

何志军,封秀燕,何利德,等. 气象观测资料的四方空间一致性检验[J]. 气象,2010,36(5):118-122.

气象观测资料的四方空间一致性检验^{*1}

何志军¹ 封秀燕² 何利德³ 王荷平⁴

1 浙江省嵊泗县气象局, 嵊泗 202450

2 浙江省气象信息网络中心, 杭州 310017

3 浙江省鄞州市气象局, 鄞州 315040

4 浙江省台州市气象局, 台州 318000

提 要: 将一定范围内的邻近气象站按四方方位进行分组,然后将被检站的气象资料与各组分别进行比较分析,并根据大气规律进行判断。在冷空气或雷暴等天气系统影响下,当气象资料的水平分布出现明显的不连续现象时,使用该方法可以降低误检率。利用该方法,对浙江省 76 个自动气象站的气温和降水资料进行实时质量控制,经过 3 个月的试验,效果明显。

关键词: 自动站, 资料, 空间一致性分析, 质量控制

Examination of Meteorological Data by the Horizontal Space Consistency Analysis from Four Directions

HE Zhijun¹ FENG Xiuyan² HE Lide³ WANG Heping⁴

1 Shengsi Meteorological Station, Shengsi 202450

2 Zhejiang Meteorological Information Network Center, Hangzhou 310017

3 Yinzhou Meteorological Station, Yinzhou 315040

4 Taizhou Meteorological Office, Taizhou 318000

Abstract: The method of horizontal space consistency analysis is put forward. The characteristics of the method consist of the following three steps: (1)The weather stations near the checked station are divided into four groups according to the four directions;(2)The data of the checked station are compared with the data of its surrounding stations;(3) The comparison results are used to judge the data are true or false according to the atmospheric principles. When the cold air and the thunderstorm appear, the physical quantity is distinctly discontinued. Thus, this method can be used to reduce the checking errors, and it is used in the Zhejiang to check the temperature and precipitation data at the 76 automatic weather stations. After a three-month examination period, it is shown that the method improves the checking capability greatly.

Key words: automatic weather station, data, space consistency, quality control

引 言

地面气象观测资料的水平空间一致性分析,是利用气象要素自然分布具有连续性和均匀性的特点,将某一被检测站的观测资料与其周围其他邻近测站的资料进行比较分析,从而判别该要素是否正常^[1-2]。地面气象观测资料的水平空间一致性分析

方法,是地面气象观测资料质量控制工作中常用的方法^[3],其对于分析降水、风等内部一致性比较差的要素具有重要的作用,也是对单要素(或观测项目较少,不能进行内部一致性分析)区域自动站观测资料进行质量控制的唯一有效方法。目前使用较多的空间一致性分析方法有空间插值方法^[4]、空间回归检验法^[5]、气候统计比较法^[6,9]、Madsen-Allerupt^[7]方法等。这些分析方法都有一个共同的特点,即假设

* 中国气象局气象新技术推广项目(CMATG2009MS49)资助
2009年5月25日收稿; 2009年11月25日收修定稿
第一作者:何志军,主要从事气象探测工作. Email:hzj58477@163.com

被检站与邻近站都处于同一天气系统中。但事实上,某一个站在某一时刻可能与邻近站不在同一天气系统中,特别是在雷暴等小尺度天气系统影响时经常有这种情况^[8]。这种情形下,使用上述空间一致性分析进行实时资料分析时就极易造成错误的判断。如果使用上述空间一致性分析方法,将被检测站的资料与其周围四个不同方位上的邻近站资料分别进行分析,然后再进行综合分析判断,就可克服上述的缺陷。下面就如何采用这种方法来实现水平空间一致性检验进行论述。

1 水平空间四方位划分方法

1.1 水平空间网格设计

为了进行四方位水平空间一致性综合分析,需要将检测站四周一定范围内的水平空间进行网格化处理。网格的分辨率(即网格内每一单元的空间尺度)应大于该区域气象站的布点密度。如果该区域内气象站之间的最小距离为 10 km,则网格分辨率可设为 9 km 或更小。一般情况下气象站的布点密度不会小于 5 km,所以网格密度一般可设置为 3~4 km。

1.2 水平空间四方位分割

水平空间网格化设计确定后,需要以被检站为中心点,将其四周一定范围内的水平空间合理地划分四个方位。四方位分割法如图 1 所示,图 1 中的符号 A 为被检站所在位置。

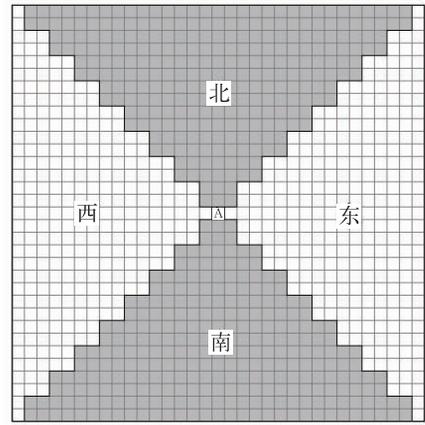


图 1 水平空间四方位分割示意图
Fig. 1 The 4-direction splitting of horizontal space

1.3 水平空间比较范围的确定

水平空间比较范围的大小根据不同的被检要素来确定,对于强降水、大风等局地性明显的要素,可以将被检站四周 30 km 区域作为比较范围;对于气温、气压等局地性不很明显的要素,可以将被检站四周 50 km 区域作为比较范围。在具体确定水平空间比较范围时,还应根据当地自动气象站的分布密度进行适当调整,同时各个方位的区域大小可以不一致,以确保每一方位上有足够的邻近站个数。

2 四方位水平空间一致性综合分析的原理

图 2 所示为被检站与天气系统的典型位置关系

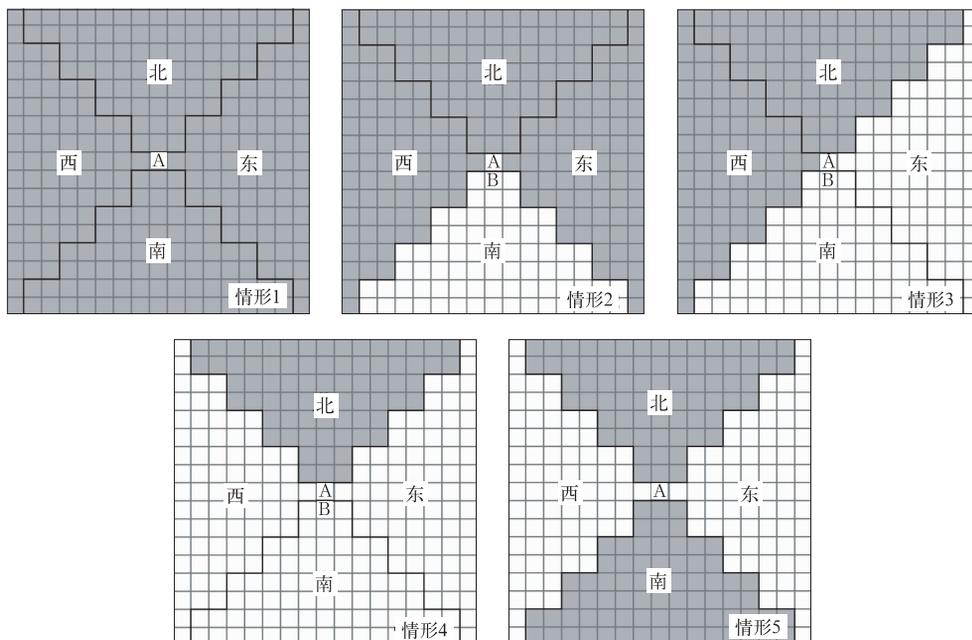


图 2 被检站与天气系统的典型位置关系示意图

Fig. 2 The configuration of the inspected station and the typical location of weather systems

系。其中阴影部分表示受某一天气系统影响的区域。符号 A 表示处于该天气系统边缘,并已经受该天气系统影响的被检站;符号 B 表示处于该天气系统边缘,但未受该天气系统影响的被检站。

从图 2 中可知,如果采用一般的空间一致性分析方法,则在“情形 1”的情况下对被检站资料的可信度能作出较准确的判断,但在“情形 2”至“情形 5”的情况下其判断往往会发生错误。如果将被检站四周的邻近站根据其所处的方位分为 4 个方位组,然后将被检站与每一个方位组中的邻近站分别进行空间一致性分析,从而获得 4 个分析结果,再根据这 4 个分析结果进行综合分析,就可对被检站的资料作出较准确的判断。综合分析的参考规则如下:

(1) 如果连续 2 个以上方位组的资料与被检站资料的空间一致性较好,则认为被检站资料可信。

(2) 如果只有 1 个方位组的资料与被检站资料的空间一致性较好,并且都是强降水或大风,则可以认为被检站资料可信,否则认为是可疑。

(3) 如果方位相差 180 度的 2 个方位组的资料与被检站资料的空间一致性较好(如图 2 中的“情形 5”),并且都是强降水或大风,则可认为被检站资料可信,否则认为是可疑。

上述四方位水平空间一致性综合分析的效果,决定于其所采用的基本空间一致性分析方法的效果。如果所采用的基本空间一致性分析方法,在被检站与邻近站都处于同一天气系统影响下时(即图 2 中的“情形 1”)其分析效果较好,则在四方位水平空间一致性综合分析时具有同样的效果,因为它避免了由于天气系统边缘气象要素分布不连续对基本空间一致性分析效果的影响。

3 实例分析

3.1 实例分析 1

2009 年 2 月 19 日上午,浙江省中、南部地区受地面暖气流影响,气温异常高,达 20 多度。但从中午 14 时起,受冷空气影响,气温剧降。其中浙江中部的尖山自动气象站,14 时气温升至 23.3 °C,而到 17 时气温降至 11.7 °C。17 时,冷空气锋面已过尖山站,而尖山以南尚未受冷空气影响,所以在尖山附近的气温分布呈现明显的不连续现象。图 3 是尖山站附近 12—17 时的气温变化情况。

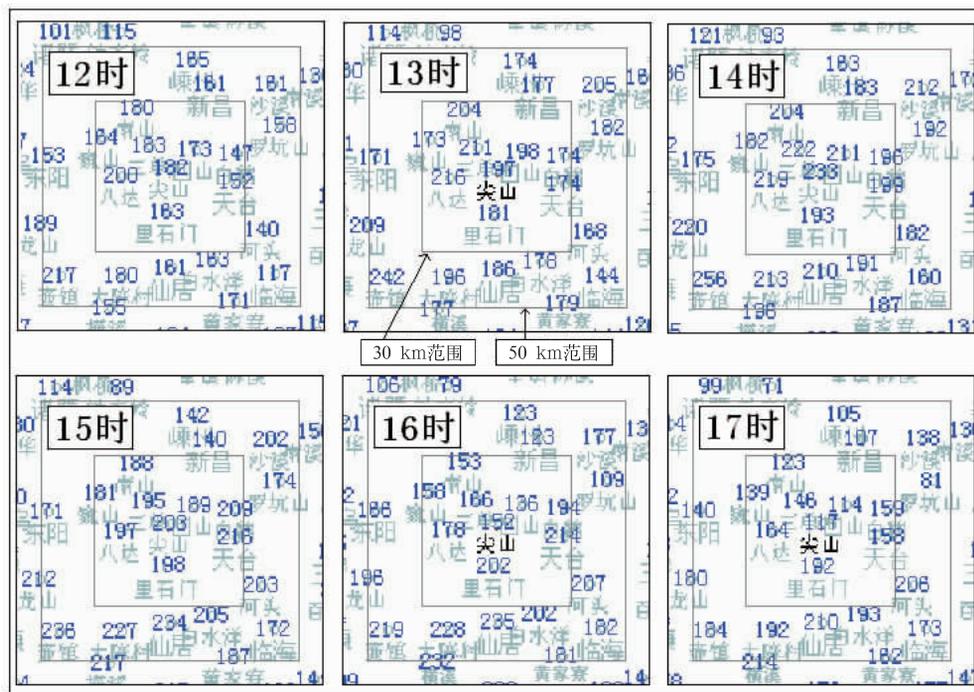


图 3 2009 年 2 月 19 日 12—17 时尖山站附近气温分布情况

Fig. 3 The temperature distribution around the Jianshan Station during 12:00—17:00 BT 19 February 2009

下面采用 Madsen-Allerupt 方法对尖山站气温资料进行分析。Madsen-Allerupt 方法是通过对被

检站周围若干邻近站同一时刻的某要素观测值进行由小到大排序,利用排序后的 1/4、2/4、3/4 分位值,

计算标志值 T_{it} , 计算方法如下:

$$T_{it} = (X_{it} - Q_{i,2/4}) / (Q_{i,3/4} - Q_{i,1/4})$$

其中 X_{it} 为被检站 t 时刻某要素观测值, $Q_{i,1/4}$ 、 $Q_{i,2/4}$ 、 $Q_{i,3/4}$ 为邻近站 t 时刻该要素观测值进行由小到大排序后的 1/4、2/4、3/4 分位值。

当 T_{it} 的绝对值超过某一规定值时, 认为 X_{it} 值

可疑。

首先采用一般的做法, 取尖山站附近 60×60 km 范围内(即距被检站 30 km 内)的南山、巍山、三单、回山、白鹤、八达、天台、里石门等 8 个站作为比较站。将这 8 个站 12—17 时的气温资料分别进行从小到大排序, 见表 1。

表 1 尖山站附近 8 个比较站的各时次气温(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Table 1 The temperature data of eight comparative stations which are near Jianshan Station at each time-level (unit: $^{\circ}\text{C}$)

时间	最小值	—	1/4 分位值	—	2/4 分位值	—	3/4 分位值	最大值
12 时	14.7	15.2	16.3	16.4	17.3	18.0	18.3	20.0
13 时	17.3	17.4	17.4	18.1	19.8	20.4	21.1	21.6
14 时	18.2	19.3	19.6	19.9	20.4	21.1	21.9	22.2
15 时	18.1	18.8	18.9	19.5	19.7	19.8	20.9	21.6
16 时	13.6	15.3	15.8	16.6	17.8	19.4	20.2	21.4
17 时	11.4	12.3	13.9	14.6	15.8	15.9	16.4	19.2

12—17 时, 尖山站实测气温分别为 18.2、19.7、23.3、20.3、15.2、11.7。根据 Madsen-Allerupt 计算方法得到各时次的标志值 T_{it} 如下:

$$12 \text{ 时: } T_{it} = (18.2 - 17.3) / (18.3 - 16.3) = 0.45$$

$$13 \text{ 时: } T_{it} = (19.7 - 19.8) / (21.1 - 17.4) = -0.03$$

$$14 \text{ 时: } T_{it} = (23.3 - 20.4) / (21.9 - 19.6) = 1.26$$

$$15 \text{ 时: } T_{it} = (20.3 - 19.7) / (20.9 - 18.9) = 0.30$$

$$16 \text{ 时: } T_{it} = (15.2 - 17.8) / (20.2 - 15.8) = -0.59$$

$$17 \text{ 时: } T_{it} = (11.7 - 15.8) / (16.4 - 13.9) = -1.64$$

从计算结果分析, 在通常情况下尖山站的 $|T_{it}|$ 值小于 1.00。14 时, 附近各站 1 小时内气温上升 $1.0 \sim 2.0^{\circ}\text{C}$, 而尖山站气温异常地上升 3.6°C , 就是在这种情况下 14 时的 T_{it} 值也只有 1.26。所以, 如果用 1.50 的 $|T_{it}|$ 值去检验 17 时的气温, 就会认为尖山站 17 时的气温是可疑的。

下面采用四方位综合分析方法, 对 17 时尖山站的实测气温进行检验。采用四方位综合分析时, 因为被检站处于各方位组的边缘, 所以应在更大些的区域内确定比较站, 同时 T_{it} 的最大值也应该适当放宽。现在取尖山站附近 100×100 km 范围内(即距被检站 50 km 内)的嵊州、新昌、南山、三单、回山等 5 个站作为北方组; 沙溪、白鹤、罗坑山、天台、河头、临海等 6 个站作为东方组; 里石门、白水洋、大陈村、黄家寮、横溪、仙居等 6 个站作为南方组; 巍山、八达、东阳、龙山、壶镇等 5 个站作为西方组。将这四个组 17 时的气温资料分别进行从小到大排序, 并分别计算 T_{it} , 见表 2。

从表 2 可知, 17 时尖山站实测气温资料与北、东、西 3 个方位上的邻近站同时刻的气温资料具有较好的空间一致性, 而与南方一组的邻近站气温资料的空间一致性较差, 其 $|T_{it}|$ 高达 4.22。通过对 4 个 $|T_{it}|$ 值的综合分析后可以确定, 尖山站因受冷空气影响而使气温剧降, 而其南面还没有受冷空气影响, 尖山站处于冷空气锋面的边缘, 所以尖山站 17 时的气温应为正常。

表 2 尖山站附近四方位组各时次气温资料(单位: $^{\circ}\text{C}$)及 T_{it} 值

Table 2 The temperature data and T_{it} values in four directions which are near Jianshan Station at each time-level (unit: $^{\circ}\text{C}$)

时间	最小值	1/4 分位值	—	2/4 分位值	3/4 分位值	最大值	T_{it} 值
北方组	10.5	10.7	—	11.4	12.3	14.6	0.19
东方组	8.1	13.8	15.8	15.9	17.3	20.6	-1.20
南方组	16.2	19.2	19.2	19.3	21.0	21.4	-4.22
西方组	13.9	14.0	—	16.4	18.0	18.4	-1.18

3.2 实例分析 2

本例采用四方位水平空间一致性综合分析方法,对降水资料空间一致性的人工经验分析方法进

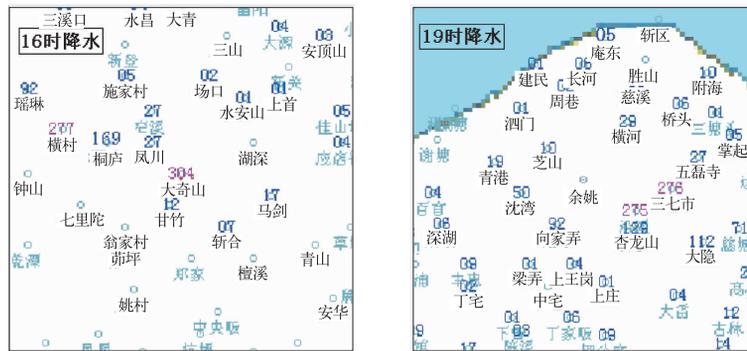


图 4 2008 年 8 月 25 日 16、19 时大奇山及余姚附近降水分布情况(单位:mm)
Fig. 4 The precipitation distribution of the Daqishan Station at 1600 BT (a)
and that of the Yuyao Station at 1900 BT(b), 25 August 2008 (unit:mm)

根据图 4 所示,大奇山测站 16 时的降水量为 30.4 mm。采用四方位水平空间一致性综合分析方法,可以判别出该站的降水量与其北、东、南 3 个方位上的邻近站降水量的空间一致性较差,而与其西面方位上的几个邻近站降水量的空间一致性较好,所以根据经验判断,大奇山测站的 16 时降水量是可信的。事实上,该日 16 时在横村附近出现局地性热雷暴天气,并产生强降水现象,雷暴自西向东移动,在横村、桐庐、大奇山一带产生强降水现象。

在图 4 中,余姚站 19 时无降水,而该站四周多数邻近站均有降水,邻近站的降水情况统计见表 3。

从表 3 可知,余姚站各方位上有降水的测站数均占该方位内总测站数的二分之一以上,且东、南、西 3 个方位上的平均降水量大于 1.0 mm,根据经验,余姚测站的 19 时降水量是可疑的。事实上,余姚站该日 19 时的降水量为 9.2 mm,因网络等原因而未上传资料。

表 3 余姚站附近四方位上邻近站 19 时降水量
Table 3 The rainfall statistics of four directions of the stations which are near Yuyao Station at 1900 BT

方位	有降水的测站数	各站平均降水量/mm	无降水的测站数
北	7	0.7	2
东	11	7.4	0
南	12	2.3	1
西	7	1.4	2

4 小 结

(1) 利用该方法,在冷空气或雷暴等天气系统影响下,当气象资料的水平空间分布出现明显的不连续现象时,可以降低气象资料的误检率。特别是

行模拟。图 4 是 2008 年 8 月 25 日 16 时和 19 时大奇山及余姚附近 30 km 范围内的 1 小时降水量分布情况。

在局地性强降水和极端异常天气发生时,可明显提高实时质量控制的准确率。

(2) 对浙江省 76 个自动气象站的气温和降水资料进行实时质量控制试验,经过 3 个月的试验,气温资料误检率为 0.05%,错误气温资料检出率为 100%;降水资料误检率为 0.03%,降水资料检出率为 100%。

(3) 上述采用四方位统一的对称划分方法,这对综合分析效果有一定影响。如果能根据邻近站的不同地理状况进行不对称的方位划分,则可提高综合分析能力,这需要今后进一步研究和改进。

参考文献

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003:1-151.
- [2] 任芝花,熊安元. 地面自动站观测资料三级质量控制业务系统的研制[J]. 气象,2007,33(1):19-24.
- [3] 王新华,罗四维,刘小宁,等. 国家级地面自动站 A 文件质量控制方法及软件开发[J]. 气象,2006,32(3):108-113.
- [4] 王海军,杨志彪,杨德才,等. 自动气象站实时资料自动质量控制方法及应用[J]. 气象,2007,33(10):102-109.
- [5] 刘小宁,鞠晓慧,范邵华. 空间回归检验方法在气象资料质量检验中的应用[J]. 应用气象学报,2006,17(1):37-43.
- [6] 窦以文,屈玉贵,陶士伟,等. 北京自动气象站实时数据质量控制应用[J]. 气象,2008,34(8):77-82.
- [7] 熊安元. 北欧气象观测资料的质量控制[J]. 气象科技,2003,31(5):314-320.
- [8] 张蕾,毛夏. 灾害性天气过程中气象要素小尺度水平梯度分析[J]. 气象,2008,34(10):12-19.
- [9] 陶士伟,郝民,赵琳娜. AMDAR 观测资料分析及质量控制[J]. 气象,2009,35(12):65-73.