

袁国波,李玫洁.一次沙尘暴过程中的地面感热通量分析[J].陕西气象,2019(1):22-24.

文章编号:1006-4354(2019)01-0022-03

一次沙尘暴过程中的地面感热通量分析

袁国波,李玫洁

(包头市气象局,内蒙古包头 014030)

摘要:利用2016年3月3—5日的气象观测数据分析了一次沙尘暴过程中地面感热通量的变化特征。结果表明:在此次沙尘暴过程中,地面感热通量的日变化曲线呈现一波型。在通常情况下,白天地面感热通量是正值,夜间地面感热通量是负值。在出现沙尘暴的时段内,地面感热通量会发生很大变化。发生在夜间的沙尘暴阻碍地面辐射,减弱地面热量的损失,致使地面感热通量大于零;发生在白天的沙尘暴阻碍太阳辐射,显著削弱地面感热通量。

关键词:沙尘暴过程;感热通量;起沙机制;反馈作用

中图分类号:P425.55

文献标识码:A

沙尘暴的形成需要三个基本条件,即沙源条件、不稳定层结条件和地面大风条件^[1-2]。在沙源充足的地区,若低层大气层结不稳定,受到扰动后就会形成上升运动,从而把沙尘卷扬到空中。有研究指出,源于内蒙古中西部沙尘的传输高度在近地面层附近(900 hPa以下)^[3]。因此,与发生在整个对流层中的降水天气不同,沙尘暴主要发生在行星边界层中,不需要贯穿整个对流层的上升气流;只要上升气流把沙尘卷扬到一定高度,就可能形成沙尘暴。

在内蒙古中西部的冬春季节,由于地表裸露,地面热容量小,当太阳辐射较为强烈时,地表升温很快并加热近地层大气,容易形成热对流。这种热对流的形成与地面的热状态有着密切联系。地面的热状态可以用地面热通量来描述。地面热通量包括感热通量和潜热通量。根据计算,在我国北方沙尘暴过程中,潜热通量仅相当于感热通量的1/20,因此感热通量起着决定性作用^[4]。关于地面热状态与沙尘暴的关系,已经有一些研究成果,涉及地表热通量、辐射强迫、地温场、地面加热等诸多方面^[5-9]。其中孙军等^[5]通过数值模拟方式分析了地面热通量对沙尘暴的影响,王劲松

等^[8]利用NCEP资料对中国典型沙尘暴过程中的地面感热加热和潜热加热的分布特征进行了分析,姜学恭等^[9]则模拟了地面加热在沙尘暴过程中的作用。目前,对于地面感热通量在沙尘暴过程中的作用,多是利用再分析资料或数值模拟方法来分析,而利用实测资料来研究沙尘暴过程中地面感热通量变化特征的文献尚不多见。本文参考以上研究成果,从实际观测数据出发,对一次沙尘暴过程中的地面感热通量进行分析,以期揭示地面感热通量与沙尘暴之间的关系。

1 资料与方法

1.1 资料来源

所用的数据为2016年3月3—5日内蒙古各气象观测站的实测数据,包括水平能见度、地面风速、地表面温度和地面气温,时间间隔为1 h。这些数据均来自MICAPS。

1.2 沙尘暴的确定

根据国家标准(GB/T 20480—2006),当强风将地面尘沙吹起,使某个测站空气十分混浊,水平能见度 ≤ 1 km时,即认为该测站出现了沙尘暴;当水平能见度 ≤ 500 m时,称为强沙尘暴;当水平能见度 ≤ 50 m时称为特强沙尘暴。

收稿日期:2018-04-10

作者简介:袁国波(1962—),男,汉族,本科,高工,主要从事中短期天气预报及研究。

基金项目:国家自然科学基金项目(41365003)

1.3 研究方法

根据李彰俊等的研究,某个测站的地面感热通量可用下式计算^[4]:

$$F = 1.72 v(T_w - T_a)$$

其中 F 为地面感热通量(单位为 W/m^2), v 为地面风速(单位为 m/s), T_w 为地表温度(单位为 $^{\circ}C$), T_a 为地面气温(单位为 $^{\circ}C$)。

利用实测数据计算出地面感热通量,绘制水平能见度与地面感热通量的逐小时变化曲线,分析地面感热通量在沙尘暴发生前、中、后各阶段的变化特征。考虑到地面感热通量的日变化,选取

表 1 2016-03-03—05 内蒙古部分测站最小水平能见度

站名	拐子湖	海力素	满都拉	二连浩特	西乌旗	海拉尔
站号	52378	53231	53149	53068	54012	50527
最小能见度/km	0.5	0.7	0.4	0.0	0.5	0.7
出现时间	3日23时	4日02时	4日11时	4日15时	4日23时	5日08时

3 地面感热通量变化特征

在内蒙古中西部沿国境线选取 3 个测站,从西到东依次为拐子湖(52378)、满都拉(53149)、二连浩特(53068)。下面分别对这 3 个测站的地面感热通量在沙尘暴过程中的变化情况进行分析。

3.1 拐子湖

拐子湖出现沙尘暴的时间是 2016 年 3 月 3 日傍晚至 4 日凌晨,即主要出现时段在夜间。具体时间是 3 月 3 日 18 时至 4 日 03 时,最强时段为 3 日 23 时至 4 日 02 时,最小能见度 0.5 km。图 1 是 2016 年 3 月 3 日 08 时至 5 日 08 时拐子湖地面感热通量及水平能见度的逐小时变化曲线(为了突出反映沙尘暴发生阶段地面感热通量的变化情况,也为了方便作图,当水平能见度超过 2 km 时一律取为 2 km;当地面感热通量超过 $\pm 100 W/m^2$ 时一律取为 $\pm 100 W/m^2$,下同)。

从图 1 可以看出,不论是 3 日 08 时至 4 日 08 时,还是 4 日 08 时至 5 日 08 时,地面感热通量的日变化曲线都呈现一波型,波峰出现在白天(4 日 13—16 时),波谷出现在夜间(5 日 03 时—07 时),且波峰的振幅比波谷的振幅大得多。白天,在有光照的时段(4 日 09—18 时),地面感热通量为正值,即地面净得到热量。夜间,在没有沙尘暴的情况下(4 日 04—08 时及 4 日 19 时—5 日 08

3 个测站进行研究,这 3 个测站出现沙尘暴的时段分别在夜间、上午和下午。

2 天气过程概述

2016 年 3 月 3—5 日,我国北方地区出现了一次大范围的沙尘暴天气,影响范围波及新疆、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、山西、吉林和黑龙江,强沙尘暴主要出现在在内蒙古中西部沿国境线一带。在内蒙古,有 76 个气象站先后出现了沙尘暴,其它大部分测站也出现了扬沙或浮尘天气,最低水平能见度为 0 km(表 1)。沙尘暴于 3 月 3 日 18 时进入内蒙古,并于 3 月 5 日 11 时结束。

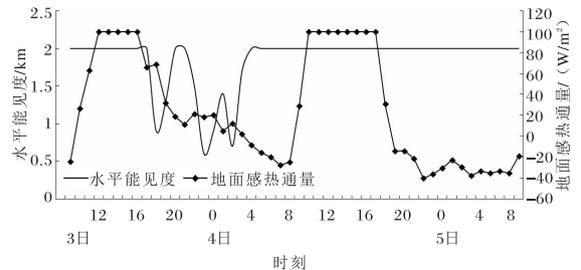


图 1 2016-03-03T08—05T08 内蒙古拐子湖站地面感热通量及水平能见度

时),地面感热通量为负值,即地面净失去热量;在发生沙尘暴的时段内(3 日 20 时—4 日 03 时),地面感热通量为正值。这一方面表明热的下垫面有利于沙尘暴的加强;另一方面也表明沙尘暴对地面辐射具有遮挡作用,减弱了地面热量的损失,使其保持比通常情况下更热的状态,加热近地面层的空气,从而更有利于沙尘暴自身的发展,这可以称为沙尘暴的正反馈作用。

3.2 满都拉

满都拉出现沙尘暴的时间是 2016 年 3 月 4 日早晨至午后,即主要出现时段在上午。具体时间为 3 月 4 日 06—16 时,最强时段为 10—13 时,最小能见度为 0.4 km。图 2 是 2016 年 3 月 3 日 08 时至 5 日 08 时满都拉地面感热通量及水平能见度的逐小时变化曲线。

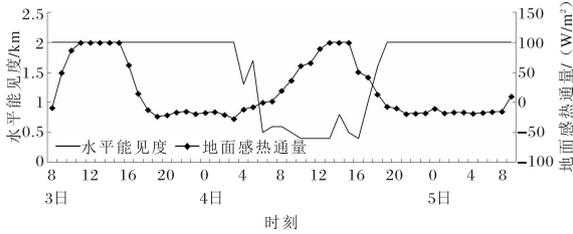


图2 2016-03-03T08—05T08 内蒙古满都拉站
地面感热通量及水平能见度

从图2可以看出,地面感热通量的日变化曲线呈现一波型,白天为正值,夜间为负值。这与通常情况下地面接收的太阳辐射的日变化具有相当的一致性。白天,在有光照时段(3日09—18时及4日09—18时),地面感热通量均为正值,即地面净得到热量;在沙尘暴发生时段(4日09—16时)内,地面感热通量虽然是正值,但其量值比拐子湖的要小得多。这说明沙尘暴阻碍了地面获得太阳辐射能,使得地面温度比通常状况下要低一些,加热近地层空气的能力降低。不利于沙尘暴自身的发展,可以称之为沙尘暴的负反馈作用。夜间,在没有沙尘暴的情况下,地面感热通量是负值,地面净失去热量,这与拐子湖的地面感热通量变化特征一致。

3.3 二连浩特

二连浩特出现沙尘暴的时间是2016年3月4日午前至傍晚,即主要出现时段在下午。具体时间是3月4日09—21时,最强时段为14—20时,最小能见度为0 km。图3是2016年3月3日08时—5日08时二连浩特地面感热通量及水平能见度的逐小时变化曲线。

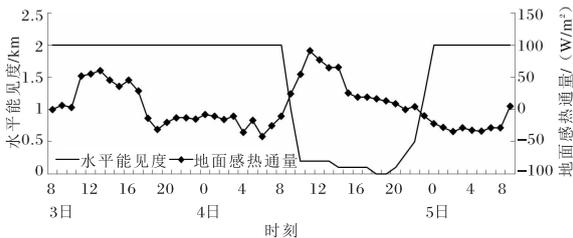


图3 2016-03-03T08—05T08 内蒙古二连浩特站
地面感热通量及水平能见度

从图3可以看出,地面感热通量的日变化曲线也呈现波型,白天为正值,夜间为负值,但其波动的振幅比拐子湖和满都拉小得多。白天,在强沙尘暴发生时段(4日14—20时),地面感热通量被显著削弱,虽然是正值,但其数值变化较小,平

均不足 30 W/m^2 。这说明沙尘暴强度越强,其对地面获得太阳辐射能的阻碍作用越强。

4 小结

通过以上分析可以看到,在此次沙尘暴过程中,地面感热通量的变化具有以下特征。

(1)地面感热通量的日变化曲线呈现一波型,波峰出现在白天太阳辐射最强时段,波谷出现在夜间地面辐射最强时段,且波峰的振幅比波谷的振幅大得多。

(2)在没有沙尘暴影响的情况下,白天地面感热通量是正值,即地面净得到热量;夜间地面感热通量是负值,即地面净失去热量。

(3)发生在夜间的沙尘暴具有正反馈作用,阻碍地面辐射,减弱地面热量的损失,致使地面感热通量大于零;发生在白天的沙尘暴具有负反馈作用,阻碍太阳辐射,显著削弱地面感热通量。

参考文献:

- [1] 杨德保,尚可政,王武功. 沙尘暴[M]. 北京:气象出版社,2009:39-82.
- [2] 王锐,严东,施健康. 一次沙尘暴过程的数值模拟和层结条件分析[J]. 陕西气象,2009(3):5-7.
- [3] 李彰俊,姜学恭,程丛兰. 内蒙古中西部沙源地影响沙尘暴扩展过程的数值模拟研究[J]. 中国沙漠,2007,27(5):851-858.
- [4] 李彰俊,孙照渤,姜学恭. 内蒙古中西部地面感热通量影响沙尘暴的观测分析[J]. 中国沙漠,2008,28(3):537-543.
- [5] 孙军,姚秀萍. 一次沙尘暴过程锋生函数和地表热通量的数值诊断[J]. 高原气象,2002,21(5):488-494.
- [6] 成天涛,沈志宝. 中国西北大气沙尘的辐射强迫[J]. 高原气象,2002,21(5):471-478.
- [7] 赵红岩,杨瑜峰,梁东升,等. 中国北方沙尘暴与地温场的相关关系分析[J]. 中国沙漠,2007,27(3):509-513.
- [8] 王劲松,俞亚勋,赵建华. 中国北方典型强沙尘暴的地面加热场特征分析[J]. 中国沙漠,2004,24(5):599-602.
- [9] 姜学恭,李彰俊,程丛兰,等. 地面加热对沙尘暴数值模拟结果的影响研究[J]. 中国沙漠,2010,30(1):182-192.