

福建省干旱灾害卫星遥感监测应用研究^①

张春桂 李 文

(福建省气象科学研究所,福州 350001)

提 要

采用植被供水指数法探讨适合于福建省地理生态环境条件的干旱遥感监测模式与技术方法,研究确定合适的干旱等级指标,并对2001~2002年福建省发生的冬春连续干旱灾害进行卫星遥感动态监测,结果与实际灾情完全相符。

关键词: 干旱灾害 遥感监测 指标

引 言

福建省地处典型的亚热带海洋性季风气候区,夏季风给全省带来丰沛的降水,绝大部分地区年降水量在1000~2000mm之间。但由于季风活动的异常,全省降水年际变化较大,特别在夏季(7~9月)降水相对变率高达40%~90%^[1]。这种降水时空分布的不确定性是导致福建省区域性干旱和阶段性干旱的主要原因。干旱是福建省主要的自然灾害,发生频繁、涉及范围大,对全省的农业生产和人民生活造成较大的危害。

常规的干旱灾害监测是对土壤含水量的直接观测,有土钻取土称重法和中子仪法。目前,福建省全省仅晋江市一个观测点,观测的代表性差,无法实现大范围的实时动态监测。极轨气象卫星遥感具有视野广、观测周期短等特点,为实现大范围干旱灾害宏观动态监测提供一种全新的监测手段。有关专家已对福建省干旱灾害的成因、时空分布、度量指标等作过专门的研究^[1,2],但利用极轨气象卫星遥感技术对福建省干旱灾害开展监测应用研究尚属首次。

1 干旱灾害卫星遥感监测原理

从遥感监测手段来看,干旱监测采用微波遥感技术较为理想。目前气象卫星并无专用的干旱遥感探测通道,但近几年来,国内对

利用气象卫星的可见光和红外探测资料开展干旱灾害遥感监测进行了深入的、应用性的试验研究,不少专家^[3~5]相继提出了应用效果较好的监测模式,目前比较成熟的监测模式主要有土壤热惯量模式和植被指数模式。土壤热惯量模式是利用气象卫星昼夜两次探测资料,计算土壤的热惯量,进而推算出土壤的湿度。该监测模式有两方面的局限性,一是该模式只适用于裸露下垫面或植被覆盖很低的下垫面,二是对卫星过境时间要求很高。虽然有些专家采用各种订正方法来解决有植被覆盖情况下的干旱灾害监测问题,但这些订正方法需要的参数多、计算复杂,在实际应用中存在有不少的困难。植被指数模式主要包括植被供水指数法和距平植被指数法。

在我国南方,发生干旱灾害的地区往往也是高植被覆盖区。植被长势的好坏当然受到诸多因素的影响,但在发生干旱灾害的季节里,土壤水分含量的多少对植被长势的影响却起着关键性的作用。植被对气象卫星可见光和近红外光的吸收与反射有着截然不同的反应,吸收与反射的对比情况既取决于植被的类型,也取决于植被的生长状况和生态背景,利用极轨气象卫星第一、第二两个通道的反射光谱数据可以定义出归一化植被指数。当植被遭受干旱灾害时,土壤对植被的

^① 科技部2000年社会公益研究专项基金项目(丘陵山区旱涝灾情监测服务系统研究)

水分供应显然不足,植被长势将受到影响,卫星遥感监测的植被指数将降低,同时植被的冠层温度也因没有足够的水分供蒸发而升高,因此采用植被指数模式可以有效地监测有植被覆盖区域受干旱危害的程度。

福建省位于我国南方丘陵山区,植被覆盖率高,天气往往多云潮湿、变化复杂,昼夜晴空无云的气象卫星观测资料难以获得,不宜采用土壤热惯量模式开展干旱遥感监测,本研究采用植被供水指数法来探讨适合于福建省地理生态环境条件的干旱遥感监测模式与技术方法。植被供水指数法综合考虑了归一化植被指数($NDVI$)和植被冠层温度(T_s)这两个因子,一般地植被供水指数($VSWI$)定义为: $VSWI = T_s/NDVI$ 。

2 干旱灾害卫星遥感监测技术方法

2.1 气象卫星资料处理

本研究使用的是1989~1999年NOAA极轨气象卫星的AVHRR观测数据,同时收集整理1989~1999年福建省典型干旱事件相关的地面资料,包括起止时间、受灾范围、灾害程度等等。将1B格式气象卫星资料进行选区投影变换生成局地数据集,福建区域范围定为23.0~29.5°N、115~121°E,采用等经纬度投影方式,资料分辨率为0.01°,经过定标计算和太阳高度角订正,结果生成650×600像元的地物反射率和亮温数据集。

由于极轨气象卫星扫描范围大,以及地球曲面的影响,NOAA/AVHRR数据在投影变换后的地理定位与实际的地理位置存在一定的误差,必须对图像进行几何精纠正,我们利用福建省内的一些特征点,如古田水库、岛屿以及海岸线上某些突出部的拐点作为地面控制点(GCP),通过ENVI软件包的图像几何纠正模块对图像进行重新采样,来完成图像几何精纠正,保证卫星遥感图像地理定位准确无误。

2.2 计算植被供水指数

云是南方丘陵山区开展遥感监测极不稳定的干扰因素,准确地检测出云区,对于提高

极轨气象卫星遥感资料应用的可靠性有重要的意义。由于云的变化极为复杂,其光谱反射曲线很难确定,但云对太阳光谱中可见光和近红外波段的光谱反射率比下垫面其它地物的光谱反射率都高,利用这个特性适当地取一定的阈值即可将云检测出来。我们选取了不同季节福建范围内三十余幅NOAA/AVHRR遥感数据作为样本,对遥感数据中的反射率特征进行统计分析,确定了一组适合于福建省使用的云检测阈值^[6]。

归一化植被指数,即 $NDVI = (CH2 - CH1)/(CH2 + CH1)$,可以部分抑制或补偿大气效应的影响,由于水体在近红外波段的光谱反射率远远低于在可见光波段的光谱反射率,因此对于水体来说, $NDVI$ 一般小于零,而对于陆地上裸土和岩石, $NDVI$ 接近于零,有植被的陆地 $NDVI$ 大于零。在计算植被供水指数时,如果符合云检测的条件则判定为云,并把云区标识为-3,如果是水体则标识为-2,如果是裸地或岩石则标识为-1,如果是植被覆盖区的则直接根据植被供水指数定义的公式计算其值。

2.3 确定干旱等级指标

确定不同等级干旱的植被供水指数指标值是本研究的关键之一,一般要求在发生100km²以上的大面积中旱以上旱情时才发布灾情报告,因此本研究只确定特旱、大旱、中旱三个等级的指标界限值,采用“点聚图”法来确定指标界限值。

挑选晴空无云、卫星仰角较高的NOAA/AVHRR遥感图像,经过遴选,用1991年6月2日、1991年7月16日等十几幅图像资料作为样本,考虑到水田常有灌溉,无法客观地反映旱情的实况,因此利用“福建省土地利用现状分类资料”结合干旱灾害实际分布的地理位置,选择干旱地区大块连片的旱地共几十个,读取它们的公里网坐标,用专用的计算机软件模块将公里网坐标转化为经纬网坐标,然后根据各点的经纬度坐标位置计算其相应的植被供水指数值。将各点的旱情及

它们的植被供水指数值做成“点聚图”(如图1)。

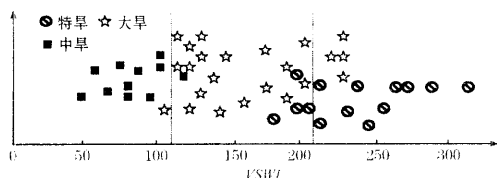


图1 旱情与植被供水指数关系点聚图

以1998年7月20日和1998年8月20日两样本为例

综合各点聚图,按最大概括率法,得到各干旱等级植被供水指数的指标界限值(如表1)。

表1 干旱等级与指标界限值

干旱等级	指标界限值
特旱	>210
大旱	110~210
中旱	70~109

2.4 干旱遥感监测软件系统

根据植被供水指数的计算模式和所确定的干旱等级指标界限值,开发研制了福建省干旱卫星遥感监测软件系统,该软件系统可显示卫星遥感图像,计算植被供水指数、指定每个干旱等级对应的图像颜色,根据干旱等级指标界限值对实时接收的卫星资料进行自动识别判定干旱区并统计各个等级干旱区的面积,最终形成干旱遥感监测图像产品。图像产品中包含有中旱、大旱、特旱区标识以及云和水体标识。

3 干旱遥感监测应用实例

2001~2002年福建省发生了严重的秋冬春连续干旱灾害,特别是中南部地区气温持续偏高、降水明显偏少,厦门市2001年10月~2002年4月降水量仅为常年同期的30%,诏安县2001年9月~2002年5月降水量仅为常年同期的18%,闽南地区连续二百多天干旱少雨,发生了几十年一遇的春季特旱,直至2002年5月中旬出现明显的降水过程,旱情才得以缓解。

我们根据植被供水指数模式,利用本研究确定的适合福建的干旱等级指标值,对2001~2002年福建省冬春连旱灾情开展实时动态卫星遥感监测,监测结果见图2~图7(见封二)。通过对比6个时次的卫星遥感监测结果,可以明显地看到,从2001年11月中下旬,福建省中南部沿海一带就呈现大旱的势头,到了12月下旬出现了较大面积的特旱,并向南北及内地发展,2月中旬以后干旱灾害继续向闽南的漳州地区发展,旱情继续加重,干旱面积不断扩大。由于4月下旬至5月中旬,福建省中南部相继出现降水,虽然过程雨量不大,但到了5月下旬旱情得到一定程度的缓解。

4 结语

极轨气象卫星遥感对干旱灾害的监测具有宏观、直接、动态的优点,本研究根据植被供水指数模式对福建省这种常年有较高植被覆盖的南方丘陵山区的干旱灾害的监测进行探讨,并根据自行研究得到的指标界限值对旱级进行判断,经实践证明是可行的。但不同土壤类型、不同植被以及不同的发育阶段,干旱等级指标是不尽相同的,这有待于今后继续研究优化,以进一步提高卫星遥感监测干旱灾情的精度。

参考文献

- 1 黄文,陈仕,许金镜. 福建旱涝灾害. 福州:福建科学技术出版社,1993:49~50.
- 2 鹿世璋. 福建气候. 北京:气象出版社,1999:109~113.
- 3 肖乾广,陈维英,盛永伟. 用气象卫星监测土壤水分的试验研究. 应用气象学报,1994,5(3):312~318.
- 4 余涛,田国良. 热惯量法在监测土壤表层水分变化中的研究. 遥感学报,1997,1(1):24~31.
- 5 陈维英,肖乾广,盛永伟. 距平植被指数在1992年特大干旱监测中的应用. 环境遥感,1994,9(2):106~112.
- 6 张春桂. 极轨气象卫星遥感应用中云检测的初步研究. 福建气象,1999,(2):3~5.

Application Study on Satellite-RS-based Drought Monitoring in Fujian Province

Zhang Chungui Li Wen

(Fujian Province Meteorological Institute, Fuzhou 350001)

Abstract

Based on vegetation water supply indexes, RS monitoring patterns and technique are studied in the geographic ecological environment in Fujian Province. Appropriate drought scale indicators are set up, according to the satellite RS dynamic monitoring is conducted on the lasting drought in the winter-spring period between 2001 and 2002 in Fujian Province. The result shows that the monitoring findings accord with the practical situation.

Key Words: drought disaster RS monitoring indicator

《福建省干旱灾害卫星遥感监测应用研究》附图

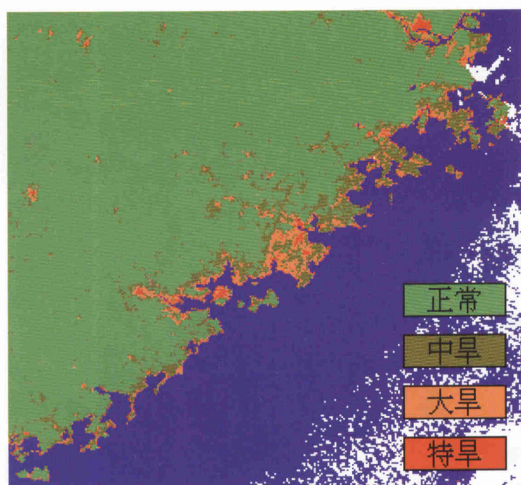


图2 2001年11月16日卫星监测图像

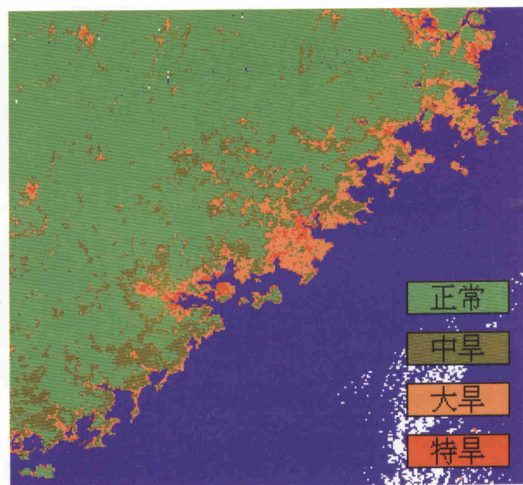


图3 2001年11月24日卫星监测图像

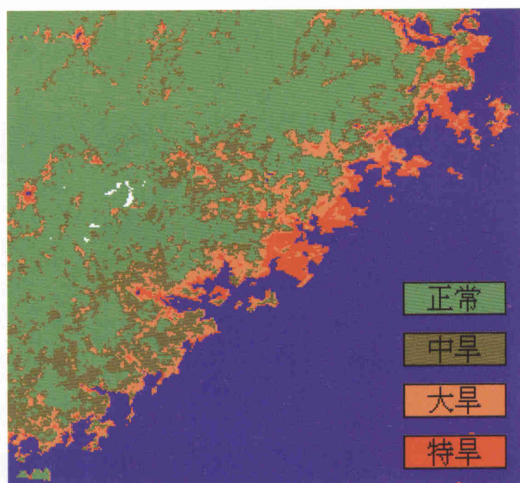


图4 2001年12月31日卫星监测图像

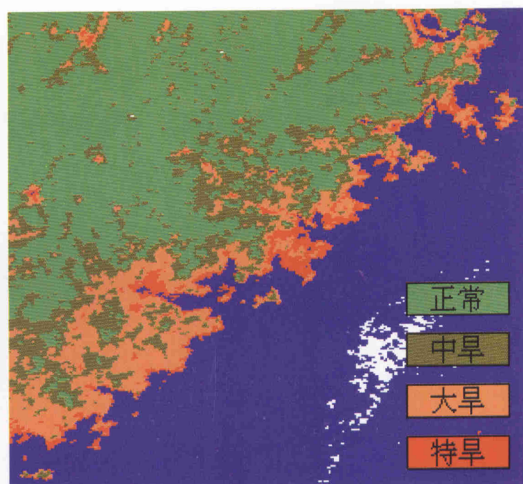


图5 2002年2月11日卫星监测图像

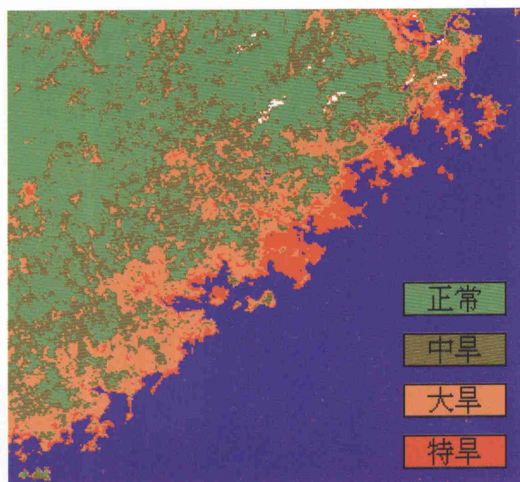


图6 2002年3月8日卫星监测图像

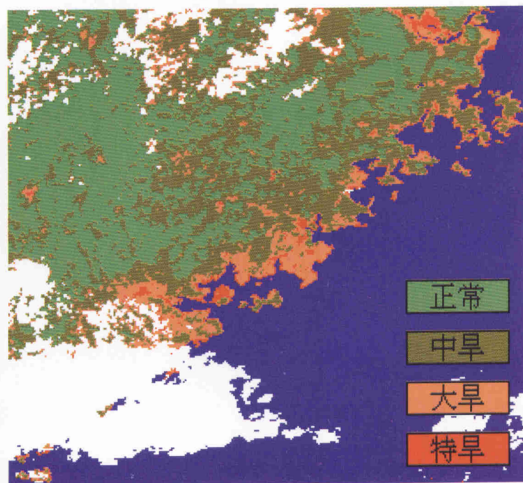


图7 2002年5月28日卫星监测图像