

ICS 07.060
A 47

QX

中华人民共和国气象行业标准

QX/T 50—2007

地面气象观测规范 第 6 部分：空气温度和湿度观测

Specifications for surface meteorological observation
Part6: Measurement of air temperature and humidity

2007-06-22 发布

2007-10-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

QX/T 50—2007

中华人民共和国
气象行业标准
地面气象观测规范
第6部分:空气温度和湿度观测

QX/T 50—2007

*

气象出版社出版发行
北京市中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://cmp.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京京科印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.5 字数:38千字
2007年9月第一版 2007年9月第一次印刷

*

书号:135029-5371 定价:10.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 观测的一般要求	2
4.1 气温	2
4.2 湿度	2
5 干湿球温度表观测	2
5.1 干湿球温度表	2
5.2 干湿球温度表安装	2
5.3 湿球纱布包扎	2
5.4 观测和记录	3
5.5 维护	4
6 最高温度表观测	4
6.1 构造	4
6.2 安装	4
6.3 观测和调整	4
7 最低温度表观测	4
7.1 构造	4
7.2 安装	5
7.3 观测和调整	5
7.4 维护	5
8 防辐射装置	5
8.1 百叶箱	5
8.2 防辐射罩	6
9 温度计观测	6
9.1 构造	6
9.2 安装	6
9.3 观测和记录	6
9.4 维护	6
10 铂电阻温度传感器	6
10.1 通则	6
10.2 安装与维护	7
11 毛发湿度表观测	7
11.1 通则	7
11.2 安装	7
11.3 观测和记录	7

11.4	毛发湿度表订正图	7
11.5	维护	7
12	湿度计观测	7
12.1	构造	7
12.2	安装	8
12.3	观测和记录	8
12.4	日最小相对湿度的挑选方法	8
12.5	维护	8
13	湿敏电容湿度传感器	8
13.1	结构原理	8
13.2	安装与维护	8
14	通风干湿球传感器	8
14.1	结构原理	8
14.2	安装与维护	9
15	通风干湿表	9
15.1	结构原理	9
15.2	观测和记录	9
15.3	维护与检查	9
	附录 A(规范性附录)湿度参量的计算公式	10
A.1	饱和水汽压	10
A.2	水汽压	10
A.3	相对湿度	11
A.4	露点温度	11
	附录 B(规范性附录)毛发湿度表(计)的订正图	12
B.1	订正图的制作方法	12
B.2	订正图的制作要求	12
B.3	判断订正图能否使用的原则	12
B.4	备份毛发湿度表订正图	12
B.5	自动站的毛发湿度表订正图	13
B.6	微机编制毛发湿度表(计)订正图	13
	参考文献	14
	表 A.1 干湿表系数表	10

前 言

《地面气象观测规范》系列标准为二十二个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：云的观测；
- 第 3 部分：气象能见度观测；
- 第 4 部分：天气现象观测；
- 第 5 部分：气压观测；
- 第 6 部分：空气温度和湿度观测；
- 第 7 部分：风向和风速观测；
- 第 8 部分：降水观测；
- 第 9 部分：雪深与雪压观测；
- 第 10 部分：蒸发观测；
- 第 11 部分：辐射观测；
- 第 12 部分：日照观测；
- 第 13 部分：地温观测；
- 第 14 部分：冻土观测；
- 第 15 部分：电线积冰观测；
- 第 16 部分：地面状态观测；
- 第 17 部分：自动气象站观测；
- 第 18 部分：月地面气象记录处理和报表编制；
- 第 19 部分：月气象辐射记录处理和报表编制；
- 第 20 部分：年地面气象资料处理和报表编制；
- 第 21 部分：缺测记录的处理和不完整记录的统计；
- 第 22 部分：观测记录质量控制。

本部分的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本部分由中国气象局监测网络司提出。

本部分由中国气象局政策法规司归口。

本部分起草单位：中国气象局大气探测技术中心、湖北省气象局。

本部分主要起草人：沙奕卓、杨志彪、马舒庆、陈永清、王经业、涂满红、毛成忠。

引 言

为了保证地面气象观测记录的代表性、准确性和比较性,便于资料的国际、国内交换及共享和使用,应统一我国地面气象观测技术要求。

主要依据的国内文件是《地面气象观测规范》(中国气象局,2003)及有关补充文件。参考的国际文件是《Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation(Seventh edition)》(WMO No. 8)和《Manual on the Global Observing System》(WMO,2003)。

本部分是 QX/T 50—2007,其他部分同时发布。

本部分为首次发布。

地面气象观测规范

第 6 部分:空气温度和湿度观测

1 范围

本部分规定空气温度和湿度的观测、计算、极值挑选方法和观测仪器的技术要求。

本部分适用于地面气象观测和其他气象观测中对空气温度和湿度的观测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。本标准其他部分适用于本部分。

GB/T 8747—1988 气象用玻璃液体温度表

QX/T 5—2001 木制百叶箱

QX/T 24—2004 气象用铂电阻温度传感器

QX/T 25—2004 铂电阻电动通风干湿表传感器

QX/T 27—2004 毛发湿度计

QX/T 28—2004 双金属温度计

3 术语和定义

本部分采用下列术语和定义。

3.1

空气温度 air temperature

表示空气冷热程度的物理量,简称气温。

注:地面气象观测中测定的是离地面 1.50 m 高度处的气温。

3.2

空气湿度 air humidity

表示空气中的水汽含量和潮湿程度的物理量,简称湿度。

注:地面气象观测中测定的是离地面 1.50 m 高度处的湿度。

3.3

水汽压 vapour pressure

空气中水汽部分作用在单位面积上的压力。

3.4

饱和水汽压 saturation vapour pressure

一定的温度和气压下,湿空气达到饱和时的水汽压。

3.5

相对湿度 relative humidity

空气中实际水汽压与当时气温下的饱和水汽压之比。

3.6

露点温度 dew-point temperature

空气在水汽含量和气压不变的条件下,降低气温达到饱和时的温度。

3.7

最高气温 maximum air temperature

一定时段内气温的最高值。

3.8

最低气温 minimum air temperature

一定时段内气温的最低值。

3.9

最小相对湿度 minimum relative humidity

一定时段内相对湿度的最小值。

4 观测的一般要求

4.1 气温

- a) 人工观测时,应定时观测气温,日最高、日最低气温,配有温度计的气象观测站应做气温的连续记录;
- b) 自动观测时,测定每分钟、每小时气温,记录每小时最高、最低气温及其出现时间;
- c) 气温记录均以摄氏度(°C)为单位,取1位小数;
- d) 出现时间应为时和分,各取两位,高位不足时前面补“0”。

4.2 湿度

- a) 湿度测定包括水汽压、相对湿度、露点温度,水汽压以百帕(hPa)为单位,相对湿度以百分数(%)表示,露点温度以摄氏度(°C)为单位;水汽压和露点温度均取1位小数,相对湿度取整数;
- b) 人工观测时,应定时观测水汽压、相对湿度、露点温度,配有湿度计的气象观测站应做相对湿度的连续记录,并挑选日最小值;
- c) 自动观测时,测定每分钟、每小时相对湿度或露点温度,记录每小时最小相对湿度及其出现时间,使用附录A公式计算求得水汽压和露点温度或相对湿度;
- d) 出现时间应为时和分,各取两位,高位不足时前面补“0”;
- e) 使用干湿球温度表测定湿度时,通过观测干湿球温度,使用附录A公式计算求得水汽压、相对湿度和露点温度。

5 干湿球温度表观测

5.1 干湿球温度表

干湿球温度表是用于测定空气的温度和湿度的仪器。它由两支型号完全一样的温度表组成,其中包扎纱布后的温度表为湿球温度表。

温度表是根据水银(酒精)热胀冷缩的特性制成的,分感应球部、毛细管、刻度磁板、外套管四个部分。

5.2 干湿球温度表安装

干湿球温度表应安装在百叶箱内。百叶箱底板中心安装温度表支架,干、湿球温度表垂直悬挂在支架两侧的环内,球部向下,干球在东,湿球在西,球部中心距地面1.50 m。湿球温度表球部包扎专用纱布,其下部浸到带盖的水杯内。杯口距湿球温度表球部约3 cm,杯中盛蒸馏水,供湿润湿球纱布用。

5.3 湿球纱布包扎

湿球包扎纱布时,要把湿球温度表从百叶箱内拿出,先把手洗干净,再用清洁的水将温度表的感应部分洗净,然后将长约10 cm的新纱布在蒸馏水中浸湿,使上端平贴无褶皱地包卷在感应球部上(包卷

纱布的重叠部分不应超过球部圆周的 1/4；包好后，用纱线把高出感应部分上面的纱布扎紧，再把感应部分下面的纱布紧靠着球部扎好，但不应扎得过紧，并剪掉多余的纱线。

5.4 观测和记录

5.4.1 定时观测程序

按干球、湿球温度表，最低温度表酒精柱，毛发湿度表，最高温度表，最低温度表游标次序读数，调整最高、最低温度表，温度计和湿度计读数并做时间记号。

5.4.2 正常观测

各种温度表读数要准确到 0.1℃。温度在 0℃ 以下时，应加负号（“—”）。读数记入观测簿相应栏内，并按所附检定证进行器差订正。如示度超过检定证范围，则以该检定证所列的最高（或最低）温度值的订正值进行订正。

温度表读数时应注意：

- a) 观测时应保持视线和水银柱顶端齐平，以避免视差；
- b) 读数动作应迅速，应尽量缩短停留时间，不应对着温度表呼吸，并且头、手和灯等不应接近球部，避免影响温度示度；
- c) 应复读，避免发生误读或颠倒零上、零下的差错。

5.4.3 溶冰观测

5.4.3.1 溶冰处理

当湿球纱布冻结后，应及时从室内带一杯蒸馏水对湿球纱布进行溶冰，待纱布变软后，在球下部 2 mm~3 mm 处剪断，然后把湿球温度表下的水杯从百叶箱内取走，以防水杯冻裂。

气温在 -10.0℃ 或以上湿球纱布结冰时，观测前应进行湿球溶冰。溶冰用的水温不可过高，相当于室内温度，能将湿球冰层溶化即可。将湿球球部浸入水中把纱布充分浸透，使冰层完全溶化。应从湿球温度示值的变化情况可判断冰层是否完全溶化。然后把水杯移开，用杯沿将聚集在纱布头的水滴除去。

溶冰时间参照下述情况灵活掌握：

- a) 当风速、湿度中常时，在观测前 30 min 左右进行；
- b) 湿度很小，风速很大时，在观测前 20 min 内进行；
- c) 湿度很大，风速很小时，在观测前 50 min 左右进行。

若每小时一次温、湿度观测，在冬季里湿度大、风速小的情况下，由于冰面蒸发很小，溶冰一次，可进行几次观测。

5.4.3.2 观测记录

- a) 读取干湿球温度表的示值时，应先看湿球示度是否稳定，达到稳定不变时才能进行读数和记录；
- b) 若湿球示度不稳定，说明是溶冰不恰当，湿球不能读数，只记录干球温度；湿度记录按如下方法处理：
 - 1) 若在定时观测正点前湿球温度能够稳定，则需补测干湿球温度值，并用此值作为气温和湿度的正式记录；
 - 2) 若定时观测正点前湿球温度仍不能稳定，则相对湿度改用毛发湿度表或湿度计测定（需按规定作相应订正），水汽压、露点温度用干球温度和相对湿度计算得到；
 - 3) 如无毛发湿度表（计）或按规定冬季不需要编制订正图的气象站，应在正点后补测干、湿球温度。

5.4.4 低温下的观测

- a) 气温在 -10.0℃ 以下时，停止观测湿球温度，改用毛发湿度表或湿度计测定湿度；但在冬季偶有几次气温低于 -10.0℃ 的地区，仍可用干、湿球温度表进行观测；
- b) 气温在 -36.0℃ 以下时，改用酒精温度表观测气温，酒精温度表应按干球温度表的安装要求事先悬挂在干球温度表旁边，如果没有备用的酒精温度表，可用最低温度表酒精柱的示度来测定空气温度。

5.4.5 湿度参量的计算

- a) 水汽压、相对湿度、露点温度按附录 A 的公式计算得出,人工查算由《湿度查算表》查得;
- b) 在非结冰季节湿度很大或有雾时,出现湿球温度略高于干球温度时(指经仪器差订正后的数值),这时湿球温度应作为与干球温度同值,进行湿度计算。

5.5 维护

- a) 应注意保持干湿球温度表的正常状态,如发现温度表内刻度磁板破损,毛细管内有水银滴、黑色沉淀的氧化物或水银柱中断等情况,应同时更换或报废;
- b) 干球温度表应经常保持清洁、干燥,观测前巡视设备和仪器时,如发现干球上有灰尘或水,应立即用干净的软布轻轻拭去;
- c) 湿球纱布应保持清洁、柔软和湿润,一般应每周换 1 次,遇有沙尘天气,湿球纱布上明显沾有灰尘时,应立即更换;
- d) 在海岛、矿区或烟尘多的地方,湿球纱布容易被盐、油、烟尘等污染,应缩短更换纱布的期限;
- e) 水杯中的蒸馏水要时常添满,保持洁净,一般每周更换 1 次。

6 最高温度表观测

6.1 构造

最高温度表的构造与一般温度表不同,它的感应部分内有一玻璃针,伸入毛细管,使感应部分和毛细管之间形成一窄道。当温度升高时,感应部分的水银体积膨胀,挤入毛细管;而温度下降时,毛细管内的水银,由于通道窄不能缩回感应部分,因而能指示出上次调整后这段时间内的最高温度。

6.2 安装

最高温度表应安装在温度表支架下横梁的一对弧形钩上,感应部分向东稍向下倾斜。高出干湿球温度表球部 3 cm。

6.3 观测和调整

6.3.1 观测

最高温度表每天 20 时观测一次,读数记入观测簿中,观测后进行调整。

观测时,若温度表的水银柱有上滑现象,应稍稍抬起温度表的顶端,使水银柱回到正常的位置,然后再读数。

最高温度表断柱时,应稍稍抬起温度表的顶端使其连接在一起。若不能恢复,则减去断柱的数值作为读数,并及时进行修复或更换。有关情况要在观测簿的备注栏注明。

气温在 -36.0°C 以下时,停止最高温度表的观测,记录从缺,并在观测簿的备注栏注明。

6.3.2 调整

- a) 用手握住表身,感应部分向下,臂向外伸出约 30° ,用大臂将表前后甩动,甩动方向与刻度磁板面平行,毛细管内水银就可以下落到感应部分,使示度接近于当时的干球温度;
- b) 调整时,动作应迅速,尽量避免阳光照射,手不应接触感应部分;不应甩动到使感应部分向上的程度,以免水银柱滑上又甩下,撞坏窄道;
- c) 调整后,把表放回到原来的位置上时,先放感应部分,后放表身。

6.3.3 维护

- a) 同干球温度表;
- b) 在温度下降时,最高温度表的水银柱有时也会回缩到感应部分,遇到这种情况,应立即换用备份表,报废该故障表。

7 最低温度表观测

7.1 构造

最低温度表的感应液是酒精,它的毛细管内有一哑铃形游标。

当温度下降时,酒精柱便相应下降,由于酒精柱顶端表面张力作用,带动游标下降;当温度上升时,酒精膨胀,酒精柱经过游标周围慢慢上升,而游标仍停在原来位置上。

7.2 安装

最低温度表水平地安装在温度表支架下横梁下面一对弧形钩上,感应部分向东,低于最高温度表 1 cm。

7.3 观测和调整

7.3.1 观测

每天在 20 时观测一次,读数记入观测簿相应栏中,观测后调整温度表。

观测最低温度示度时,视线应平直地对准游标离感应部分的远端位置;观测酒精柱示度时,视线应平直地对准酒精顶端凹面中点(即最低点)的位置。

当在观测读数发现最低温度表酒精柱中断时,最低温度记录做缺测处理,并在观测簿的备注栏注明;该表应及时修复或更换。

7.3.2 调整

抬高温度表的感应部分,表身倾斜,使游标回到酒精柱的顶端。

7.3.3 读数的补充订正

在每月的 1—5 日 20 时应读取最低温度表酒精柱的示度与干球温度表的示度,用经仪器差订正后的干球温度值减去经仪器差订正后的最低温度表酒精柱值,并计算该 5 日的平均差值。如果平均差值 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,该最低温度表可以使用,以后的读数也不进行补充订正;若平均差值 $> 0.5^{\circ}\text{C}$,应撤换最低温度表,并将平均差值订正到该 5 天的逐日最低温度值上。

凡中途换用了最低温度表,在换用后的前 5 天内,也应参照上述规定进行最低温度表的比较观测。

7.4 维护

- a) 在移运和存放最低温度表时,宜将表身直立放置,感应部分向下,并避免高温及震动,以免酒精柱蒸发和中断;
- b) 有时由于搬运和调整不当,或者毛细管内一部分酒精被蒸发后凝结于管顶,或者因为毛细管内酒精柱上端有残留气体,使酒精柱有断柱时,可用甩动、加热、撞击等方法进行修复。

8 防辐射装置

8.1 百叶箱

8.1.1 概述

用于安装各种温、湿度测量仪器。其作用是防止太阳对仪器的直接辐射和地面对仪器的反射辐射,保护仪器免受强风、雨、雪等的影响,并使仪器感应部分有适当的通风,能真实地感应外界空气温度和湿度的变化。

8.1.2 结构

百叶箱通常由木质和玻璃钢两种材料制成,箱壁两排叶片与水平面的夹角约为 45° ,呈“人”字形,箱底为中间一块稍高的三块平板,箱顶为两层平板,上层稍向后倾斜。

木制百叶箱分为大小两种:小百叶箱内部高 537 mm、宽 460 mm、深 290 mm,用于安装干球和湿球温度表,最高、最低温度表,毛发湿度表;大百叶箱内部高 612 mm、宽 460 mm、深 460 mm,用于安装温度计、湿度计或铂电阻温度传感器和湿敏电容湿度传感器。

玻璃钢百叶箱内部高 615 mm、宽 470 mm、深 465 mm。

百叶箱的内外部应均为白色。

8.1.3 安装

百叶箱应水平地固定在一个特制的支架上。支架应牢固地固定在地面或埋入地下,顶端约高出地面 125 cm;埋入地下的部分,要涂防腐油。架子可用木材、角铁或玻璃钢制成,也可用带底盘的钢制柱

体制成。多强风的地方,应在四个箱角拉上铁丝纤绳。箱门朝正北,保证观测时打开门后太阳照射不到温度表。

在人工观测中,箱内靠近箱门处的顶板上,可安装照明用的电灯(不应超过 25 W)。

8.1.4 维护

- a) 百叶箱内不应存放多余的物品;
- b) 百叶箱内外箱壁每月应定期清洁,安装自动站传感器的百叶箱只能用湿布擦拭或用毛刷刷拭,清洁百叶箱不应影响观测和记录;
- c) 巡视仪器时应小心用毛刷把百叶箱顶、箱内和壁缝中的灰尘、雪和雾凇等扫除干净;
- d) 照明灯在观测后应随即关上;
- e) 百叶箱要保持洁白,木质百叶箱视具体情况每一至三年重新油漆一次。

8.2 防辐射罩

用来安置温湿度传感器。罩内温度应均匀并与外界空气温度一致,能将温湿度传感器完全包围在内,并且挡住辐射热与降水。防辐射罩内应尽可能强制通风,即用一个风扇抽吸空气并使之流经温湿度传感器,称为通风防辐射罩。

防辐射罩应使用绝热材料制作。对于通风防辐射罩可以用高度抛光的金属制作。它的上板为伞形,中间有多层环片,下面为防辐射板,温湿度传感器置于罩的中部。

9 温度计观测

9.1 构造

温度计是自动记录气温连续变化的仪器,它由感应部分(双金属片)、传递放大部分(杠杆)、自记部分(自记钟、纸、笔)组成。

9.2 安装

温度计应稳固地安装在大百叶箱中下面架子上,底座保持水平,感应部分中部离地 1.50 m。

9.3 观测和记录

02 时、08 时、14 时、20 时 4 次定时观测时,根据笔尖在自记纸上的位置观测读数,记入观测簿,并做时间记号。做时间记号和换自记纸的方法同气压计,详见 QX/T 49—2007《地面气象观测规范 第 5 部分:气压观测》。

仪器因摩擦等原因,自记迹线在做时间记号后,笔尖未能回到原来位置,当记号前后两处读数 $\geq 0.3^{\circ}\text{C}$ 时,称为跳跃式变化。在订正极值时,该时器差应按跳跃前后的读数分别计算。

9.4 维护

- a) 在严寒时,由于室外气温较低,遇到自记钟停摆,应换用备份自记钟,对停摆的自记钟进行清洗,并在轴和轴孔里加抗凝的钟表油,如无备份自记钟,可将自记钟拿回室内,使机件滑润后恢复走动;
- b) 当记录值与实测值相比较,差值超过 1.0°C 时,应及时调整仪器笔位;
- c) 其他同气压计。

10 铂电阻温度传感器

10.1 通则

铂电阻温度传感器由感应部分、不锈钢护管、绝缘护管和信号电缆组成。根据铂电阻的电阻值随温度变化的特性来测定温度。以 0°C 作为基点温度,在温度 t 时的电阻值 R_t 为

$$R_t = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R_0 —— 0°C 时的电阻值;

α, β ——系数,经标定,可以求出其值;
 t ——当时的温度。

10.2 安装与维护

- a) 温度传感器用支架安装在百叶箱或防辐射罩内,感应元件的中心部分离地面高度 1.50 m;
- b) 应经常保持不锈钢护管的清洁、干燥;
- c) 若护管出现锈蚀或凹痕、划痕,不锈钢护管与绝缘护管、绝缘护管与信号电缆之间粘接不牢,应及时更换。

11 毛发湿度表观测

11.1 通则

毛发湿度表是根据脱脂人发能随空气湿度大小而改变长度的特性,用人发制成的测定空气相对湿度的仪器。

11.2 安装

凡冬季使用毛发湿度表作正式记录的气象观测站,应配备两个毛发湿度表,并妥为保管。

在气温降到 -10.0°C 的多年平均日期以前约一个半月内,用软刷蘸蒸馏水对毛发湿度表的毛发进行预湿,并将两个毛发湿度表都安装好。一个作为现用表垂直地悬挂在温度表支架的上横梁上,表的上部用螺钉固定;另一个固定在百叶箱南壁上或备份百叶箱内。若现用毛发湿度表出现故障,可将备份毛发湿度表安装到温度表支架上。

11.3 观测和记录

11.3.1 读数

- a) 按毛发湿度表指针指示的位置观测读数,记入观测簿相应栏,读数取百分数的整数,观测时应注意避免指针由于轴的摩擦或针端碰到刻度尺而被卡住;
- b) 如果读数时发现指针超出刻度的范围,应当用外延法读数,若为上超,按 90 到 100 的刻度尺距离外延到 110;若为下超,按 10 到 0 的刻度尺距离外延到 -10 。

11.3.2 毛发湿度表读数的订正

- a) 冬季用毛发湿度表测湿度时,为了获得较正确的湿度记录,毛发湿度表的读数应用订正图法加以订正;
- b) 经订正后记入观测簿相对湿度栏;
- c) 定时观测记录应待当月订正图做出后,用其进行订正。

11.4 毛发湿度表订正图

见附录 B。

11.5 维护

- a) 禁止用手触摸毛发;
- b) 如果毛发及其部件上附有雾凇、冰或水滴,应轻敲金属架,使其脱落;或从百叶箱拿回室内,使它慢慢地干燥;要等到干燥后,再把它放回原处;
- c) 毛发湿度表不用时,应把指针移向左边,将指针卡在刻度尺的后面,使毛发松弛,妥善包装保存;
- d) 空气湿度很大时,如果毛发湿度表的指针常超出刻度范围,在非正式编制订正图和冬季正式使用时,应调整示度;调整示度应选在相对湿度在 70%或以上时进行,方法是:旋动调整螺丝,将指针往小的刻度方向调,调整的幅度按超出刻度的最大范围再加上 3%来定。

12 湿度计观测

12.1 构造

湿度计是自动记录相对湿度连续变化的仪器,它由感应部分(脱脂毛发)、传动机械(杠杆曲臂)、自

记部分(自记钟、纸、笔)组成。

12.2 安装

湿度计应稳固地安装在大百叶箱内上面的架子上,底座保持水平。

12.3 观测和记录

02时、08时、14时、20时4次定时观测时,根据笔尖在自记纸上的位置观测读数,记入观测簿相应栏,并做时间记号,方法同气压计。换自记纸的方法同气压计。

仪器因摩擦等原因,自记迹线在做时间记号后,笔尖未能回到原来位置,当记号前后两处读数 $\geq 3\%$ 时,称为跳跃式变化。在订正极值时,该时器差应按跳跃前后的读数分别计算。

读数时,若湿度计笔尖超出自记纸下沿(0%),但未靠着钟筒的底沿,或笔尖超出自记纸上沿(100%),但未超出自记纸,则按外延法读数,并进行订正;若笔尖已抵靠钟筒底沿或超出自记纸,除按外延法读数并进行订正外,还需在备注栏中注明。订正后的值 >100 时,记为100; <0 时,记为0。

冬季没有毛发湿度表的气象观测站可以使用湿度计作正式记录。其订正图的制作与毛发湿度表相同。

12.4 日最小相对湿度的挑选方法

- a) 在一日(20时—20时)自记迹线中的最低处,标出箭头并读数;
- b) 进行仪器差订正,方法同气压自记记录;但冬季用湿度计读数(经订正图订正)作为定时观测的相对湿度正式记录时,该月的日最小相对湿度也用订正图订正求得;
- c) 若经订正后的最小相对湿度,仍大于该日某次定时记录时,应直接挑该定时记录作为日最小相对湿度;
- d) 若订正后的最小相对湿度 <0 时,记为0。

12.5 维护

- a) 遇毛发脱钩时,应立即用镊子使其复位;
- b) 一般每季度用洁净毛笔蘸蒸馏水(或加适量酒精)清洗毛发一次(注意不应影响日极值的挑选),当有沙尘暴、扬沙等天气影响,使毛发变脏时,应及时清洗(冬季使用湿度计测定湿度,在点绘和使用订正图期间不清洗);
- c) 当记录值与实测值相比较,误差较大时,应及时调整仪器笔位;
- d) 其他同温度计及毛发湿度表的有关部分。

13 湿敏电容湿度传感器

13.1 结构原理

湿敏电容湿度传感器是用有机高分子膜做介质的一种小型电容器。

传感器置于大气中,当大气中水汽透过上电极进入介电层,介电层吸收水汽后,介电系数发生变化,导致电容器电容量发生变化。电容量的变化正比于相对湿度。

在某些自动气象站中,铂电阻温度传感器与湿敏电容湿度传感器制作成为一体,并在温湿度感应元件外加上保护罩和滤膜。

13.2 安装与维护

- a) 湿敏电容传感器应安装在百叶箱内,传感器的中心点离地面1.50m;
- b) 应定期对滤膜进行清洁;
- c) 定期更换新的滤膜;
- d) 禁止手触摸湿敏电容。

14 通风干湿球传感器

14.1 结构原理

通风干湿球传感器中的干球和湿球感应元件是性能相同的两支铂电阻温度传感器。

传感器上部装有贮水箱,可自动上水;温度传感器水平安装,与气流方向垂直,有利于热交换。湿球温度传感器的感应部分套有纱布套,并从纱布套的两端润湿,这样可使湿球的润湿更加均匀,与气流的接触面也增大,通风器定时通风,通风速度大于 3.5 m/s。

实验表明该干湿球传感器的干湿表常数为: $(6.88 \pm 0.22) \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ 。

14.2 安装与维护

- a) 通风干湿球传感器安装在百叶箱内,干球的中心线离地面 1.50 m;
- b) 每天要定时巡视贮水箱的水位,检查通风机;
- c) 每周应更换湿球纱布;在污染较重的地方,应缩短更换纱布的期限;
- d) 当气温接近 0°C 时,传感器停用,应将水箱的水放干净。

15 通风干湿表

15.1 结构原理

通风干湿表由干湿球温度表、通风装置、金属套管、双层保护管和上水滴管等组成。

通风干湿表的作用、原理与百叶箱干湿球温度表基本相同。

通风干湿表与百叶箱干湿球温度表的主要不同处是:通风干湿表的温度表球部装在与风扇相通的管形套管中,利用机械或电动通风装置,球部处于 ≥ 2.5 m/s 的恒定速度的气流中。

15.2 观测和记录

- a) 观测前,先把仪器悬挂在百叶箱或观测场内,感应部分高度 1.50 m;
- b) 在读数前 5 min 用滴管湿润湿球纱布,然后上好风扇发条(或接通电源);当气温低于 0°C 时,为使温度表充分感应外界大气状况,应于观测前 30 min 湿润纱布并上好发条,再在观测前 4 min 再通风一次,但不再润湿纱布;
- c) 观测时,应避免观测者自身对测量的影响,气温低于 0°C 时,应注意湿球是否结冰,示度是否稳定;
- d) 当外界风速大于 4 m/s 时,应将防风罩套在风扇迎风面的缝隙上,使罩的开口部分与风扇旋转方向一致;
- e) 记录处理方法同干湿球温度表。

15.3 维护与检查

- a) 仪器的金属部分,特别是下端保护管的镀镍面应细心保护,使其不应受到任何损伤;
- b) 从盒中取出仪器时,应拿着风扇帽盖下的颈部,不应捏在金属护板处,手不应触摸防护管;
- c) 每次观测后,应用纱布擦净外壳,并放回盒中;
- d) 注意定期检查风扇旋转是否正常;
- e) 湿球纱布应经常保持清洁。

附 录 A
(规范性附录)
湿度参量的计算公式

A.1 饱和水汽压

A.1.1 纯水平液面饱和水汽压的计算公式

$$\log E_w = 10.79574(1 - T_1/T) - 5.02800 \log(T/T_1) + 1.50475 \times 10^{-4} [1 - 10^{-8.2969(T/T_1 - 1)}] + 0.42873 \times 10^{-3} (10^{4.76955(1 - T_1/T)} - 1) + 0.78614 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- E_w ——纯水平液面饱和水汽压,单位为百帕(hPa);
- T_1 ——水的三相点温度(273.16K);
- T ——绝对温度,单位为开尔文(K), $T = 273.15 + t^\circ\text{C}$ 。

A.1.2 纯水平冰面饱和水汽压的计算公式

$$\log E_i = -9.09685 [T_1/(T-1)] - 3.56654 \log(T_1/T) + 0.87682 [1 - T_1/(T-1)] + 0.78614 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- E_i ——纯水平冰面饱和水汽压,单位为百帕(hPa);
- T_1, T ——同(A.1)。

A.2 水汽压

A.2.1 用于湿球温度求空气中水汽压的计算公式

$$e = E_{rw} - AP_h(t - t_w) \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- e ——水汽压,单位为百帕(hPa);
- E_{rw} ——湿球温度 t_w 所对应的纯水平液面的饱和水汽压,湿球结冰且湿球温度低于 0°C 时,为纯水平冰面的饱和水汽压;
- A ——干湿表系数($^\circ\text{C}$),由干湿表类型、通风速度及湿球结冰与否而定,其值见表 A.1;
- P_h ——本站气压,单位为百帕(hPa);
- t ——干球温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- t_w ——湿球温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$)。

表 A.1 干湿表系数表

干湿表类型及通风速度	$A_i \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$	
	湿球未结冰	湿球结冰
通风干湿表(通风速度 2.5 m/s)	0.662	0.584
球状干湿表(通风速度 0.4 m/s)	0.857	0.756
柱状干湿表(通风速度 0.4 m/s)	0.815	0.719
现用百叶箱球状干湿表(通风速度 0.8 m/s)	0.7947	0.7947

A.2.2 用相对湿度求水汽压公式

当使用湿敏电容、毛发表或湿度计等直接测得相对湿度时,水汽压计算公式为:

$$e = U \times E_w / 100 \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- e ——水汽压,单位为百帕(hPa);

U ——相对湿度,单位为百分率(%);

E_w ——干球温度 t 所对应的纯水平液面饱和水汽压,单位为百帕(hPa)。

A.3 相对湿度

A.3.1 使用干湿球温度表测湿时,空气中相对湿度的计算公式

$$U = (e/E_w) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

U ——相对湿度,单位为百分率(%);

e ——水汽压,单位为百帕(hPa);

E_w ——干球温度 t 所对应的纯水平液面(或冰面)饱和水汽压,单位为百帕(hPa)。

A.3.2 使用毛发湿度表(计)测湿时,空气中相对湿度的计算公式

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

Y ——经毛发湿度表(计)订正后的相对湿度,单位为百分率(%);

X ——毛发湿度表(计)读数,单位为百分率(%);

b_0, b_1, b_2, b_3 ——回归多项式系数,即毛发湿度表(计)的订正系数。

A.4 露点温度

露点温度没有直接计算公式,可采用新系数的马格拉斯公式求出初值,再用逐步逼近(最多3次)方法求出露点温度 T_d ($^{\circ}\text{C}$)。

马格拉斯公式为:

$$e = E_0 \times 10^{\frac{a \times T_d}{b + T_d}} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

转换为:

$$T_d = \frac{b \times \log \frac{e}{E_0}}{a - \log \frac{e}{E_0}} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

e ——水汽压,单位为百帕(hPa);

E_0 —— 0°C 时的饱和水汽压,为 6.107 8 hPa;

a ——系数,取 7.69;

b ——系数,取 243.92。

经验算,初值精度:当 $-80^{\circ}\text{C} < T_d < 40^{\circ}\text{C}$ 时,误差为 $\pm 0.14^{\circ}\text{C}$;当 $40^{\circ}\text{C} \leq T_d < 50^{\circ}\text{C}$ 时,误差为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

附 录 B

(规范性附录)

毛发湿度表(计)的订正图

B.1 订正图的制作方法

在气温降到 -10.0°C 的多年平均日期前一个半月,用每天定时观测的干湿球温度表测得的相对湿度和毛发湿度表(计)读数来编制订正图。用一张坐标纸,以纵坐标表示干湿球温度查算出的相对湿度,横坐标表示毛发湿度表(计)读数,用每次的毛发湿度表(计)读数和干湿球温度查算出的相对湿度依次点在坐标纸上相应的交点上(重复的点子要用小点子点在原有点子的旁边)。全图点子要有100个或以上,以02时、08时、14时、20时的记录为主。若个别区段点子偏少,则应从其他时次记录中选取相应的点子进行补充。

如果仪器情况良好,观测准确,这些点子就会密集在由左下角到右上角的一条狭带内,狭带与横坐标轴约成 45° 。穿过狭带正中,画一均匀平滑的线,使两侧点数大致相等(离开密集点相当远的点子,画线时不必考虑)。这根线就是毛发湿度表(计)读数的订正线。

当气温降低到 -10.0°C 以下时,可根据毛发湿度表(计)的读数,利用这条订正线,求出经过订正的相对湿度。

为了使用方便,可以根据订正线,事先做好一张换算表。表的最左一行和最上一行,是毛发湿度表(计)的读数(直列为十位数,横行为个位数),表中纵横相交的格子中,就是毛发湿度表(计)的读数经过订正的相对湿度。

B.2 订正图的制作要求

- a) 订正图上应注明绘制订正图所根据的记录起止日期,仪器号码和用来订正哪几个月的毛发湿度表(计)的示度,以备查考;
- b) 使用毛发湿度表(计)测定湿度期间,当气温 $\geq -10.0^{\circ}\text{C}$ 时,应用干湿球温度表与毛发湿度表(计)同时测定湿度,并点绘订正图;
- c) 当毛发湿度表(计)因示值超过100%而用外推法读数的记录,在制作订正图时,应按外推的实际读数点绘。

B.3 判断订正图能否使用的原则

- a) 若订正图上的点子分布过于分散,应根据在订正线 $\pm 5\%$ 的区域内的点子,是否达到或超过总点子数的三分之二来确定,若不足三分之二,这张图不应使用;
- b) 订正线突然变化,即毛发湿度表(计)数值变化1%,而换算后的相对湿度值却变化了6%或以上的,则该图不应使用;
- c) 订正线弯弯曲曲以致订正值不连续的图不应使用。

若系毛发湿度表(计)中途发生非性能变化造成的,应将变化前的记录点绘一张订正图(不足100点时,向前沿用上月记录补足),将变化后的记录点绘另一张订正图(不足100点时,向后沿用下月记录补足),绘制出两张订正图分别订正前后两段记录;若系毛发湿度表本身性能变劣,则应使用备份毛发表或毛发湿度计代替(并应绘制订正图订正),如果没有其他湿度记录可供代替时,则记录从缺。

B.4 备份毛发湿度表订正图

现用和备份毛发湿度表应当同时进行观测,并分别编制毛发湿度表的订正图。当备份的毛发湿度表也失效时,可使用湿度计测定湿度。采用毛发湿度计作为观测记录时,亦应编制订正图。观测时发现毛发湿度表、备份毛发湿度表和湿度计均因故损坏,气温虽在 -10.0°C 以下,仍可用干湿球温度表读数查算湿度,并在观测簿备注栏注明。

B.5 自动站的毛发湿度表订正图

自动站进入单轨业务运行后,北方冬季原使用毛发湿度表观测空气湿度的台站,仍保留毛发湿度表,并按时采用湿敏电容传感器测定相对湿度记录和毛发湿度表读数制作订正图、订正表和订正系数。

B.6 微机编制毛发湿度表(计)订正图

配备微机的人工观测站,通过运行业务软件,在输入干湿球温度表读数与毛发湿度表(计)读数后,会自动绘制订正图,并求出订正系数,再按照附录 A.3.2 中给出的公式自动计算出相对湿度。但要打印输出毛发湿度表(计)订正图和换算表,以备人工查算用。

参考文献

- [1] 《大气科学辞典》编委会. 大气科学辞典. 北京:气象出版社,1994.
- [2] 全国自然科学名词审定委员会. 大气科学名词. 北京:科学出版社,1996.
- [3] 中国气象局. 地面气象观测规范. 北京:气象出版社,2003. 11.
- [4] 《Manual on the Global Observing System》(WMO,2003)
- [5] 《Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation(Seventh edition)》(WMO No. 8,1996)
- [6] 中国气象局. 湿度查算表. 北京:气象出版社,2006.