

许伟峰, 尹贞铃, 范涛, 等. 基于 MODIS 数据的渭南市土壤水分反演研究 [J]. 陕西气象, 2014 (6): 28-31.

文章编号: 1006-4354 (2014) 06-0028-04

基于 MODIS 数据的渭南市土壤水分反演研究

许伟峰, 尹贞铃, 范涛, 冯伟

(渭南市气象局, 陕西渭南 714000)

摘要: 根据 MODIS 数据特点, 分高植被覆盖和低植被覆盖条件, 研究了 MODIS 第 1~7 波段数据与土壤表层水分含量之间的关系, 基于分析结果, 选择与土壤水分含量相关度高的 MODIS 数据波段, 建立渭南市 0~10 cm 土壤相对湿度反演模型。利用模型开展渭南市土壤墒情监测, 只需在晴空条件下, 使用一景白日过境的 MODIS 卫星数据, 即可完成土壤表层水分快速监测。

关键词: MODIS; 土壤水分; 反演研究; 渭南

中图分类号: P407.6

文献标识码: A

渭南市是农业大市, 地处关中东部, 全市土地面积为 $1.3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 属于干旱半干旱地区, 旱灾几乎年年发生, 有“十年九旱”之称, 干旱是限制当地农业生产的重要因子之一。准确掌握土壤墒情, 及时反映田间旱情发生的范围、程度及其发展变化, 为各级政府制定合理的防旱、抗旱措施提供科学依据。

随着遥感和计算机技术的发展, 卫星遥感数据迅速被应用于土壤水分监测, 有些学者采用热惯量法^[1]、亮温法^[2]、植被供水指数法^[3]等进行监测土壤水分的研究, 但研究尺度多范围较大。对地市范围的土壤墒情监测而言, 卫星监测土壤墒情反演图像不够精细, 难以清晰地反映土壤水分分布。比如张树誉等认为基于 NOAA 卫星的 AVHRR 数据开展的干旱监测业务解决了省级干旱发生发展的宏观监测问题, 但不能满足为市、县级的服务需求^[4]。

近年来, EOS/MODIS 数据作为新的卫星遥感数据源, 具有高时间分辨率和光谱分辨率, 且数据获取方便等特点, 学者们利用 MODIS 数

据, 对其与土壤水分之间的关系进行了大量研究。郭广猛等^[5]研究认为 MODIS 第 7 波段的值和土壤表层水分有较好的相关关系; 姚云军等^[6]研究了 MODIS 短波红外光谱特征与土壤含水量之间的关系, 认为 MODIS 第 6、7 波段的值与土壤表层水分存在敏感关系; 周秉荣等^[7]认为 MODIS 第 1、2 波段和土壤湿度也有较好的相关关系。可见利用 MODIS 数据中第 1~7 波段的遥感资料与土壤水分实测数据, 可以建立卫星遥感反演土壤水分模型, 且所用 MODIS 遥感资料空间分辨率为 500 m, 能较精细地反映地市级尺度范围土壤水分分布状况。

1 资料和数据处理

选用 2011—2012 年 MODIS (Terra 卫星) 白天遥感数据和相应时段渭南市土壤水分观测资料, 数据来源于渭南市气象局资料室。土壤水分数据为渭南市白水县、澄城县、合阳县、富平县、蒲城县、大荔县、潼关县、华阴市、华县等气象观测站每旬逢 8 日观测到的土壤相对湿度资料, 采用方法为烘干法。MODIS 数据为中国气

收稿日期: 2014-06-27

作者简介: 许伟峰 (1977—), 男, 陕西韩城人, 汉族, 学士, 工程师, 从事农业气象服务工作。

基金项目: 陕西省气象局创新基金 (2011M—37)

象局通过卫星广播下发的 0 级数据 (即 PDS 格式文件)。MODIS 数据采用了人工土壤水分观测日或观测前后一日的晴空资料, 数据接收处理采用卫星数据 DVB-S 广播系统软件, 首先将接收的 PDS 文件预处理, 得到 MODIS 数据的 1B 文件 (即 HDF 文件), 然后对其进行太阳高度角订正、去条纹处理和几何校正, 将 105.38~111.95°E, 31.67~39.8°N 范围内 (包含渭南全市) 第 1~7 波段数据进行投影处理。再利用 ENVI4.5 软件中自带的黑暗像元法进行大气校正, 并读取土壤湿度观测点所在像元的反射率值, 分别与相应的土壤相对湿度实测数据相互匹配, 根据 MODIS 第 1、2 波段数据计算归一化植被指数 (NDVI), 结果中出现的负值为受云和其他因素干扰的数据, 将其剔除后得到 139 组有效样本数据。将有效样本数据按照 NDVI 进行排序, 选取 NDVI 值 ≤ 0.25 的数据作为低植被覆盖样本, 进行各层人工土壤水分值与各波段

值相关分析, 选取相关系数高的波段, 利用 SPSS20.0 软件, 与土壤水分实测值建立低植被覆盖条件下的反演模型; 选取 NDVI 值 > 0.25 的数据作为高植被覆盖样本, 用同样的方法建立高植被覆盖条件下的反演模型。

2 相关分析与模型建立

分析低植被覆盖条件下 0~10 cm 土壤水分与 MODIS 第 1~7 波段反射率的相关关系 (见表 1), 将相关系数在 0.000 水平 (双侧) 上显著相关的 MODIS 第 2、6、7 波段反射率值与 0~10 cm 土壤水分进行线性回归分析, 得到方程

$$Y_{d10} = 123.206 + 0.108B_2 - 0.334B_6 - 0.148B_7, \quad (1)$$

(1) 式中, Y_{d10} 为低植被条件下 0~10 cm 土壤相对湿度, B_2 、 B_6 、 B_7 分别为 MODIS 卫星遥感资料第 2、6、7 波段反射率, 回归方程通过 0.000 水平显著性检验。

表 1 低植被覆盖条件下 0~10 cm 土壤水分与 MODIS 第 1~7 波段反射率相关分析

MODIS 波段		1	2	3	4	5	6	7
0~10 cm	Pearson 相关性	-0.255	-0.409*	0.22	0.05	-0.286	-0.634*	-0.649*
土壤水分	显著性 (双侧)	0.040	0.000	0.080	0.710	0.020	0.000	0.000

注: * 为通过 0.000 水平检验。

分析高植被覆盖条件下 0~10 cm 土壤水分与 MODIS 第 1~7 波段反射率的相关关系 (见表 2), 将相关系数在 0.000 水平 (双侧) 上显著相关的 MODIS 第 1、4、6、7 波段反射率值与 0~10 cm 土壤水分进行线性回归分析, 得到方程

$$Y_{g10} = 110.917 - 0.942B_1 + 0.445B_4 - 0.039B_6 + 0.119B_7, \quad (2)$$

(2) 式中, Y_{g10} 为高植被条件下 0~10 cm 土壤相对湿度, B_1 、 B_4 、 B_6 、 B_7 分别为 MODIS 卫星遥感资料第 1、4、6、7 波段反射率数值, 回归方程通过 0.000 水平显著性检验。

表 2 高植被覆盖条件下 0~10 cm 土壤水分与 MODIS 第 1~7 波段反射率相关分析

MODIS 波段		1	2	3	4	5	6	7
0~10 cm	Pearson 相关性	-0.624*	-0.260	-0.351	-0.469*	-0.145	-0.488*	-0.480*
土壤水分	显著性 (双侧)	0.000	0.022	0.002	0.000	0.209	0.000	0.000

注: * 为通过 0.000 水平检验。

3 模型检验

2013年渭南出现历史罕见的秋冬连旱,旱情严重。2014年1月9日田间调查显示,市区已灌溉麦田墒情适宜,旱地麦田墒情明显不足,0~10 cm土壤墒情普遍较差,相对湿度为30%~40%,土壤表层重度缺水。将2014年1月13日MODIS卫星遥感反演的0~10 cm土壤相对湿度按照气象干旱等级标准^[8]分级:相对湿度40%以下为重旱,40%~50%为中旱,50%~60%为轻旱,60%以上为无旱。结果显示,全市中北部和南部塬区大部分地方出现重旱,与实际情况相符(见图1)。

利用2014年5月21、26日两个时次的遥感数据和相应时段的土壤水分数据,对模型进行定量检验(表3),结果显示,两次反演结果的平均误差为11%。根据中国气象局综合观测司下发的自动土壤水分观测规范规定:体积含水量平均绝对误差

≤5%,即可达到业务化应用。对渭南市而言,体积含水量平均绝对误差为5%,对应的土壤相对湿度平均误差为17%,因此模型可以在业务中应用。

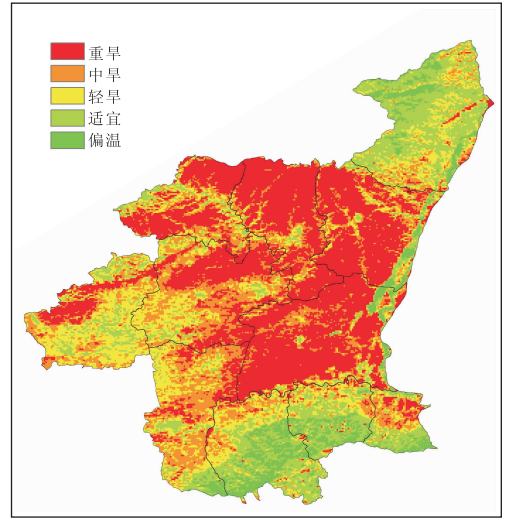


图1 2014年1月13日渭南市MODIS卫星遥感监测旱情反演图

表3 2014年5月21、26日0~10 cm人工测墒与卫星遥感反演土壤相对湿度

站 点		大荔	临渭	华阴	韩城	富平	蒲城	合阳	白水	%
21 日	人工测值	51	57	41	42	58	45	59	44	
	卫星反演数值	45	44	57	37	57	29	30	43	
	绝对误差	-6	-13	16	-5	-1	-16	-29	-1	
26 日	人工测值	70	63	48	62	81	49	81	57	
	卫星反演数值	61	48	61	49	67	44	59	57	
	绝对误差	-9	-15	13	-13	-14	-5	-22	0	

4 误差分析

(1) 人工土壤水分监测点所对应的遥感影像像元并非纯净像元,利用MODIS空间分辨率为500 m的数据所监测的一个点像元对应实际地物面积达到2 500 m²,在这样一个大范围地物中,往往有不同的地表景观,根据遥感图像所计算得到的土壤水分只是该区域的平均值,研究此类问题的相关学者已经证明,一个点像元的土壤含水量的变异系数很大^[9],因此存在误差无法避免。

(2) 研究中虽然对遥感数据采取黑暗像元法进行了大气校正,但实际上无论哪种大气校正都无法真正消除较为复杂的实际大气状况对遥感反演土壤水分的干扰。

(3) 研究中采用的数据仅限于每旬人工逢8日数据,虽然持续积累了两年的卫星数据和人工土壤水分数据,但受天气、云量等影响,实际整理可用于研究的数据有限,也会对反演方程的建立产生影响。

5 结论

(1) 利用MODIS卫星第1~7波段反射率数据,建立了渭南市土壤表层相对湿度遥感监测模型,经过检验可以开展土壤表层相对湿度面上的监测,且所用资料空间分辨率为500 m,遥感反演图像较为精细,能够满足地市级一般业务服务需求。

(2) 土壤水分的监测尤其是针对大面积农田

郝智利. 自动气象站地温数据异常分析与处理 [J]. 陕西气象, 2014 (6): 31-32.

文章编号: 1006-4354 (2014) 06-0031-02

自动气象站地温数据异常分析与处理

郝智利

(山西省大气探测技术保障中心, 太原 030002)

中图分类号: P415.12

文献标识码: B

随着科技不断进步, 自动观测逐渐代替了人工观测, 主要气象要素已基本实现了仪器观测, 因此自动气象观测设备的保障成为业务工作的重要组成部分。结合多年气象仪器维修经验, 从地温传感器故障入手, 分析故障原因并对地温传感器的连线方式与方法提出建议。

1 地温传感器工作原理

地温传感器是能感受规定的被测量, 按照一定的规律将被测量转换成可用输出信号的器件或装置, 通常由敏感元件和转换元件组成。Pt100型铂电阻的阻值在一定测量范围内随温度的变化而变化, 阻值和温度呈线性关系, 地温传感器利

收稿日期: 2014-03-06

作者简介: 郝智利 (1974—), 男, 汉族, 山西新绛人, 工程师, 主要从事气象探测技术保障工作。

土壤水分监测难度较大, MODIS 数据具有高时间分辨率和高光谱分辨率的优势, 模型利用 MODIS 卫星每日过境的有利条件, 只需要在晴空条件下, 一景白日过境的 MODIS 卫星数据, 可以实现对田间土壤墒情的快速判别, 方便土壤墒情遥感监测业务化运行。

(3) 研究中所用的土壤水分实测值通过固定点测量得来, 对应的卫星反演结果反映的是测量点周围 500 m×500 m 区域内土壤湿度的平均状况, 因此会给研究结果带来误差。加之遥感区域下垫面不均一, 受混合像元的影响, 也会带来误差, 有待于进一步研究更好的订正方法, 提高遥感反演监测结果的精度。

参考文献:

- [1] 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 [J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23 (1): 54-59.
- [2] 刘丽, 刘清, 周颖, 等. 卫星遥感信息在贵州干

旱监测中的应用 [J]. 中国农业气象, 1999, 20 (3): 43-47.

- [3] 梁芸, 张峰, 韩涛. 利用 EOS MODIS 植被供水指数监测庆阳地区的土壤湿度 [J]. 干旱气象, 2007, 25 (1): 44-47.
- [4] 张树誉, 杜继稳, 景毅刚, 等. 陕西省干旱监测预测评估业务平台 [J]. 陕西气象, 2009 (6): 32-33.
- [5] 郭广猛, 赵冰茹. 使用 MODIS 数据监测土壤湿度 [J]. 土壤, 2004, 36 (2): 219-221.
- [6] 姚云军, 秦其明, 赵少华, 等. 基于 MODIS 短波红外光谱特征的土壤含水量反演 [J]. 红外与毫米波学报, 2011, 30 (1): 9-14.
- [7] 周秉荣, 李凤霞, 申双和, 等. 从 MODIS 资料提取土壤湿度信息的主成分分析方法 [J]. 应用气象学报, 2009, 20 (1): 114-118.
- [8] GB/T 20481—2006 气象干旱等级 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006: 4.
- [9] 董小曼. 基于 MODIS 数据的章丘市土壤含水量遥感反演研究 [D]. 山东: 山东师范大学, 2011: 6-7.