

我国森林火灾预警监测技术体系发展思考

覃先林¹, 陈小中², 钟祥清², 祖笑锋¹, 孙桂芬¹, 尹凌宇¹

(1. 中国林业科学研究院资源信息研究所 国家林业局林业遥感与信息技术重点实验室, 北京 10091; 2. 四川省林业信息中心, 成都 610081)

摘要:对我国森林火灾的预警监测手段和卫星遥感预警监测技术研究的发展现状、存在问题和发展趋势进行了分析, 并对构建服务于我国生态文明建设的天、空、地一体化的林火预警监测体系建设进行了展望。

关键词:林火预警; 林火监测; 森林防火

中图分类号:F326.2;S762 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-6622(2015)06-0045-04

DOI:10.13466/j.cnki.lyzygl.2015.06.009

Development of Forest Fire Early Warning and Monitoring Technique System in China

QIN Xianlin¹, CHEN Xiaozhong², ZHONG Xiangqing², ZU Xiaofeng¹, SUN Guifen¹, YING Lingyu¹

(1. Research Institute of Forest Resource Information Techniques, CAF, Beijing 100091, China; State Laboratory for Remote Sensing and Information Techniques, CAF, Beijing 100091, China; 2. Forestry Information Center of Sichuan Province, Chengdu 610081, China)

Abstract: The current status, problem and development trend of forest fire early warning and fire monitoring instruments and methods have been analyzed in this paper. At the same time, the design of forest fire early warning and monitoring system using satellite, aviation and ground techniques have also been prospected for Chinese ecological culture construction.

Key words: forest fire early warning, forest fire monitoring, forest fire prevention

随着我国大力加强林业生态文明建设, 人工林覆盖面积大量增加, 林内可燃物增多; 林农间种、旅游业等带来林内火源增多; 全球气候变暖造成高森林火险天气数量增加; 境外火入侵带来我国森林资源损失; 这些因素造成了我国近几十年内森林大火时有发生、森林防火工作较严峻的局面。因此, 要实现“打早、打小、打了”的森林火灾预防扑救方针, 应利用现代高新技术, 加强森林防火预警监测体系的建设。

1 我国林火监测现状

1.1 监测措施

目前, 我国的林火监测措施按空间位置可划分为地面巡护、近地面监测(如瞭望台观测、视频监控等)、航空巡护和卫星监测等4个监测层次。这4种层次的监测手段, 各自都存在一定的优势和局限性^[1]。目前, 卫星监测已成为全国火情日常业务监测的一种重要技术手段, 主要使用的是 NOAA, MODIS 以及风云等中低空间分辨率的极轨卫星, 其时

收稿日期: 2015-09-29; 修回日期: 2015-11-20

基金项目: 国防科工委重大专项项目(21-Y30B05-9001-13/15)

作者简介: 覃先林(1969-), 男, 四川南溪人, 副研究员, 博士, 主要从事植被变化及林火预警监测技术研究。

Email: noaags@ifrit.ac.cn

间分辨率较高。一景图像包括的区域宽,能较好地反映较大区域的状况,但目前空间分辨率不高;另外,虽然卫星每天可早晚各1次覆盖同一地区,但2次的时间间隔大约在12h;并且由于云的干扰,实际中并不是每次都能获取到覆盖火场的有效的影像数据;这些因素导致了在火灾扑救指挥中,指挥员因缺乏对火场状况信息及时了解,带来延误扑火战机或作出不恰当的指挥决策等现象;而航空遥感相对于这些卫星遥感数据来说,尤其是近年来被广泛关注的无人机具有的机动快速、使用成本低、维护操作简单等技术特点,具有对地快速实时巡察监测能力,是一种新型的中低空实时快速获取火情信息的系统,在对车、人无法到达地带的资源环境监测、林火监测及救援指挥等方面具有其独特的优势;但所观测的区域较窄,也缺少有效提取火情信息的技术方法。通过视频监控、瞭望和地面巡护等监测手段可以及时发现林火,但其监测范围极其有限,并且需要花费大量的人力,也难于满足对全国林火信息的及时监测与扑救的业务需求。

1.2 卫星遥感预警监测技术研究

早在20世纪50年代,我国就开展了利用航空遥感技术进行林火监测的技术方法研究。到20世纪70年代末、80年代初,美国的TM,NOAA等卫星数据逐步被我国专家学者应用于林火监测方法研究中,并在1987年大兴安岭特大森林火灾(“八七”特大森林火灾)监测中发挥了重要作用。随着卫星遥感技术和应用技术的发展,我国的科研人员不断地探讨利用卫星遥感技术进行森林防火应用技术的研究,取得了许多阶段性的成果。“八五”期间,我国科研人员在西南等林区系统开展了林火卫星预警监测技术试验,形成了一批高质量的技术成果^[2];易浩若等^[3]将专家系统方法应用于西南林区的森林火灾监测中,不仅提高了林火识别精度,而且也缩短了与国际同行研究水平的差距。“九五”期间,我国科研人员进一步开展了卫星遥感林火监测应用技术研究。如易浩若等^[4]针对重特大森林火灾评估的技术难题,形成了基于NOAA/AVHRR数据的森林大火面积测算方法。“十五”以来,面对国内外不断面世的新型卫星遥感数据,我国学者解

决了利用这些新型卫星数据进行林火预警监测的应用技术。如:覃先林等^[5-12]分别针对新出现的Terra/Aqua MODIS,ENVISAT-AATSR及环境减灾小卫星、风云三号、天宫一号等卫星数据林火预警监测应用技术需求,解决了林火监测预警模型中可燃物类型分类方法、植被因子估测、小火点自动识别和火线提取等应用技术;郭广猛^[13]则利用MODIS数据进行了森林火险预警的应用方法与实践;杨飞等^[14]针对卫星数据林火信息快速提取的技术需求,实现了利用高性能平台林火信息提取的技术。同时,丁忠校^[15]、黄承韬^[16]等分别利用视频监控技术进行森林火灾监测的应用技术研究,并应用于研究区的森林防火监测工作。通过20多年的技术攻关和应用系统建设,我国逐步研究形成了基于卫星遥感数据的火情监测应用方法和技术系统^[17-18];同时,还将全球定位系统、海事卫星技术等应用于我国森林火灾的预防扑救工作中。我国国家森林防火指挥部卫星林火监测系统从1995年一直应用至今,已从单一的NOAA/AVHRR资料到综合应用NOAA,FY,MODIS资料,成为目前全国森林火灾宏观监测的主要手段,并为扑救指挥提供了可靠的数据和技术支撑。

目前,在联合国粮农组织的倡导下,由20多个国家和NASA,ESA等国际组织参与,国外正开展综合利用遥感技术、地理信息系统技术和网络技术等现代信息技术进行全球火的早期预警、监测和评估应用系统的建设;同时,随着人们对环境和可持续发展的日益关注,欧美等国家近年来在研究建立利用遥感技术进行生物质燃烧及其温室气体排放对全球环境的影响等监测和评估的应用系统^[19-20]。与国外相比,我国在利用空间信息技术开展林火发生机理、孕灾环境、致灾要素的反演、灾前预测预报、灾中监测与灾后评估、业务应用系统集成等技术方法,与国外还存在一定的差距。

2 林火预警监测中存在的问题

2.1 现有预警监测手段与服务仍未形成整体

1) 近年来,国家以及各级地方政府投入大量资金加强森林防火信息化建设,相继启动或完成了用

于国家级和区域级的森林防火预警监测、火险因子采集、防火指挥等设施和管理系统建设,这些监测设施和管理系统为国家和地方森林防火管理部门提供了丰富的火情信息服务。但是,由于受建设渠道、目的和服务对象等因素的影响,许多地方投资建设的预警监测设施、森林防火管理系统大多各成体系,标准不一、重复建设、功能交叉,导致信息资源不能共享,形成了一个的“信息孤岛”,未与全国的森林防火预警监测体系形成统一整体。

2) 森林防火是一项综合性协同业务,如何将这些跨行业、跨部门,具有不同目的、功能和层次的异构系统统一在一起,有效整合多源异构的海量森林防火数据,实现信息资源的无缝集成共享,满足森林防火工作统一调度、协同作战的需求,推动森林火灾预警监测、分析决策能力的拓宽和深化,是当前和今后一定时期内迫切需要解决的课题之一。

2.2 卫星遥感技术有待提高

1) 根据历史森林火灾发生统计分析表明:我国的森林着火时段大都发生在11:00—16:00点之间,如果扑救不及时,则会形成森林大火,造成森林资源破坏,影响人民生命财产安全。目前及未来发射的大多数极轨卫星数据过境时间分布在当地时间7:30—11:00,13:30—15:30这段时间内,用于我国森林火灾业务监测中的NOAA,MODIS和FY等卫星数据虽然每天早晚可各覆盖同一个地方2次,并且上午过境的卫星远比下午过境的卫星数量多,但卫星过境的时间间隔还是太长、覆盖频次偏低,还不能满足我国的“打早、打小、打了”的森林防火应用技术需求。

2) 由于我国南北气候、植被差距较大,并且在我国林区(尤其是在南方林区),常常存在林农间种、生产用火等问题;目前用于森林火灾预警监测中的中低空间分辨率极轨卫星数据,由于卫星轨道的飘移及定位精度的限制,常常造成火点的定位精度不高。

3) 虽然卫星的热通道值对地面高温点反映较敏感,但是利用卫星数据进行林火监测,一般会受到高温饱和、裸地和强反射面反射的阳光等因素的干扰,常常会出现错判和漏判火点的现象。因此,

未来我国需要发展热红外通道高温饱和点较高的高温传感器、尤其是具有凝视功能和探火性能强的高分遥感卫星。

2.3 业务应用系统有待完善

在卫星遥感火情预警监测应用中,为保证森林火灾监测结果的准确性,卫星火情监测业务运行中目前仍主要采用人工目视解译的方法,由值班人员手工进行监测结果的发布,费时费力。另外,我国目前已利用气象数据开展了国家级、省级、县级等不同层次的森林草原火险天气预报服务;也在不同区域开展了森林草原火险等级预测预报技术方法的研究,但现在还没有形成国家级/区域级的森林火险等级预测预报业务运行系统。由于卫星数据分辨率的限制,目前我国科研部门较多地利用卫星遥感技术进行灾情评估方法研究,业务部门并没有形成基于卫星遥感技术的灾情评估应用系统和开展基于卫星遥感技术的业务评估服务。同时,目前利用航空(有人机和无人机)和地面观测(视频、瞭望)等手段进行火情监测中,仍缺少有效的火情自动识别应用系统,也主要依靠的是人工目视判别方法来发现火情。这些因素不利于“打早、打小、打了”的森林防火预防扑救的技术需求。

3 发展对策

3.1 分层次规划构建林火预警监测体系

由于对林火预警监测的范围和程度不同,所需要的设施及技术手段也不尽相同,因此,应分层次规划构建我国的林火预警监测体系,避免森林防火设施建设缺少整体性和盲目性。如在国家级层面要实现“早发现、早决策和早扑救”,则应以卫星(卫星遥感、卫星通讯和卫星导航等)为主要技术手段,综合利用多源、多时相卫星数据,实现每日对我国林区全覆盖监测;对于省级或重点林区,在防火期内可以航空(有人机、无人机)为主要手段,辅助国家层面下发的卫星监测的火情信息,开展林火预警监测工作;对于县级或国营林场,则应以(近)地面监测技术手段为主。但这些层次的监测手段需要纳入到统一的国家预警监测技术体系中,并且将卫星导航通讯(如北斗卫星)等功能引入到森林防火

中,从而形成天、空、地一体化的林火预警监测体系。

3.2 加强林火预警监测应用技术研究

未来应结合新的空间信息获取技术(如凝视技术、无线传感器、物联网技术等)和应用处理技术(如网格技术、云计算技术和大数据挖掘技术等)的发展,尤其是与我国“十二五”和“十三五”将发射的7颗民用高分卫星计划(其空间分辨率可达米级、时间分辨率将可达到分钟级、高光谱分辨率将达到 nm 级)、高分航空计划和陆海规划等相结合,开展林火预警监测应用技术研究,解决这些监测平台在林火预警监测中的应用技术,充分发挥新设备在我国森林防火预警监测中的作用。

3.3 加强地面应用处理系统建设

地面应用处理系统是整个林火预警监测技术体系的重要组成部分。地面应用处理系统可根据实际的情况,在我国现有的森林防火应用系统的建设基础上,补充或增加部分功能,以达到资源的优化利用和最小配置。一方面可以节省建设投资,加快建设进度;另一方面有利于现有技术手段和新的技术手段在森林防火管理应用中形成互补并发挥最大效益,从而形成信息获取、信息提取和信息共享与服务的综合应用服务系统。

4 结语

森林火灾预警监测技术体系建设是一项复杂的系统工程建设,不仅涉及到多学科知识的综合应用技术问题,而且还牵涉到多部门间、以及同部门各级间协调配合等管理难题。本文通过对我国目前森林火灾的预警监测手段和卫星遥感预警监测技术研究的发展现状、存在问题的分析,结合国内外森林防火预警监测技术发展趋势,提出了构建服务于我国生态文明建设的天、空、地一体化的林火预警监测体系建设技术措施。

参考文献:

- [1] 吴雪琼,覃先林,李程,等. 我国林火监测体系现状分析[J]. 内蒙古林业调查设计,2010,33(3):69-72.
- [2] 赵宪文. 森林火灾遥感监测评价[M]. 北京:中国林业出版

社,1995.

- [3] 易浩若,白黎娜,纪平. 专家系统用于遥感图像处理的方法研究[J]. 林业科学研究,1994(1):13-17.
- [4] 易浩若,纪平. 森林过火面积的遥感测算方法研究[J]. 遥感技术与应用,1998,13(2):10-14.
- [5] 覃先林,易浩若. 基于 MODIS 数据的林火识别方法研究[J]. 火灾科学,2004,13(2):83-89.
- [6] 覃先林. 遥感与地理信息系统技术相结合的林火预警方法的研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2005.
- [7] Qin Xianlin, Li Zengyuan, Yi Haoruo, et al. Forest fires identification using AATSR and MODIS data[J]. European Space Agency, (Special Publication), 2006, 1:293-299.
- [8] 覃先林,李增元,易浩若,等. 基于 ENVISAT-MERIS 数据的过火区制图方法研究[J]. 遥感技术与应用,2008,22(4):1-6.
- [9] 覃先林,张子辉,李增元. 一种利用 HJ-1B 红外相机数据自动识别林火的方法[J]. 遥感技术与应用,2010,25(4):700-706.
- [10] Qin Xianlin, Zhang Zihui, Yan Hou, et al. An automatic forest fires identification methodology using FY3A/B VIRR Images [C]// Brebbia C A, Perona G. WIT Transactions on Ecology and The Environment. New Forest UK: WIT Press, 2012:101-111.
- [11] 覃先林,朱曦,杨飞,等. 天宫一号高光谱数据探测火情状态敏感谱段分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(7):1908-1911.
- [12] 覃先林,杨飞,祖笑峰,等. 火线轮廓参数卫星遥感定量提取方法[J]. 红外与毫米波学报,2014,33(6):642-648.
- [13] 郭广猛. MODIS 数据处理及其在林火预警中的理论与方法研究[D]. 北京:中国科学院,2004.
- [14] 杨飞,覃先林,周汝良,等. 基于高性能集群计算平台的林火监测算法[J]. 计算机工程,2012,38(7):290-293.
- [15] 丁忠校. 视频监控系统的现状与发展综述[J]. 科技咨询导报,2007(28):47-48.
- [16] 黄承韬. 省级森林火灾视频监控与指挥平台的建设[J]. 信息技术,2009(4):89-92.
- [17] 易浩若,纪平,覃先林. 全国森林火险预报系统的研究与运行[J]. 林业科学,2004,40(3):203-207.
- [18] 覃先林,张子辉,李增元,等. 林火预警及实现方法[J]. 北京林业大学学报,2010,32(4):17-21.
- [19] Wooster M J, Roberts G, Perry G L W, et al. Retrieval of biomass combustion rates and totals from fire radiative power observations: FRP derivation and calibration relationships between biomass consumption and fire radiative energy release[J]. Journal of Geophysical Research, 2005, 110(D24311):1-24.
- [20] Kumar S S, Roy D P, Boschetti L, et al. Exploiting the power law distribution properties of satellite fire radiative power retrievals: A method to estimate fire radiative energy and biomass burned from sparse satellite observations[J]. Journal of Geophysical Research, 2011, 116(D19303):1-18.