

卫星遥感资料在森林火灾监测中的应用

张广英,赵明文,王付华

(大兴安岭地区气象局,黑龙江 加格达奇 165000)

中图分类号:S716

文献标识码:B

1 引言

大兴安岭林区是我国重要的林业基地,近几年,由于气候干旱和火灾造成的损失越来越严重,气象卫星监测林火在森林防火工作中发挥了重要的作用,但卫星资料在森林保护工作中应用还存在一定的局限性,通过介绍卫星遥感技术应用同时,旨在拓宽思路,为大兴安岭森林生态系统的建设提供更完善的卫星遥感应用服务。

EOS 卫星是第一个对地球过程进行整体观测的系统,进行土地利用和覆盖、自然灾害分析以及气候变化、大气臭氧层变化研究,每 1~2d 对全球观测一次,MODIS 探测器的地面分辨率为 250m、500m、1000m,其最高分辨率是 NOAA 卫星的 4 倍。MODIS 遥感器在设计上考虑了火灾监测,其监测能力远远超过了现存的其它遥感仪器。其火灾监测产品包括异常高温点识别、火灾地区能量释放总量,明火区与闷烧区比率和燃烧面积估算等。

2 NOAA/AVHRR 资料在森林火灾监测上的应用

NOAA 气象卫星上的一个主要遥感探测器 AVHRR(甚高分辨率辐射计)是一个多光谱扫描仪,其资料可以广泛应用于环境监测,其光谱通道特性(见表)。

目前卫星遥感分辨率可以达到 1~1000m。高分辨率卫星能提供更多的信息同时需要处理的信息量也很庞大。气象卫星虽然空间分辨率低,但在森林火灾业务监测上较其他卫星提供高时间分辨率的资料,在环境监测上很有实用价值。

表 NOAA/AVHRR 光谱通道特征

通道序号	光谱波段(um)	光谱特征
1	0.55~0.9	可见光
2	0.725~1.0	近红外
3	3.55~3.93	中红外
4	10.3~11.3	热红外
5	11.5~12.5	热红外

在森林火灾监测应用上,通过对观测通道数据的计算,提取两个与环境研究密切相关的参数,即归一化植被指数(NDVI)和地表温度(ST)。

2.1 归一化植被指数(NDVI)

地物光谱反射特征表明了不同类型地表之间的差异,可以用来区分地表覆盖类型,叶绿素吸收光谱在 0.62~0.7μm 的辐射,并反射在 0.74~1.1μm 的近红外光。把电

磁波光谱中可见光部分与红外光部分通过数学运算方法归纳出反映植被特征的光学因子,即归一化植被指数。数学表达式如下:

$$NDVI = (Ch2 - Ch1) / (Ch2 + Ch1)$$

式中 Ch1、Ch2 为 NOAA/AVHRR 第 1、2 通道的反射率。

植被指数的变化与植物覆盖密切相关,当火灾或洪水过后,绿色植物减少,植被指数也显著减小。

森林火灾过火面积的估算是根据燃烧植物的种类、土壤类型、火灾过后的时间间隔以及受灾程度(全部或部分),火灾过后植被明显减少,可根据植被指数值的差异计算出过火面积。因此利用植被指数在分辨植被变化、评估勘测受灾面积是可行的技术方法,是监测森林火灾和评估灾害损失快速有效的途径。

2.2 地表温度(ST)

气象卫星探测温度是根据地表在红外波段的辐射特性探测其热状态的。根据 NOAA/AVHRR 的光谱特性和普朗克辐射随温度波长的变化,地表面处于常温时,辐射峰值在通道 4、5 的波长范围;当地面出现高温目标时辐射峰值就移向通道 3 的波长范围。AVHRR 探测温度在 190~320K,在常温下相邻像元间的辐射率相差不大,但当地面出现火点这样的高温目标时,即使火点面积远远小于像元分辨率(1.21km²),其辐射值也明显高于其周围背景像元的辐射值,利用这一差别可判断出热点。

3 大兴安岭林区卫星遥感应用

3.1 森林火灾监测

地表温度 ST 的变化可以反映出地面高温点。根据 AVHRR 通道 3 的特性,用于火灾监测,白天生成可见光合成增强遥感图像(由 1、2、3 通道合成),夜间生成红外增强图片(3 通道),在监测图上火点表示红色。

连续几年干旱,林内积累了大量的可燃物,2003 年春季又异常干旱,高火险时段明显提前,从 3 月中旬开始到雨季来临,火情连续不断,在这种突发的自然灾害面前,卫星遥感监测充分发挥了优势,能非常准确地预报了火灾位置、面积,并昼夜监视火场动态,为扑灭山火提供了科学的参考。

2003 年 5 月 16 日卫星遥感发现十八站境内(125°38'E,52°43'N)有明显森林火灾热点(见图 1),后确认为火灾。由于干旱少雨,火灾持续较长,卫星遥感一直跟踪火情变化,实行动态监测,为扑灭森林火灾提供实况图片。尤其在

(下转第 40 页)

收稿日期:2004-05-17

第一作者简介:张广英(1966-),女,山东省临沂市人,南京气象学院,本科生,高级工程师。

02、08、14、20 时 4 次定时观测时次, 气压倾向一般是呈降、升、降、升趋势来变化的, 说明在气压下降时自动站与人工站气压差值较大, 气压上升时则差值变小。而从月最高气压平均差值为 -0.2°C , 月最低气压平均差值为 -0.4°C , 也可看出这一规律, 气压高时自动站与人工站差值小, 反之, 气压低时差值大。

表 2 自动站与人工站月最高气温比较

日期	温度 自动站月 最高温度($^{\circ}\text{C}$)	人工站月 最高温度($^{\circ}\text{C}$)	差值
2004.1	-5.6	-5.7	0.1
2004.2	-1.4	-1.3	-0.1
2004.3	12.1	12.2	-0.1
2004.4	23.7	23.7	0.0
2004.5	25.6	25.5	0.1
2004.6	33.7	33.8	-0.1
2004.7	31.3	31.3	0.0
2004.8	32.8	32.7	0.1
2004.9	25.9	26.0	-0.1
2004.10	21.7	21.6	0.1
平均差值			0.0

表 3 自动站与人工站气压差值

观测时次 日期	02 时	08 时	14 时	20 时	日平均	日最高	日最低
2004.1	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	-0.2
2004.2	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3
2004.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3	-0.2	-0.4
2004.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4
2004.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
2004.6	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
2004.7	-0.5	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3
2004.8	-0.3	-0.2	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3
2004.9	-0.3	-0.2	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3
2004.10	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.4
合计平均	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3	-0.2	-0.4

2 小结

自动站与人工站气温值存在系统性偏差现象, 自动站所测温度值总体上存在较人工站偏低的现象。月最高温度极值差异较小, 最低气温差值与月最低气温之间呈非线性变化关系。气压值比较一致的呈现自动站数值低于人工站的规律, 并且气压值越高差值越小。以上数据与结论是本站 DYYZ II 型自动站与人工站双轨并行以来的一些资料对比分析, 为以后自动站的正式运行提供依据。

(上接第 35 页)

自然条件极为不利, 灾害难以控制时, 卫星遥感能不断地将火灾现场实况图片提供给扑火指挥人员, 对于科学决策、宏观把握具有重要的参考价值。



图 1 森林火灾热点

3.2 灾后植被监测

对 2003 年十八站火灾发生前后受灾区域的植被指数进行计算, 得到植被指数分布图 (见图 2), 由于两张监测图片相差十几天, 大面积植被指数在监测图上表现差异径大, 后一张图森林返青明显, 这是由于季节变化森林所含叶绿素变化引起的。灾后受灾区域植被指数明显下降, 呈棕色, 说明火灾过后森林已遭到了破坏。

3.3 大兴安岭森林火灾监测特点

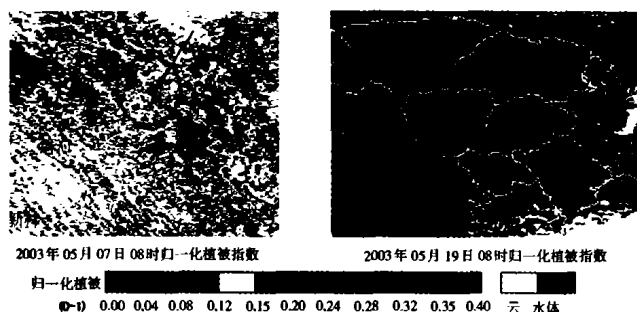


图 2 归一化植被指数

总结近几年卫星遥感监测森林火灾主要有以下特点。

(1) 监测准确, 很少有虚报情况发生;

(2) 火点定位准确;

(3) 大兴安岭独特的地形, 在了望塔视线以外的火情或上空出现烟雾时, 能充分体现卫星监测的优势;

(4) 防火管理工作是按责任区划分的, 卫星遥感实时监测能明确责任, 加强了火灾管理;

(5) 近几年气候干旱, 防火期延长, 复燃火频繁出现的特点, 给火灾监测工作带来了巨大的压力, 卫星监测在一定程度上给予了缓解;

(6) 每发现一次火灾, 使扑救工作及开始, 森林资源损失的降低, 社会和经济效益是巨大的;

(7) 卫星遥感监测可以减少飞机的巡护次数, 可节约大量的防火经费。

4 存在的问题及改进

大兴安岭遥感资料主要用于火灾监测及火灾扑救指挥工作, 在其它领域还处于研究阶段。与国外卫星遥感资料业务应用情况相比还存在很大的差距。从整个森林生态系统管理和保护工作出发, 在卫星资源应用开发和利用上, 还应注意以下几点。

(1) 加大人力物力的投入, 提高卫星遥感软硬件接收处理能力以及应用水平的提高, 除了火灾监测应用外, 还应在灾情评估上做深入的研究, 对大兴安岭的森林资源的开发和生态保护提供动态监测资料, 为决策提供科学的依据。

(2) 通过高分辨率卫星资料和地面调查获得详细的地理信息系统。