



21世纪

高等学校精品规划教材配套指导书

# 气象学与天气学 实习指导书

荣艳淑 葛朝霞 曹丽青 王万杰 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



**21世纪**

高等学校精品规划教材配套指导书

# 气象学与天气学 实习指导书

荣艳淑 葛朝霞 曹丽青 王万杰 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书是配合水文水资源、气象学、大气科学、农业气象和地理学等专业的学生，在气象学和天气学实习过程中遇到的实际问题以及如何解决这些问题而编写的。全书分为四个部分：气象观测场各种气象仪器的工作原理；气象数据的记录；目测获得气象数据的方法；天气图绘制原理及方法。

本书既可作为水利院校、气象院校、农业院校、师范院校的学生的辅助教材，同时也可供相关专业的师生参考。

### 图书在版编目（CIP）数据

气象学与天气学实习指导书/荣艳淑等编著. —北京：  
中国水利水电出版社，2008  
21 世纪高等学校精品规划教材配套指导书  
ISBN 978 - 7 - 5084 - 6276 - 9  
I. 气… II. 荣… III. ①气象学-高等学校-教学参考资料②天气学-高等学校-教学参考资料 IV. P4  
中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 005658 号

|      |                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 21 世纪高等学校精品规划教材配套指导书<br><b>气象学与天气学实习指导书</b>                                                                                           |
| 作 者  | 荣艳淑 葛朝霞 曹丽青 王万杰 编著                                                                                                                    |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号 100044）<br>网址：www. waterpub. com. cn<br>E - mail：sales@waterpub. com. cn<br>电话：（010）63202266（总机）、68367658（营销中心） |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心（零售）<br>电话：（010）88383994、63202643<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                     |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                       |
| 印 刷  | 北京市地矿印刷厂                                                                                                                              |
| 规 格  | 184mm×260mm 16 开本 6.5 印张 154 千字                                                                                                       |
| 版 次  | 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷                                                                                                   |
| 印 数  | 0001—4000 册                                                                                                                           |
| 定 价  | <b>12.00 元</b>                                                                                                                        |

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

本书是依据气象学与气候学教学大纲的要求而编写的，对水文水资源、气象学、大气科学、农业气象和地理学等专业的学生，在气象学实习中深刻理解气象观测要求和记录气象观测数据提供帮助，在天气学实习中绘制不同类型天气图遇到的各种问题提供指导。

本书由河海大学水文水资源学院的荣艳淑、葛朝霞、曹丽青、王万杰编著。本书编写过程中还得到了天津市气象局业务处的武登会、天津市气象台的易笑圆、天津市气候中心的段丽瑶等人的帮助，在此表示感谢。

编者

2008年10月23日于南京

# 目 录

## 前言

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 一、气象观测场各种气象仪器的工作原理 .....              | 1  |
| 1. 为什么气温要用百叶箱来测量? .....               | 1  |
| 2. 最高温度表是如何量测最高气温的? .....             | 2  |
| 3. 最低温度表中的液体是什么? .....                | 2  |
| 4. 为什么最低温度表要水平放置, 而最高温度表要倾斜放置呢? ..... | 3  |
| 5. 百叶箱的门朝向哪里? .....                   | 4  |
| 6. 干湿球温度表是否相同? .....                  | 4  |
| 7. 湿球温度表下面水杯中的水为什么要用蒸馏水? .....        | 5  |
| 8. 冬季结冰时如何进行湿球温度的量测? .....            | 5  |
| 9. 毛发湿度表如何利用毛发特性来量测湿度变化? .....        | 6  |
| 10. 为什么气压表要安装在室内? .....               | 7  |
| 二、气象数据的记录 .....                       | 8  |
| 1. 如何观测记录百叶箱中的干湿球温度? .....            | 8  |
| 2. 如何利用干湿球温度的读数求绝对湿度、相对湿度? .....      | 9  |
| 3. 如何利用干湿球温度的读数求水汽压、相对湿度和露点? .....    | 10 |
| 4. 如何观测和记录百叶箱中的毛发湿度表? .....           | 12 |
| 5. 如何观测和记录水银气压表中的气压? .....            | 12 |
| 6. 如何读取 EL 型电接风向风速计中的风向风速数据? .....    | 17 |
| 7. 使用不同的雨量器时, 如何量测雨量? .....           | 19 |
| 8. 小型蒸发皿和 E—601 型蒸发器的观测步骤有哪些差异? ..... | 20 |
| 9. 自记温度计读数要领是什么? .....                | 21 |
| 10. 自记湿度计读数要领是什么? .....               | 22 |
| 11. 自记气压计的读数要领是什么? .....              | 23 |
| 12. 日照时数的概念以及如何观测和记录日照时数? .....       | 24 |
| 13. 如何测定降雪量和积雪? .....                 | 24 |
| 三、目测获得气象数据的方法 .....                   | 27 |
| 1. 如何确定能见度的“能见”与“不能见”? .....          | 27 |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 2. 影响能见度的天气现象有哪几种? .....               | 29 |
| 3. 降雨通常分为几类, 其形态有何差异? .....            | 29 |
| 4. 目测降雨强度的方法是什么? .....                 | 30 |
| 5. 地面凝结物分别有哪几种, 其形态及成因有何差别? .....      | 30 |
| 6. 与水汽无关的天气现象分别有哪几种, 其形态及成因有何差别? ..... | 32 |
| 7. 如何确定云量? .....                       | 34 |
| 8. 云高的观测要点是什么? .....                   | 36 |
| 9. 云的识别要领是什么? .....                    | 37 |
| 10. 云的演变规律对天气变化有何预示作用? .....           | 44 |
| 11. 不使用仪器如何观测风的大小? .....               | 46 |

#### 四、天气图绘制原理及方法 .....

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. 天气图的底图究竟是什么投影? .....                            | 49 |
| 2. 天气图的种类与结构分别是什么? .....                           | 52 |
| 3. 天气图上的距离单位和速度单位是什么? .....                        | 58 |
| 4. 天气图上气象观测站如何设置以及各站之间的关系是什么? .....                | 58 |
| 5. 天气分析的要点是什么? .....                               | 59 |
| 6. 地面天气图上每一组数据的含义是什么? .....                        | 59 |
| 7. 在地面天气图上需要画哪些项目? .....                           | 61 |
| 8. 分析地面天气图的一般步骤是什么? .....                          | 61 |
| 9. 如何在地面天气图上画等压线? .....                            | 61 |
| 10. 画天气图时, 原则性的错误指的是什么? .....                      | 64 |
| 11. 降雨区的画法是什么? .....                               | 64 |
| 12. 变压的含义是什么? 气压倾向的含义是什么? 如何画地面<br>天气图上等变压线? ..... | 65 |
| 13. 如何确定地面冷锋、暖锋和静止锋的位置? .....                      | 67 |
| 14. 高空图上每一组数据的含义是什么? .....                         | 69 |
| 15. 高空图上必须画哪些内容? .....                             | 69 |
| 16. 如何画高空等压面图上等位势高度线? .....                        | 70 |
| 17. 如何分析高空等压面图上的温度场? .....                         | 72 |
| 18. 地面和高空图上高、低压中心如何确定? .....                       | 72 |
| 19. 高空等压面图上高空槽的位置如何确定? .....                       | 74 |
| 20. 高空等压面图上切变线位置如何确定? .....                        | 76 |
| 21. 切变线和槽线的区别及其应当注意的问题是什么? .....                   | 77 |
| 22. 为什么说低压是辐合的, 低压中心即辐合中心? .....                   | 80 |
| 23. 如何识别地面天气图和高空等压面图上的错误数据? .....                  | 80 |
| 24. 如何画垂直剖面图? .....                                | 82 |
| 25. 如何利用对数压力图求出大气中的湿度要素? .....                     | 84 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 26. 如何利用天气图中的露点温度推测大气中的水汽含量? .....   | 85 |
| 27. 如何选择合适的有代表性的露点温度, 以准确计算暴雨? ..... | 91 |
| 28. 如何利用天气图中的水汽来计算持续性暴雨? .....       | 92 |
| 参考文献 .....                           | 96 |

# 一、气象观测场各种气象仪器的工作原理

## 1. 为什么气温要用百叶箱来测量？

目前测定温度的仪器均为接触式测温仪器，都是直接与空气进行热交换来量测气温的。但是测温仪器感受空气温度的同时，还会受到太阳及周围物体辐射的影响，而且仪器的感应部分对太阳及周围物体辐射能的吸收远大于空气。因此，太阳及周围物体的辐射对测定空气温度有严重的影响，产生“辐射误差”。另外，强风、雨、雪等天气现象也会影响空气温度的测定。为了使温度表的测定结果尽量接近原始气温，要尽可能地消除上述影响，因此需要用特定设备来解决，百叶箱就恰好能满足这种需要。

为了达到通风的目的，百叶箱两侧的箱壁由两排薄的木板条做成“Λ”形，与水平面成 $45^{\circ}$ 角，以保证箱体四周通风；百叶箱的箱底由三块木板交错组成，中间一块木板稍高于两边的两块，并与两边相叠一小部分，其间约有 $0.5\text{cm}$ 的空隙，空气可从箱底自由流入流出；百叶箱的箱顶由两块大小不同的木板组成，大的一块放在上面，并稍稍倾斜，两块木板间也有缝隙，空气也能自由流通。同时，这种设计结果还能减少地面反射辐射的影响，能阻止箱顶增热对箱内温度的影响。另外百叶箱内外都漆成了白色，可以进一步减轻辐射影响。

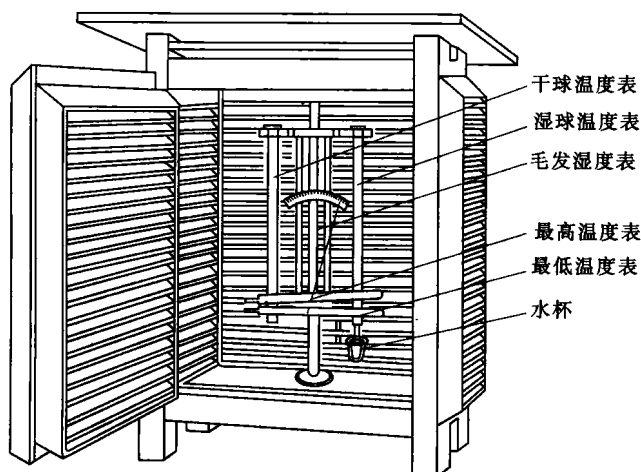


图 1 百叶箱的构造及仪器放置

所以，把温度表放在百叶箱中（图 1）就可以防止太阳对仪器的直接辐射和地面的反射辐射，同时保护温度表免受强风、雨、雪的影响，并使仪器感应部分有适当的通风，能真实感应外界空气温度的变化。

### 2. 最高温度表是如何量测最高气温的？

最高温度表是用来测定一定时间段内最高温度的一种仪器，其构造和外形与普通温度表相似，由感应部分、鞍托、毛细管、水银柱、刻度磁板和外套管等几部分组成。与普通温度表有差异的是，在温度表接近感应部分附近的内管里嵌有一根玻璃针（图 2），使得球部上端和细管的连通处变得很狭窄。它的作用是当气温升高时，水银体积鼓胀，球内的部分水银能通过狭窄的通道上升；当气温下降时，水银体积收缩，狭窄处的水银柱断裂，细管内的水银柱仍留在原处。所以，水银柱顶端指示的是一日内的最高温度值。再用时，只需轻轻甩动温度表，使细管中的水银下落与球部水银相连接，直到水银柱顶端的示度接近当时的气温值为止。

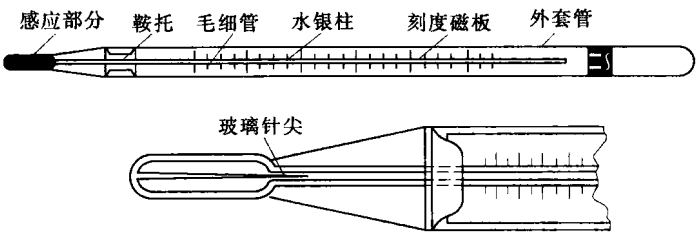


图 2 最高温度表及球部的构造示意图（中国气象局，2003 年）

### 3. 最低温度表中的液体是什么？

一般温度表内的液体是水银，而最低温度表内的液体是酒精，这是最低温度表与其他温度表显著不同的地方。

为什么最低温度表内的液体不用水银而用酒精呢？这与水银和酒精性能存在差异有关。

对于水银来说，具有比热小、导热系数大、易于提纯、沸点高、内聚力大，与玻璃不发生浸润作用，以及不透明易于读数等优点，可以作为主要的测温液体。不足之处是水银的熔点太高，当气温降到  $-38.5^{\circ}\text{C}$  时就会冻结。因此水银不适合做低温表的测温液，但是，做最高温度表的测温液是适合的。

对于酒精而言，有鼓胀系数不够稳定、纯度差、易蒸发，以及与玻璃起浸润作用等诸多缺点，但是，却具有熔点低的优点，恰恰可以弥补水银的不足，尤其是气温降到  $-36^{\circ}\text{C}$  以下时，水银已完全不能使用，只能使用酒精。因此酒精做最低温度表的测温液是很适合的。

为什么不同液体会对温度表产生如此大的影响？这是因为温度表是根据表球部内的液体膨胀或收缩来指示温度的刻度。当温度从  $0^{\circ}\text{C}$  变化到  $t^{\circ}\text{C}$  时，球部与管部的液体体积便从  $V_0$  变化到  $V_t$ ，所以当温度改变  $\Delta t^{\circ}\text{C}$  时，液体体积的变化量为  $\Delta V$ ，所以

$$\Delta V = V_t - V_0 = V_0(1 + a\Delta t) - V_0 = aV_0\Delta t \quad (1)$$

式中： $a$  为测温液的视膨胀系数。

因温度变化  $\Delta t$  而引起的测温液体积变化量  $\Delta V$ ，这时  $\Delta V$  的测温液进入截面积为  $S$  的毛细管内，使得毛细管内液柱的长度改变了  $\Delta L$ ，即

$$\Delta L = \frac{\Delta V}{S} = \frac{aV_0}{S}\Delta t \quad (2)$$

式中： $V_0$ 、 $a$ 、 $S$  对于一支温度表而言都是固定的，故液柱长度的改变  $\Delta L$  与温度的变化成正比，温度升高，毛细管中的液柱就伸长，反之温度降低，这时，式 (2) 便可以改为

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{aV_0}{S} \quad (3)$$

式中： $\frac{\Delta L}{\Delta t}$  表示温度每变化  $1^\circ\text{C}$  时，液柱的变化量，即单位刻度的长度，也称为温度表的灵敏度。 $\frac{\Delta L}{\Delta t}$  取决于  $V_0$ 、 $a$ 、 $S$ ，当温度表球部的容积越大，毛细管横截面越小，则灵敏度越大，读数越精确。

由上述关系可以看出，测温液对温度表的影响很大，根据温度表的性能差异，选择不同的测温液是正确的。表 1 是水银和酒精物理特性的比较，表 2 是水银温度表和酒精温度表性能统计表。比较两个表便可以看出它们各自的特点。

表 1 水银和酒精物理特性比较 (谭海涛等, 1980 年)

| 物理性质 | 鼓胀系数<br>( $18^\circ\text{C}$ 时) | 比热<br>[J/(g·K)] | 导热系数<br>[J/(cm·s·K)] | 沸点<br>( $^\circ\text{C}$ ) | 熔点<br>( $^\circ\text{C}$ ) | 纯度 | 内聚力 |
|------|---------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----|-----|
| 水银   | 0.000181                        | 0.13            | 0.08347              | 356.9                      | -38.9                      | 好  | 大   |
| 酒精   | 0.00110                         | 2.42            | 0.00180              | 78.5                       | -117.3                     | 差  | 小   |

表 2 水银温度表和酒精温度表性能统计表 (陆忠汉等, 1984 年)

| 项 目                               | 温 度 表                |                |
|-----------------------------------|----------------------|----------------|
|                                   | 水银温度表                | 酒精温度表          |
| 测量范围 ( $^\circ\text{C}$ )         | -36 ~ +46; -26 ~ +51 | -62 ~ +31      |
| 分度值 ( $^\circ\text{C}$ )          | 0.2                  | 0.5            |
| 测量精度 ( $^\circ\text{C}$ , 经器差订正后) | 误差 < $\pm 0.1$       | 误差 < $\pm 0.0$ |

#### 4. 为什么最低温度表要水平放置，而最高温度表要倾斜放置呢？

最低温度表和最高温度表在百叶箱中的位置如图 1 所示。你注意到了吗？这两支温度表均为朝东放置，最低温度表是水平的，而最高温度表是倾斜放置的。为什么会这样摆放？

搞清这一问题，还应追溯最低温度表和最高温度表的构造原理。最低温度表是用游标来指示温度刻度的 (图 3)。最低温度表水平放置时，游标停留在某一位置。当温度上升时，酒精膨胀会绕过游标而上升，游标则由于其顶端与温度表的管壁有足够的摩擦力，使

游标维持在原地不动。当温度下降时，酒精柱收缩到与游标顶端相接触时，游标会借酒精的表面张力而下滑。当酒精的张力释放完毕，游标的运动也便停止，此时，游标指示的刻度便是最低气温的示度。由此可知游标只能随酒精下降而不能随酒精升高。值得注意的是，每次最低气温观测完毕后，一定要将最低温度表的球部稍稍抬高一点，使游标滑到酒精柱的顶端，这样下次才可继续观测。

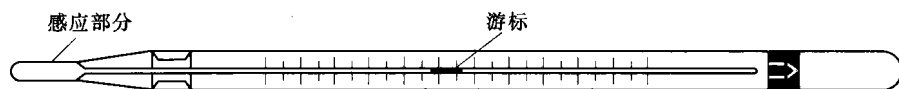


图3 最低温度表及游标部分的构造示意图（陆忠汉等，1984年）

对于最高温度表，它们是利用水银来指示温度数值的，而且它们与普通温度表有一个最大的不同，就是最高温度表的球部（感应部分）与表身部分的连接处被处理成一个狭窄通道，正是这个狭窄通道，使得气温升高时，水银体积膨胀，水银的运动不受影响，球内的部分水银能通过狭窄的通道上升，直到达到最高温度的示度才会停止运动（图2）；但是当气温下降时，水银体积收缩，在狭窄处的水银柱就会断裂，使得表身细管内的水银柱仍留在原处，这时温度表指示出的温度就是最高温度。由此可知，一旦最高温度表内的水银随温度上升到了最高处，水银柱便停留在最高温度的示度处，不能下滑，显示出最高温度的示度。但是，如果最高温度表水平放置，水银的运动过程中，即使水银达到了最高温度示度，也可能由于水银膨胀运动的惯性，而不能马上停止运动，仍会滑行一段距离，导致观测到的最高温度与实际值产生差异。当倾斜放置时，水银的膨胀运动还要克服重力作用，水银运动的终点是它与重力作用达到平衡时的位置，其惯性作用也完全施放出来，此时的温度示度才是真正的最高温度的示度。

## 5. 百叶箱的门朝向哪里？

百叶箱的门必须朝正北方向开，这是因为太阳从东方升起，然后由南转向西，北面是太阳光线永远都不会直接照射到仪器上的一侧。当观测员打开百叶箱的门进行温、湿度观测的时候，就可避免阳光直射到仪器上面。因此，百叶箱的门朝北开，也是避免仪器受外界影响，尽量保证仪器感应结果更接近真实状态的一项措施。

## 6. 干湿球温度表是否相同？

干湿球温度表是由两支形状、大小完全相同的温度表组成，放在同一环境（百叶箱）中，一支用来测定气温，叫干球温度表；另一支温度表用于量测湿度，叫湿球温度表（图4）。它们的不同之处在于测湿度的那支表（即湿球温度表）的球部包裹着湿润的纱布。为什么只有这一点不同，就使它们的作用发生了那么大的改变呢？这需从测湿原理来说明。

众所周知，当空气未饱和时，空气中的水分就会蒸发，因此，湿球温度表的潮湿纱布面上的水分，在空气未饱和时就会蒸发。由于蒸发要消耗热量，所以湿球温度表的读数要比干球温度低。当湿球因蒸发而消耗的热量和从周围空气中获得的热量相平衡时，湿球温

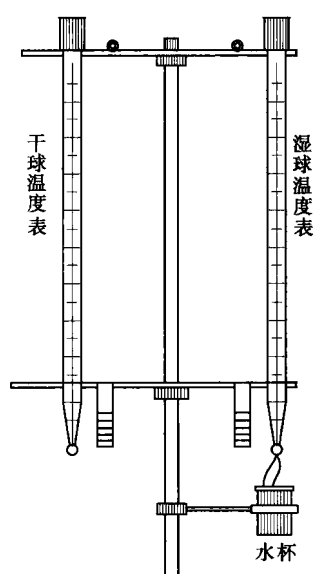


图 4 干湿球温度表示意图（中国气象局，2003 年）

度就不再继续下降了，从而维持了一个相对稳定的干湿球温度差。干湿球温度差值的大小与当时空气的湿度有关。空气湿度越小（干燥），湿球表面的水分蒸发越快，湿球温度降得越多，两者读数的差值就越大。反之，湿度大，湿球水分蒸发慢，湿球温度降低得少，干湿球温度差越小。只有当空气饱和时，两者的读数才相等。当然，干湿球温度差值的大小还与其他因素有关，如湿球附近的通风速度、气压、湿球大小、湿润方式等。

正是利用了这样一个简单的原理，对温度表进行了一点点改变，就使两个一模一样的温度表的作用发生了很大变化。

### 7. 湿球温度表下面水杯中的水为什么要用蒸馏水？

由图 4 可以看到，湿球温度表的纱布要浸放在水杯里，水杯中的水不是取自管道中的自来水，而是蒸馏水。这是为什么呢？测定空气湿度的准确度与湿球温度示度是否准确有很大关系，要使湿球温度准确，不仅要使湿球表面有良好的蒸发和热量交换，同时，还有赖于选择良好的纱布，保持纱布清洁的最好办法就是用最好的水——蒸馏水。

蒸馏水是不含任何矿物元素和杂质的纯水，而且它无电解质，没有游离离子，不导电，低渗，同时还不会发生化学反应。一般的自来水都含有各种杂质，这些杂质会影响纱布的清洁度、柔软度和湿润度，因此，湿球温度表使用的水一定是蒸馏水。

### 8. 冬季结冰时如何进行湿球温度的量测？

当冬季来临，室外温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时，浸在水中的纱布开始结冰，如果不将纱布上的结冰处理掉，就会影响湿球温度的观测，因此，冬季溶冰也是必须谨慎处理的一件事情。

当湿球纱布开始冻结后，应立即从室内带出一杯蒸馏水对湿球纱布进行溶冰，待纱布变软后，在球部下  $2\sim 3\text{mm}$  处剪断（图 5），然后把湿球温度表下的水杯从百叶箱取走，

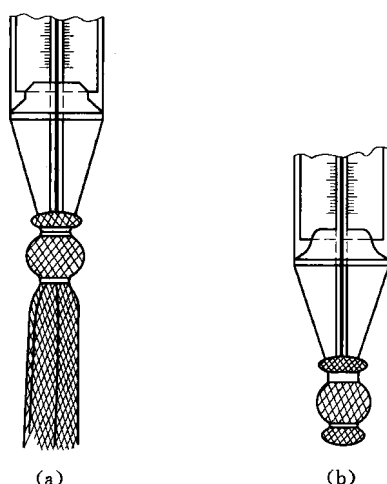


图 5 湿球温度表不同季节纱布包扎感应球部的方式（中国气象局，2003 年）

(a) 气温在  $0^{\circ}\text{C}$  以上时湿球纱布包扎方式；(b) 气温在  $0^{\circ}\text{C}$  以下发生冻结时的包扎方式

以防水杯冻裂。

当气温为  $-10.0^{\circ}\text{C}$  或更低时，观测之前还要进行溶冰处理。溶冰的方法并不复杂，只要轻轻从表架上拿下湿球温度表，将湿球表的球部浸入水中，把纱布浸透，使冰完全溶化，即可完成溶冰任务。需要注意的是，溶冰的水温要与室温接近，水温过高湿球表有可能爆裂。判断冰是否完全溶解，只需要读一下湿球表的读数即可。如果湿球表的刻度已回升到  $0^{\circ}\text{C}$ ，稍停一会儿再上升，就表示冰已全部溶化。此时，把水杯移开，用杯沿将聚集在纱布头上的水滴除去即完成了全部溶冰工作。

冬季气温一直都在  $0^{\circ}\text{C}$  以下（特指我国北方严寒地区），何时开始进行溶冰要看当时的天气条件确定。当风速、湿度适中时，溶冰必须要在观测前 30min 进行；湿度小，而风速很大时，要在观测前 20min 进行溶冰，否则，刚刚溶解的纱布有可能再次冻结；当湿度很大，而风速很小时，溶冰要在观测前 50min 进行，否则，也无法观测到准确的湿球温度。

当气温在  $-10.0^{\circ}\text{C}$  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。在气温偶有低于  $-10.0^{\circ}\text{C}$  的地区，仍可用湿球温度表进行观测。

### 9. 毛发湿度表如何利用毛发特性来量测湿度变化？

毛发湿度表是利用脱脂毛发随空气相对湿度变化的特性而设计的。人的毛发贯穿着许多细孔，在这些细孔中充满着油脂和色素。当去除油脂后，细孔就能与外界相通，通常这些细孔中充满了呈弯月面的水，当空气湿度变化时，水汽便在细孔中凝结或蒸发，使弯月的曲率随之发生变化，从而引起毛细孔内压力的变化。当空气相对湿度降低时，水的弯月面变得更加弯曲，毛细压力增大而细孔收缩，这就引起了毛发总长度的缩短。

感应湿度变化的毛发装在金属架上，毛发的上端固定在金属片上，下端固定在弧钩上。弧钩和指针固定在同一轴上，指针尖端自左向右刻出相对湿度由  $0\sim 100\%$ ，其刻度

间隔是左疏右密。

当空气相对湿度上升时，弯月面逐渐变得平直起来，毛细压力减小而细孔的宽度增大，使毛发伸长，小锤因重力作用而下降，拉紧毛发并使指针向右移动；当湿度减小时，毛发缩短，使小锤与弧钩上抬，指针向左移动；空气饱和时，细孔水面是平坦的，这时毛发最长。当相对湿度由 0 变化到 100% 时，毛发将伸长其本身长度的 2.5%，但在不同湿度上其伸长量是不等的。后来，人们对脱脂毛发进行了高温特殊工艺处理，使其随湿度的变化呈线性变化，这样当相对湿度发生变化时，毛发的变化呈等量变化。

## 10. 为什么气压表要安装在室内？

气压表必须安装在室内气温变化小、既通气又无太大空气流动、光线充足又无直接太阳光照射的地方。切勿安装在热源（暖气管、火炉）和门窗的旁边。

为什么气压表安装有如此严格的要求呢？其实这与气压表的构造有很大关系。无论是动槽气压表还是定槽气压表，它们都是由三部分组成：一是装有水银的内管，是一个直径约 8mm，长约 900mm 的玻璃管；二是由黄铜制成的外套管，它的作用是保护与固定内管，同时还刻有标尺，用来测定气压数据。铜套管下部还装有一支附属温度表，其球部在内管和套管之间，用于测定水银及铜套管的温度；三是水银槽。

就上述的气压表的构造而言，对外界环境最敏感的是气压表中的附属温度表（简称附温表）。气压表中的水银热容量比附属温度表球部的热容量大得多，它们两者对温度的敏感程度不同，附温表的变化要比气压表快得多。如果外界温度变化很剧烈，则附温表就不能代表气压表本身的温度，这样用附温表的读数去进行气压读数的温度差订正，势必引起很大的误差。

另外，气压表测定气压时，测定的是大气的静压力，若环境空气流动过大，将会引起气压偏大或偏小。一般风从门口直灌室内，则会使室内空气堆积而使室内的气压升高，因此测得的气压就会偏高；如果风与门窗平行掠过，会产生伯努力效应，使室内的气压下降。因此，气压表不能被放置在门窗附近，以免开关门窗引起空气流动影响气压表的示度。

为了保护气压表，防止脏污和保证气压表周围的气温稳定，水银气压表还要被安置在特制的三角保护箱内，保护箱应牢固地安装在墙壁或柱子上，其悬挂高度以观测员便于读数为好。

## 二、气象数据的记录

### 1. 如何观测记录百叶箱中的干湿球温度?

温度表读数要力求敏捷,准确无误。观测时保持视线和水银柱顶端齐平(图6),读数迅速,并要求将干湿球一起读完,一起记录,切勿读一个记录一个。观测中不要使头和手接近表的球部,也不要对着温度表呼吸。注意复读,避免发生误读或颠倒 $0^{\circ}\text{C}$ 以上、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的差错。

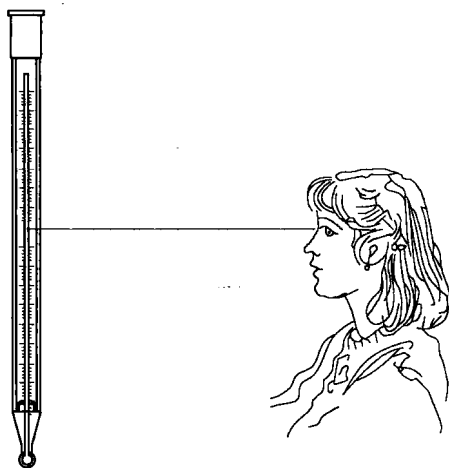


图6 正确读取温度表上的数据

在冬季气温在 $-0.0^{\circ}\text{C}$ 以下时,还要对湿球温度表的纱布进行溶冰处理,然后才能读干湿球温度。读干湿球温度时要注意如下事项:首先要看一看湿球温度表的读数是否稳定,要稳定不变时才能进行读数和记录。在读数后,还要用铅笔侧棱试一试纱布的软硬,了解纱布是否再冰结。如已冻结,应当在湿球读数上记一“B”字;如未冻结,则不记。若湿球示度不稳定,不论是从零下上升到零度,还是从零度继续下降,说明溶冰不恰当,湿球不能读数,此时只记录干球温度。而湿度的记录改用毛发湿度表或湿度计来测量。

读取的干湿球温度要记录在观测簿相应的“空气温湿度”栏目中的第一和第二行,其格式见表3。

表 3

气象观测簿中北京时间 8 点的温湿度记录范例

| 时间 (时)            |      | 2      |        |             | 8      |        |             | 14     |        |             | 20     |        |             | 合计 | 平均 |
|-------------------|------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|----|----|
|                   |      | 读<br>数 | 器<br>差 | 订<br>正<br>后 | 读<br>数 | 器<br>差 | 订<br>正<br>后 | 读<br>数 | 器<br>差 | 订<br>正<br>后 | 读<br>数 | 器<br>差 | 订<br>正<br>后 |    |    |
| 空气<br>温<br>湿<br>度 | 干球   |        |        |             | 3.0    | 0.1    | 3.1         |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 湿球   |        |        |             | 2.6    | 0.0    | 2.6         |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 毛发表  |        |        |             | (102)  |        |             |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 最高   |        |        |             |        |        |             |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 最低   |        |        |             |        |        |             |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 绝对湿度 |        |        |             | 7.0    |        |             |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 相对湿度 |        |        |             | 91     |        |             |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 饱和差  |        |        |             |        |        |             |        |        |             |        |        |             |    |    |
|                   | 露点   |        |        |             | 1.8    |        |             |        |        |             |        |        |             | —  | —  |
|                   | 温度计  |        |        |             | 0.2    |        |             |        |        |             |        |        |             | —  | —  |
|                   | 湿度计  |        |        |             | 92     |        |             |        |        |             |        |        |             | —  | —  |

注 标记“—”表示不做记录或计算；下同。

## 2. 如何利用干湿球温度的读数求绝对湿度、相对湿度？

根据《气象学》教材可以知道，绝对湿度、相对湿度、比湿和饱和水汽压等气象要素均可通过计算获得，其前提是已知气温。尽管如此，计算总是很繁琐。如何利用观测数据获得与湿度有关的数据呢？

人们利用计算方法，设计了一种圆形计算尺和温湿度简便查算表，这两种方法均可利用干湿球温度，通过查图和查表，很容易地获得绝对湿度、相对湿度和露点温度等数据。本节只介绍简便查算表（陆忠汉等，1984 年）。表 4 给出了简便查算表的缩略表，从中可以学会如何查算绝对湿度、相对湿度和露点温度。

由表 4 可知：①最上一横排数据是干球温度表读数 ( $t^{\circ}\text{C}$ )，表的最左面和最下面均为湿球温度表读数 ( $t_w^{\circ}\text{C}$ )。②在纵线与斜线构成的斜平行四边形内，横虚线上面的数字就是相对湿度 ( $U\%$ )，横虚线下面的数字就是绝对湿度 (hPa)。③由干湿球温度查算相对湿度和绝对湿度的程序是，如果是找干球温度及所对应的相对湿度和绝对湿度，就由干球温度所对应的一列向下看；如果是找湿球温度与干球温度所对应的相对湿度和绝对湿度，就由其斜直线夹格中向右上方向斜看，在干、湿球温度的交汇处，横虚线的上方数字是相对湿度，下方是绝对湿度。

举例如下：某次观测的干球温度为  $30.5^{\circ}\text{C}$ ，湿球温度为  $24.5^{\circ}\text{C}$ 。首先在表的最上一行查得干球温度  $30.5^{\circ}\text{C}$  所对应的那一列，再在表的最下边查到  $24.5^{\circ}\text{C}$ ，沿斜直线夹格向右上方向看，在与干球温度  $30.5^{\circ}\text{C}$  相交处的斜平行四边形内，虚线上面的数字即相对湿度 59%，虚线下面数字即为绝对湿度 26hPa。  $30.5^{\circ}\text{C}$  那一列一直向下看到底查到 43.7hPa，即为  $30.5^{\circ}\text{C}$  时的饱和湿度。

表 4

温湿度简便查算表示例 (节选)

| ...  | 24.0 | 24.5 | 25.0 | 25.5 | 26.0 | 26.5 | 27.0 | 27.5 | 28.0 | 28.5 | 29.0 | 29.5 | 30.0 | 30.5 | ... |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 12.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 24.7 | ... |
| 13.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 59   | 59   | ... |
| 13.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 62   | 62   | ... |
| 14.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 65   | 65   | ... |
| 14.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 67   | 68   | ... |
| 15.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 71   | 71   | ... |
| 15.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 74   | 74   | ... |
| 16.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 77   | 77   | ... |
| 16.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 80   | 81   | ... |
| 17.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 84   | 84   | ... |
| 17.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 88   | 88   | ... |
| 18.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 92   | 92   | ... |
| 18.5 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 96   | 96   | ... |
| 19.0 | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | 100  | 100  | ... |

注 “...” 表示省略表中的数据。

### 3. 如何利用干湿球温度的读数求水汽压、相对湿度和露点?

干湿球温度的价值非常大,由上一题可以知道,利用干湿球温度可以获得绝对湿度和相对湿度。事实上,利用干湿球温度还可以做许多事情。例如,获得大气中水汽压、比湿和露点等其他与湿度有关的参数。

根据《气象学》可以知道,水汽压是大气中水汽部分所产生的压力,它与气温有密切关系,水汽压和气温之间的关系可用下式表示

$$e = e_s - BP(t - t_w) \quad (4)$$

式中:  $e_s$  为饱和水汽压;  $B$  为通风干湿表常数;  $P$  为气压;  $t$  和  $t_w$  分别为干球和湿球温度。

不同的通风干湿表  $B$  值不同,一旦选定通风干湿表,  $B$  值便确定下来。

用公式计算仍过于繁杂而容易出错,人们也制作了湿度查算表(中央气象局,1980年)来查表获得水汽压、相对湿度和露点。

温度查算表的结构如表 5 (a) 所示,表中  $t_w$ 、 $e$ 、 $U$  和  $t_d$  分别为湿球温度、水汽压、