

大型水体在干旱遥感监测业务中的应用

李亚春 徐 萌 孙 涵

(江苏省农业气象与卫星遥感中心, 南京 210008)

提 要

应用 NOAA 极轨气象卫星 AVHRR 资料, 通过遥感图像分析和计算洪泽湖、高邮湖、骆马湖以及微山湖等大型河湖水体面积的变化, 来监测苏北干旱的发生、发展和旱情严重程度, 并及时应用于气象业务和服务中, 取得了较好的社会经济效益。

关键词: 干旱 遥感 NOAA/AVHRR 水体

引 言

干旱是影响江苏省, 特别是淮北地区农业生产的主要自然灾害之一。近 40 年来, 淮北地区干旱频发, 冬春两季出现干旱的几率平均为 10 年 7~8 遇, 严重干旱出现的概率高达 50% 左右, 旱情严重的 1978 年, 春、夏、秋三季连旱, 造成了河水断流、塘坝干涸、部分地区人畜饮水困难的严重后果。有研究表明^[1], 进入 20 世纪 90 年代以来, 江苏省秋季干旱发生频率趋于上升, 这一情况更应引起有关部门的高度重视。因此, 加强对于干旱的发生、发展规律的研究和实时监测, 对于科学地防旱减灾和确保农业的稳定持续发展具有极为重要的现实意义。

国内外有关应用卫星遥感资料监测干旱的研究已有近 40 年的历史, 并取得了很大的进展。但是, 这些研究大多还停留于试验阶段, 直到现在, 还没有找到能够真正应用于业务的干旱遥感监测方法^[2]。监测土壤水分的热惯量法和监测作物长势的植被指数法虽然常常被用来监测干旱, 但由于复杂的土壤类型、多样的植被种类等各种因素的影响, 往往难以取得令人满意的效果。在近年来的干旱遥感监测业务和服务中, 我们应用 NOAA 极轨气象卫星 AVHRR 资料, 通过遥感图像分析和计算在江苏省苏北地区具有代表性的洪泽湖、高邮湖和骆马湖三大湖以及微山湖水面面积的变化, 以湖水面积的变化来反映蓄水量的多少, 从而监测苏北地区干旱的发生、

发展和干旱程度, 并及时向省委省政府提供客观准确的监测结果, 为领导和政府部门提供科学的决策依据, 取得了较好的社会经济效益。

1 水体的确定

遥感监测大型水体水面面积的关键是如何在遥感图像上确定水体, 也就是如何将水体与周围地物准确地区分开来。NOAA 极轨气象卫星 AVHRR 可接收 5 个通道的光谱反射数据: 通道 1 (0.58~0.68 μm , 可见光), 通道 2 (0.725~1.10 μm , 可见光至近红外), 通道 3 (3.55~3.93 μm , 中红外), 通道 4 (10.3~11.3 μm , 远红外), 和通道 5 (11.5~12.5 μm , 远红外)。可见光和近红外通道资料, 通过太阳光的反射而用于云层和地表的监测, 远红外通道主要感应地表的辐射能, 可用于云层和地表温度的测量, 中红外通道则同时接收地物反射的太阳辐射和地物发射的辐射能。为了区别陆地和水面, 在白天通常应用第 1、2 通道的数据。而植被指数被认为能较好地反映水陆边界的情况^[3]。植被指数有多种计算方法, 我们在业务应用中, 采用了比值模式计算植被指数 RVI 以增强水体和陆地的差异, 从而将水体和地物区分开来。比值植被指数计算公式如下:

$$RVI = A \times (CH_2/CH_1) \quad (1)$$

式中 CH_1 、 CH_2 分别表示 AVHRR 的第 1、2 通道光谱值, A 为放大倍数。一般水体的比值植被指数要远小于其它地物, 因此能有效

地将水体和陆地表面分离出来。

但在实际应用中,用比值植被模式有时并不能完全将水体和城镇或成片的裸地区分开。解决这一问题的有效办法,就是引进第4或第5通道、也即热红外通道的亮温资料。因为在一般情况下,白天地表和城镇的亮温要高于水面。这样,就得到了识别水体的判别式如下:

$$RVI(i, j) \leq V \text{ 且 } T(i, j) \leq W \quad \text{水体} \quad (2)$$

$$RVI(i, j) > V \text{ 且 } T(i, j) > W \quad \text{非水体} \quad (3)$$

式中 $RVI(i, j)$ 表示某一像元点的比值植被指数值, $T(i, j)$ 表示某一像元点的亮温值, V 和 W 分别是比值植被指数和亮温阈值。

在区分出水体和非水体的基础上,分别将不同区域用不同颜色表示,一般在彩色图像上将水体用蓝色表示,而陆地则用绿色或黄绿色表示;在黑白图像上,水体用黑色,陆地用灰色,生成伪彩色图,这样目视效果较好。

2 水体面积估算

由于 NOAA 极轨气象卫星的空间分辨率相对较低,其星下点空间分辨率仅为 1.1km。如此低的分辨率,对于计算单一的地物面积不存在任何困难,但对于计算混合像元中某一种物体的面积时,困难较大。我们在实际工作中,应用了文献[4]介绍的模糊数学方法,即建立一个模糊隶属度函数:

$$u(i, j) = \begin{cases} 1 & RVI(i, j) \leq V_0 \\ e^{-t^2} & V_0 < RVI(i, j) < V_1 \\ 0 & RVI(i, j) \geq V_1 \end{cases} \quad (4)$$

式中 $t = \ln[(V_1 - RVI(i, j))/(V_1 - V_0)]$, V_0 为单一水体像元 RVI 的阈值, V_1 为完全非水体像元 RVI 的阈值。

在确定了隶属度函数之后,根据下式计算水体面积:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u(i, j) \times r(i, j) \times a(i, j) \quad (5)$$

式中的 $a(i, j)$ 为某一像元的面积, $r(i, j)$ 为像元属性,当像元为水体时, $r(i, j) = 1$, 当像元为非水体时, $r(i, j) = 0$ 。

3 应用实例

1999年夏秋季,江苏省淮北地区出现严重旱情,6~8月降水量仅180~400mm,不足常年同期的一半。旱情造成河湖水位急剧下降,塘坝、小水库干涸,洪泽湖区航道全部断航,部分地区人畜饮水发生困难。我们于8月17日接收了NOAA气象卫星图像,生成分区的单通道光谱资料,用上述方法计算 RVI 和水面面积,并进行三通道图像合成。图1即为8月17日NOAA卫星监测到的苏北三大湖的湖面情况,图中灰色区域为陆地,白线为市界和旱情发生前5月11日的三大湖水体边界,黑色区域为水体,浅黑色区域为湖水干涸区或浅水区。该遥感图很清晰地表明了三大湖的水面变化情况,客观地反映了旱情的严重程度。表1为8月17日三大湖水面积与5月11日的对比情况,其中洪泽湖和骆马湖的水面面积减少了50%以上。我们在获取上述信息后及时向省委省政府汇报,受到有关领导和政府部门的高度重视,8月22日,《新华日报》以“卫星遥感下的苏北旱情”作了专门报道。

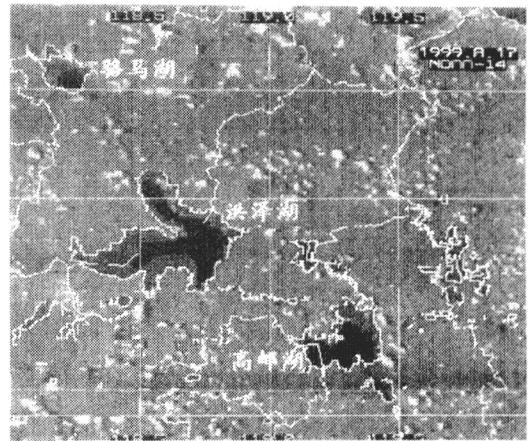


图1 1999年8月17日苏北三大湖水体的NOAA卫星遥感图

表1 1999年8月17日苏北三大湖水面积遥感估算值(单位:km²)

| | 5月11日 | 8月17日 | 8月17日比 5月11日减少 |
|-----|-------|-------|-------------------|
| 骆马湖 | 306 | 126 | 59% |
| 洪泽湖 | 1887 | 941 | 50% |
| 高邮湖 | 843 | 549 | 35% |

2001年秋季,江苏省遭遇了1949年以来罕见的特大干旱,秋旱紧接着春夏旱,降水

明显偏少,入境河道长期断流,湖库蓄水严重不足。三大湖中最大的洪泽湖水位仅10.89m,低于死水位0.41m,再次濒临断航;骆马湖、高邮湖以及微山湖水位也均明显下降。我们用NOAA卫星资料分别于7月16日和10月18日对三大湖以及微山湖水面进行了遥感监测,并与干旱前的3月29日进行了对比分析。遥感监测结果表明,三大湖水面面积均有显著减小。而从位于苏鲁交界处的微山湖的遥感图像来看,湖水干涸现象十分严重,水面面积仅占干旱前的40%左右。有关这两次的卫星遥感监测情况,《新华日报》也都分别作了专门报道。图2为微山湖的遥感图像。有关三大湖以及微山湖水面面积的变化情况见表2。

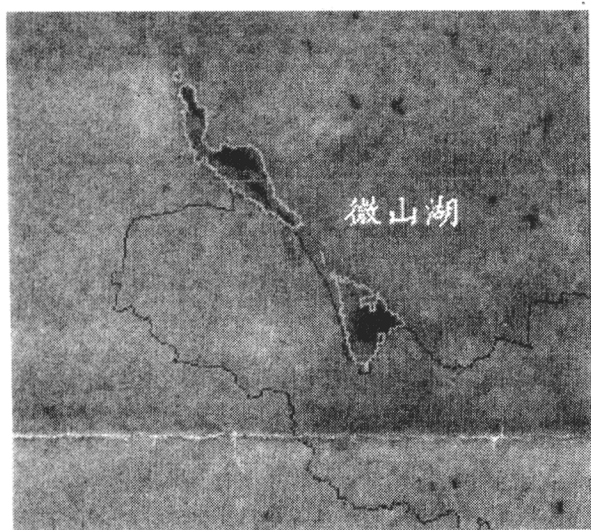


图2 2001年10月18日微山湖水体的NOAA卫星遥感图

(图中灰色部分为陆地,白线为3月29日水体边界,黑色为水体)

表2 苏北三大湖及微山湖水面面积遥感估算值(单位:km²)

| | 3月29日 | 7月16日 | 10月18日 | 10月18日比 3月29日减少 |
|-----|-------|-------|--------|--------------------|
| 骆马湖 | 269 | 126 | 226 | 16% |
| 洪泽湖 | 1663 | 962 | 761 | 54% |
| 高邮湖 | 668 | 438 | 432 | 35% |
| 微山湖 | 887 | 269 | 385 | 56% |

4 总结与讨论

用NOAA气象卫星实时监测干旱的发生、发展具有宏观、快速和客观的优势,因而具有广阔的前景。在目前还没有找到合适的干旱遥感监测方法的情况下,通过监测具有代表性的大河大湖水面面积的变化,可以较好地反映干旱的发生发展趋势。通过近几年来在业务和服务中的应用,实践表明这也是一种行之有效的方法。当然,这种方法也存在着一定的缺陷。首先,大河大湖水面面积的变化不能直接反映干旱,尤其是作物的受旱程度,而只能是反映河湖蓄水量的多少,从而反映干旱的大致趋势和程度;其次,河湖水位的变化还受到客水流量的影响,在实际应用中应注意有所区分。这些问题有待于今后进一步研究。

参考文献

- 1 张旭晖,居为民.江苏省近40年农业干旱发生规律.灾害学,2000,15(3).
- 2 李亚春,王志华.我国干旱热红外遥感监测方法的研究进展.干旱地区农业研究,1999,17(2).
- 3 I.J.巴顿,J.M.拜索尔斯.气象卫星监测洪水.遥感信息,1992,2.
- 4 居为民,孙涵,汤志成.气象卫星遥感洪涝面积估算.气象科学,1997,17(2).

Application of Remote Sensing of Large Lake's Body to Monitoring Drought of Northern Jiangsu using NOAA-AVHRR Data

Li Yachun Xu Meng Sun Han

(Agrometeorological & Remote Sensing Center of Jiangsu Province, Nanjing 210008)

Abstract

By using NOAA AVHRR data, the method of monitoring the large water body such as Luoma lake, Hongze lake, Gaoyou lake and Weishan lake is introduced. By detecting the reducing of areas of the water body, the drought condition in the northern Jiangsu province can be calculated and the information can be gained in time to make scientific decision to avoid heavy losses effectively.

Key Words: drought remote sensing NOAA/AVHRR large lakes