

塔克拉玛干沙漠腹地特征层风场特征

王 柯^{1,2,3}, 何 清^{1,2}, 王敏仲¹, 胡月宏³, 王 娟^{1,2}

(1. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 新疆大学资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 3. 解放军 63655 部队, 新疆 乌鲁木齐 841700)

摘 要: 利用 CFL-03 边界层风廓线雷达, 在塔中开展了边界层风场探测研究, 根据 2010 年 4 月 1 日至 2010 年 11 月 30 日连续的边界层风场探测资料, 分析了塔克拉玛干沙漠腹地大气边界层 850 hPa、700 hPa 和 500 hPa 特征层风场时空分布特征。结果表明, 塔中地区 850 hPa 特征层主导风向为偏东风, 风速年变化较小; 700 hPa 特征层风速 6 月最大, 9 月最小, 6、8、9 月主导风向为偏东风, 其余月份为偏西风。500 hPa 特征层风速 9 月最小, 11 月最大; 6、9 月主导风向为偏东风, 其余月份为偏西风。

关键词: 塔克拉玛干沙漠; 塔中; 特征层; 风廓线雷达; 空中风; 风向; 风速

中图分类号: P

文献标识码: A

引 言

塔克拉玛干沙漠位于北半球中纬度欧亚大陆腹地, 塔里木盆地中心, 是世界第二大沙漠, 也是我国最大的沙漠^[1]。其物质和能量输送对中亚大气环流有着不可忽视的影响, 对我国天气上游干旱气候的形成和西风环流的发展起着重要的作用。沙漠大气边界层作为沙漠独特下垫面和自由大气之间的直接通道, 在上述影响过程中承担着桥梁作用^[2]。边界层内湍流交换作用强, 水汽和微尘含量多, 大风和扰动强烈的天气出现频率高于平稳天气^[3]。大气边界层中的风场变化是整个大气环流场中的关键环节, 对整个大气系统的发展变化有着重要的影响^[4]。塔克拉玛干沙漠独特的地理环境^[5], 造成了该区域边界层风场分布的复杂性。

目前针对塔克拉玛干沙漠的研究较为广泛, 何清研究员对塔克拉玛干沙漠塔中大气边界层结构及地—气相互作用进行了深入研究^[2]; 李祥余分析了塔中的气象要素的廓线特征^[6]; 刘强在塔克拉玛干沙漠大气稳定度方面开展了一定的研究^[7]。为了深入了解沙漠腹地大气边界层风场结构, 乌鲁木齐沙漠气象研究所在塔中利用边界层风廓线雷达, 对

塔克拉玛干沙漠腹地的高空风进行了探测研究。塔中位于塔克拉玛干沙漠腹地(38°58'N, 83°39'E, 海拔 1 099.3 m)^[8], 当地 850 hPa、700 hPa 和 500 hPa 等压面对应的海拔高度分别为 1 500 m、3 000 m 和 5 500 m。不同高度的等压面图组合起来, 不仅能反映塔中地区高压、低压等天气系统以及温度场的空间分布状况, 而且能反映高空大气的结构及其演化规律, 还可以对天气系统的空间结构作进一步的分析研究, 是大范围天气形势预报的基础^[9]。

由于天气并不是由一个单独的层面决定的, 而是高空和低空环流共同作用效果的体现^[10]。加之高空气流在运行过程中受摩擦力小, 气流变化和运动均具有稳定性和周期性变化明显的特点, 气象上习惯性把 500 hPa 或 500 hPa 以上定义为高空, 700 ~ 850 hPa 定为中低空(中低层)。

500 hPa 层属于中高层大气, 很多天气过程在该层面上都会有或大或小的印迹, 通过这些印迹可以较准确预测未来天气变化^[11]; 700 hPa 和 850 hPa 层上常见的风场特征线, 风向带有较强的气旋性切变, 风场的变化特征与一定的环流形势与其演变特点相对应, 决定着急流和锋区的走向, 也可作为天气分析和预报的依据。因此, 开展塔中 850 hPa、700

收稿日期: 2011-04-11; 改回日期: 2011-05-05

基金项目: 公益性行业专项(GYHY20100612); 中国沙漠气象科学研究基金课题(sqj2009013); 新疆气象局业务新技术项目(YX200912); 国家自然科学基金项目(40775019); 新疆气象局气象科技研究课题(C2008001) 共同资助

作者简介: 王柯(1981-), 男, 江苏宿迁人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事气候与环境方面的研究. E-mail: hh070512@sina.com

hPa 和 500 hPa 特征层风场特性研究具有十分重要的意义。

1 塔中边界层风场特征

风场结构与塔克拉玛干沙漠腹地塔中所处地理环境与气候特征紧密相关,塔克拉玛干沙漠地处副热带高压区,亚欧大陆腹地。由于受西风带的天气系统控制,每年 11 月至次年 5 月,西风带天气系统

控制力强,太阳辐射强度弱,内部热力扰动小,盆地内外气压差小,低空层结稳定,导致沙漠腹地高层风速较大,主导风向多为偏西风;低层风速较小,主导风向多为偏东风。夏季,副热带西风急流北移,太阳辐射增强,地面扰动大,盆地受大陆热低压控制,打破了低空稳定层结构,东风层增厚,中高空风速变小;低层风速增大,地面到 5 000 m 高度风速变化幅度很小。塔中 4~11 月各高度层平均风速见表 1。

表 1 塔中 4~11 月各高度层平均风速

Tab. 1 The average wind speed of different layer over Tazhong from April to November

边界层	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
整层平均风速/(m/s)	6.3	6.3	5.6	3.9	2.8	1.9	4.1	4.2
0~1 000 m 平均风速/(m/s)	2.1	2.6	4.5	3.0	3.3	1.6	1.8	1.5
0~2 000 m 平均风速/(m/s)	2.4	3.2	4.9	3.0	3.0	1.7	2.2	1.8
2 000~5 000 m 平均风速/(m/s)	10.7	9.9	6.5	4.9	2.6	2.2	6.1	9.2

2 850 hPa 特征层风场特性

塔中测站 850 hPa 特征层距地面高度 400 m 左右,与贴地层及近地面气温、相对湿度、气压、风等气象要素联系十分紧密,850 hPa 特征层常出现逆温和风切变。850 hPa 特征层全年平均风速为 2.9 m/s。

4 月 850 hPa 特征层平均风速 3.4 m/s,主导风向 SE,频率占 50.2%,NE 21.8%,SW 9.2%,NW 18.8%;5 月 850 hPa 特征层平均风速 3.5 m/s,主导风向 SE,频率占 42.4%,NE 17.4%,SW 19.2%,NW 21%;6 月 850 hPa 特征层平均风速 4.8 m/s,NE 29.6%,NE 22.7%,SE 26.2%,SW 21.5%;7 月 850 hPa 特征层平均风速 2.8 m/s,SE 34.6%,NE 25.4%,SW 9.0%,NW 31%;8 月 850 hPa 特征层平均风速 2.6 m/s,主导风向 SE,频率占 42.6%,NE 19.1%,SW 16.3%,NW 22%;9 月 850 hPa 特征层平均风速 2.0 m/s,主导风向 SE,频率占 42.6%,NE 33.8%,SW 12%,NW 11.6%;10 月 850 hPa 特征层平均风速 2.4 m/s,SE 31.6%,NE 21%,SW 26.3%,NW 21.1%;11 月 850 hPa 特征层平均风速 1.9 m/s,SE 29.5%,NE 24.6%,SW 22.8%,NW 23.1%。

图 1 为塔中 850 hPa 特征层风向风速月变化图。从图中可知:850 hPa 特征层风向和风速的月变化不大,除 6 月外主导风向均为偏东风,风速主要变

化范围稳定在 2~3.5 m/s,6 月为塔中由春至夏的季节转换期,850 hPa 特征层上偏西风向居多,风速比 5、7 月有所提升。

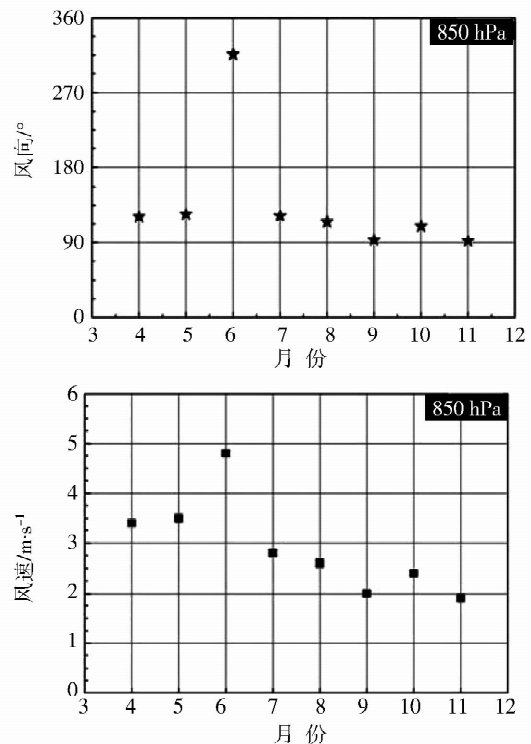


图 1 850 hPa 特征层风向风速月变化图

Fig. 1 The monthly change of wind speed and wind direction at the level of 850 hPa

3 700 hPa 特征层风场特性

塔中测站 700 hPa 特征层距地面高度 1 900 m 左右,与能量、水汽交换关系密切,降水云系主要形成于此层上空。此层中应特别关注风场和水汽场,注意研究垂直速度与湿度的配合,因为降水与垂直运动的关系是相当密切的,仅有上升运动不一定有降水,若有适宜的水汽条件相配合,就可能发展为降水过程。700 hPa 特征层全年平均风速为 3.8 m/s。

4 月 700 hPa 特征层平均风速 5.0 m/s,主导风向 NW,频率占 58.1%,NE 14.8%,SE 5.4%,SW 21.7%;5 月 700 hPa 特征层平均风速 5.0 m/s,主导风向 NW,频率占 47.8%,NE 10.2%,SE 6.2%,SW 35.8%;6 月 700 hPa 特征层平均风速 6.3 m/s,NE 31.5%,SE 25.6%,SW 29.6%,NW 13.3%;7 月 700 hPa 特征层平均风速 3.3 m/s,主导风向 NW,频率占 40.3%,NE 19.7%,SE 15.4%,SW 24.6%;8 月 700 hPa 特征层平均风速 2.5 m/s,主导风向 NE,频率占 41%,SE 12.8%,SW 10.6%,NW 35.6%;9 月 700 hPa 特征层平均风速 1.9 m/s,主导风向 NE,频率占 38.6%,SE 22.1%,SW 12.5%,NW 26.8%;10 月 700 hPa 特征层平均风速 3.4 m/s,主导风向 NW,频率占 49%,NE 17.3%,SE 5.6%,SW 28.1%;11 月 700 hPa 特征层平均风速 3.0 m/s,主导风向 SW,频率占 38.7%,NE 7.1%,SE 21.3%,NW 32.9%。

图 2 为塔中 700 hPa 特征层风向风速月变化图。从图中可知:700 hPa 特征层风速月变化略大于 850 hPa 特征层,6、9 月 2 个季节转换月的风速分别位于月变化曲线的波峰与波谷,总体来说夏季风速低于春秋两季。6、8、9 月主导风向偏东风,4、5、7、10、11 月份主导风向为偏西风。

4 500 hPa 特征层风场特性

塔中测站 500 hPa 特征层距地面高度 4 400 m 左右,近似认为是无辐散层,是塔中的天气背景场,该层环流状况对中空低空风场和地面天气现象有重要指示意义。500 hPa 特征层全年平均风速为 8.2 m/s。

4 月 500 hPa 特征层平均风速 12.8 m/s,主导风向 NW,频率占 67.5%,SW 31.4%,NE、SE 共 1.1%;5 月 500 hPa 特征层平均风速 12.8 m/s,

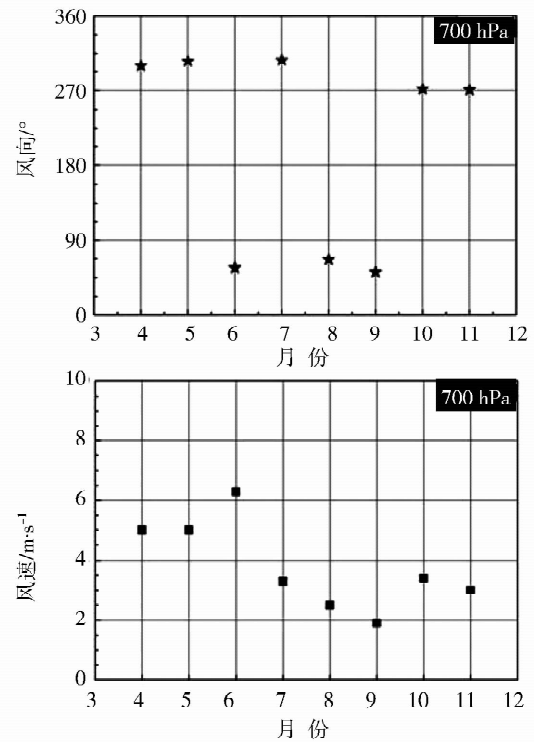


图 2 700 hPa 特征层风向风速月变化图

Fig. 2 The monthly change of wind character at the level of 700 hPa

s,主导风向 NW,频率占 53.9%,SW 45%,NE、SE 共 1.1%;6 月 500 hPa 特征层平均风速 6.5 m/s,SE 35.5%,NE 20.2%,SW 29.4%,NW 14.9%;7 月 500 hPa 特征层平均风速 5.0 m/s,主导风向 SW,频率占 42%,NE 6.9%,SE 23.7%,NW 27.4%;8 月 500 hPa 特征层平均风速 3.0 m/s,主导风向 NW,频率占 47.8%,NE 13.3%,SE 11.3%,SW 27.6%;9 月 500 hPa 特征层平均风速 2.6 m/s,NE 32.6%,SE 21.9%,SW 15.6%,NW 29.9%;10 月 500 hPa 特征层平均风速 6.4 m/s,SW 55.1%,NE、SE 共 1.7%,NW 42.2%;11 月 500 hPa 特征层平均风速 16.5 m/s,风向均为 SW。

图 3 为塔中 500 hPa 特征层风向风速月变化图。从图中可知:与 700 hPa、850 hPa 特征层不同,500 hPa 特征层风速变化很大,4、5 月较大的风速从 6 月开始减小,至 9 月减至年最小值 2.6 m/s,继而呈增大趋势,至 11 月增至年最大值 16.5 m/s。风向方面,6、9 月 2 个季节转换月主导风向为东风,其余月份主导风向为西风。

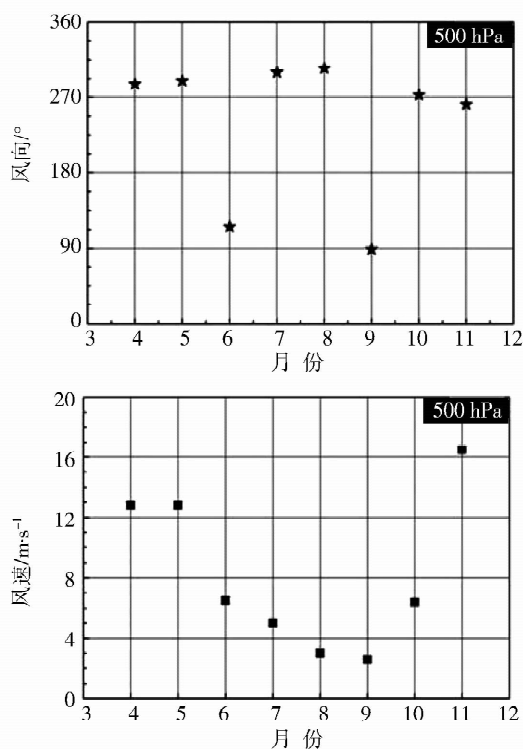


图3 500 hPa 特征层风向风速月变化图

Fig. 3 The monthly change of wind character at the level of 500 hPa

5 结 论

塔中地区风场结构与所处地理环境及气候特征紧密相关。850 hPa 特征层除6月外,主导风向为偏东风,风速主要变化范围为2~3.5 m/s,月变化不

大,在由春至夏的季节转换期6月,风向转变为偏西风,风速增大。700 hPa 特征层6月风速最大,9月风速最小,6、8、9月主导风向为偏东风,4、5、7、10、11月份主导风向为偏西风。500 hPa 特征层除6、9两个季节转换月主导风向为东风外,其余月份主导风向为偏西风;4、5月风速较大,6月风速开始减小,9月风速减至全年最小,10月风速增大,11月风速增至全年最大。

参考文献:

- [1] 金莉莉,何清,李振杰,等. 塔克拉玛干沙漠腹地沙丘温度特征浅析[J]. 干旱气象,2010,28(2):134-141.
- [2] 何清. 塔克拉玛干沙漠塔中大气边界层结构及地—气相互作用观测研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2009.
- [3] 周淑贞. 气象学与气候学[M]. 北京:高等教育出版社,1997. 12.
- [4] 盛裴轩,毛节泰,李建国,等. 大气物理学[M]. 北京:北京大学出版社,2002. 240-241.
- [5] 托马斯·T. 沃纳. 沙漠气象学[M]. 北京:气象出版社,2008. 97-100.
- [6] 李祥余,何清,艾力,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,2007,25(2):22-29.
- [7] 刘强,何清,杨兴华,等. 塔克拉玛干沙漠腹地冬季大气稳定性垂直分布特性研究[J]. 干旱气象,2009,27(4):308-313.
- [8] 孔丹,何清,张瑞军,等. 塔克拉玛干沙漠腹地春季一次沙尘暴沙尘气溶胶的辐射特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):36-42.
- [9] 盛裴轩,毛节泰,李建国,等. 大气物理学[M]. 北京:北京大学出版社,2002. 40-41.
- [10] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,1992. 433-434.
- [11] 《新疆短期天气预报指导手册》编写组. 新疆短期天气预报指导手册[M]. 新疆:新疆人民出版社,1986. 67-68.

Wind Field Feature of Characteristic Layer in the Hinterland of the Taklimakan Desert

WANG Ke^{1,2,3}, HE Qing^{1,2}, WANG Minzhong¹, HU Yuehong³, WANG Juan^{1,2}

(1. Institute of Desert and Meteorology, CMA, Urumqi 830002, China; 2. College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 3. 63655 Army, Urumqi 841700, China)

Abstract: Based on CFL-03 wind profile radar data from April 1 to November 30 of 2010 at Tazhong station, the temporal and spatial distribution features of wind field at the level of 850 hPa, 700 hPa and 500 hPa characteristic layers at the hinterland of Taklimakan Desert were analyzed in this paper. Results show that the dominate wind direction at the level of 850 hPa is east and annual variation of wind speed is small, and wind speed is maximum in June and minimum in September at the level of 700 hPa, and the dominate wind direction in June, August and September is east, but west in other months. The wind speed is minimum in September and maximum in November at the level of 500 hPa, and the dominate wind direction is east in June and September but west in other months.

Key words: Taklimakan desert; Tazhong; characteristic layer; wind profile radar; wind direction; wind speed