

浙江省近 34 年年平均风速序列均一性检验研究

吴利红¹ 骆月珍² 孙莉莉³

(1 浙江省气候中心, 2 浙江省气象信息中心, 杭州 310017; 3 浙江省丽水市气象局, 丽水 323000)

摘要 采用标准正态检验(SNHT: Standard Normal Homogeneity Test)方法,对浙江省 36 个代表站 1971~2004 年的年平均风速资料序列进行均一性检验。结果表明:36 站中有 23 个测站出现间断,其中因迁站原因造成非均一性的测站有 13 个,占非均一性总数的 57%;环境变化原因有 5 个,占非均一性总数的 22%;原因不明有 3 个,占非均一性总数的 13%;测风仪高度变化、规定变更各为 1 个,占非均一性总数的 4%。迁站是导致风速序列非均一性的主要原因。

关键词 风速序列 均一性 统计检验

引言

浙江省地处东南沿海,风能资源较为丰富。均一性的风速序列是输电线路设计及风能资源等项目开发利用、评估的基础。浙江省自 20 世纪 80 年代后期以来,城市化程度加剧,测站环境变化明显,环境恶化使迁站又到了一个高峰期^[1]。风是一个对测点环境变化较为敏感的气象要素,测站迁站、环境变化等因素是否会导致风速序列的非均一性,非均一性的程度如何?因此对浙江省近 30 多年风速序列的均一性检验很有必要。

在日常业务及研究中,各相关领域对建立气象资料均一性序列的需求日益高涨,近年来国内一些专家对均一性检验方法进行了一些研究,得出了一些结果^[1~9]。本文作者已对浙江省气温序列受环境的影响进行了研究^[1],建立了可用于业务与研究运行的均一性检验与订正软件系统^[3];刘小宁^[4]采用标准正态检验(SNHT: Standard Normal Homogeneity Test)方法对我国 690 个测站 1951~1990 年的年平均风速资料序列进行均一性检验,结果表明该年代中仪器变化是引起非均一性的主要原因。李庆祥等^[5]详细介绍了国内、外各种方法的优劣性,指出研究气候资料序列均一性必须从主、客观途径进行,并强调了测站元数据(反映有关台站环境、仪器

变化等信息)对均一性检验的重要性。但 1990 年以来,国内对风速序列均一性检验的研究不多,对省级区域内的研究更少,本文利用省级部门容易获得测站元数据的优势,采用 SNHT 方法^[4],对浙江省 36 个代表站近 34 年(1971~2004 年)的年平均风速序列进行均一性检验,以获得浙江省风速序列的非均一性程度及导致非均一性的主要原因。

1 资料与方法

在浙江省 68 个常规测站中选择 36 个代表站。挑选的测站均匀地分布于全省各地,较为全面地代表了浙江省测站的历史沿革特点及各种地貌特征,其中测站地理环境(2004 年统计结果)17%为“海岛”,36%为“市区”,47%为“郊外”。

参考站指标主要有:距离被检测站 200 km 以内,相关系数达 0.7 以上,气候环境类似,海拔高度差在 100 m 以内,与被检测站序列同时间段里参考站资料序列基本均一。本文不考虑 2005 年浙江省自动站的大规模使用所带来的非均一性,故选用资料的时间序列为 1971~2004 年(个别台站如杭州 1971 年迁站,被检验点在序列的起始点,在有参考站的情况下,序列起始时间采用上延的办法)。基本资料为各测站历年年平均风速序列,资料由浙江省气候中心提供。

浙江省气象局青年项目(200315)“地面常规气象资料序列均一性检验方法及应用技术研究”资助

作者简介:吴利红,女,1968 年生,学士,高级工程师,从事气象资料审核及农业气象研究,Email:txhwlh678@sina.com

收稿日期:2007 年 7 月 2 日;定稿日期:2007 年 12 月 10 日

在非均一性检验中,序列中出现错误的资料会影响检验结果,因此,在进行序列均一性检验前,采用常规资料审核方法,对数据文件进行审核,对有误资料进行订正。

采用文献[4]的方法建立参考站相关系数权重的比值序列,并采用文献[3]介绍的软件系统进行计算检验。

2 检验结果

取显著性水平 $\alpha=0.01$,采用 SNHT 方法对 36 个测站的比值序列进行检验。检验结果表明,出现断点的测站有 23 个,占被检验测站总数 64%。对断点出现的原因作如下定义:间断点与测站迁站时间基本吻合(允许误差 1 年),则将这种非均一定义为迁站原因;间断点早于迁站时间(或至今未迁站)的且经调查测站有明显环境破坏记录的,定义为环境恶化原因;其他无明显环境破坏记载,经调查后对环境变化记忆模糊不清等原因的,定义为不明原因;由于观测任务变更(如一般站变为基本站),导致资料序列非均一的,定义为规定变更原因;由于测站对测风仪进行重新安置时产生的高度变化导致资料序列的非均一性定义为高度变化原因。将检验出的 23 个断点,结合测站迁站、环境渐变及仪器变更等元数据信息进行对比分析表明:产生非均一性的主要原因有迁站、环境恶化、测风仪高度变化、观测任务变更及其他不明原因,其中因迁站原因造成非均一性的测站有 13 个,占被检验测站总数的 36%,占非均一性总数的 57%;环境变化原因有 5 个,占被检验测站总数的 14%,占非均一性总数的 22%;原因不明有 3 个,占被检验测站总数的 8%,占非均一性总数的 13%;测风仪高度变化、规定变更各为 1 个,占被检验测站总数的 3%,占非均一性总数的 4%(图 1)。

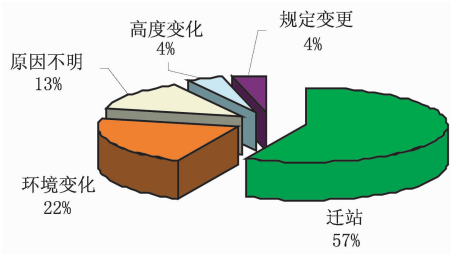


图 1 非均一性原因百分比

在 36 个测站中,有 23 个有迁站史(统计时间为 1971~2004 年)。在 13 个无迁站史的测站中,有 6 个测站因为其周围环境、测风仪高度等元数据没有较大的改变,被检序列仍为均一性;其余的 7 个测站,虽然没有迁站史,但是因为其他的原因,造成了风速序列的非均一性,其中因环境改变的有 2 个,风仪高度的明显改变有 1 个,不明原因的有 3 个,任务变更的有 1 个。23 个有迁站史的测站,其中 13 个测站因迁站原因为非均一性,其余的 10 个测站中序列仍为均一性的有 7 个,另外 3 个因为测站的环境变化原因,导致了后来的迁站。

3 非均一性原因分析

3.1 迁站原因

风速受地理环境变化的影响很大,因此迁站往往是导致风速序列非均一性最主要的原因。在 36 个测站中,1971~2004 年有 23 个测站有迁站史(占检验测站总数的 64%),合计迁站达 31 站次,SNHT 检验因迁站引起的非均一性有 13 个,占迁站总数(23 站 31 次)的 42%,即 23 个测站 31 次迁站中只有 60%左右的测站迁站前后的记录是均一性的。

在 23 个有迁站史的测站中,其中因迁站原因导致非均一性的测站有 13 个,其余 10 个虽有迁站史,但迁站后仍为均一性的测站有 7 个。表 1 为有迁站史的均一性测站与非均一性测站迁站前后的地理环境参数。因篇幅有限,非均一性测站组只列出其中较具代表性的 7 个。对 13 个非均一性测站组统计,有 6 个站(46%)的“地理环境”项变化较剧烈,或从“郊外”迁移到“市区山顶”,或从“市区”到“郊外”;有 4 个站(31%)虽然在迁站前测站上报的报表中填写的地理环境项仍为“郊外”,但据调查,其周围环境已经受到城市化多年潜移默化的影响,基本成为“市区”了,之后,这些测站全部迁移到较为空旷的“郊外”。因此,测站迁移前后,基本上有 10 个站(77%)的地理环境项有了剧烈的变化。而 7 个测站的均一性组的地理环境只有丽水从“城郊”到“城区”,其余 6 站迁移的地理环境项均相同。从海拔落差看,非均一性组高度差绝对值在 0.3~118.7 m 之间,其中,海宁、桐乡、慈溪的高度差在 0.3~3.6 m,其余均在 9.1 m 以上,大陈站超过 100 m。均一性组中绝对高度差在 0.0~7.3 m 之间,较非均一性组明

显偏小。另据统计,迁站前后,测风仪高度变化均在 3.0 m 以下。由此可见,迁站引起资料序列非均一

的原因中,新旧站址的地理环境有明显变化且海拔落差较大是引起风速资料序列非均一的主要原因。

表 1 非均一性与部分均一性测站迁站前后地理环境参数

非均一性测站				均一性测站		
站名	迁站时间	迁站前后环境变化	高度差 /m	站名	迁站前后环境变化	高度差 /m
杭州	1971 年	郊外→市区山顶	−34.5	湖州	郊外→郊外	1.2
德清	1996 年	郊外山顶→市区楼顶	26.1	义乌	市区→市区	0.0
瑞安	2000 年	郊外→市区山顶	−34.0	乐清	郊外→郊外	0.0
大陈	1982 年	海岛山顶→海岛山顶	−118.7	丽水	城郊→城区	1.1
临安	1995 年	市区→郊外	−97.4	遂昌	山顶→山顶	0.0
常山	1975 年	郊外→市区山顶	−50.1	洪家	乡村→乡村	−3.3
海宁	1989 年	郊外→郊外	−0.4	安吉	乡村→乡村	7.3

3.2 环境恶化原因

风速受测点周围小环境变化的影响也很大,一些台站虽然没有迁站,但是由于城市化的加剧,导致测站周围环境遭受破坏,尤其是测站周围大量建筑物的形成,使风速受到了很大程度的影响。在检验结果中,此原因就有 5 个测站,占被检验测站总数的 14%,占非均一性总数的 22%。

如温州站(2001 年间断),自 2000 年以后风速明显变小,原因为测站所在地海坦山 2000 年左右已被摩天大楼包围,测站东部高楼林立,西边是高大的树林,北面又是高楼,南边是值班室,能见度观测只有东北角尚未挡住视线。金华站(1978 年间断),有元数据记载:在观测场正西方向,距观测场 48 m 处,于 1977 年建造了 3 层测雨雷达大楼(高 16 m),距测风仪仅 25 m 左右,严重影响风速及风向。为改变大楼对风速偏小的影响,该站于 1983 年 5 月,将风感应器的高度由原来的 10.6 m,增加到 18.2 m,落差达 7.6 m。图 2 为金华站年平均风速与同期参考站序列差值的历年变化图,如图显示,1977 年以后的年平均风速序列较前有明显的不连续,表现为风速差值较前明显偏大,其中 1971~1977 年年平均风速与参考站序列共 8 年的差值平均值为 0.24 m/s,1978~2004 年共 27 年的差值平均值达 0.70 m/s,落差达到 0.46 m/s。龙泉站(1991 年间断)也因 1991 年 11 月观测场周围开始建造自由市场,记录代表性受到明显影响。如图 3 所示,该测站在 1992 年后,年平均风速序列明显偏小,其中 1971~1990 年,其与参考站序列各年差值均为正值,在 0.02~0.42 m/s 之间,20 年差值的平均值为 0.21

m/s;其后 14 年(1991~2004),各年差值在 −0.22~0.16 m/s 之间,差值多为负值,其中 0.04 m/s 以下的值达到 11 个样本,14 年差值的平均值为 −0.03 m/s,落差达到 0.24 m/s。

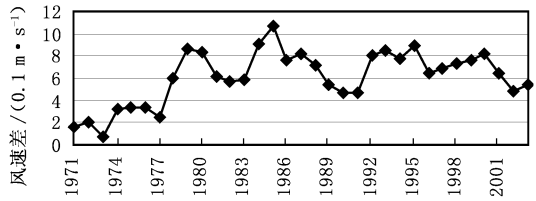


图 2 1971~2003 年金华站年平均风速与参考站序列差值的历年变化

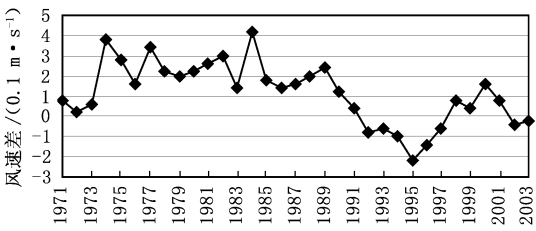


图 3 1971~2003 年龙泉站年平均风速与参考站序列差值的历年变化

3.3 不明原因

SNHT 检验因不明原因引起的非均一性占非均一性总数的 13%。造成原因不明,分析主要有两个因素,一是元数据的缺乏,二是仪器的频繁更换。据对气表-1 备注栏的调查,风速序列非均一性除元数据(如台站环境变化等)无详细记载外,测风仪的频繁更换可能是主要原因之一。EL 型电接测风仪常会出现故障,一些维护较差或测风仪质量较差的测站一年会更换多次,有的测站电接测风仪与 EN

型仪器混用,在对 EN 型仪器与电接测风仪未作对比观测的情况下,我们是很难知道两种测风仪的测风数据究竟有多大差异。此外,全省测风仪使用不统一,部分地区在 90 年代初已开始使用 EN 型,而有些地区一直使用 EL 型。

3.4 规定变更

台站观测任务的变化,也是风速序列引起非均一性的原因之一。经检验,此原因造成的非均一性测站为 1 个,占被检验测站总数的 3%,占非均一性总数的 4%。临海站在 1995 年间断,该测站 1994 年前为 3 次观测的一般站,即 08:00、14:00、20:00 观测,其 02:00 的 2 min 平均风速记录按《地面气象观测规范》规定,采用 02:00 自记风的 10 min 平均风速代替,风速取整数,小数四舍五入。1995 年之后该站变更为国家基本站,其 02:00 的风速采用人工观测电接测风仪的显示器 2 min 的平均风速记录,因此 1995 年前后的序列,在 02:00 风速统计上会带来一定的系列误差,1995 年开始风速变小,造成了风速序列的不连续。

3.5 高度变化

风速仪器安置高度及位置的变化,可以导致非均一性。经调查,平湖站被检验发现 1982 年间断。后查询测站元数据,发现该站在 1982 年 1 月 1 日将 EL 型电接测风仪从观测场改装到一平台铁塔上,原距地高度为 10.7 m,后变为 14.9 m。2000 年 3 月 24 日,又从平台拆回至观测场内,距地高度为 10.5 m,同年 6 月 1 日,又将测风仪高度移至 11.8 m。如图 4 所示,1982 年后序列与前一段明显不连续,测风仪高度增加后,风速明显增大。1971~1981 年年平均风速与同期参考站序列共 11 年的差值平均值为 1.02 m/s,1982~2004 年共 23 年的差值平均值达 1.34 m/s,落差达到 0.32 m/s。

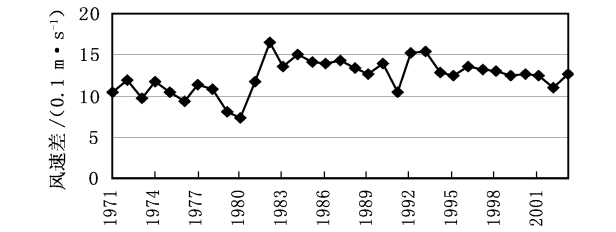


图 4 1971~2003 年平湖站年平均风速与参考站序列差值的历年变化

4 个例分析

选用温州站 1971~2004 年的年平均风速资料

序列。参考站的选择参照参考站指标的界定,在测站周围 200 km 的范围选择参考站,将显著的非均一性测站剔除。选用参考站与温州站的距离、相关系数、高度差等参数如表 2。

表 2 年平均风速序列温州站与各参考站参数

站名	高度差/m	距离/km	环境	起始年份	相关系数
温州			市区、山顶	1951	
宁海	4	162	市区	1957	0.8
乐清	20	32	市区	1960	0.7
永嘉	6	13	山顶	1971	0.7
文成	76	62	山顶	1971	0.7
平阳	23	40	乡村	1957	0.7

图 5 为年平均风速温州站与参考站建立的比值序列^[4]及差值序列^[6],图中可见,差值序列与比值序列均在 2000 年后有明显变化趋势,表现为温州站在 2001 年后风速明显偏小。采用参考站方法 SNHT 对风速序列进行检验,结果在 2001 年左右间断。在对温州站的元数据调查中发现,测站周围的环境已恶化,风速已明显偏小,资料缺乏准确性、比较性和代表性。

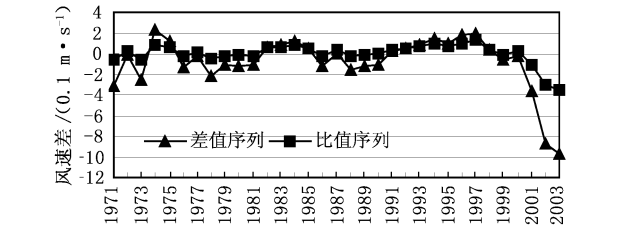


图 5 1971~2003 年温州站年平均风速与参考站平均风速的差值和比值序列

5 结论与建议

(1)取显著性水平 $\alpha=0.01$,采用 SNHT 对 36 个测站进行均一性检验,检验结果表明,出现断点的测站有 23 个(占被检验测站总数 64%),其中因迁站原因造成非均一性的测站有 13 个,占被检验测站总数的 36%,占非均一性总数的 57%;环境变化原因有 5 个,占被检验测站总数的 14%,占非均一性总数的 22%;原因不明有 3 个,占被检验测站总数的 8%,占非均一性总数的 13%;测风仪高度变化、规定变更各为 1 个,占被检验测站总数的 3%,占非均一性总数的 4%。

(2)迁站是导致风速序列非均一性的主要原因,新旧站址的地理环境有明显变化且海拔落差较大是

引起资料序列非均一的主要原因;其次是环境恶化;仪器高度安置变化及观测任务的改变也是原因之一;不明原因有 3 个,主要是因为缺少详细元数据信息,对断点的原因无法分辨。

(3)为确保风速序列的均一性,测站迁站时,应挑选新旧站址地理环境较为相似的地点;在迁站时,风仪高度应尽量与原高度一致;此外,在测站观测时,不要随意移动测风仪的位置和改变高度。

(4)对型号不同测风仪器的更换应先作对比观测,以便确定仪器变化对记录的影响;迁站前后应该作对比观测,时间最好为一至两年,即使在规范规定距离之内不作对比观测的迁站,也应作风的对比观测。

参考文献

[1] 吴利红,康莉莉,陈海燕,等. 浙江省地面气象站环境变化对气温序列均一性影响[J]. 气象科技,2007,35(1):152-155.
[2] 吴利红,康莉莉,毛裕定,等. SNHT 方法用于气温序列非均一

性检验的研究[J]. 科技通报,2007,23(3):337-340.
[3] 吴利红,毛裕定,胡德云,等. 地面气候资料序列均一性检验与订正系统[J]. 浙江气象,2005,26(4):40-44.
[4] 刘小宁. 我国 40 年年平均风速的均一性检验[J]. 应用气象学报,2000,11(2):27-34.
[5] 李庆祥,刘小宁,张洪政,等. 定点观测气候序列均一性研究[J]. 气象科技,2003,31(1):2-11.
[6] 宋超辉,刘小宁,李集明. 气温序列非均一性检验方法的研究[J]. 应用气象学报,1995,6(3):289-296.
[7] 刘小宁,孙安健. 年降水量序列非均一性检验方法探讨[J]. 气象,1995,21(8):3-6.
[8] 刘小宁,任芝花. 地面气象资料质量控制方法研究概述[J]. 气象科技,2005,33(3):199-203.
[9] 王颖,任国玉. 中英格兰地区逐日温度序列重建[J]. 气象科技,2002,30(3):170-180.
[10] Alexandersson H. A Homogeneity test applied to precipitation data [J]. J. Climatol.,1986,6:661-675.
[11] Worsley K J. On the likelihood ratio test for a shift in location of normal populations [J]. J. Amer. Stat. Assoc., 1979,74:365-367.

Homogeneity Test of Annual Mean Wind Velocity
Series from 1971 to 2004 in Zhejiang Province

Wu Lihong¹ Luo Yuezhen² Sun Lili³

(1 Zhejiang Climate Center, 2 Zhejiang Meteorological Information Center, Hangzhou 310017;
3 Lishui Meteorological Bureau, Zhejiang Province, Lishui 323000)

Abstract: By means of SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) method, a statistical test is conducted on the mean annual wind velocity series of 36 weather stations from 1971 to 2004 in Zhejiang Province. It is found that interruptions existed in 23 stations of 36 samples, in which the heterogeneity in 13 stations is due to their relocation (at a proportion of 57%), in 5 stations due to the environment variation (22%), in one station due to the change of its wind observation equipment, another due to its observation regulation change (about 4%), and the reasons for interruptions in 3 stations are nor clear (13%). The relocation of stations is the main cause of heterogeneity in wind velocity data.

Key words: wind velocity series, homogeneity, statistical test