

地面最高温度观测中失真现象的分析

秦岭

(河北省气象局, 石家庄 050021)

提 要

对地面最高温度表的冷缩误差进行了模拟试验。结果表明,冷缩误差常可达到0.5—1.0℃。为解决此问题,通过计算得出冷缩误差修正图,为冷缩误差修正提供了条件。

关键词: 最高温度 冷缩误差 修正

目前,广大气象台站仍然采用玻璃水银的最高温度表来观测空气温度和地面温度的最高温度值,但是,由于观测方法不够适当,使最高温度的测量结果存在严重的失真。为此,本文对问题的成因及其修正方法提出探讨。

1 最高温度值的失真问题

现行的地面气象观测规范规定:观测最高温度(包括空气温度的最高温度和地表面温度的最高温度)的时间是在每日的20时进行,此时,空气温度和地面温度都已低于最高值,而滞留在最高温度表毛细管中的水银柱的长度亦会因温度降低而缩短,从而导致观测到的最高温度值比最高温度出现时的实际值低,造成了最高温度值的失真。

由热学原理可列出冷缩误差计算式如下:

$$\delta = (N + t_g) \cdot \alpha \cdot (t - t_g) \quad (1)$$

表1

最高表号码	31210	33055	31162	31147	31207	31332	31129	31379	31302	31096	平均值	标准偏差
t_{60}	60.06	60.18	59.98	60.12	59.99	60.16	60.01	60.14	60.18	59.94	60.07	
t_{20}	59.24	59.34	59.13	59.35	59.15	59.36	59.14	59.24	59.40	59.04	59.24	
N	74.7	79.5	73.5	71.0	74.5	75.2	73.7	80.8	77.9	74.7	75.6	3.0
冷缩 实际试验值	-0.82	-0.84	-0.85	-0.77	-0.84	-0.78	-0.87	-0.90	-0.78	-0.90	-0.84	0.05
误差 理论计算值	-0.86	-0.89	-0.85	-0.84	-0.86	-0.87	-0.86	-0.90	-0.88	-0.86	-0.87	0.02

注:①表中的 t_{60} 和 t_{20} 为10次和6次读数的平均值,两种数据全是恒温槽中取得,分别为温度60℃和20℃示值。

②单位均为℃。

式中, N 为水银柱下端驻留点到0℃点刻线处的长度; t 为环境温度; t_g 为观测的最高温度; $\alpha=0.00016/℃$ 代表温度表玻璃与水银的视膨胀系数。

上述的最高温度值失真的现象可以用实验方法进行模拟,并且可以通过模拟试验来测定此失真量。下面介绍的是在河北省气象局仪器检定所进行的一次模拟试验的结果。

试验用的最高温度表共10支,都是从1989年上海医用仪表厂的合格产品中任意抽取的。模拟试验的内容为:①测定每支最高温度表的 N 值。②将全部被试最高温度表全浸置于恒温水槽中,在水温为 $60 \pm 0.02℃$ 的条件下稳定后读数(采用多人多次读数,并取其算术平均值)。③被试的最高温度表继续留在恒温水槽中,降低水槽温度,在温度 $20 \pm 0.02℃$ 的条件下,使温度表稳定足够时间后读数。试验的记录和结果如表1。

由模拟试验的结果可以看到,当观测时的环境温度已低于最高温度时,最高温度表的水银柱会冷缩,从而造成最高温度值的失真;理论计算与模拟试验结果吻合较好。

2 分析

为了试验最高温度表的冷缩误差,本文作者于1990年8月在石家庄市进行了几天捕捉地面最高温度的试验。试验地为1m²的砂土地,试验用表是从河北省气象局仓库随机提取的上海医用仪表厂和天津第八玻璃厂生产的合格产品。安置方法按《地面气象观测规范》要求,温度表的安放间隔为5cm。试验结果列于表2。

表2 最高温度表冷缩误差实测值与计算值表

表号	33241	2-33	50715	30702	2-62	
生产厂	上医	八玻	上医	上医	八玻	
表类	最高	最高	地面	最高	最高	
N值	66.5	107		50	89	
8月20日	最高读数	56.6	55.3	55.0	56.4	56.7
	冷缩读数	56.0	54.5	19.5	55.9	55.9
	冷缩值	0.6	0.8		0.5	0.8
	计算值	0.7	0.9		0.6	0.8
8月21日	最高读数	55.8	54.5	54.4	55.3	55.3
	冷缩读数	55.2	53.7	21.5	54.8	54.6
	冷缩值	0.6	0.8		0.5	0.7
	计算值	0.6	0.8		0.6	0.8
8月22日	最高读数	62.6	61.1	60.7	62.3	62.5
	冷缩读数	61.8	60.1	18.3	61.6	61.5
	冷缩值	0.8	1.0		0.7	1.0
	计算值	0.9	1.1		0.8	1.0
8月23日	最高读数	60.5*	60.1	58.5	60.2	60.2
	冷缩读数	59.8	59.1	20.9	59.5	59.3
	冷缩值	0.7	1.0		0.7	0.9
	计算值	0.7	1.0		0.7	0.9

* 表号36711, N=55.5

表中的“最高读数”是在每天的14—15时每隔5—10分钟观测一次捕捉的各次观测值中最高的一次观测值,并经过了示值修正。“冷缩读数”是在第二天早晨进行的。“冷缩差”是由“冷缩读数”减“最高读数”所得差值。“计算值”是按式(1)计算所得值。表2中的“最高读数”参差不齐,这与温度表的安置状况有关,也与温度表的热滞后系数有关。

由表2可见,N值大的表冷缩误差大,N值小的表冷缩误差小;为了控制最高温度表的N值,由国家技术监督局发布实施的国家计量检定规程JJG207-92《气象用玻璃液体温度表》规定最高温度表的N值出厂时不得大于90℃。

由式(1)知,最高温度值对冷缩误差产生影响。本文作者翻阅了河北省1980年以前20多年的温度观测统计资料,气温观测最高温度突破40℃的有79个站,占全省148个地面观测站的53%,地温最高温度超过65℃的有92个站,占全省测站数的62.2%。创纪录的故城气象站,地面最高温度曾经达到72.5℃。

20时观测的温度回落值(即落差)对冷缩误差的影响也很显著,而实际的回落值也十分惊人。我们统计了张家口气象台1989年的地温观测纪录,按不同区段逐日统计后得出表3。

表3 1989年逐月20时观测中各温度落差段的天数

落差/℃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
<10	2		1	1		1	1	1	4		1	1	13
11—20	12	5	1	1	2	5	4	7	8	7	20	28	100
21—30	17	16	14	11	7	11	14	17	17	24	9	2	159
31—40		7	15	15	20	13	12	6	1				89
41—50				2	2								4

现以张家口气象台1989年5月最后一天的地面温度观测记录为例,估算最高温度表冷缩误差的影响。该台当日20时观测地面最高温度为58.1℃,地面温度为15.7℃,则温度回落量为42.4℃。我们不知当日观测的那支地面最高温度表N值多大,不妨取表2中上海表的平均值58℃,代入公式(1)得冷缩误差为:

$$\delta = (58 + 58.1) \times 0.00016 \times (15.7 - 58.1) = -0.8(\text{℃})$$

如以天津产品N平均值98℃代入式

(1), 则冷缩误差为:

$$\delta = (98 + 58.1) \times 0.00016 \times (15.7 - 58.1) = -1.1(\text{C})$$

再看表 2 中 4 天的冷缩差实测值, 最小的为 -0.5C , 最大的为 -1.0C , 显然, 这是绝对不可忽视的误差, 它对最高温度表的检定和检定证书上的修正值完全失去意义。使我们要求气象台站不使用超检仪器对最高温度表来讲变得徒劳无益, 使最高温度观测资料黯然失色。

3 解决问题的途径

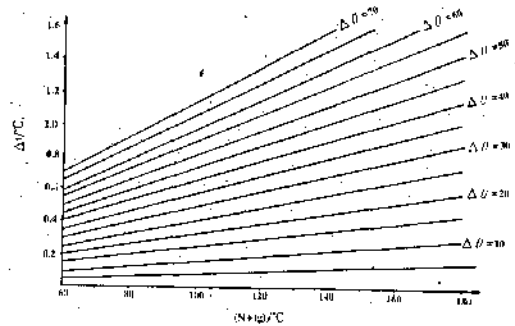
如前所述, 用目前气象台站最高温度观测方法观测的最高温度值存在严重失真, 应当给予修正。为给最高温度观测进行冷缩误差修正提供条件, 1992 年国家技术监督局批准发布的气象温度表检定规程规定, 检定最高温度表时必须测定其 N 值, 检定证书上要给出 N 值, 这就为进行冷缩误差修正提供了条件。

式(1)为冷缩误差公式, 令式中的 t 和 t_g 互换位置, 并令 $t_g - t = \Delta\theta$, 代入式(1), 即得冷缩误差的修正值 Δt

$$\Delta t = (N + t_g) \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \quad (2)$$

式(2)中的 t_g 、 α 、 $\Delta\theta$ (20 时观测最高温度时空气温度或地面温度的回落量) 是已知的, 如果再知道 N 值, 则冷缩误差的修正值 Δt 即可求出。

本文作者根据式(2)设计了冷缩误差修正图(附图)。图中, 纵坐标是冷缩误差的修正值 Δt ; 横坐标为 $(N + t_g)$; 斜线 $\Delta\theta$ 为 20 时观测时温度的回落值, 即 $t_g - t$ 。



附图 最高温度表冷缩误差修正图/ C

对于每支最高温度表, N 值为一个常数。 N 值在 1993 年开始的检定证书中已经给出。 1992 年以前的检定证书中没有, 可采用气象温度表检定规程 JJG207-92 附录中提供的方法测定。也可采用如下方法测定: 将最高温度表水银柱调整到环境温度, 读取其值, 再将水银柱倒回标尺刻度范围内, 读取水银柱 0C 下部份的“长度”和 0C 上部份的“长度”(均以 C 计), 将两部份以 C 计的“长度”之和减去开始读得的环境温度值, 即得最高温度表的 N 值。为求稳妥, 可再进行两次操作求平均值, 准确到 1C 。

修正图的使用方法: ①根据观测的最高温度表示值 t_g 和最高表的 N 值求出横坐标值 $N + t_g$; ②根据最高温度值 t_g 和地面温度值(或干球温度值) t 算出温度回落值 $t_g - t = \Delta\theta$; ③在横坐标上找到与 $N + t_g$ 对应的坐标值并向左上作垂线与温度回落值 $\Delta\theta$ 对应的斜线相交, 再从此交点引水平线与纵坐标轴相交, 交点的纵坐标值即为最高温度观测值的冷缩修正值。

An Analysis of the Errors of Surface Maximum Temperature Observed

Qin Ling

(Hebei Province Meteorological Bureau, Shijiazhuang 050021)

Abstract

A test simulating errors that a maximum thermometer contracts with cold is made. The results show that the errors ranged from 0.5 to 1.0C . And an error correction diagram is given.

Key Words: maximum temperature the errors of contracting with cold correction