

环青海湖地区草地近地层气象要素变化特征*

朱宝文¹, 宋理明¹, 许存平², 姜朝阳³, 马宗泰¹, 周华坤⁴, 徐有绪¹

(1. 青海省海北牧业气象试验站, 西海镇 810200; 2. 青海省海北州气象局; 3. 中国气象科学研究院; 4. 中国科学院西北高原生物研究所)

摘要: 利用青海湖北岸海北牧业气象试验站 2006年 5月 - 12月观测的天然草地近地面层气象要素梯度资料, 分析了该地区近地层温度、湿度和风速的日变化规律及其廓线特征。结果表明: 青海湖北岸草地近地层 0.3 - 10.0m 高度范围内温度、相对湿度和风速都呈现出明显的以 24h 为周期的日变化规律; 各层温度最高和最低时的位相随高度增加而滞后, 相对湿度和风速最大与最小时的位相随高度增加而提前; 14时温度随高度的增加而降低, 20时的温度随高度增加先增后降, 温度廓线在 4.0m 高度存在一拐点, 随后逐渐进入逆温状态, 至 8时逆温程度达到最大; 不论白天还是夜间, 相对湿度随高度的增加而减小; 风速随高度的增加而增大。

关键词: 气象要素; 日变化; 廓线特征; 近地层

Characteristics of Changes of Micro-Meteorology in Surface Layer of Grassland in Regions around Qinghai Lake

ZHU Bao-wen¹, SONG Liming¹, XU Cun-ping², JIANG Chao-yang³, MA Zong-tai¹, ZHOU Hua-kun⁴, XU You-xu¹,

(1. Haibei Animal Husbandry Meteorological Experimental Station of Qinghai Province, Xihai 810200, China;

2. Meteorological Administration of Haibei state; 3. Chinese Academy of Meteorological Sciences; 4. Northwest Institute of Plateau Biology, CAS)

Abstract: Based on the meteorological data in the surface layer of grassland in the north shore of Qinghai Lake from May to December in 2006 observed by Haibei Animal Husbandry Meteorological Experimental Station, the characteristics of changes of the diurnal variation and the vertical profiles of the wind speed, temperature and humidity were investigated. The results showed that the wind speed, temperature and relative humidity showed an obvious diurnal variation above 0.3m and below 10m in the surface layer of grassland in the north shore of Qinghai Lake. The phase of the maximum and minimum temperature delayed with the increase of the height and the phase of the maximum and minimum relative humidity and wind speed advanced with the increase of the height. The temperature at fourteen o'clock decreased with the increase of the height and the temperature at twenty o'clock increases first and decreased later with the increase of the height. The temperature profiles had an inflexion at the height of 4m, then into the status of the inversion. The degree of the inversion reached biggest at eight o'clock. Relative humidity decreased and wind speed increased with the increase of the height whenever day and night.

Key words: Meteorological factors; Diurnal variation; Characteristics of profiles; Surface layer

近地层是大气边界层中最靠近地面的气层, 受下垫面动力作用和热力作用的影响最直接, 各种气象要素的日变化规律最为明显, 能表现中小尺度天气系统的部分特征^[1]。近年来, 近地面层微气象学愈来愈受到科学家们的关注, “青藏高原地 - 气系统物理过程及对全球气候和中国灾害性天气影响的观测和理论分析 (TIPEX)” 国家攀登 B 项目研究表明, 青藏高原已成为中国气候变化的启动区^[2]。对青藏高原近地面层微气象学的研究已成为研究的热点, 以往针对近地面层气象要素变化特征、廓线分布特征及空气动力学参数的确定^[3-9] 大多基于短时间的试验数据, 资料的连续性和系统性较差。本文拟利用青海海北牧业气象试验站天然草地近地层梯

度气象要素观测资料 (2006年 5月 - 12月) 分析草地近地层气象要素的变化特征, 以便为环青海湖地区大气污染研究、青藏高原近地面层空气动力学参数 (如地表粗糙度、零值位移等) 确定、近地层湍流量及垂直输送特征分析等提供基础信息资料。同时对提高空气质量预报模式的预测精度、优化城市布局、灾害性天气预测预报及全球、区域气候变化的研究^[10-14] 具有十分重要的意义。

1 资料与方法

1.1 观测地段概况

观测点设在青海省海北牧业气象试验站试验基地, 海拔高度 3140.0m, 地理位置 100°51'E, 36°57'N, 年平

* 收稿日期: 2007-04-08

基金项目: 中国气象局“生态气象观测资料质量控制、分析技术和应用研究”课题 (CMATG2007M09); 中科院知识创新工程重要方向项目课题 (KSCX2-YW-N-040-01); 国家自然科学基金面上项目 (30700563); 国家科技支撑课题第一专题 (2006BAC01A02-01)

作者简介: 朱宝文 (1976-), 藏族, 青海刚察人, 学士, 工程师, 主要从事农业与生态气象研究。E-mail: mzzbw@163.com

均气温 0.5℃, 年平均降水量 391.9mm, 年日照时数 2912.7h, 平均无霜期 48d。该地区地处欧亚大陆腹地, 属典型的高原大陆性气候, 气温低, 降水量少且变率大, 气候干燥, 气象灾害频繁。观测点东西长 15km、南北宽 11~14km 的范围内是基本平坦地面, 无高层建筑物和树木。下垫面为高山草原草场, 植被高度为 20~30cm, 优势种牧草为西北针茅 (*Stipa krylovii*), 常见的伴生草种有冷地早熟禾 (*Poa crymophila*)、矮蒿草 (*Kobresia humilis*)、斜茎黄芪 (*Astragalus adsurgens*)、猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*) 等, 植被均匀。观测场地形及下垫面基本上代表了环青海湖地区特征。

1.2 观测仪器

观测塔高 10m, 温、湿度共设 6 个观测平台, 高度分别为 0.3、1.0、1.5、2.0、4.0、10.0m, 风速观测高度分别为 1.5、2.0、4.0、10.0m。观测设备系北京华创升达高科技发展中心研发的 CAWS800 梯度站, 在中国气象仪器计量检定中心进行了标定。采用连续观测方式, 扫描频率为 10Hz, 每 1min 输出一次测量值, 并计算输出正点 2min 和 10min 的平均值。观测系统时间为北京时, 日界为每日 20 时。

1.3 资料处理

利用观测时段逐日正点 2min 的温度、相对湿度和风速计算平均值得到观测期各气象要素 24h 的变化过程, 选择逐日 02 时、08 时、14 时和 20 时的各高度层的平均值分析各气象要素廓线的变化规律。用每分钟平均值分析要素极值及出现的时间。

2 结果与分析

2.1 近地层气象要素日变化特征

2.1.1 温度

近地层内气象要素的日变化周期非常明显, 认识日变化规律对于搞清边界层物理机制有一定帮助, 并且具有实用价值^[3]。图 1 是青海湖北岸草地近地层不同高度温度的日变化曲线, 可以看出, 各高度层温度都呈现出有规律的日变化波形, 即昼高夜低型。高度越高, 波形的振幅越小, 0.3m 高度的波形振幅最大, 10.0m 高度的波形振幅最小。各层的最高温度出现在 15-16 时, 最低温度出现在 07 时左右, 且温度最高和最低时的位相随高度增加而滞后, 与天津 1995 年的观测结果一致^[1]。就平均状况而言, 辐射逆温在 19-21 时开始形成, 在次日 09-10 时消散, 与青藏高原西部改则地区相比^[9], 逆温形成时间提前 1~2h, 逆温消散时间又推迟 1h, 这可能与两地所处的地理位置及下垫面性质有一定关系。从 10.0m 与 0.3m 的温度差可以看出, 该地夜间辐射冷却和日间辐射加热均很强, 夜间逆温强度最大时可达 1.8℃/10m, 时间为凌晨 05-07 时, 日间则出现很强的超绝热递减率, 最强时可达 2.1℃/10m, 时间为下

午 15-16 时。从图 1 还可以看出, 该地区昼夜温差较大, 各高度平均昼夜温差超过 12℃, 由此可见, 环青海湖草地近地层温度特征与青藏高原西部相似^[3]。这可能与高海拔地区空气稀薄和下垫面的特性有关。

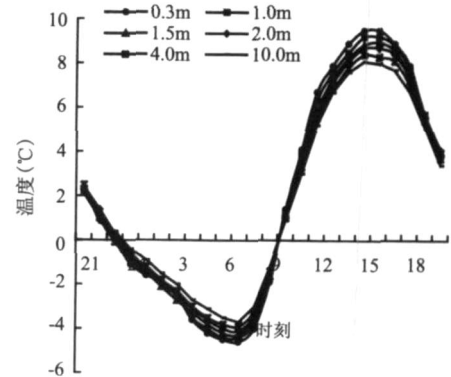


图 1 2006 年 5 - 12 月平均梯度温度的日变化

2.1.2 空气相对湿度

图 2 表示青海湖北岸草地近地层不同高度相对湿度的日变化特征。由图可以看出, 环青海湖北岸湿度较小, 尤其是 14-18 时, 平均相对湿度低于 40%。各层相对湿度日变化均呈夜高昼低的波形曲线。日落后, 随着地面辐射冷却, 各层相对湿度逐渐增大, 至 06-08 时达到最大值, 日出后逐渐减小, 午后 14-16 时达到最小值后又逐渐增大, 这一变化规律与李家园^[9]等人研究结果基本一致, 只是极值出现时间提前 1h。相对湿度日变化振幅在 40~50 个百分点, 且相对湿度最大和最小时的位相随高度增加而提前, 青藏高原大气科学考察试验中^[3,7,9], 由于观测时间短, 湿度观测资料较少, 相对湿度的位相变化规律不明显。相对湿度的变化特征与温度的日变化存在很好的反对应关系。

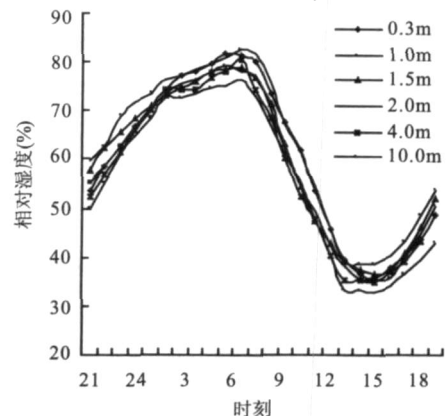


图 2 2006 年 5 - 12 月平均梯度相对湿度的日变化

2.1.3 风速

图 3 反映了青海湖北岸草地近地层不同高度风速的日变化特点。可以看出, 各高度层风速都显现出明显的日变化波形, 同一时次高度越高, 风速越大, 各层风速

在 16 - 17 时达到最大值,最小风速出现在 08 - 10 时,风速日变化振幅在 2.8 ~ 3.2 m/s,且风速最大和最小时位相随高度增加而提前。风速日变化规律与天津市 1995 年观测结果相似,只是风速日变化振幅较大^[1],分析这一现象可知,在相同环流背景下,城市对风速产生的摩擦作用较草地强,使城区白天风速比草地减弱的多,而夜间城市与草地风速都较小,差别不大,其结果使城市风速日较差比草地小^[15]。从风速上下层差异看,夜间上下层风速差较大,白天风速差较小,尤以 11 - 16 时表现最为明显,与李家伦^[9]等人研究结果一致,这与白天湍流输送造成上下层动量交换较强相一致。

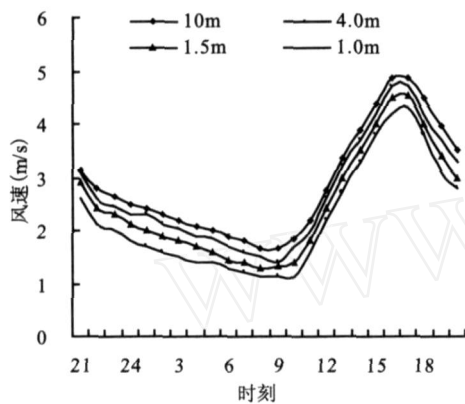


图 3 2006 年 5 - 12 月梯度风速日变化

2.2 近地层气象要素的廓线特征

2.2.1 温度

图 4a 表示青海湖北岸草地近地层温度廓线,由图可以看出,夜间(02 时)地表辐射冷却,温度随高度的增加而升高,呈逆温状态,0.3m 与 10.0m 处的温差为 1.3,随着地表辐射冷却的增强,至早晨(08 时)逆温程

度增大,0.3m 与 10.0m 的温差达 2.0。白天(14 时)温度随高度的增高而降低,这是由于白天地面因太阳辐射加热,地面净得热量,地表温度升高造成越靠近地面温度越高,20 时温度值随高度的增加先增后降,温度廓线在 4.0m 高度存在一拐点,显示出逆温层的形成和逐渐增厚。

2.2.2 空气相对湿度

图 4b 表示青海湖北岸草地近地层相对湿度廓线,由图可以看出,不论是白天还是夜间,相对湿度随高度的增加呈减小趋势,下层相对湿度变幅比上层大,1.5m 高度平均相对湿度较 0.3m 高度平均相对湿度降低 5.5 个百分点/m,而 10.0m 高度平均相对湿度较 4.0m 降低 0.5 个百分点/m。02 时和 08 时 0.3 - 10.0m 相对湿度递减趋势相似,这可能与早晨和夜间地面辐射冷却及下垫面的特性有关系。14 时各层相对湿度差异不大。

2.2.3 风速

图 4c 是青海湖北岸草地近地层风速廓线。由图可以看出,不论是白天还是夜间风速值随着高度的增加而增大,下层风速增大幅度要比上层大,2m 高度平均风速较 1.5m 高度增大 0.2m/s,10m 高度平均风速较 4m 高度增大 0.3m/s,即 1.5 - 2m 层平均风速变幅比 4 - 10m 层大 0.35m/s,这种变化满足对数律关系。这一结论与对青藏高原与城市^[3,7,9]研究结果是一致的。

3 结论与讨论

环青海湖北岸草地近地层 0.3 - 10.0m 高度范围内温度、相对湿度和风速均表现出明显的以 24h 为周期的日变化规律,这一结论与青藏高原大气科学考察短时试验结果相似,说明在青藏高原选择短时近地层气象要素观测试验能够代表其平均日变化特征。

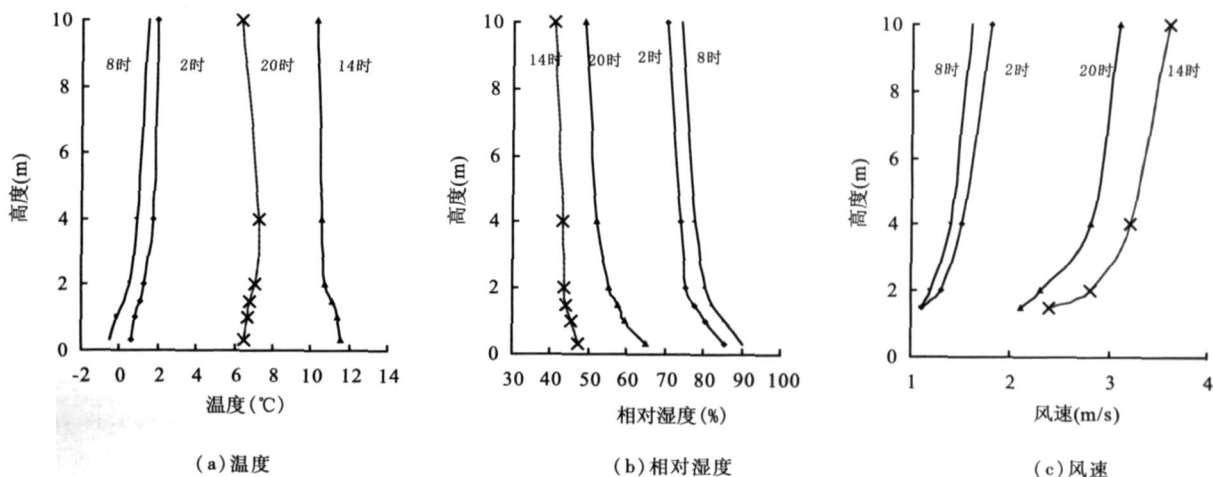


图 4 近地层温度、相对湿度、风速的廓线

气象要素的梯度观测结果显示,环青海湖地区夜间和早晨温度随高度的增加而升高,呈逆温状态,白天温度值随高度的增加而降低,20时温度先升后降,温度廓线在 4.0m 高度存在一拐点;不论白天还是夜间相对湿度随高度的增加而减小,风速随高度的增加而增大。

本文研究结论对研究环青海湖地区大气污染、提高空气质量预报精度和近地层湍流特征以及陆面过程数字化、确定空气动力学参数有着极其重要的意义。但其局限性在于只分析了 10m 以内近地层温、湿、风特征,若要研究环青海湖区大气边界层气象要素变化特征,需在后继工作中增加高空系留气球观测资料作进一步分析研究。另外,本文的分析是基于 2006 年 5 月 - 12 月的观测资料,反映这一时段的平均状况,其结论只是初步的,而在不同的季节和不同的天气状况下,这种规律和特征可能存在一些差异,随着资料的积累,将根据大气层结稳定性和典型天气背景作进一步的分析研究。

参考文献:

- [1] 解以扬,刘学军. 天津气象塔风温梯度观测的统计特征 [J]. 气象, 2003, 29 (1): 12-16
- [2] 周明煜,徐祥德,卞林根,等. 青藏高原大气边界层观测分析与动力学研究 [M]. 北京:气象出版社, 2000: 17-37.
- [3] 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, 41 (2): 180-190
- [4] 马鹏里,张强,杨兴国,等. 近地层日最高最低气温变化特征 [J]. 气象科技, 2006, 34 (1): 83-87.
- [5] 周明煜,钱粉兰,陈陟,等. 青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, 49 (6): 26-36
- [6] 韦志刚,吕世华,胡泽勇,等. 夏季金塔边界层风、温度和湿度结构特征的初步分析 [J]. 高原气象, 2005, 24 (6): 12-22
- [7] 卞林根,程彦杰,王欣,等. 北京大气边界层中风和温度廓线的观测研究 [J]. 应用气象学报, 2002, 13 (S1): 14-26
- [8] 张强. 大气边界层气象学研究综述 [J]. 干旱气象, 2003, 21 (3): 59-63.
- [9] 李家伦,洪钟祥,孙菽芬,等. 青藏高原西部改则地区大气边界层特征 [J]. 大气科学, 2000, 24 (3): 301-312
- [10] 陈素华,宫春宁. 内蒙古气候变化特征与草原生态环境效应 [J]. 中国农业气象, 2005, 26 (4): 44-47.
- [11] 常宗强,史作民,冯起. 气温对祁连山不同植被状况土壤呼吸的影响 [J]. 中国农业气象, 2005, 26 (2): 85-89.
- [12] 李海涛,于贵瑞,袁嘉祖. 中国现代气候变化的规律及未来情景预测 [J]. 中国农业气象, 2003, 24 (4): 2-5.
- [13] 段华平,卞新民,谢小立,等. 农田水循环:地表 - 大气界面水分传输研究进展 [J]. 中国农业气象, 2003, 24 (1): 37-41.
- [14] 马晓群,张爱民,陈晓艺. 气候变化对安徽省淮河流域旱涝灾害的影响及适应对策 [J]. 中国农业气象, 2002, 23 (4): 2-5.
- [15] 高绍凤,陈万隆,朱超群,等. 应用气候学 [M]. 北京:气象出版社, 2001: 187-193.

学会动态

2007 农业环境科学峰会在京召开

由中国农学会农业气象分会和中国农科院农业环境与可持续发展研究所主办的农业环境科学峰会于 2007 年 10 月 25 - 27 日在中国农业科学院环发所召开,大会旨在加强和推进农业环境领域的科技发展和技术创新。

中国农学会农业气象分会理事长、中国农科院环发所所长梅旭荣研究员主持了会议。中国科技部农村司杜占元司长、农业部科教司张凤桐司长、中国农业科学院副院长章力健研究员、中国农学会杨军秘书长、国家环保局科技标准司罗毅副司长、中国气象局预测减灾司王邦中副司长出席了会议,对科学峰会给予了高度评价。众多高层领导与会并发表重要讲话,反映了中国政府对农业环境问题的重视,说明了农业环境问题与中国建设资源节约型、生态文明社会密切相关。

出席会议的专家学者针对农业环境保护与农业生态;气候资源、气候变化与农业减灾;农业水资源与水环境;农业环境工程等与农业紧密相关的重大环境科技问题发表演讲。中国工程院院士中国气象局丁一汇教授、世界气象组织原农业气象分会主席 Kees Stiger 教授 (荷兰)、日本东京大学日本农业气象杂志主编小林和彦教授、中科院地理与资源研究所于贵瑞研究员、中国气象学会秘书长王春乙教授、中国农业大学郑大玮教授、中国农科院环发所梅旭荣研究员、林而达研究员、杨其长研究员、李勇研究员、黑龙江省农科院魏丹研究员、江苏省农科院于建光博士从本研究领域出发,展示了农业环境科学与农业气象科学发展水平和技术成果,讨论了农业环境科学前沿问题及其相关科技发展的重点,此次高层论坛,起到了规划学科发展目标、凝练学科重要科学问题、引领未来学科发展方向的作用。

来自全国农业科研机构、气象系统科研机构以及高等院校的 100 余名代表出席了会议,有关媒体进行了现场跟踪报道。