

基于GIS的黄淮海平原旱灾遥感监测研究*

申广荣

(山西农业大学)

田国良

(中国科学院遥感应用研究所)

摘 要 干旱作为自然灾害的一种,严重影响并限制着我国特别是北方地区农业生产的发展。该文主要研究利用遥感技术资料,基于GIS技术,通过作物缺水指数模型监测旱情的方法。在黄淮海平原进行的实时监测表明,各种形式的结果与实际基本吻合,此方法可用于平原旱灾实时动态监测。

关键词 作物缺水指数 旱灾遥感监测 GIS

1 原理和方法

1.1 原理

干旱是指由水分的收与支或供与求不平衡形成的水分短缺现象。因而可以通过估算土壤水分来监测旱情。作物缺水指数(crop water stress index (CWSI))是土壤水分的一个指标,在可以接受的精度范围内可根据作物缺水指数,半定量地给出土壤重旱、中旱、轻旱、正常、湿润等的分布图^[1]。由于它以遥感图像作为信息源,并在GIS的支持下,采用并发展了对地面气象数据插值的有效的处理方法,为实时、动态地监测旱情提供了可能。

1.2 作物缺水指数模型

用通常的遥感方法估算土壤水分仅得到土壤表层信息,但一般情况下往往要得到作物根层的土壤水分,为此要对植被的冠层温度测量,作物缺水指数是由作物冠层温度值转换来的。利用热红外遥感温度和气象资料来间接地监测植被条件下的土壤水分是遥感监测土壤水分的一个重要方法。据土壤水分含量与作物缺水指数的关系,由热量平衡原理推出的作物缺水指数(CWSI)模型定义为

$$CWSI = 1 - E_d/E_p$$

式中 E_d ——实际蒸散即日蒸散量; E_p ——潜在蒸散量。

E_d 由据每一区域的纬度及赤纬求得的日出日落时间 N 及瞬时蒸散 E_i 算出

$$E_i = (R_n - G - N)/L_m$$

其中, R_n : 净辐射,由经过大气辐射订正后的图像反演得到的总辐射、通过AVHRR图像通道1,2反演得到的反照率百分比及大气长波辐射和地表长波辐射计算; G : 土壤热通量,可通过绿度指数由遥感图像求得的地表覆盖率及 R_n 计算; H : 显热通量,由冠层温度、空气动力阻力及中性情况下空气阻力求得; E_p : 采用鼓曼方法计算。

1.3 模型的实现

由上面看出,CWSI模型与具体区域有关,涉及因素较多,数据来源有图像、图形、地面实测气象数据,计算复杂。通过计算CWSI估算土壤水分时,用县气象站气象数据代替整个县的

收稿日期: 1997-03-12 1998-12-25 修订

* “八五”国家科技攻关项目(85-724-01-4)

申广荣, 硕士, 山西太谷 山西农业大学土化系, 030801

气象数据, 对于平原面积不大的县是可行的, 对于面积较大的县, 精度就受到影响^[1], 结果表明: 其估算的精度取决于地表气象数据可以外推的范围。“八五”期间, 用在上述基础上发展的作物缺水指数模型来监测旱情, 也将此作为重点考虑内容之一。因而在监测旱情时, 为提高精度并与遥感图像相适应, 以 1.1 km 的空间分辨率来计算 $CWSI$ 值。但从国家气象局获得的实时地面气象数据, 整个研究区只能是有限个, 所以必须进行插值计算, 以使每个点上都有相应的气象要素值。这里选用了最优插值法^[2], 借助于数值天气预报的思想, 根据气象要素场的统计特性, 考虑研究区中每个区域又可近似为一个平面这一特性, 发展了由多年平均的历史数据, 确定最优插值所需初始数据的线性插值模型, 完成了对气象数据的处理。

对于遥感图像, 经过图像预处理, 大气订正后要与研究区地形图进行较为严格的配准, 并转换到一个统一的坐标系上, 使之与气象数据变化步长一致。然后根据各通道各自的规律计算出相应的有关物理量, 以统一的格式统一存放。旱灾遥感监测总框图见图 1。

2 实时监测

以黄淮海平原为研究区。实时监测分两步进行: 首先将黄淮海平原的地形图通过手扶数字化仪在 GIS 的支持下输入计算机; 将对实时气象数据进行最优插值所需的初始数据进行处理, 以统一的格式分别存放在不同的文件中, 实时运行时, 对来自中国气象局的旬报或日报气象数据在读取的同时并调用相应的各种初始数据实时及程序对其进行最优插值, 也以统一的格式存放。然后通过调用已处理好的实时遥感数字图像及实时气象数据便可按 1.1 km 的空间分辨率逐点计算 $CWSI$ 值。由于作物缺水指数与土壤湿度占田间

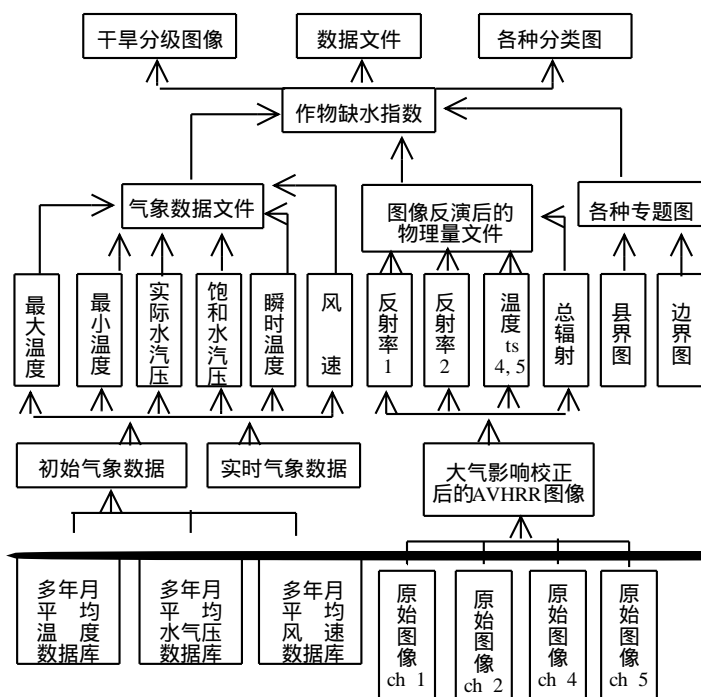


图1 旱灾遥感监测总框图

Fig 1 The sketch of drought remote sensing monitoring

持水量百分比 (W/W_f) 是从两个不同的角度来反映旱情, 根据具体情况, 通过比较回归分析计算得到的二者之间的关系, 依据国家气象局旬报中由 20 cm 深土壤湿度占田间持水量百分比标志旱情的分级标准, 即可得到 $CWSI$ 的分级标准, 在 GIS 支持下, 与研究区的边界图及县界图套合并依据旱情分级标准将其转换为黄淮海平原旱情分布图像 (形), 其中图形可通过彩色打印机输出。另外还有研究区受旱灾比例及面积统计表等形式的结果。经实时监测表明: 从得到 NOAA-AVHRR 图像 1、2、4、5 波段经过大气修正后的 4 幅图像及研究区部分台站的气象数据开始运行到最后以各种形式输出结果, 大概需要 16 h, 从而达到了实时监测旱情的目的。

3 结果分析与评价

1993 年 4 月 26 日和 1993 年 5 月 9 日分别进行了两次实时监测, 得到的黄淮海平原旱情

分布图像(图 2)表明, 整个研究区旱情的分布及变化趋势与实际情况是吻合的; 本区各县旱情等级的比例和受灾面积与实际情况基本一致。

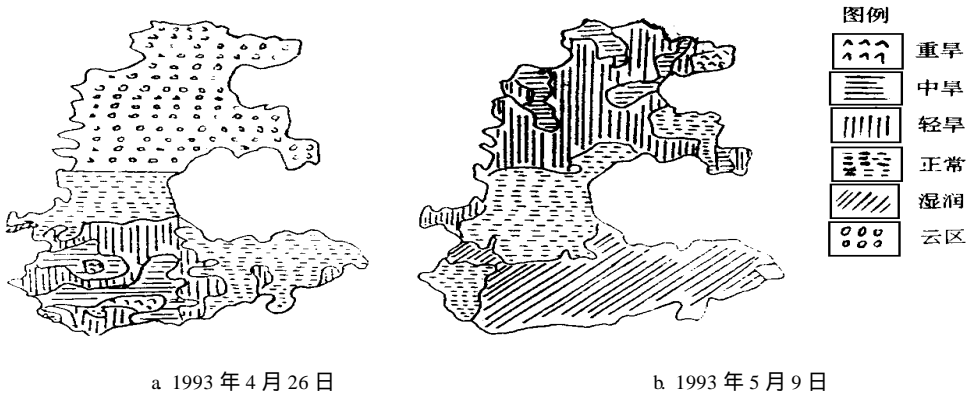


图 2 黄淮海平原某日旱情分布图

Fig 2 The drought distribution in Huanghuaihai plain on one day

1993 年春季以来, 河北大部分地区、山东、河南某些地区发生旱灾, 江苏、安徽较为正常, 4 月底以后, 一些地区降雨, 旱情有所缓解。

1993 年 4 月 26 日的旱情分布图, 由于所得到的 NOAA-AVHRR 图像北纬 $36^{\circ} \sim 41^{\circ}$ 之间有云覆盖, 故而未进行 $CWSI$ 的计算, 但图像表明本区的南部, 河南某些地方发生重旱或中旱, 大部分地区属轻旱, 江苏、安徽较为正常, 有少数地区属轻旱。1993 年 5 月 9 日得到完整的 NOAA-AVHRR 图像, 计算结果 $CWSI$ 的分布图像表明, 整个黄淮海北部的北京、天津、河北省大部分、山东省的大部分地区为中等干旱, 河南省黄河以南的部分县区旱情已经缓解, 而江苏和安徽的北部旱情已经解除。

计算 1992 年 4 月 4 日作物缺水指数 $CWSI$ 并与实测值(土壤湿度占田间持水量百分比(W/W_f))进行比较, 因 $CWSI$ 与 W/W_f 有较好的关系, 所以可用二者的关系来评价计算结果的精度。经过计算, 1992 年 4 月 4 日的计算结果 $CWSI$ 与 W/W_f 的相关系数为 0.8, 由 $CWSI$ 与 W/W_f 的关系可计算出 $CWSI$ 对应的 W/W_f , 并与实测值比较, 分析计算有测值的 22 个台站, 其平均绝对误差是 0.057, 平均相对误差 6%。

4 结 论

本研究采用以遥感、地面实测数据及实时气象数据为主要信息源, 以与研究区具体区域紧密相关的作物缺水指数模型来监测旱情; 采用基于 GIS 的实现方法, 为准确、实时地监测平原大面积范围内旱情, 并得到各种形式的结果提供了保证。需要指出的是, 最后的旱情分布图有变化整齐的块状, 这是由于研究区已知台站分布稀疏而致, 可通过增加插值点(如获得更稠密的已知台站的数据)或利用数学方法平滑结果得到改进。对于山区旱情监测, 由于小气候差异有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 田国良 黄河流域典型地区遥感动态研究 北京: 科学出版社, 1990 123~ 176
- 2 张玉玲 数值天气预报 北京: 科学出版社, 1986 250~ 270

Drought Remote Sensing Monitoring for Huanghuaihai Plain Based on GIS

Shen Guangrong

(Shanxi Agricultural University, Taigu)

Tian Guoliang

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS)

Abstract The monitoring results in Huanghuaihai Plain showed that both the drought distribution and states from calculating are coincided with the objective situation in Huanghuaihai Plain. A method to monitor drought using crop water stress index which is based on GIS technology combined with remote sensing data, graph and meteorological data was presented. The experiment results indicated the method can be used to monitor drought dynamically and timely in plain.

Key words crop water stress index, drought remote sensing monitoring, GIS