

孔婷,胡义成,刘卫平,等.北疆气象站迁址气温均一性检验与订正[J].沙漠与绿洲气象,2021,15(5):116-122.

doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2021.05.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



北疆气象站迁址气温均一性检验与订正

孔 婷¹,胡义成^{1*},刘卫平¹,周昊楠²,李 金³,陈梦娇²

(1.新疆气象信息中心,新疆 乌鲁木齐 830002;2.乌鲁木齐市气象局,新疆 乌鲁木齐 830002;

3.伊犁州气象局,新疆 伊宁 835000)

摘 要:针对北疆呼图壁、精河以及吉木乃3个气象站迁址前后的观测资料进行对比分析,利用旧址20 a(1997—2017年)气温数据和新址3~5 a(2013—2017年)气温数据作对比分析、相关性分析及均一性检验,结果表明:3个气象站新旧两址同期观测所得的气温资料具有极高的相关性;从总体趋势上看,新址3~5 a气温的平均值与旧址20 a平均值对比,月平均气温总体契合度高;从季节变化来看,冬季新址同期对比观测的气温低于旧址,夏秋两季高于旧址,且个别月份存在显著差异。采用一元线性回归法,将新址3~5 a的平均值按月订正到旧址20 a平均值,并用SPSS对订正值进行了严格的 T 检验,订正后平均气温资料的均一性得到显著提高。

关键词:气象站迁址;气温差异;均一性检验;气温订正

中图分类号:P468.021

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2021)05-0116-07

北疆面积只占新疆的23.4%,人口却占49.6%,是新疆现代工业、农业、交通、信息、教育、科技的发达区域^[1-2]。由于经济高速发展,多数气象站被城市包围,气象观测环境被破坏,观测资料受到影响而失去代表性。为此,新疆气象局对城市化影响较大的台站进行了搬迁。而气象站搬迁又会导致观测场环境发生变化(从城区到郊区或者农村),使一部分气候观测资料产生断点而不能连续使用。新疆是中国天气的上游地区,天气气候的变化直接影响下游地区,因此,无论是天气气候研究和大型工程项目,都需要准确、长序列的气候资料,而气象站址变动会影响气候资料的连续性。

国内外学者针对气象站迁址前后气象要素观测

资料的对比分析以及针对气温资料均一性检验和订正的方法有很多^[3-14]。例如:采用均值分析、显著性检验等统计分析方法,研究迁址前后气象观测资料差异以及成因^[15-20];采用 T 检验、标准正态检验(SNHT)等方法进行气温资料序列均一化检验,选用差值法、一元线性回归、逐步多元线性回归等方法确立订正方法,对新、旧址存在非均一性的气温资料进行订正^[21-25]。

本文参考气象科技工作者近几年的研究方法,选取北疆呼图壁、精河以及吉木乃3个气象站的气象资料,分析台站迁移对观测资料均一性的影响,利用新旧址对比资料对长序列观测资料进行订正,以取得均一且能够代表大范围气候状况的长序列观测资料。

1 研究区概况

研究区域位于北疆,天山以北,准格尔盆地边缘,是新疆经济发达的地区(地理位置分布见图1),属于大陆性温带干旱气候类型^[26]。其资料的代表性对于研究新疆天气气候状况和经济发展具有十分重要的意义。呼图壁旧址(86°49'E,44°08'N,观测场海

收稿日期:2021-03-04;修回日期:2021-04-07

基金项目:新疆气象局科学技术研究与应用技术开发项目(MS201809);中亚大气科学研究基金项目(CAAS201808);新疆气象局科学技术研究与应用技术开发项目(Q201806)

作者简介:孔婷(1988—),女,工程师,主要从事地面气象资料质量控制气候数据分析。E-mail:181121111@qq.com

通信作者:胡义成(1984—),男,高级工程师,主要从事高空和地面气象资料质量控制、气象数据服务以及气候变化研究工作。E-mail:hyc6013wayne@sina.com

拔高度 522.1 m) 位于城市发展中心, 距观测场约 100 m 处为城市中心主干道; 新址位于县城西南方与旧址间直线距离 2.9 km, 四周空旷平坦。精河旧址(82°54'E, 44°36'N, 观测场海拔高度 318.6 m)东、北、西三面已被楼房和树木包围; 新址位于旧址的西南面, 四周为农田与旧址间直线距离 7 km。吉木乃旧址(85°52'E, 47°26'N, 观测场海拔高度 984.1 m)位于县城中心, 建筑群直接影响日照、风等探测记录; 新址位于旧址的北面, 直线距离 1.6 km, 四周为农田和少量杨树。

自 20 世纪 90 年代开始, 由于城市扩容使得原本位于郊区的气象站逐渐被城市包围, 气象观测资料逐步发生改变, 资料中携带有城市化的影响因子, 比如城市化使气温逐步增高、风速逐步减小, 不能代表大范围的气候状况。

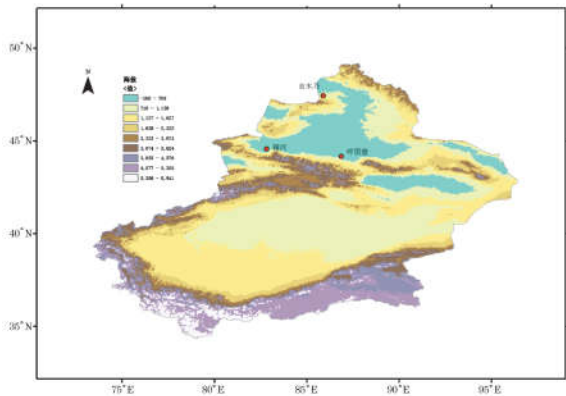


图 1 研究区区位

2 研究资料与方法

选取北疆呼图壁、精河、吉木乃 3 个气象站近 20 a(1997—2017 年, 其中 2015 年的数据缺失)旧址连续观测的月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温进行气候资料的连续性研究。同时, 选取 2013—2017 年新址 5 a 气温观测资料进行对比分析(吉木乃站 2016 年迁址, 只有 2015—2017 年共 3 a 的对比观测数据)。本文采用新址和旧址的差值(差值=新址值-旧址值)对比资料差异, 用差值的标准差反映迁址前后观测要素之间偏差离散程度, 用 T 检验方法检验新旧资料是否连续, 用一元线性回归法对资料进行订正^[26-28]。

3 结果分析

3.1 迁址前后新旧址同期平均气温差值分析

分别计算吉木乃、呼图壁、精河 3 个气象站 3~5 a 新旧址月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气

温差值(图 2)。吉木乃 3 a 的月平均气温差值在 $-0.72 \sim 0.20$ °C 之间, 4—11 月差值绝对值较小, 其中 4 月最小; 3 a 月平均最高气温差值在 $-1.53 \sim 0.01$ °C 之间, 4—10 月差值绝对值较小, 其中 4 月最小; 3 a 月平均最低气温差值在 $-0.80 \sim 0.20$ °C, 4—10 月差值绝对值较小, 其中 4、7 月最小。冬季月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温新旧址差值较大, 且均为负值, 说明冬季吉木乃新址气温较旧址偏低较多。呼图壁 5 a 月平均气温差值在 $-1.05 \sim 1.05$ °C, 3—8、11 月差值绝对值较小, 其中 5、6 月最小; 5 a 月平均最高气温差值在 $-0.68 \sim 0.38$ °C, 均为负值, 相对稳定在 -0.5 °C 左右; 5 a 月平均最低气温差值在 $-1.37 \sim 2.08$ °C 之间, 3—4、11 月差值绝对值较小, 其中 3 月最小。秋季月平均气温、月平均最低气温新旧址差值较大, 且均为正值, 说明秋季呼图壁新址气温较旧址偏高较多。精河 5 a 月平均气温差值在 $-0.99 \sim 0.34$ °C,

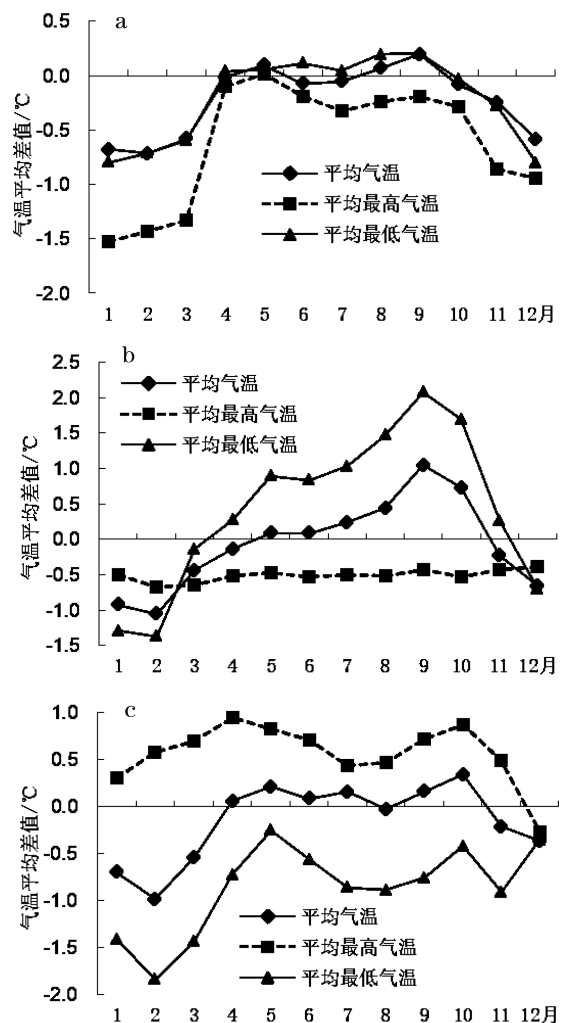


图 2 吉木乃(a)、呼图壁(b)、精河(c)新旧址 3~5 a 气温平均差值

4—12月差值绝对值较小,其中4月最小;5a月平均最高气温差值在 $-0.27\sim 0.95\text{ }^{\circ}\text{C}$,1、12月差值绝对值较小,其中12月最小,除12月以外均为正值,说明精河新址月平均最高气温较旧址偏高;5a月平均最低气温差值在 $-1.84\sim -0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$,均为负值,5、10、12月差值绝对值较小,其中5月最小,说明精河新址月平均最低气温较旧址偏低。3个站差值趋势不同,但总体而言,月平均最低气温、月平均最高气温差值略大,月平均气温差值较小,基本在 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 新旧址气温各月分布对比

图3是3站月平均气温、月平均最高、月平均最低气温旧址20a月平均值与新址3~5a各月平均值的分布对比图,从各站情况上看,3个气象站迁址后新址月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温与旧址20a平均值基本保持一致,其中精河站总体贴合度较高,而吉木乃、呼图壁站月平均最低气温新址与旧址多数在春秋差距小,夏冬季节差距稍大;月平均最高气温新址与旧址在秋季差距稍大。

从总体趋势上看,新址观测气温3~5a的平均值与旧址20a平均值对比,新址月平均最高气温、月平均最低气温与旧址相比多数持平或者略高,这可能是由于气候变化过程中气温逐步升高的缘故^[30]。但总体上说,新旧址差异不大,而月平均气温

总体契合度高。

3.3 新旧址同期对比观测气温差值标准差

表1是3个气象站迁址前后新旧址同期观测气温数据差值的月标准偏差,吉木乃站3a最高气温

表1 3站新旧址平均气温、最高气温和最低气温的差值标准差 $^{\circ}\text{C}$

月	吉木乃			呼图壁			精河		
	平均气温	最高气温	最低气温	平均气温	最高气温	最低气温	平均气温	最高气温	最低气温
1月	0.80	1.40	0.96	0.60	0.63	1.20	0.83	0.95	1.14
2月	0.72	1.32	0.97	0.58	0.55	1.15	0.86	0.96	0.94
3月	0.76	1.15	0.96	0.52	0.53	0.92	0.59	0.52	0.77
4月	0.44	0.43	0.67	0.69	0.39	1.33	0.47	0.35	0.84
5月	0.54	0.36	0.54	0.66	0.36	1.45	0.55	0.43	1.01
6月	0.50	0.45	0.51	0.65	0.36	1.43	0.58	0.57	1.07
7月	0.56	0.58	0.68	0.73	0.42	1.57	0.64	0.64	1.09
8月	0.46	0.53	0.49	0.81	0.34	1.52	0.64	0.60	1.09
9月	0.47	0.46	0.47	1.16	0.57	2.02	0.57	0.67	1.09
10月	0.57	0.47	0.94	0.87	0.49	1.42	0.60	0.67	0.94
11月	0.61	0.95	0.76	0.42	0.48	1.07	0.67	0.69	0.97
12月	0.83	0.93	0.94	0.65	0.55	1.20	0.73	0.73	0.90
年	0.40	0.64	0.49	0.53	0.11	1.01	0.42	0.46	0.60

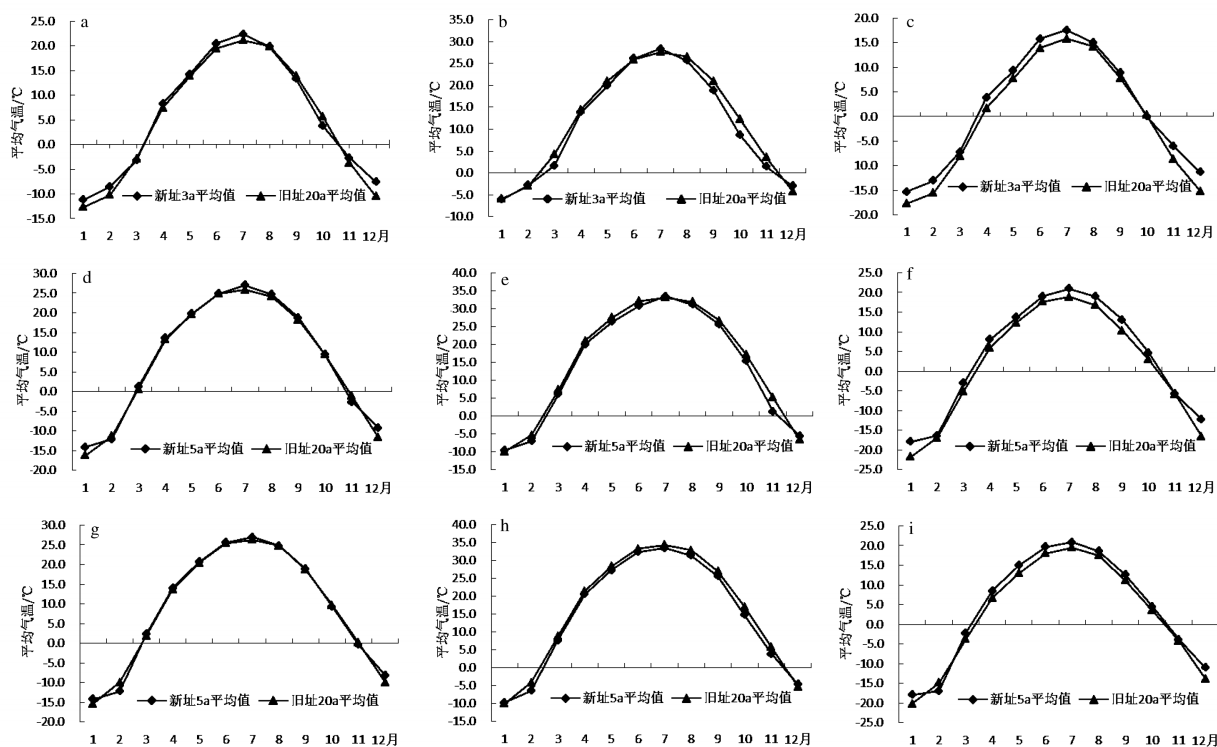


图3 吉木乃(a、b、c)、呼图壁(d、e、f)、精河(g、h、i)新旧址各月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温对比分布

标准差 1、2、3 月较大;呼图壁站 5 a 气温标准差 9 月存在较大偏差,而最低气温标准差除 3 月以外都存在较大标准偏差;精河站 5 a 最低气温标准差 1 月、5—9 月都存在较大标准偏差。由此可见,单纯从新旧址的同期气温观测数据对比,平均气温、最低气温、最高气温个别月份存在标准偏差,总体而言,吉木乃站标准偏差:最高气温>最低气温>平均气温;呼图壁站标准偏差:最低气温>平均气温>最高气温;精河站标准偏差:最低气温>最高气温>平均气温。总体而言,3 站最低气温的标准偏差较大。

3.4 长序列气候资料均一性检验

利用旧址近 20 a(1997—2017 年)的观测数据月平均气温序列,对新址平行观测期(近 5 a)的月平均值进行均一性检验分析。其中呼图壁站和精河站新址采用 5 a 平均值,吉木乃站采用新址 3 a 平均值。构造检验总体均值的 T 统计量($1T$ 双尾临界值 $k<2.086$),获得 T 检验结果见表 2。各类气象要素中,平均最低气温有半数以上月份存在非均一性,而平均最高气温的均一性较好,平均气温次之。其中,吉木乃新旧址 2、6、7、9、10、12 月及年平均气温,9、10 月平均最高气温,1、2、4、5、6、7、11、12 月及年平均最低气温存在非均一性。呼图壁新旧址 1、7、8、9、11、12 月及年平均气温,2、6、10、11 月平均最高气温,1、3、4、6、7、8、9、10、12 月及年平均最低气温存

表 2 三站新址 3~5 a 月平均值与旧址 20 a 月平均值的 T 检验统计量

月份	吉木乃			呼图壁			精河		
	平均气温	最高气温	最低气温	平均气温	最高气温	最低气温	平均气温	最高气温	最低气温
1 月	2.00	-0.18	3.06	3.66	0.55	5.67	1.72	0.39	2.57
2 月	2.30	0.17	3.05	-1.34	-2.57	0.73	-3.01	-2.93	-2.09
3 月	-0.42	-1.93	1.12	0.97	-1.04	2.57	0.72	-0.99	2.00
4 月	1.54	-0.60	3.16	0.84	-1.43	3.62	0.78	-1.08	3.28
5 月	0.90	-1.33	2.13	0.16	-1.73	1.98	0.94	-1.74	2.83
6 月	3.37	0.43	5.08	-0.11	-2.91	2.73	0.94	-1.76	3.65
7 月	5.00	1.17	6.83	5.28	0.38	4.98	2.53	-1.45	7.43
8 月	-0.34	-1.77	1.68	3.03	-2.04	4.58	0.14	-3.36	3.18
9 月	-2.28	-3.01	1.59	2.32	-1.84	4.24	0.53	-1.91	2.26
10 月	-4.09	-5.48	-0.31	0.13	-3.03	2.90	-1.03	-4.07	1.60
11 月	1.69	-1.52	2.42	-2.40	-4.10	0.08	-1.14	-2.28	0.48
12 月	4.79	1.54	6.43	3.69	1.41	6.19	2.94	0.92	4.28
年	4.06	-1.36	2.11	2.98	-1.58	2.29	3.70	-1.43	1.88

注:显著性水平为 0.05 的临界值为 2.086。

在非均一性。精河新旧址 2、7、12 月及年平均气温,2、8、10、11 月平均最高气温,1、2、4、5、6、7、8、9、12 月平均最低气温存在非均一性。平均最高气温的均一性较好,平均气温次之,平均最低气温最差。因为平均最高气温主要受太阳辐射影响,新旧址范围内的太阳辐射差距不大,所以差值较小;而平均最低气温主要受地表性质(下垫面)影响,新旧址观测环境差别较大,因此差值略大^[31]。

4 平均气温的订正与验证

采用一元线性回归法,按照月度将新址 3~5 a 平均值订正到旧址 20 a 平均值,得出 3 个气象站的气温资料订正结果见表 3~5。

表 3 吉木乃站气温资料订正 ℃

月份	平均气温			最高气温			最低气温		
	旧址 20 a	新址 5 a	订正值	旧址 20 a	新址 5 a	订正值	旧址 20 a	新址 5 a	订正值
1	-12.62	-11.17	-11.28	-5.92	-6.08	-6.67	-17.68	-15.33	-18.36
2	-10.20	-8.51	-8.96	-2.97	-2.78	-3.74	-15.51	-13.07	-16.20
3	-2.88	-3.19	-1.93	4.34	1.74	3.52	-8.12	-7.17	-8.85
4	7.47	8.33	8.01	14.41	13.87	13.52	1.71	3.89	0.90
5	13.95	14.26	14.23	20.96	19.94	20.03	7.76	9.37	6.92
6	19.50	20.52	19.55	25.86	26.13	24.90	13.89	15.85	13.01
7	21.16	22.42	21.15	27.58	28.29	26.61	15.78	17.55	14.89
8	19.95	19.88	19.99	26.50	25.66	25.53	14.24	15.03	13.35
9	13.99	13.32	14.27	20.95	18.86	20.02	7.82	8.88	6.98
10	5.64	3.78	6.26	12.29	8.71	11.42	0.35	0.07	-0.44
11	-3.75	-2.72	-2.77	3.55	1.49	2.74	-8.68	-6.00	-9.42
12	-10.44	-7.59	-9.19	-4.21	-2.92	-4.97	-15.19	-11.32	-15.88
一元线性回归方程 $y=0.960 1x+0.836 6$ $y=0.993 6x-0.790 7$ $y=0.957 6x+1.767 4$									
$R^2=0.9915$ $R^2=0.986 7$ $R^2=0.993 9$									

为检验气温订正的结果,对于订正值继续用 SPSS 方法的 T 检验进行均一性检验,得出 3 个气象站新址 3~5 a 平均值对比旧址 20 a 平均观测值的 T 统计量($1T$ 双尾临 $k<2.086$)结果见表 6~8。结果表明:经过一元线性回归法订正后,吉木乃站气温(平均气温、平均最高气温、平均最低气温)、呼图壁站平均气温和平均最高气温、精河站平均气温和平均最低气温的均一性明显提高;但呼图壁站平均最低气温和精河站平均最高气温却依然存在非均一性。由此可见,用一元线性回归法来订正平均气温资料,可以显著提高其均一性,而平均最高气温和平均最低气温资料却未体现出明显优势。

表4 呼图壁站气温资料订正 $^{\circ}\text{C}$

月份	平均气温			最高气温			最低气温		
	旧址 20 a	新址 5 a	订正值	旧址 20 a	新址 5 a	订正值	旧址 20 a	新址 5 a	订正值
1	-15.33	-14.21	-15.21	-10.02	-9.74	-10.72	-20.20	-17.95	-20.74
2	-9.96	-12.22	-9.84	-4.18	-6.47	-4.96	-14.84	-16.90	-15.46
3	1.89	2.33	2.03	8.75	7.67	7.77	-3.74	-2.18	-4.53
4	13.66	14.07	13.82	21.47	20.59	20.29	6.66	8.53	5.71
5	20.42	20.71	20.59	28.32	27.27	27.03	12.92	14.93	11.87
6	25.42	25.63	25.60	33.27	32.36	31.90	18.05	19.67	16.92
7	26.28	26.91	26.46	34.30	33.45	32.92	19.49	20.84	18.34
8	24.73	24.76	24.91	32.83	31.32	31.47	17.46	18.59	16.34
9	18.70	18.83	18.87	26.98	25.57	25.71	11.15	12.55	10.13
10	9.70	9.29	9.85	17.06	14.80	15.95	3.46	4.54	2.56
11	0.19	-0.35	0.33	5.78	3.86	4.84	-4.26	-3.82	-5.04
12	-9.90	-8.09	-9.78	-5.36	-4.60	-6.13	-13.88	-10.99	-14.52
一元线性回归方程 $y=0.985\ 3x+0.598\ 3$ $R^2=0.994\ 9$ $y=0.991\ 8x-0.918\ 8$ $R^2=0.993\ 9$ $y=0.978x+2.074\ 6$ $R^2=0.993\ 3$									

表5 精河站气温资料订正 $^{\circ}\text{C}$

月份	平均气温			最高气温			最低气温		
	旧址 20 a	新址 5 a	订正值	旧址 20 a	新址 5 a	订正值	旧址 20 a	新址 5 a	订正值
1	-15.33	-14.21	-15.21	-10.02	-9.74	-10.72	-20.20	-17.95	-20.74
2	-9.96	-12.22	-9.84	-4.18	-6.47	-4.96	-14.84	-16.90	-15.46
3	1.89	2.33	2.03	8.75	7.67	7.77	-3.74	-2.18	-4.53
4	13.66	14.07	13.82	21.47	20.59	20.29	6.66	8.53	5.71
5	20.42	20.71	20.59	28.32	27.27	27.03	12.92	14.93	11.87
6	25.42	25.63	25.60	33.27	32.36	31.90	18.05	19.67	16.92
7	26.28	26.91	26.46	34.30	33.45	32.92	19.49	20.84	18.34
8	24.73	24.76	24.91	32.83	31.32	31.47	17.46	18.59	16.34
9	18.70	18.83	18.87	26.98	25.57	25.71	11.15	12.55	10.13
10	9.70	9.29	9.85	17.06	14.80	15.95	3.46	4.54	2.56
11	0.19	-0.35	0.33	5.78	3.86	4.84	-4.26	-3.82	-5.04
12	-9.90	-8.09	-9.78	-5.36	-4.60	-6.13	-13.88	-10.99	-14.52
一元线性回归方程 $y=1.001\ 7x+0.137\ 5$ $R^2=0.995\ 7$ $y=0.984\ 6x-0.849\ 6$ $R^2=0.997$ $y=1.013\ 5x+1.258\ 4$ $R^2=0.992\ 6$									

5 结论与讨论

选择北疆吉木乃、呼图壁、精河3个气象站,利用旧址20 a(1997—2017年)气温数据和新址3~5 a(2013—2017年)气温观测值作对比分析、相关性分析及均一性检验,结果表明:

(1)3个气象站迁址前后新旧两址同期观测所

表6 吉木乃站气温资料订正前后 T 检验结果对比

月份	平均气温 T 检验		最高气温 T 检验		最低气温 T 检验	
	原均值	订正值	原均值	订正值	原均值	订正值
1	2.00	1.84	-0.18	-0.82	3.06	-0.88
2	2.30	1.70	0.17	-0.70	3.05	-0.87
3	-0.42	1.31	-1.93	-0.61	1.12	-0.88
4	1.54	0.96	-0.60	-1.00	3.16	-1.16
5	0.90	0.80	-1.33	-1.21	2.13	-1.11
6	3.37	0.19	0.43	-1.56	5.08	-2.28
7	5.00	-0.03	1.17	-1.57	6.83	-3.44
8	-0.34	0.20	-1.77	-2.02	1.68	-1.87
9	-2.28	0.95	-3.01	-1.34	1.59	-1.26
10	-4.09	1.34	-5.48	-1.33	-0.31	-0.86
11	1.69	1.62	-1.52	-0.60	2.42	-0.66
12	4.79	2.11	1.54	-0.92	6.43	-1.15

注:显著性水平为0.05的临界值为2.086。

表7 呼图壁站气温资料订正前后 T 检验结果对比

月份	平均气温 T 检验		最高气温 T 检验		最低气温 T 检验	
	原均值	订正值	原均值	订正值	原均值	订正值
1	3.66	1.42	0.55	-1.15	5.67	3.76
2	-1.34	1.31	-2.57	-1.34	0.73	3.31
3	0.97	0.86	-1.04	-0.84	2.57	2.62
4	0.84	0.79	-1.43	-1.50	3.62	3.37
5	0.16	0.98	-1.73	-1.64	1.98	2.64
6	-0.11	1.18	-2.91	-2.47	2.73	3.46
7	5.28	0.98	0.38	-2.01	4.98	3.93
8	3.03	1.32	-2.04	-2.92	4.58	3.50
9	2.32	1.45	-1.84	-1.85	4.24	2.90
10	0.13	1.08	-3.03	-1.76	2.90	3.31
11	-2.40	0.95	-4.10	-1.01	0.08	2.73
12	3.69	1.14	1.41	-1.12	6.19	3.50

注:显著性水平为0.05的临界值为2.086。

得的平均气温、平均最高气温、平均最低气温相关性极高。

(2)从总体趋势上看,新址观测气温的3~5 a平均值与旧址20 a平均值对比,月平均气温总体契合度高。

(3)从季节变化来看,冬季新址同期对比观测的气温低于旧址,夏秋两季高于旧址,且个别月份存在

表8 精河站气温资料订正前后 T 检验结果对比

月份	平均气温 T 检验		最高气温 T 检验		最低气温 T 检验	
	原均值	订正值	原均值	订正值	原均值	订正值
1	1.72	0.17	0.39	-0.97	2.57	-0.62
2	-3.01	0.16	-2.93	-1.00	-2.09	-0.63
3	0.72	0.23	-0.99	-0.90	2.00	-1.01
4	0.78	0.31	-1.08	-1.44	3.28	-1.67
5	0.94	0.57	-1.74	-2.14	2.83	-1.48
6	0.94	0.81	-1.76	-2.65	3.65	-2.55
7	2.53	0.73	-1.45	-2.36	7.43	-6.29
8	0.14	1.17	-3.36	-3.03	3.18	-3.14
9	0.53	0.72	-1.91	-1.72	2.26	-1.66
10	-1.03	0.39	-4.07	-2.00	1.60	-1.34
11	-1.14	0.29	-2.28	-1.12	0.48	-0.85
12	2.94	0.20	0.92	-0.93	4.28	-0.94

注:显著性水平为 0.05 的临界值为 2.086。

显著差异。

(4)用一元线性回归法来订正平均气温资料,可以显著提高其均一性,而平均最高气温和平均最低气温资料却未体现出明显优势。

在后续的研究中,需要再针对平均最高气温、平均最低气温两项气温参数资料订正进一步开展研究,探索除一元线性回归法之外的其他更有效的订正方程。

参考文献:

- [1] 新疆维吾尔自治区统计局.新疆统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2019.
- [2] 叶楠,李豫新.新疆北疆区域经济发展水平综合评价研究[J].资源开发与市场,2012,28(3):218-221.
- [3] Rhoades D A.and Salinger M J.Adjustment of Temperature and Rainfall Records for Site Changes[J].International Journal of Climatology,1993,13(8):899-913.
- [4] XU Lijing,LI Haichuan.Analysis of observation data from new and old sites of national meteorological observing station of Hejian City [J].Agricultural Science & Technology,2013,14(8):1195-1200.
- [5] LI Q X,LIU X N,ZHANG H Z.et al.Detecting and adjusting temporal inhomogeneity in Chinese mean surface air temperature data [J].Adv Atmos sci,2004,21(2):260-268.
- [6] 王秋香,刘叶,古丽格娜,等.气象站迁站距离及海拔高差对新旧站资料差异的影响[J].沙漠与绿洲气象,2015,9(3):1-6.
- [7] 周昊楠,陈晓燕,王秋香.昌吉站迁站对温压降水要素影响的分析[J].沙漠与绿洲气象,2010,4(5):40-43.
- [8] 胡义成,张正阳,王秋香.喀什站高空温度资料均一性检验与订正[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(6):65-72.
- [9] 丘平珠,程爱珍,黄理.广西南宁自动气象站与人工气象站观测资料对比评估[J].广西气象,2004,25(2):30-32.
- [10] 袁云贵,宋彦棠.都匀市气象局迁站对比观测各气象要素差异分析[J].贵州气象,2008,32(2):31-33.
- [11] 李庆祥.气候资料均一性研究导论[M].北京:气象出版社,2011.
- [12] 朱玉祥,翟建青,苏布达.气候变化影响评估方法 3.0 [M].北京:气象出版社,2011.
- [13] 姜彤.气候变化影响评估方法应用[M].北京:气象出版社,2013.
- [14] 黄嘉佑.气象统计分析与预报方法(第四版)[M].北京:气象出版社,2016.
- [15] 周慧僚.天峨气象站迁站对比观测资料分析[J].气象水文海洋仪器,2009,26(4):151-154.
- [16] 孙学珍,石瑞玲,陈传宏.宁夏石嘴山气象站迁站前后 20 年观测资料对比分析 [J]. 科技创新与应用,2014(30):295-295.
- [17] 张进.湖北省襄阳市气象站迁站对比观测资料差异分析 [J].北京农业,2015(18).
- [18] 颜秉芝,吴瑾,李萍.临沭国家一般气象站迁站对比观测资料差异性分析[J].现代农业科技,2015(14):249-250.
- [19] 阳小群,顾卫,郑皖生,等.安庆国家基本气象观测站迁站对比观测资料差异分析 [J]. 农业灾害研究,2016,6(2):39-42.
- [20] 马凤华,耿迪,刘学军,等.萧山站迁站观测资料对比评估[J].浙江气象,2018,39(1):32-37.
- [21] 周昊楠,王秋香,华烨.乌鲁木齐逐月气温资料均一化检验和订正[J].沙漠与绿洲气象,2012,6(1):27-30.
- [22] 孟茹,杨利霞,田耀平,等.佛坪站迁站前后气候资料对比分析及均一性检验 [J]. 安徽农业科学,2013(21):9019-9022.
- [23] 刘卫平,古丽格娜,王秋香,等.库尔勒城市化对气象要素的影响分析[J].沙漠与绿洲气象,2020,14(1):89-94.
- [24] 司鹏,徐文慧.利用 RHtestsV4 软件包对天津 1951—2012 年逐日气温序列的均一性分析[J].气候与环境研究,2015,20(6):663-674.
- [25] 郭守生,闫蓉,李进虎,等.互助站迁站前后气温序列均一性检验及订正[J].气象科技,2016,44(1):31-35.
- [26] 石继宏,朱玉祥.新疆托克逊观测气温的均一性分析与订正[J].气候变化研究快报,2017,6(5):288-296.
- [27] 樊万珍,肖宏斌,郭守生,等.自动观测替代人工观测对气象要素资料均一性的影响分析及订正[J].高原山地气象研究,2017,37(2):84-89.
- [28] 王秋香,古丽格娜,刘叶,等.阿克苏长序列气候资料分

- 析及其均一性研究[J].沙漠与绿洲气象,2018,12(1):7-14.
- [29] 新疆维吾尔自治区地区地方志编纂委员会. 新疆通志·气象志[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1995.
- [30] 张音,古丽贤·吐尔逊拜,苏里坦,等.60 a来新疆不同海拔气候变化的时空特征分析 [J]. 干旱区地理,2019,40(4):822-829.
- [31] 李爱贞,刘厚凤.气象学与气候学基础[M].北京:气象出版社,2004.

Homogeneity Test and Correction of Temperature Series by Station Migration in Northern Xinjiang

KONG Ting¹, HU Yicheng¹, LIU Weiping¹, ZHOU Haonan², LI Jin³, CHEN Mengjiao²

(1.Xinjiang Meteorological Information Center, Urumqi 830002, China;

2.Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China; 3.Ili Meteorological Bureau, Yining 835000, China)

Abstract In this paper, the monthly mean temperature of Hutubi, Jinghe and Jimunai meteorological stations in Northern Xinjiang before and after station migration were compared and analyzed. The temperature data of the old stations during 1997–2017 and the new stations during 2013–2017 were used for comparative analysis, correlation analysis and homogeneity test. The results showed that: there is a high correlation between the temperature data of the new and old stations. Generally, the 3–5 years average temperature observed at the new stations and the 20 years average of the old stations shows a higher overall agreement with the monthly average of temperature. The comparison of the average temperature difference before and after stations migration showed that the temperature of the new stations was lower than that of the old stations in winter, the temperature of the new stations was higher than the old stations in summer and autumn, and there were significant differences in individual months. Finally, the monthly mean temperature of 3–5 years in the new stations was corrected to that of 20 years in the old stations by using single linear regression method and then the revised values were tested by SPSS more strictly. The homogeneity of the monthly mean temperature has been significantly improved after the correction.

Key words migration of meteorological stations; temperature difference; homogeneity test; temperature correction