

利用 NOAA/AVHRR 资料监测 云南大面积干旱的业务流程^①

董谢琼¹ 徐虹¹ 浦吉存² 杨泉林³ 周伟民¹

1(云南省气象科学研究所,昆明 650034) 2(云南省曲靖市气象局) 3(云南省气象局)

提 要

介绍了利用 NOAA/AVHRR 资料进行云南大面积干旱监测的方法和业务流程,讨论了干旱指标、面积估算方法、作物干旱识别、产品制作等关键问题,并对 1999 年春季的曲靖市监测结果作了详细分析。结果表明,在云南利用卫星遥感技术对大范围干旱的面积、程度、空间分布等动态变化监测是可行的。

关键词: AVHRR 资料 干旱监测 云南 业务应用

引 言

云南是个高原山区省份,气候干湿季分明,干旱灾害突出。特别是春旱和初夏旱发生频繁,对农业生产、水利、森林防火等造成直接危害,对环境和社会的潜在危害性也很大。1999 年春季,云南发生了严重的大范围干旱,造成农业减产,水库干涸,200 万人、110 万头牲畜饮水困难,部分电站停产,森林火灾频发等不良后果,直接经济损失达 8.7 亿元。复杂的地形地貌和有限的交通条件,使在云南进行人工灾害调查难度增大。因此,如能及时提供宏观、客观的旱情动态监测,对于各级政府 and 领导及时了解灾情,科学指挥抗灾救灾具有重要意义。

以前,人们只用气象站降雨量和土壤湿度资料监测分析干旱,这样地面细节难以准确描述,而且空间分析精度差。卫星资料具有空间分布均匀、覆盖面积广、时间周期短、数据量化精度高、获取容易等特点,非常适于大面积宏观监测,是目前世界上灾害监测的热点技术之一。目前,国内外许多地区都建立了利用 NOAA/AVHRR 监测干旱的业务/准

业务系统,取得了可观的应用效益^[1]。在云南有“旱一片,涝一线”的民谚,形象地说明了云南旱涝的发生特点,而且云南的干季晴空几率非常高,这表明利用卫星监测云南干旱具可行性。我们于 1998 年开始进行卫星监测云南大面积干旱方法研究,于 1999 年春季以曲靖市作为试验区进行了业务试验,结果表明,当发生大面积干旱时,卫星监测技术在干旱面积、程度、空间分布的动态变化监测方面有较大优势,可以在灌溉指导、估产等农业生产方面发挥作用。

1 业务流程介绍

图 1 为干旱监测业务流程图。利用 WT-7 接收机和 STAR6N 接收处理系统完成卫星资料接收和预处理。在极轨卫星微机处理平台完成投影、地理位置校正配准和模型运算。地理位置校正利用全省分布较均匀的天然湖泊和水库的地理信息,根据资料范围选择域内控制点进行的,定位精度在一个像元以内。这里主要介绍利用 VB(Visual Basic 语言)、BC(Borland C 语言)开发的干旱遥感监测专题模块功能。

① 本文由云南省气象局青年基金项目“利用卫星遥感监测云南大范围旱涝的业务应用研究”(YQ9802)资助。

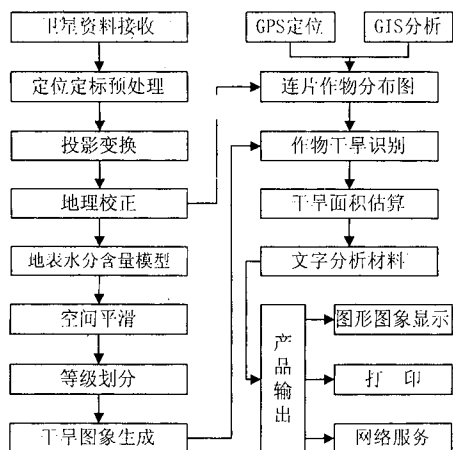


图 1 干旱监测业务流程框图

1.1 干旱监测模型及等级划分

目前利用 NOAA/AVHRR 多波段资料监测干旱的建模方法较多,但容易实现业务化也最流行的实用模型仍是基于能量平衡原理的经验统计方法,形如下式:

$$Y = A + BX$$

X 、 Y 分别为卫星资料反演的表现观热容量和地表水分含量, A 、 B 为经验系数。

$X = 2Q(1 - P)/\Delta T$, $P = 0.52CH_1 + 0.474CH_2$, $\Delta T = CH_4 - CH_4'$, 其中 Q 为太阳辐射, CH_1 、 CH_2 为 AVHRR 第一、二通道反射率, CH_4 、 CH_4' 分别为第四通道午间和凌晨的热红外温度。

至此,关键问题就是干旱指标的确定了。根据历年气象站 0~10cm 土壤湿度(土壤重量含水率)资料,湿季平均为 18.6%,干季平均为 13.7%,定义高于湿季平均值为偏多,低于干季平均值为偏少,两者之间为正常,各等级间隔取为 5%。与卫星监测的地表水分含量建立关联: $W = 1.01Y + 2.143$, W 为气象站资料, Y 为卫星监测资料。反算 Y , 四舍五入,即可将卫星监测结果分为 5 级: $\leq 5\%$ 为重旱, $6\% \sim 10\%$ 为轻旱, $11\% \sim 15\%$ 为正常, $16\% \sim 20\%$ 为偏湿, $\geq 21\%$ 为湿润。

1.2 空间平滑

为去掉噪声和采样误差引起的零星旱点,突出宏观旱情信息,采用 3×3 窗口的中

值滤波器空间平滑。这是一种非线性滤波,能在平滑的基础上很大程度地防止边缘模糊^[2]。考到 VB 的浮点运算速度,所以在 Borland C 平台开发运算量较大的空间平滑模块,再以动态链接方式接入主程序。

1.3 作物干旱识别

在干旱监测中,作物受旱面积的统计是一难题。通过作物种植比例系数订正后可在量上有所反映,但空间分布却不能明了,而在业务服务中这是非常重要的问题。为此,考虑在每年初分地州作出当年的小春作物分布图,利用图像掩膜技术与干旱图像合成判识。作物干旱区用新的色块标识。

小春作物分布图是利用典型时相多波段的 NOAA/AVHRR 资料,在 GPS 的定位信息和 GIS 技术支持下,经过主成分分析和逐步聚类法分类定量提取制作的。以曲靖市为例,与当地统计的小春作物种植面积相比,误差为 5.9%。

1.4 干旱等级面积估算

云南省东西北均跨 8 个多经纬度,总面积 39.4 万平方公里,按照理论公式逐个像元计算面积,计算量非常大。我们注意到,虽然全省范围南北单位像元面积差异大,但全省 128 个县,每个县的纬向跨度却非常小,因此我们取各县面积作为控制,动态统计像元数百分比进行干旱面积估算。这样既使计算变得简便,又保证了一定的精度。为此专门建立了相关的信息库,包括省、地、县编码、名称、边界、面积的数据及图形资料等。

1.5 服务产品

系统提供的服务产品包括以地州为单位的干旱图像、面积统计表和文字说明材料。干旱图像按照等级赋色,根据屏幕和打印机特性使用不同的调色板,保证良好的视觉效果。图像上可选择叠加县和地州边界以及缩放显示。面积统计表以地州和县为统计单位,包括各等级的土地面积和作物干旱面积(单位公顷)。文字说明材料包括气象条件、旱情空间分布、动态变化等情况分析,可在系统提供的编辑窗口中直接显示(已有的)、编辑、打印。

2 业务试验

曲靖市位于云南省东部,是云南小春粮食主产区之一,地形地貌也有一定的代表性。因此,我们以云南省曲靖市作为试验区,进行了1999年春季干旱遥感监测、分析和应用的业务试验。

2.1 卫星监测旱情动态变化分析

从1999年1月28日、3月4日、3月23日卫星监测曲靖市干旱图像(图略)中,直观地反映了1999年春季干旱的宏观动态变化。

1月28日的分布图上,全市地表水分含量没有出现低于5%的等级,10%以下地区主要分布在会泽、宣威中部及陆良西南部。其余大部分地区正常或偏湿,其中宣威东部、富源、罗平、师宗还相当湿润。

3月4日,地表水分含量出现大面积显著降低,干旱土地面积比例达69%,这与近一个月的高温少雨天气相对应。特别是东北部海拔高、水资源条件差的宣威,出现了地表水分含量低于5%的大面积重旱区。全市大部分地区地表水分含量偏少,部分坝区也出现了旱象。地表水分含量分布呈现出与地势相反的北低南高趋势。罗平、师宗东南部仍维持有湿润区。

3月23日,重旱区明显萎缩,会泽西北部出现了部分地表水分含量偏多至湿润的区域,罗平、师宗、富源东南部湿润区扩大。但宣威、会泽东南部、沾益、马龙、陆良、富源西北部等地旱象仍然未减。地表水分含量呈现东南、西北两头高中间低的分布。

图2为1月28日(图2a)、3月4日(图2b)和3月23日(图2c)曲靖市卫星监测地表水分含量直方图。由图中可见,频率(各等级面积占全市总面积的比率)峰值随时间推移向低值移动,峰值增大且集中,即地表水分含量随时间出现大面积降低,干旱面积不断扩大。1月28日的峰值出现在地表水分含量为13%处,属正常范围,峰值为10.9%;3月4日峰值处地表水分突降为8%,峰值增加为15.8%,且6%~9%分布集中;3月23日峰值在地表水分为9%处,值为16.9%。

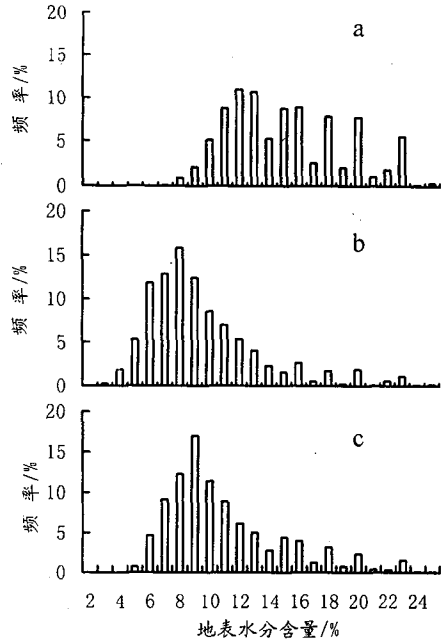


图2 1999年1月28日(a)、3月4日(b)、3月23日(c)卫星监测地表水分含量直方图

2.2 同期气象条件分析

1999年1月,曲靖市各站都有20mm以上的降水。1月下旬开始到3月中旬,除罗平、师宗、陆良站外其他站均无1mm以上的旬降水量记录。同时,各站气温自1月下旬迅速升高,全市平均气温1月上中甸分别为6.4℃、4.3℃,下旬突升到10.4℃,之后几旬都维持在10℃,出现了高温少雨的干旱天气。从陆良站1999年1~3月测定的0~10cm土壤湿度看,1月处于较高水平,2月开始大幅度降低,3月上中旬达最低值(如图3所示)。

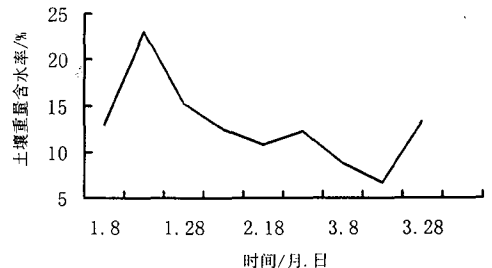


图3 1999年1~3月陆良站0~10cm土壤湿度曲线

2.3 干旱面积估算

利用卫星监测结果估算的干旱面积如表 1 所示。根据曲靖市抗旱防洪办公室统计的旱情资料,全市小春受旱 81910hm²。卫星监测的干旱土地面积用农业用地和小春种植比

例系数订正后的小春受旱面积为 86349.3hm²,误差为 5.1%。利用作物分布图识别,作物干旱面积最大时为 84116.6hm²,误差 2.7%。

表 1 卫星遥感监测干旱面积估算

	干旱土地面积/hm ²			作物干旱面积/hm ²		
	1月28日	3月4日	3月23日	1月28日	3月4日	3月23日
罗平	0	27660.3	13707.2	0	0	146.6
陆良	5593.3	88287.4	71140.5	0	19494.3	12493.7
富源	0	119476.2	102935.9	0	0	516.9
宣威	5369.6	586308.6	429416.2	0	9341	7543.8
会泽	28673.2	586308.6	232015	1041.4	13047.8	4557.4
师宗	0	35412.1	2726.1	0	6846.8	2063
马龙	0	137398.3	140851.6	0	10726.8	10628.8
沾益	856.6	282758.2	283148.2	0	24656.9	22814.9
全市	40492.7	1863612.7	1275940.7	1041.4	84116.6	60765.1

3 讨论

通过在曲靖市的业务试验表明利用卫星监测云南大面积旱情动态是可行的。但由于地形复杂,监测精度可能不稳定,这主要取决于干旱指标和作物分布图制作的技术。目前指标细化研究工作已开始,以后将随着微波遥感和 3S 技术的发展逐步完善监测技术,进

一步提高干旱遥感监测产品的应用效益。

参考文献

- 1 中国气象局. 气象卫星遥感技术为农业服务应用研讨会文集, 1996.
- 2 宁书年, 吕松棠等. 遥感图象处理与应用. 北京: 地震出版社, 1995.

An Operational Flow of Monitoring Large-scale Drought by using NOAA/AVHRR Data in Yunnan

Dong Xieqiong¹ Xu Hong¹ Pu Jicun² Yang Quanlin³ Zhou Weimin¹

1(Yunnan Research Institute of Meteorological Science, Kunming 650034)

2(Qujing Weather Observatory)

3(Yunnan Province Meteorological Bureau)

Abstract

The method and operational flow of monitoring large-scale drought in Yunnan by using NOAA/AVHRR data are presented. Meanwhile key problems, such as index of distinguishing drought, method of area estimation, identification of crop drought and derivative of image product, were discussed. According to detailed analysis on monitoring product in the spring of 1999 in Qujing region, it was proved that using satellite Remote Sensing technique to monitor area, degree and allocation of large-scale drought is available in Yunnan.

Key Words: AVHRR data drought monitoring satellite remote sensing