

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0081-04

舟山地区各气象站风速的高度订正法

於敏佳, 刘 菡

(舟山市气象局, 浙江 舟山 316000)

摘要:为有效利用舟山沿海各站点的风速资料,去除因高度差异而产生的风速偏大问题,使各站点风速资料更具代表性、可比较性和可应用性,将各站点风速资料统一订正到同一高度,运用风速廓线的指数律模式,结合最小二乘法原理,对舟山各气象站的多年风速资料进行研究。发现风速随高度的变化与气象站下垫面、风速大小和大气层结的状态密切相关,不同的下垫面对应不同的切变系数;随着风速增大,地面的摩擦作用变小,改变风速的能力越弱,切变系数越小;一天当中由于大气层结状态不同,切变系数存在日变化,中午最大,凌晨最小。

关键词:指数律模式;最小二乘法;下垫面;风速大小;大气层结

中图分类号:P468.0*26 **文献标识码:**A

The wind speed correction method at different height for weather stations in ZhouShan

Yu Minjia Liu Han

(Zhoushan Meteorological Bureau, Zhoushan Zhejiang 316000)

Abstract: In order to effectively utilize the wind speed data of the coastal stations in Zhoushan, remove the error of wind speed caused by height difference, and make the wind speed data of each site more representative, comparable, and applicable, we unified the wind speed data of each site to the same height. To analyze years of wind data at each weather station in Zhoushan, we used exponential model to describe wind profile and least squares method for data fitting. The results showed that underlying surface, wind speed and atmospheric stratification status were closely related to wind changes in different heights. Different underlying surface had different shear coefficient. The larger the wind speed was, the smaller the surface friction would be; the weaker the ability to change the wind speed, the smaller the shear coefficient. Due to the stratification changed in a day, shear coefficient changes existed, the maximum appeared at noon and the minimum appeared in the early morning.

Keywords: exponential model; least square method; underlying surface; wind speed; atmospheric stratification

1 引言

舟山地区气象站数目众多,分布广泛,且大多处于沿海,但各气象站海拔高度存在差异,最高海拔414m,最低海拔2m,其中海拔高于100m的站点达19个,低于10m的站点13个。因此,舟山地区各气象站在垂直分布上存在较为明显的变化。

由于风速随海拔高度的增加而增大,因此,严格来讲,两个气象站的风速在进行比较时,首先需要将

两个站的风速进行高度订正,使之处于同一高度。实际工作中,会出现这样的情况,同一次天气过程,一部分气象站的风力达到了9级,而另一部分则只有7到8级,因此很难确定该次过程的风力等级;也会出现这样的情况,两站点距离并不遥远,而风力却可以相差1到2级。上述现象都与各气象站点的海拔高度存在差异有关。因此,对舟山各气象站点的风速进行高度订正,具有十分重要的意义。

收稿日期:2017-06-03

基金项目:舟山市气象服务中心资助(2017C31097)

作者简介:於敏佳(1990-),男,浙江舟山人,助理工程师,学士,从事海洋气象预报与服务。

2 研究方法

从空气运动的角度看,不同高度的大气层可以分为三层,离地 2m 以内的区域称为底层,2m 到 100m 的区域称为下部摩擦层,两者总称为地面境界层。100m 到 1000m 的区域称为上部摩擦层,以上三个区域总称为摩擦层,摩擦层之上是自由大气^[1],舟山各气象站大部分处于境界层内,也有一部分处于上部摩擦层内。

在摩擦层内风速随高度的变化,除了与地面的粗糙程度有关外,还与大气的层结状态有关。因此,摩擦层内的风廓线公式中应考虑粗糙度和低层大气的层结状态,不同的下垫面和不同的大气层结状态可以得出不同的风速廓线方程。但是从实用考虑,仍旧应用指数律和对数律公式,它们仅需一个特定的参数,就可以将一个高度的风速推算到另一个高度^[2]。对于对数律,在一定下垫面,只要地面情况不改变,它的粗糙度高度是不改变的,因此,这个规律只适用于大气中性平衡或接近于中性平衡及高度较低的情况。在中性层结条件下,指数律模式不如对数律模式准确,特别是在近地层时。但指数律在中性条件下,能较满意的应用于 300m 到 500m 的气层,而且在非中性条件下,应用也较为简便,同时幂指数的变化反映着大气层结的变化,可以推广到非中性大气^[3],因此,选用指数律模式进行研究。

$$\text{指数律: } u = u_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^m \quad (1)$$

式中: u, u_1 分别为距地面高度 z, z_1 处的风速, m 为风速随高度的切变指数,其值的大小即表明了风速垂直切变的强度。

对公式(1)做变换并等号两边取对数得:

$$\ln \frac{u}{u_1} = m \ln \frac{z}{z_1} \quad (2)$$

令 $y = \ln \frac{u}{u_1}, x = \ln \frac{z}{z_1}$, 则得线性方程 $y = mx$, 将资料数据代入线性方程,得 $y_1, y_2, y_3 \cdots y_i \cdots y_n; x_1, x_2, x_3 \cdots x_i \cdots x_n$, 用最小二乘法拟合回归系数,得出的计算公式为:

$$m = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3)$$

3 结果分析

3.1 两种下垫面的切变指数 m

从下垫面不同的角度看,舟山各气象站大致可以分为两类,一类以草地为下垫面,另一类则以硬地为下垫面,由于这两种下垫面的粗糙程度不同,对于风速的垂直切变影响自然也不同。

3.1.1 下垫面为草地的切变指数 m

在风速的影响因子中,地形也是其中一个,故选取受地形影响较小的嵊泗站数据作为 u_1 和 z_1 , 得拟合曲线(图 1)。如图所示,普陀站的年平均风速与拟合线相差较大,这是因为普陀站受四周山体遮挡,年平均风速较小。表面上看,曲线对于实测数据的拟合效果还算不错,但是计算得出 $m=1.34$, 这意味着,随着高度的增加,风速不断增大,这显然是不正确的,故考虑到实测数据较少,不采用单纯的拟合曲线方法,而是结合他人研究成果^[4]选取 $m=0.14$ 作为参考值,得出拟合曲线(图 2),分析曲线发现,底层风速削减较快,高层风速趋于平稳。

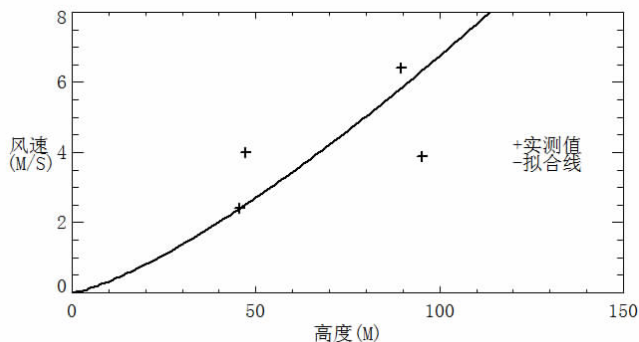


图 1 下垫面为草地的气象站风速拟合图

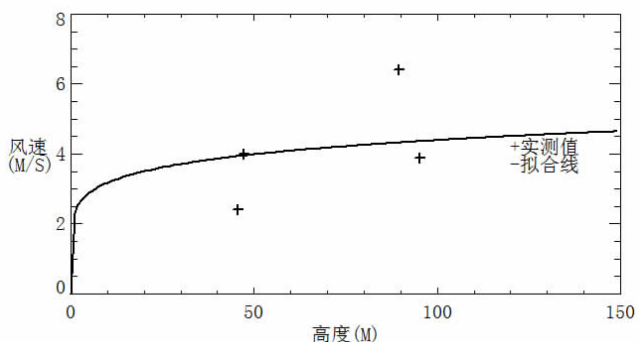


图 2 下垫面为草地的气象站风速拟合参考图

3.1.2 下垫面为硬地的切变指数 m

利用最小二乘法原理,计算得 $m=0.28$, 绘制拟合曲线如图(图 3), 图中风速随高度的增大趋于平稳,且越靠近地面风速削减越明显,这与实际情况吻

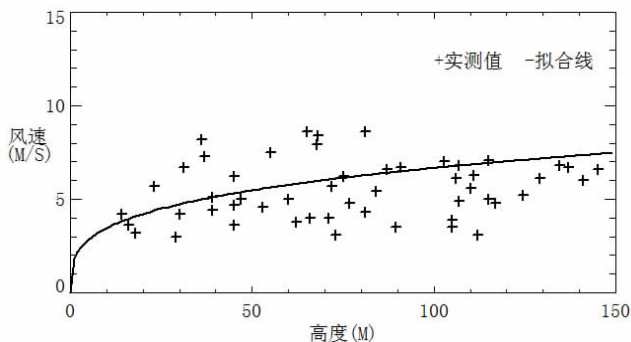


图 3 下垫面为硬地的气象站风速拟合图

合,故可取硬地的切变指数为 0.28。

综上,草地的切变指数较硬地的切变指数小,在今后的实际工作中,可取 0.28 作为硬地的切变指数,0.14 作为草地的切变指数。

3.2 切变指数 m 与风速大小的变化关系

随着风速的增大,地表对于气流的阻挡和削弱作用并没有随之增大,与风速的增大程度相比地表的阻碍作用相对减小,即地面粗糙度的影响在不断降低^[5]。故随着风速的变化,切变指数 m 也应相应的变化。为避免日变化、季节变化和垫面的影响,选取同一下垫面的各个气象站在同一季节同一时次的风速资料进行研究,计算切变指数 m,得出风速和 m 的关系图(图 4),并计算得到切变系数 m 随风速大小 v 的变化公式为: $m=0.8-0.31 \ln v$ (4)

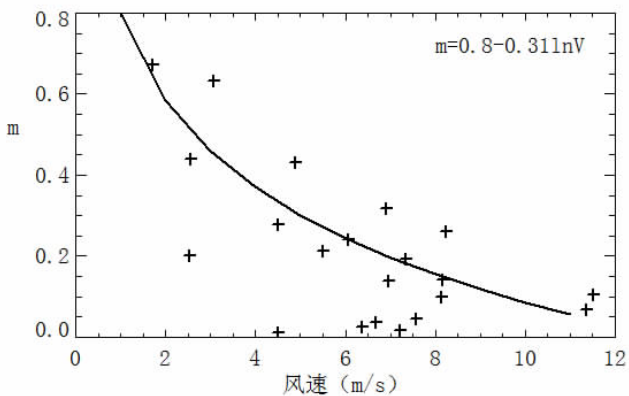


图 4 风速和切变系数 m 的关系图

分析图 6 可以发现,随着风速的增大,切变指数不断减小并趋近于某值,这意味着变化相同高度,风速越大,风速变化越小。即风速越大,下垫面对于风速的削弱作用越不明显。

3.3 切变指数 m 的日变化

大气的层结状态在一天当中并不相同,一般来讲,大气层结白天不稳定,夜间较稳定,研究一天当

中不同时次各个气象站的风速资料,计算对应的切变指数,得出切变系数日变化图(图 5),拟合得出切变系数的日变化公式为:

$$m=0.002X^2-0.048X+0.39 \quad (5)$$

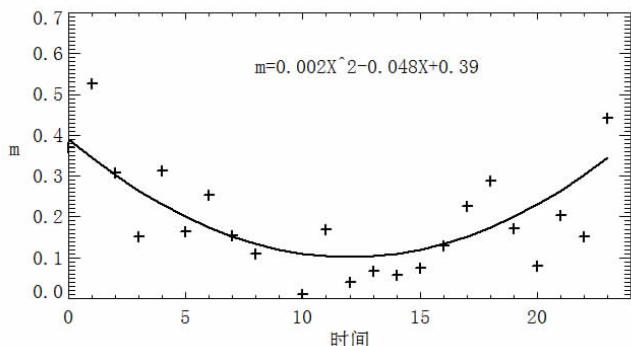


图 5 切变系数日变化图

分析图 5 可以发现,切变系数 m 大致到中午 12 时达到最小值,凌晨 1 时达到最大值,这是因为白天大气层结不稳定,扰动较易发生或加强,上下层动量得到交换,使得上下层风速差别变小,故 m 值也较小;而到了夜里大气层结较稳定,动量的垂直交换不易,上下层风速变化也加大,对应 m 值也较大。

4 小结

(1)观测站下垫面主要有草地和硬地两类,两类下垫面对于风速的削弱能力不同,对应的风速切变指数 m 也不同。

(2)地面对于风速的削弱作用,与风速大小密切相关。风速越大,地面的摩擦作用相对越弱,上下层的风速变化越小,切变系数 m 越小;风速越小,摩擦作用越明显,风速随高度的变化越大,切面系数 m 越大。

(3)大气的层结状态存在日变化,白天大气层结不稳定,上下层的动量交换较易进行,m 值较小,中午左右达到最小;夜里大气层结较稳定,扰动不易发生,动量交换不易,m 值较大,凌晨左右达到最大值。

(4)风速廓线的指数律模式较适用风速随高度变化的研究。

参考文献:

[1] 张健. 风资源评估中风速分布方法研究[D]. 内蒙古:内蒙古工业大学,2009.

[2] 植石群,钱光明,罗金铃. 广东省沿海风随高度变化研究[J]. 热带地理,2001,21(2):131-134.

[3] 国世友,周振伟,刘春生. 用风廓线指数律模拟风速随高

- 度变化[J]. 黑龙江气象, 2008, 25: 20-22.
- [4] 徐艳艳, 万小平, 付长超, 等. 复杂地形条件下风速插值研究——以吉林省为例 [J]. 云南地理环境研究, 2012, 24(4): 78-81.
- [5] 刘敏, 孙杰, 杨宏青, 等. 湖北省不同地形条件下风随高度变化研究[J]. 气象, 2010, 36(4): 63-67.
- [6] 黄承标, 温远光, 黄竞, 等. 大青山林区不同海拔高度主要气象要素的变化[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(1): 90-95.
- [7] 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法[M]. 2 版. 北京: 气象出版社, 2002: 28-30.
- [8] 韩培友. IDL 可视化分析与应用[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2006: 142-166.
- [9] 顾颖, 聂亚军, 张掌权. 凤县山地不同海拔高度风场特征[J]. 宝鸡文理学院学报, 2013, 33(2): 66-68.
- [10] 方平治, 赵兵科, 鲁小琴, 等. 华东沿海地带台风风廓线特征的观测个例分析[J]. 大气科学, 2013, 37(5): 1091-1098.
- [11] 中华羽, 吴息, 江志红, 等. 近地层风能参数随高度分布的推算方法研究[J]. 气象, 2009, 35(7): 54-60.
- [12] 韦菊, 尤明双. 一次自动站故障处理过程的探讨[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(1).
- [13] 毛寿兴, 杨丽丽. 自动气象站气压传感器的校准及误差分析处理[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(4): 97-98.
- [14] 夏泽雄, 黄志兴. 浅谈区域自动气象站的建设与维护[J]. 气象研究与应用, 2009, 30(S2): 208-210.
- [15] 许嘉玲, 蔡丽. 自动气象站标校产生异常值得处理方法[J]. 气象研究与应用, 2008, 29(S1).
- [16] 周柳雨, 蒙程, 马东晨. 自动气象站现场校准过程处理经验[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(4): 68-69.
- [17] 吴彩霞, 蒲利荣. 自动气象站的日常维护和故障排除[J]. 气象研究与应用, 2011, 32(S2): 193-194, 204.
- [18] 韦信高. 中尺度自动气象站故障维护与分析[J]. 气象研究与应用, 2008, 29(2): 87-88.
- [19] 王海英, 程爱珍, 黄理. 地面气象自动观测定时数据缺失的处理方法[J]. 气象研究与应用, 2007, 28(S1): 110.

.....

(上接第 80 页)

为例, 对国家级自动站故障填报规范进行说明。

4 结论与讨论

综合气象观测运行监控系统(ASOM2.0)是保障各类探测设备正常运行、气象观测业务正常开展的基础^[7-8]。规范的故障单填写不仅能提升台站人员填报 ASOM2.0 系统的水平, 也为台站人员排除故障提供了良好的思路。省级管理人员也可以通过规范的故障单信息及时了解台站设备的运行情况, 及早做出应对措施提高自动站运行的可靠性。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 综合气象观测系统发展规划 (2010-2015 年), 气发[2009]463[Z]. 北京: 中国气象局, 2009.
- [2] 安涛, 陈玉宝, 陈润浩等. ASOM 平台新一代天气雷达故障填报规范度[J]. 气象科技, 2015, 43(5): 839-843.
- [3] 韦菊, 尤明双. 一次自动站故障处理过程的探讨[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(3): 94-96.
- [4] 黄剑钊. 新型国家自动站现场总线 CAN 的研究及维护方法[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(2): 85-87.
- [5] 廖铭超. DZZ5 型自动气象站常见故障诊断分析[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(3): 83-85.
- [6] 黎锦雷, 韦菊, 杨玉静. 新型自动气象站故障分析与排除[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(4): 100-102.
- [7] 唐燕, 潘来. ASOM 系统中自动站异常数据的检查与处理[J]. 贵州气象, 2012, 36(5): 61-62.
- [8] 姜小云, 吴俞, 李静. ASOM 二次监控平台设计 [J]. 气象科技, 2013, 41(3): 480-483.