采集终端、网站和运管与数据处理站等各个组成部分;第5章卫星遥感数据处理技术由中国资源卫星应用中心的闵祥军、郝雪涛、孙业超等编写,综述了现状和趋势,阐述了高精度和高性能处理技术,以及新型载荷数据处理关键技术;第6章卫星载荷定标校检技术由中国资源卫星应用中心的傅俏燕、王爱春、韩启金、刘李、卢有春等编写,综述了载荷定标校检技术现状,并分别介绍了光学和合成孔径雷达的定标技术;第7章信息综合集成与共享技术由中国资源卫星应用中心的闵祥军、万伟、陈琦等编写,综述了发展现状,并指出关键问题,阐述了空间信息资源集成共享平台技术;第8章空间信息应用于防灾减灾的共性技术由中国科学院遥感与数字地球研究所的顾行发、刘亚岚、魏永明、杨健、胡新礼、孟庆岩、任玉环等编写,分析了面向各灾种应用的共性技术,重点介绍了多源数据配准融合技术、灾害信息快速提取技术、灾害信息提取案例分析;第9章灾害关联性科学研究由陶家渠,中国地质大学(武汉)的朱培民、李德威等,华中科技大学的陈忠等编写,介绍了灾害关联性的概念、内涵、研究意义、现状、研究方法及应用;第10章天文因素对地震灾害的影响由中国地质大学(武汉)的徐道一、朱培民等编写,介绍了太阳活动与地震的联系,研究了天体及其运动对地球的作用,探讨了天文因素与地震关系的特点和机制;第11章自然灾害现代群测群防体系由华中科技大学的余明晖、毛子骏等编写,讲述了群测群防的发展历程,并分别介绍了现代群测群防体系以及自然灾害综合集成研讨厅体系;第12章综合防灾减灾的科学管理由中国资源卫星应用中心的祝令亚、王山虎等编写,介绍了灾害背景,阐述了综合防灾减灾的内涵,并讨论了科学管理的方法。全书由中国资源卫星应用中心审阅统稿。

空间信息技术体系一直处在不断发展和完善中,本书作者尝试着对该体系进行梳理汇总。书中引用了国内外同行的研究成果,在此,对相关作者一并表示衷心的感谢。由于本书涉及的范围广、作者多,协调各章节之间关系的工作量大,书中不足之处在所难免,恳请读者不吝指正。

徐 文

2013年8月

目 录

第 1 章 综合防灾减灾分析研究	1
1.1 防灾减灾现状	1
1.2 防灾减灾需求分析	2
1.3 空间技术应用目标	7
1.4 综合防灾减灾观测体系技术指标	8
第 2 章 基于空间信息的防灾减灾体系	40
2.1 天地一体化防灾减灾体系架构研究	40
2.2 “天、空、地”立体数据获取系统顶层设计	50
2.3 自然灾害空间信息集成	61
2.4 自然灾害空间信息应用	84
第 3 章 面向自然灾害的遥感观测技术	106
3.1 国内外现状	106
3.2 遥感观测系统组成与工作模式	117
3.3 遥感观测平台	121
3.4 遥感观测载荷	126
3.5 空基数据传输与处理	129
第 4 章 数据采集卫星星座与系统	137
4.1 数据采集卫星星座与系统总论	137
4.2 地面灾害监测预测台站终端	148
4.3 微纳卫星	153
4.4 运载火箭、上面级、应急火箭	159
4.5 数据采集网关站和运管与数据处理站	164
第 5 章 卫星遥感数据处理技术	171
5.1 卫星遥感数据处理发展现状与趋势	171
5.2 卫星遥感数据高精度处理	174
5.3 卫星遥感数据高性能处理	203
5.4 新型载荷数据处理关键技术	209
5.5 小结	212
第 6 章 卫星载荷定标校检技术	217
6.1 载荷定标校检技术现状	217

6.2	光学载荷辐射定标校检技术	224
6.3	SAR 卫星载荷定标校检技术	230
第7章	信息综合集成与共享技术	243
7.1	信息综合集成与共享技术概述	243
7.2	空间信息综合集成与共享关键问题	251
7.3	空间信息资源集成共享平台	254
7.4	小结	298
第8章	空间信息应用于防灾减灾的共性技术	301
8.1	面向各灾种应用的共性技术分析	301
8.2	多源数据配准融合技术	314
8.3	灾害信息快速提取技术	327
8.4	灾害信息提取案例分析	347
第9章	灾害关联性科学研究	368
9.1	灾害关联性的概念、内涵与研究意义	368
9.2	灾害关联性的研究现状	371
9.3	灾害前兆关联性	372
9.4	灾害关联性的模式与机理	375
9.5	天文因素对地球灾害的影响	375
9.6	灾害关联性的观测和研究方法	382
9.7	灾害关联性的应用研究	421
第10章	天文因素对地震灾害的影响	425
10.1	太阳活动与地震	426
10.2	天体运动	429
10.3	天体对地球的综合作用	440
10.4	天文因素与地震关系的特点和机制探讨	451
10.5	小结	456
第11章	自然灾害现代群测群防体系	458
11.1	群测群防的发展历程	458
11.2	现代群测群防体系	469
11.3	自然灾害综合集成研讨厅体系	474
第12章	综合防灾减灾的科学管理	491
12.1	灾害背景	491
12.2	综合防灾减灾的内涵	492
12.3	综合防灾减灾科学管理方法	493
12.4	我国现行综合防灾减灾科技支撑能力	504
12.5	小结	507

第 1 章 综合防灾减灾分析研究

1.1 防灾减灾现状

近年来,伴随着全球社会经济的发展与工业化、城市化、全球化进程的加快,日益严峻的人口、资源、灾害和环境等问题成为了人类生存和发展不可避免的重要问题。在全球气候变化背景下,我国自然灾害风险加剧,灾害的形成机制、发生规律、时空特征、损失程度以及影响深度和广度出现了新的变化和新的特点,区域和全球尺度的灾害预报、监测、评估、预警、管理与决策能力亟待提升。

我国防灾减灾形势十分严峻。我国是世界上自然灾害最严重的国家之一。自然灾害种类多、分布范围广、发生频率高,并呈现出多灾并发、群发和集中爆发的特征,一些历史罕见的重特大自然灾害近年来频繁发生,灾害损失持续加重,严重影响了经济发展和民生改善。1990 年至 2009 年 20 年间,我国因灾直接经济损失占国内生产总值的 2.48%,平均每年约有五分之一的国内生产总值增长率因自然灾害损失而抵消。严重的自然灾害造成了社会财富损失、威胁着群众生命安全、破坏了正常的社会秩序,严重影响了经济发展、社会进步、民生改善和国家安全。严峻的灾害形势迫切需要加强灾害监测、预报、预警能力,促进地球空间信息科学支持的灾害监测、预报预警和应急救援体系建设,提高国家防灾减灾能力。在我国,最为严峻的几种灾害如下:

1) 干旱、洪涝灾害以及台风、风雹、低温冷冻、雪、沙尘暴等气象灾害是我国的主要灾害类型。我国近些年来开展了基于气象卫星、环境减灾卫星、雷达、自动气象站等的热带气旋(台风)、风雹(致灾强对流天气)、洪涝、干旱、低温雨雪冰冻、沙尘暴等气象灾害监测业务,初步建立了国家级、省级气象灾害监测预警服务体系。

2) 我国位于亚欧板块和太平洋板块之间,历史上就是地震多发国家,除浙江、贵州等极少数地区外,其他各省都曾发生过 6 级以上强烈地震。近年来,我国重特大地震灾害频繁发生,汶川特大地震、玉树地震、芦山地震都给社会经济发展和人民生命财产造成了巨大损失。中国地震局长期开展地震预报监测工作,国家减灾委、民政部负责灾情综合评估和灾害救助,为防震减灾工作提供了重要决策支撑。

3) 我国地质构造复杂、地形地貌起伏变化大,具有极易发生滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的物质条件。特定的地质环境条件决定了地质灾害呈现长期高发态势,人为工程活动引发的地质灾害也呈不断上升趋势,地质灾害点多面广,严重威胁人民群众的生命财产和国家级重大工程与城镇安全,地质灾害防治任务十分繁重。发展空间信息技术在地质灾害防治中的应用,提高地质灾害综合调查评价、监测预警能力是国家综合防灾减灾的

需要。

4) 我国森林、草原和作物分布地域广、资源丰富,同时,也是森林草原火灾以及虫害、病害等生物灾害多发频发国家,对林业牧业资源和生态环境保护、粮食安全带来较大威胁。目前,林业、气象等部门已经初步建立了森林草原火灾监测预警业务系统。

5) 风暴潮和赤潮是我国主要海洋灾害。风暴潮方面,我国的风暴潮预警预报工作始于20世纪70年代,已初步形成风暴潮灾害监测、预警预报网络。但由于缺乏海上及沿海基础观测资料,无法为沿海及海上防灾救灾提供定量的观测数据,对沿海大风、风暴潮等只能采取卫星监测资料反演、内陆地面资料外推等方法,制作一般的定性预报,时效短、准确率不高。赤潮方面,依托科研项目,开展了赤潮预警、预报技术的研究,重点开发赤潮短期数值预报和统计预报模型以及有毒赤潮诊断技术,目前的赤潮发生率预报精度为25%。

6) 环境事件是由自然灾害和人类活动引起环境恶化所导致的。环境事件与自然灾害之间有着复杂的相互联系,重大自然灾害必然引发生态破坏和环境污染事件,甚至导致生态灾难的发生。干旱、洪涝、沙尘暴、地震、冰雪、森林火灾、泥石流等自然灾害导致土地荒漠化、水土流失、生态破坏、湿地减少、生物多样性减少、水体污染、核泄漏等次生环境问题。同时,因经济结构不合理和经济增长方式粗放,我国环境污染和生态破坏所导致的环境问题也极为严重。控制、预防和减轻环境事件,维护广大人民群众环境权益,确保经济和社会的健康、持续发展,是当前我国环境保护的重要任务,也是防灾减灾的重要内容。

1.2 防灾减灾需求分析

我国大陆地跨热带、亚热带、温带和寒带,西踞高原,东濒大洋,天气气候复杂,加之大陆区地势起伏多变以及地下放热放气、生物繁衍、人类活动等的影响,决定了我国是世界上灾害发生最频繁、灾害损失最大的少数国家之一。我国灾害的特点是种类多、频度大、强度高、损失重、影响面广。在严峻的抗灾救灾形势下,我国虽然已经建立了较为完善、广为覆盖的气象、海洋、环境、地震、水文、森林火灾和病虫害等地面监测和观测网以及气象卫星、海洋卫星、陆地卫星系列,形成了由国家、区域、省、地、县五级分工合理、有机结合、逐级指导的基本信息加工分析预测体系,但是仍然存在着信息保障不足问题。因此,建立国家自然灾害空间信息基础设施已迫在眉睫。

1.2.1 防灾减灾对空间信息技术的需求

1.2.1.1 综合的数据获取能力需求

灾害监测评估指标多样,成因复杂,不同探测目标的光谱响应能力差异很大,需要多类型传感器综合观测。在天基平台上,要满足灾害应急响应需求,对灾区观测的时效性要求很高,通过极轨光学星和雷达星进行星座组网观测,实现对优于12h的灾害详查观测能

力,在全球范围内,利用静止轨道卫星机动灵活、凝视观测的特点,进行灾害动态监测和全球化服务,同时需要光学、红外、超光谱、SAR等多载荷结合,实现灾害风险普查和评估、灾害目标精细识别、实物量评估,结合静止轨道卫星,以实现分钟级的灾害应急观测。空基平台上,利用有人机、无人机、飞艇等空基平台分散部署、手段多样、机动转场、快速响应的特点,发展面向灾害应用的有效载荷、处理系统,来弥补天基平台重访周期相对较长、空间分辨率相对较低、获取手段相对单一的不足。

1.2.1.2 实时的数据接收传输和应急通信需求

在现有陆地、气象、海洋等系列卫星地面接收站网布局的基础上,重点补充增加我国中西部地区(如武汉、西安等)的数据接收能力,实现高中低轨卫星的全国范围无缝覆盖接收,以进一步优化接收站点的布局,满足灾害应急数据的实时接收和传输需求。

卫星通信以其覆盖面广、通信容量大,通信距离远、不受地理环境限制、质量优、经济效益高等优点,在我国减灾救灾工作中成为应急通信的支柱。卫星通信技术将在灾害应急阶段公众通信中断的情况下,为指挥决策、应急联动、物资调配、信息交换等灾害救助工作提供基本通信保障;为灾害信息上报、预警信息发布、减灾知识宣传、实用技术推广等综合减灾工作提供技术支撑;为灾害应急信息系统提供有效补充和延伸,与国家应急平台通信指挥系统实现互连互通和统一指挥调度。

1.2.1.3 高效数据处理分析需求

数据处理与减灾应用分析是遥感技术减灾应用业务的核心。为了满足常规模式、应急模式以及减灾特殊业务对遥感数据的需求,设计与建立高速的数据处理与减灾应用分析系统是实现对天基和空基获取的可见光、红外、超光谱、雷达传感器数据和其他国内外卫星数据资源的高效处理、减灾应用的基础。

1.2.1.4 “天、空、地、现场”一体化立体验证体系需求

产品生成与质量检验是减灾应用系统的重要组成部分,也是发挥卫星工程综合效益、保证产品质量的核心内容。针对环境与灾害监测预报小卫星星座数据特点和卫星减灾业务的实际需求,建设高效、实用和业务化运行的“天、空、地、现场”一体化的产品生成与质量立体验证体系,建设以实现减灾应用产品制作的自动化、规范化和工程化,为卫星、航空遥感数据及地面数据和产品的质量分析、控制与检验提供依据与技术支持,为用户提供切实可用的量化数据和产品,保证信息产品服务质量。

针对减灾救灾业务需求,在全国范围内选址建设综合辐射校正场,有效补充现有辐射校正场的数量与功能不足,并选址建设若干个几何定标场,满足抗震救灾对高精度几何地理定位的要求。建设微波定标场和海洋定标与检验场,实现微波遥感器、海洋观测传感器的在轨高精度定标。建设移动式辐射定标平台,满足载荷的及时快捷辐射标定需求。建设减灾应用与评价综合试验场,满足灾害应急救援的效果验证、分析评估等需求。

1.2.1.5 “横向联合、纵向贯通”的减灾综合应用服务需求

在涉灾行业应用系统的应用服务体系基础上,为满足灾害应急业务需求,迫切需要在

后续建设中,加强各级相关部门防灾减灾信息互联互通、交换共享与协同服务,形成国家自然灾害信息交汇共享和业务有机协同平台,为国家相关部门和公众提供防灾减灾信息共享与服务。

1.2.2 灾害监测评估对空间信息技术的需求

在灾害监测评估方面,需要更多不同类型、不同分辨率的卫星组成星座,以缩短卫星重复观测的时间,真正实现大范围、全天候、全天时的自然灾害动态监测。

探测地质灾害重点防治区地质灾害隐患现状、形成的环境地质条件,查明地质灾害隐患灾害体在自然和人为因素作用下发生、发展规律,尤其是地质灾害隐患点发展趋势及对当地人民生命财产以及经济社会的危害程度,进行地质灾害易发程度区划和风险评估及地质灾害基础图件更新,为地质灾害防治提供全面、系统、准确的基础资料。

利用空间分辨率优于2.5m的遥感数据开展地质灾害调查与监测工作。具备1:25万至1:1万比例尺的地质灾害调查与遥感监测、基础图件更新的能力;具备日处理专题产品不低于100幅的能力;具备两三年完成一次全国崩塌滑坡泥石流等主要地质灾害及地质生态环境监测和一年一次全国地面沉降监测的能力。

在海洋监测方面,灾害监测所依赖的卫星传感器的波段设计、影像质量需要进一步的提高。当灾害发生时,需要有不同分辨率、不同覆盖范围、回访周期短、机动灵活的系列卫星,可较快获得监测海域卫星影像,并且能较快提供监测结果。

对于气象监测,例如风暴潮要素包括风场、海面高度、有效波高、受灾范围等,赤潮监测要素包括赤潮分布、赤潮优势种等。对于高分辨率影像监测精度优于90%,中低分辨率影像监测精度优于80%。其中,赤潮、绿潮和海冰灾害争取每天一次全海域监测。风暴潮、台风灾害往往具有突发性,对卫星的数量和机动灵活性要求高,争取在灾害发生几小时后能获得监测影像,兼顾照顾范围和精度,并快速得出监测分析结果。大尺度上的对气象灾害的发生、发展和演变的全方位的监测,需要气象卫星、海洋卫星、陆地资源卫星等多源卫星遥感在空间上无缝、要素上齐全、时间上连续的动态监测;提供全球、全天候、多光谱、多维、多要素、定量的卫星遥感探测数据,包括风、温、湿等大气基本状态的观测信息,包含云、降水和气溶胶等观测信息。中小尺度上的对气象灾害,灾害性天气过程的形成、发展机理和内部结构的监测,在气象卫星等监测的基础上,更需要高分卫星、航空遥感飞机、遥感无人机、遥感气球、飞艇的快速精准、灵活机动的监测。

多源遥感数据对农业自然灾害的反映具有宏观性、动态性、客观性强等特点,尤其是在灾害信息提取方面优势突出。农业自然灾害发生、跟踪中需要知道自然灾害的分布范围、灾害强度等信息,由于不同农业自然灾害间差异大,监测尺度具有全国、省级、县级到田块等不同尺度,空间分辨率从1m到1000m不等,需要的时间分辨率也不同,从一天到几天不等。

水灾害监测工作是减灾的重要环节。通过实时的监测,掌握第一手的灾情,是对水灾害及其危害充分认识的必需手段。传统的评估一般由当地统计部门统计上报,效率不高。

遥感技术在水灾害信息获取中得到越来越多的应用,逐渐代替了传统的以人工为主的信息采集手段,使得灾情评估分析实现从定性的评价量化到具体的损失的转变,通过遥感和GIS实现监测范围与区域社会经济数据的结合,实现灾情信息的快速评估。

1.2.3 灾害预测、预报、预警对空间信息技术的需求

统筹地质灾害动态监测预警应用,建设专业监测预警系统,实现预警信息的实时获取,建立地质灾害预警发布和信息反馈通信网,地质灾害防御指挥机构等多部门联合的地质灾害监测预警平台,实现实时信息共享,为国家有关部门进行地质灾害防治和应急响应提供客观及时的基础信息和决策支撑需要。达到常时 32Mbit/s 的卫星带宽,实现监测数据、预警信息实时传输。

开展各灾害要素遥感监测,为海洋灾害预测、预警、预报提供初始场。加强与灾害相关的水文、气象等环境因子的遥感监测,为预测预报提供技术支持,提高预测预报的准确性和精度。

对于气象灾害的监测、预警,气象灾害造成的危害以及地基、空基气象灾害监测方法的验证、改进,同样需要气象、水文、地质、海洋、生物和土壤等行业部门设立的自动及人工站点(地基)监测信息,以及民政等部门的地面灾情实况调查数据、测绘部门的基础地理信息和相关部门的社会经济数据的支持。

与农业灾害监测和跟踪的需要相比,农业自然灾害预测、预报、预警需要的空间数据技术指标可以适当降低。预测范围主要是全国尺度、省级尺度以及县级尺度,需要的空间分辨率从 10m 到 10000m 不等,需要的时间分辨率也不同,从 5d 到 10d 不等。

水灾害方面,降低洪涝灾害风险要求在洪涝灾害发生前就做好预报预警工作,由此通过科学合理可信的方法和模型,在水文、气象、地理等数据的支撑下,做好水文预报及洪涝灾害程度预警是降低洪涝风险的必要条件。近年来,频繁发生严重干旱造成了巨大的经济损失,因此迫切需要旱灾发生之前、旱情发生过程之中有效地提高预报预警水平和能力,从而有效地运用抗旱手段,尽可能地减少因旱损失。目前,国内外相关部门在干旱预警业务能力上都有待提高,尤其是在空间技术的应用方面还需要不断提升。

1.2.4 灾害应急救援对空间信息技术的需求

地震应急救援的基础是对灾区受灾程度、分布范围的快速、实时、动态和准确的把握,其对空间信息技术的需求包括地震灾区灾情信息的获取、定位、传输,因而涵盖了卫星遥感、卫星通信和卫星导航,同时也包括各种机载信息获取平台。

地震灾情信息内容十分丰富,震后迫切需要了解的灾情信息包括灾区受灾程度和范围,灾区建筑物破坏,交通、电力、通信等各种生命线破坏,地震造成的人员伤亡,地震导致的地表破裂、地面变形、滑坡、泥石流、地面震陷、海啸、堰塞湖等地震地质,地震引发的放射性泄露、毒气泄露、火灾和水灾等次生灾害,地震对农田、生态和环境的破坏等。震后地震应急救援指挥调度、灾民安置和恢复重建情况等,也是指挥抗震救灾的重要

信息。灾后首要的任务是救人,最重要的要求是时效,地震巨灾的灾区范围巨大,仅靠单一手段(机载、星载)、单一传感器(光学、雷达等)和单个遥感设备均难以满足实际灾害监测的需求,只有构建系列多种多套(多星和机载平台)信息获取系统才能从根本上保证信息的准确实时获取,并借助高效的数据传输系统,才能实现灾情信息的快速整体把握和准确及时的应急指挥决策,实现真正意义上的减灾实效。

保障崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害事件发生后极短时间内有数据、有分析、有应急处置建议,提高应急信息快速响应能力需要空间信息技术支撑。应急处置时保障语音、数据、视频等业务的传输,快速完成地质灾害应急调查和评估,以及支撑地质灾害应急响应保障体系,也同样需要空间信息技术。

汛期时,2~3个月内完成全国情况的快速调查,迅速形成专题信息。空间分辨率最大可达0.05m的光学、雷达数据,光谱分辨率为0.1 μm ,时间分辨率为1~30d,应急响应时间在2h以内,GPS定位精度为0.01m。

在灾害发生较短时间内,监测受灾地区全面、详实的信息,并结合灾前数据库信息,制定科学合理的救援措施,对降低生命、财产的损失尤为重要。

灾害发生时,提供实时的能覆盖全部灾区的分辨率高的卫星资料,监测灾后灾区地物分布实际情况。同时迅速检索灾区周边地区人力、物力分布储备状况等因素,制定科学合理的人员疏散、人员安置、资源调配等救灾措施。

农业灾害应急救援需要的空间数据及时性要求比较高,洪涝灾害监测需要每天一次数据覆盖量,而干旱、风雹、病虫害应急救援可以用3~5d的数据。

水旱灾害应急救援,需要以雷达技术为代表的遥感手段发挥全天候的工作能力;针对干旱灾害受灾面积大、持续时间长的特点,包括遥感在内的空间技术大有用武之地;对于突发水污染来说,空间技术可以发挥动态、快速监测的优势。

1.2.5 灾后重建对空间信息技术的需求

利用航空和卫星快速获取震区的高分辨率光学遥感数据,通过快速识别技术,掌握灾区建筑物破坏的整体情况,为有效地指导救灾工作的部署提供技术支持。大震发生后往往伴随着大雨天气,利用高分辨率雷达卫星的穿透能力可及时反映出房屋、道路、交通和通信设施的破坏情况,可靠地获取地震灾情,有效地提升救援指挥的准确性和反应速度,为地震应急救援与指挥工作提供第一手的灾区信息资料。红外遥感能够在夜间成像,对于夜间发生的地震,通过分析红外数据可获得第一手灾情资料,为组织地震紧急救援争取宝贵时间。

原址重建时对工程规模评估、次生地质灾害危险性的快速评估,异地重建时的场址比选、地质灾害危险性、建设适宜性、环境承载力等的快速评估等都离不开空间信息技术。

储备灾前地质地貌调查成果,开展灾后地质地貌调查工作。为灾后家园重建等各个环节提供技术支持。

农业灾后重建对空间数据需要实效性相对稍弱,与各种灾害重建和农业生产特点相