

神东矿区土壤湿度遥感监测与双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间

刘英¹, 吴立新², 马保东³, 林亚卫¹

1. 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083
2. 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875
3. 东北大学测绘遥感与数字矿山研究所, 沈阳 110004

摘要 结合神东矿区环境与灾害遥感监测与分析, 根据 MODIS/AQUA 卫星产品的归一化植被指数 (NDVI) 和地表温度 (T_s) 数据, 分析了基于 1km 和 500m 分辨率数据的 NDVI- T_s 特征空间, 发现 NDVI- T_s 特征空间均具有双抛物线型特征。与基于 1km 和 500m 分辨率数据的 NDVI- T_s 三角形特征空间进行对比分析, 并将得到的温度植被干旱指数 (TVDI) 数据与实测土壤湿度进行相关性分析, 结果表明 1km 双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间能更好地反映地表 0—5cm 土壤湿度, 而 500m 双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间在监测 10cm 土壤湿度时更有优势。以通过双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间得到的 TVDI 作为旱情遥感监测指标, 评估了 2010 年 10 月 8—23 日 16d 和 2010 年 10 月 8 日当天的神东矿区旱情, 揭示了矿区旱情的空间特点。

关键词 温度植被干旱指数; 双抛物线型特征空间; NDVI; 土壤湿度; 神东矿区

中图分类号 P237

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.35.006

Soil Moisture Monitoring in Shendong Mining Area and Bi-parabola NDVI- T_s Space

LIU Ying¹, WU Lixin², MA Baodong³, LIN Yawei¹

1. College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China
2. State Key Laboratory of Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China
3. Institute for Geo-informatics & Digital Mine Research, Northeastern University, Shenyang 110004, China

Abstract Combining environment and disaster monitor with analysis by using satellite remote sensing in Shendong mining area, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and land surface temperature (T_s) derived from MODIS/AQUA data of 1km and 500m resolution were applied to analyze the NDVI- T_s space. It is discovered that NDVI- T_s space is bi-parabola, comparing with the triangle space for traditional NDVI- T_s . By checking with filed investigation on soil moisture at different depth, it is found that the 1km resolution NDVI- T_s bi-parabola space is better than the others for reflecting the soil moisture at depth 0—5cm, while 500m resolution NDVI- T_s bi-parabola space is the best among three spaces for reflecting the soil moisture at depth 10cm. Based on the TVDI obtained from the NDVI- T_s bi-parabola space, the drought situation in Shendong mining area from Oct. 8, 2010 to Oct. 23 for 16d and the day on Oct. 8, 2010 is evaluated. And the spatial features of the drought situation in Shendong mining area are revealed.

Keywords temperature vegetation dryness index; bi-parabola space; NDVI; soil moisture; Shendong mining area

收稿日期: 2011-10-28; 修回日期: 2011-11-28

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2011CB707102); 地表过程与资源生态国家重点实验室项目(2009-KF-16)

作者简介: 刘英, 博士研究生, 研究方向为干旱、土壤水分遥感监测, 电子信箱: liuying712100@163.com; 吴立新(通信作者), 教授, 研究方向为空间信息理论与方法、灾变遥感与灾情测量、数字矿山与数字减灾等, 电子信箱: awulixin@263.net

0 引言

干旱是人类面临的主要自然灾害之一,而土壤湿度作为陆面水资源形成、转化、消耗过程的基本参数,是反映陆地干旱的重要指标。多时相、多光谱、高光谱遥感数据反映了大面积的地表信息,使得快速、及时、动态监测旱情成为可能^[1]。遥感监测干旱的方法有植被供水指数法、温度植被干旱指数(Temperature Vegetation Dryness Index, TVDI)法、热惯量法等,其中 TVDI 法是应用较广泛的一种方法。

Price^[2]和 Carlson 等^[3]发现,当研究区域的植被覆盖和土壤湿度变化范围较大时,根据遥感资料得到的以归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)为横轴和以地表辐射温度为纵轴的散点图呈三角形特征空间; Moran 等^[4]认为 NDVI- T_s (地表温度)之间为梯形特征空间; Sandholt 等^[5]提出了 TVDI 的计算方法; Patel 等^[6]基于 MODIS 产品数据的 NDVI- T_s 特征空间计算 TVDI,并估算了印度亚湿润地区的土壤湿度,结果表明 TVDI 与实测土壤水分之间存在强负相关关系; Schnur 等^[7]采用 250m 分辨率 MODIS 产品 NDVI 和增强型植被指数(Enhanced Vegetation Index, EVI)数据评估美国西南区域的土壤水分,发现 NDVI 与土壤湿度的相关性略高于 EVI 和土壤湿度的相关性。

王鹏新等^[8]基于 NDVI- T_s 特征空间提出了条件植被温度指数(Vegetation Temperature Condition Index, VTCI)的概念;王鹏新等^[9]采用 AVHRR 卫星遥感数据,对比分析基于 NDVI 和地表温度的几种干旱监测方法,发现 VTCI 更适合于研究区域的干旱监测;王纯枝等^[10]基于 1km 分辨率 MODIS 产品数据的 NDVI- T_s 特征空间计算 TVDI,反演黄淮海平原冬小麦和夏玉米每 16d 的土壤湿度,发现 TVDI 适用于黄淮海平原作物生长季的土壤湿度动态监测;闫娜等^[11]采用 5km 分辨率 MODIS 数据分别构建 T_s -NDVI 和 T_s -EVI 特征空间,得到 TVDI,并据此监测陕西旱情,指出 T_s -NDVI 和 T_s -EVI 散点图基本符合三角形关系且 T_s -EVI 特征空间效果更明显;张红卫等^[12]用 MODIS 传感器中通道 2 波段、通道 6 和通道 7,构建归一化多波段干旱指数(Normalized Multi-band Drought Index, NMDI),指出可采用 NMDI 方法监测 0—50cm 深的土壤墒情。

分析可见,国内外相关研究大多采用 1km 或 5km 分辨率 MODIS 产品数据来构建 NDVI- T_s 特征空间,并认为此特征空间呈三角形或梯形,未构建双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间,也少用更高分辨率(500m)的 MODIS 产品数据来构建 NDVI- T_s 特征空间。本文以中国西部神东矿区为例,用 1km 和 500m 分辨率 MODIS 卫星数据分别构建了双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间,并结合野外实地同步土壤采样与土壤湿度测试数据,采用根据双抛物线特征空间计算的 TVDI 监测神东矿区 2010 年 10 月 8—23 日的旱情变化。

1 研究区域概况

神东矿区(图 1)位于鄂尔多斯高原的东南部及陕北黄土

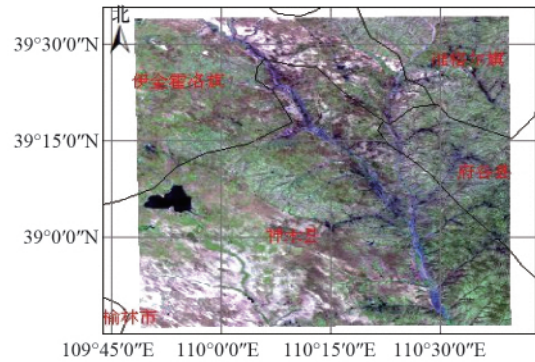


图 1 神东矿区地理位置

Fig. 1 Geographical location of Shendong mining area

高原北缘和毛乌素沙漠的东南边缘,其地理坐标为 38°52'N 至 39°41'N, 109°51'E 至 110°46'E。该矿区蕴藏着丰富的煤炭资源,已探明储量近千亿 t,经过约 20a 的高强度开发,已发展成为中国特大型煤田开发基地^[13]。近年来,采矿规模的扩大和开采速度的加快,以及矿山露天开挖和井工开采沉降,引起了含水层水位下降、地表喀斯特塌陷和井泉干涸,虽然矿山局地的植被情况因加强绿化而有所改观^[14],但矿区整体的水土流失和土地荒漠化趋势在加剧。

2 研究数据与方法

2.1 数据来源与处理

遥感数据来自 MODIS/AQUA 卫星,该星于当地时间 14:30 经过神东矿区,此时的陆地表面温度是一天中的最高值。从 NASA WIST 网站(<https://wist.echo.nasa.gov>)下载 2010 年 10 月 8—23 日 16d 合成 1km 数据产品 MYD13A2、MYD11A2 及 2010 年 10 月 8 日当天的 500m 产品数据 MYD09GA 和 1km 数据产品 MYD11A1,以此分析土壤水分变化。

数据处理包括从 MYD13A2 中获取 16d 合成 NDVI 数据,从 MYD11A2 中获取 8d 合成陆地表面温度 T_s 数据,从 MYD09GA 和 MYD11A1 中分别获取 2010 年 10 月 8 日反射率产品和 T_s 数据,并计算得到当日的 NDVI。因 T_s 数据的分辨率为 1km,为了与 500m 分辨率 NDVI 数据相匹配,故重采样为 500m。将获得的 MODIS 数据从 Sinusoidal 投影转换为 Geographic Lat/Long 投影,并用最大值合成法将 T_s 进行 16d 合成,使与 NDVI 数据相匹配。采用 Java 语言编程,以 0.01 为步长提取出研究区每个 NDVI 值(精度 0.001)对应的最高地表温度 T_{smax} 和最低地表温度 T_{smin} 。

2.2 土壤水分监测方法

Sandholt 等^[5]提出温度植被干旱指数 TVDI 为

$$TVDI = \frac{T_s - T_{smin}}{T_{smax} - T_{smin}} \quad (1)$$

其中, T_s 为地表温度, K 或 °C; T_{smin} 为相同 NDVI 值的最小地表温度,对应 NDVI- T_s 特征空间的湿边; T_{smax} 为相同 NDVI 值的最大地表温度,对应 NDVI- T_s 特征空间的干边。显然, TVDI

的取值范围是 0—1, TVDI 的值越大, T_s 越接近干边, 越干旱; 反之 TVDI 越小, T_s 越接近湿边, 越湿润。

T_{smin} 和 T_{smax} 可以通过对 NDVI- T_s 特征空间的干、湿边模拟得到, 即

$$\begin{aligned} T_{smax} &= a_1 + b_1 \times NDVI \\ T_{smin} &= a_2 + b_2 \times NDVI \end{aligned} \quad (2)$$

其中, a_1, b_1 是干边拟合方程的系数; a_2, b_2 是湿边拟合方程的系数。

以往研究中, 采用 NDVI- T_s 三角形或梯形特征空间计算 TVDI 的原理为 T_{smax} 与 NDVI 呈线性关系, 随着 NDVI 的增加, T_{smax} 线性减小, 且一般认为, 当 NDVI < 0.15 时陆地表面是裸地, 线性拟合时不予考虑^[10, 15-16]。本文研究却发现, 当 NDVI < 0.15 时, 存在随着 NDVI 的减少而 T_{smax} 非线性减少的特殊现象, 即特征空间为双抛物线型(图 2), 这与传统的三角形或梯形 NDVI- T_s 特征空间不一致。数据分析中 NDVI < 0.15 部分约占 6%, 若将 NDVI < 0.15 部分在特征空间拟合中去掉, 则剩余部分的 NDVI- T_s 特征空间呈明显三角形(图 2)。

根据上述 NDVI- T_s 的 2 种特征空间来计算 TVDI 并进行对比, 发现结果虽然相似, 但对土壤湿度 (Soil Moisture, SM) 数据与 TVDI 的相关性分析表明, 基于双抛物线型特征空间的

TVDI 值与地表 10cm 深 SM 的相关系数均高于基于三角形特征空间的 TVDI 值与 SM 的相关系数 (表 1)。故认为, NDVI < 0.15 部分虽只占 6%, 但不应舍弃, 而应整体考虑构建双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间, 这样方能符合实际。

因此, 本文将 NDVI 扩展到 0.15 以内, 构建 NDVI- T_s 的双抛物线型特征空间, 提出了相应的 TVDI 干、湿边模拟算法, 即

$$\begin{aligned} T_{smax} &= a_1 \times NDVI^2 + b_1 \times NDVI + c_1 \\ T_{smin} &= a_2 \times NDVI^2 + b_2 \times NDVI + c_2 \end{aligned} \quad (3)$$

其中, a_1, b_1, c_1 是干边拟合方程的系数; a_2, b_2, c_2 是湿边拟合方程的系数。

3 结果与分析

3.1 NDVI- T_s 特征空间

基于神东矿区 2010 年 10 月 8—23 日 16d 合成 1km 和 2010 年 10 月 8 日当天的 500m NDVI、 T_s 数据, 分析得到了相应分辨率下 NDVI- T_s 特征空间的干、湿边散点图(图 2)。可见, NDVI- T_s 特征空间呈双抛物线型, 且方程的拟合度较高 ($R > 0.8$)。当 NDVI < 0 时, 陆地表面被云覆盖或是水体, 此时土壤含水量为 100%, 故本文只分析 NDVI > 0 的情况。

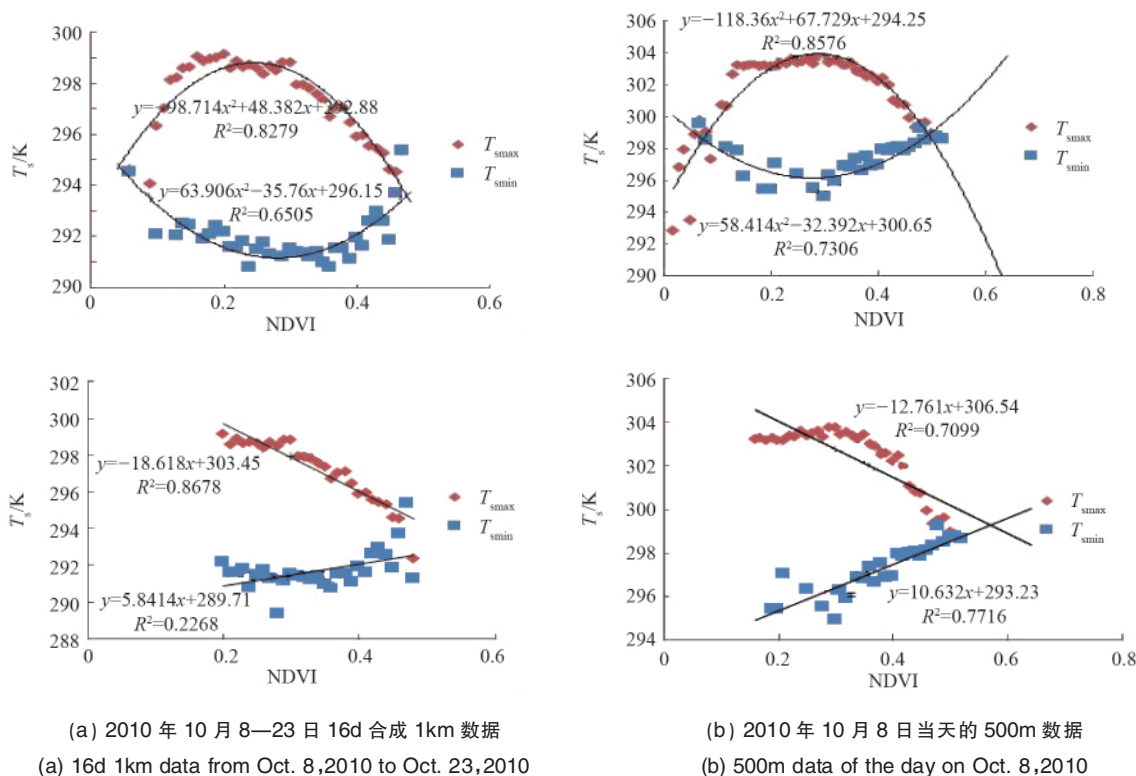


图 2 神东矿区 1km 和 500m 分辨率 NDVI- T_s 特征空间干、湿边散点图

Fig. 2 Scatter plot with 1km and 500m resolutions for both dry and wet edges in NDVI- T_s space in Shendong mining area

3.2 土壤水分遥感分析

根据双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间得到的干、湿边方程, 结合式(1) 计算得到每个像元的 TVDI 值, 并将土壤湿度

划分成了 5 类^[10], 即 (1) 极湿润 ($0 < TVDI \leq 0.2$); (2) 湿润 ($0.2 < TVDI \leq 0.4$); (3) 正常 ($0.4 < TVDI \leq 0.6$); (4) 干旱 ($0.6 < TVDI \leq 0.8$); (5) 极干旱 ($0.8 < TVDI \leq 1$)。利用 ArcGIS 9.3, 基

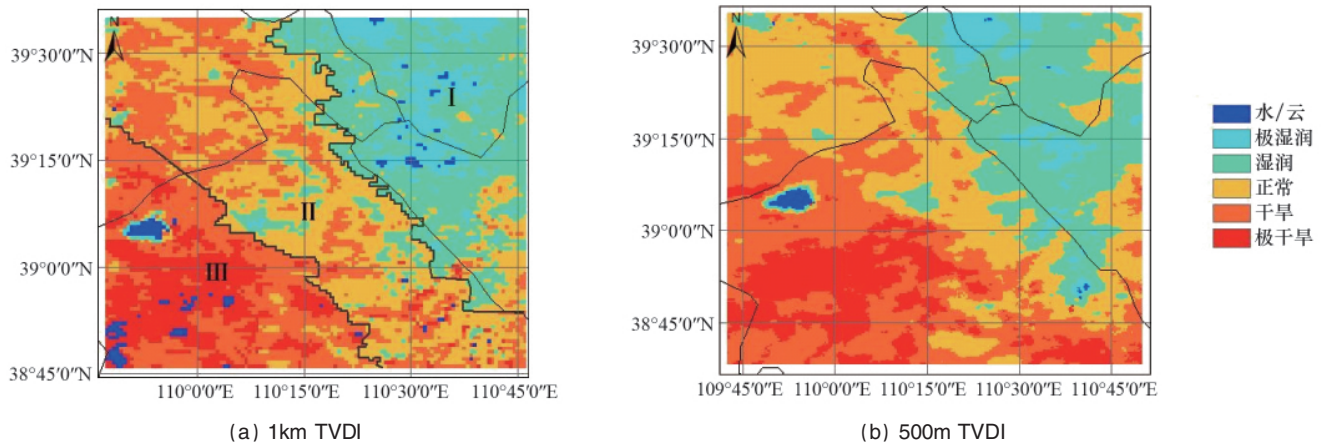


图 3 神东矿区土壤湿度等级分布
Fig. 3 Soil moisture grade distributions of Shendong mining area

于双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间分别制作了神东矿区 2010 年 10 月 8—23 日和 2010 年 10 月 8 日的土壤湿度等级分布图(图 3)。1km 及 500m 分辨率 TVDI 所得矿区土壤湿度状况相似。

(1) 矿区西部和西南部为沙漠滩地,对应于 TVDI 图上的区域 III(干旱区);该区土壤类型为风沙土,土壤毛管力弱,持水能力低,易遭受流水侵蚀和风蚀。

(2) 矿区东部和东北部为黄土丘陵区,土壤类型为黄土,植被覆盖度较高,对应于图上的区域 I(湿润区);土壤毛管力和持水能力大于风沙土。

(3) 矿区西北部分布着流动沙及半固定沙的荒漠化草原,东南部为典型草原,对应于图上的区域 II(正常区)。

可见,采用双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间计算的 TVDI 监测矿区土壤湿度状况(图 3)与矿区地貌类型(图 1)基本相符,具有可靠性和可信性。

3.3 TVDI 的验证性评价

本课题组筛选出影像单元均一、面积约 1km² 的代表性样方 30 个,并于 2010 年 10 月在神东矿区进行与卫星同步的土壤样点采样,并根据编号分类保存,现场测定土壤湿重,精确记录。在各样地按 0—5、10cm 深度分别取样,每个样点分别取样 2—3 次。将采集的土样带回实验室进行含水量测试:采用烘干称重法,烘干温度为 105℃,烘干时间约为 12h,取平均值得到土壤湿度数据。

以土壤湿度 SM 为纵坐标,以根据双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间得到的 1km、500m TVDI(分别命名为 1km TVDI_c、500m TVDI_c)及三角形 NDVI- T_s 特征空间反演得到的 1km、500m TVDI(分别命名为 1km TVDI_t 和 500m TVDI_t)分别为横坐标,构建 SM-TVDI 散点图(图 4),并计算其相关系数(表 1)。

可见,随着 TVDI 的增大,不同土层的土壤湿度呈明显减小趋势,且因神东矿区土壤湿度整体较低,散点集中在土壤湿

表 1 TVDI 与土壤湿度的线性决定系数

Table 1 Linear coefficient of determination between TVDI and soil moisture

TVDI	0—5cm 的 SM	10cm 的 SM
1km TVDI _c	0.2623***	0.1765**
500m TVDI _c	0.1368*	0.3215***
1km TVDI _t	0.2111**	0.0581
500m TVDI _t	0.0270	0.0888

注:***、**、* 分别表示通过 99%、95%、90% 显著性检验。

Note: ***, **, * represent significance levels of determination coefficient for $P < 0.01$, $P < 0.05$, and $P < 0.1$, respectively.

度中低水平。经过 F 检验发现,除 1km TVDI_t 与 10cm 深 SM 及 500m TVDI_t 与 SM 的回归方程未通过显著性检验外,其余 TVDI 与 SM 的回归方程均通过了显著性检验($P < 0.1$)。总体来看,(1) 基于双抛物线型 NDVI- T_s 特征空间的 1km、500m TVDI_c 及基于三角形 NDVI- T_s 特征空间的 1km TVDI_t 均能反映地表土壤湿度状况,作为指示地表土壤湿度和干旱评价的指标有一定合理性;(2) 在监测 0—5cm 土壤湿度方面,1km TVDI_c ($R^2 = 0.2623$) 优于 500m TVDI_c、500m TVDI_t 和 1km TVDI_t; (3) 在监测 10cm 土壤湿度方面,500m TVDI_c ($R^2 = 0.3215$) 明显比 500m TVDI_t、1km TVDI_c 和 1km TVDI_t 具有优势。

这主要是因为神东矿区以沙生植物为主,其根系分布在 0—5m 的土壤深度范围内,而地下水埋深为 8—35m^[7],植物利用不上地下水,生存主要依靠降水和表层土壤水分来维持。通过对比分析矿区雨前和雨后土壤水分的差异得到,降雨能入渗的土壤深度约为 40cm,这是植物根系、地表蒸发和植物蒸腾等造成的土壤水分损失量最强烈的深度,此深度以上的地表蒸发和植物蒸腾等土壤水分损失活动尤其活跃。因此,采用本文方法监测神东矿区的土壤湿度变化有效,结果合理。

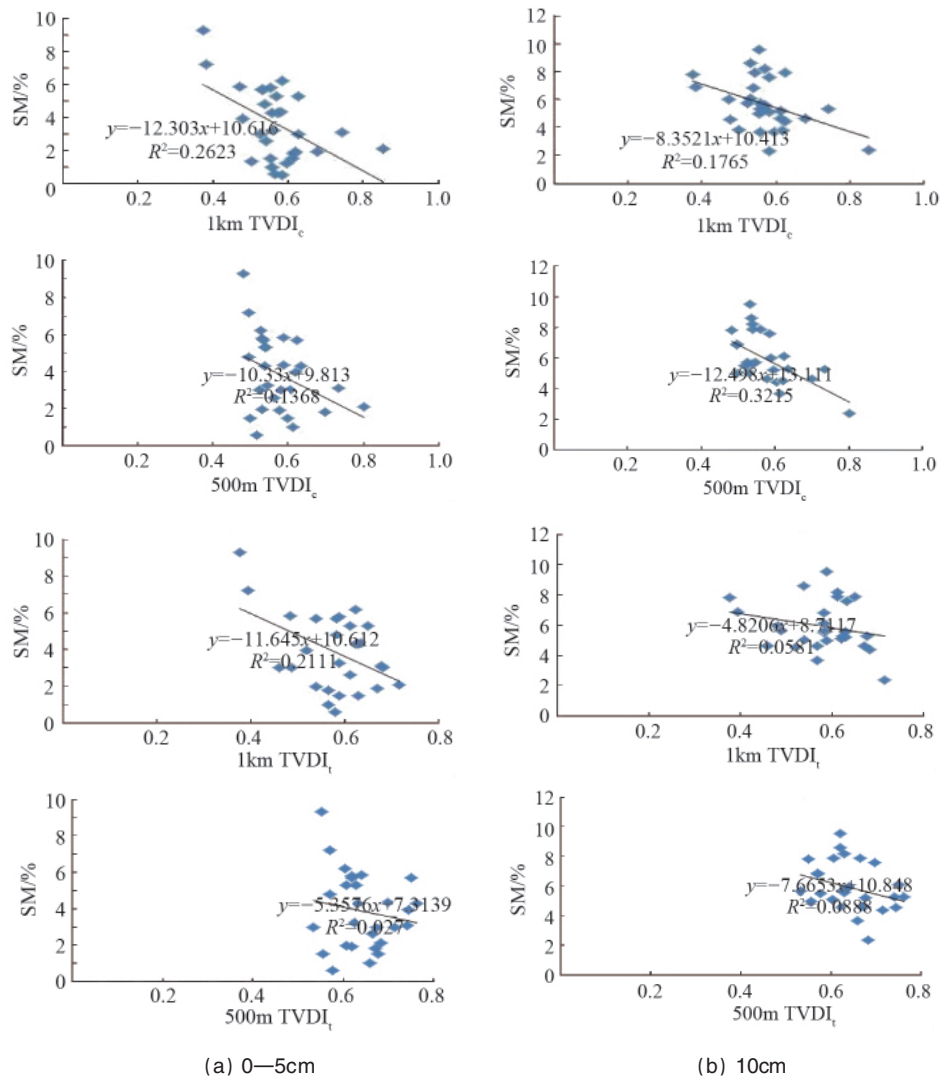


图 4 土壤湿度 (SM) 与温度植被干旱指数 (TVDI) 的关系

Fig. 4 Relationship between Soil Moisture (SM) and Temperature Vegetation Drought Index (TVDI)

4 结论

(1) 神东矿区的 1km 和 500m NDVI-T_s 的特征空间呈双抛物线型, 拟合相关系数大于 0.8。

(2) 基于双抛物线型 NDVI-T_s 特征空间的 1km 和 500m TVDI 监测的土壤湿度状况与矿区的地貌类型基本相符, 结果可靠。

(3) 基于双抛物线型 NDVI-T_s 特征空间的 1km 和 500m TVDI_c 均能反映地表土壤湿度; 但用 1km TVDI_c 监测地表 0—5cm 土壤湿度优于 500m TVDI_c, 而用 500m TVDI_c 监测 10cm 土壤湿度优于 1km TVDI_c。

参考文献 (References)

[1] 邓辉, 周清波. 土壤水分遥感监测方法进展 [J]. 中国农业资源与区划, 2004, 25(3): 46-49.
Deng Hui, Zhou Qingbo. *Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning*, 2004, 25(3): 46-49.

[2] Price J C. Using spatial context in satellite data to infer regional scale evapotranspiration [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1990, 28(5): 940-948.

[3] Carlson T N, Gillies R R, Perry E M. A method to make use of thermal infrared temperature and NDVI measurements to infer surface soil water content and fractional vegetation cover[J]. *Remote Sensing Review*, 1994, 52: 45-59.

[4] Moran M S, Clarke T R, Thoue Y. Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index[J]. *Remote Sensing of Environment*, 1994, 49(3): 246-263.

[5] Sandholt I, Rasmussen K, Andersen J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 79(2-3): 213-224.

[6] Patel N R, Anapashsha R, Kumar S, et al. Assessing potential of MODIS derived temperature/vegetation condition index (TVDI) to infer soil moisture status [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2009, 30(1): 1366-1388.

- [7] Schnur M T, Xie H J, Wang X W. Estimating root zone soil moisture at distant sites using MODIS NDVI and EVI in a semi-arid region of southwestern USA[J]. *Ecological Informatics*, 2010, 5(5): 400-409.
- [8] 王鹏新, 龚健雅, 李小文. 条件植被温度指数及其在干旱监测中的应用[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2001, 26(5): 412-417.
Wang Pengxin, Gong Jianya, Li Xiaowen. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2001, 26(5): 412-417.
- [9] 王鹏新, 孙威. 基于植被指数和地表温度的干旱监测方法的对比分析[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2007, 43(3): 319-323.
Wang Pengxin, Sun Wei. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 2007, 43(3): 319-323.
- [10] 王纯枝, 毛留喜, 何延波, 等. 温度植被干旱指数法(TVDI)在黄淮海平原土壤湿度反演中的应用研究 [J]. 土壤通报, 2009, 40 (5): 998-1004.
Wang Chunzhi, Mao Liuxi, He Yanbo, et al. *Chinese Journal of Soil Science*, 2009, 40(5): 998-1004.
- [11] 闫娜, 李登科, 杜继稳, 等. 基于 MODIS 产品 LST/NDVI/EVI 的陕西旱情监测[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(4): 178-182.
Yan Na, Li Dengke, Du Jiwen, et al. *Journal of Nature Disasters*, 2010, 19(4): 178-182.
- [12] 张红卫, 陈怀亮, 周官辉, 等. 归一化多波段干旱指数在农田干旱监测中的应用[J]. 科技导报, 2009, 27(11): 23-26.
Zhang Hongwei, Chen Huailiang, Zhou Guanhui, et al. *Science and Technology Review*, 2009, 27(11): 23-26.
- [13] 王力, 卫三平, 王全九. 榆神府煤田开采对地下水和植被的影响[J]. 煤炭学报, 2008, 33(12): 1408-1414.
Wang Li, Wei Sanping, Wang Quanjiu. *Journal of China Coal Society*, 2008, 33(12): 1408-1414.
- [14] 吴立新, 马保东, 刘善军. 基于 SPOT 卫星 NDVI 数据的神东矿区植被覆盖动态变化分析[J]. 煤炭学报, 2009, 34(9): 1216-1222.
Wu Lixin, Ma Baodong, Liu Shanjun. *Journal of China Coal Society*, 2009, 34(9): 1216-1222.
- [15] 孙丽, 王飞, 吴全. 干旱遥感监测模型在中国冬小麦区的应用 [J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 243-249.
Sun Li, Wang Fei, Wu Quan. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2010, 26(1):243-249.
- [16] Lu Yuan, Tao Heping, Wu Hua. Dynamic drought monitoring in Guangxi using revised temperature vegetation dryness index [J]. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 2007, 12(4): 663-668.
- [17] 卞正富, 雷少刚, 常鲁群, 等. 基于遥感影像的荒漠化矿区土壤含水率的影响因素分析[J]. 煤炭学报, 2009, 34(4): 520-525.
Bian Zhengfu, Lei Shaogang, Chang Luqun, et al. *Journal of China Coal Society*, 2009, 34(4): 520-525.

(责任编辑 孙秀云,代丽)

· 学术动态 ·



“中华医学会第七次全国中青年 检验医学学术会议”征文

由中华医学会、中华医学会检验医学分会主办的“中华医学会第七次全国中青年检验医学学术会议”拟于2012年10月21—24日在南京市召开。

征文范围:(1) 临床基础检验和血液学检验,血液学、体液学、细胞形态学、血液病基因诊断、血栓与止血、血型与输血等临床与基础研究;(2) 临床生化检验,临床生物化学检验技术和方法学研究与应用、生物化学指标在临床各种疾病诊断中的应用与基础研究;(3) 临床微生物学,微生物细菌鉴定与药敏试验、院内交叉感染检测与控制、临床病毒学检测、实验室生物安全等相关研究;(4) 临床免疫学诊断和分子生物学技术,感染性疾病的实验室诊断、肿瘤标志物及其应用、自身免疫疾病的实验室诊断、免疫相关技术和分子生物学技术在临床诊断和监测中的应用等临床与基础研究;(5) 临床实验室管理、医学实验室认可、临床实验室室间质量评价、临床实验室质量控制、临床实验室标准化等实践与研究;(6) 其他相关领域的基础与临床研究等。

论文截止日期:2012年2月25日。

联系电话:010-85158129。

通信地址:北京市东四西大街42号(100710)。

电子信箱:lilyjia@163.com。

会议网站: <http://www.cslm.org.cn/cn/>。