

郑先念,张太西,霍文,等.帕米尔高原近地层气象要素垂直变化特征[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(2):99-105.

doi: 10.12057/j.issn.1002-0799.2022.02.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



帕米尔高原近地层气象要素垂直变化特征

郑先念^{1,2},张太西^{1*},霍文²,买买提艾力·买买提依明²,

王顺胜³,余行杰¹,何清^{2,4},吴玉涛⁵

(1.新疆气候中心,新疆 乌鲁木齐 830002;2.中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所,新疆 乌鲁木齐 830002;

3.中国石油塔里木油田分公司,新疆 库尔勒 841000;4.新疆气象局,新疆 乌鲁木齐 830002;

5.山丹县林业技术工作站,甘肃 张掖 734100)

摘要:利用中国与巴基斯坦交界的红其拉甫口岸帕米尔高原陆气相互作用观测站32 m梯度铁塔资料,分析了帕米尔高原在不同天气下近地层气温、湿度和风速等气象要素廓线日变化和脉动特征,结果表明:(1)晴天,日间风速随高度升高而增大,夜间风速随高度升高呈波动减小;阴雨天,风速整体随高度升高而增大;不同天气下各高度层脉动风速概率分布均呈现高度越高,脉动风速分布越集中的特征。(2)气温廓线在晴天表现为夜间辐射型、早上过渡型、白天日射型和傍晚过渡型四种类型,气温脉动随着高度的降低而增大;阴雨天气时气温廓线均为白天日射型,各高度层的气温脉动变化特征与晴天相反。(3)不同天气的比湿廓线分布均随高度增加而减小,比湿脉动范围晴天大于阴雨天,且在时间序列上波动性均具有一致性。

关键词:近地层;气象要素廓线;气象要素脉动;帕米尔高原

中图分类号:P42

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2022)02-0099-07

大气边界层(ABL, Atmospheric Boundary Layer)通常是指大气的最低部分受地面直接作用的气层,是地气之间进行物质、能量、热量和水汽交换必须通过的气层,其厚度随地表特征、季节和天气背景变化而不同,范围最薄时可为百米量级,最厚时可达3 km左右,平均厚度为1 km。近地层一般指大气边界层低部从地面向上50~100 m,2 m高度以下的这一层被称为“贴地层”,也是与人类活动和各项生态环境构成最为密切的一层。第一次工业革命以来生态失

衡、环境恶化和气候变化以及天气气候异常等均与大气边界层中发生的物理过程、化学过程和生态过程等密切相关。大气边界层中气象要素的垂直廓线特征也是大气物理、大气化学以及大气环境等研究工作者的重点研究课题^[1-3]。

高原大气边界层由于特殊的下垫面性质,使得它的厚度、干燥度与其它边界层如城市、海洋、沙漠等边界层相比,具有很大差异。高原下垫面的非均匀,使得微气象特征在一定尺度上存在着极强的非均匀特征和极强的平流作用^[4]。到目前为止,对我国干旱区、半干旱区不同下垫面的大气边界层结构和廓线的研究^[5-17],取得了重大的研究成果和突破^[18];近年来一些学者分别在塔克拉玛干沙漠和古尔班通古特沙漠及青藏高原等地,在不同天气下对近地层空气温湿度垂直变化进行了分析^[19-26],一些学者利用观测和格点资料还分析了沙尘暴过境时近地层气象要素脉动特征及其相互关系^[27]。然而,对于帕米尔高原大气廓线和气象要素脉动的研究甚少。

收稿日期:2020-11-29;修回日期:2021-06-08

基金项目:中国科学院战略性先导科技专项(XDA20100306);中国沙漠气象科学基金(Sqj2019005);天山—帕米尔区极端天气气候事件与灾害风险(2019QZKK010206);新疆维吾尔自治区区域协同创新专项(上海合作组织科技伙伴计划及国际科技合作计划,2019E01005)

作者简介:郑先念(1992—),男,工程师,主要从事气候影响评价和风沙灾害评估研究。E-mail:zx19920710@163.com

通信作者:张太西(1964—),男,正高级工程师,主要从事气候变化研究。E-mail:hztx@tom.com

帕米尔高原塔什库尔干区域作为典型的高原下垫面,是中巴经济走廊的必经之地,对区域大气边界层的研究显得极为重要。本文利用中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所在塔什库尔干县红其拉甫口岸建立的帕米尔高原陆气相互作用观测站 32 m 梯度铁塔资料,分析该区域近地层气象要素的变化情况,为系统认识帕米尔高原大气边界层风、温、湿垂直结构及变化规律提供基础参考,从而为中巴经济走廊建设的气象灾害防御工作提供科学依据。

1 研究区概况与方法

中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所的帕米尔高原陆气相互作用观测站 ($36^{\circ}51'N$, $75^{\circ}27'42''E$, 海拔高度 4 733 m) 位于中国与巴基斯坦交界的红其拉甫口岸附近的山坡上(图 1),于 2017 年 7 月建设,8 月正式运行。从该区域 2010 年以来的自动气象站的观测数据可知,区域年平均气温为 $-5.6^{\circ}C$,年最低气温为 $-28.8^{\circ}C$,1 月平均气温为 $-16.3^{\circ}C$,7 月平均气温为 $5.3^{\circ}C$,常年盛行风向为 W、WNW,年平均风速为 $4.2 m\cdot s^{-1}$,属于严寒的强烈大陆性高山气候。

观测站 32 m 梯度铁塔共有 7 个层次观测平

台,高度分别为 0.5、1、2、4、10、20、32 m。在梯度铁塔的 1、2、4、10、20、32 m 横臂左侧(西北向)离横臂边缘 5 cm 处安装了风向风速探头,在横臂右侧(东南向)离横臂 115 cm 处安装了温湿度探头^[9]。数据采集频率为 1 Hz,采集结果输出为 1 s、10 s、1 min、30 min、1 h、1 d 不等的时间数据和统计,文章采用梯度探测系统小时平均的气象要素数据,分析了 2017 年 8 月 18 日晴天和 30 日阴雨天气时近地层风速、气温和湿度廓线分布和脉动特征。

比湿(q)由相对湿度计算得到,利用中国气象局地面观测规范中方法计算^[28]。

脉动风速、气温和比湿以小时平均的风速、气温和比湿与相应时段小时数据的日平均风速、气温和比湿之差表示,用以反映风速、气温和比湿的波动范围,以此体现这 3 种要素的日波动幅度^[29]。

2 结果与分析

2.1 近地层风速廓线特征

近地层 32 m 高度范围内晴天时风速廓线分布规律与阴雨天气的差异明显(图 2)。晴天(图 2a),日夜风速廓线分布规律存在明显差异。在白天近地层风速均随高度升高而波动增大,而夜间与其相反,风速值白天大于夜间,风速梯度和风速值变化的幅度夜间均大于白天。具体表现为,4 m 以下风速值随高度增高呈增大变化,4 m 以上风速值在白天随高度增高均呈增大趋势,到了夜间又随高度增高呈波动减小趋势,且各层风速的变化幅度夜晚大于白天,风廓线的拐点出现 4 m 高度层。因此,只有在 0.5~4 m 高度范围内风速值随高度的分布规律呈对数分布,4 m 高度以上风速廓线呈波动减小的变化趋势。

阴雨天气时,夜间和白天风速廓线的分布总体呈随高度升高而增大的变化趋势,廓线大部分时段的分布呈现随着高度增高而变小的对数律关系加线性分布(图 2b)。具体表现为,近地层 10 m 以上风速值随高度增高几乎保持不变,受地面辐射加热导致大气层结不稳定,10 m 高度以下风速值随高度降低而减小,风速梯度随高度减小而增大,风速值和风速梯度变化的幅度,夜间均小于白天。另外,02 和 12 时这 2 条廓线在近地层 4 m 高度范围内风速值随高度增加而增大,在 4~32 m 高度范围内廓线风速值随高度增加而不变。

本文与前人在城市^[12-14]、沙漠^[23]和青藏高原^[25]风速廓线和脉动的研究均存在一些差异,尤其晴天 4 m 高度以上风速随高度呈现波动减小趋势,原

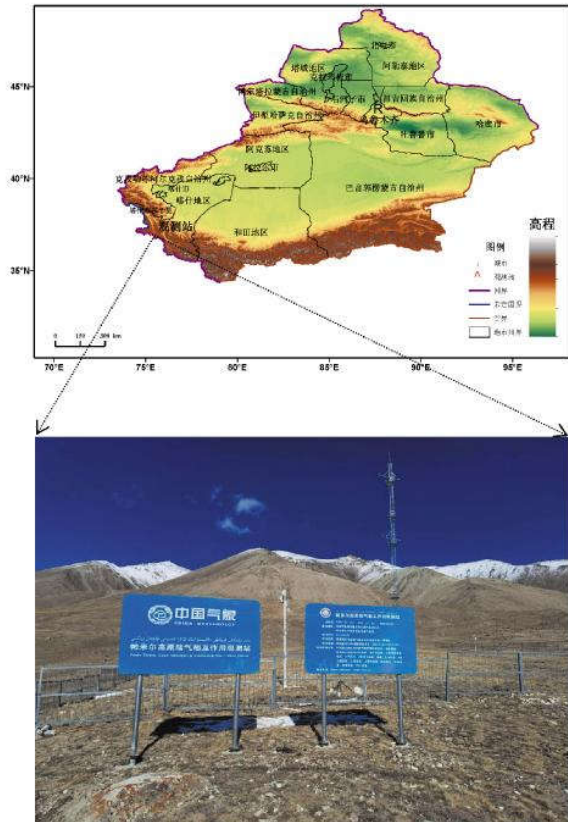


图 1 帕米尔高原陆气相互作用观测站地理位置示意图

因可能在于,一方面是风速随高度的变化很大程度上取决于大气层结的稳定性^[30],近地层大气层结处于稳定状态,风速廓线向下凹,近地层大气层结处于不稳定状态,风速廓线向上凹;另一方面,观测塔地处帕米尔高原,地表生长着寒荒植物的半山腰缓坡上,天气多变,所以高寒和多变的天气会影响大气层结的稳定性,进而影响风速,使得风速在时间和垂直变化上都呈现一些独特性。

晴天和阴雨天气下各高度层脉动风速概率分布近似符合高斯函数,且高度越高,概率分布拟合曲线越陡,脉动风速分布越集中(图3)。日变化上,风速脉动均呈现高度越高风速脉动范围越大、波动的范围白天均比夜间大,且随着高度的增加风速脉动均呈增大趋势,风速脉动值在0.5 m高度层分别为 $-1.0\sim 1.0$ m/s、 $-1.2\sim 1.4$ m/s,到了20 m高度层分别为 $-2.2\sim 2.1$ m/s、 $-2.4\sim 2.4$ m/s。说明高度并不能改变脉动风速的分布规律,仅改变脉动风速的波动范围和概率分布的集中性,与安志山等^[29,31]在沙漠绿洲过渡带和沙漠腹地的研究结论一致。

各高度风速脉动值随着时间的变化呈无明显周期性的增大或减小变化特点,说明风速还有间歇性特点。晴天(图3a)和阴雨天气(图3b)的风速脉动最大波动幅度分别为4.4和5.2 m/s,最小值波动幅度分别为2.1、2.6 m/s。相邻高度层间均具有显著相关性,经计算相关系数,晴天的相邻高度相关性均在

0.90以上、阴雨天气相邻高度相关性均在0.96以上。

当然,不同天气下的风速脉动也存在不同点,晴天时夜间(20—07时)呈现出高度越高风速脉动的值越小,阴雨天则在14—00时呈高度越高风速脉动越大,其他时段则与之相反。

2.2 近地层气温廓线特征

气温廓线上日、夜间32 m高度范围内温差均呈现阴雨天气小于晴天(图4)。但是就其日分布类型^[3]来说也不相同,晴天均可分为夜间辐射型、早上过渡型、白天日射型及傍晚过渡型,而阴雨天气不是很明显。

晴天(图4a),由于夜间地面辐射冷却,近地层呈逆温特征,大气层结稳定,而近地层这种稳定的逆温分布不利于湍流运动的发展,使得热量不能很快地传到地表。19时进入夜间,气温持续降低且随着时间变化降温幅度逐步减弱,19—00时气温降低了 $4\sim 6$ °C,04—06时气温降低到 $0.3\sim 0.5$ °C。

气温廓线07时左右呈早上过渡型,随着太阳辐射影响,地表温度迅速升高并由地面向高空打破近地层的逆温分布,07时在贴地层1 m高度处存在1个拐点,拐点之下受到太阳辐射的影响已经慢慢进入白天的日射型,而在拐点以上还处于夜间辐射型状态,直到10时近地层的气温廓线才全部进入白天日射型。

白天地面受太阳辐射加热作用,地面气温急剧

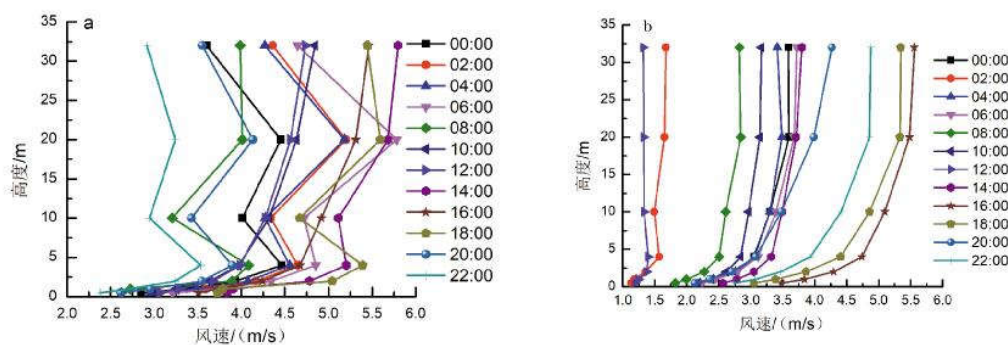


图2 晴天(a)和阴雨(b)天气时近地层风速廓线特征

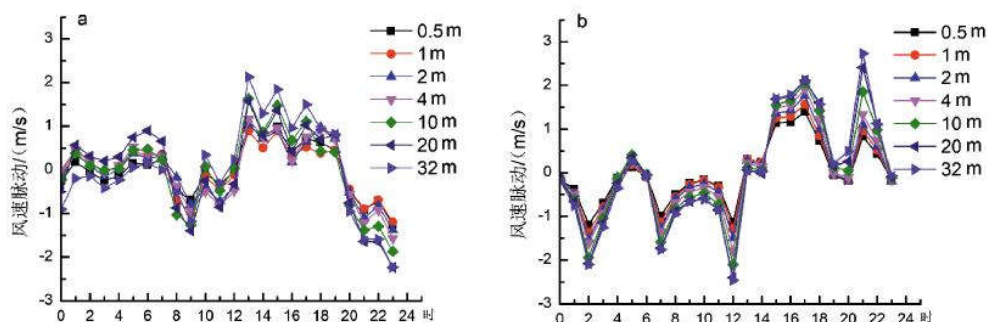


图3 晴天(a)和阴雨(b)天气时近地层风速脉动特征

上升,热量由地面向近地面大气层中传输,气温随高度增加而减小,大气处于超绝热不稳定状态。因热力不稳定的加强使得上下层之间热量交换增多且分布逐渐趋于均匀,所以气温梯度随高度增加而加速减小。增温幅度在08—10时最大,期间整个32 m近地层气温增加了3.3℃左右。18时左右,气温廓线进入傍晚过渡型,由于午后随着太阳高度角不断变小,地面辐射平衡很快下降,下垫面迅速冷却,于是紧贴地面的气温也随之下降,但上层大气还保持日间增温的形势。同时从20时廓线看出,4 m高度范围内近地层气温以较大的递增速度向上增温,而在4 m以上高度气温变化不大,说明20时之后近地层大气完全进入气温随高度上升的夜间辐射型。

阴雨天气下近地层气温廓线与晴天相比,基本上为白天日射型类型,各高度层气温变化幅度均比晴天小,不同点在于夜晚气温随高度增高几乎保持不变(图4b)。阴雨天气受热力不稳定的加强使得湍流混合增强,上下层之间热量交换增多且分布逐渐趋于均匀,因而气温梯度随高度增加而减小的速度较快。由16时廓线可以看出,白天近地层10 m内气温随高度升高而快速降低,10 m以上气温则随高度升高而减小,但幅度非常小,32 m的气温比10 m的仅低1.1℃。夜间,气温的随高度升高几乎不变。总体上,近地层10 m内气温日较差阴雨天比晴天小,

但随着高度升高各层气温日较差均趋于相同。

由于湍流运动的结果,近地层上任一高度的气温都具有脉动特征(图5a),晴天各高度层的脉动幅度日变化均在7℃以上,最大可达12.2℃,可见近地层气温脉动能很大,而且高度越贴近地面,气温脉动愈大^[27]。同时,各层的比湿脉动分布规律呈现白天(06—18时)随着高度降低而增大、夜间随着高度降低而减小(18—06时),在中午前后达到最大,日出前达到最小,白天的变化幅度大于夜间的特点。

由图5b可知,阴雨天气各高度层的脉动幅度均在1℃以上,最大可达1.4℃,可见近地层中气温脉动能明显比晴天的小,且与晴天相反,高度越贴近地面,气温脉动愈小。气温脉动在日变化上与晴天一致。总体上,各个高度层上晴天的脉动幅度均大于阴雨天气。

2.3 近地层湿度廓线特征

由图6可知,不同天气下近地层比湿廓线分布规律均随着高度增加呈减小趋势,说明地表全天都有水汽向高空蒸发输送。晴天天气(图6a)10 m高度内比湿值随高度升高明显减小,在10~32 m几乎维持同一比湿值,各高度层的比湿值在1.7~4.4 g/kg,且比湿值白天明显小于夜间。

阴雨天气(图6b)比湿廓线随高度的变化趋势与晴天相似,整体看均随高度的增加而减小,且白天

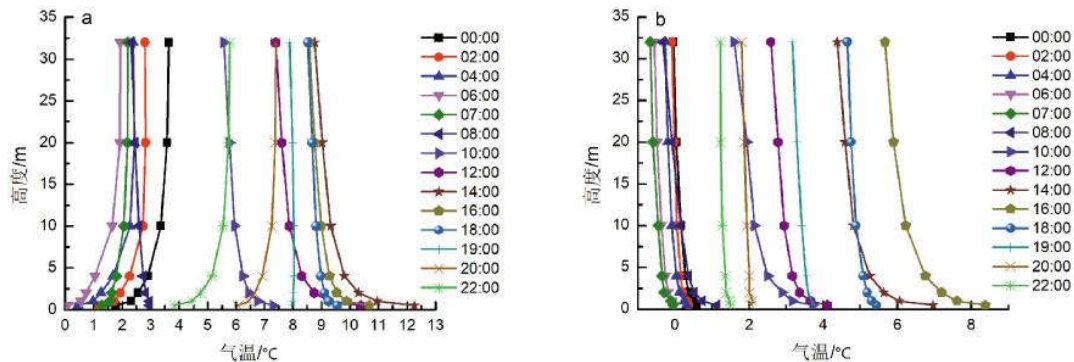


图4 晴天(a)和阴雨(b)天气近地层气温廓线特征

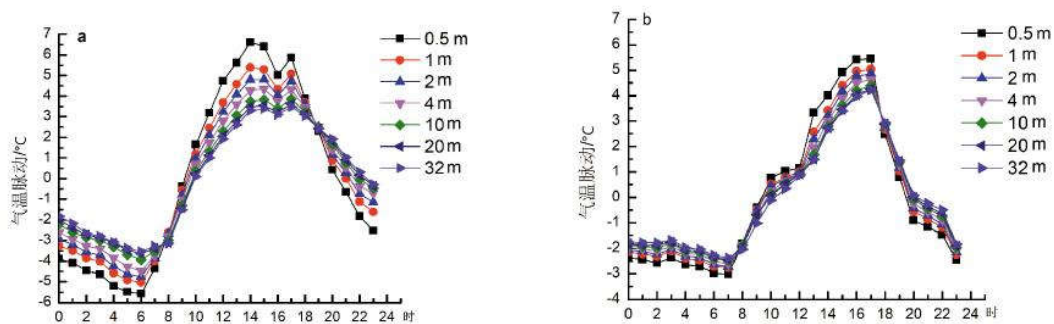


图5 晴天(a)和阴雨(b)天气近地层气温脉动特征

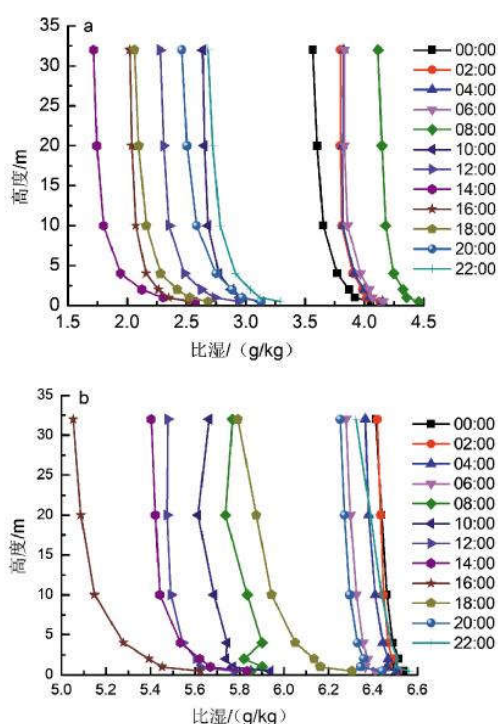


图6 晴天(a)和阴雨(b)天近地层比湿廓线特征

的这种变化更显著,同时,在近地层 2 m 范围内,大部分时段都有一个极小值,极小值出现高度以上,比湿随高度增加而增加,廓线呈逆湿^[32-33]特征,极小值出现高度以下,比湿随高度减小而增加。20 和 06 时各个高度层比湿值明显比白天的要大、比夜晚要小。

夜间时段廓线比湿值晴天约为 4.0 g/kg, 阴雨天约为 6.4 g/kg。晴天,06—08 时各层比湿的均值由原来的 4.0 g/kg 增大到 4.2 g/kg, 近地层 10 m 内比湿随高度减小而明显增大。09—12 时,各层的比湿值随着太阳辐射增强、气温升高而减小。13—16 时随着气温达到日最高而比湿值降到日最低,为 1.7 g/kg (32 m),拐点高度下降到 20 m 高度层,17 时拐点下降到 2 m,拐点以上呈现逆湿趋势,18 时比湿均值回升到 4.3 g/kg 左右,19—21 时比湿继续增大,08 时比湿值达到一日最大,为 4.5 g/kg (0.5 m),与阴雨天最大值出现在 22 时的时间截然不同。

空气湿度也具有脉动特征,采用比湿脉动来讨论不同高度空气湿度的脉动日变化特征。由图 7 可见,不同天气下的比湿脉动值在时间序列上波动性均具有一致性,即各高度的比湿脉动在各时间段均呈同增或者同减。主要不同点在于晴天的比湿脉动范围比阴雨天大,晴天的比湿脉动在 09—10 时出现明显变化,即 10—23 时白天受太阳辐射增温,空气

相对湿度蒸发强烈作用,23 时一次日 09 时夜晚气温逐渐降低,空气相对湿度蒸发减弱,比湿脉动值呈正值,比湿脉动值达到日最大值,在 14 时降至最小(图 7a);阴雨天气受降水和太阳辐射影响较弱,比湿脉动全天变化不是很显著(图 7b)。

结合图 4 可知,比湿脉动与气温脉动具有同步性的变化趋势,尤其在晴天这种变化特征更显著。同时还看出比湿脉动与风速大致呈负相关。

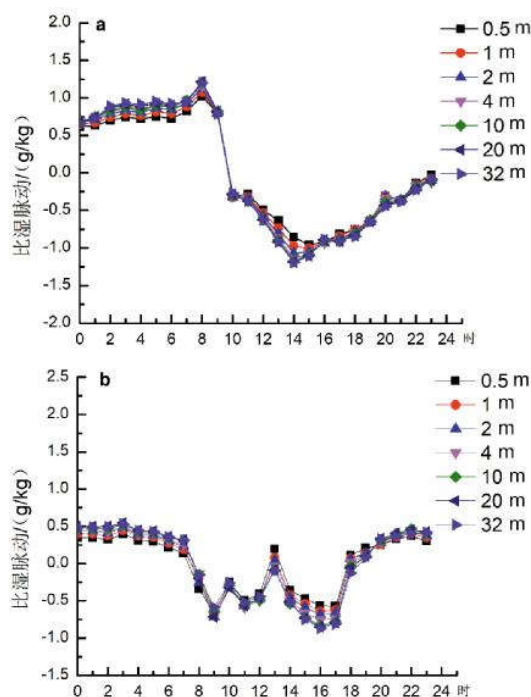


图7 晴天(a)和阴雨天(b)的近地层比湿脉动特征

3 结论

(1)不同天气条件下帕米尔高原近地层风速垂直变化特征存在显著差异。晴天,白天风速值随高度降低呈现波动减小趋势,夜间风速值随高度降低呈现波动增大趋势,风速梯度和风速值变化的范围夜间均大于白天;阴雨天,近地层风速值基本上随着高度降低而减小。不同天气下各高度层脉动风速概率分布呈现高度越高,脉动风速分布越集中的特征。

(2)帕米尔高原近地层气温廓线的分布晴天和阴雨天不同。夜间辐射型、早上过渡型、白天日射型和傍晚过渡型等四种类型在晴天气温廓线日变化均有体现;阴雨天气温廓线基本上均为白天日射型。晴天,近地层中气温脉动能很大,并随着高度的降低而增大,而阴雨天气的各高度层的气温脉动幅度与晴天相反,总体上,晴天的脉动幅度均大于阴雨天。

(3)不同天气条件下帕米尔高原近地层比湿廓

线分布规律均随高度增加呈减小趋势,且白天的这种变化更显著,夜间时段内廓线比湿值晴天约为 4.0 g/kg ,阴雨天约为 6.4 g/kg 。不同天气条件下比湿脉动值在时间序列上波动性具有一致性,晴天的比湿脉动范围要比阴雨天气大。同时比湿脉动与气温脉动具有同步性的变化趋势,尤其在晴天时这种变化特征更显著。

参考文献:

- [1] 胡非.湍流、间歇与大气边界层[M].北京:科学出版社,2005.
- [2] Stull R B.边界层气象学导论[M].杨长新,译.北京:气象出版社,1991.
- [3] 李祥余,何清,艾力·买买提明,等.塔中春季阴天近地层风速、温度和湿度廓线特征分析[J].干旱气象,2007(2):22-28+42.
- [4] 左洪超,吕世华,胡隐樵,等.非均匀下垫面边界层的观测和数值模拟研究(I):冷岛效应和逆湿现象的完整物理图像[J].高原气象,2004(2):155-162.
- [5] 高志球,王介民.HEIFE 绿洲和沙漠地区大气边界层湍流混沌特性研究[J].高原气象,1998(4):3-5.
- [6] 王俊勤,胡隐樵,陈家宜,等.HEIFE 区边界层某些结构特征[J].高原气象,1994(3):76-83.
- [7] 朱平,蒋瑞宾.绿洲、沙漠及戈壁边界层特征对比分析[J].气象,1996(3):48-50.
- [8] 卞林根,程彦杰,王欣,等.北京大气边界层中风和气温廓线的观测研究[J].应用气象学报,2002,(S1):13-25.
- [9] 张克存,屈建军,俎瑞平,等.不同下垫面对风沙流特性影响的风洞模拟研究[J].干旱区地理,2004(3):352-355.
- [10] 张美根,胡非,邹捍,等.大气边界层物理与大气环境过程研究进展[J].大气科学,2008,(4):923-934.
- [11] 金莉莉,曹兴,李振杰,等.塔中比湿变化特征[J].沙漠与绿洲气象,2012,6(2):53-57.
- [12] 何清,金莉莉,李振杰.乌鲁木齐市城区和郊区近地面风速、气温特征[C]//中国气象学会.第35届中国气象学会年会论文集.北京:中国气象学会,2018.
- [13] 李振杰,金莉莉,何清,等.乌鲁木齐市城区和郊区气温分布及廓线特征[J].干旱区地理,2019,42(6):1273-1281.
- [14] 李振杰,金莉莉,何清,等.乌鲁木齐市城区和郊区近地层比湿分布和廓线特征[J].干旱区地理,2020:1-24.
- [15] 李汉林,何清,金莉莉.塔克拉玛干沙漠腹地及北缘典型天气近地层风速廓线特征[J].干旱气象,2020,38(6):965-978.
- [16] YANG F, HE Q, HUANG J, et al. Desert environment and climate observation network over the Taklimakan Desert [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2021, 102(6): 1-53.
- [17] YANG F, HUANG J P, ZHOU C L, et al. Taklimakan desert carbon-sink decreases under climate change [J]. Science Bulletin, 2020, 65(6): 431-433.
- [18] 张强,胡隐樵.大气边界层物理学研究进展和面临的科学问题[J].地球科学进展,2001(4):526-532.
- [19] 周明煜,钱粉兰,陈陟,等.西藏高原斜压对流边界层风、温、湿廓线特征[J].地球物理学报,2002(6):773-783.
- [20] 谷良雷,胡泽勇,吕世华.藏北高原夏季典型天气大气边界层特征分析[J].冰川冻土,2006,28(6):893-899.
- [21] 张娟,王维真,梁继.三江源腹地积雪过程中近地层空气温湿度垂直观测分析[J].高原气象,2020,39(6):1-12.
- [22] 霍文,顾军明,杨兴华,等.古尔班通古特沙漠边界层气象要素廓线观测分析[J].沙漠与绿洲气象,2015,9(1):17-23.
- [23] 李祥余,何清,艾力·买买提明,等.塔中春季晴天近地层气温、湿度和风速廓线特征[J].干旱区地理,2008(3):389-396.
- [24] 缪启龙,王晶,何清,等.南疆沙漠腹地大气边界层气象要素廓线分析[J].气象与减灾研究,2009,32(2):6-10.
- [25] 彭艳,张宏升,刘辉志,等.青藏高原近地面层气象要素变化特征[J].北京大学学报(自然科学版),2005(2):180-190.
- [26] MAMTIMIN A, WANG Y, SAYIT H, et al. Seasonal variations of the near-surface atmospheric boundary layer structure in China's Gurbantünggüt Desert [J]. Advances in Meteorology, 2020(4): 1-13.
- [27] 沈洁,李耀辉,胡田田,等.一次特强沙尘暴成因及近地面要素脉动特征[J].中国沙漠,2014,34(2):507-517.
- [28] 中国气象局.地面气象观测规范[Z].北京:气象出版社,2003:21-27,129-130.
- [29] 安志山,张克存,谭立海,等.晴天和沙尘天气下沙漠绿洲过渡带近地表风速脉动特征[J].中国沙漠,2017,37(3):414-420.
- [30] 翁笃鸣,陈万隆,沈觉成,等.小气候和农田小气候[M].北京:农业出版社,1981:93-123.
- [31] 郑先念,杨兴华,何清,等.塔克拉玛干沙漠腹地沙尘暴天气下风速脉动特征[J].水土保持研究,2020,27(1):366-371.
- [32] 阎宇平,王介民,玛·曼乃提,等.黑河实验区沙漠戈壁上空“逆湿”的数值模拟[J].气象科学,2001(1):36-43.
- [33] 李英,卢萍.青藏高原东南缘近地层微气象学特征对比分析[J].高原山地气象研究,2013,33(4):49-55.

Vertical Variations of the Near-surface Layer Meteorological Element Profile in Pamirs

ZHENG Xiannian^{1,2}, ZHANG Taixi¹, HUO Wen², Ali Mamtimin², WANG Shunsheng³,
YU Xingjie¹, HE Qing^{2,4}, WU Yutao⁵

(1.Xinjiang Climate Center, Urumqi 830002, China;

2.Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China;

3.PetroChina Tarim Oilfield Company, Korla 841000, China;

4.Xinjiang Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China;

5.Shandan County Forestry Technology Workstation, Zhangye 734100, China)

Abstract Based on the 32 m gradient tower data of the Pamir Plateau Land-Atmosphere Interaction Observation Station at Khunjerab Port, which is located at the junction of China and Pakistan, this paper analyzes the diurnal variation and fluctuation characteristics of meteorological elements such as surface temperature, humidity and wind speed in the Pamir Plateau under different weather conditions. The results show that: (1) In clear days, the daytime wind speed increases with height, while the nighttime wind speed decreases with the increase in height. Besides, the wind speed increases with altitude in rain-cloudy days. The law of higher the altitude, more concentrated the fluctuated wind speed distribution is presented in the fluctuated wind speed frequency distribution at various altitudes under different weather conditions. (2) Under clear conditions, the temperature profile is divided into four types: night radiation, morning transition, day-time insolation, and evening transition. The temperature pulsation increases with the decrease in altitude. The temperature profiles under rain-cloudy weather are all of day-time insolation type, and the fluctuation characteristics of temperature in each high layer are opposite to that in sunny days. (3) The specific humidity profile distribution under different weather conditions decreases with the increase in height. In addition, the specific humidity pulsation range is larger in sunny days than in cloudy and rainy days, and the fluctuation in time series are consistent.

Key words near-surface layer; meteorological element profile; meteorological element velocity fluctuation; Pamir Plateau