

佛坪站迁站前后气候资料对比分析及均一性检验

孟 茹¹,杨利霞¹,田耀平²,孟 凯¹ (1. 陕西省汉中市气象局,陕西汉中 723000;2. 陕西省佛坪县气象局,陕西佛坪 723400)

摘要 统计分析佛坪县气象站迁站前30年和后11年的主要气象要素差异及特征,建立参考序列,运用回归分析的方法,对佛坪站气温资料序列进行了均一化检验。结果表明,佛坪新旧站址的地理位置差异、海拔高度落差大是造成佛坪站气候资料序列非均一性的主要原因;气温、风向、风速、气压等对台站的迁移比较敏感,大风、霜冻日数受台站地理位置的变化影响较大;迁站后,佛坪平均气温新址较旧址偏高0.75℃。
关键词 迁站;气候资料;对比分析;均一性;佛坪站
中图分类号 S164 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)21-09019-04

陕西省佛坪县位于汉中东北部(109°41′~108°16′E、33°16′~33°45′N),海拔515~2 904 m,属亚热带北缘山地暖温带湿润季风气候。佛坪县气象站为国家基本气象站,1957年在佛坪县袁家庄东面山梁(山顶)建站(107°59′E、33°21′N,海拔高度1 087.7 m)。因山体屡有滑坡现象,2001年经国家气象局批准迁移至佛坪县袁家庄镇(城区)(107°59′E、33°31′N,海拔高度827.2 m)。原址的气象资料为1957~2001年6月,现址的资料从2001年7月开始。为保证日常气象服务工作的准确性,所使用的气候资料必须是均一的。刘小宁等分别针对年降水量、年平均风速和平均气温序列的均一性检验方法作了一些总结,并利用这些方法对我国部分台站的年降水量、年平均风速以及平均气温序列进行了一些有益的试验^[1-2]。笔者运用概率统计学原理,检验佛坪气象站迁站前后的主要气象要素的差异及特征,建立一定的参考序列,运用回归分析的方法,对佛坪站的资料序列进行了订正,形成了可用的资料序列。

1 资料与方法

迁站前30年的资料来自陕西省信息中心整理下发的佛坪县国家基本气象站30年整编资料(1971~2000年),迁站后11年(2002~2012年)的数据来源于佛坪站上报的气象报表,这两部分资料均包括气温、气压、降水量、相对湿度、风、日照等要素及各种天气现象,均经过了初步质量控制,剔除了个别明显极端值。资料分析阶段主要采用统计学方法^[3]。在进行气温资料序列的均一性订正时,选取佛坪站和距离佛坪站最近的留坝站、洋县站、略阳站(表1)的资料进行对比分析,资料序列的均一性检验时采用了T检验法和M-K检验法,对观测数据的订正采用一元线性回归分析的方法。

表1 佛坪、洋县、留坝、略阳站环境特征					
站名	区站号	纬度/°N	经度/°E	海拔高度/m	地理位置
佛坪(原)	57 134	33°32′	107°59′	1 087.7	山顶
佛坪(新)	57 134	33°31′	107°59′	827.2	城区
略阳	57 106	33°19′	106°09′	794.2	山顶
留坝	57 124	33°38′	106°56′	1 032.1	山顶
洋县	57 126	33°13′	107°33′	4 68.6	郊区

2 迁站前后气象要素特征对比分析

2.1 气温 据统计(表2),佛坪站迁站前30年与迁站后11年相比,年平均气温、最高气温、最低气温分别偏低1.4、1.1、1.3℃。这与佛坪站从高山迁到平地海拔相差260.5 m,按照气温随海拔高度的升高而降低,因海拔高度变化造成的温度差异可按平均温度垂直递减率0.65℃/100m来估算,高度相差260.5 m可使迁站前后温差相差1.69℃。佛坪站迁站前后的温度差异符合气温随海拔高度的升高而降低的基本趋势,但差值的大小说明温度差异不仅是由海拔高度变化而引起的^[4]。迁站前30年的极端最高气温为38.7℃(1995年7月12日),极端最低气温为-14.4℃(1991年12月28日);迁站后11年的极端最高气温为37.1℃(2006年6月17日和2009年7月24日),极端最低气温为-10.8℃(2002年12月26日)。

2.2 降水量 由表2可见,佛坪站迁站前后年平均降水量基本持平。迁站前30年平均降水量为906.8 mm;年最大降水量为1 382.3 mm(1983年),年最小降水量为603.8 mm(1995年),相差778.5 mm;最大月降水量为432.6 mm(1981年8月),最大日降水量为117.1 mm(1973年7月28日)。迁站后11年平均降水量为939.5 mm;年最大降水量为1 222.6

表2 佛坪站迁站前后气象要素资料对比

站名	年平均气温//℃	年平均最高气温//℃	年平均最低气温//℃	年平均相对湿度//%	年降水量/mm	年平均气压//hPa	年平均风速//m/s	年日照时数//h	年暴雨日数//d	年冰雹日数//d	年大风日数//d	年霜冻日数//d
迁站前	11.6	18.0	7.5	71	906.8	891.0	2.2	1 739.1	1.83	0.75	19.17	49.67
迁站后	13.0	19.1	8.8	73	939.5	921.8	1.3	1 492.2	1.55	2.17	0.27	57.27
差值	-1.4	-1.1	-1.3	-2	-32.7	-30.8	0.9	246.9	0.28	-1.42	18.90	-7.60

基金项目 陕西省气象局科技创新基金项目(2012M-11)。
作者简介 孟茹(1971-),女,陕西汉中人,工程师,从事大气探测研究,E-mail:mengrumeng@foxmail.com。
收稿日期 2013-05-16

mm(2007年),年最小降水量为756.2 mm(2001年),相差466.4 mm;最大月降水量为319.0 mm(2002年6月),最大日降水量为203.3 mm(2002年6月9日)。
迁站前后的降水量月变化一致(图1)。降水量年内分

配极为不均,呈现单峰型特点,1~7 月份降水量逐渐增大,8 月份以后降水量又逐渐减少;全年降水量集中在 5~10 月,

占年降水总量的 80%~90%,月降水量高峰出现在 7 月份,占全年降水量的 22%左右,最低值出现在 1、12 月,占全年降

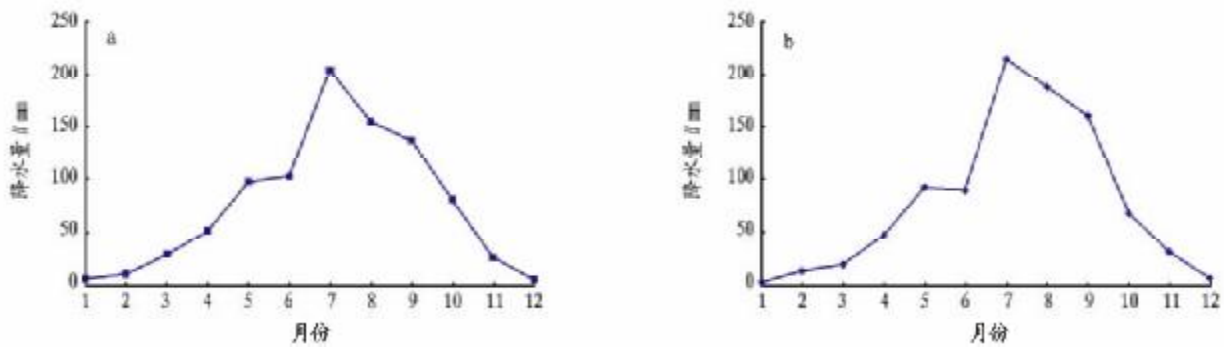


图1 佛坪县迁站前(a)和迁站后(b)月降水量变化

水量不足 1%。

2.3 风

2.3.1 风速。迁站前 30 年的年平均风速为 2.2 m/s,迁站到平地后 11 年平均风速为 1.3 m/s,迁站后平均风速减小 0.9 m/s(表 3);迁站后年大风日数减少 18.9 d。风速受地理环境的变化影响很大,贴近地面的空气运动时,受地表阻力作用而使风速减小。佛坪站旧址位于袁家庄东面山梁(山顶),测站周围空旷,气流畅通无阻;而迁站后位于佛坪县袁家庄镇(城区),测站周围有民房,下垫面高低不平,周围有山遮挡,因此迁站后测站受地表外阻力比迁站前大,故风速比迁站前风速小。

2.3.2 风向。佛坪站迁站前 30 年的最多风向为 N,出现频率为 17%;迁站后 11 年的最多风向为 S,出现频率为 18%(图 2)。迁站前后风向变化受地理环境的变化影响很大,迁站前位于山顶,迁站后位于河谷,峡谷的气流效应影响风向

改变。

表3 佛坪县迁站前后各月平均风速 m/s

月份	迁站前	迁站后	差值
1	2.4	1.5	0.9
2	2.5	1.5	1.0
3	2.5	1.6	0.9
4	2.7	1.6	1.1
5	2.4	1.4	1.0
6	2.0	1.3	0.7
7	1.8	1.1	0.7
8	1.9	1.1	0.8
9	1.8	1.1	0.7
10	1.9	1.1	0.8
11	2.1	1.2	0.9
12	2.1	1.4	0.7
平均	2.2	1.3	0.9

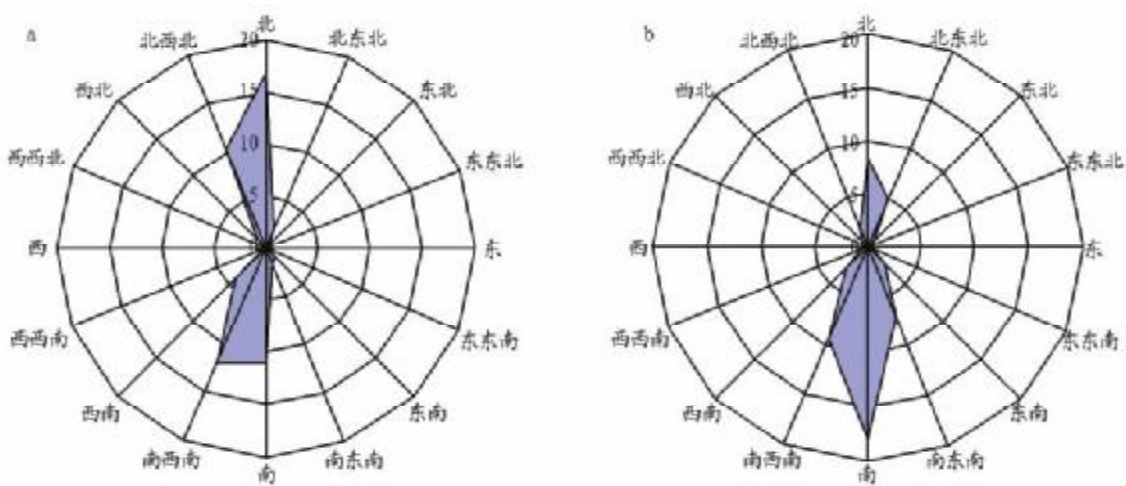


图2 佛坪迁站前(a)和迁站后(b)风向频率玫瑰图

2.4 其他要素 经分析(表 2),迁站前后年相对湿度基本持平。年日照时数减少 246.9 h,这与旧址在高山上,无遮挡物,日照充足有关。迁站后,年霜冻日数增加 7.6 d,这与旧址位于山顶,气流畅通无阻,与空气热交换频繁,使空气的辐射降温幅度较小;而新址位于城区,周围有民房和高山遮挡,气流不够畅通,对冷空气有一定的堆积作用,所以出现霜冻

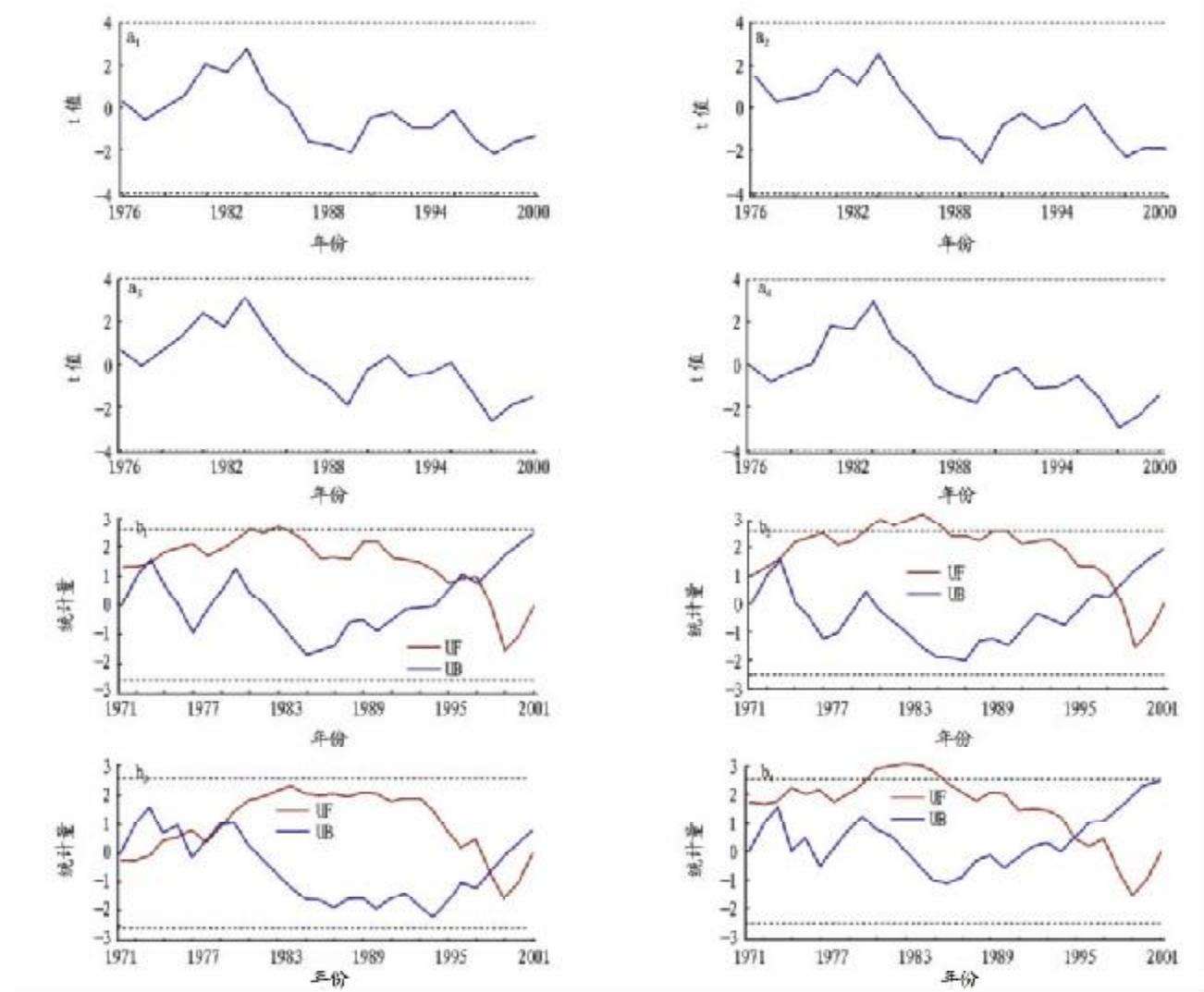
的机率较旧址大。年冰雹日数增加 1.42 d,这与近年来天气极端事件增加的大趋势是一致的。

3 气温资料的订正

3.1 资料均一性检验 对佛坪、略阳、洋县、留坝 4 个测站的年平均气温进行 5 年滑动 T 平均检验和 M-K 检验(图 3)发现,5 年滑动 T 检验中,4 站均没有突变发生,序列较好;M-

K 检验中,略阳、留坝、洋县在 1976 年有交叉点,说明在这年平均气温出现了一次从暖到冷的突变;4 站在 20 世纪 90 年代初期也有一次交叉点,说明在这个时期平均气温也出现了一次从暖到冷的变化(1992、1993 年)。4 站同时出现这样的

变化,说明此次气温变化是气候本身的变化而非单站因素所致。2 种检验结果相同,均通过了 0.01 显著水平的检验,认为略阳、洋县、留坝站的平均气温资料是均一的,可以作为与佛坪站对比的参考资料。



注: a_1 、 b_1 为略阳, a_2 、 b_2 为留坝, a_3 、 b_3 为洋县, a_4 、 b_4 为佛坪。图 a 中 2 条虚直线代表 $\alpha=0.01$ 显著水平检验值 $U(U=\pm 4)$; 图 b 中 2 条虚线代表 $\alpha=0.01$ 显著水平检验值 $U(U\pm 2.6)$ 。

图 3 略阳、留坝、洋县、佛坪 1971~2000 年年平均气温 5 年滑动 T 检验(a)和 M-K 检验(b)

3.2 气温的相关性分析及拟合订正

3.2.1 佛坪站与参考站气温的相关性分析。从佛坪站与略阳、洋县、留坝 3 个参考站各要素观测序列的相关系数 ρ_i (表 4)可以看出,各要素的相关性检验均通过了 0.01 显著性检验,平均气温、最高气温的相关关系比较好,最低气温略差。

表 4 佛坪站与参考站各要素观测序列的相关系数			
气候要素	留坝	略阳	洋县
平均气温	0.916 1**	0.944 0**	0.867 5**
最高气温	0.934 3**	0.915 9**	0.901 9**
最低气温	0.749 7**	0.896 7**	0.629 7**

注: ** 为通过 0.01 显著性检验。

3.2.2 气温拟合及订正。采用一元线性回归订正方法,利用与佛坪站气温相关性较高的略阳、留坝、洋县站资料对佛

坪站 2011~2012 年的平均气温进行订正,各月及年平均气温拟合方程、拟合相关系数和最大拟合误差如表 5 所示。基于表 5 的拟合方程,将 2001~2012 年各月留坝、略阳、洋县气温序列代入各月对应方程中,计算出佛坪站 2001~2012 年新的气温序列(表 6)。从表 6 可知,佛坪站因迁站导致对各月气温的影响是比较明显的,年平均差值大约在 0.75℃左右。

4 结论和讨论

(1) 台站迁移对佛坪站气候资料的均一性产生明显的影响,气温、风向、风速、气压等对台站的迁移比较敏感,而对降水的影响并不明显;大风、霜冻日数也受台站地理位置的变化较大。

(2) 佛坪新旧站址的地理位置差异、海拔高度落差大是

表5 佛坪与参考县相关显著的要素及拟合方程

月份	拟合方程	相关系数	最大拟合差//℃
1	$Y = 0.129\ 540\ 190\ 6 + 0.737\ 686\ 502\ 2 X_{\text{留坝}} + 0.776\ 491\ 168\ 1 X_{\text{略阳}} - 0.600\ 996\ 616\ 0 X_{\text{洋县}}$	0.901 8	-0.980 0
2	$Y = -4.227\ 702\ 10 - 0.524\ 262\ 492\ 5 X_{\text{留坝}} + 1.332\ 3369\ 375\ X_{\text{略阳}} + 0.419\ 289\ 655\ 8 X_{\text{洋县}}$	0.963 5	-0.923 8
3	$Y = -3.836\ 300\ 09 - 0.575\ 076\ 734\ 0 X_{\text{留坝}} + 1.058\ 405\ 362\ 7 X_{\text{略阳}} + 0.542\ 651\ 742\ 4 X_{\text{洋县}}$	0.953 5	0.872 7
4	$Y = -3.360\ 602\ 89 - 0.070\ 271\ 021\ 51 X_{\text{留坝}} + 0.567\ 829\ 521\ 6 X_{\text{略阳}} + 0.580\ 862\ 515\ 0 X_{\text{洋县}}$	0.977 0	0.790 0
5	$Y = -0.974\ 279\ 047 + 0.141\ 737\ 671\ 28 X_{\text{留坝}} + 0.608\ 106\ 357\ 0 X_{\text{略阳}} + 0.202\ 362\ 137\ 89 X_{\text{洋县}}$	0.9475	-0.596 4
6	$Y = -1.997\ 108\ 851 + 0.040\ 630\ 443\ 27 X_{\text{留坝}} + 0.362\ 833\ 231\ 6 X_{\text{略阳}} + 0.553\ 695\ 019\ 2 X_{\text{洋县}}$	0.929 6	-0.648 3
7	$Y = -0.092\ 096\ 732\ 5 + 0.873\ 779\ 316\ 1 X_{\text{留坝}} - 0.222\ 935\ 865\ 16 X_{\text{略阳}} + 0.312\ 939\ 262\ 67 X_{\text{洋县}}$	0.926 2	-0.646 3
8	$Y = -4.481\ 143\ 47 + 0.613\ 199\ 204\ 1 X_{\text{留坝}} - 0.089\ 735\ 919\ 84 X_{\text{略阳}} + 0.590\ 659\ 747\ 7 X_{\text{洋县}}$	0.962 5	0.814 3
9	$Y = -4.125\ 897\ 86 + 0.218\ 585\ 824\ 81 X_{\text{留坝}} + 0.363\ 082\ 827\ 1 X_{\text{略阳}} + 0.515\ 785\ 375\ 0 X_{\text{洋县}}$	0.965 8	0.499 2
10	$Y = -3.380\ 605\ 92 - 0.606\ 526\ 268\ 5 X_{\text{留坝}} + 0.843\ 726\ 313\ 1 X_{\text{略阳}} + 0.717\ 267\ 164\ 3 X_{\text{洋县}}$	0.953 1	0.462 4
11	$Y = -1.959\ 568\ 930 - 0.636\ 025\ 266\ 4 X_{\text{留坝}} + 1.699\ 057\ 096\ 5 X_{\text{略阳}} - 0.153\ 152\ 139\ 72 X_{\text{洋县}}$	0.949 0	-0.883 6
12	$Y = 0.923\ 513\ 385 + 1.140\ 242\ 149\ 4 X_{\text{留坝}} + 0.228\ 940\ 786\ 61 X_{\text{略阳}} - 0.38\ 397\ 393\ 59 X_{\text{洋县}}$	0.928 8	-0.779 6
年平均	$Y = -3.360\ 607\ 49 + 0.340\ 082\ 926\ 4 X_{\text{留坝}} + 0.824\ 161\ 519\ 1 X_{\text{略阳}} + 0.016\ 532\ 967\ 178 X_{\text{洋县}}$	0.948 3	-0.431 3

表6 佛坪县2001~2012年订正后的月平均气温和观测值比较

℃

年份	1月		2月		3月		4月		5月		6月	
	订正	观测	订正	观测	订正	观测	订正	观测	订正	观测	订正	观测
2001	1.5	1.5	4.6	4.6	10.3	10.3	12.1	12.1	17.7	17.7	20.4	20.4
2002	2.4	3.1	5.4	5.9	9.8	10.5	12.4	13.0	15.9	16.3	21.2	22.2
2003	1.8	2.0	4.8	5.1	7.5	7.9	12.8	13.4	17.2	17.8	20.4	21.6
2004	0.7	1.8	4.8	5.1	7.7	9.1	14.8	15.2	16.3	17.1	19.4	21.2
2005	1.4	1.5	1.3	2.6	8.0	8.7	15.6	15.7	17.6	18.3	20.9	22.2
2006	1.3	1.9	2.7	4.3	9.0	9.6	13.6	14.2	17.4	18.1	20.8	22.0
2007	1.1	1.8	7.0	6.5	8.0	8.7	13.5	13.4	18.6	19.3	19.3	20.7
2008	-1.9	-0.5	1.2	1.9	9.8	10.1	13.6	13.5	18.0	18.6	20.4	21.4
2009	1.0	1.3	5.7	5.7	8.5	9.2	13.4	13.7	14.5	16.9	20.4	21.1
2010	3.1	3.4	3.8	4.3	7.1	8.1	11.6	12.4	16.3	17.0	19.4	20.7
2011	-2.2	-1.1	3.5	4.1	5.8	6.9	14.9	15.5	16.2	17.3	19.7	21.1
2012	-0.5	1.6	1.0	2.7	7.3	8.0	15.3	15.2	16.7	18.0	20.6	21.8

年份	7月		8月		9月		10月		11月		12月	
	订正	观测	订正	观测	订正	观测	订正	观测	订正	观测	订正	观测
2001	23.2	24.1	20.7	21.9	15.9	17.1	12.8	13.9	7.5	7.7	1.3	1.5
2002	22.7	24.1	21.0	22.0	17.4	18.2	13.5	13.9	8.0	7.4	1.0	2.2
2003	21.7	22.6	20.5	22.1	17.6	18.6	11.1	12.3	6.6	6.8	2.3	3.0
2004	22.2	23.7	22.1	22.9	17.4	18.4	10.9	12.2	7.2	7.9	3.1	3.6
2005	22.4	23.5	19.8	21.4	18.3	18.8	11.6	12.0	8.3	7.7	0.9	2.0
2006	24.4	25.1	23.5	24.1	16.3	17.4	13.8	14.0	9.1	8.8	2.8	2.7
2007	21.2	22.4	22.5	23.2	16.4	17.2	11.5	12.4	8.4	8.3	2.7	3.2
2008	22.0	23.5	20.4	21.6	17.2	18.4	12.6	13.4	6.4	7.3	2.0	3.3
2009	22.8	24.4	20.7	22.0	18.0	18.8	13.4	14.3	5.3	5.7	2.6	3.0
2010	22.5	23.3	22.0	22.8	18.9	19.3	11.6	12.7	7.2	7.5	1.7	2.6
2011	21.2	22.3	22.0	22.8	15.9	17.1	11.9	13.2	8.6	9.7	2.2	3.0
2012	22.1	23.5	22.4	22.9	16.7	17.9	12.4	13.3	6.6	6.4	1.4	2.4

迁站造成气候资料序列非均一性的主要原因。迁站后,佛坪新址序列气温较旧址序列气温偏高0.75℃左右。

(3)建议在迁站时应尽量选择新旧站址地理环境相似且海拔落差较小的地方,减轻气候资料序列的非均一性。

(4)迁站时应按照《地面气象观测规范》要求进行对比观测,对比时间基准站为1年,基本站、一般站为3个月^[5]。

(5)落实好国务院《气象设施和气象探测环境保护条例》(2012年12月1日起执行),对国家级气象观测站探测环境现状进行全面评估,建立探测环境基础资料数据集,对探

测环境进行客观、定量评价,建立保护体系,保护测站周围环境,有助于减少资料序列非均一性。

参考文献

[1] 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.
[2] 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.
[3] 黄嘉佑.气象统计分析与预报方法[M].北京:气象出版社,2004.
[4] 张红娟,李亚丽,曾英.佛坪站址迁移对气象要素均一性的影响[J].陕西气象,2010(4):32-33.
[5] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2003.