

文章编号: 1006-4354 (2009) 06-0031-04

陕西省干旱监测预测评估业务平台

张树誉¹, 杜继稳¹, 景毅刚², 乔 丽¹

(1. 陕西省气象局, 西安 710014; 2. 陕西省农业遥感信息中心, 西安 710014)

摘 要: 从实际需求和业务应用着眼, 利用 MODIS 遥感资料和地面加密气象与土壤湿度观测资料, 综合气候、植被、水文和地质环境等因素, 对陕西省生态农业气候环境进行了区划。建立基于 MODIS 卫星遥感资料的干旱监测业务化方法和模型, 开发了气象干旱和农业干旱预测模型及干旱综合影响评估模型, 形成了干旱监测预测评估业务平台, 实现了省、市、县干旱监测—预测预警—影响评估的系列化服务。

关键词: 干旱; 监测; 预测; 评估; 业务平台

中图分类号: S421 **文献标识码:** B

陕西大部地区处于受大陆性季风气候控制的干旱半干旱区, 从南向北跨越三个气候带, 气候类型和地表植被覆盖状况差异明显。旱灾是陕西主要气象灾害, 为群灾之首, 干旱缺水是制约陕西经济社会发展的瓶颈问题^[1]。

在以往工作的基础上, 从政府部门和社会公众对干旱服务的需求入手, 以精细化、业务化为突破口, 首先建立包括气象观测资料、农业信息、基础地理数据、社会经济信息、遥感监测产品在

内的干旱数据库, 在此基础上进行干旱特征分析和生态农业干旱区划、自然天气季节划分研究, 进而以干旱分区和自然天气季节划分为背景, 开展干旱指标本地化适用性研究、遥感干旱监测模型和干旱预测模型以及干旱综合影响评估模型研究, 最后建立一套适合于省、市、县应用的集干旱监测、预测预警、评估及灾害管理于一体的干旱监测预警评估业务平台。通过该平台能够及时有效地监测干旱的发生和发展, 预测未来干旱的

收稿日期: 2008-09-09

作者简介: 张树誉 (1970—), 男, 西安市人, 高级工程师, 学士, 从事卫星遥感应用研究。

基金项目: 中国气象局 2007 年业务建设专项; 国家自然科学基金项目 (40571111)

点, 对于一些精典的知识点, 可以进行 FLASH 开发, 比如大气环流原理, 通过 FLASH 形式展示的很形象直观, 有助于深刻理解知识点。气象业务中有很多是对仪器设备的操作, 具有很强的实践性, 如雷达机务、高炮的操作等, 其中一些内容已经应用于气象远程教学, 收到了一定的效果。

FLASH 课件以其易于传输, 交互性强在远程教学中得到应用, 但其开发周期相对流媒体课件较长, 因此是当前气象远程教学中一个有益的补充。

4 结 论

在气象远程教学中, 积累了丰富的三分屏流

媒体课件资源, 网络传输问题也日益明显, 改变现状一方面在网络硬件环境的改善, 一方面是课件形式的改变。通过对部分流媒体课件 FLASH 化和开发的 FLASH 课件应用于远程教学平台, 这种课件形式的改变使得网络传输和服务器访问压力得到缓解, 有助于提高学员的学习效果, 是对远程教学的一个尝试。

参考文献:

- [1] 罗永峰. FLASH 发展前景展望 [J]. 科技信息, 2008, (23) .
- [2] 裴善报. Flash 在《液压传动》计算机辅助教学中的应用 [J]. 科技信息 (学术版), 2008, (23) .

演变趋势,向各级政府决策部门和公众提供和发布干旱监测预警信息,并能够就已经发生的干旱进行综合评估及干旱对未来可能造成的危害影响进行预评估。

1 体系结构与功能特点

陕西省干旱监测预测评估业务平台体系结构按三层结构来搭建,包括数据层、模型和指标层、用户交互层。数据层包括系统所涉及的所有数据,包括基础地理信息、遥感影像数据、植被长势监测数据、气象、水文数据等。对数据的访问采用 WEB-GIS 技术通过统一的接口进行。模型和指标层集中了各种算法模型和运算指标,模型运算时通过数据访问接口从数据层读取数据,运算结果也可以通过数据访问接口存贮到数据层中。模型之间可以相互调用,也可通过数据层作为中介来实现模型之间的数据传输。用户交互层是集成系统的前端,也是提供给终端用户的操作接口,实现模型选择、参数设定、模型运算、结果显示和发布等功能。

主要的技术特点。(1) 干旱遥感监测、预测预警体现了精细化。首先,借鉴 NOAA 卫星遥感干旱监测方法,针对陕西不同干旱分区,结合地面加密观测资料和 MODIS 波段设置特点,研究建立基于 MODIS 遥感资料的干旱监测业务化方法和模型,结合 GIS 技术对干旱的发生、发展过程进行全程动态监测,既能够得到全省或大区域宏观干旱强度、分布和发展状况等信息,又能够得到各市、区(县)的干旱强度和发展状况的精细化遥感监测产品,其监测精度较 NOAA 卫星遥感干旱监测提高了 16 倍。其次,从现行天气预报和气候预测所能提供的预报、预测产品及其可信度出发,研究建立了基于中期、延伸期天气预报和月气候预测、地面气象观测和农作物生长状况等资料的陕西省干旱预测模型和指标,实现了对未来 5~30 d 省内分时段的任一市、县(区)可能发生的气象干旱、农业干旱变化趋势的预测预警。(2) 干旱评估体现了综合性和量化。在分析总结现有评估指标模型和标准规定的基础上,结合陕西省干旱的时空分布特征、干旱风险图集、农业种植结构等,运用气象观测资料、卫星遥感资

料、水文资料、生态气候观测资料等建立了一套集干旱灾前预评估、灾中动态评估和灾后损失评估于一体,并能够对农业、水文、生态、社会经济等干旱影响的不同方面进行综合评估的陕西省干旱影响评估模型和指标。开发的农业干旱静态和动态评估模型,实现了分别以旬、月、年为时间尺度、以县为空间尺度的农业干旱动态、定量评估,可以得到干旱对农作物产量影响的动态定量信息。

2 关键技术

2.1 生态农业干旱区划

干旱的发生发展及其影响具有地域性,影响干旱演变的因素较多,除了天气气候因素外,还同地形地貌、地质、植被、水文等生态环境因素密切相关。在相同的天气气候条件下,对于不同的地域和下垫面状况,其干旱发生发展的表现不同。因此,以各地的生态和气候因素为依据,针对陕西省干旱的规律和特征进行生态农业干旱区划,是建立陕西省干旱监测预测预警业务,实现客观诊断和科学评估干旱灾害的一项基础性工作。

选取降水量、气温、日照时数、蒸发量、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、降水绝对变率、径流深、潜水、土壤状况和地表植被状况等 10 个影响生态农业干旱的关键因子,采用快速聚类法(K-Means Cluster)和分层聚类法(Hierarchical Cluster Analysis)得到 2 种聚类结果,结合陕西省地形地貌、气候特点和土壤类型分布以及工农业生产情况等,将陕西省划分为 8 个生态农业干旱相似区(图 1)。分别为长城沿线风沙干旱区(1 区)、黄土高原丘陵沟壑干旱区(2 区)、黄土高原丘陵梁塬干旱区(3 区)、渭北高原旱塬区(4 区)、关中平原干旱区(5 区)、汉中盆地干旱区(6 区)、秦岭及巴山干旱区(7 区)、商洛浅山丘陵干旱区(8 区)。干旱监测、预测都是基于生态农业干旱相似区进行的。

2.2 MODIS 卫星遥感监测业务化模型建立

基于 NOAA 卫星的 AVHRR 数据开展干旱监测业务服务解决了全省干旱发生发展的宏观监测问题,但不能满足为市、县的服务需求,这就

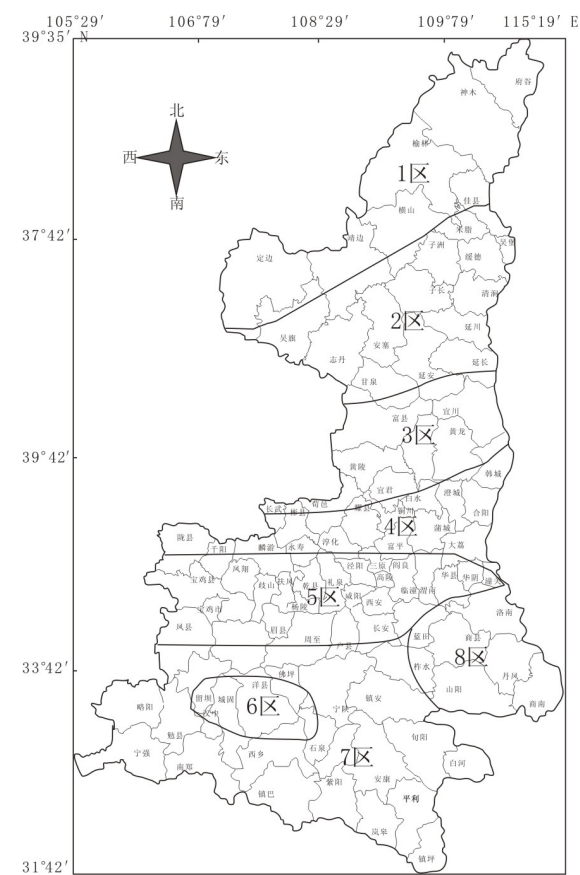


图 1 陕西生态农业干旱区划图

要求开展精细化干旱监测。2007 年开始陕西所有市、县都开展了土壤墒情观测业务 (29 个自动土壤水分观测站), 并将观测时次由旬精细到候, 全省还建成 722 个区域加密自动气象站, 从观测点的数量和观测时次都有了很大提高, 特别是 MODIS 卫星空间分辨率较 NOAA 卫星有了较大提高, 为开展精细化干旱监测提供了可能。

2.2.1 热惯量法 热惯量与土壤相对湿度间通常建立有线性、对数、指数等经验模型, 选取 2005 和 2006 年 1—3 月上旬的 7 次 EOS/MODIS 遥感资料对三种模型的反演结果进行了计算拟合 (表 1)^[2]。经检验, 三种模型中指数模型的相关性最好, 线性模型次之, 对数模型的相关性略差, 但三种模型均达到了显著相关水平。MODIS 热惯量模型在陕西省适用于 11 月至翌年 3 月上旬干旱监测, 监测结果空间分辨率为 1 km。

2.2.2 植被供水指数法 为了实现基于 MODIS 数据的精细化干旱监测, 就要在生态农业干旱分区的基础上, 进行遥感干旱监测分区, 最终建立不同区域的监测指标。将陕西省分为 5 个区干旱监测: 陕北长城沿线干旱风沙区、陕北黄土高原干旱丘陵沟壑区、黄土高原沟壑天然林生态区、渭北旱塬和关中平原区和秦巴山地区。

表 1 热惯量法土壤水分模型的分析结果

模型类型	系 数		监测区土壤相对含水量/%			相关系数
	A	B	最小值	最大值	平均值	
线性	-3.682	1.752	33.3	97.6	55.3	0.6727
对数	-258.03	39.128	27.7	88.6	55.1	0.5115
指数	2.472	15.439	31.1	114.5	55.8	0.7258

利用 2004—2006 年 4—5 月的 MODIS 卫星资料, 运用植被供水指数法进行干旱动态监测, 对一句内的资料利用 MVC 方法得到旬最大植被指数, 在此基础上计算植被供水指数, 再根据各监测区地面土壤湿度观测数据做为定标点, 参照农业气象中有关旱情的划分标准, 将每个监测分区的植被供水指数 (VSWI) 划分为 5 个等级 (表 2)^[3]。植被供水指数法干旱监测结果的空间分辨

率为 250 m, 较 NOAA 卫星提高了 16 倍, 对全省干旱监测结果叠加陕西 1:25 万矢量数据, 就可提取分市、县精细化的遥感干旱监测产品。

2.3 干旱预测

干旱预测是在对当前干旱程度、范围判定的基础上, 利用生态农业干旱分区结果, 分析前期影响干旱发生发展演变的因子, 结合土壤墒情监测、地面植被生长状况和中期、延伸期天气预报、

表 2 各监测分区植被供水指数干旱等级指标

干旱等级	监测区 1	监测区 2	监测区 3	监测区 4	监测区 5
非旱	1—5	1—4	1—6	1—3	1—7
轻旱	3—5	5—7	7—9	4—8	8—10
中旱	6—9	8—12	10—18	9—13	11—20
重旱	10—15	13—20	19—25	14—18	21—30
特旱	16—40	21—40	26—40	19—40	31—10

和演变趋势。综合气象和农业干旱预测模型：

$$S_{i,1} = S_{0,i} + \lambda_i (\alpha F_i + \beta T_i + \gamma R_i) \times 10/n \quad (1)$$
$$S_{i,2} = S_{0,i} + \mu S_{1,i} + \rho S_{2,i} + \lambda_i (\alpha F_i + \beta T_i + \gamma R_i) \times 10/n \quad (2)$$

式中： i 为站点序列号， $S_{i,1}$ 为某站点综合气象干旱预测指数， $S_{i,2}$ 为某站点综合农业生态干旱预测指数， $S_{0,i}$ 为某站点综合气象干旱指数， $S_{1,i}$ 为地面植被状况， $S_{2,i}$ 为土壤相对湿度值， μ 为地面植被对水分变化反应系数， ρ 为土壤对干旱演变反应系数， λ_i 为干旱预测分区经验系数， α 、 β 和 γ 分别为反映中期或延伸期天气预报降水趋势、最高气温、降水量对干旱影响的订正系数， F_i 、 T_i 和 R_i 为中期或延伸期天气预报信息订正值， n 为天气预报的时段长度。干旱预测指数值越小，反映干旱程度越重，干旱风险等级越高，造成影响将越大；反之，反映干旱程度越轻，干旱风险等级越低，造成影响将越小。根据干旱等级划分标准，结合陕西省近 40 a 的干旱资料，进行陕西省综合气象、农业干旱预测等级指标的划分^[4]（表 3）。

表 3 陕西省综合气象、农业干旱预测等级指标

等级	类型	指标 $S_{i,1}$	指标 $S_{i,2}$
I	轻旱	$-1.6 < S_i \leq -0.8$	$-1.0 < S_i \leq -0.2$
II	中旱	$-2.0 < S_i \leq -1.6$	$-1.4 < S_i \leq -1.0$
III	重旱	$-2.8 < S_i \leq -2.0$	$-2.2 < S_i \leq -1.4$
IV	特旱	$S_i \leq -2.8$	$S_i \leq -2.2$

3 结束语

干旱业务平台的特色是突出干旱服务过程的

“实时一定量一动态”的特点，开发的干旱业务平台适于陕西北方大部分省、市应用，使用中也可能存在需进一步研究解决的问题。

3.1 陕西南北跨度较大，云的影响经常会造成南部部分监测区域晴空资料的缺失，使得不能每旬得到遥感监测产品。另外，云污染对监测精度也有一定影响，多天合成结果中经常还会有一些薄云存在，这时遥感探测器是透过薄云观测到的地面信息，因云的影响会造成 NDVI 数据的偏小，导致监测精度下降。

3.2 干旱预测的重要依据，中期、延伸期天气预报中的降水量多描述为“小雨、阴天”等，需要对预报人为量化分析；天气状况、最高气温、降水量等预报要素对干旱影响的订正系数及地面植被、土壤类型等对旱情变化的响应系数需要在实际应用中不断细化和订正。

参考文献：

[1] 陕西省抗旱办公室．陕西省干旱灾害年鉴[M]．西安：西安地图出版社，1999：1—6．
[2] 李星敏，刘安麟，张树誉．热惯量法在干旱遥感监测中的应用研究[J]．干旱地区农业研究，2005，23（1）：19—21．
[3] 莫伟华，王振会，孙涵．基于植被供水指数的农田干旱遥感监测研究[J]．南京气象学院学报，2006，29（3）：46—51．
[4] 中国国家标准化管理委员会．气象干旱等级（GB/T 20481—2006）[S]．