

# 陕西省干旱遥感监测业务化及应注意的问题<sup>①</sup>

李星敏 王 钊 刘安麟

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710015)

## 提 要

经过多年研究,许多省份已开展了干旱遥感的监测与服务,根据在陕西省开展干旱遥感监测业务化时使用的方法及各方法的适用性及服务效果,提出了在干旱遥感监测业务化过程中应注意的问题和解决方法。

关键词: 干旱 遥感监测 业务

## 引 言

中国有近一半的国土处在干旱或半干旱气候区,干旱问题已日益引起人们的重视。用遥感技术监测干旱,能充分利用地物表面光谱的时间、空间和方向信息,频繁持久地获取地表特征的面状信息,为实时动态的干旱遥感监测提供有效的数据来源;具有宏观、动态、实时监测的优势。

用遥感技术监测旱情,国内外已开展了许多研究工作<sup>[1]</sup>。目前国内已有许多省市开展了干旱遥感监测的服务,中国气象局国家卫星中心开展了以旬为单位的全国干旱遥感监测业务,北京市气象局在不同季节建立了不同的干旱遥感监测模型,进行干旱遥感监测服务<sup>[2]</sup>;陈怀亮等<sup>[3]</sup>利用 NOAA/AVHRR 气象卫星遥感与 GIS 集成,建立了河南省干旱遥感监测信息系统;张晓煜<sup>[4]</sup>在对旱情监测中考虑了土壤类型对土壤水分的影响;罗秀陵<sup>[5]</sup>使用 NOAA/AVHRR 通道 4 亮温反演地面温度,建立了地面温度与干旱指数的关系模型,进行四川旱情的监测服务。居为民等<sup>[6]</sup>用 NOAA/AVHRR 的植被指数相对距平图,对江苏省 1994 年的特大干旱进行了监测服务;周咏梅等<sup>[7]</sup>利用植被指数相对距平监测了青海牧场的旱情;刘丽等<sup>[8]</sup>用植被供水指数法对贵州省旱情进行了监测;郭妮等<sup>[9]</sup>用 NOAA 卫星可见光和红外资料估算

甘肃省东部农田区土壤湿度;赵玉金<sup>[10]</sup>用订正后 NOAA/AVHRR 的通道 4 亮温差与土壤水分建立线性模型,在山东浅层土壤相对湿度的监测中取得了较好的监测效果;裴浩<sup>[11]</sup>等利用通道 4 亮温组成的干旱指标进行内蒙古的旱情监测,张春桂等<sup>[12]</sup>采用植被供水指数法对福建省干旱进行了动态监测,此外陕西、新疆、安徽<sup>[13,14]</sup>、吉林、云南<sup>[15]</sup>等都根据本省的情况开展了干旱遥感监测的服务,可以说受干旱影响的绝大部分区域都探索了本省干旱遥感监测的方法,开展了干旱遥感监测的服务。因此进一步探讨干旱遥感监测业务化中存在的问题及解决方法,规范干旱监测的业务化体系具有普遍的借鉴意义。

## 1 陕西省干旱遥感监测与服务现状

### 1.1 陕西省干旱遥感监测业务化中使用的方法

利用遥感技术监测地面旱情的方法很多<sup>[16]</sup>,对于裸地和稀疏植被覆盖区主要使用热惯量方法、能量温度比法,对于有植被覆盖区主要使用距平植被指数差值法、植被供水指数、作物缺水指数、条件植被指数法、条件植被温度指数以及部分植被覆盖条件下的双层模型和按照地域建立的统计模型。用于业务化的干旱遥感监测方法应满足:物理意义清楚,方法简洁易行且资料容易获取,目前使

① 文章由科技部预警研究类项目(2001DIB20095)资助

用的干旱遥感监测方法中,热惯量法、亮温法、能量温度比法、植被供水指数法、亮温法都可以满足这些条件,在业务化监测中可以根据获得的资料、监测时段和植被状况的不同采用不同的方法,陕西省干旱遥感监测业务服务中主要使用了以下几种方法:

(1)表观热惯量方法

昼夜温度差:

$$\Delta T = CH_{4d} - CH_{4n}$$

表观热惯量:

$$ATI = (1 - ABE) / \Delta T$$

$$ABE = 0.526CH_1 + 0.474CH_2$$

式中:  $CH_{4d}$  为 NOAA 卫星 AVHRR 白天通道 4 资料,  $CH_{4n}$  为夜间通道 4 资料,  $CH_1$ 、 $CH_2$  分别为 NOAA 卫星 AVHRR 白天通道 1、2 资料,  $ATI$  为表观热惯量。通过建立热惯量与土壤相对湿度间的关系来监测地面旱情,在研究与监测中我们发现热惯量与土壤相对湿度间指数关系的模型好于线性模型<sup>[17]</sup>,该方法在干旱过程的监测与服务中监测结果较稳定。

(2)能量温度比方法

能量温度比:

$$K = (1 - C) / T$$

其中,  $K$  为能量温度比,  $C$  为 NOAA/AVHRR 通道 1 或通道 2 反照率,  $T$  为通道 4 或通道 5 亮温。

通过对土壤水分实测资料和相应的卫星遥感资料得到的能量温度比的相关分析,可得出适合于本地区的土壤水分监测的能量温度比的干旱遥感模型,能量温度比与表层土壤相对湿度间的关系较好。

(3)通道 4 亮温法

土壤的热容量、导热率会随土壤水分含量的减小而减小,对于接收相同太阳直接辐射量的同类土壤而言,热容量、导热率小的土壤温度增高比土壤水分含量高的土壤多,因此同类地区土壤温度的分布间接反映了土壤水分的分布。土壤温度的分布与表层土壤水分分布间的关系较好。

(4)植被供水指数法

根据供水指数法(VSWI)的监测原

理<sup>[8]</sup>,采用如下算法:

$$VSWI = (T - 100) / (NDVI \times 100)$$

$T$  为通道 4 亮温,  $NDVI$  表示用通道 1、2 求出的归一化植被指数,  $VSWI$  为供水指数,表示植被受旱程度的相对大小,  $VSWI$  值越大表明作物冠层温度较高,而植被指数较低,作物受旱程度越重。

(5)植被指数差值法

该方法使用干旱时段的植被指数减去同时段植被指数的多年平均值,差值为负时表明作物受旱,根据差值的大小确定作物的受旱情况。由于近年陕西省实行农业结构调整,土地利用状况发生了明显变化,使部分地块的绿度值时间序列缺乏可比性。因此,在使用距平植被指数监测地面旱情时应考虑种植区植被本身的变化,只有在被监测区域植被变化不大且种植方式变化不大的情况下,才会取得较好的效果。

## 1.2 监测与服务

陕西省农业遥感信息中心自 2001 年开始利用极轨气象卫星资料进行干旱遥感监测,成功地对陕西省 2001 年的春夏连旱、2002 年、2003 年、2004 年春季短期干旱的发生、发展、变化进行连续跟踪监测服务。2002 年 8 月,陕西省气象局将干旱遥感监测工作正式投入业务运行。为了进一步拓宽业务服务面,产生更大的社会服务效果,陕西省农业遥感信息中心自 2003 年 9 月开始,使用每旬卫星遥感监测、前期雨情、土壤湿度、农情等观测手段和监测信息,发布“陕西省土壤墒情综合监测”信息,2004 年 5 月在“陕西省土壤墒情综合监测”信息中增加干旱预警信息,并通过电视媒体向社会发布干旱监测与预警信息。服务产品的发布使服务对象对陕西省旱情的发生、发展的动态变化有了及时全面的了解,对政府决策部门指导抗旱、水利部门及时采取措施,合理安排水资源,农业部门合理安排农事活动等起到了积极作用。

## 2 干旱遥感监测业务化中应注意的问题及解决方法

陕西省南北跨 9 个纬度,东西跨 6 个经度,北部为黄土高原区、中部为关中平原、南部为秦岭山区,地形地貌复杂,土壤类型多

样。从南向北气候差异显著,地面植被覆盖和种植制度的差异给干旱遥感监测带来了难度。

## 2.1 干旱遥感监测结果的标定

干旱遥感监测的物理量是遥感传感器获得的地面面状信息的综合反映,到目前为止这些量与土壤水分或作物含水量间的关系还没有完全搞清楚,定量的干旱遥感监测仍然是目前研究的热点和难点问题。目前大部分业务化监测仍然给出的是定性监测的结果,在结果的标定中主要有两个方面的问题。

### 2.1.1 土壤墒情观测的代表性

在业务中通常使用土壤相对湿度来标定,土壤相对湿度的观测点主要分布在气象观测站附近,分为作物地段和非作物地段,而陕西省在植被生长期沙地、裸地、林地、草地、果园、耕地等同时存在,而土壤湿度的观测点只有33个,卫星资料星下点的空间分辨率为1.1km,与地面土壤湿度观测点的空间分辨率不完全匹配。在这种情况下,土壤相对湿度监测结果的代表性就需要考虑。在监测过程中我们还发现,使用不同的标定点,在监测结果图像上干旱的分布趋势一致,监测精度差异也不大,但重旱、中旱、轻旱的分布范围却有差异,造成不同等级干旱面积的计算结果不同,所以除了测墒点的代表性外,测墒点数量的多少对定标结果也有影响,如果较大范围内测墒点分布较少,遥感监测模型计算结果的差异就不能得到很好的体现。

地面测墒点测得的土壤相对湿度是每旬逢8日的,通过合成的旬遥感图像可以认为是该旬最好的晴空条件的图像,如果遇到9日开始的较大的降水过程,到旬末已不能完全使用土壤相对湿度来标定。

另外,干旱遥感监测描述的干旱应该有确切的含义,如果单用土壤相对湿度来定标,同样的土壤相对湿度,不同作物的受旱程度不同,即使同一种作物,不同发育期的受旱程度也不同,表层土壤相对湿度的变化受气象条件的变化较大,在实际的监测服务中该如何界定干旱的发生及作物的受害程度,是否需要发送有针对性的服务材料,也是业务服务中应该注意的问题。

鉴于以上情况,采用综合干旱指标,根据土壤墒情、雨情、蒸发以及在地作物的需水情况,研究综合干旱指标,用综合干旱指标对干旱遥感监测的图像定标,得到更符合实际的干旱遥感监测结果。

### 2.1.2 遥感监测中的同谱异物和异物同谱现象

在用遥感资料进行干旱监测的过程中发现:城市尤其像西安这样的大城市,地面植被覆盖较低,地面温度又高于周围地区,在植被生长盛期使用植被供水指数法进行旱情监测时,计算得到的值往往与沙区附近或云影响区附近的值接近。而市区测站的土壤墒情观测资料显示不早,这就使定标结果出现偏差。同样,在地面稀疏植被覆盖区使用热惯量方法进行旱情监测时,不同气候区域的地面温差也有差异,使用同一指标对监测结果也会产生影响。一种监测方法得到的结果往往不能对全省的地面旱情进行定标。这种情况时一般采用不同的监测方法分区对全省进行干旱遥感监测,只是分区采用不同的方法在图像拼接时会出现偏差。

遥感监测结果是地面空间性状的综合反映,在研究和业务监测中发现,下垫面的均一化程度对监测结果的影响较大,下垫面越均一,监测结果越好,在这些监测方法中,热惯量方法的监测结果具有较好的可比性。在植被生长期用距平植被指数监测时还应考虑到生态环境建设和农作物结构调整引起的植被变化。

用遥感监测的结果确定干旱程度与干旱区域时,需要有一定数量的干旱时段的晴空遥感图像进行全面的分析,以确定合适的干旱遥感监测指标,不同等级的干旱发生时在遥感图像上的表现究竟有多大差异?因为遥感图像的时间序列较短,要建立单纯的干旱遥感监测指标比较困难,我们曾在2001年陕西省的春夏连旱中使用试验研究的指标对2001年6月干旱进行监测,得到了干旱发展变化情况,但将这一指标用于另外的干旱过程时,得到的结果与用雨情、墒情综合分析的干旱结果有差异。不同条件下干旱的遥感监测指标的建立需要进一步研究。

## 2.2 遥感图像对业务化干旱遥感监测结果的影响

在逐旬的业务化干旱遥感监测中,需要对每天接收处理得到的遥感图像进行滤云、拼接处理,对于较厚的云,经过滤云处理后,云影仍然存在,薄云、碎云周围的像元由于云的影响,按干旱遥感监测模型计算出的结果,监测结果往往与实际干旱的情况不相符。进一步探索业务化的逐旬的遥感图像处理的方法,仍然是业务化中需要解决的问题。

## 2.3 如何评价干旱遥感监测模型的监测精度

陕西省复杂的地形使地面测量数据的空间代表性受到影响,因此仅靠地面土壤湿度监测所作的干旱评估是不完全准确的。国内各省采用的干旱指标不同,有的使用土壤相对湿度,有的使用自己根据本地情况建立的干旱指标,各地监测出的旱情精度缺乏可比性,因此建立干旱评价的指标体系,来评价干旱遥感监测的精度,将有利于业务化方法的借鉴与应用。

### 参考文献

- 1 李星敏,刘安麟,邓凤东等. 极轨气象卫星旱情遥感监测的概述及发展. 陕西气象, 2003, 46(3): 29~32.
- 2 王晓云,郭文利,奚文等. 利用“3S”技术进行北京地区土壤水分监测. 应用气象学报, 2002, 13(4): 422~429.
- 3 陈怀亮,冯定原,邹春辉. 河南省遥感干旱监测信息系统. 气象, 1999, 25(6): 50~53.
- 4 张晓煜. 宁夏土壤湿度遥感检测热惯量模型的建立. 西北卫星遥感技术应用, 北京: 气象出版社, 1999: 209~213.
- 5 罗秀陵,薛琴,张长虹等. 应用 NOAA/AVHRR 资料监测四川干旱. 气象, 1996, 22(5): 35~38.
- 6 居为民,孙涵,汤志成. 气象卫星遥感在干旱监测中的应用. 灾害学, 1996, 11(4): 25~29.
- 7 周咏梅. NOAA/AVHRR 资料在青海省牧区草场旱情监测中的应用. 应用气象学报, 1998, 9(4): 496~500.
- 8 刘丽,刘清,周颖等. 卫星遥感信息在贵州干旱监测中的应用. 中国农业气象, 1999, 20(3): 43~47.
- 9 郭锐,陈添宇,雷建勤等. 用 NOAA 卫星可见光和红外资料估算甘肃省东部农田区土壤湿度. 西北卫星遥感技术应用, 北京: 气象出版社, 1999: 186~190.
- 10 赵玉金. 气象卫星遥感技术为农业服务应用研讨会文集. 北京: 中国气象局, 1996: 30~35.
- 11 裴浩,放艳青. 极轨气象卫星监测土壤干旱方法的研究. 中国草地, 1996, 18(5): 40~45.
- 12 张春桂,李文. 福建省干旱灾害卫星遥感监测应用研究. 气象, 2004, 30(3): 22~25.
- 13 盛绍学,马晓群,苟尚培等. 安徽省基于 GIS 的干旱监测与评估. 自然灾害学报, 2003, 12(1): 151~157.
- 14 胡雯,苟尚培,盛绍学. 安徽省卫星遥感业务系统软件设计与实现. 气象, 1999, 25(1): 48~51.
- 15 董谢琼,徐虹,浦吉存等. 利用 NOAA/AVHRR 资料监测云南大面积干旱的业务流程. 气象, 2001, 27(1): 31~34.
- 16 李星敏,郑有飞,刘安麟. 我国 NOAA/AVHRR 资料用于干旱遥感监测的方法评述. 中国农业气象, 2003, 24(3): 38~41.
- 17 李星敏,刘安麟,张树誉等. 热惯量法在干旱遥感监测中的应用研究. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 54~59.

## Operational Drought Monitoring by Remote Sensing and Some Problems in Shaanxi Province

Li Xingmin Wang Zhao Liu Anlin

(Remote Sensing Information Center for Agriculture of Shaanxi Province, Xian 710015)

### Abstract

The operational monitoring and service systems of drought with remote sensing data have already developed in many provinces. According to the application of the system in Shaanxi Province, its service effects are discussed and some problems are indicated. The methods to solved these problems are also discussed.

**Key Words:** drought remote sensing monitor operation