

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0085-06

基于探空秒级数据的鄂西南高空风特征分析

张明¹, 杜裕^{1*}, 廖雪萍²

(1.湖北省宜昌市气象局, 湖北 宜昌 443000; 2.广西气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要:利用鄂西南2个探空站(恩施、宜昌)L波段雷达的探空秒级资料,分季节分高度分析了鄂西南高空风向风速特征。结果显示:总体而言,鄂西南高空平均风速随高度为先迅速增大后迅速减小,至20.0kgpm后随高度趋于稳定的变化趋势;平均风向随高度则为由NE风以顺时针方向转为偏W风后趋于稳定,之后又转为偏E风的趋势;在距海平面位势高度20.0kgpm以下时,高空平均风速表现为明显的冬季>春秋>夏季;而在20.0kgpm以上时,则夏季明显大于其余三季;在3kgpm以下时四季的最多风向、次多风向表现明显不同,但各季的风向除在近地层偏N风稍多外基本以偏S风为主;在中层四季最多、次多风向基本均为偏W风,而在18.0kgpm以上时,四季最多、次多风向均逐渐转为偏E风。

关键词:高空风;规定层;矢量;四季

中图分类号:P468 **文献标识码:**A

The Analysis of high altitude wind characteristics in southwestern Hubei based on sounding second level data

Zhang Ming¹, Du Yu¹, Liao Xueping²

(1.Yichang Meteorological Bureau, Yichang Hubei 443000;

2. Guangxi Institute for Meteorological Disaster Reduction, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: This paper used the sounding data of the L band radar from the two sounding stations (Enshi and Yichang) in southwest Hubei Province to analyze the characteristics of the wind direction and wind speed there. The results showed that, in general, when the height increasing, the average wind speed in the southwest Hubei increased rapidly and then decreased rapidly until 20.0 kgpm the trend tended to be stable; the average wind direction with height is that when the northeast wind changed to the westly wind in a clockwise direction, it became stable, and later it had a trend to convert to a eastly wind. When the height of the sea level was below 20.0kgpm, the average wind speed in the upper air was winter > spring and autumn > summer, while it was above 20.0kgpm, the speed in summer was much greater than the rest of seasons. When the height was below 3 kgpm, the wind direction are different in four seasons, but the main wind direction of each season was south wind while which was northly wind in the near surface layer; in the middle layer, the most frequent and multiple wind directions were all westly winds, while above 18.0kgpm, the multiple wind directions gradually turned to eastly winds.

Keywords: high altitude wind; prescribed layer; vector; four seasons.

引言

风是重要的气候要素之一^[1],亦是研究大气动力学和气候变化的一个重要参量。利用风的数据,可以认识大气运动状态的变化,提高气候分析和预测的能力,同时,高空风又在大气中的动能、热量、水

汽和气溶胶等能量和物质输送、交换中发挥着关键作用^[1,2]。从国内学者对探空气球漂移特征的研究^[3-5]中可了解到:中国高空风以纬向风为绝对优势,高空风的变化基本上反映了纬向平均风的变化。分析高空风的变化亦对深入理解区域气候变化机理具有重要帮助^[14]。

收稿日期:2017-02-06

作者简介:张明(1987-),男,工程师,从事气象综合观测工作.Email:475945482@qq.com。

通讯作者*:杜裕(1987-),女,硕士,从事天气预报.Email:1142462598@qq.com。

目前,国内学者对风的研究主要集中在近地层风^[6-13],而对高空风特征的研究较少。张爱英、任国玉等^[14-15]分别研究了中国高空风速的变化趋势及其气候学特征,指出中国高空风速变化存在区域差异,其在各高度的变化情况亦存在差异。为深入理解高空风在不同区域的特征,各地相继开展区域高空风特征研究^[16-19]。

鄂西南地区属亚热带季风气候,天气变化剧烈,境内地貌以山地为主,地形错综复杂,海拔落差较大,高低悬殊,导致气候要素随地域、海拔高度的分布很不规律,风的地域分布受地形的影响较明显。目前,对该区域风的研究不多,特别是对高空风的分析比较缺乏。因此,文章利用鄂西南 2 个探空站的最新观测资料,对该区域的高空风特征进行分析,以期深入理解该区域的气候变化提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源及说明

文章所用数据为鄂西南 2 个探空站(恩施、宜昌,地理分布如图 1)2014~2016 年每天 08 时、14 时(加密时次)、20 时的探空秒级数据资料,来源于中国高空 L 波段秒级观测基础数据集(V1.0)^[20],资料不仅经过台站本级的质量控制,同时也由国家气象信息中心进行了相应的质量控制^[21]。为分析各高度的风特征,从资料中提取各规定层^[22]的风向风速数据,经统计,在距海平面位势高度 30.0kgpm 以上的样本数特别是恩施站明显减少,故本文仅使用 30.0kgpm 以下共 24 个规定层的资料,最终整理共形成数据 107952 对。各站的相关信息及各规定层的样本数分别见表 1 和图 2。

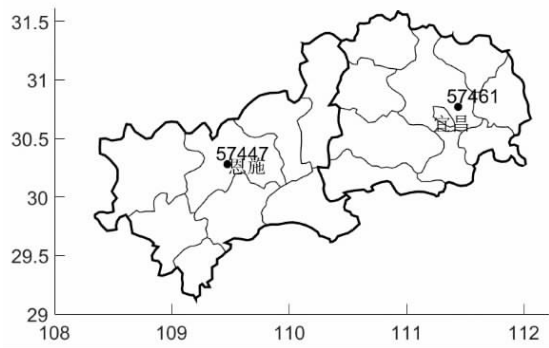


图 1 鄂西南及 2 个探空站地理位置

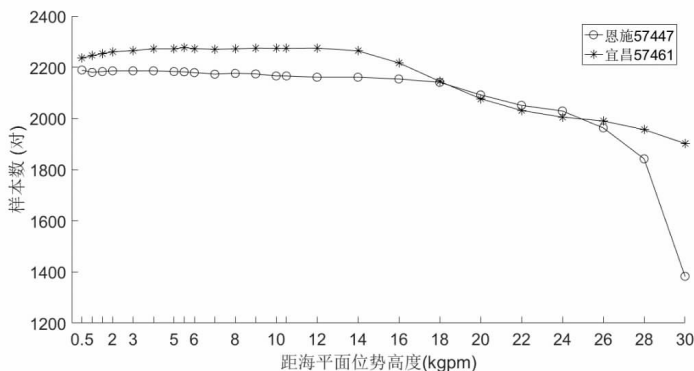


图 2 各规定层的样本数

表 1 探空站相关信息

站名	恩施	宜昌
站号	57447	57461
经度(°)	109.47	111.44
纬度(°)	30.28	30.77
海拔(m)	457.1	256.5
总样本数(对)	50486	52581

1.2 方法

按照气象学上四季的划分(春季:3~5月,夏季:6~8月,秋季:9~11月,冬季:12月~次年2月)进行高空风特征分析。在研究过程中,各规定层风的风速统计仅考虑其大小,即以标量形式进行统计;而对于风向,邱传涛等^[23]指出单位矢量法是一种比较好的风向统计方法,它不像矢量法那样依赖于风速,只需根据风标的记录就可得到平均风向,且与矢量法

求得的结果一致,故本文选用单位矢量法统计风向,其计算方法如下^[23]:

$$A_1 u = \arctan(\bar{u}/\bar{v})$$

$$\text{其中: } \bar{u} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \sin(A_i)$$

$$\bar{v} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \cos(A_i)$$

A_0 为单位矢量的平均风向, \bar{u} 为单位风速矢量在东西方向上的平均分量, \bar{v} 为单位风速矢量在南北方向上的平均分量, A_i 为第 i 次的风向度数。

2 结果分析

从图 3 鄂西南两个探空站(宜昌、恩施)各高度平均风向风速随高度的变化情况所示,(1)两站平均风速变化曲线几乎重合,平均风速大小及变化情况都非常一致。(2)两站平均风向在低层(3.0kgpm 以下)受近地层的影响略有差异,在 3.0kgpm 以上两站

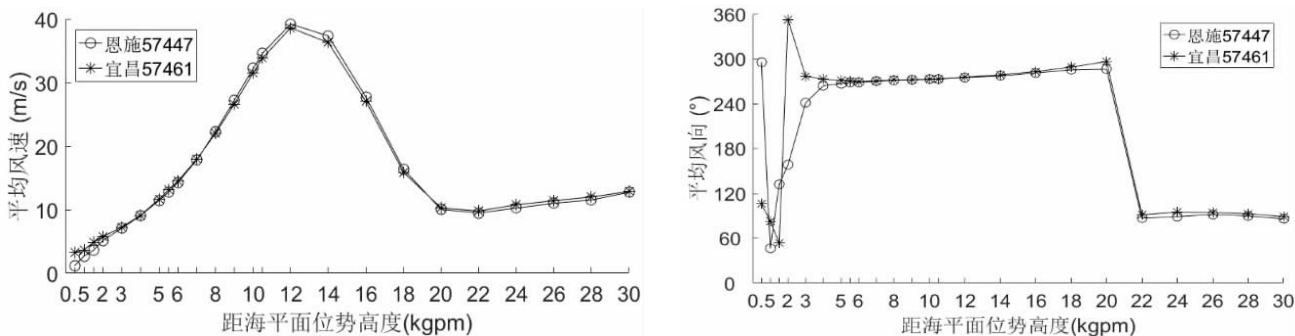


图3 各规定层平均风向风速变化

平均风向随高度变化几乎无差异。

2.1 风速特征

由于两站高空风四季特征无明显差异, 文中以恩施站为代表, 分析鄂西南高空风四季变化特征。

2.1.1 各季节风速随高度变化特征

各规定层的平均风速及分季节的平均风速如图4(a、b)。由图4(a)可知, 总体上平均风速表现出明显的先增大后减小最后略增加的趋势。在距海平面位势高度 12.0kgpm 以下时, 其随高度迅速增大至约 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; 而在位势高度在 12.0~20.0kgpm 时, 其随高度迅速减小至 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右, 之后随高度变化较小。由图4(b)可知, 在距海平面位势高度 20.0kgpm 以下时, 四季平均风速变化趋势基本一致, 即先增大后减小, 但其大小有所区别, 表现为明显的冬季最大, 春秋次之, 夏季最小; 而在 20.0kgpm 以上时, 除夏季表现为明显的增大趋势外, 其余三季平均风速随高度基本保持不变且大小几乎一样, 同时夏季平均风速明显较其余三季要大。

2.1.2 不同风速在各高度比例特征

为了了解在各规定层不同大气风速的差异情况, 文章将各季节各高度的风速进行分组, 分为 $\leq 10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $10\sim 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $20\sim 30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $>30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 共 4 组, 各高度上不同风速所占比例的累计情况如图 5 所示。图中各颜色的高度即为相应大气风速所占的比例, 高度越高, 代表所占比例越大。

由图可知, 春秋季各高度层各大气风速所占的比例变化情况较为一致, 即在 4.0kgpm 以下时, 风速主要集中在 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下; 在 5.0~8.0kgpm 时, 风速主要集中在 $10\sim 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 保持占 40%~50% 左右, 同时随着高度增加, $20\sim 30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的比例随之增大, 而 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的比例迅速减小; 在 9.0~16.0kgpm 时, 风速则主要集中在 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上, 低于 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的几乎没有; 在 20.0kgpm 时, 风速又主要集中在 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下, 占 70%~80%, 而在 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的极少, 仅占 5% 左右, 且 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上比例几乎为 0。

从夏季各高度层的不同大气风速所占的比例图

可以看出夏季与春秋季完全不同, 即在距海平面位势高度 6kgpm 以下时, 风速以 $\leq 10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 为主, 所占比例均在 60% 以上; 在 7.0~20kgpm 时, 风速低于 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的比例与 $10\sim 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的几乎一样且占主要部分; 在 20kgpm 以上时则风速以 $10\sim 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 为主; 同时, 由夏季图可知, 在夏季整个高度层风速均极少超过 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。而从冬季图可以看出其与春夏季除在 9~16kgpm 有所不同外, 其他高度基本一致, 即在 9~16kgpm 时, 冬季风速几乎全部超过 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

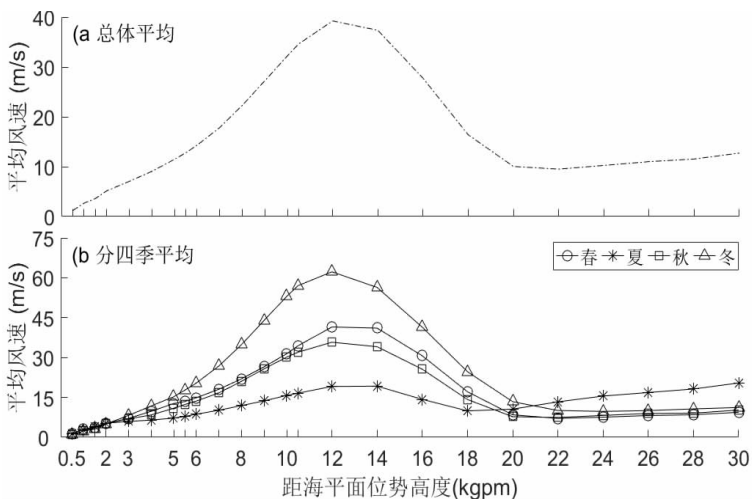


图4 各规定层总体及分季节平均风速变化

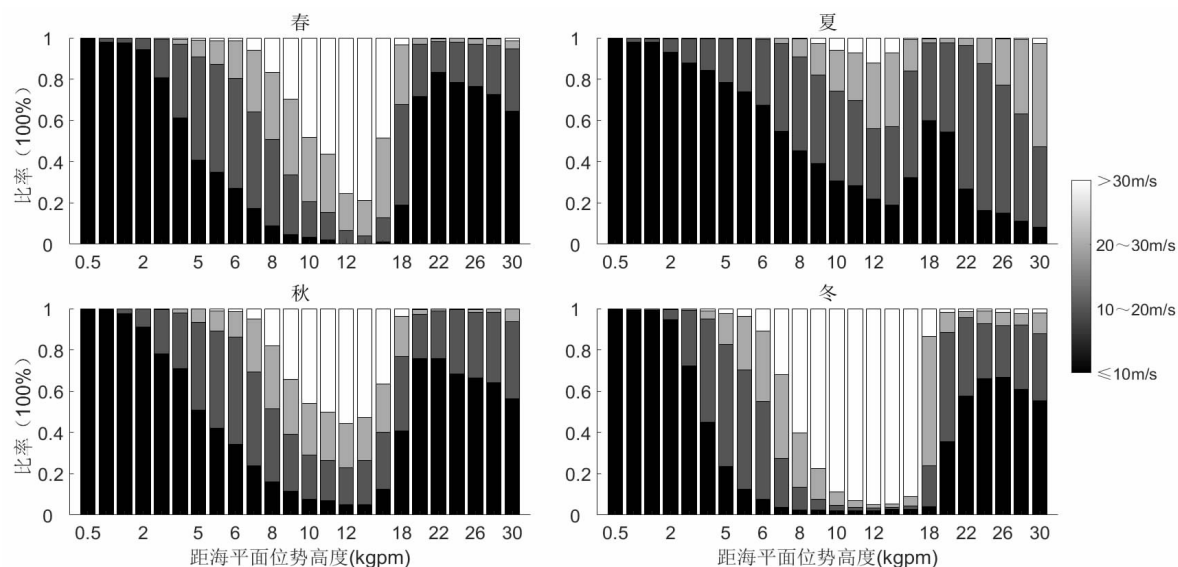


图5 分季节不同风速在各规定层所占比例情况

2.2 风向特征

2.2.1 各季节风向随高度变化特征

图6(a、b)给出了总体平均风向及分季节的平均风向随高度的变化情况。由图6(a)可知,总体而言,从距海平面位势高度1.0kgpm往上,随着高度的上升,风向基本是由NE以顺时针方向逐渐变化,至4.0kgpm转偏W风后趋于稳定,之后在22.0kgpm高度及以上又转为偏E风。

由图6(b)可知在1.0~3.0kgpm的平均风向均是以顺时针方向逐渐变化,但各季跨度不一,其中夏季跨度最小,其平均风向以顺时针方向由E逐渐转为S,春秋次之,平均风向以顺时针方向由NE转为SW,冬季则是以顺时针方向由N转为WSW;在

4.0kgpm及以上时,春冬季随着高度上升,平均风向基本维持偏W风不变至26.0kgpm高度,之后春季平均风向突变至偏E风后又逐渐转为偏N风,而冬季则是以逆时针方向转为偏E风;秋季在4.0~20.0kgpm时与春冬季平均风向基本一致,而在20kgpm以上时,平均风向则以逆时针方向转为偏E风后趋于稳定;夏季与其他三季差异较大,即在4.0kgpm以上时,其平均风向由偏W风以顺时针方向逐渐变化,至22.0kgpm时转为偏E风后趋于稳定。

2.2.2 各季节各高度层风向频率特征

统计各季节各规定层的最多、次多风向如表2。由表可知,在距海平面3.0kgpm以下时,四季的最多风向、次多风向表现明显不同,但各季的风向除在近地层偏N稍多外基本以偏S为主;在4.0~16.0kgpm,四季最多、次多风向基本均为偏W风,而在18.0kgpm以上时,四季最多、次多风向均逐渐转为偏E,但变化情况有所不同,即春、冬季最多、次多风向仅在个别高度时为偏E外,其余均仍为偏W,而夏、秋季则22.0kgpm高度以上时,最多、次多风向已基本转为偏E。

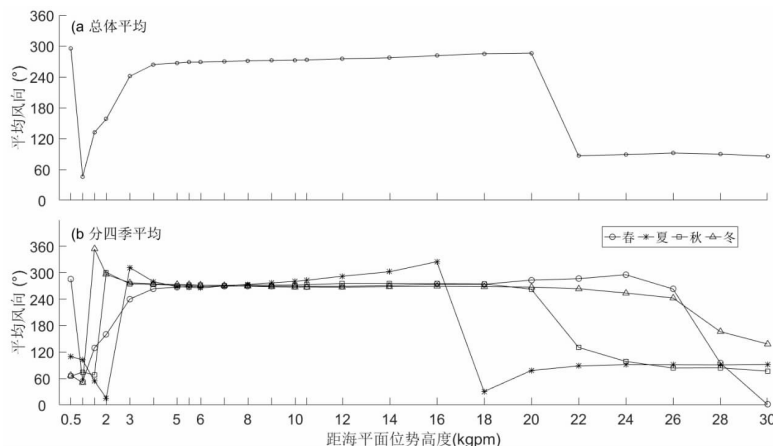


图6 各规定层总体及分季节平均风向变化

表 2 各季节各规定层的最多、次多风向

季节	春		夏		秋		冬	
位势高度(kgpm)	最多风向	次多风向	最多风向	次多风向	最多风向	次多风向	最多风向	次多风向
0.5	N	SW	N	WSW	N	SW	N	SW
1.0	SSW	NNE	SSW	NNE	NNE	NE	SSW	NE
1.5	SSW	S	SSW	NE	S	NE	SSW	NE
2.0	S	SSW	SW	SSW	S	SSW	SSE	S
3.0	SW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	WSW	SW
4.0	WSW	W	WSW	SW	WSW	SW	W	WSW
5.0	WSW	W	WSW	W	WSW	W	W	WSW
5.5	W	WSW	W	WSW	WSW	W	W	WNW
6.0	W	WSW	W	WSW	W	WSW	W	WNW
7.0	W	WSW	W	WSW	W	WSW	W	WNW
8.0	W	WSW	W	WSW	W	WSW	W	WNW
9.0	W	WSW	W	WNW	W	WSW	W	WSW
10.0	W	WSW	W	WNW	W	WSW	W	WSW
10.5	W	WSW	W	WNW	W	WSW	W	WSW
12.0	W	WSW	WNW	W	W	WNW	W	WSW
14.0	W	WSW	WNW	W	W	WSW	W	WSW
16.0	W	WNW	WNW	NW	W	WSW	W	WSW
18.0	W	WNW	ENE	E	W	WSW	W	WSW
20.0	W	WNW	E	ENE	W	WSW	W	WNW
22.0	W	WSW	E	ENE	E	W	W	WSW
24.0	W	WSW	E	ENE	E	WSW	W	WSW
26.0	W	E	E	ENE	E	ENE	W	WSW
28.0	E	WSW	E	ENE	E	ENE	W	E
30.0	W	E	E	ENE	E	ENE	E	ESE

3 结论

利用鄂西南两个探空站(宜昌、恩施)的 L 波段雷达近三年探空的秒级数据, 对各规定层的风向风速分季节进行统计分析,其结果显示:

(1) 鄂西南高空平均风速随高度为先迅速增大后迅速减小,至 20.0kgpm 后随高度趋于稳定的变化趋势,其在 12.0kgpm 时最大,可达约 40m.s⁻¹;平均风向则随高度由 NE 以顺时针方向逐渐变化,至 4.0kgpm 转偏 W 风后趋于稳定,之后在 22.0kgpm 高度及以上又转为偏 E 风。

(2) 在距海平面位势高度 20.0kgpm 以下时,高空平均风速冬季明显较大,特别是 9~16kgpm,冬季风速几乎全部超过 30m.s⁻¹,四季风速大小具体表现

为冬季>春秋>夏季,而在 20.0kgpm 以上时,则夏季明显大于其余三季;

(3) 在 1.0~3.0kgpm 时四季的平均风向随高度均是以顺时针方向逐渐变化,但各季跨度不一;4.0kgpm 及以上时,春冬季较为相似,平均风向基本维持偏 W 风不变至 26.0kgpm 高度,但之后春季突变至偏 E 风后又逐渐转为偏 N 风,冬季则是以逆时针方向转为偏 E 风;秋季则是维持偏 W 风不变至 20kgpm 以上后以逆时针方向转为偏 E 风;夏季与其他三季差异较大,即在 4.0kgpm 以上时,其平均风向由偏 W 风以顺时针方向逐渐变化,至 22.0kgpm 时转为偏 E 风后趋于稳定。

(4)在低层四季的最多风向、次多风向表现明显不同,但基本以偏 S 为主;在中层四季最多、次多风

向基本均为偏 W 风,而在 18.0kgpm 以上时,四季最多、次多风向均逐渐转为偏 E 风。

参考文献:

- [1] 吴国雄,刘辉等(译).气候物理学,北京,气象出版社[M],1995,104-1411.
- [2] 李崇银.气候动力学引论.北京,气象出版社[M],2000.
- [3] 陈哲.中国探空气球水平漂移总体特征分析[J].气象.2010,36(2):22-27.
- [4] 李伟,李书严,王建凯等.中国地区高空气象探测气球空间漂移分析[J].气象学报.2010,68(3):421-427.
- [5] 杨荣康,李伟,郭启云.中国地区探空漂移距离与漂移速度分析[J].理论与算法.2013,20(4):60-63.
- [6] 张春阳,彭力.1981-2010年洪家气象站风向风速变化特征分析[J].气象研究与应用.2017,38(2):72-76.
- [7] 杨玉静,杨志华,农国傲等.桂平市20年大风天气气候统计分析[J].气象研究与应用.2017,38(1):47-49.
- [8] 宋丽莉,吴战平,秦鹏等.复杂山地近地层强风特性分析[J].气象学报.2009,67(3):452-460.
- [9] 何如,谭敏玲,罗红磊等.南宁市横县地区风能资源评估[J].气象研究与应用.2015,36(3):59-63.
- [10] 杨风群,林苗青,翁永安.南澳岛风能资源的评估[J].气象研究与应用.2011,32(3):58-61.
- [11] 孙小龙,苏志,何如等.富川地区风能资源分析[J].气象研究与应用.2012,33(3):25-28.
- [12] 徐永清,张弛,王庆祥等.城市近地层风特征与污染系数分析[J].气象与环境科学.2014,37(3):55-59.
- [13] 崔丽曼.河南省雷暴大风气候特征及近年变化趋势分析[J].气象研究与应用.2016,37(3):33-37.
- [14] 张爱英,任国玉,郭军等.近30年我国高空风速变化趋势分析[J].高原气象.2009,28(3):681-687.
- [15] 任国玉,张爱英,王颖等.我国高空风速的气候学特征[J].地理研究.2009,28(6):1583-1592.
- [16] 谢今范,刘玉英,李宇凡.吉林地面和高空风速变化特征及成因分析[J].高原气象.2015,34(5):1424-1434.
- [17] 李刚,钱保贵,刘清芳等.滇东南高空风季节变化特征分析[J].气象研究与应用.2012,33(S1):68-70.
- [18] 田庆明,马廷德,杜岩.酒泉地区高空风速分布特征及影响因素[J].干旱区研究.2009,26(5):671-675.
- [19] 崔世锋,程正飞,吴月友.安徽省安庆地区高空风特征分析[J].安徽农业科学.2010,38(22):11803-11805.
- [20] 《中国高空L波段秒级观测基础数据集(V1.0)》简介[M].北京,国家气象信息中心,2016.
- [21] 中国高空L波段秒级观测基础数据集(V1.0)评估报告[M].北京,国家气象信息中心,2016.
- [22] 常规高空气象观测业务手册.[M].北京,气象出版社,2011.
- [23] 邱传涛,李丁划.平均风向的计算方法及其比较[J].高原气象.1997,16(1):94-98.

.....

(上接第32页)

- 分析[J].气象研究与应用,2015,36(1):14-19,131.
- [13] 陆秋霖,黄荣,农孟松,等.2017年4月广西北部一次强对流天气中尺度分析[J].气象研究与应用,2017,38(2):18-21.
- [14] 李向红,胡静,伍静,刘锋,郑传新.广西两次系列龙卷过程多尺度对比分析[J].灾害学,2017,32(3):71-79.
- [15] 范雯杰,俞小鼎.中国龙卷的时空分布特征[J].气象,2015,41(7):793-805.
- [16] 郑媛媛,张备,王啸华,孙康远,慕瑞琪,夏文梅.台风龙卷的环境背景和雷达回波结构分析[J].气象,2015,41(8):942-952.
- [17] 俞小鼎,姚秀萍,熊廷南,等.多普勒天气雷达原理与业务应用.[M].气象出版社,2006:215.
- [18] 陈元昭,俞小鼎,陈训来,王书欣,罗鸣.2015年5月华南一次龙卷过程观测分析[J].应用气象学报,2016,27(3):334-341.