

武汉十月探空秒数据的高空风特征分析

刘佩廷, 谌伟, 徐迎春, 庞晶, 张丽, 颜国跑

武汉市气象局, 湖北 武汉
Email: liupeiting_wy@163.com

收稿日期: 2020年12月5日; 录用日期: 2020年12月25日; 发布日期: 2020年12月31日

摘要

利用2010~2018年10月武汉探空站秒级风资料, 分析距地面高度3 km以下每间隔200 m及特殊层300 m共17层各高度的风向风速变化特征。结果表明: 各规定层高度平均风向风速随高度变化基本一致, 平均风向由低层偏东东南逐步转为高层偏南西南风, 1000 m以下低空域变化幅度相对较小。08时与20时平均风速曲线几乎重合, 400 m层跃升至4.7 m/s附近后, 风速呈现缓慢上升。各规定层平均风速特征08时、20时基本一致, 近地层变化较小, 200~2000 m各层次年际变化比较平稳, 2000 m以上层次振荡上升。1400 m以上层次上旬振荡减小, 中旬到下旬初相对平稳, 下旬中后期风速加大, 极大值主要出现在27~29日之间。近地层风向逐日变化差异相对较大, 从偏北风到偏南风之间来回摆动。200 m以上各层基本较为一致, 变化幅度相对较小。08时、20时各规定层最多、次多风向表现有差异, 08时多以东北风为最多风向, 次多风向多以东东北、东风为主, 而20时2400 m以下各层最多风向均为一致的东北风, 次多风向以北东北和东东北为主, 2600 m以上才逐渐转为偏西风。

关键词

高空风, 探空秒数据, 规定层, 风向风速

The Analysis of High Altitude Wind Characteristics in Wuhan October Based on Sounding Second Level Data

Peiting Liu, Wei Shen, Yingchun Xu, Jing Pang, Li Zhang, Guopao Yan

Wuhan Meteorological Observatory, Wuhan Hubei
Email: liupeiting_wy@163.com

Received: Dec. 5th, 2020; accepted: Dec. 25th, 2020; published: Dec. 31st, 2020

文章引用: 刘佩廷, 谌伟, 徐迎春, 庞晶, 张丽, 颜国跑. 武汉十月探空秒数据的高空风特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2021, 10(1): 1-11. DOI: 10.12677/ccrl.2021.101001

Abstract

This paper used the sounding data of the L band radar in Wuhan sounding station from 2010 to October 2018, to analyze the characteristics of the wind direction and speed of each height of 17th floors at intervals of 200 and 300 meters below 3 kilometers above the ground. The results showed that the average wind direction and speed change with height of each specified layer is basically the same, the average wind direction changes from east-south of the lower layer to south-southwest of higher layer gradually, and the variation range of the lower airspace below 1000 m is relatively small. The average wind speed curve at 08:00 almost coincides with that at 20:00. After the 400 m layer jumped to around 4.7 m/s, the wind speed showed a slow rise. The average wind speed characteristics of each specified layer are basically the same at 08:00 and 20:00, the change of ground layer is small. Annual change of each layer is relatively stable, and the oscillation of the layer above 2000 meters rises. The initial oscillation at the level above 1400 m decreased, and the wind speed was relatively stable from this mid to the beginning of Late. The wind speed increased in this mid and later period of Late, and the maximum value mainly appeared between 27th to 29th. The diurnal variation of ground layer wind direction is relatively large, swinging from northerly wind to southerly wind. The layers above 200 m are basically consistent with a relatively small range of change. At 08:00 and 20:00, the most frequent wind directions of each specified layer were different. At 08:00, most of the multiple wind directions were from northeast to northeast and east, while at 20:00, the most frequent wind directions of each layer below 2400 meters were the same northeast, and the multiple wind directions were mainly from north to northeast, and the multiple wind directions were from above 2600 meters to west gradually.

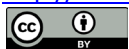
Keywords

Altitude Wind, Sounding Second Data, Specified Layer, Wind Direction and Speed

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近几年,我国探空站探空系统已逐步升级为 L 波段探空系统,与传统的探空资料相比,是目前唯一能对高空大气进行同时的、立体探测的系统且探测数据可靠(郝民等[1], 2014)。L 波段探空系统秒数据资料具有时间和空间的高分辨率、定位准确的特点,武汉探空站于 2010 年 4 月完成系统升级。它采用电子感应原件,采样可达 1.2 秒周期,按照 400 m·min 的升速来算,探空秒数据垂直采样间隔约为 8 m,提供了密集的“秒级”数据,大大提高了大气探测精度(杨湘婧等[2], 2011; 田广元等[3], 2011)。高空风是研究大气动力和气候变化的一个重要参量,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(张爱英等[4], 2009; 任国玉等[5], 2009)。了解高空风速和风向特征对于低空飞行、跳伞等赛事以及民航活动具有重要意义。目前,我国对 L 波段常规探测数据的使用多限于业务上使用的标准层与特性层资料(田庆明等[6], 2009; 李刚等[7], 2012; 谢今范等[8], 2015),尤其是对高空风的秒级新资料分析相当缺乏(张明等[9], 2018)。因此,本文利用武汉探空站 2010~2018 年 10 月新观测资

料, 对该区域的 0~3 km 高空风特征进行分析, 以为武汉十月低空飞行、跳伞等赛事气象保障服务提供依据。

2. 资料与方法

所用数据为武汉探空站(地理分布如图 1) 2010~2018 年 10 月逐日 08 时、20 时的探空秒级数据资料, 资料经过台站本级的质量控制, 分析距地面高度 3 km 以下每间隔 200 m 及特殊层 300 m 共 17 层各高度的风特征, 提取各规定层高度距离最近的一组风向风速数据, 除了距离地面高度近地层 0 m 附近的第一组数据大概离地面高度 20~30 米之间外, 其余距离规定层高度一般都在 4 m 以内, 最终整理共形成数据 4741 对。虽然风是一个矢量, 但构成矢量的风速和风向都可以作为独立的标量对待, 各规定层风的风速、风向分别以标量形式进行统计。

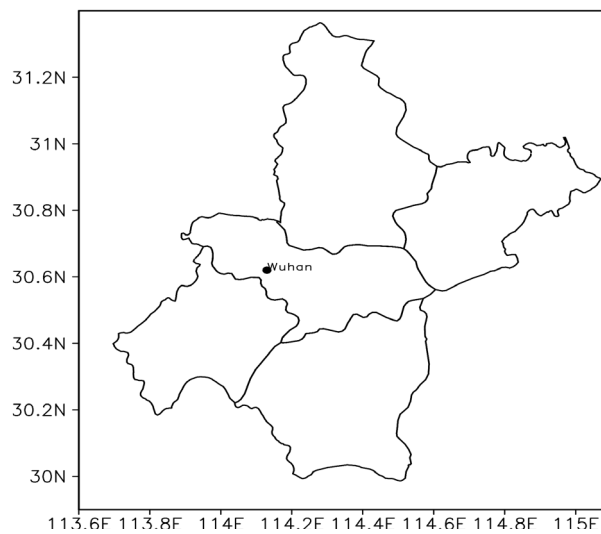


Figure 1. Location of Wuhan radiosonde observation

图 1. 武汉探空站的地理位置

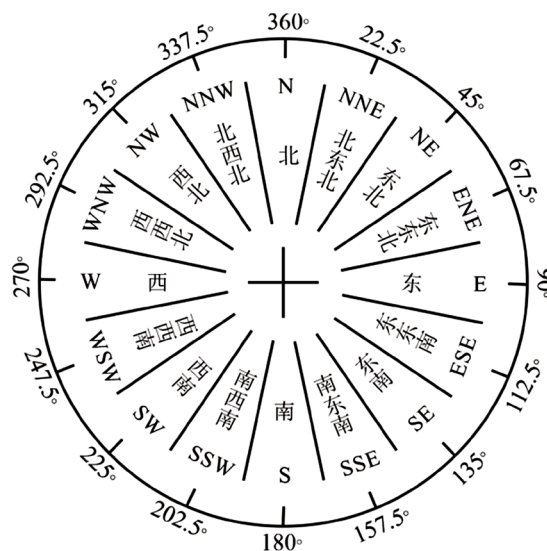


Figure 2. 16 Azimuth observation of wind direction

图 2. 16 方位观测风向

另外, 风向采用国内外气象常用的 16 方位表达(图 2), 即 8 个方位中东(E)、南(S)、西(W)、北(N)、东南(SE)、西南(SW)、西北(NW)和东北(NE); 中间再增加 8 个方位, 北东北(NNE)、东东北(ENE)、东东南(ESE)、南东南(SSE)、南西南(SSW)、西西南(WSW)、西西北(WNW)和北西北(NNW)共 16 方位, 下同。

3. 结果分析

从图 3 武汉探空站各规定层高度平均风向风速随高度的变化情况所示, (图 3(a)) 08 时、20 时两时次平均风向基本一致, 略有差异。主要体现在 800 m 和 1000 m 两个层次上, 平均差异 13.5° 和 11.5° 。平均风向范围由近地层 0 m 东东南逐步偏向 3000 m 高空南西南风向, 1000 m 以下低空域变幅相对较小, 之后呈现振荡上升趋势, 沿顺时针方向逐渐变化。两个时次平均风速变化曲线(图 3(b))几乎重合, 平均风速大小及变化情况都较为一致。近地层 0 m 层平均风速均为 1.6 m/s, 200 m 以上跳升至 4.7 m/s 附近, 之后风速呈现缓慢上升, 最高层 3000 m 达到 7.2 m/s。800~2000 m 各层探空平均风速 08 时略大于 20 时, 差异最大出现在 1600 m 层仅相差 0.5 m/s。

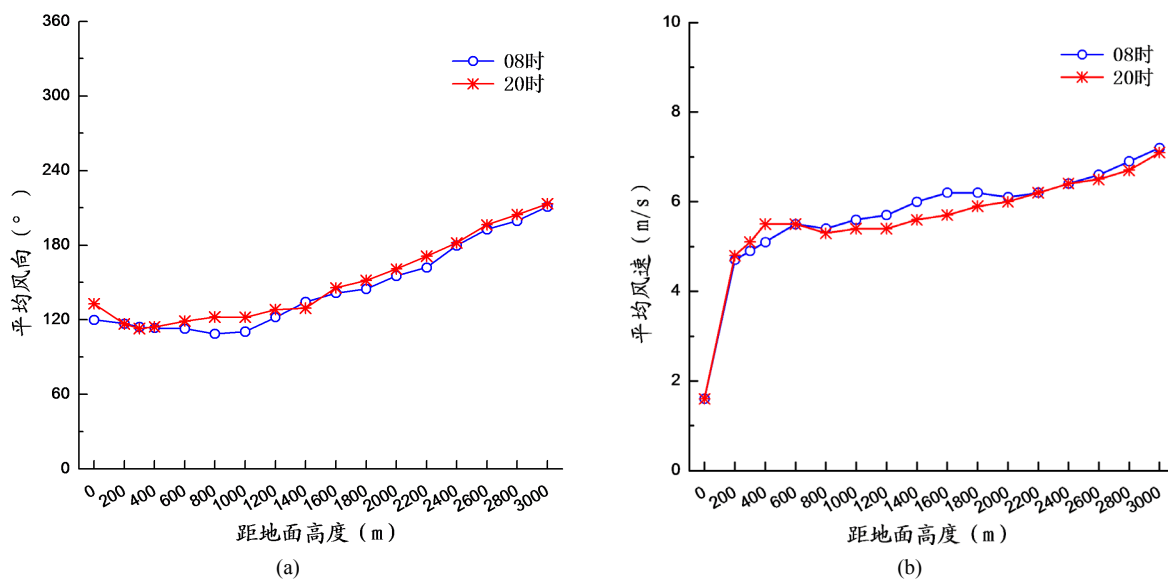
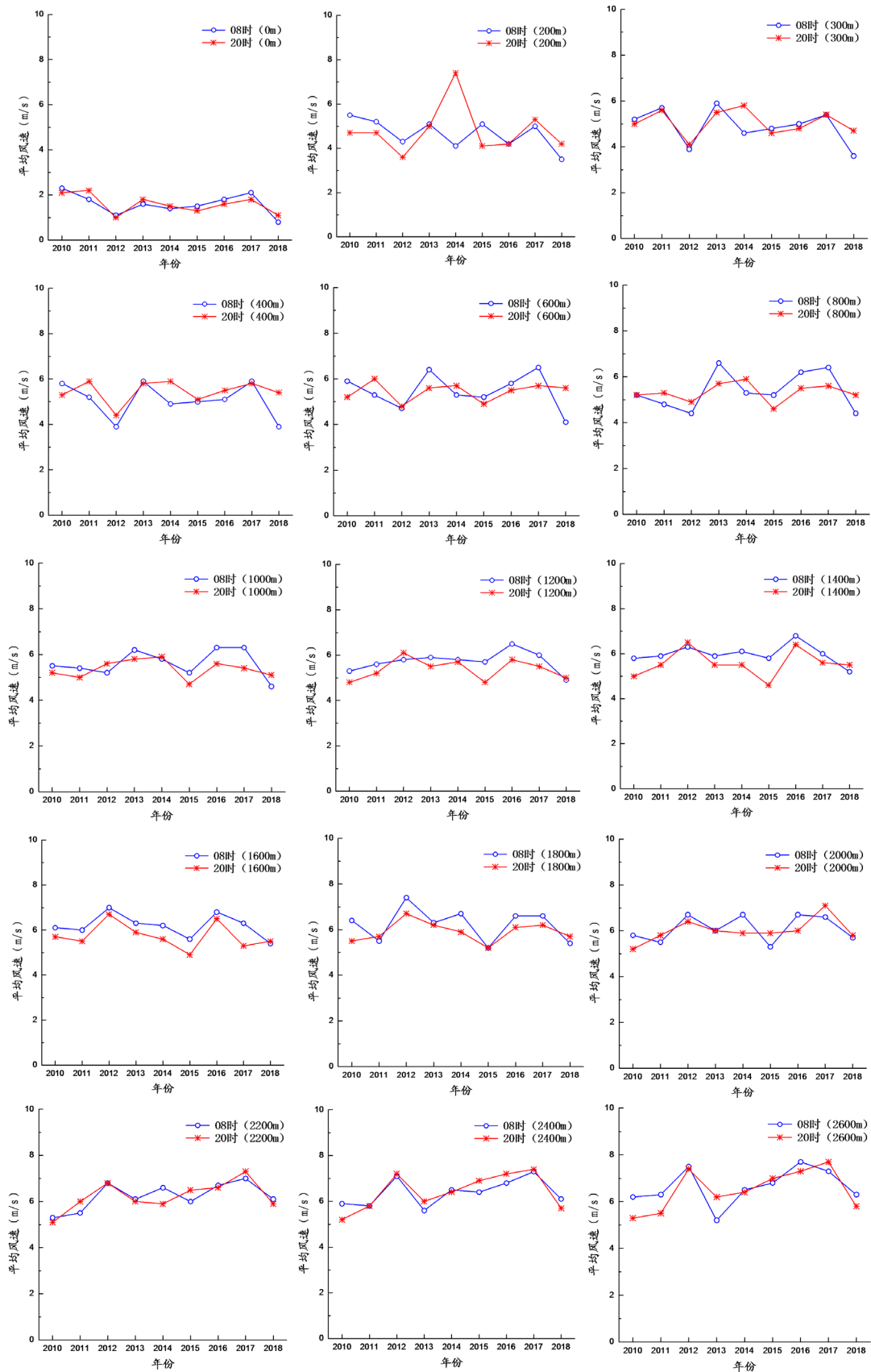


Figure 3. The change of average wind direction (a) and wind speed (b) of each specified layer
图 3. 各规定层平均风向(a)、风速(b)变化

3.1. 各规定层平均风速特征

从各规定层年平均风速上来看(图 4), 08 时和 20 时年平均风速基本一致。近地层 0 m 来看, 2013、2018 年最低均在 1 m/s 以下, 其余时段较为平稳在 1~2 m/s 之间。200~1800 m 各层次风速变化较为一致, 年际变化比较平稳, 也存在 2013、2018 年平均风速最低, 大都在 4~6 m/s 之间。2000 m 以上各层平均风速整体呈现振荡上升的趋势, 2013、2016 年为风速极大值, 2018 年为风速极小值。

从各规定层平均风速日期分布来看(图 5), 08 时和 20 时平均风速变化也基本一致, 略有差异。近地层 0 m 平均风速两者几乎完全一致。200m 以上层次, 总体来看 08 时平均风速变化幅度相对 20 时要偏大一些。200~1200 m 各层次整个 10 月变化幅度相对较小, 整体呈现略上升趋势。1400 m 以上层次 10 月上旬以前平均风速主要呈现振荡下降的趋势, 中旬到下旬初平均风速变化幅度相对较为平稳, 下旬中后期风速上升幅度有所加大, 极大值主要出现 27~29 日之间。



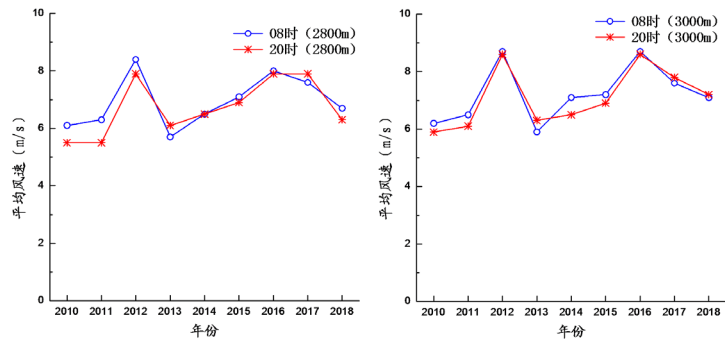
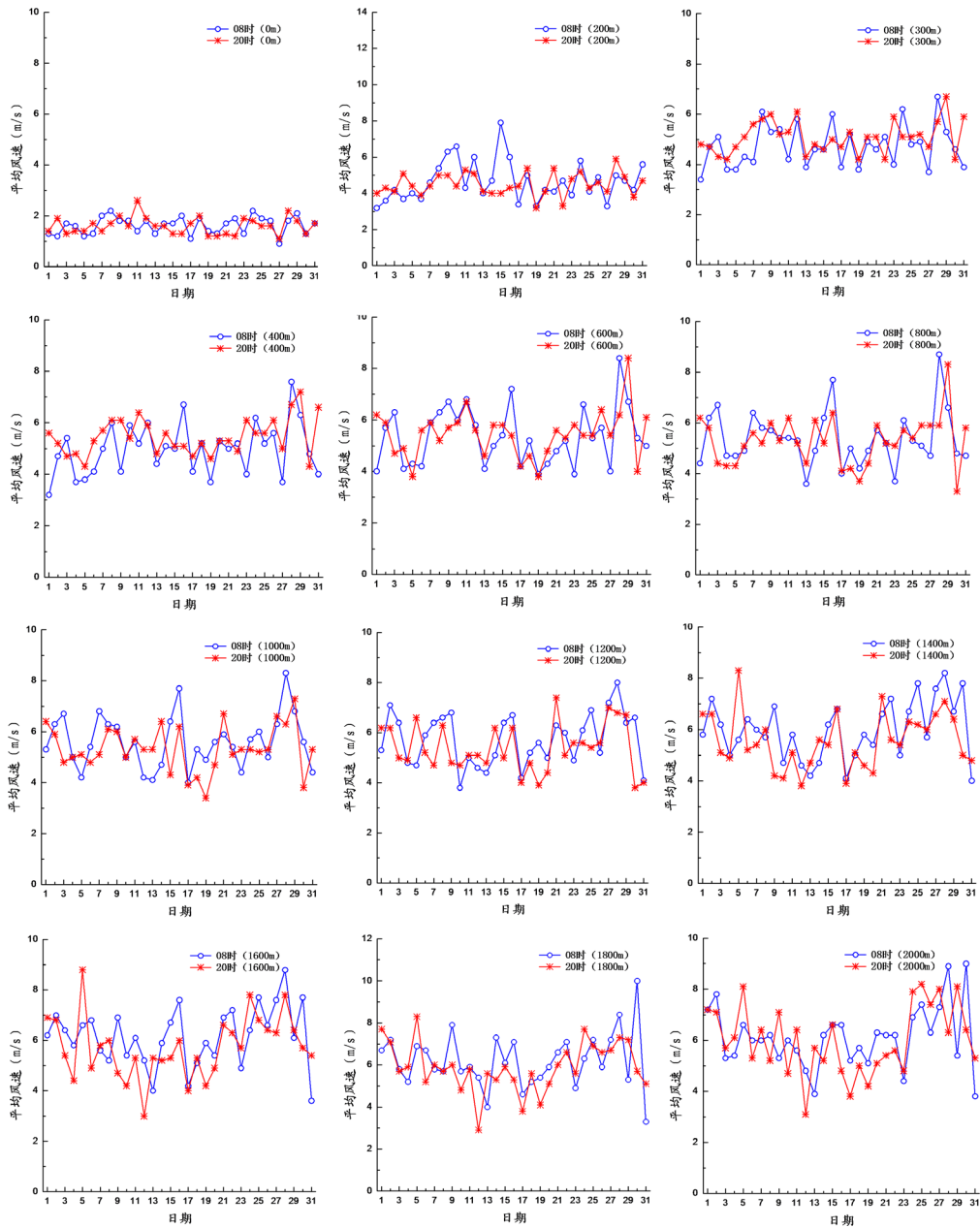


Figure 4. Annual variation of average wind speed of each specified layer
图 4. 各规定层平均风速年变化



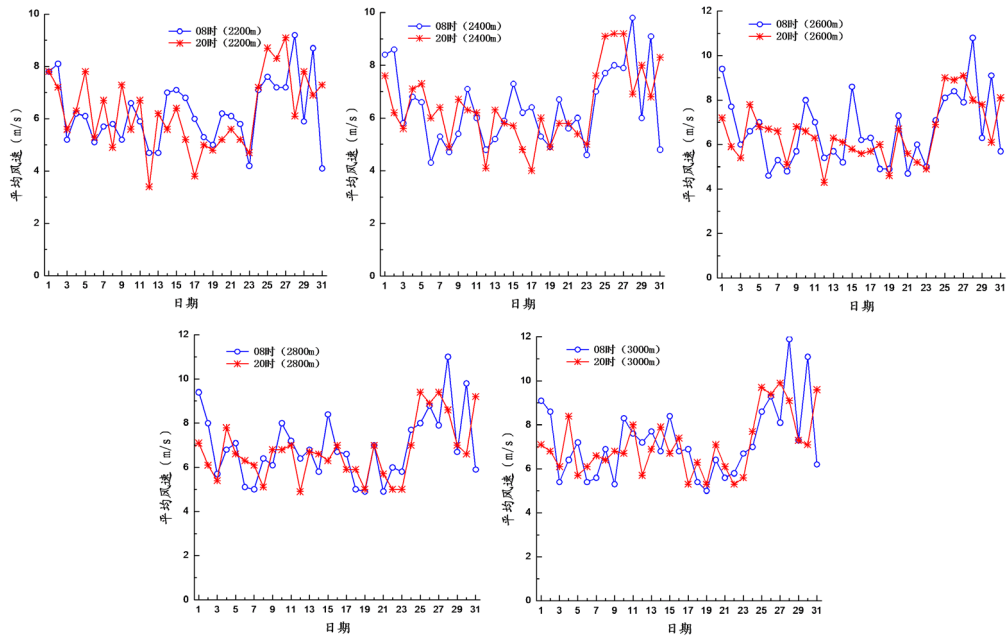
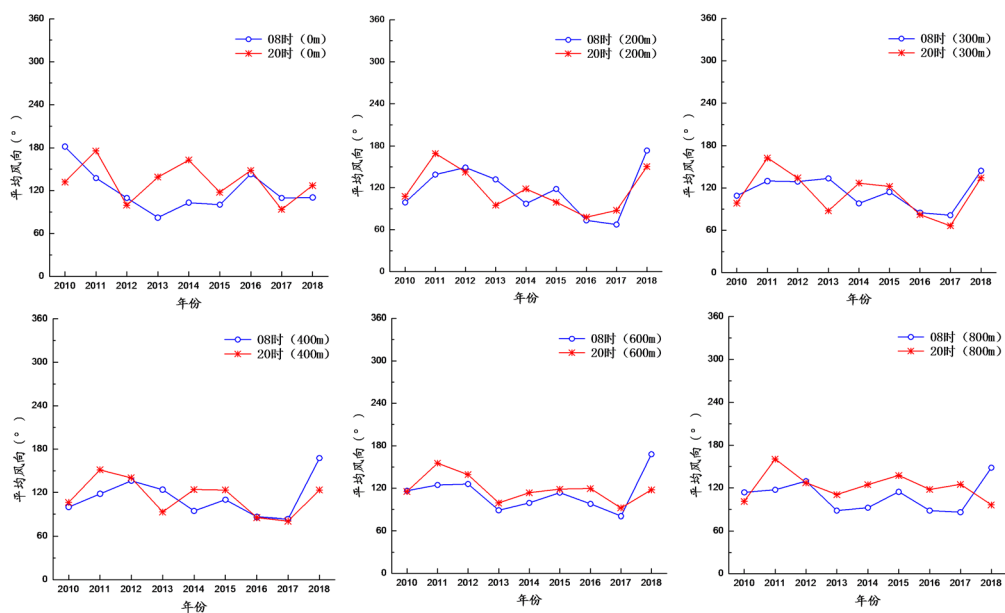


Figure 5. Date distribution of average wind speed in each specified layer
图 5. 各规定层平均风速日期分布

3.2. 各规定层平均风向特征

从各规定层年平均风向来看(图 6), 08 时和 20 时风向变化趋势基本一致。整体来看 20 时风向变化幅度相对 08 时要略大一些。近地层 0 m 平均风向在 2013、2014 年差异将近 60°。800 m 以下各层风向有振荡略减小的趋势。1000 m 以上各层平均风向整体相对较为平稳。

从各规定层平均风向逐日变化来看(图 7), 08 时、20 时变化趋势基本一致, 近地层 0 m 平均风向变化幅度最大, 说明近地层风向差异相对较大, 从偏北风到偏南风之间来回摆动。200 m 以上各层基本较为一致, 变化幅度相对较小一些。



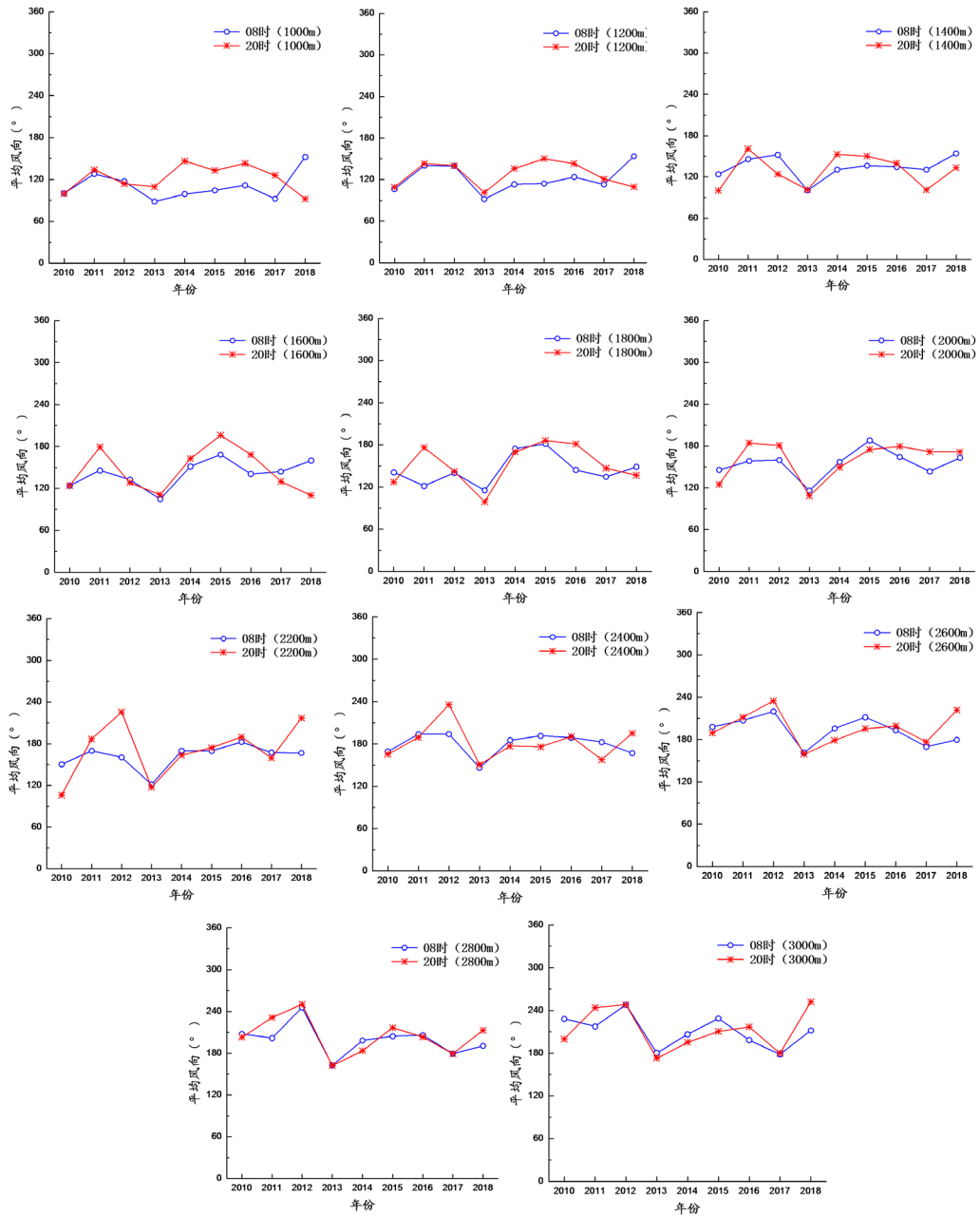
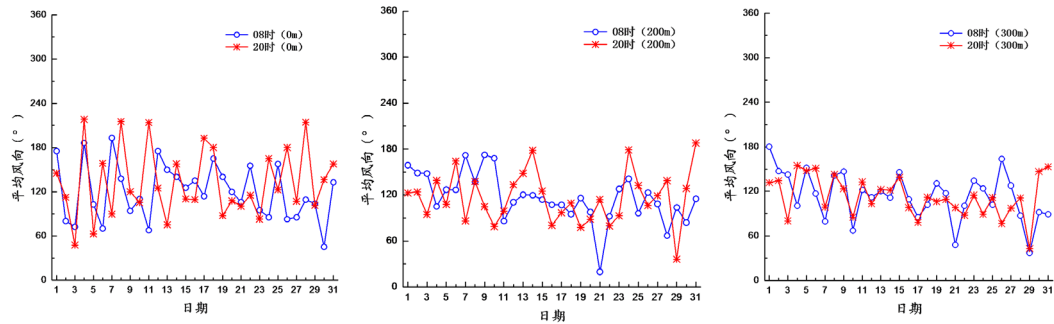


Figure 6. Annual variation of the average wind direction of each specified layer
 图 6. 各规定层平均风向年变化



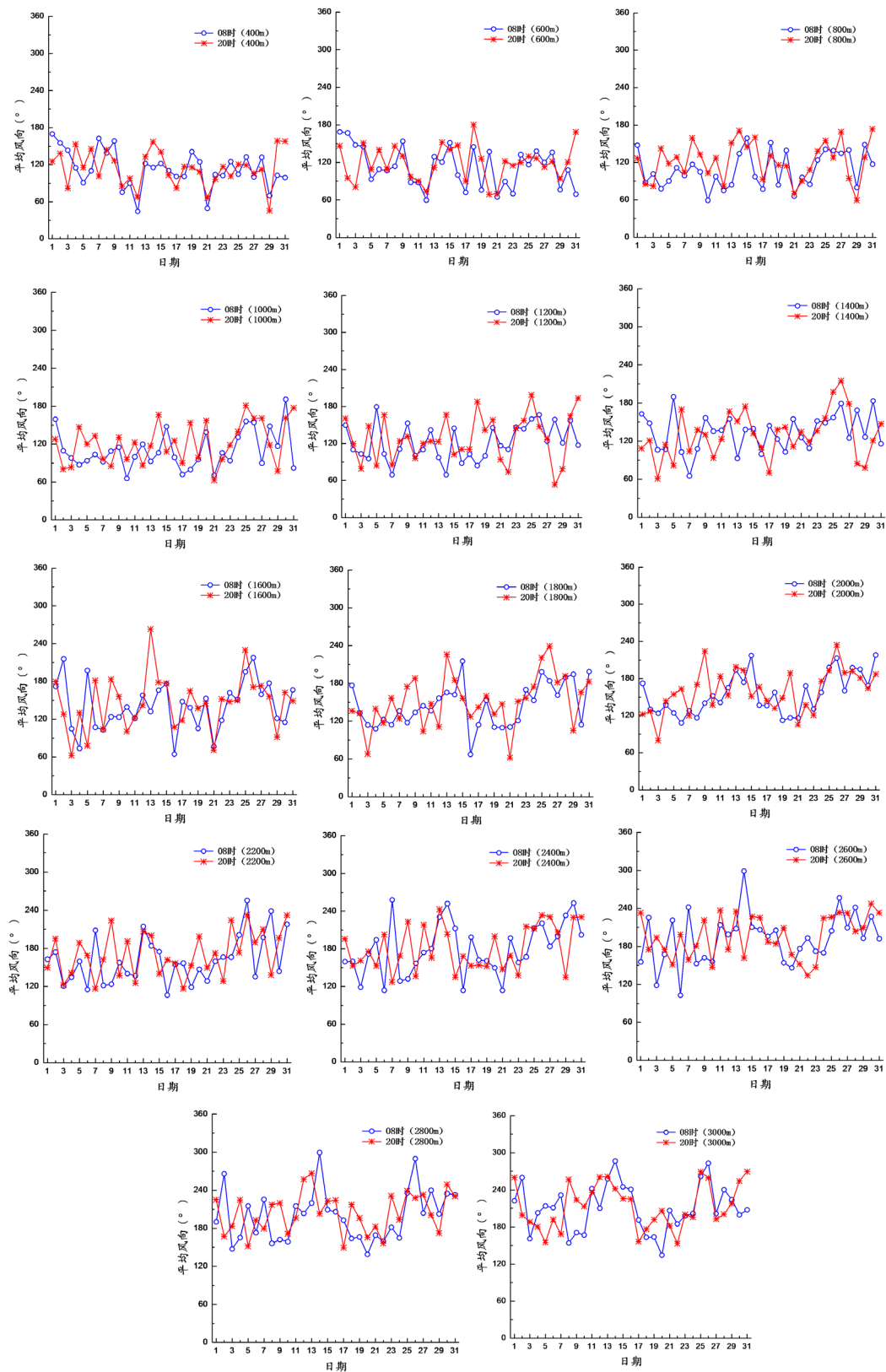


Figure 7. The mean wind direction date distribution of each specified layer
 图 7. 各规定层平均风向日期分布

3.3. 各规定层风向频率特征

按照风向 16 方位统计 08 时、20 时各规定层的最多、次多风向，而风速 $< 0.2 \text{ m/s}$ 判定为静风，用 C 表示。由表 1 可知，08 时、20 时风向表现有一定差异。距地高度 0 m 的近地层基本以静风为主，其次为偏北风。08 时 200~2200 m，除了 200~300 m、2000~2200 m 为北东北风、1200 m 为东风外，其余多以东北风为最多风向，次多风向多以东东北、东风为主。2400 m 以上最多风向为偏西风，次多风向也多为西西南，其次为北风。20 时 200~2400 m 最多风向为一致的东北风，次多风向以北东北和东东北为主，2600 m 以上才逐渐转为偏西风，2400 m 以上次多风向为偏西风。

Table 1. The most frequent and multiple wind directions of each specified layer

表 1. 各规定层的最多、次多风向

探空时次 距地高度/m	08 时		20 时	
	最多风向	次多风向	最多风向	次多风向
0	C	NNE	C	N
200	NNE	N	NE	NNE
300	NNE	NE	NE	NNE
400	NE	NNE	NE	NNE
600	NE	NNE	NE	ENE
800	NE	ENE	NE	ENE
1000	NE	ENE	NE	NNE
1200	E	ENE	NE	NNE
1400	NE	E	NE	NNE
1600	NE	ESE	NE	ENE
1800	NE	E	NE	ENE
2000	ENE	E	NE	ENE
2200	ENE	WSW	NE	N
2400	NNW	WSW	NE	NNW
2600	WSW	N	WSW	WNW
2800	NNW	N	WSW	W
3000	W	WSW	W	WSW

4. 结论

利用武汉探空站 L 波段雷达近 9 年 10 月 08 时、20 时的秒级数据，对 0~3 km 各规定 17 层的风向、风速进行统计分析，主要结论如下：

1) 各规定层高度平均风向风速随高度变化基本一致，平均风向范围由低层偏东东南风逐步转为高层的偏南西南风，1000 m 以下低空域变化幅度相对较小，之后呈现振荡上升趋势，沿顺时针方向逐渐变化。08 时与 20 时平均风速变化曲线几乎重合，近地层 0 m 层平均风速均为 1.6 m/s，200 m 以上跃升至 4.7 m/s 附近，之后平均风速呈现缓慢上升。

2) 各规定层平均风速特征 08 时、20 时基本一致，0 m 层平均风速变化较小。200~2000 m 各层次平均风速变化较为一致，年际变化比较平稳。2000 m 以上各层平均风速整体呈现振荡上升的趋势。平均风速日期分布 0 m 层几乎完全一致，200 m 以上层次 08 时相对 20 时变化幅度要略偏大。200~1200 m 各层

整体呈现略上升。1400 m 以上各层上旬振荡减小, 中旬到下旬初相对平稳, 下旬中后期风速有所加大, 极大值主要出现在 27~29 日之间。

3) 各规定层年平均风向 08 时、20 时变化趋势基本一致, 20 时相对 08 时变化幅度略偏大。800 m 以下各层略呈振荡减小, 1000 m 以上各层变化相对较为平稳。近地层风向逐日变化差异相对较大, 从偏北风到偏南风之间来回摆动。200 m 以上各层基本较为一致, 变化幅度相对较小。

4) 08 时、20 时各规定层最多、次多风向表现有一定差异, 08 时多以东北风为最多风向, 次多风向多以东东北、东风为主, 2400 m 开始逐渐转为偏西风。而 20 时 2400 m 以下各层最多风向均为一致的东北风, 次多风向以北东北和东东北为主, 2600 m 以上才逐渐转为偏西风。

基金项目

国家自然科学基金项目(41275105)和湖北省气象局科技发展基金项目(2018J01)共同资助。

参考文献

- [1] 郝民, 田伟红, 龚建东. L 波段秒级探空资料在 GRAPES 同化系统中的应用研究[J]. 气象, 2014, 40(2): 156-158.
- [2] 杨湘婧, 徐祥德, 陈宏尧, 等. L 波段探空高分辨廓线中近地层信息分析及相关模型[J]. 气象, 2011, 37(12): 1504-1510.
- [3] 田广元, 张鹏亮. 浅谈 L 波段探空秒数据资料在人工增雨中的应用[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(20): 12328-12329.
- [4] 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): 680-687.
- [5] 任国玉, 张爱英, 王颖, 等. 我国高空风速的气候学特[J]. 地理研究, 2009, 28(6): 1583-1592.
- [6] 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.
- [7] 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(1): 68-70.
- [8] 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.
- [9] 张明, 杜裕, 廖雪萍. 基于探空秒级数据的鄂西南高空风特征分析[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1): 85-90.