

# 宁夏年气温资料的均一性检验研究

张 智<sup>1,2</sup> 林 莉<sup>1</sup> 梁 培<sup>1</sup> 陈玉华<sup>1</sup>

(1. 宁夏气象信息中心, 银川 750002; 2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室)

**提 要:** 选取宁夏 24 个气象站从建站到 2006 年年平均气温资料, 采用 Potter 检验法对年气温资料进行均一性检验。结果表明: 宁夏有 9 个测站年气温资料存在间断点, 有 15 个测站无间断点; 间断点主要集中在 2001—2006 年, 共有 7 个, 占总数的 77.8%, 其中有 6 个测站是因为站址迁移造成的; 20 世纪 50 年代测站的迁移最频繁, 迁移次数不是造成年平均气温序列非均一性的直接原因, 迁移前后测站环境的显著改变是主要因素, 测站未迁移但测站环境城镇化变化也是因素之一。

**关键词:** 年平均气温 均一性 Potter 法 环境变化

## The Study of Homogeneity Test on the Annual Mean Temperature in Ningxia

Zhang Zhi<sup>1,2</sup> Lin Li<sup>1</sup> Liang Pei<sup>1</sup> Chen Yuhua<sup>1</sup>

(1. Ningxia Meteorological Information Center, Yinchuan 750002;

2. Ningxia Key Laboratory of Meteorological Disasters Preventing and Reducing)

**Abstract:** By the use of annual mean temperature data of 24 meteorological stations in Ningxia, the homogeneity test was studied for annual mean temperature time series with the Potter method. The results showed that among the 24 series, the 9 series were inhomogeneous, and the other 15 series were homogeneous. The discontinuous points were mainly found in the years 2001—2006 and altogether had 7 discontinuous points (77.8%), in which 6 inhomogeneous series were caused by relocated stations. Stations were relocated frequently in the 1950s, but the times of relocated station were not the main causation of inhomogeneous series, and the environment changes of relocated station were the main factors. Moreover, the environment townish change of a station was also one of the factors, even though the station does not move.

**Key Words:** annual mean temperature homogeneity Potter method environment change

项目资助: 国家科技部“气象科学数据共享中心(2005DKA31700-06-28)”、宁夏气象局“宁夏气温资料均一性检验方法的研究”共同资助

收稿日期: 2008 年 12 月 3 日; 修定稿日期: 2009 年 5 月 4 日

## 引 言

气候变化已成为社会发展中被公众广泛关注的问题,而气候变化研究和气候预测研究的基础是能准确反映气候实际变化的均一性气候序列。均一性的气候资料是指测站得到的气象资料序列仅仅是气候实际变化的反映,它只反映了大气环境变化的信息。但在气候资料观测过程中,由于测站位置的迁移、周围环境的变化、观测仪器的变动、观测时次的改变等,都可能使观测得到的气候资料发生改变,破坏了资料序列的均一性<sup>[1]</sup>。

国外许多学者对气候资料的均一性问题做了研究<sup>[2-5]</sup>,取得了十分重要的进展。国内气象学者对气候资料的均一性研究起步较晚,许多气候变化和气候预测研究没有对使用的气候资料均一性进行说明<sup>[6-14]</sup>,只是近年来才加强气候资料的均一性研究,刘小宁等<sup>[15]</sup>采用比值法研究了年降水量序列的均一性检验方法;宋超辉等<sup>[16]</sup>采用距平累加法和连续  $t$  检验法研究了平均温度序列的均一性检验方法;刘小宁<sup>[17]</sup>采用 SNHT 方法对我国部分台站的年平均风速资料进行了均一性检验;鞠晓慧等<sup>[18]</sup>采用 Potter 方法对我国部分台站的月总辐射资料进行了均一性检验,这些研究均取得了有益的经验 and 结论。

1949 年以来,宁夏先后建立了 20 多个气象台站,已积累了长时期的气温观测数据。但随着社会经济的发展,大多数气象站的观测环境发生了明显的变化,部分站曾迁移过站址,这些变化是否造成宁夏气温资料的非均一性,至今尚未开展过系统的研究。因此,开展宁夏气温资料的均一性检验研究,不仅能给宁夏气温要素做出质量评估,也将为宁夏气象业务研究工作提供准确的气温资料序列。

## 1 资料与方法

选取宁夏 24 个气象站从建站到 2006 年年平均气温资料,全部资料取自宁夏气象档

案馆。年气温序列经正态分布检验<sup>[1]</sup>服从正态分布,采用连续  $t$  检验法<sup>[16]</sup>对各站气温序列进行均一性检验,但序列的间断点均不真实。在此采用 Potter 检验法<sup>[2,16,18]</sup>构造参照序列并进行均一性检验。

首先对每一个被检验站的气温序列计算其与邻近 5 个以上台站序列的相关系数,从中选出 5 个相关系数最高的站,要求相关系数均通过  $\alpha=0.001$  的显著性检验;再计算这 5 个站同一年的平均值作为参照序列;对被检验序列进行检验,当检验统计量超出临界值水平时(显著性水平  $\alpha=0.01$ ),则认为该序列为非均一,对应的间断点即为间断年份;根据间断年份,查阅台站历史档案,判断产生间断的原因及间断的真实性。

## 2 检验结果

用 Potter 检验法对宁夏 24 个气象站气温序列进行均一性检验,从检验的结果(表 1)可以看到,宁夏有 9 个测站的气温序列存在间断点,占总站数的 37.5%;有 15 个测站的气温序列没有出现间断点,占总站数的 62.5%,亦即这 15 个测站的气温资料是均一性的。从间断点出现的年份看,间断点主要集中在 2001—2006 年,共有 7 次,占总数的 77.8%;1999 年和 2000 年分别出现 1 次,分别占总数的 11.1%。

根据文献<sup>[19]</sup>的研究,明显影响平均气温均一性的主要因素是站址迁移和统计方法不同。宁夏年气温序列严格按照《地面气象观测规范》<sup>[20]</sup>统计,统计方法统一。经查存在间断点的 9 个测站台站历史档案中有关观测场地变动情况登记表,以及地面气象记录月报表(气表-1)和年报表(气表-21)中备注栏的有关记录信息,2000 年以后由于各地城镇化的快速发展,部分测站的观测环境遭到破坏,大武口、贺兰、青铜峡、中宁、盐池和同心 6 个测站均在间断点的次年进行了迁移,因此,可以确定这 6 个测站气温序列的非均一性是由于迁站造成的;而陶乐、灵武和固

原 3 个测站查找不到引起非均一性的原因,也没有充分的理由能够确定这 3 个测站气温序列的非均一性。

表 1 宁夏年平均气温序列的均一性检验结果

站名	序列时段	间断点数	间断年份	间断原因
石炭井	1981—2006			
大武口	1972—2006	1	2001	2002 年 1 月 1 日迁站
惠农	1957—2006			
平罗	1960—2006			
陶乐	1959—2006	1	2003	不明
贺兰	1960—2006	1	2004	2005 年 1 月 1 日迁站
银川	1951—2006			
永宁	1951—2006			
灵武	1953—2006	1	2000	不明
吴忠	1960—2006			
青铜峡	1958—2006	1	2004	2005 年 1 月 1 日迁站
中卫	1959—2006			
中宁	1953—2006	1	2002	2003 年 1 月 1 日迁站
盐池	1954—2006	1	2002	2003 年 1 月 1 日迁站
麻黄山	1960—2006			
韦州	1971—2006			
海原	1958—2006			
兴仁	1959—2006			
同心	1955—2006	1	2002	2003 年 1 月 1 日迁站
固原	1957—2006	1	1999	不明
西吉	1958—2006			
六盘山	1971—2006			
隆德	1961—2006			
泾源	1960—2006			

图 1 为存在间断点的盐池站与不存在间断点的银川站年平均气温距平变化图。从图中可以看到,间断年以前(1954—2002 年)两站距平符号变化基本一致,只有 2 年距平符号相反,两站距平只相差 0.2~0.3℃;间断年次年(2003 年)起,两站距平符号变化基本相反,盐池站以负距平为主,两站距平相差 1.0~1.6℃。说明盐池站年平均气温序列在间断年前后存在明显的差异。

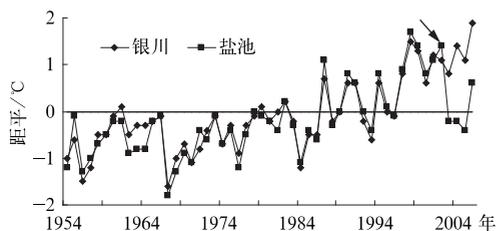


图 1 盐池站与银川站年平均气温距平变化图(箭头为间断年)

### 3 迁站次数分布

图 2 为宁夏各年代平均迁站次数分布图。从图中可以看到,20 世纪 50 年代是迁站最频繁的时期,14 个测站中有 9 个测站迁移了 18 次,平均每个测站迁移了 1.4 次;60 年代 20 个测站中有 6 个测站迁移了 7 次,平均每个测站迁移了 0.4 次;70 年代 23 个测站中有 11 个测站迁移了 13 次,平均每个测站迁移了 0.6 次;80 年代 24 个测站中有 6 个测站迁移了 6 次,平均每个测站迁移了 0.3 次;90 年代 24 个测站均未迁移;2001—2006 年 24 个测站中有 10 个测站迁移了 10 次,平均每个测站迁移了 0.4 次。

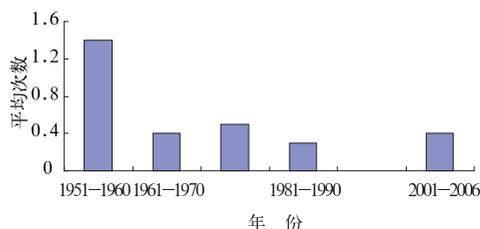


图 2 宁夏各年代平均迁站次数

从上述分析可以看到,宁夏各测站迁移主要集中在 20 世纪 50—70 年代和 2001—2006 年,虽然各测站在 50—70 年代迁移的次数较多,但气温序列均未出现间断点;而 2001—2006 年各测站虽然平均只迁移了 0.4 次,但有 7 个测站的气温序列出现了间断点,说明 2001—2006 年期间迁移前后的测站环境与 50—70 年代迁移前后的测站环境相差较大。

### 4 均一性的影响因素

经查阅宁夏 24 个测站的台站历史档案,发现有 19 个测站曾迁移过,其中最少的迁移 1 次,最多的迁移 7 次;而石炭井、中卫、兴仁、麻黄山、海原、六盘山 6 个测站未迁移,其年气温序列也未出现间断,亦即测站的迁移对年气温序列均一性影响各不相同。

表 2 为宁夏 10 个迁移测站气温序列无

间断点的站址环境变化情况。从表中可以看到,10 个测站迁移的次数和距离各不相同,其中惠农站迁移次数最多,迁移了 7 次、迁移距离超过 12000m,韦州、隆德、泾源站只迁移 1 次,泾源站迁移距离不到 40m,但各站迁移前后的站址环境变化均较小,海拔高度变化也不大,站址周边均比较空旷,说明这些测站的迁移没有影响到气温序列的均一性。

表 2 宁夏 10 个迁移测站的站址环境变化

站名	迁站时间	迁站距离/m	迁站前环境	迁站后环境	高度差/m
惠农	1957	1000	乡村	乡村	-0.5
	1958	7000	乡村	集镇	0.2
	1959	30	集镇	集镇	-0.2
	1961	10	集镇	集镇	0.0
	1973	4500	乡村	乡村	-0.5
	1982	13	乡村	乡村	-0.5
	2002	10	郊外	郊外	1.5
平罗	1963	2000	乡村	乡村	1.0
	2002	70	城镇	城镇	0.0
银川	1952	1000	乡村	乡村	-1.2
	1954	5400	乡村	城郊	-0.8
	1968	100	乡村	乡村	0.0
	1982	120	乡村	乡村	0.0
	2005	940	乡村	乡村	1.5
永宁	1950	500	乡村	乡村	0.2
	1951	1500	乡村	乡村	0.5
	1956	750	乡村	乡村	0.2
	1979	200	乡村	乡村	0.0
吴忠	2004	4306	乡村	广场	-0.5
	1976	400	乡村	乡村	0.2
中卫	1984	20	城郊	城郊	0.0
	1959	600	乡村	乡村	0.2
	1980	120	乡村	乡村	0.0
韦州	1981	30	乡村	乡村	0.0
	1972	1000	乡村	集镇	-0.6
西吉	1959	3800	田野	集镇	-18.7
	1960	100	集镇	集镇	0.0
	1979	4650	集镇	郊外	15.2
隆德	1976	500	城郊	城郊	0.7
泾源	1979	38	城郊	城郊	0.0

表 3 为宁夏 6 个迁移测站气温序列间断点的站址环境变化情况。从表中可以看到,

各测站最多迁移了 3 次、最少迁移了 1 次,但各测站最后一次迁移的站址环境发生了显著改变,均从建筑物和人口密集的“城区”迁移到比较空旷的“郊外”,亦即测站迁移后环境的显著变化造成了气温序列的非均一性。

表 3 宁夏 6 个迁移测站的站址环境变化

站名	迁移时间	迁站距离/m	迁移前环境	迁移后环境	高度差/m
大武口	1979	50	城郊	城郊	0.0
	2002	3400	城区	郊外	11.2
贺兰	1970	50	城郊	城郊	0.0
	2005	1200	城区	郊外	-0.3
青铜峡	1958	15000	乡村	乡村	10.0
	1978	30	城郊	城郊	0.0
	2005	700	城区	郊外	0.7
中宁	1957	1000	乡村	城郊	-10.4
	2003	900	城区	郊外	-1.2
盐池	2003	1630	城区	郊外	1.5
同心	1981	10	城镇	城镇	0.0
	2003	1550	城区	郊外	-7.4

陶乐、灵武、固原 3 个测站 20 世纪 70 年代以后再未进行 50m 以上的迁移,但这 3 个测站气温序列分别在 2003、2000、1999 年出现间断点(表 1),且出现间断点的前后几年均未迁移;陶乐站 2003 年开始使用自动站观测,经对比 2003、2004 年人工与自动站气温观测资料,2003 年人工与自动站年平均气温均为 9.3℃,2004 年均均为 9.4℃,因此,陶乐站气温序列 2003 年出现间断与使用自动站无关。

从陶乐、灵武、固原 3 个测站的环境演变中可以看到(表 4),随着经济发展和城镇的建设,20 世纪 90 年代开始测站的环境逐渐发生变化,测站周边建筑物逐渐增多,各测站已从“郊外”逐步发展为“城郊”或“城镇”,亦即城镇化发展造成的测站环境恶化是气温序

表 4 宁夏 3 个未迁移测站的站址环境变化

站名	70 年代	80 年代	90 年代	间断年	间断年测站环境
陶乐	郊外	郊外	城郊	2003	测站四周建筑物逐渐增多
灵武	农场郊外	农场郊外	农场近郊	2000	测站北侧建筑物逐渐增多
固原	郊外	郊外	城郊	1999	测站四周建筑物逐渐增多

列产生非均一性的因素之一。

由以上分析可知,测站的迁移次数不是造成年气温序列非均一性的直接原因,测站迁移前后站址环境的显著改变是造成年气温序列非均一性的主要因素,测站未迁移但周边环境城镇化变化也是年气温序列产生非均一性的因素之一。

## 5 小结

(1) 用 Potter 检验法对宁夏 24 个测站气温序列进行均一性检验,检验的结果为:有 9 个测站出现了间断点,有 15 个测站无间断点,这 15 个测站的气温序列是均一性的。

(2) 从间断点出现的年份上看,间断点主要集中在 2001—2006 年,共有 7 个,占总数的 77.8%;1999 年和 2000 年分别出现 1 个间断点。由于 2000 年以后各地城镇化的快速发展,测站的观测环境遭到破坏,大武口、贺兰、青铜峡、中宁、盐池和同心 6 个测站均在间断点的次年进行了迁移。

(3) 20 世纪 50 年代迁站最频繁,平均每个测站迁移了 1.4 次,60、70、80、90 年代和 2001—2006 年平均每个测站迁移了 0.4 次、0.5 次、0.3 次、0.0 次、0.4 次,但测站的迁移次数并不是造成年气温序列非均一性的直接原因。

(4) 测站迁移前后站址环境的显著改变是造成气温序列非均一性的主要因素;测站未迁移但周边环境城镇化变化也是年气温序列产生非均一性的因素之一。

(5) 非均一性气温序列已不能准确反映气候的实际变化,应订正后才能用于气候变化研究工作。由于影响气温序列均一性的因素较多<sup>[19]</sup>,订正时应充分考虑测站的区域性气候变化规律,尽可能收集完整的台站历史档案,并采取一定的数学方法进行统计分析,采取主、客观相结合的方法,使均一性订正的结果更加可靠和合理。

**致谢:**感谢刘小宁、李庆祥、鞠晓慧同志的技术指导。

## 参考文献

- [1] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等. 气象应用概率统计学[M]. 北京:气象出版社,1984:38-489.
- [2] Potter k W. Illustration of a new test for detecting a shift in mean precipitation series[J]. Mon Wea Rev, 1981,109(9):2040-2045.
- [3] Alexandresson H. A homogeneity test applied to precipitation data[J]. Int J Climatol, 1986,6:661-675.
- [4] Easterling D R, Peterson T C. A new method for detecting undocumented discontinuities in climatological time series[J]. Int J Climatol, 1995,15:369-377.
- [5] 李庆祥,刘小宁,张洪政,等. 定点观测气候序列的均一性研究[J]. 气象科技,2003,31(1):3-10.
- [6] 林培松,李森,李保生. 近 50 年来海南岛西部气候变化初步研究[J]. 气象,2005,31(2):51-54.
- [7] 魏东岚,周薇. 近 50 年来大连气候变化趋势分析[J]. 气象,2005,31(8):71-73.
- [8] 郭家林,王永波. 近 40 年哈尔滨的气温变化与城市化影响[J]. 气象,2005,31(8):74-76.
- [9] 徐宗学,隋彩虹. 黄河流域平均气温变化趋势分析[J]. 气象,2005,31(11):7-10.
- [10] 姚愚,李晓鹏,闫丽萍,等. 近 44 年云南年平均气温的时空变化特征[J]. 气象,2006,32(10):81-87.
- [11] 白美兰,郝润全,邸瑞琦. 内蒙古东部区近 54 年气候变化对生态环境演变的影响[J]. 气象,2006,32(6):31-36.
- [12] 向辽元,陈星. 近 55 年中国大陆地区气温突变的区域特征和季节特征[J]. 气象,2006,32(6):44-47.
- [13] 马荣田,周雅清,朱俊峰,等. 晋中近 49 年气候变化特征及对水资源的影响[J]. 气象,2007,33(1):107-111.
- [14] 王建兵,王振国,汪桂桂,等. 甘南地区近 40 年气温变化特征[J]. 气象,2007,33(1):112-116.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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(1):27-34.
- [18] 鞠晓慧,屠其璞,李庆祥. 我国太阳总辐射月总量资料的均一性检验及订正[J]. 南京气象学院学报,2006,29(3):336-341.
- [19] WMO. Data format and supporting documentation for WMO Members to Use When Providing Digital Historical Data for GCOS Surface Network Sites to the National Climatic Data Center. 1999.
- [20] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003:104-123.