

文章编号: 1000-6060(2003)01-0089-08

# 沙尘源区 AVHRR 数据地表温度时序变化 与沙尘干量 TSP 数据的对比分析 ——以 2001 年春季北方强沙尘过程为例

刘志丽<sup>1</sup> 马建文<sup>1</sup> 韩秀珍<sup>1</sup> 张小曳<sup>2</sup>

(1 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101; 2 中国地球环境研究所, 西安 710054)

**摘要** 根据沙尘暴起沙、传输与沉降模型系统对参数的需求, 中日亚洲沙尘暴项目在源区、传输区和沉降区布设了先进的仪器设备, 其中沙尘干量 TSP 数据是主要获取的数据, 同时利用气象卫星获取沙尘过程的云图和反演沙尘过程的地表物理参数。由于不同土地利用/覆盖对沙尘暴过程中起沙的贡献不一样, 研究中用局地分裂窗算法反演 NOAA/AVHRR 红外波段数据的地面温度参数; 取得大范围的时序地面温度数据后参照 1:10 万土地利用/覆盖类型重采样图层选点提取地表温度, 形成不同点时间序列变化曲线; 最后将不同地类的地表温度时序变化曲线与观测点沙尘干量 TSP 时序变化曲线对比分析, 发现两者具有较好的对应关系, 说明沙尘暴过程地表温度变化现象与沙尘有密切的关系。结果表明, 利用遥感数据反演地面温度参数可以作为沙尘预报模型的重要参数。

**关键词** AVHRR 地表温度 时序变化 沙尘干量 TSP

**中图分类号** P931.6, S157.1 **文献标识码** A

## 1 前言

近年来, 亚洲的沙尘天气有增加的趋势。强沙尘天气影响着人们的工作生活、身体健康和交通、航空等。从 NOAA、SEAWIFS、TOMS 和我国的风云卫星监测图像表明, 蒙古戈壁、新疆和内蒙古沙地是主要的亚洲沙尘天气的沙源地, 亚洲的季风是主要的气象因素; 中国东部、韩国和日本是主要的降尘区。2001 年 4 月初的一次强沙尘过程将亚洲的沙尘输送到太平洋彼岸美国。因此, 对沙尘天气的机理的研究、数值模拟及其预测受到中国、日本和韩国政府的重视, 联合大气物理、气象、环境和遥感专家共同开展研究工作。

亚洲沙尘暴实验研究从 2001 年春季启动<sup>[1-4]</sup>, 包括地面和空中两个数据获取系统。在中国北部沙源区布设了包括测空雷达、风速和 TSP 沙尘干量自动记录仪; 利用卫星监测数据采集沙尘云图变化、迁移路径、地表覆盖和沙尘过程卫星地面温度、湿度、

粗糙度等物理参数反演实验, 试图来弥补地面观测站点稀少, 数据不连续的缺陷。本文以 2001 年 3 月到 4 月的几次沙尘天气为例, 介绍基于地表覆盖的 AVHRR 地表温度的反演实验结果与 TSP 对比分析, 利用卫星数据反演的其他地面参数将另文发表。

利用 NOAA/AVHRR 数据反演地面温度 LST 的代表性文章有 Zhaoliang Li (1993), Jose A. Sobrino (1994), Francois (1995), 柳钦火 (1997)。反演地表温度考虑覆盖地表条件改进的模型有 Griend (1993) 和 Josef (1997)。

由于地表覆盖状况是重要的起沙条件, 因此在利用分裂窗算法反演地表温度图像中提取地表温度需要参照地表覆盖/利用数据。研究中我们利用了 2000 年完成的 1:10 万全国地表覆盖/土地利用重采样数据。文章中介绍了地表温度反演模型、流程和结果以及与沙尘干量 TSP 曲线的综合对比分析。

收稿日期: 2002-06-17; 修订日期: 2002-12-14  
基金项目: 亚洲沙尘暴机理研究项目(kzcx20305), 数字地球基础理论研究(kzcsx2-312)  
作者简介: 刘志丽, 女, 1976 年出生, 博士, 专业地图学与地理信息系统。

## 2 AVHRR 地表温度 LST 反演与地类温度提取

### 2.1 数据源与采取的工作流程

本研究所用的数据源包括:

(1) 沙尘源区 NOAA - 12/AVHRR 数据。NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 的气象卫星系列, 携带传感器有效载荷为 5 个通道的 AVHRR10bit 数据。通道 1 ( $0.58\mu\text{m} \sim 0.68\mu\text{m}$ ) 处于光谱序列的黄 - 红部分, 因为它的光谱间隔符合叶绿素吸收的光谱 ( $0.6\mu\text{m} \sim 0.7\mu\text{m}$ ) 范围, 故被认为是分析绿色植被的有效波段。通道 2 ( $0.725\mu\text{m} \sim 1.1\mu\text{m}$ ) 部分含叶绿素吸收波段和比通道 1 更为重要的高反射的近红外波段, 它所反映的是健康的绿色植被。通道 3 ( $3.55\mu\text{m} \sim 3.93\mu\text{m}$ ) 用来反映辐射温度为 800k 的目标。通道 4 ( $10.3\mu\text{m} \sim 11.3\mu\text{m}$ ) 和通道 5 ( $11.5\mu\text{m} \sim 12.5\mu\text{m}$ ) 将热红外大气透过窗口分开, 用于接收地面发射的温

度信息<sup>[5]</sup>。本研究购置了从 2001 年 3 月 19 日到 5 月 5 日日间和夜间共 92 轨 AVHRR 数据。选取的每轨数据分辨率为  $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。地表温度反演所用的分裂窗算法利用的是 AVHRR 数据的第 4 和第 5 通道这两个通道对地面温度在大气中传输过程中的响应差异排除大气干扰。

(2) 沙尘源区沙尘干量 TSP 数据。中日沙尘暴项目根据沙尘暴的起沙、传输和降尘模型系统, 分别在起沙、传输和降沉区布设先进仪器设备, 利用搭载的仪器从地面和空中实时测量沙尘干量 TSP、Si 含量、风速以及风向数据。本研究采用 2001 年 3 月 19 日到 5 月 5 日这个时段的数据。

(3) 沙尘源区 1:10 万土地利用/覆盖 TM 数据。研究中为了便于与 AVHRR 数据融合, 重采样为 1:100 万数据, 如图 1 所示:

### 2.2 技术路线

本研究分阶段进行, 工作流程如图 2 所示。本研究 NOAA/AVHRR 参数反演主要集中在 LST 的反演。



图 1 2000 年 1:100 万土地利用/土地覆盖图

Fig. 1 1:1000 000 scale map of land use/land cover in 2000

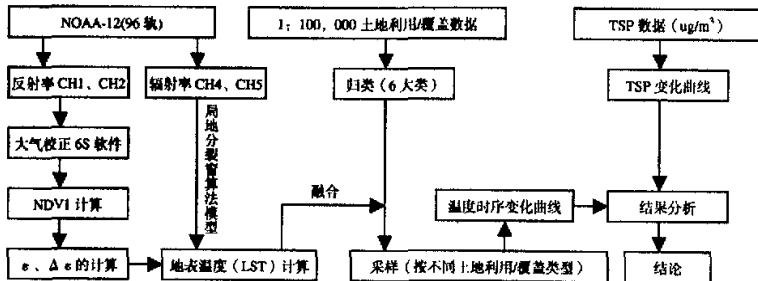


图 2 本研究采取的技术路线

Fig. 2 the technological route used in this article

### 2.3 分裂窗算法模型与局地化

假设大气的下行辐射是各向相等的,地表可以看成近似均质的郎伯体,则我们可以得到简化的热红外辐射传输方程:

$$I_i = R_i \times \tau_i + R_{ati} \quad (1)$$

$$R_i = B_i(T_{gi}) = \epsilon_i B_i(T_s) + (1 - \epsilon_i) R_{ati} \quad (2)$$

公式(1)和(2)中,  $I_i$  为传感器所接收的波长为  $i$  的热红外辐射能量;  $R_i$  为地表接收到的波长为  $i$  的辐射值;  $\tau_i$  为波长  $i$  的大气总传输;  $R_{ati}$  为在通道  $i$  的上行大气辐射;  $B_i(T_{gi})$  为在通道  $i$  地表亮温为  $T_{gi}$  时测得的黑体辐射值;  $B_i(T_s)$  为假设地表是均质的朗伯体在波长为  $i$  时当地表温度是  $T_s$  时测得的辐射值;  $\epsilon_i$  为波长为  $i$  时的地表比辐射率;  $R_{ati}$  为波长为  $i$  时的下行大气辐射值。

直接预算方程的各个分量,是及其复杂的。在热红外波段大气吸收过程中,水蒸气是影响辐射传输的最重要的因子,许多研究者基于各自简化的辐射传输方程提出了许多修正的分裂窗算法,获取陆地表面温度。通过比较不同方法,认为 Becker and Li 的算法由于使用 4、5 通道的平均  $\epsilon$  和差值  $\Delta\epsilon$  比使用单独的  $\epsilon_3$  和  $\epsilon_5$  计算陆地表面温度更准确,故采用 Becker and Li 的算法计算陆地表面温度 LST。其计算模型如下所示<sup>[6]</sup>:

$$LST = A_0 + P + M \frac{T_4 + T_5}{2} + M \frac{T_4 - T_5}{2} \quad (3)$$

$$A_0 = 1.274$$

$$P = 1 + 0.15616 \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} - 0.482 \frac{\Delta\epsilon}{\epsilon^2}$$

$$M = 6.26 + 3.98 \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} + 38.33 \frac{\Delta\epsilon}{\epsilon^2}$$

从公式(3)中可以看出,已知了 4、5 通道的比辐射率,陆地表面温度 LST 很容易提取出来。通过大量的地面实验, Griend and OWE 发现地表比辐射率与 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 有很高的相关性,其相关系数达到 0.94<sup>[7]</sup>。可以通过 NDVI 近似计算像元的等效比辐射率,其方程为:

$$\epsilon = 1.0094 + 0.047 \ln(\text{NDVI}) \quad (4)$$

公式(4)中  $\epsilon$  是相同温度下地表的辐射与黑体辐射的比值,即比辐射率。

在分波段的比辐射率, Josef 等人在已有的工作的基础上,计算出 AVHRR 的  $\epsilon_4$  和  $\Delta\epsilon$ , 方程为:

$$\epsilon_4 = 0.9897 + 0.029 \ln(\text{NDVI})$$

$$\Delta\epsilon = \epsilon_4 - \epsilon_5 = 0.01019 + 0.01344 \ln(\text{NDVI}) \quad (5)$$

由于光谱在热区域的反射发生在叶片的表层,在物理上它只是间接地与红光部分的色素吸收相关。红光部分吸收越多则叶子看起来越绿。因此可以将 NDVI 定义为:

$$\text{NDVI} = \frac{\gamma_{NR} - \gamma_R}{\gamma_{NR} + \gamma_R} \quad (6)$$

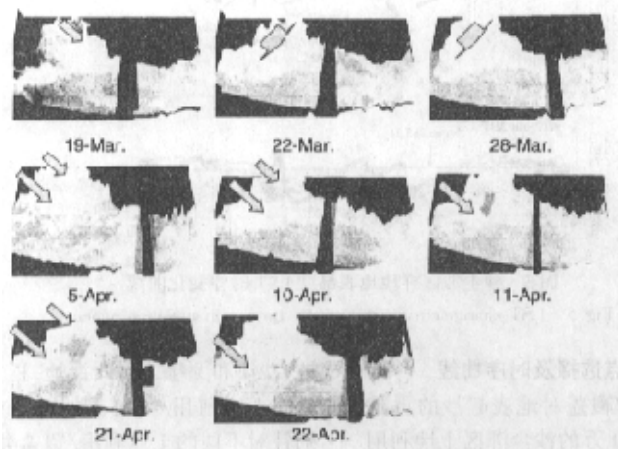


图3 沙尘过程中沙尘源区夜间地表温度图

Fig.3 LST map at night in dust source area during the course of dust storm

公式(6)中,  $r_{NIR}$  和  $r_R$  分别代表光谱的红波段和近红外波段的发射辐射百分率。

由于  $NDVI$  因子与地表高差有关, 因此此模型被称为局地分裂窗算法模型。按此方法反演的沙尘源区 2 轨 AVHRR 数据的夜间地表温度  $LST$  的 3D

数据, 按时间序列排列。2 轨数据的时间间隔是 2~3h(图 3)。图中最黑的部分  $LST$  值是 0K, 最亮的部分  $LST$  值是 280K。图 3 中沙尘源区地表温度  $LST$  随色调由暗到亮而由低到高变化。箭头指向的强亮区为沙尘过程前后的  $LST$  相对变化过程。

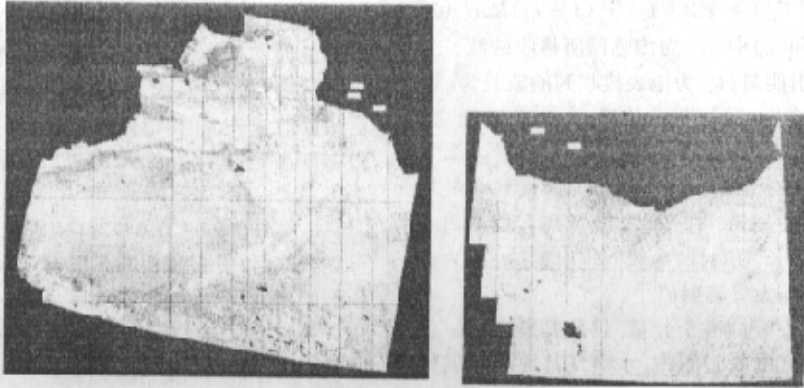


图 4 样区采点示意图

Fig. 4 Sample areas

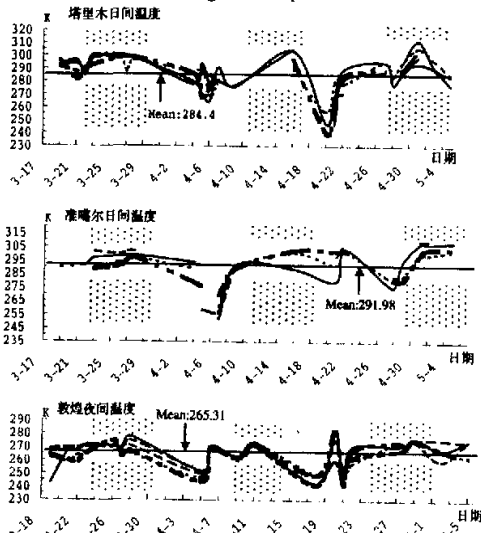


图 5 沙尘源区样地地表温度  $LST$  时序变化曲线

Fig. 5  $LST$  change curve arranged by time in dust source region

2.4 地表温度  $LST$  采样点选择及时序曲线

由于不同的地表利用/覆盖对地表起沙的贡献是不一样的, 本研究将 1:10 万的沙尘源区土地利用/覆盖  $TM$  数据重采样成 1:100 万数据, 按照中国生态环境本底调查分类系统归类成 6 大类, 分别是: 植

被、沙漠和戈壁、水体、裸地、积雪以及其它。将归类后的土地利用/覆盖数据与 AVHRR 数据融合, 分别针对不同的土地利用/覆盖类型采样, 一个样地选择 5 个样点, 样点的选择必须保证在无云区。样地包括: (1)塔里木盆地, (2)准噶尔盆地, (3)敦煌, (4)

天山积雪, (5) 蒙古戈壁。采样示意图如图 4 所示。(6) 为沙尘干量 TSP 观测塔所在的位置。其中塔里木盆地和准噶尔日间以及敦煌夜间的 LST 的时序变化比较稳定, 而蒙古戈壁没有地表覆盖数据, 所以选择塔里木盆地和准噶尔盆地日间以及敦煌夜间的 LST 时序变化形成曲线(图 5)。图中纵坐标表示地表温度 LST, K 代表绝对温度; 横坐标表示 AVHRR 数据采样时间: 3 月 18 日~5 月 5 日; 图中直线表示样地采样点的均值; 点覆盖区域是陕西榆林观测站记录的沙尘天气的天数, 与图 6 相同。图 5 中个别曲线是不连续的, 这是因为 AVHRR 数据受天气以及接收传感器的影响不稳定, 因此其地表温度 LST 值也不稳定, 图 5 中的曲线就是将不稳定的异常地表温度 LST 值的采样点去除后的结果。图 5 显示有沙尘天气的时间 LST 高于平均值, 反之, 则低于均值。

### 3 沙尘干量 TSP 数据

#### 3.1 沙尘干量 TSP 数据采集

中日沙尘暴合作项目在沙尘传输区之一的陕西榆林设观测塔, 塔高 20m, 观测塔自动测量沙尘干量 TSP 以及风向、风速等数据(表 1)。表 1 中 TSP 和 Si 的单位都是  $\text{mg}/\text{cm}^3$ 。

#### 3.2 TSP 数据分析

根据表 1 绘制出 TSP 和 Si 的时序变化曲线图(图 6)。图中的纵坐标表示沙尘干量值, 单位  $\text{ug}/\text{m}^3$ ; 横坐标表示数据采集时间: 3 月 18~5 月 5 日; 图 6 中的直线是均值直线; 点覆盖区域与图 5 相同是陕西榆林观测站记录的有沙尘天气的天数。图 6 显示, 凡有沙尘事件的时间 TSP 和 Si 的含量都高于平均值, 反之, 则低于平均值。将图 6 与图 5 对比, TSP 曲线图与利用 AVHRR 数据获得的 LST 曲线图有较好的对应关系。

### 4 相关分析

将不同地类地表温度 LST 数据与 TSP 数据汇总, 选取典型地物的地表温度时序变化与 TSP 数据对比分析其相关性, 如下表所示分别选取了塔里木盆地日间、准噶尔盆地日间以及敦煌夜间的地表温度时序变化(表 2)。

表 1 沙尘过程中地面站点测量有关数据

Tab. 1 dust data obtained in ground during the course of dust storm

| Sam. ID | Date     | Si     | TSP ( $\text{ug}/\text{STD m}^{-3}$ ) | Wind Speed (km/h) | Wind Dir -- 0 equ N |
|---------|----------|--------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|
| TC52    | 19 - Mar | 47.68  | 205.15                                | 5.39              | 268.36              |
| TC53    | 20 - Mar | 43.96  | 195.43                                | 0.59              | 189.29              |
| TC54    | 21 - Mar | 30.91  | 129.97                                | 4.50              | 267.07              |
| TC55    | 22 - Mar | 43.83  | 251.87                                | 2.60              | 337.71              |
| TC56    | 23 - Mar | 79.58  | 333.35                                | 0.19              | 238.57              |
| TC57    | 24 - Mar | 63.22  | 258.22                                | 7.51              | 292.93              |
| TC58    | 25 - Mar | 69.14  | 270.04                                | 0.41              | 209.00              |
| TC59    | 26 - Mar | 101.01 | 394.86                                | 1.01              | 218.14              |
| TC60    | 27 - Mar | 37.19  | 255.54                                | 6.21              | 320.07              |
| TC61    | 28 - Mar | 26.31  | 128.36                                | 8.59              | 243.21              |
| TC62    | 29 - Mar | 32.29  | 162.08                                | 0.51              | 135.86              |
| TC63    | 30 - Mar | 33.65  | 188.64                                | 1.48              | 212.21              |
| TC64    | 31 - Mar | 14.81  | 123.03                                | 0.69              | 133.36              |
| TC65    | 1 - Apr  | 46.22  | 260.46                                | 0.96              | 124.79              |
| TC66    | 2 - Apr  | 30.03  | 199.12                                | 0.44              | 162.71              |
| TC67    | 3 - Apr  | 56.40  | 310.02                                | 1.70              | 116.00              |
| TC68    | 4 - Apr  | 21.90  | 175.16                                | 0.16              | 94.57               |
| TC69    | 5 - Apr  | 107.83 | 482.69                                | 16.10             | 286.57              |
| TC70    | 6 - Apr  | 35.81  | 190.64                                | 0.79              | 116.07              |
| TC71    | 7 - Apr  | 77.78  | 285.18                                | 0.55              | 183.79              |
| TC72    | 8 - Apr  | 121.39 | 448.00                                | 0.10              | 179.25              |
| TC105   | 9 - Apr  | 93.92  | 356.12                                | 14.63             | 294.00              |
| TC106   | 10 - Apr | 154.29 | 701.15                                | 4.03              | 259.71              |
| TC107   | 11 - Apr | 96.42  | 406.83                                | 5.58              | 241.14              |
| TC108   | 12 - Apr | 75.05  | 348.67                                | 2.86              | 103.86              |
| TC109   | 13 - Apr | 107.93 | 509.42                                | 7.73              | 294.71              |
| TC110   | 14 - Apr | 47.35  | 256.10                                | 0.48              | 112.71              |
| TC111   | 15 - Apr | 69.48  | 326.72                                | 0.60              | 132.29              |
| TC112   | 16 - Apr | 75.51  | 367.11                                | 0.30              | 122.07              |
| TC113   | 17 - Apr | 72.09  | 324.09                                | 3.21              | 116.93              |
| TC114   | 18 - Apr | 49.36  | 209.49                                | 1.09              | 131.50              |
| TC115   | 19 - Apr | 70.45  | 265.75                                | 3.09              | 239.00              |
| TC116   | 20 - Apr | 65.62  | 327.39                                | 1.29              | 126.21              |
| TC117   | 21 - Apr | 3.99   | 55.11                                 | 0.18              | 122.50              |
| TC118   | 22 - Apr | 5.22   | 53.63                                 | 0.94              | 109.07              |
| TC119   | 23 - Apr | 28.50  | 101.84                                | 13.60             | 286.50              |
| TC120   | 24 - Apr | 21.30  | 83.75                                 | 1.44              | 119.29              |
| TC134   | 25 - Apr | 7.75   | 82.83                                 | 0.38              | 256.54              |
| TC135   | 26 - Apr | 5.95   | 100.41                                | 0.89              | 112.23              |
| TC136   | 27 - Apr | 12.76  | 168.00                                | 0.33              | 288.85              |
| TC137   | 28 - Apr | 31.65  | 183.38                                | 0.43              | 200.27              |
| TC138   | 29 - Apr | 101.09 | 500.29                                | 8.42              | 182.08              |
| TC139   | 30 - Apr | 116.01 | 455.79                                | 0.19              | 192.85              |
| TC140   | 1 - May  | 125.63 | 560.39                                | 2.28              | 188.92              |
| TC141   | 2 - May  | 66.69  | 296.98                                | 2.28              | 338.54              |
| TC142   | 3 - May  | 46.58  | 208.77                                | 2.67              | 260.38              |
| TC143   | 4 - May  | 35.11  | 168.82                                | 1.41              | 213.77              |
| TC144   | 5 - May  | 26.22  | 152.15                                | 1.53              | 212.00              |

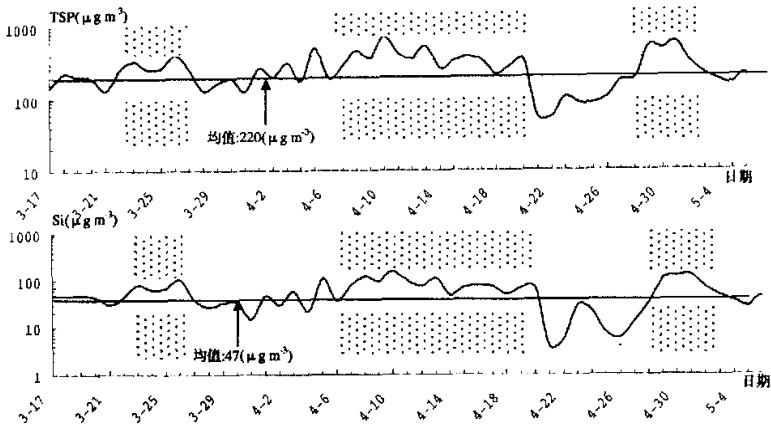


图6 TSP变化曲线  
Fig.6 TSP change curve

表2 TSP和地表温度汇总

Tab.2 Data assembly of LST(day/night) and TSP DATA

| 日期    | TSP<br>( $\mu\text{g}/\text{STD}\cdot\text{m}^{-3}$ ) | 塔里木盆地<br>日间温度<br>(均值;K) | 准噶尔盆地<br>日间温度<br>(均值;K) | 敦煌<br>夜间温度<br>(均值;K) |
|-------|---|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 3月19日 | 205.15235   | 293.4                   | 290.4                   | 261.4                |
| 3月21日 | 129.96517   | 291.2                   | 287.33                  | 265                  |
| 3月22日 | 251.86849   | 288.4                   | 292                     | 265.8                |
| 3月23日 | 333.35013   | 298                     | 294.8                   | 268.8                |
| 3月26日 | 394.85792   | 299.6                   | 295.8                   | 163.2                |
| 3月27日 | 255.53742   | 297                     | 297.8                   | 266.2                |
| 3月28日 | 128.36232   | 298.6                   | 298.6                   | 271.2                |
| 4月4日  | 175.16109   | 282.75                  | 288.75                  |                      |
| 4月5日  | 482.68635   | 283                     | 264.33                  | 249                  |
| 4月6日  | 190.6413  | 274.2                   | 257                     | 269.4                |
| 4月7日  | 285.18042   | 284.6                   | 262.4                   |                      |
| 4月9日  | 356.11601   | 276.5                   | 291.8                   | 261.4                |
| 4月10日 | 701.14672   |                         |                         | 267                  |
| 4月11日 | 406.83454   |                         |                         | 272.4                |
| 4月16日 | 367.11262   | 299.4                   | 300                     |                      |
| 4月18日 | 209.49313   |                         |                         | 246.4                |
| 4月20日 | 327.39074   | 248.67                  |                         | 272.2                |
| 4月21日 | 55.107153   | 262                     | 292.6                   | 245.4                |
| 4月22日 | 53.628159   | 280.6                   | 304.4                   | 264.2                |
| 4月27日 | 168.00162   | 291.75                  | 281.5                   | 270.6                |
| 4月28日 | 183.38028   | 281                     | 281.6                   | 270.6                |
| 4月29日 | 500.28897   | 290.2                   | 288.75                  | 276                  |
| 5月1日  | 560.38873   | 302.8                   | 305.2                   |                      |
| 5月2日  | 296.9813  | 282                     | 305.8                   | 268.2                |
| 5月3日  | 208.76874   | 292.67                  |                         |                      |
| 5月5日  | 152.15343   | 282                     | 306.75                  | 269.8                |
| 相关系数  |   | 0.8917                  | 0.8585                  | 0.8618               |

表2中的塔里木日间温度是塔里木盆地5个样点温度将其平均后的结果,准噶尔与敦煌类似。分析TSP与不同地质地表温度的相关性,其相关关系公式如下:

$$r_{ig} = \frac{\sum_i f_i g_i}{\sqrt{\sum_i f_i^2} \sqrt{\sum_i g_i^2}} \quad (7)$$

公式(7)中 $f_i$ 表示 $f$ 数组中的第 $i$ 个值; $g_i$ 表示 $g$ 数组中的第 $i$ 个值。将表2中的TSP列看成是 $f$ 数组,将塔里木盆地日间温度、准噶尔盆地日间温度和敦煌夜间温度列分别看成是 $g$ 数组,分别求相关系数。求得TSP与塔里木盆地日间温度的相关系数; $r_1=0.8917$ ;与准噶尔盆地日间温度的相关系数 $r_2=0.8585$ ;与敦煌夜间温度的相关系数 $r_3=0.8618$ 。

对比图5和图6,可以看出有沙尘暴的日期两者的值都高于平均值;反之都低于平均值。表明沙尘过程中地表温度和沙尘干量TSP有大致相同的变化趋势。

### 5 结论与讨论

用局地分裂窗算法模型结合NDVI计算沙尘源区陆地表面温度误差在1K以内。本文采用局地分裂窗算法模型结合NDVI计算沙尘过程中沙尘源区的陆地表面温度(LST),对比沙尘过程中沙尘源区站点实时测量的沙尘干量TSP与地表温度

LST 时序变化有较好的对应关系, 其相关系数很高; 实验结果表明利用遥感数据反演地面温度参数可以作为沙尘预报模型的重要参数。在进行陆表面温度反演时, 混合像元问题仍然存在, 有待于进一步发展陆表面温度算法模型解决此问题; 需要融合更多的另外实时观测的数据来计算和验证陆表面温度; 在今后的工作中还可以用高分辨率的 MODIS 数据反演地表温度。

### 参 考 文 献

- [1] Mikami Masao. Observation for the parameterization of dust outbreak used in the wind erosion sub-model. Proceedings of Program for the first ADEC workshop, Japan and China Joint Project on Aeolian Dust Experiment on Climate Impact. pp4, 17 ~ 18 January, 2002 Tokyo, Japan.
- [2] Xiaoye Zhang, Z. X. Chen, et al., Asian dust aerosol observations from some sites in the northern China during spring of 2001, Proceedings of Program for the first ADEC workshop, Japan and China Joint Project on Aeolian Dust Experiment on Climate Impact, 17~18 January, 2002 Tokyo, Japan.
- [3] Ma Jianwen, Buheosir, Liu Zhili et al., LST, Albedo retrieving and analysis in correspond with TSP temporal profile, Proceedings of Program for the first ADEC workshop, Japan and China Joint Project on Aeolian Dust Experiment on Climate Impact, 17~18 January, 2002 Tokyo, Japan.
- [4] Yaping Shao, Numerical simulation of Asian dust storms, Proceedings of Program for the first ADEC workshop, Japan and China Joint Project on Aeolian Dust Experiment on Climate Impact, 17~18 January, 2002 Tokyo, Japan.
- [5] 纪平, 葛成辉, 易浩若. MODIS 数据在火灾探测和热异常监测中的应用[J]. 中国图象图形学报应用版, 2001, 5, 13~17.
- [6] GRIEND, OWE, On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces, REMOTE SENSING, 1993, VOL. 14, NO. 6, P: 1119~1131.
- [7] ZHENGMING WAN AND JEFF DOZIER, Land - Surface Temperature Measurement from Space: Physical Principles and Inverse Modeling, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 27, NO. 3, MAY 1989, 268~277.
- [8] Zhao - Liang Li and Francois Becker, Feasibility of Land Surface Temperature and Emissivity Determination from AVHRR Data, REMOTE SENS. ENVIRON. 1993 43:67~85.
- [9] Jose A. Sobrino, Zhao - Liang Li, etc. Improvements in the Split - Window Technique for Land Surface Temperature Determination, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 32, NO. 2, 1994, 241~253.
- [10] 中国西部生态环境容量和发展潜力的遥感定量化研究与方法, 11~12.
- [11] FRANCOIS BECKER AND ZHAO - LIANG LI, Surface Temperature and Emissivity at Various Scales: Definition, Measurement and Related Problems, Remote Sensing Reviews, 1995, Vol. 12, pp:225~253.
- [12] 柳钦火. 地表温度的遥感反演方法及应用[C]. 北京大学博士研究生学位论文, 1997.

## COMPARISON ANALYSIS OF AVHRR LST DATA AND TSP DATA IN DUST SOURCES REGION

—A Case Study During Strong Dust Storm of Spring - Summer in 2001

LIU Zhi-li<sup>1</sup> MA Jian-wen<sup>1</sup> HAN Xiu-zhen<sup>1</sup> ZHANG Xiao-ye<sup>2</sup>

(1 Institute of Remote Sensing Application, CAS, Beijing 100101, China;

2 Institute of earth environment, CAS, Xi'an, 710054)

### Abstract

Based on the modelling system of emission, transport and deposition of the Asian dust storm, Many advanced apparatus and equipments have been furnished by Chinese - Japanese dust storm project in the area of emission, transport and deposition of Asian dust storm. The TSP data is one of the important data obtained. And using meteorological satellite, the cloud graph of the course of dust storm is obtained and the physical parameters of the land surface are retrieved. Because the contributions of different land use/cover are different to emission of dust storm, based on the land use/cover map in the scale of 1:100 000, the land surface temperature

(LST) is retrieved by the local split-window method. At last, the change curves arranged by time order are formed. Comparing these curves to TSP curves, the results show that they have good correspondent relationship. It can be concluded that there is an affinity between the LST and the dust storm. It is manifested that the LST parameter retrieved by RS data may become one of the important parameters of the dust storm predict model.

**Key words:** AVHRR; LST ; the Split-window method; TSP Changes

\*\*\*\*\*

## 《干旱区地理》征稿简则

### 1 来稿要求

1.1 **交稿构成** 依次由(1)题名;(2)作者姓名;(3)作者单位全称,所在城市,邮政编码;(4)摘要;(5)关键词;(6)中图分类号;(7)文献标识码;(8)第一作者简介(包括姓名、性别、年龄、职称、所获学位、目前主要从事的研究方向、联系方式),请在文稿首页地脚处注明论文所属项目(国家、省、部级重大科技项目和攻关项目、基金资助项目、编号);(9)正文(标题、图、表、注释);(10)参考文献;(11)英文摘要;(12)英文关键词(3-5个)共12部分组成。文稿应论点明确、数据准确、逻辑严密、文字图表精练。论文以不超过8000字为宜,其它形式应更为简练。

1.2 **中、英文摘要** 尽量写成报道性的(250字左右),应具有独立性与自含性,英文摘要应包括题目、作者姓名、作者单位译名、摘要正文(相当于中文500字)、关键词。

1.3 **关键词** 关键词的提取要以利于计算机文献检索为原则,主要从文章的题目中选取关键词,一般选取3-5个,中、英文关键词应一一对应。

1.4 **正文** 一般包括研究目的、实验方法、资料与数据的分析与讨论,以及结论。如不能导出结论,可进行必要的讨论。

1.5 **插图** 插图应具有自明性,一般不宜超过5幅。插图应用计算机绘制的图件,请用激光打印机发出在透明胶片上或在反转发在硫酸纸上。图中文字、符号、纵横坐标必须清晰准确,凡涉及国界的图件,须绘在地图出版社公开出版的最新地理底图上。

1.6 **附表** 已用曲线图示或文字叙述的数据不再列表。每表应有序号和表名,中、英文对照一并置于表上方。

1.7 **参考文献** 参考文献本刊选用顺序编码制,按文章中出现的先后顺序编号。(1)专著的著录格式为:作者(编者)、书名、版本(首版不注)、出版地:出版者,出版年、页码;(2)论文集中析出文献的著录格式为:作者、题名、见(In):编者、书名、版本、出版地:出版者,出版年、页码;(3)连续出版物析出文献的著录格式为:作者、题名、期刊名,年,卷(期):页码;(4)学位论文的著录格式为:作者、题名:[学位论文]、保存地点:保存单位,年份;(5)参考文献中的作者、编者、译者不超过3人时全部写出,超过者只写前3名,后加“等”或“et al”;外文作者或编者书写时,姓前名后,名用缩写。凡属引用未正式发表资料必须注明来源出处,除文题注用星号外,其余一律用阿拉伯数字加圆括号标注在需注释内容的右上角。除图、表的注释直接置于图名下和表下外,其余均作脚注按页内出现先后排序,置于所在页的页末脚注线下。

1.8 **文责自负** 文稿中所有文献、资料和数据等应认真核对,准确无误,不得泄露国家机密。否则文责自负。

### 2 投稿须知:

2.1 来稿一律用A4纸打印,一式二份。全文篇幅不超过8000字,特别优秀的稿件篇幅可放宽。

2.2 为了使审稿过程更加客观,请作者来稿时将姓名单位、地址、邮编及作者简介(姓名、出生年、性别、民族、籍贯、职称、学位、研究方向)附于另纸,为了便于联系,来稿请附E-mail地址和电话(手机)号码。

2.3 本刊拒绝一稿多投,来稿一律不退,请作者自留底稿,5个月内若未收到刊用稿修改通知,作者可自行处理,稿酬在论文发表后一次付清,并寄刊2册。

来稿请寄:乌鲁木齐市北京南路线40号附3号中国科学院新疆生态与地理研究所《干旱区地理》编辑部,邮编:830011。电话号码(0991)3837155。E-mail: aridlg@ms.xjb.ac.cn

《干旱区地理》编辑部