

2008年奥运会期间北京城区地面风场的分析

张德山 穆启占 冯涛 赵娜

北京市专业气象台, 北京 100089

摘要 2008年8月8~24日北京奥运会期间, 正逢中国24节气中的“立秋”。为探讨风向风速的气候变化规律, 把北京城市划分成9个区域, 利用9个区域中自动气象站连续监测的逐时最大风向风速数据样本, 将360°风向划分为8个方位的风向, 统计出该时段北京城市9个区域8个方位风向风速的气候特征: 北风频率增大, 南风频率减小; 最大风速的风向频率日变化呈双峰型; 平均最大风速的日变化, 夜间维持低谷值, 15~17时出现峰值。由此可见, 研究“立秋”北京的风场气候特点, 对于体育比赛运动、改善生活环境和城市建设等具有科学的指导意义。

关键词 北京 风向 风速 立秋 气候特征

文章编号 1006-9585 (2007) 04-0573-07 **中图分类号** P425 **文献标识码** A

Analysis of Ground Wind Field in Autumn Begins in Beijing City Zone

ZHANG De-Shan, MU Qi-Zhan, FENG Tao, and ZHAO Na

Beijing Weather Bureau, Beijing 100081

Abstract In order to study the variation of wind direction and wind speed during the Beijing 2008 Olympics Games, we divides Beijing city zone into nine districts, utilizing hourly maximum wind direction and wind velocity data samples which automatic weather station continuously monitored in nine districts, separates the wind direction into eight sectors and represents some climate characteristics of eight direction and nine districts in Beijing city zone: 1) north wind frequency increases, south wind frequency decreases in Autumn Begins; 2) daily variation of wind frequency of biggest wind velocity present bimodal structure; 3) daily variation of averagely maximum wind velocity maintain the low valley in the nighttime and appear the peak values in 1500—1700 LST. Thus it can be seen that the analysis of climate characteristics of wind field in Autumn Begins in Beijing has a scientific instructional significance in athletics compete, improving the living environment of people and constructing city and so on.

Key words Beijing city wind direction, wind speed, Autumn Begins, climate characteristic

1 引言

2008年在北京举办奥运会, 开幕式的时间预定在8月8日20时(北京时间, 下同), 正逢中国24节气中的“立秋”。我国北方大部分地区从“立秋”这一天开始秋高气爽, 月明风清^[1]。北京

从“立秋”开始, 天气变化如何? 北京城市风向风速的时空分布即能反映“风清气爽”的气候, 亦是影响运动员比赛成绩的主要气象条件之一。根据自动气象站1999~2004年(“立秋”节气15天)实测风向风速资料, 详细分析了北京城市四环路内9个区域地面风场的时空分布规律。可为2008北京奥运盛会场馆及赛事的安排提供参考。

2 北京城区 9 个区域的定义

根据中国古代“正五行方位”和“八卦五行方位”^[2],即以八方与中央相配的自然方位为基础,天安门定义为北京城市的中央区域;以天安门为中心向外等 45°角呈扇面形延伸的方位定义为 8 个区域,即“东、南、西、北”为四正方位区域,“西北、东南、东北、西南”为四隅方位区域。由于北京城市的迅速发展,拔地而起的高楼建筑群将不同程度地影响着风向风速的局地气候变化,从细化奥运期间北京城区地面风向风速的时空分布特征角度去考虑,在 8 个方位上,以二环至四环划分为北京城市的 8 个扇面形区域(见图 1)。

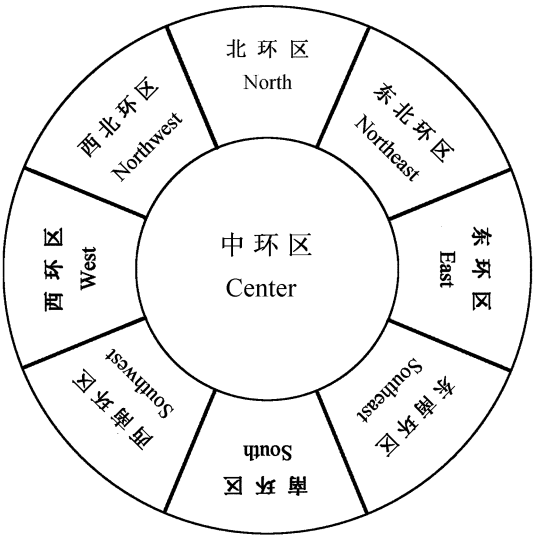


图 1 北京城区 9 个区域的分布
Fig 1 Distribution diagram of nine districts in Beijing city zone

3 测站的空间分布及时间段的划分

3.1 自动气象站的分布

在北京 9 个区域中各挑选 1 个自动气象站,把自动气象站名称和 8 个风向的方位列成表,见表 1。

3.2 风向风速时间段的划分

因为 2008 年奥运会的预定赛期为 8 月 8~24 日,选择 1999~2004 年的“立秋”(15 天)作为

表 1 北京城区 9 个区域自动气象站的分布

Table 1 Distribution of automatic weather station in nine districts

自然方位	自动站名	风向方位
中	天安门	中 (C)
北	奥体中心	北 (N)
东北	东直门	东北 (NE)
东	古观象台	东 (E)
东南	十八里店	东南 (SE)
南	永定门	南 (S)
西南	丽泽桥	西南 (SW)
西	公主坟	西 (W)
西北	西直门	西北 (NW)

分析北京地面风向风速的气候时段。

3.3 逐日逐时地面最大风向风速

北京城市中的自动气象站每小时监测的风向风速数据有 3 种:2 min 风向风速、最大风向风速和极大风向风速。2 min 风向风速是指正点前 2 min 平均风速值及相应的风向,用此数据分析赛期气候特点时,它反映的将是短时效的风场状况,不仅监测时间属于定常性,而且静风的概率较大,据统计立秋到白露期间静风频率占 15%;极大风向风速是指 1 h 内瞬间的风速值及相应的风向,此值即便对赛场的运动员成绩有影响,也只是瞬间的;最大风向风速是指逐小时内任意 10 min 的风速平均值及相应的风向。比较这 3 种风向风速自动监测值,显然分析任意 10 min 的风速平均值及相应的风向对奥运比赛项目更有价值。

4 风向风速的气候分析

通过对“立秋”9 个区域中自动气象站的 5 年逐日逐时最大风向风速数据的整理,统计了 8 个方位的风向出现频率和平均风速、计算出 24 h 风向风速日变化的时空分布数值及不同风速等级出现的频率。为了直观起见,下面着重应用风向频率玫瑰图和风向风速曲线图的形式分析 9 个区域中 8 种风向的气候特征。

4.1 风向风速风向频的空间分布

风向频率玫瑰图是描述某一局地主导风向的客观方法之一,在此,从图 2 中可以得出立秋节气 9 个区域主导风向分布规律:京城区的中环、东

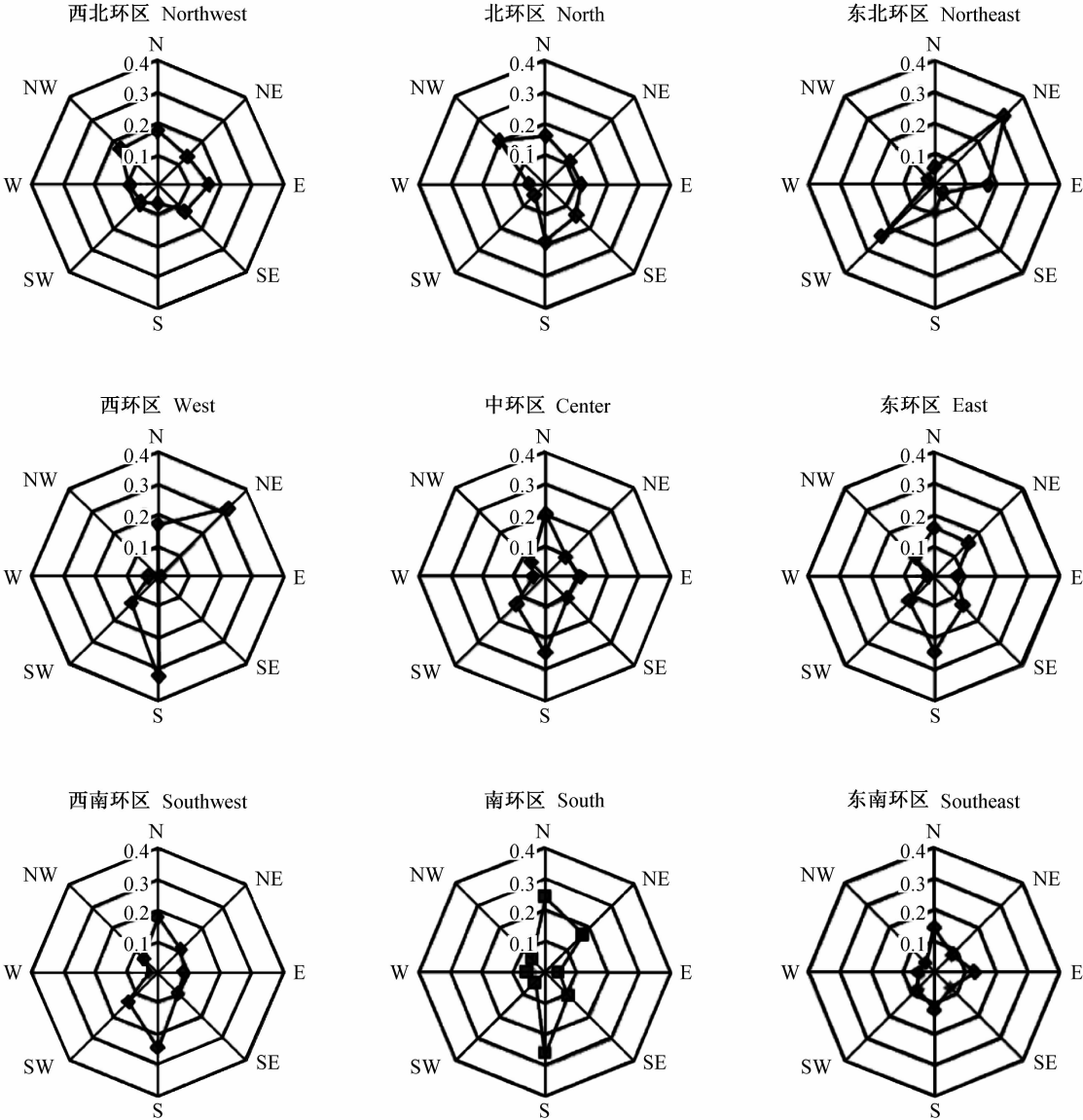


图2 “立秋”北京城区9个区域逐时最大风向频率分布(单位:%)
Fig 2 Distribution of hourly maximum wind direction frequency in nine districts of Beijing in Autumn Begins

环、南环、西南环4个区域以S、N为主导风向，其风向频率在20%~30%之间。北京城区的东北环区以NE、SW风为主导风向，其中东北风频率占31%，西南风频率占24%。北京城区的西环区以NE、S风为主导风向，其主导风向频率分别为31%、32%。北京城区的北环区风向玫瑰图好像指向东北偏东的弯弓，其主导风向频率的西北到南则像弯弓之弦，NW风频率为20%，S风频率为18%。北京城区的西北环、东南环2个区域各风向频率比较均衡，N风的主导风向频率仅有14%~18%之间。北京城区的东南环区的静风频

率最大，占30%；其次是西南环区，静风频率为10%；其他7个环区中的静风频率均≤3%。

9个区域出现这种风向频率方位和数量的差异变化，是因北京城市位于燕山—平原之间的地形影响所致，也与城市下垫面具有较高的粗糙度^[3]有着一定关系；9个区域的风向频率空间分布对于奥运会比赛和北京空气质量预报都将具有参考意义^[4]。

4.2 主导风向频率的时间变化

这里统计了“夏至—大暑”节气北京9个区域中自动气象站各风向频率数值(图略)；比较

表 2 北京城区 9 个区域“立秋”与“夏至—大暑”主导风向频率之差

偏北主导风						偏南主导风				
区域	夏至—大暑		立秋		频率差值/%	夏至—大暑		立秋		频率差值/%
	风向	频率/%	风向	频率/%		风向	频率/%	风向	频率/%	
北区	NW	16	NW	20	4	S	24	S	18	—6
东北区	NE	25	NE	31	6	SW	24	SW	24	0
东区	N	16	N	16	0	S	22	S	24	2
东南区	N	12	N	14	2	S	13	S	12	—1
南区	N	14	N	24	10	S	32	S	26	—6
西南区	N	16	N	20	4	S	26	S	24	—2
西区	NE	29	NE	31	2	S	34	S	32	—2
西北区	NW	16	NW	18	2	S	10	S	7	—3
中区	N	17	N	20	3	S	22	S	24	2
平均频率		17.9		21.6	3.7		23		21.2	—1.8

“立秋”和“夏至—大暑”各区域风向频率分布图，它们非常近似，但主导风向频率数值却发生了变化。从表 2 可见：偏北风的风向频率随着节气变换而增加，南环区的北风频率增加了 10%，9 个区域平均增加了 3.7%；偏南风的风向频率随着节气变换而减少。南北两环区的南风频率减少了 6%，9 个区域平均减少了 1.8%。可见北京夏季盛行偏南风，冬季盛行偏北风，春秋为南北风向转换季节^[5]。立秋节气“风清气爽”正表明北京夏冬季风气候的交替开始，即北风渐增，南风渐减。

4.3 逐时最大平均风速的空间分布

文献 [5] 论述了风速是影响多项运动项目成绩的主要因素之一。在此，从图 3 分析得出“立秋”北京城区 9 个区域各风向的平均最大风速特点如下：中环区和东环区的各风向平均最大风速数值较大，其平均风速为 2.2~3.3 m·s⁻¹；其次则是北环区和西南环区，其平均风速为 1.6~2.3 m·s⁻¹。这 4 个较大平均风速区域的风向均是 N、NE、S 和 SW，这与北京的山脉走向和从前门到八达岭的中轴线地理环境有一定的关系。“立秋”中各风向平均最大风速的最小数值出现在东南环区，其平均风速数值为 0.3~0.4 m·s⁻¹，平均风速的最小数值的风向亦是 S 和 SW。至于日较大平均风速出现在何时，将在各风向平均最大风速的日变化一节中详述。

4.4 风向风速逐时最大风向频率的日变化

“立秋”各区域各风向频率的日变化见图 4。

由图可以了解北京城区主导风向的时空分布，这对于改善生活居住环境、进行城市建设等具有科学的指导意义。图 4 中的各区域各风向频率的日变化表明：日内风向频率呈双峰型，第一峰出现在 05~09 时，主导风向为 N、NE；第二峰出现在 15~19 时，主导风向为 S、SW。日内风向频率呈双峰型分布与北京地方性的风向日变化完全一致（夜间多刮北风和东北风，白天则转为南风 and 西南风）。西北环区域的主导风向不突出。东南环区域的夜间静风频率唱主角。

4.5 北京城区各风向平均最大风速的日变化

“立秋”北京城区各风向平均最大风速的日变化，不仅影响运动员的比赛成绩，对于人们居住环境中的空气流通也有着直接的作用。为此，统计不同风向的平均风速随时间的变化很有意义。图 5 表明：11~7 时平均最大风速维持了 8 h 的低谷时段。7~9 时平均最大风速开始增加，15~19 时平均最大风速增加到峰顶。中环区域的平均最大风速峰值最大，为 4.3 m·s⁻¹，其风向是 SW；其次是东环区域的平均风速峰值为 3.6 m·s⁻¹，风向是 S。东北、南、东南的平均最大风速日变化较小。由此可见，中区和东区在 10~18 时有利于近地面层的环境空气中污染物的扩散^[6]；但是，当下午地面风速增大时，垂直动量输送加强，又有利于光化学反应的 O₃ 下输送^[7]，影响下风方位的垂直能见度。

4.6 各时段平均最大风速出现频率的日变化

为了解日内各时辰平均最大风速变化规律，

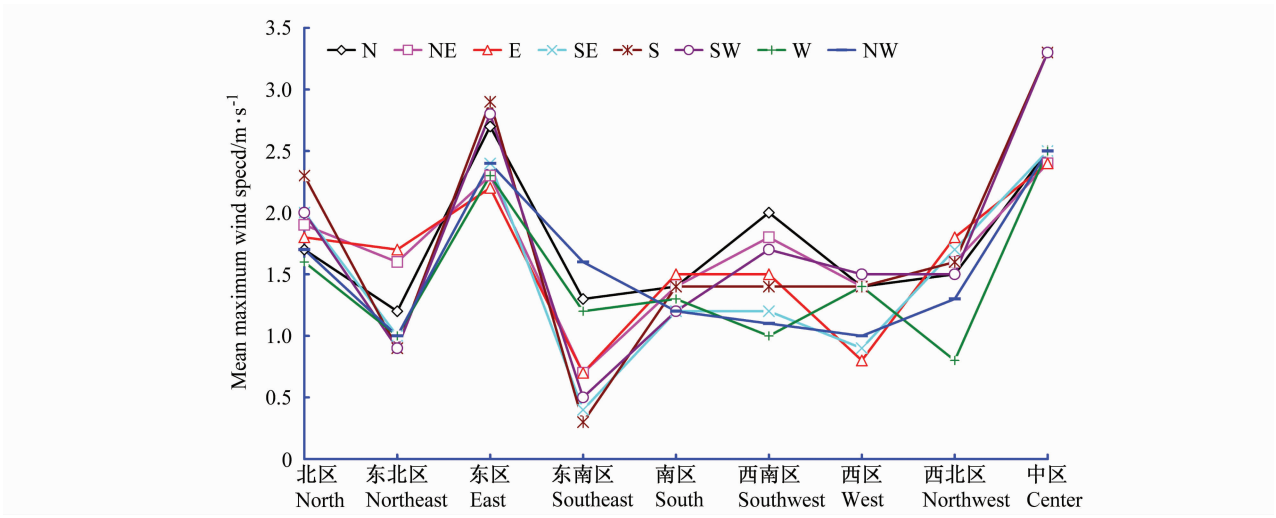


图 3 “立秋”北京城区 9 个区域各风向平均最大风速曲线空间分布
Fig. 3 Spatial distribution of maximum wind speed of different wind direction in Beijing city zone in Autumn Begins

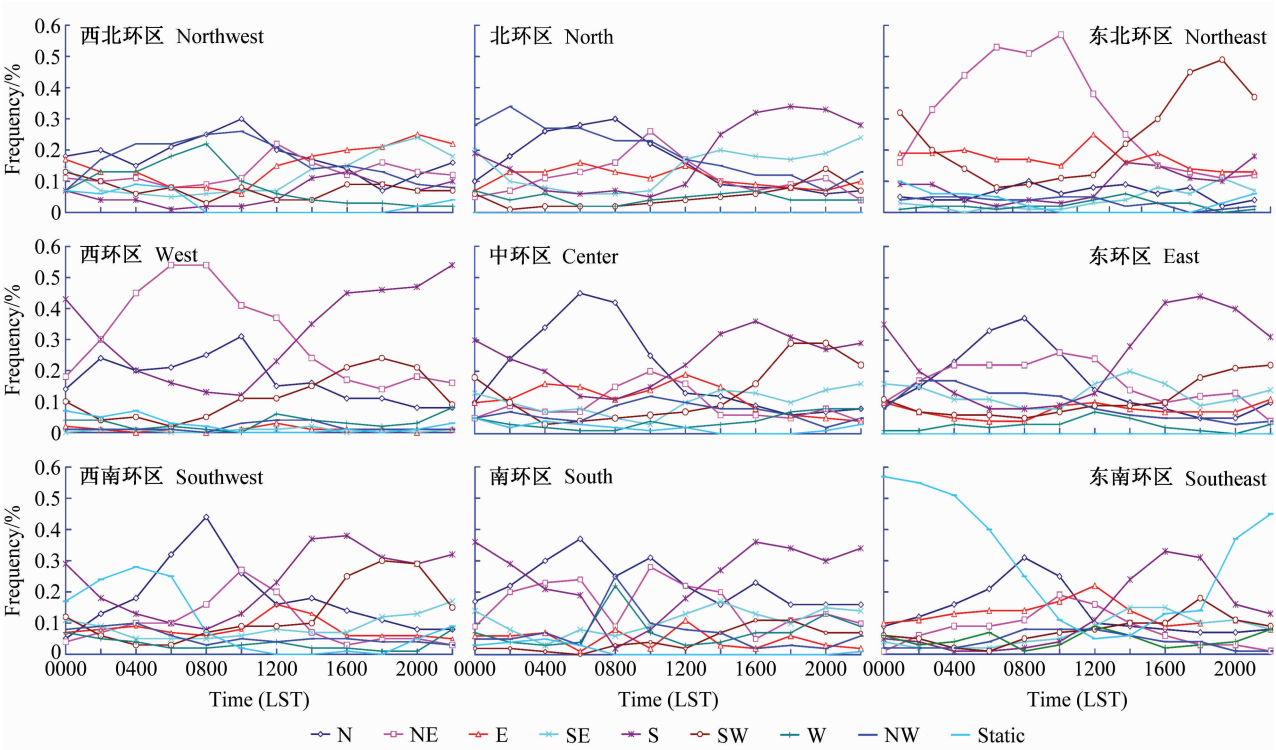


图 4 “立秋”北京城区 9 个区域各风向频率日变化
Fig. 4 Diurnal change of wind direction frequency in nine city zones in Autumn Begins

将各时段的平均最大风速划分为 6 个等级，即：1 ~ 2 m · s⁻¹，3 ~ 4 m · s⁻¹，5 ~ 6 m · s⁻¹，7 ~ 8 m · s⁻¹，≥ 9 m · s⁻¹；统计各时段的不同风速等级出现频率，图 6 表明：1) 西北、西、西南、北、南 5 个区域内，日内的平均风速均以 1 ~ 2 m · s⁻¹ 的频率居高，只是在 15 ~ 19 时，1 ~ 2 m · s⁻¹ 的频率为谷区，3 ~ 4 m · s⁻¹ 的频率为峰区。2) 中和东区域在 7 ~ 9 时，平均风速为 3 ~ 4 m · s⁻¹ 的频率开始大于 1 ~ 2 m · s⁻¹ 的频率；17 ~ 19 时平均风速均以 3 ~ 4 m · s⁻¹ 的频率达到峰值，

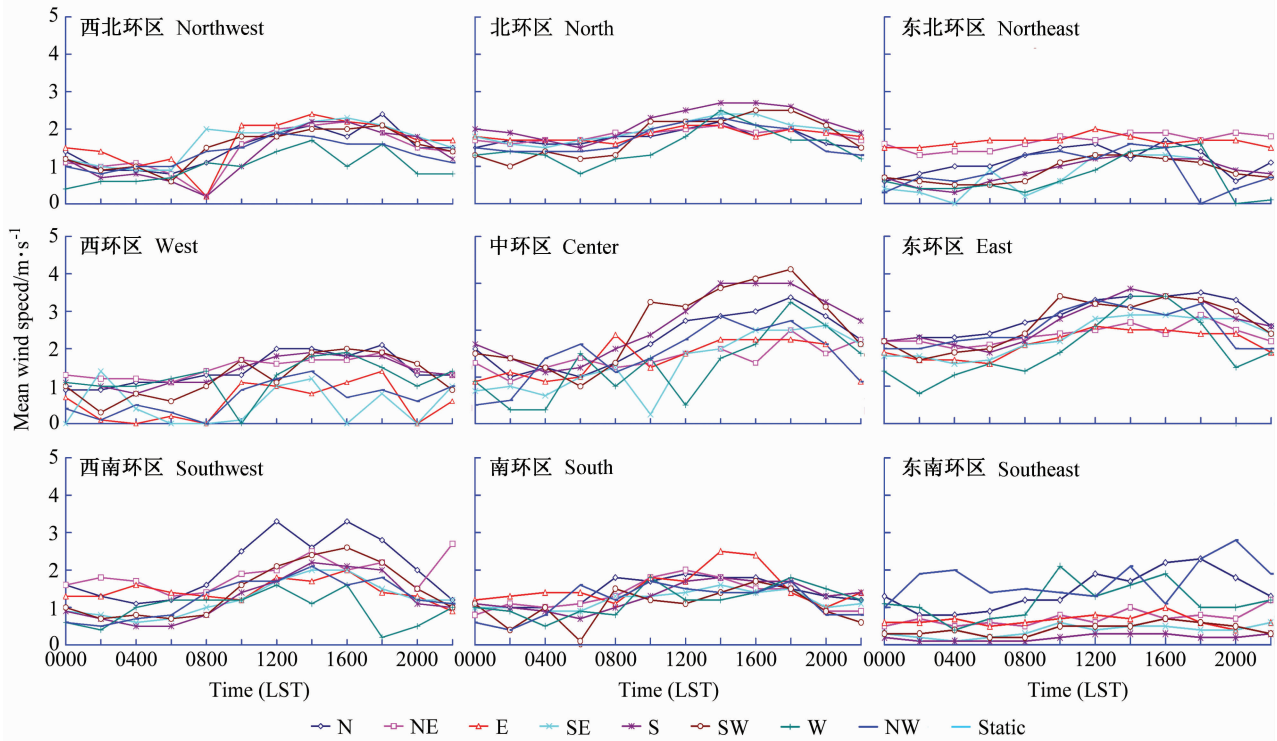


图5 “立秋”北京城区9个区域各风向平均最大风速日变化

Fig. 5 Diurnal change of averaged maximum wind velocity of diffrent wind direction of nine districts Beijing in Autumn Begins

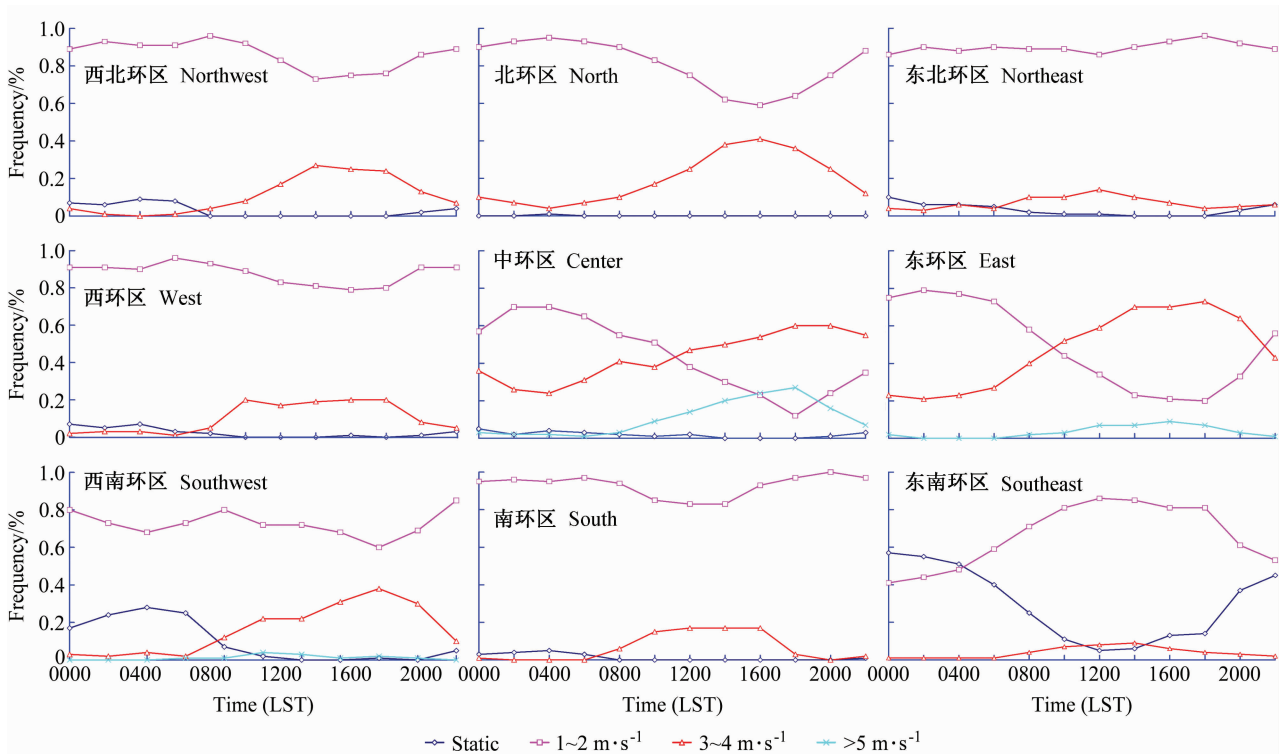


图6 “立秋”北京城区9个区域各等级平均风速的频率日变化

Fig. 6 Diurnal change of frequency of the averaged wind velocity in different levels in nine districts in Beijing in Autumn Begins

同时还出现了 $5 \sim 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率峰区。3) 东北区域全天都以 $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 频率的平均风速稳定居高。4) 东区域的风速频率日变化: 23~05 时平均风速以 $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率为峰区, $3 \sim 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率反跌至谷区; 到 09~19 时, 平均风速以 $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率为谷区, $3 \sim 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率升至峰区。5) 东南区域的风速频率日变化: 23~05 时的平均风速以 $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率为谷区, 静风的频率为峰区; 至 09~19 时, 平均风速以 $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的频率为峰区, 静风的频率为谷区。

5 结语

通过立秋节气奥运期间北京城市风向风速分析, 可以清楚地看出近地面层风向风速的分布与地形地貌的环境有密切关系, 且随时间变化 (日变化明显)。主要特征有:

(1) 日内主导风向的频率为双峰型, 出现在 5~9 时的主导风向的峰值为 N、NE, 出现在 15~19 时的主导风向的峰值为 S、SW。

(2) 中、东环区的风速值较大, 东南、东北环区的风速值较小。

(3) 日内逐时平均风速的最大值出现在日落之前的 (15~17 时), 日内逐时平均风速的最小值出现在日出之前的 3~5 时。

(4) 北京城市北环区的奥体中心和西环区的五棵松等奥运场馆的风向风速是适宜体育运动的。针对奥运实际比赛期间实时的天空状况、阴晴冷暖、气流的瞬间变化, 北京气象部门将会随时密切监视天气的变化, 应用短期与临近天气预报研究成果和城市风向、风速的气候分布规律保障奥运圆满成功。

参考文献 (References)

- [1] 黄秋, 元林, 今石. 实用万年历. 北京: 中国中医药出版社, 1994. 29~41
Huang Qiu, Yuan Lin, Jin Shi. *Practical Ten Thousand Years Calendar* (in Chinese). Beijing: China Press of Traditional Chinese Medicine, 1994. 29~41
- [2] 洛书, 韩鹏杰. 周易全书. 北京: 团结出版社, 1992. 2096~2097
Luo Shu, Han Pengjie. *I Ching Encyclopedia* (in Chinese). Beijing: United Press, 1992. 2096~2097
- [3] 胡瑞兆主编. 北京城市气候. 北京: 气象出版社, 1992. 95pp
Hu Ruizhao. *City Climat in Beijing* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 1992. 95pp
- [4] 阴俊, 谈建国. 上海地区地面风向对空气污染物浓度的影响. 气象科技, 2003, **31** (6): 366~369
Yin Jun, Tan Jianguo. Effect of surface wind direction on air pollutant concentrations in Shanghai. *Meteorological Science and Technology* (in Chinese), 2003, **31**: (6) 366~369
- [5] 林之光. 气象与体育——1996 年世界气象日主题. 气象, 1996, **22** (3): 20~21
Lin Zhiguang. Weather and athletics—the topic of world weather day in 1996. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 1996, **22**: (3) 20~21
- [6] 王淑英, 张小玲, 程丛兰, 等. 北京地区 PM10 污染日变化特征. 气象科技, 2002, **30** (6): 345~346
Wang Shuying, Zhang Xiaoling, Cheng Chonglan et al. Characteristic of diurnal change of PM10 pollution in the Beijing region. *Meteorological Science and Technology* (in Chinese), 2002, **30** (6): 345~346
- [7] 任丽红, 胡非, 王玮. 北京夏季 O₃ 垂直分布于气象因子的相关研究. 气候与环境研究, 2005, **10** (2): 170~171
Ren Lihong, Hu Fei, Wang Wei. A study of correlations between O₃ concentration and meteorological factors in summer in Beijing. *Climate and Environmental Research* (in Chinese). 2005, **10** (2): 170~171