

MODIS 数据在南方丘陵地区局地森林火灾面积 评估中的应用研究^{* 1}

张春桂¹⁾ 黄朝法²⁾ 潘卫华¹⁾ 林 晶¹⁾

¹⁾(福建省气象科学研究所,福州 350001) ²⁾(福建省森林防火指挥部办公室,福州 350001)

摘 要

根据 2004 年的 MODIS 数据和森林火灾地面调查数据,以福建省为例,来探讨典型南方丘陵山区森林火灾发生后火灾面积大小评估的技术方法。在对火区 250 m 分辨率 MODIS 数据特征分析的基础上,通过 MODIS 近红外通道反射率和归一化植被指数在火灾发生前后的散点图,结合火区的假彩色合成影像,利用 ENVI 软件的 ROI 处理功能建立火灾面积评估技术方法。对 35 起森林火灾样本进行评估,过火面积总体估算误差为 15 hm²,结果表明,在南方丘陵山区,应用 MODIS 数据开展森林火灾面积评估,能较好地满足业务需求。

关键词: MODIS 数据; 森林火灾面积; 评估

引 言

利用卫星遥感技术可以开展森林火灾的火险预警^[1]、火点监测^[2-6]和过火面积测算^[7-9]。南方丘陵山区森林火灾的蔓延面积一般不大,利用地面分辨率为 1 km 的 AVHRR 资料来评估火灾面积其技术难度大而且估算精度低。目前利用 TM 影像数据开展火灾面积评估的应用研究较多,如周小成等^[8]利用 TM 数据,建立了基于知识的多时相图像上森林火烧迹地提取模型,陈本清等^[9]利用 TM 数据,应用最佳波段监督分类法、PC3 滤波阈值法和 IHS 变换法对森林火灾信息进行提取。但利用 MODIS 数据进行森林火灾面积评估研究目前文献资料中还少有报道。

1 数据来源及预处理

1.1 卫星数据

本研究的 MODIS 数据全部来自福建省气象科学研究所卫星接收站实时接收的数据信号经解调、解码后生成 L0 级数据文件,再经过解包与归整、地理定位、多通道定标校正,生成 L1B 级数据文件,同

时从 36 个探测通道中拆出 250 m 分辨率通道数据并进行等经纬度投影,生成福建省区域的局地数据集,以上数据预处理由国家卫星气象中心提供的 ShineTek 软件包完成。为了保证不同时相、同一地理位置的卫星数据能严格配准,还利用 ENVI 软件对火灾发生前后的两幅图像进行进一步的地理精校正。

1.2 火灾地面调查数据

2004 年福建省共发生森林火灾 1188 起,其中过火面积在 25 hm² 以上的有 232 起。福建省地处东南沿海,一年四季云系都比较多,根据林火发生时需要晴朗的卫星资料,通过对火灾地理位置、起止时间、主要植被及其损失情况的调查,选择 35 起森林火灾作为统计分析样本。

2 火区 MODIS 数据特征分析

根据 35 起森林火灾统计样本,选择每起森林火灾前与火灾后共计 70 景 MODIS 影像,根据目视识别初步获得每起火区的大概地理范围,并以火区地理位置为中心,选择一正方形区域(宽度在 5~20 像元之间)作为火区 MODIS 数据统计区域,统计分单通道(CH1,CH2)反射率和归一化植被指数(NDVI)进

* “数字福建”339 工程项目“福建省 EOS/MODIS 卫星数据接收处理系统”资助。

2005-09-27 收到,2006-06-23 收到再改稿。

行。从统计结果可以得出,无论是最小、最大或者平均值,CH2 反射率数据和 NDVI 数据在火灾发生后显著低于火灾发生前,CH2 反射率平均降低 6.65%, NDVI 平均降低 0.23。而 CH1 反射率数据在森林火灾发生后普遍比灾前变小(占总样本 71%),但也有变大的情况(占总样本 29%)。

各种绿色植被在可见光和近红外光波段具有明显不同的吸收和反射光谱特征,MODIS 的通道数据同样有这种光谱特征的反映,在红外光波段 CH1 主要是植被吸收,在近红外光波段 CH2 主要是植被反射。森林火灾发生后,林地的光谱特征与火灾发生前相比显然发生了明显的变化,与其他地物相比也有明显的差异,林地颜色变深变暗,表现在不同波段上也就有不同的光谱反射率。一般由于林地部分或者全部被火烧毁,植被叶绿素含量大幅度降低,从而会导致在近红外光波段 CH2 的光谱反射率有明显的下降,另一方面,由于植被被破坏,叶绿素明显降低,其对红光波段 CH1 的吸收也有所下降,反射则有所增强。但从统计结果来看,CH1 反射率以变小为主,这可能是与南方丘陵山区复杂的植被生态环境有关。

由此可见,MODIS 的 CH2 反射率数据和 NDVI 数据在南方丘陵山区火灾发生前后有着显著的变化特征,同时所选择的 35 起林火统计样本,基本涵盖了南方丘陵山区森林防火期的不同时段,可以此作为评估林火面积的指标。

3 林火面积评估方法与结果分析

在林火面积评估时,主要考虑利用火区 MODIS 数据的第二波段反射率以及由第一和第二波段组成的 NDVI,分别根据这两者在火灾前后所反映的变化特征来测算火区面积的大小。下面以 2004 年 10 月 18 日 08:30—18:00(北京时,下同)莆田市东海镇一起森林火灾为例,简述林火灾后面积评估技术方法。

首先采用红(CH1)、绿(CH2)、蓝(CH1)方式对 MODIS 数据进行假彩色合成,在合成的影像中火区通常呈现为暗黑色,这对于目视识别火区大概范围极为有利。图 1 是 10 月 18 日莆田市东海镇森林火灾发生前后的假彩色 MODIS 卫星合成影像,火区为图 1 中方框所示范围。

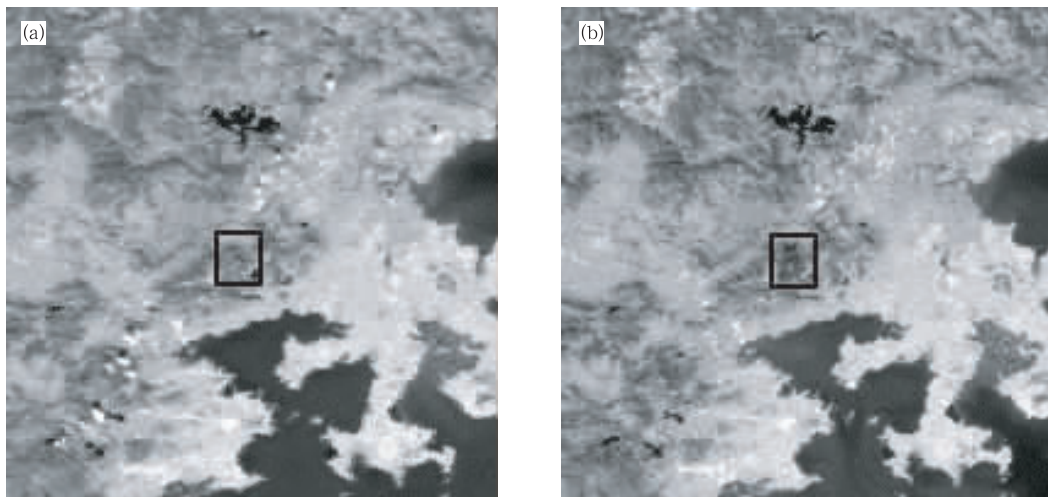


图 1 2004 年 10 月 17 日火灾前(a) 和 19 日火灾后(b) MODIS 卫星影像

Fig. 1 MODIS image on Oct 17 (a) and Oct 19 (b) in 2004 before and after the forest fire

利用 ENVI 软件分别生成 CH2 反射率(图 2) 和 NDVI(图 3)在火灾发生前后的散点图。在散点图中,可以看出火灾后的 CH2 反射率和 NDVI 数值均有明显降低的特征,在图中表现为大部分的像元点集中在散点图的右下角。

同时,图 2 中平行于横轴和纵轴的两条线表示火灾后和火灾前 CH2 反射率的平均值,分别为 10.5%和 20.9%,而图 3 中平行于横轴和纵轴的两

条线表示火灾后和火灾前 NDVI 的平均值,分别为 0.20和 0.58,它们将散点图中对角线右下侧区域分割为 4 个子区域 A, B, C, D。其中 D 区火灾前后 CH2 反射率或 NDVI 变化幅度最大, A 区最小, B 和 C 区介于其中。通过对 35 起森林火灾资料的前期试验性分析,结果表明火区像元落在 D 区的概率最大,因此可以初步确定火区像元分布在散点图的右下侧区域的 D 区。

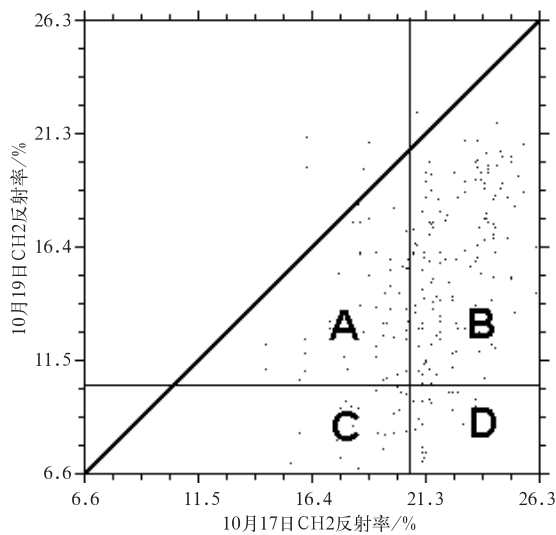


图2 灾前灾后 CH2 反射率二维散点图
Fig. 2 Scatter plot of CH2 reflectivity before and after the forest fire

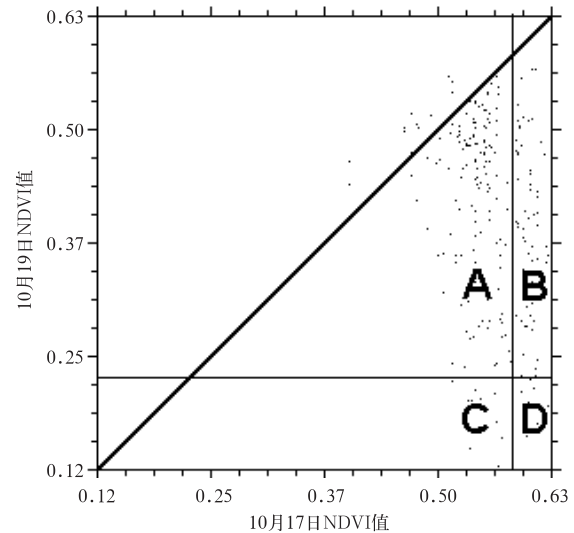


图3 灾前灾后 NDVI 值二维散点图
Fig. 3 Scatter plot of NDVI value before and after the forest fire

然后通过 NEVI 软件的定义“感兴趣区”(Region of Interest, 简称 ROI)方法,来识别灾前灾后 MODIS 影像中变化显著的像元。ROI 实质是卫星图像的一部分,但它可以是任意多边形、折线、点、圆环及其组合等不规则的形状,并且在同一图像中可以定义多个 ROI,ROI 通常用来提取分类的统计信息、掩膜等操作,本文采取从图像对应的散点图中定义 ROI,来实现交互式地从图像中提取林火信息。在散点图的 D 区,通过鼠标操作来定义 ROI,当一个 ROI 定义完成后,散点图中 ROI 内的像元将突出显示在 MODIS 假彩色合成图中,再通过目视判释是否与合成图中火区重叠来决定取舍 ROI 中的像元。考虑到森林火灾发生区域一般是连续的地理区域,在定义 ROI 时,还要考虑突出显示在 MODIS 假彩色合成图中像元是否连成一片,以剔除 ROI 中的噪声点,提高评估精度。

根据上述方法,2004 年 10 月 18 日莆田市东海镇森林火灾评估结果为:利用 CH2 反射率数据识别出相应的火区像元数为 54,利用 NDVI 数据识别出相应的火区像元数为 37,根据 250 m 分辨率的 MODIS 数据每个像元对应于 6.25 hm^2 进行换算,得出这起森林火灾灾后面积评估结果是 337.5 hm^2 和 231.25 hm^2 ,而实际地面调查是这次火灾过火面积为 323.3 hm^2 ,毁林面积为 191 hm^2 。

从 2004 年福建省 35 起森林火灾的评估结果来看,由近红外波段 CH2 反射率测算的火区面积接近于地面调查的过火面积,而由 NDVI 测算的火区面

积接近于地面调查的毁林面积。福建省是典型的南方丘陵山区,地物极其复杂多样,林区、农田、果园、茶园混杂,一般地说林火过火面积并不全是绿色植被,有可能包括其他地物,而归一化植被指数 NDVI 反映的是绿色植被的信息,其测算得到的结果应该与地面调查的毁林面积较为吻合。由此可见,利用火区 MODIS 数据的 CH2 反射率和 NDVI 值,可以较好地对林火灾后面积进行评估。

估算值与实际值之间的误差,一般用均方差来表示,35 起森林火灾面积总体均方差,用 CH2 反射率评估时是 14.57%,用 NDVI 评估时是 48.59%。经过分析认为,2004 年 2 月 28 日闽侯县洋里乡洋头村和 2004 年 3 月 7 日南靖县梅林乡坎下村这两起火灾的毁林面积调查数据明显偏小,与实际情况可能有出入,如果剔除这两个样本,则用 NDVI 评估时均方差是 25.79%。因此,在评估火灾过火面积时,本技术方法总体估算误差可在 15 hm^2 以内,在 MODIS 影像中约为 3 个像元的误差,评估效果较好,能基本满足南方丘陵山区森林火灾面积评估的业务需求。

MODIS 数据不仅具有高的空间分辨率,而且白天一般可接收到三至四轨数据,适合于对森林火灾进行灾后评估业务。在实际应用业务中,可首先利用 AVHRR 资料的林火识别模型得到火区的地理位置,然后通过火灾发生前后的晴空区 MODIS 数据来评估林火面积的大小,评估结果可在当天或者几天内得出,视晴空资料情况而定。

4 小 结

1) 利用 250 m 分辨率的 MODIS 数据可对较大范围森林火灾进行灾后面积评估,具有客观、快速的优点,其评估时效比用 TM 数据好,评估精度比用 AVHRR 数据高。

2) 由于南方植被生长旺盛,恢复较快,用于面积评估的火灾前后晴空 MODIS 数据的获取时间距火灾发生时间不能太久,原则上时间越近越好,否则将影响测算精度。

3) 南方丘陵山区山坡陡峭,具有明显的地理空间特性,如果结合地理信息系统的高程和土地利用图进行评估可以进一步提高测算精度。

参 考 文 献

[1] 郑海青,张春桂,陈家金,等. 利用 NOAA 卫星遥感监测福建省

森林火险. 福建林学院学报,2003,23(2):114-118.

- [2] 梁益同,胡江林,谢萍,等. 基于神经网络的气象卫星影像森林火点自动识别的试验研究. 应用气象学报,2003,14(6):708-714.
- [3] 张春桂. 基于 RS 与 GIS 技术的福建省森林火灾监测研究. 福建林学院学报,2004,24(1):32-35.
- [4] 刘良明,鄢俊洁. MODIS 数据在火灾监测中的应用. 武汉大学学报,2004,29(1):55-57.
- [5] 张树誉,景毅刚. EOS-MODIS 资料在森林火灾监测中的应用研究. 灾害学,2004,19(1):58-62.
- [6] 覃先林,易浩若. 基于 MODIS 数据的林火识别方法研究. 火灾科学,2004,13(2):83-89.
- [7] 范天锡. 亚像元林火温度和面积的估算//环境监测与作物估产的遥感研究论文集. 北京:北京大学出版社,1991:165-170.
- [8] 周小成,汪小钦,高中灵. 基于知识的多时相 TM 图像森林火烧迹地快速提取方法. 灾害学,2005,20(2):22-26.
- [9] 陈本清,徐涵秋. 遥感技术在森林火灾信息提取中的应用. 福州大学学报,2001,29(2):23-26.

Evaluation of the Forest Fire Areas in the Hill Region in South China on the Basis of MODIS Data

Zhang Chungui¹⁾ Huang Chaofa²⁾ Pan Weihua¹⁾ Lin Jing¹⁾

¹⁾ (Fujian Provincial Meteorological Institute, Fuzhou 350001)

²⁾ (Fujian Provincial Forest Fire Management Headquarters Office, Fuzhou 350001)

Abstract

Based on the MODIS data which have 250 meters resolution and the ground investigation data of forest fire in 2004, the study taking Fujian Province as an example analyzes and discusses the technological method about how to assess the forest fire acreages when there is a forest fire in hills regions in the southeast China.

According to a number of forest fires cases happened in 2004, 35 typical cases are selected, the corresponding MODIS data characteristics are calculated and analyzed before and after the forest fires. The results show that the reflectivity of the near infrared channel (CH2) and the value of normalized difference vegetation index (NDVI) of MODIS data before the forest fire are obviously lower than after it, whatever are the data such as the minimum value of CH2 and NDVI, the maximum value or the average value. Moreover, the average reflectivity of CH2 declines by 6.65 points, and the average value of NDVI decreases by 0.23 points. The reflectivity of the visible channel (CH1) of MODIS data before the forest fire is much lower than that after it, and the ratio of samples to the total samples is 71%, but on the opposite, the ratio of samples with higher values reaches 29%. From the analysis, the reflectivity of CH2 channel of MODIS data and the NDVI value have different characteristics obviously before and after the forest fire on the mountain areas in Southern China, which can be used as an index to evaluate the size of the fire areas after the forest fire.

On the basis of analyzing the properties of MODIS data to detect the forest fire areas, the method of comparing the dispersed graph between reflectivity of the MODIS near-infrared channels and NDVI before and after the forest fires is adopted in the study, combining with the pseudo color composite image in the fire regions, some means to evaluate the forest fire acreages with the help of using ROI function to deal with MODIS data in ENVI software are found.

Finally, the study shows that the overall estimate error of burned acreages is 15 hectares in the evaluated 35 forest fire sample cases in 2004. At the same time, the calculated forest fire areas by the method of analyzing the reflectivity of the near-infrared channel (CH2) of MODIS data are showed and they are close to the actual results by ground investigation, and the areas of forest fire calculated by the means of adopting the value of NDVI are near the areas of the destroyed forest from ground investigation. Moreover, the results indicate it is significant that to evaluate the forest fire areas by the means of applying the MODIS data in hills of Southern China can be used in daily operational works and can meet the needs of monitoring the forest fire.

Key words: MODIS data; forest fire area; evaluation

《应用气象学报》征稿简则

《应用气象学报》(双月刊)是大气科学技术与应用研究的综合性学术期刊,主要刊登反映新理论与新技术在大气科学中的应用,以及大气科学理论与实践相结合,应用于各个有关领域的研究论文、业务系统和研究简报;国内外大气科学与应用气象科学发展中的新动态与新问题的探讨与评论;国内外重要学术会议或研究业务活动的报道;气象书刊评介。

来稿要求和注意事项:

1. 论点明确、文字精炼。摘要请按文摘四要素(目的、方法、结果、结论)书写,列出 3~5 个关键词,作者姓名请附汉语拼音,所在单位请附中英文名称、地名、邮编。要求中文摘要为 200~400 字,英文摘要为 500 个单词左右(并请附对应的中文译文)。

2. 稿件请在 A4 幅面的纸上用 5 号字隔行单面打印,寄交最后审定稿时,稿件连同电子版一并交编辑部。

3. 插图请插入文中,要求准确、清晰、美观。图中坐标、单位请勿遗漏,中英文图题及说明写在插图下面。表格请采用三线表形式,并列出中英文表题,文字须端正和清晰。

4. 稿件中的数字及符号必须清楚无误,易混淆的外文字母、符号,用铅笔标注文种,大、小写,正、斜体,黑、白体,公式中的上、下标。

5. 参考文献请择主要的列入,并请按文中引用顺序标号。期刊书写格式:作者. 文章题目. 刊名,年,卷(期):起止页;专著书写格式:作者. 书名. 译编者. 出版地:出版社,出版年:起止页。

6. 计量单位请按《中华人民共和国法定计量单位》列出,已废止的单位请换算成法定计算单位。

7. 科技术语和名词请使用全国自然科学名词审定委员会公布的名词。外国人名和地名,除常用者外请注明原文。

8. 来稿时请附全体作者签名的《承诺书》(链接地址 <http://cadata.cams.cma.gov.cn/yyqx/yyqx.jsp>)。稿件自收到之日起,将在 6 个月内决定刊用与否,来稿一经刊登,酌情收取版面费,并酌付稿酬,请自留底稿,不登者恕不退还。

9. 本刊已加入“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”。本刊所付稿酬包含光盘稿酬和刊物内容上网服务报酬。凡向本刊投稿的作者(除事先声明外),本刊视为同意将其稿件纳入此两种版本进行交流。

欢迎来稿。来稿请寄:北京中国气象科学研究院《应用气象学报》编辑部,邮政编码:100081。电话:(010)68407086,68408638;E-mail 地址:yyqxxb@cams.cma.gov.cn, yyqxxb@163.com。