

文章编号: 2096-1618(2019)04-0342-04

# 一种新的气象数据分析和误差诊断方法

贺南<sup>1</sup>, 文斌<sup>2</sup>, 陈乐<sup>1</sup>, 李嘉乐<sup>2</sup>

(1. 温江气象局, 四川 成都 610225; 2. 成都信息工程大学, 四川 成都 610225)

**摘要:**各地气象部门在长期的观测业务中已积累了海量数据,需要高效手段开展再开发应用。另一方面,高密度的自动观测站点建设已改变了气象要素采集的时空格局,站点间以气候代表性建立的关联,已转变为很强的可同比的网格化关联,这就为高精度的气候演化计算打下了坚实的数据基础。为了适应这样的应用,高效保障数据的可靠性和可比性,介绍在近期相关研发工作中,设计的一种关于两个有效相关观测站点间,日最低气温差值与出现频次,关联气温等多种气象要素,检查数据可比性,发掘其内在规律的分析方法。介绍了数据基础的建立、要素自然逻辑关系的拟合演算和检验方法,并为进一步评估分析提供了客观检验结果。

**关键词:**日最低气温;差值;多要素;关联;规律;验证

**中图分类号:** TN911.6                      **文献标志码:** A

**doi:** 10. 16836/j. cnki. jcuit. 2019. 04. 003

天气稳定时,日最低气温是大气昼夜能量收支的重要结果量,两个相干站点间的日最低气温差值包含气候、天气和测量系统的丰富信息,这些信息对应用研究或理论研究都具有重要价值,而这类信息的萃取质量、相干性判断需要研究新的分析技术支撑<sup>[1]</sup>。

常用的以温度为对象的分析方法有平均气温差值分析方法、气温与时空关联分析方法等,对温度进行了有效的分析运用<sup>[2]</sup>。但这些方法都是基于客观条件生成的弱相干样本,或使用单一要素开展统计、研究,其因果关系的建立会受到干扰,应用时效性和分析精度也会受到限制,从而削弱了应有的实用成效。

研究分析的数据是成都地区9个国家站、10个区域自动站所采集的气象数据。成都地区地处相对封闭的盆地平原,平稳的气候条件,天然形成了分析日最低气温生成机理的准绝热环境,对提取日最低气温内涵规律十分有利<sup>[3]</sup>。通过大量分析本地站点资料,将日最低气温(后文“最低气温”均为日最低)差值作为“要素”,从“信号”角度研究最低气温差值的分布规律,建立“差值\频次”关联多种要素和气候记录的基础分析方法。

表1 1986年彭州、温江两站冬季最低温度差值

差值档位	...	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	...	$\sum_{i=1}^A (Ta - Tb)_i$
出现频次	...	8	9	9	14	6	3	4	5	3	...	

两个相干站点最低温度的逐日差值,以0.1℃档差值归类后,分布特性具有一定规律;出现的频次值受距离影响,但也有例外;有明显的季节差异;长序列接

## 1 基础分析方法的建立

介绍适于的主要资料整理方法;建立分析运算的技术线路。分析资料为成都地区9个国家气候站48 a逐日历史资料,10个区域自动站2017年原始资料。

### 1.1 最低温度差值的样本整理

成都地区位于盆地,湿度较大,日照较少,静夜较多。在准静态条件一下,相邻两站点气温差出现趋众值<sup>[4]</sup>。利用这个特点,将差值数据以0.1℃为步进档,对各档出现频次进行归档整理,构成温差值关联出现频次的分析序列。将序列记为A集(全年 $A \approx 365$ 或季节 $A \approx 92$ ),各级温度(档)数据归于 $A_i, A_i \in A$ 。季节分析序列采用42档( $i=42$ ),年值分析序列采用56档( $i=56$ ),样本覆盖90%以上。表1为1986年彭州-温江两地冬季样本最低温度差值结果。图1为温江、彭州、蒲江3站在不同时间段最低温度差及分档频次图。

近正态分布。

### 1.2 差值与频率分析的工具表、解析图和关键参数

一组相干的序列排列形成分析工具表和解析图。如:温江站与蒲江站组合,对比2010年迁站前后变化,形成分析如图2所示。

收稿日期:2018-12-28  
基金项目:四川省科学技术厅科技支撑计划重点资助项目(2018NZ0051)

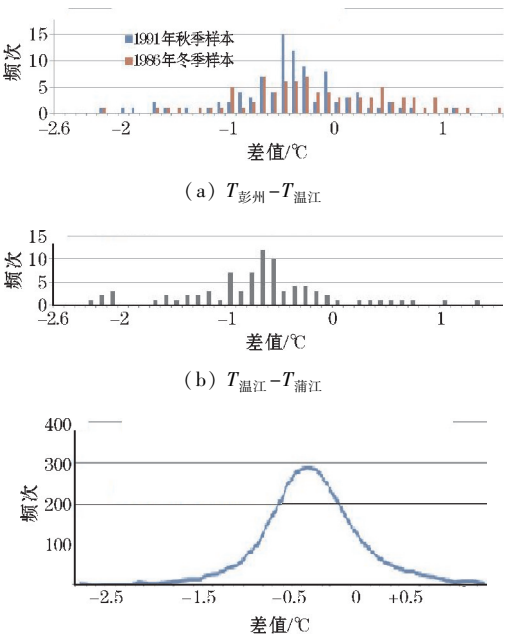


图 1 相干站点最低温度的逐日差值、分布特性展示

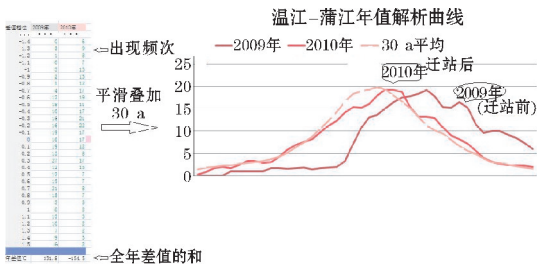


图 2 差值与频率关联图

1.2.1 主要分析参数:

(1)中分位 g。样本均分的档位。曲线接近标准正态分布时,取频次最大值所在档位<sup>[5]</sup>;曲线不标准时,取 A/2 数据位所对应档位,如季序列样本数为 92,则取累积第 46 位次左右档位为中分位。

(2)特征区 B。中分位±0.2℃档位对应的数据区域。(距离10 km内的区域站点,设定中分位±0.1℃档位对应的数据区域<sup>[6]</sup>)。

(3)特征频次 F。特征区所包含的 5 档温差对应频次值的平均值。

1.2.2 主要分析参数的属性:

(1)中分位 g 是依据标准资料样本特点设置的分析参照点,通常中分位 g 波动量有限,剧烈跳变与某些异常有关,如 2003-2009 年温江站环境有异常(图 3)。

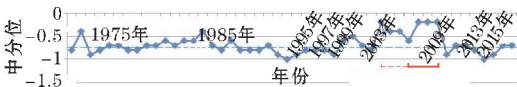


图 3 温江、蒲江 48 a 中分位波动图

(2)特征区 B 的频次值和图形特征,与样本序列所处气候背景的某些因素相关<sup>[7]</sup>。在成都地区,大部

分位于特征区 B 的温差值,与阴雨霜露观测记录有频次对应关系;大部分非特征区的温差值,与日照观测记录有频次对应关系。图 4 为主要分析参数示意图。

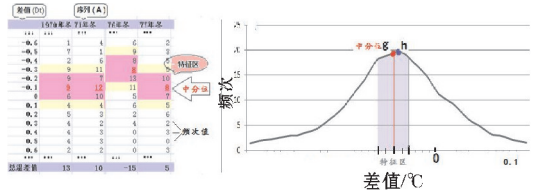


图 4 主要分析参数示意图

2 特征区 F 值同光温水要素拟合计算与验证

2.1 计算关系式

为验证和分析特征区 B 的内涵,同时寻求其计算特性,通过对本地大量观测记录的分析,关联最低温度各档差值出现频次,提取特征区的平均出现频次值 F,与日照数、最低温度值和相对湿度值的无量纲拟合计算式为

F = λ + βln [ 100 ∑ (Ui · Ti) / ( ∑ Ri )^γ ] (1)

其中:λ 是霜、露的补偿值(因本地冰点的样本不足无法准确跟踪,检验计算时省略);β 是两站址距离等固化因素决定的倍率系数;Ui 为当日相对湿度两站中间值,Ti 为当日最低气温两站平均值;Ri 为日照平均值,γ 为日照效率的拟合值<sup>[8]</sup>。成都地区的季(92 d)样本时 γ = 1.7。

2.2 计算检验

计算检验算式:

F = 4.11ln [ 100 ∑ (Ui · Ti) / ( ∑ Ri )^1.7 ] (彭州、温江 1970-2002 年) (2)

F = 4.26ln [ 100 ∑ (Ui · Ti) / ( ∑ Ri )^1.7 ] (大邑、崇州) (3)

2.2.1 检验样本

以本地资料每 3 个月为一个序列,跨年连续同比,为削弱迁站时间节点干扰,未使用标准季节划分,以

11、12 月和次年 1 月为冬季样本。检验使用彭州站配对温江站 1970–2002 年稳定观测期33 a的 132 个序列样本和 2004 –2017 年,两站观测环境交替巨变期间 55 个连续样本(该时段  $\beta$  值需调整为 3.3)。大邑站配对崇州站 1970 年到 1998 年的每个春季 29 个连续样本。合计 216 个序列。

2.2.2 检验方式与内容

计算检验两项内容:(1)跨年同比,检查计算出的  $F$  值与实际统计的  $F$  值变化趋势是否同步,以检验计算关系的可信度。(2)对比  $F$  计算值与实际统计值的偏差,评判计算的准确度。

2.2.3 检验结果一

216 个检查点趋势符合 183 个,不符合 33 个,图 5~8 显示,超过 80% 的检查点可连续跟随  $F$  值跨年度变化趋势。

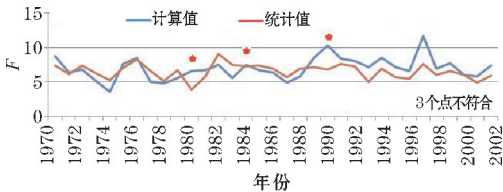


图5 彭州、温江 1970–2002 年春季样本  $F$  值对比图

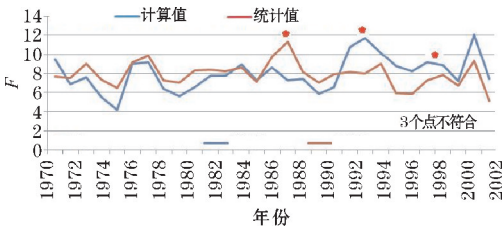


图6 彭州、大邑 1970–1998 年春季样本  $F$  值对比图

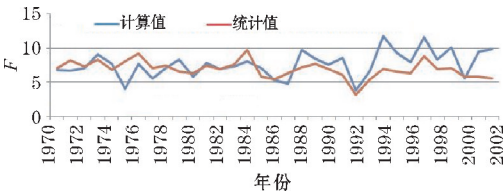


图7 彭州、温江 1970–2002 年 11、12 月及次年 1 月样本  $F$  值对比图

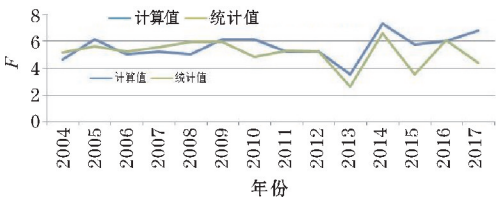


图8 彭州、温江 2004–2017 年 2、3、4 月样本  $F$  值对比图

2.2.4 检验结果二

与实际统计数据对比时,计算值的误差四季有所不同,冬春季误差大,45% 的样本计算误差优于  $\pm 15\%$ ,75% 的样本计算误差满足  $\pm 25\%$ ;夏秋季,70% 的样本计算误差优于  $\pm 15\%$ ,80% 的样本计算误差满足  $\pm 25\%$ 。综合值域范围(2 ~ 15 次)和趋势跟随,计算值较可靠(图 9)。

彭州-温江	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
计算值	4.74	3.52	7.33	5.65	7.69	4.99	1.90	5.36	7.06	5.32	5.71	7.70	6.82	7.33
统计值	7.02	5.12	7.2	8.3	6.74	7.36	9.08	6.92	7.38	6.44	6.3	5.4	6.89	7.44
误差	-2.28	-1.6	0.1	-2.65	0.95	-2.37	-7.18	0.44	0.64	0.3	0.4	2.3	0.93	-0.11
彭州-大邑	6.1	6.4	7.5	7.04	7.2	6.6	7.5	6.3	6.8	8.5	7.25	7.7	7.7	6.4
计算值	7.04	7.22	7.1	6.40	7.49	7.4	7.2	6.3	7	7.25	6.14	6.26	6.36	6.04
统计值	1.29	1.14	3.9	2.9	4.5	1.03	4.8	6.9	7	1.78	1.14	2.9	2.19	6.9
误差	-5.75	-6.08	-3.4	-4.4	-2.99	-6.4	-1.2	-0.6	0.25	5.5	5.1	4.56	4.17	-0.64
彭州-永宁	8.8	6.4	6.9	5.22	3.4	7.40	3.5	5.03	4.06	5.6	6.69	6.8	7.5	5.6
计算值	7.46	3.12	7.38	6.3	5.09	7.04	6.28	6.62	5.12	6.7	3.9	5.32	6.1	7.40
统计值	1.95	3.28	1.74	3.22	2.5	2.9	2.48	2.9	1.95	7.15	1.74	1.78	2.9	2.5
误差	-6.51	-3.16	5.64	2.88	2.59	4.06	3.7	3.66	3.17	-1.45	4.95	4.72	3.32	4.9
彭州-龙泉驿	9.464	6.964	7.532	5.512	4.18	2.0160	9.3728	6.246	5.636	6.12200	1.654	7.1485	6.3024	7.28
计算值	7.64	7.1	6.86	7.3	6.44	9.16	9.06	7.21	7	8.3	6.38	6.22	6.6	7.1
统计值	1.46	2.9	1.9	2.48	2.55	2.5	7.9	1.33	2.06	2.18	1.5	3.6	4.9	3.6
误差	-6.18	-4.2	-4.96	-4.18	-3.74	-7.15	1.75	5.88	4.82	6.12	4.88	2.62	1.6	3.5

图9 对比数据局部图

误差分析:由于计算式未能引入霜露点潜热影响因子,造成冬季误差较大;为了观察,没有按季节修正计算系数,保留了拟合误差;中分位选取受 0.1℃ 档位分辨率限制,存在取值误差;存在反常规的光温水组合;为凸出差错,没有选用较稳定的逐季连续样本和年样本(四季平均求得),全部为跨年同比结果<sup>[9]</sup>。

综合小结:两个观测站点间最低温度差值的分布序列中,存在与光温水要素密切相关的特征区,其中特征差值的出现频次  $F$ ,具备推演计算条件;由于较强  $F$  值需要,对比的两个站点在天气系统有较强( $F>5$ )时空关联时序。同时要求两站观测下旬面等条件一致<sup>[10]</sup>。 $F$  值可直观判断两个站点的最低气温可比性(表 2、表 3)。

表2 站点组合的某时段  $F$  值(92 天序列)

站名	温江-蒲江	温江-彭州	温江-永宁	温江-龙泉驿	龙泉驿-清泉	S1004-S1001	大邑-崇州
$F$ 值	5.3	8.5	11.1	4.7	4.0	7.5	8.1

表3 数据可比性异常示例

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$F$ 值	10.4	11.4	10.2	5.4	5.6	5.8	4.4	8.2	2.6	2.4	2.4

推论:由于计算关系成立,在成都地区忽略霜露影响时, $F$  值是滞留能量与输入能量比值的函数; $F$  值加大则数据更趋中,两站温差相应减小(相对趋中

值),此时设其他条件不变,则两站点所处区域的近地大气存留能量增加。



### 3 结束语

在成都湿润的盆地平原,双站日最低气温差值普遍存在可用规律。其中差值分档累计的出现频率可直观体现站点可比性,这对有关研究的样本萃取很重要;频次值可以计算,在与实测值比对分析中有气候波动信号存在,需要深入研究;分析结果的取得,依靠了本地站点突出的可比性,这种可比性依靠站点间紧密的时间和系统关联,相比有效站点定义更严格,因此可比站点间可进行精细的数据质量自动控制,也可进行高精度数据补偿运算,改变现行的“疑误判断”型数据质量控制,建立“误差校正”型工程级数据管理体系。介绍了差值-频次分析基础方法,但后续开发已表明,这一技术线路在智能化数据质量控制、局部气温变化真值的有效测控以及农用量具智能化校准机制等工程应用领域,已显现出独特的运用价值。

### 参考文献:

- [1] 郭春霞,栗忠魁,诸云强,等.局部回归克里格在气温栅格化中的应用[J].首都师范大学学报(自然科学版),2016,37(6):85-92.
- [2] 贾红莉.不同下垫面对气温观测的影响分析[J].南方农业,2016,10(9):220-221.
- [3] 马顺刚,张敏,夏传清,等.基于影响因素近似的气象要素特征值分析统计[J].水力发电,2014,40(12):16-19.

- [4] 张学文,马力.大气的热力学总熵[J].大气科学,1992(3):339-344.
- [5] 于杨,朱晨,赵琦,等.全球地面气温和降水定时值数据整合与初步质量控制[J].气象与环境学报,2016,32(6):94-101.
- [6] 潘江萍.浏阳站自动观测与人工观测温度数据差值对比分析[A].中国气象学会.第28届中国气象学会年会——SI第四届气象综合探测技术研讨会[C].中国气象学会:中国气象学会,2011:3.
- [7] 陆占东.地面气象观测数据异常处理与对策探究[J].科技风,2019(5):127.
- [8] 黄英华,马永忠.综合气象观测业务管理控制要点[J].南方农机,2019,50(2):50.
- [9] 高健.气象观测数据传输的影响因素定性分析[J].科技风,2019(3):121-122.
- [10] 武晋雯,冯锐,纪瑞鹏,等.农作物气象保障服务平台研究进展与存在的问题[J].地理空间信息,2019,17(1):10-13.
- [11] 王正,支蓉,封国林,等.典型场选取对多要素气候态相似季节划分的影响[J].气候变化研究进展,2018,14(4):350-361.
- [12] 刘恒,孟瑞丽,徐佳棋,等.多要素自动气象站教学实验设计[J].中国现代教育装备,2017(21):5-8.
- [13] 王金东.基于气象要素评估结果的数据质量控制系统设计[D].济南:齐鲁工业大学,2016.
- [14] 桑秋璐.气象自动站对历史资料的连续性影响[J].北京农业,2013(27):129-130.

## The Fundamental Analysis Method of the Singnal of Difference of Daily Minimun Temperature

HE Nan<sup>1</sup>, WEN Bin<sup>2</sup>, CHEN Le<sup>1</sup>, LI Jiale<sup>2</sup>

(1. Wenjiang Meteorological Bureau, Chengdu 610225, China; 2. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** Meteorological departments in various places have accumulated a large amount of data in long-term observation business, and need efficient means to carry out redevelopment and application. On the other hand, the construction of high-density automatic observation stations has changed the spatial and temporal pattern of meteorological elements collection. The established relationship has been transformed into a strong year-on-year gridded association, which has laid a solid data foundation for high-precision climate evolution calculations. In order to adapt to such applications and ensure the reliability and comparability of data efficiently. This paper introduces a variety of meteorological elements such as the difference between the daily minimum temperature and the frequency of occurrence, the correlation of light and temperature, and the like, and the intrinsic regularity of the data. The analytical method is designed. The establishment of the data foundation, the fitting calculus and test methods of the natural logic relationship of the elements are introduced, and objective test results are provided for further evaluation and analysis.

**Keywords:** daily minimum temperature; difference; multiple elements; association; law; verification