

地面气温对微环境空间差异的响应 ——以漠河站为例

刘玉莲^{1,2} 任国玉^{2,3*} 张广英⁴ 于宏敏⁵

(1 黑龙江省气候中心, 哈尔滨 150030; 2 中国地质大学环境学院大气科学系, 武汉 430074; 3 中国气象局气候研究
开放实验室 国家气候中心, 北京 100081; 4 黑龙江省大兴安岭地区气象局, 加格达奇 165000; 5 黑龙江省
公共气象服务中心, 哈尔滨 150002)

摘要 测站附近微环境条件对地面气温观测记录的影响目前还不清楚。本文对 2010 年漠河国家基准气候站地面观测对比试验数据进行了分析, 得到如下结论: ①年平均地面气温近障碍物点低于标准观测场内, 但 1、6 月的月平均气温近障碍物点偏高; ②06:00—17:00 和 21:00, 近障碍物地点的气温偏低; 18:00 至次日 05:00 (除 21:00), 近障碍物点气温偏高; ③春季各时次近障碍物点地面气温均偏低; 夏季 06:00—17:00 近障碍物点气温偏低, 18:00 至次日 05:00 相反; 秋季仅 01:00、03:00、19:00、23:00 近障碍物点气温偏高, 其他时次相反; 冬季 07:00—19:00 近障碍物点气温偏低, 20:00 至次日 06:00 相反。冷季近障碍物点气温偏低; 暖季昼间近障碍物点气温偏低, 夜间相反; ④日最高、最低气温出现时间不同地点大体相同, 最高气温近障碍物点偏低, 最低气温近障碍物点偏高, 但最高气温偏低绝对值大于最低气温偏高绝对值; ⑤有雾情况下近障碍物地点的气温偏高几率大; 雨雪多云天气近障碍物地点气温均偏低; 晴朗的白天近障碍物地点的气温偏低, 有风天气更明显; 而晴朗的夜间近障碍物地点气温偏高, 无风天气更明显; 晴朗天气条件下, 无风时近障碍物地点与观测场内气温差值大于有风时。结果表明, 地面气温观测记录对台站观测场附近微环境改变十分敏感, 微环境条件的变化将导致地面气温观测出现明显不连续性, 对气候变化分析产生影响。

关键词 微环境; 地面观测; 对比试验; 障碍物; 气温; 偏差

中图分类号: P461 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20170200 **文献标识码:** A

引言

气候变化分析需要均一性地面气温观测资料序列。但是, 很多因素可以导致地面气温观测资料的非均一性, 致使长序列资料在气候变化研究中的应用价值大打折扣。长期以来, 研究者对站址迁移、观测仪器变更、观测时次变化和计算日平均值方法的改变等引起的气温观测资料非均一性给予很多关注, 并采用多种方法进行订正^[1-4], 而对于观测场内部和附近由于各种原因引起的微环境变化重视不多。如何评价和消除这些由于微环境改变造成的资料非均一性, 对于气候和气候变化研究同样是重要的理论基础并具有实际意义。

气象观测环境是指为避开各种干扰保证气象观测设施准确获得气象信息所必需的最小距离构成的环境空间。地面气象观测场是取得地面气象资料的主要场所, 根据《地面气象观测规范》^[5]和《气象探测环境和设施保护办法》^[6]规定, 地面气象观测场必须符合探测环境的技术要求。气象观测是在自然条件下进行的, 观测资料是具有区域代表性的真实气象记录。这里的观测环境在很大程度上指测站附近的微环境, 如果遭受破坏, 观测资料序列可能会出现非均一性。

许多研究者分析了地面气象观测环境变化对气温观测的影响^[7-8]。这些工作包括对迁站前后气温观测对比的分析^[9-10], 多站或单站台站环境自身变

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

国家自然科学基金项目(41575003)、国家公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206012、GYHY201106013)资助

作者简介: 刘玉莲, 女, 1974 年生, 高级工程师, 主要从事区域气候变化研究, Email: Liuy74@qq.com

收稿日期: 2017 年 4 月 6 日; 定稿日期: 2017 年 8 月 4 日

* 通信作者, Email: guoyoo@cma.gov.cn

化对气象要素观测影响分析^[11-13],处于不同位置环境的多站气温观测对比分析^[14-16],仪器和环境引起的观测误差对气温变化趋势的影响评估等^[17-19]。总体上看,已有文献针对观测场附近微环境变化可能影响的研究比较少。

2009年,中国气象局国家气候中心在黑龙江省漠河国家观象台(简称漠河站)开展了观测场附近地面气温对比观测试验。试验设置2个对比气温探测仪,1个在地面气象观测场内,1个在地面气象观测场外,靠近场外人工建筑物(值班室)。2个仪器具有相同探测高度,相同仪器型号,同时对地面气温进行连续探测,同一收集系统获取对比观测数据。本文利用漠河站2010年1年的对比观测数据,分析观测场周边障碍物等微环境条件对地面气温观测记录的影响。

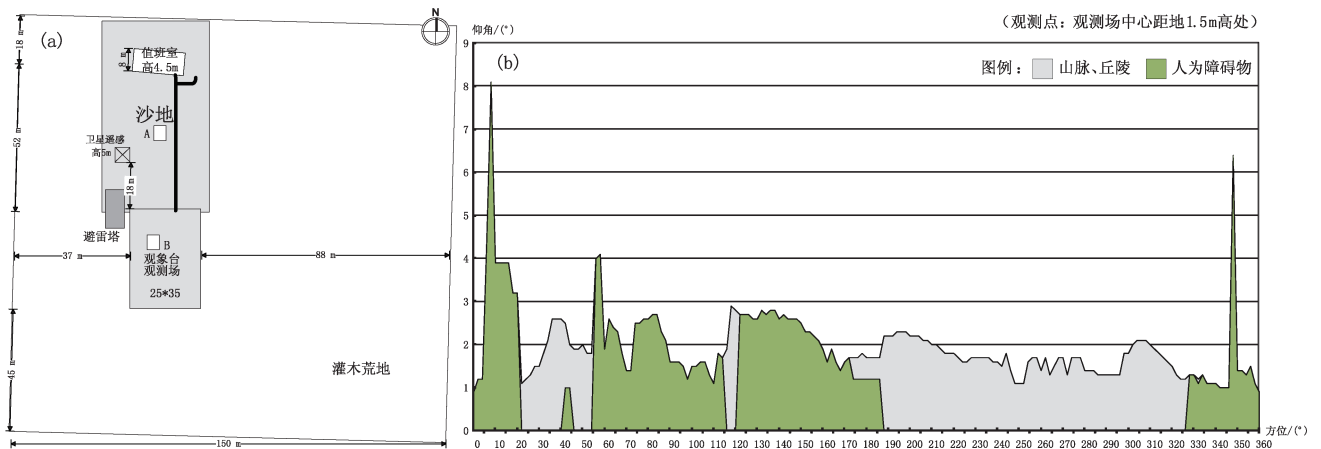


图1 漠河站站址平面示意图(a)及地平圈遮蔽和人为障碍物仰角图(b)

对比观测的2个气温探测仪1个位于值班室与观测场之间(地点A),距离观测场25m的百叶箱内(近障碍物);另1个置于观测场内百叶箱中(地点B),型号都是RCY-1A,河北高碑店厂家生产。气温对比观测资料是2010年1月1日至12月31日1年的数据,分别以地点A气温和地点B气温指代。两地点气温差是指地点A气温减地点B气温的差值。

2 资料质量

本文使用漠河对比观测试验收集的观测数据进行分析,原始观测为每分钟观测1次,每个时次内60个分钟观测记录的平均为时观测数据,如果时次内有观测数据缺失,按实有观测数据取平均,时次内

1 台站位置、环境及对比观测试验

黑龙江省漠河县位于大兴安岭北部,是我国纬度最高的县,其南面和西面为大兴安岭主脉,境内属于低山丘陵,四面隆起,中部为山间盆地。冬季漫长寒冷,夏季短暂温热,属于寒温带大陆性季风气候。

漠河站建于漠河县西林吉镇西北城郊,52°58'N,122°31'E,观测场海拔高度433.0m。观测场东面为林区和居民(0.5km外),南方20km内均为林区,西为林区和居民点(1km外),北为林区和居民点(图1a)。观测场周围地势较平坦,地表为植被覆盖,视野开阔,人为障碍物较少,仅正北面有业务办公楼,其地平圈遮蔽情况和人为障碍物仰角见图1b。观测场北边的业务办公楼高4.5m,距离观测场北边缘52m。

无记录则记为缺测。

观测使用的RCY-1A型数字测温仪最小分辨率为0.01℃,基本误差±0.03℃。由于本文旨在检测不同微环境条件下的气温微小差异,所以保留小数点后2位数据,以对观测差异有更细致地了解。分析结果中可能存在误差范围内的偏差,为减小这种偏差影响,使用数据最小时间单元为小时平均(时次内60个分钟数据记录的平均值),这种处理可对随机误差进行平滑。

由于仪器、采集故障等偶发原因,观测记录基本完整但也偶有缺失。年内时观测数据缺测率不到4%,考虑缺测数据出现的月份和时次较为均匀,本文对其未做更多处理,不做统计。

分析有记录数据,9月存在1个时次的观测明

显偏差,查对国家气象台地面观测记录,期间无特殊天气现象记录,排除天气影响,确认为仪器故障;12月存在连续 4 个时次明显偏差,且有 1 组记录连续 3 h 没有变化,期间无特殊天气现象记录,认为是仪器故障。计算前后 4 d 同一时次差值平均为基准差,参照记录正确的另 1 组观测数据进行订正。

3 结果分析

3.1 年、月、候平均气温差值

2010 年,地点 A 年平均气温为 $-4.37\text{ }^{\circ}\text{C}$,地点

B 为 $-4.30\text{ }^{\circ}\text{C}$,其差值为 $-0.07\text{ }^{\circ}\text{C}$,即近障碍物地点年平均气温比观测场内约低 $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A、B 两点各月平均气温差值仅 1、6 月为正,且 1 月差值大于 6 月,其余各月均为负值,即 1 年大部分时间地点 A 气温低于地点 B;差值绝对值最大为 5 月,地点 A 平均气温低于地点 B 约 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}$;其次为 12、3、10、11、4 月,其地点 A 的平均气温值低于地点 B 超过 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (表 1)。

从候平均气温看,1 年中地点 A 气温偏高有 19 候,1—10、32、34—36、39、44、46、48、50 候,偏高最

表 1 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 月、年平均气温差值

1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年
0.07	-0.01	-0.14	-0.12	-0.15	0.01	-0.02	-0.01	-0.05	-0.12	-0.12	-0.14	-0.07

注:差值为地点 A 气温减地点 B 气温的差值,下同。

多为第 3 候($0.14\text{ }^{\circ}\text{C}$,1 月 11 日—15 日),其他各候地点 A 气温都偏低,偏低最多为第 12 候($-0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$,2 月 26—28 日),持续偏低时段为 11—31 候(2 月 21 日—6 月 5 日)和 51—72 候(9 月 11 日—12 月 31 日)。因此,1 年大部分候 A 点气温比 B 点来的低,但夏季几乎没有差异,冬季 1 月和 2 月上中旬则 A 点气温比 B 点平均气温明显高(图 2)。

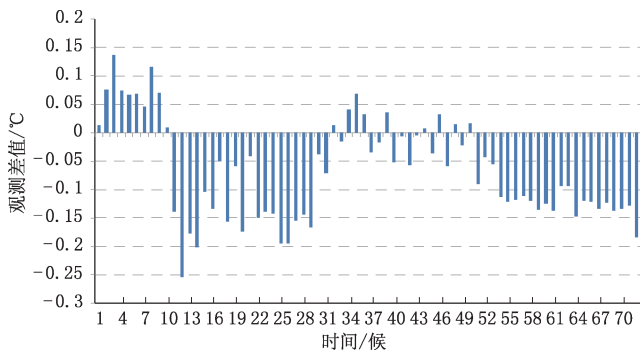


图 2 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 候平均气温差值 (差值为地点 A 气温减地点 B 气温,下同)

3.2 小时平均气温差值

图 3 给出 2010 年全年中每天 24 个时次地点 A 与地点 B 平均气温差值。可见,各时次中,06:00—17:00,地点 A 的观测气温较地点 B 低,其差值为明显负值;18:00 至次日 05:00(除 21:00),地点 A 的气温较地点 B 略高,差值为正;11:00 负差值的绝对值最大,地点 A 的气温较地点 B 低 $0.23\text{ }^{\circ}\text{C}$;23:00,正差值的绝对值最大,但地点 A 的气温较地点 B 仅

高出 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因此,白天近障碍物点地面平均气温较观测场内点明显低,而夜晚一般相反,近障碍物点地面平均气温较观测场内点略高,但差异很小。

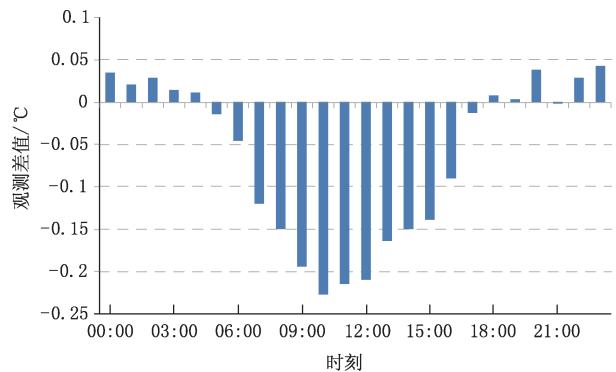


图 3 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 每小时次平均气温差值

图 4 表示地点 A 和地点 B 各月每天不同时刻地面平均气温差值。可见,不同月份各时刻地点 A 气温偏高于地点 B 的有:1 月 18 个时次(15:00—16:00、18:00 至次日 09:00)、2 月 11 个时次(19:00 至次日 07:00)、4 月 5 个时次(00:00—04:00)、5 月 2 个时次(20:00 和 23:00)、6 月 15 个时次(15:00 至次日 05:00)、7 月 11 个时次(18:00 至次日 04:00)、8 月 12 个时次(18:00 至次日 05:00)、9 月 13 个时次(18:00 至次日 06:00)、10 月 1 个时次(19:00)。上述各月其他时次,以及 3 月、11 月和 12 月全部时次,地点 A 气温一般明显低于地点 B。

地点 A 与地点 B 气温差值绝对值最大的时次,正值在 7 月的 20:00 (0.23 °C),负值在 4 月的 10:00 (-0.37 °C)。

不同时次间波动较大的月份是 2 月、6 月和 7 月,均为 0.44 °C,波动较小月份是 3 月、11 月和 12 月,均在 0.28 °C 以下;不同月份间波动较大的时次是 19:00 (0.45 °C)、22:00 (0.40 °C) 和 08:00 (0.39 °C),波动较小时次是 17:00、12:00 和 18:00,一般在 0.24 °C 以下。

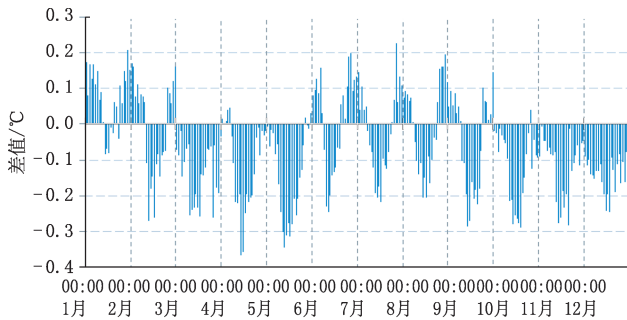


图 4 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 各月不同时次平均气温差值

图 5(彩页)表示漠河站地点 A 与地点 B 平均气温差值的时-候时间剖面。地点 A 与地点 B 平均气温差值正值集中分布在第 10 候(2 月 20 日)前的 08:00 前和 18:00 后(即隆冬时节的夜间),以及第 30—50 候(5 月 25 日至 9 月 10 日)的 06:00 前和 18:00 后(即盛夏时节的夜间);负值集中出现在各候的 08:00—16:00 之间,其中第 10—30 候的白天的负值绝对值最大。

按不同季节,分别统计不同时次地点 A 与地点 B 平均气温差值。季节划分采用 2 种方法:①气象学上的划分季节方法,3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月至次年 2 月为冬季;②按冷暖半年来分,10 月至次年 3 月为冷季,4—9 月为暖季。为了对比日间与夜间气温差异,记 08:00—19:00 为昼,20:00 至次日 07:00 为夜。

春季各个时次地点 A 与地点 B 平均气温差值均为负,即地点 A 气温低于地点 B 气温;夏季日间 06:00—17:00 气温差值为负,地点 A 气温低于地点 B 气温,夜间 18:00 至次日 05:00 差值为正,地点 A 气温高于地点 B 气温;秋季仅 01:00、03:00、19:00、23:00 差值为正,其他时次均为负;冬季日间

07:00—19:00 差值为负,夜间 20:00 至次日 06:00 差值为正(图 6,彩页)。

地点 A 与地点 B 平均气温正差值最大为夏季的 20:00,为 0.20 °C;负差值绝对值最大出现在春季的 10:00,为 -0.29 °C;四季日间气温差值平均都为负,夏季绝对值最小(-0.01 °C),冬季次小(-0.03 °C),秋季再次(-0.10 °C),春季最大(-0.13 °C)。

春、秋季昼、夜间地点 A 与地点 B 平均气温差值都为负,夏、冬季昼为负,夜为正;四季气温差值昼间都低于夜间。

按冷暖季划分,冷季地点 A 与地点 B 平均气温差值昼、夜平均都为负,即地点 A 低于地点 B 观测气温,日间平均差值(-0.13 °C)比夜间(-0.02 °C)低;暖季地点 A 与地点 B 平均气温差值昼为负(-0.14 °C)、夜为正(0.03 °C),即日间地点 A 气温低于地点 B,夜间则相反(表略)。

3.3 最高和最低气温

地点 A 与地点 B 每日最高、最低气温出现时间基本一致(图 7,彩页)。最高气温出现在下午 15:00 的频次最多,其次是 14:00、16:00;最低气温出现频次最多时间在午夜 23:00,其次是 06:00 和 04:00、05:00。地点 A 年平均最高气温为 3.96 °C,地点 B 为 4.10 °C,差值为 -0.14 °C;地点 A 年平均最低气温是 -12.63 °C,地点 B 是 -12.66 °C,差值为 0.03 °C。最高气温地点 A 较地点 B 偏低,差异较明显;最低气温地点 A 较地点 B 偏高,但差异较小。

地点 A 与地点 B 各月日较差除 3 月地点 A 较大外,其他月份都是地点 B 较大(表 2)。9 月这个差值最大,这个月份地点 B 的日较差较地点 A 大的最多,其次是 5、4、2、11 月份。

1、6 月最高气温地点 A 偏高,1 月最高;其他月份地点 A 偏低,5 月最低,其次为 10、11 月;1、2、4、6、7、8、9 月最低气温地点 A 偏高,1 月最高,其次是 6 月,其他月份地点 A 偏低,10 月最低,其次为 12、3 月。

3.4 不同天气条件观测对比分析

结合本站基准观象台地面观测记录,按照天气条件,分别统计分析 2 地点观测的差异。天气类型分为雾天、雨雪多云、晴朗有风与晴朗静稳无风 4 种。

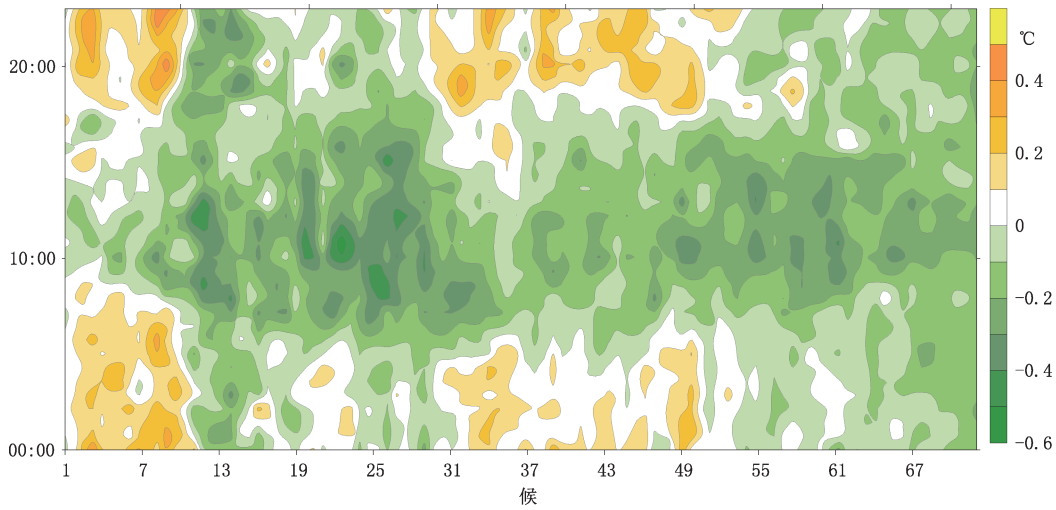


图 5 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 平均气温差值小时-候时间剖面图

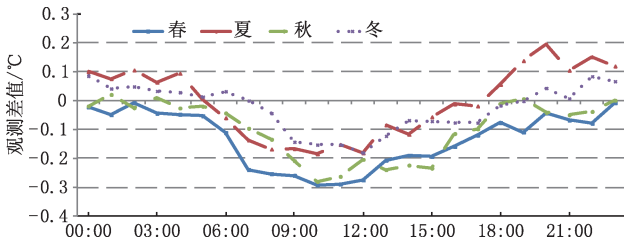


图 6 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 各季节平均小时气温差值

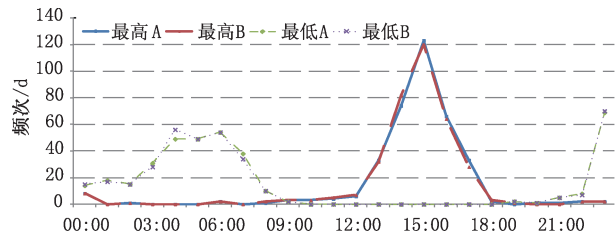


图 7 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 每日不同时刻最高、最低气温出现频次

表 2 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 各月最高、最低观测气温的差值及日较差的差值 °C

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高气温	0.06	-0.12	-0.06	-0.22	-0.28	0.02	-0.11	-0.08	-0.23	-0.25	-0.24	-0.11
最低气温	0.17	0.096	-0.08	0.01	-0.04	0.15	0.10	0.09	0.10	-0.13	-0.02	-0.10
日较差差值	-0.11	-0.22	0.02	-0.23	-0.25	-0.13	-0.21	-0.17	-0.33	-0.12	-0.21	-0.01

统计漠河国家观测台每日的地面天气现象观测记录,2010 年漠河出现雾的天数为 61 d,占全年天数比例 16.71%(2010 年 365 d),分钟观测记录为 14886 个,占实有观测记录比例 2.85%(实有观测记录 521421 个);雨雪多云出现的天数为 148 d,占全年天数比例 40.54%,分钟观测记录 61515 个,占实有观测记录比例 11.8%。

结合漠河国家观测台每日 4 次(02:00、08:00、14:00、20:00)的定时风速观测资料,分析在不同风速条件下 A、B 点对比观测气温。观测定时风为 2 min 风速平均,每日 4 次定时观测、每定时 2 min 平均,则年实有记录 2904 次,去除雨雪多云还有 2561 个记录,比例为 88.19%。

3.4.1 雾天

图 8 给出有雾和全天气条件下两观测点气温差值变化及其比较。图 8a 是有雾出现时次两点气温差值、全天气现象时两点气温差值,图 8b 表示有雾与全天气现象两观测点气温差值的差。

漠河雾出现最多的季节是夏季,其次是冬季,初秋和晚春少有发生;1 天内雾出现在夜里 22:00 后,最晚可持续到下午 13:00。除 05:00、06:00、07:00 和 12:00,有雾与全天气现象两观测点气温差值为负(负值最小在 06:00),其余时次均为正(正值最大是 22:00)。正值表示有雾时两观测点气温差值高于全天气现象时两观测点气温差值,负值表示有雾时两观测点气温差值低于全天气现象时两观测点气

温差值。有雾和全天气现象的气温差值符号一致，而其差值却为正，可见，尽管有雾出现时两观测点气温差值与全天气现象时具有一致的日变化（均在 05:00 到 13:00 之间为负值，23:00 至次日清晨 05:00 为正值），但雾天条件下两观测点气温差值负

值的绝对值比在全天气现象来的小，而正值比在全天气现象来的大。这说明，雾天情况下，白天障碍物对空气温度的降温作用较全天气现象小，而夜间的增温作用较全天气现象大。

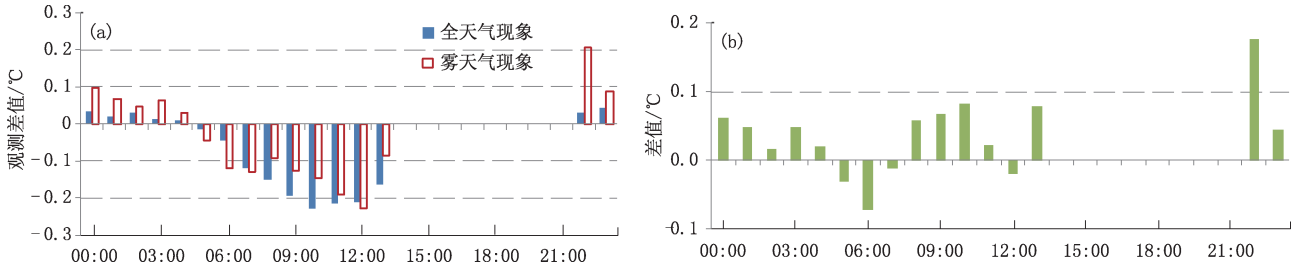


图 8 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 雾天与全天气现象分时平均差值(a)和有雾与全天气现象两观测点观测差的差值(b)

3.4.2 雨雪多云

统计 2010 年漠河雨雪多云天气出现的时间，计算分析两观测地点气温差值与全天气现象观测差值的不同(雨雪多云天气包括雷暴、雨、阵雨、雨夹雪、雪、阵雪、阵性雨夹雪)。

雨雪多云天气各时次平均地点 A 与地点 B 观测气温差值都是负值(图 9)，即地点 A 的观测气温较地点 B 的观测气温低。与全天气现象各时次平

均差值相比，07:00—15:00 雨雪多云天气平均差值大于全天气现象差值(雨雪多云天气 07:00—15:00 地点 A 气温观测值与地点 B 观测值差值绝对值低于全天气现象差值绝对值)，16:00 至次日 06:00 雨雪天气平均差值低于全天气现象差值。这说明，雨雪多云天气条件下，无论白天还是夜间，障碍物对观测空气温度的影响都表现为降温，白天的降温幅度高于夜间，而低于全天气现象时的障碍物降温效果。

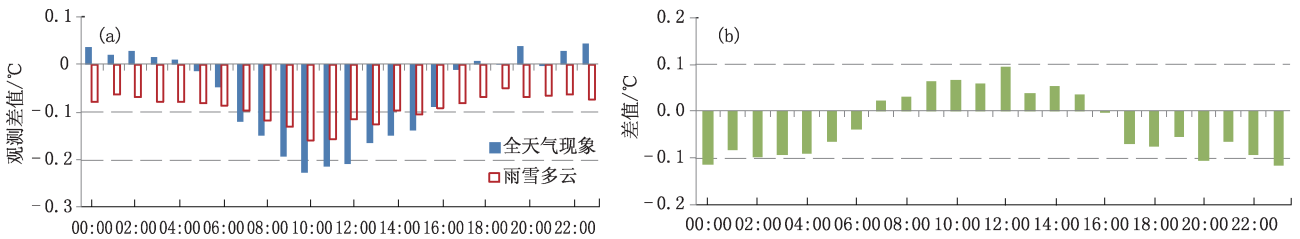


图 9 2010 年漠河站近障碍物地点 A 与观测场内地点 B 雨雪多云天气与全天气现象分时平均差值(a)和雨雪多云天气与全天气现象两点观测差的差值(b)

3.4.3 晴朗有风和晴朗静稳无风

不同风速条件下的对比观测差值见图 10。风速小于 2.0 m/s 时取 0.1 m/s 间隔平均，2.0~3.0 m/s 之间取 0.5 m/s 间隔平均，3.0~5.0 m/s 之间取 1.0 m/s 间隔平均，5.0 m/s 风速以上平均，并统计小于 1.0 m/s 风速(无风)和大于等于 1.0 m/s 风速(有风)时的平均差值。可见，当风速为 0 m/s、0.1 m/s 和 0.9 m/s 时，地点 A 与地点 B 的差为正，即地点 A 的观测气温大于地点 B；当风速在 1.0 m/s 以上时，地点 A 与地点 B 的差都为

负，其中风速为 1.6 m/s 时差值绝对值最小。

参考天气现象观测记录，以 1.0 m/s 风速为界，风速大于等于 1.0 m/s 为有风，风速小于 1.0 m/s 为无风，无雨、雪、霜、露现象为晴朗，提取全年漠河每日 4 次观测时晴朗有风和晴朗静稳无风天气条件分析对比观测气温。

表 3 说明，晴朗静稳无风时观测差值大于晴朗有风时观测差值。晴朗天气，白天地点 A 观测气温低于地点 B，夜间地点 A 观测气温高于地点 B；晴朗的白天，有风天气地点 A 的观测气温更低于地点 B

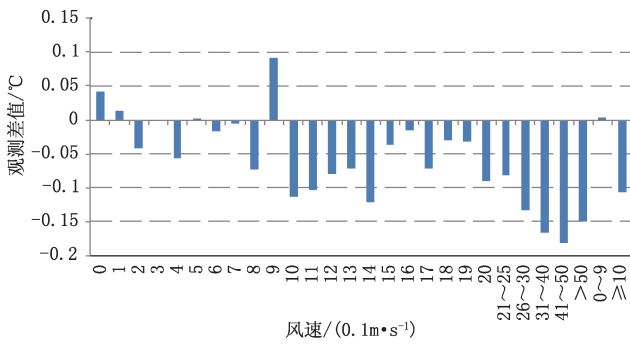


图 10 2010 年漠河站不同风速条件下 A、B 观测点观测差值

观测气温,晴朗的夜间,无风天气地点 A 的观测气温更高于地点 B 的观测气温。晴朗天气里,无论白天还是夜间,地点 A 与地点 B 的观测差值都是无风天气大于有风天气。

晴朗天气,夜晚近建筑物处接收建筑物辐射热减缓气温下降速率,远离建筑物空旷处气温更低,无风天气更明显;白天近建筑物处气温较远离建筑物空旷处气温低,有风天气更明显。

表 3 晴朗有风和晴朗静稳无风每日 4 次定时观测气温差值 °C

时次	无风	有风	无风-有风
02:00	0.07	0.00	0.07
08:00	-0.11	-0.24	0.14
14:00	-0.08	-0.17	0.09
20:00	0.08	0.02	0.06

4 结论与讨论

(1)近障碍物观测点与标准地面气象观测场内观测点对比差值年平均为-0.07 °C,即近障碍物点年平均气温低于标准观测场内气温;各月平均观测差值 1、6 月为正,地点 A 气温高于地点 B,其余各月观测差值均为负,地点 A 气温低于地点 B;地点 A 气温偏高的候仅有 1—10、32、34—36、39、44、46、48、50 候。

(2)各时次中,06:00—17:00 和 21:00,地点 A 的观测气温较地点 B 低;18:00—05:00(除 21:00),地点 A 的观测气温较地点 B 高;11:00,差值负的绝对值最大,地点 A 的气温较地点 B 低的最多;23:00,差值正的绝对值最大,地点 A 的气温较地点 B 高的最多。

(3)春季(3—5 月)各时次地点 A 观测气温都低于地点 B;夏季(6—8 月)日间 06:00—17:00 地点 A 观测气温低于地点 B,其他时次地点 A 高于地点 B;秋季(9—11 月)仅 01:00、03:00、19:00、23:00 地点 A 高于地点 B;冬季(12 月至次年 2 月)日间 07:00—19:00 地点 A 低于地点 B。总体看,冷季(10 月至次年 3 月)地点 A 低于地点 B 观测气温;暖季(4—9 月)昼间地点 A 观测气温低于地点 B,夜间相反。

(4)地点 A 和地点 B 日最高、最低气温出现时间大体相同,最高气温 A 点较 B 点偏低,最低气温 A 点较 B 点偏高,最高气温偏低绝对值大于最低气温偏高绝对值。

(5)有雾情况下两观测点对比观测差值,在全天气现象时为正的时次段里,正值更大,即地点 A 的观测气温更高于地点 B,在全天气现象为负的时次段时,负值减小,即地点 A 的观测气温偏低程度减小;雨雪多云天气各时次地点 A 的观测气温均较地点 B 的低;晴朗的白天,地点 A 的观测气温低于地点 B,有风情况下更明显;晴朗的夜间,地点 A 的观测气温高于地点 B,无风时更明显。

本文使用的气温对比观测数据,地点 A 在观测场外,距建筑物(值班室)较近,同时其偏西南方还有卫星接收设备和避雷塔;地点 B 在观测场内,四周比较开阔。年平均气温 A 点低于 B 点,白天尤为明显。白天建筑物的遮挡作用可能使建筑物附近的空气温度平均低于远离建筑物的观测场内空气温度平均。夜晚地点 A 偏高,可以归因为办公室房子白天吸收太阳辐射,夜晚会以长波辐射方式发射,还有人人为热辐射释放。晴朗天气,夜晚近建筑物处接收建筑物辐射热减缓气温下降速率,远离建筑物空旷处气温更低,无风天气更明显;白天近建筑物处 A 地点气温较远离建筑物空旷处气温低,有风天气更明显,可能同靠近值班室、西南方向设有卫星接收天线和避雷塔等人工障壁物对阳光的遮挡有关。对比观测试验最高气温地点 A 也较地点 B 偏低,最低气温地点 A 较地点 B 偏高。但是,2 个地点地面气温均值及其季节和日内变化差异的具体原因,还需要开展进一步研究。

气象观测环境变化对气温观测的影响是多方面的,最常见的变化是城市发展,观测场周边建筑物的不断增多。以往关于城市化对气象观测影响的研究多认为,建筑物数目增加、高度提升、与台站的距离

缩短,都是造成观测场气温升高的重要因素,白天建筑物受阳光直接照射、因为热容量小能够强烈吸收太阳短波辐射而迅速升温,其午后和夜晚放射出的长波辐射就会加热周围空气,使观测场上空气温升高;夜间这些建筑物内部的人类活动导致其本身也是1个热源,其放出的额外长波辐射也会造成观测场上空气温偏高。同时建筑物数量增多和高度增加会阻挡空气的自然流动、造成观测场附近的风速变小^[20],也会导致局地气温上升。

本文分析结果表明,观测场附近微环境变化对气温观测的影响与城市化发展的大环境背景产生的“热岛效应”等存在不同,探测仪器附近的建筑物对观测值的影响实际表现为年平均是降温的作用(各月平均也以降温为主)。同时也进一步证明地面气温观测记录对台站观测场附近微环境改变十分敏感。微环境条件的变化如附近办公楼加高加长、仪器安装地点地面特性改变、附近绿地面积变化或养护方式改变等,都可能影响气温观测结果,导致地面气温观测出现明显不连续性,对单点和小区域平均长期气候变化分析结果产生影响。随着城镇建设规模迅速扩大,一些原本位于城郊、探测环境优良的气象探测场所,目前已经处于当地城区范围甚至是中心城区,观测场四周的各种障碍物和干扰源严重影响气象探测,受人为因素影响较大,如汽车尾气排放、家庭空调、燃气燃烧等,影响气象观测资料的准确性、连续性和代表性。

上述情况使得对地面观测气温代表性和均一性的研究变得更加复杂。城市化和社会发展以及观测场周边微环境改变对地面观测记录的影响,需要做更深入和系统的研究。

参考文献

- [1] 任国玉,郭军,徐铭志,等.近50年中国地面气候变化基本特征[J].气象学报,2005,63(6):948-952.
- [2] 丁一汇,任国玉.中国气候变化科学概论[M].北京:气象出版社,2008.
- [3] 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.
- [4] 李亚丽,薛春芳,卓静.利用台站元数据及卫星遥感资料分析影响气温序列均一性的原因[J].气象科技,2016,44(1):23-30.
- [5] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2003.
- [6] 中国气象局.气象探测环境和设施保护办法[M].北京:气象出版社,2004.
- [7] Davey C A, Pielke R A. Microclimate exposures of surface-based weather stations: implications for the assessment of long-term temperature trends [J]. Bulletin American Meteorological Society, 2005, 86(4): 497-504. doi.org/10.1175/BAMS-86-4-497
- [8] Runnalls K E, Oke T R. A technique to detect microclimatic inhomogeneities in historical records of screen-level air temperature [J]. Journal of Climate, 2006, 19(6): 959-978.
- [9] 庞成,阙龙凯,王伏村.张掖气象站新旧站址对比观测资料分析[J].气象水文海洋仪器,2013,(3):93-97.
- [10] 周晓倩,李又君,李雪源,等.气象台站迁址历史观测资料三性分析[J].中国农学通报,2015,31(8):223-228.
- [11] 梁琼芳,肖盛,凌莉,等.靖西县气象观测场环境变化对气象要素的影响[J].气象研究与应用,2009,30(3):108-109.
- [12] 赵艳兰.试论气象观测环境的改变对气象要素的影响[J].科技创新导报,2010,22:118-119.
- [13] Peterson T C. Examination of potential biases in air temperature caused by poor station locations [J]. Bull Amer Meteor Soc, 2006, 87(8):1073-1089.
- [14] 刘勇,王东勇,田红,等.气象观测环境的变化对气温序列的影响分析[J].气象科学,2003,26(4):436-441.
- [15] Souleymone F, Anthany W, Nielsengammon J, et al. Analysis of the impacts of station exposure on the U. S. Historical Climatology Network temperatures and temperature trends [J]. J Geophys Res, 2011, 116(D14):120.
- [16] Trewin B. Exposure, instrumentation, and observing practice effects on land temperature measurements [J]. WIREs Clim. Change, 2010, 1(4): 490-506.
- [17] Mahmood R, Foster S A, Logan D. The geoprofile metadata, exposure of instruments, and measurement bias in climatic record revisited [J]. Int J Climatol, 2006, 26(8): 1091-1124.
- [18] Pielke R A, Nielsengammon J, Davey c, et al. Documentation of uncertainties and biases associated with surface temperature measurement sites for climate change assessment [J]. Bull Amer Meteor Soc, 2007, 88(6): 913-928.
- [19] Pielke R A, Davey C A, Niyogi D, et al. Unresolved issues with the assessment of multidecadal global land surface temperature trends [J]. J Geophys Res, 2007, 112 (D24): 177-180.
- [20] 陈燕,蒋维楣.城市建筑物对边界层结构影响的数据试验研究[J].高原气象,2003,25(5):824-831.

Response of Surface Air Temperature to Micro-Environmental Change: Results from Mohe Parallel Observation Experiment

Liu Yulian^{1,2} Ren Guoyu^{2,3} Zhang Guangying⁴ Yu Hongmin⁵

(1 Heilongjiang Climate Center, Harbin 150030; 2 Department of Atmospheric Science, School of Environmental Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074; 3 Laboratory for Climate Studies, National Climate Center, CMA, Beijing 100081; 4 Daxinganling Meteorological Service, Jiagedaqi 165000; 5 Heilongjiang Public Meteorological Service Center, Harbin 150002)

Abstract: The effects of micro-environmental conditions on the observations of surface air temperature within a standard observational field are unclear. In this paper, the surface observation data of a parallel observational experiment at Mohe Station in 2010 are analyzed. The conclusions are as follows: (1) The annual mean temperature at Site A (close to a house) was lower than that of the standard observational field (Site B), but the monthly mean temperature in January and June at Site A was higher than that of Site B. (2) Between 06:00 and 17:00 (BJT), and at 21:00, lower temperature occurred at Site A; between 18:00 and 05:00 (except 21:00), however, mean temperature at Site A was higher. (3) Lower temperature was recorded at the near-obstacle site for all times in spring (March to May); summer (June to August) also saw the relatively lower temperature at Site A from 06:00 to 17:00; autumn (September to November) mean temperature at Site A was higher than that of the observational field only at 01:00, 03:00, 19:00, 23:00, and it was lower for other times; winter (December to February) mean temperature at Site A was generally lower from 07:00 to 19:00, but higher from 20:00 to 06:00 at night. In cold season (October to March), the mean temperature at Site A was lower than that of the observation field in both daytime and nighttime; but in the warm season (April to September) mean temperature at Site A was lower only during daytime, and higher during nighttime. (4) Minimum and maximum temperatures were recorded at approximately the same time at points A and B, but the maximum temperature was lower, and the minimum temperature is higher at Site A. (5) In the fog weather condition, the temperature at Site A was mostly higher than that at Site B; snow and rain weathers were generally characterized by a lower temperature at Site A; sunny days were more likely to experience lower temperature at Site A; and fair nights were more likely to see a higher temperature at Site A; fair and calm weather conditions were more often accompanied by higher temperature at Site A relative to Site B. It is therefore obvious that the surface air temperature observations are very sensitive to the micro-environmental change at Mohe Station.

Keywords: Micro environment; ground observation; parallel observational experiment; obstacle; surface air temperature; deviation; Mohe station.