

空调设备参数测量

一、实验目的

空气调节的主要任务是创造并保持室内的温度、湿度及空气流动速度等参数。本实验的目的在于掌握测量空气温度、湿度及气流速度的方法及仪表的使用方法。

二、实验内容与方法

(一) 空气温度的测定

用于测量室内外空气温度的仪表种类有：玻璃液体温度计、双金属温度计、热电偶温度计和电阻温度计等。

室内空气温度通常在离地面 1.5 米的高度上房间的中间位置处进行测定，并将温度读数记录下来。

在风道内测量风速的方法把风道截面积分为几个小于 0.05m^2 的面积，对每个小截面进行测量并进行数据处理，也可采用取样法。

使用玻璃液体温度计测量温度时，应注意下列各点：

1. 读数时应用手持温度计的上端，使眼睛、刻度线和液面力求处在同一水平面上。
2. 人体稍许离开温度计，不得用手去接触温度计的温包，不要对着它呼吸。
3. 温度计放在测定地点需待液柱处于稳定后（一般需 3~5 分钟），方能进行读数，读数时要尽量快，先读小数，后读整数。
4. 温度计不要放在受强烈辐射的地点进行测定，应采取遮挡措施。

(二) 空气相对湿度的测定

测量空气相对的方法有：普通干湿球温度计，通风干湿球温度计及毛发湿度计等。

1. 普通干湿球温度计

它是由两支完全相同的玻璃液体温度计组成，一支温包上什末也没有叫干球温度计，另一支温包上包有潮湿的纱布，纱布的下端在盛蒸馏水的小瓶里叫湿球温度计。

空气的相对湿度可按下式求得：

$$\phi = \frac{P_q}{P_q \cdot b} \times 100\% = \frac{P_{q \cdot b} - A (t - t_s) B}{P_{q \cdot b}} \times 100\%$$

式中： P_q ——被测空气中水蒸汽分压力， N/m^2 ；

$P_{q \cdot b}$ ——被测空气干球温度下的饱和水蒸汽分压力， N/m^2 ；

$P_{q \cdot b}$ ——湿纱布表面饱和和空气层水蒸汽分压力；

即：湿球温度下空气的饱和蒸汽分压力， N/m^2 ；

t ——干球温度， $^{\circ}\text{C}$ ； B ——实际的大气压力， N/m^2 ；

t_s ——湿球温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

A——干湿球温度计的系数，与温度计的系数，与温度计构造和湿球周围空气流速有关；

$$\text{即： } A=0.00001 \left(65 + \frac{6.75}{V} \right)$$

若 V 在 $2.3 \sim 2.5\text{m/s}$ 时， $A=0.000653$ ；

V ——空气流过湿球表面的流速， m/s 。

由上式可知，空气的相对湿度的函数，即：

$$\phi=f(t, t_s, V, B)$$

实验证明，湿球周围的空气流速 $V > 2.5\text{m/s}$ 时，湿球温度的读数趋于稳定，相对湿度的测量就较为准确。

2. 通风干湿球温度计

为了精确测量空气的相对湿度，通常采用这种仪表，通风干湿球温度计是由干湿球温度计的小风扇组成，它的特点：将两支完全相同的 $1/5^{\circ}\text{C}$ 刻度的水银温度计装在镀铬的金属框内，其水银温包则装在双层套管内。上紧发条（或接通电源）风扇转动，空气从双层套管吸入，使干、湿球温包表面形成 2.5m/s 的空气流速，然后吸入的空气经中间的金属总管由小风扇排出。由于水银温包处在双层套管内，可避免周围辐射热的影响，从而保证了测量精度。

使用该仪器应注意下列各点：

1) 在夏季测量前 15 分钟，冬季测量前至少 30 分钟将仪器悬挂在测量地点，其目的是使仪器本身温度与测量地点温度相同，避免产生测量误差，在夏季观测前 4 分钟，冬季观测前 15 分钟润湿球温包上的纱布。注意不要将水溅到金属管内壁上，否则将带来测量误差。

2) 用钥匙上紧发条（或接通电源），启动小风扇后约 3~5 分钟，接可读温度的示值。根据修正后的干球温度湿球温度以及干湿湿度差。查随仪器带来的专门换算表，便可求出空气的相对湿度值。

3) 在室外测量时，若风速超过 3m/s ，必须将风板套在风扇外壳的迎风面上，以免影响仪器内部的吸入风速。

3. 毛发湿度计

它是利用脱脂人发在周围空气湿度发生变化时，其本身长度伸长或缩短的特点来测量空气相对湿度的毛发湿度计的型式很多，有单根毛发的、也有毛发束的。

毛发湿度计的性能不稳定，使用时需经常校正，同时惰性也较大，因此，不宜用于测定相对湿度变动较大的场合。

使用毛发湿度计时，应注意不能用手指触摸毛发以免折断。毛发脏污后，可用毛笔蘸蒸馏水洗刷移动或搬运仪器时，应将毛发的杠丁榷开，避免毛发震断。

(三) 空气流速的测定:

常见的测量空气流速的仪表有叶轮风速仪、转杯式风向风速仪、卡他温度计和热球式风速仪等,前两种主要用来测微小风速,热球风速仪可测较大风速。

叶轮风速仪是由翼轮和计数机构组成。当把风速仪放在气流中时(翼轮旋转面与气流垂直)。气流压力作用于翼片上使翼轮转动。通过齿轮,蜗杆等机械机构带动计数机构的指针随着转动,记录出气流速度。其计数机构有两种。一种是本身带计时装置的,可从表盘上直接读出风速,另一种是不带计时装置的,使用时要用秒表计时,这种风速仪可测 0~10m/s 的风速。

转杯式风速仪的工作原理与叶轮风速仪基本相似,只是将风速感应元件的翼轮换成三个半球形的转杯。因结构牢固,能承受较大的气流压力,所以能够测量较大的风速。一般为 1~20m/s。

在空气调节房间内,空气的流动速度较小,其方向由不易确定。因此不宜用叶轮或转杯风速仪来测定,通常用卡他温度计或热球式风速仪来测量。

1.卡他温度计

它是用来测定 1m/s 以下的室内微风速的仪表,其构造与普通酒精温度计相仿,只是它的温包比一般的高一些粗一些呈圆柱形,内装红色酒精。温包上部有一毛细管,其顶部有扩大管,在玻璃管上刻有两个温度标记 t_1 和 t_2 (相差 3℃)。

卡他温度计分为普通的,高温的和镀银三种,普通卡他温度计的温度刻度 $t_1=51.5^\circ\text{C}$ 以下的高温环境的空气流速,为避免辐射热的影响,在高温卡他温包上表面镀上一层银则称为镀银卡他温度计,用于测量有辐射热作用的环境的空气流速。它测量空调房间风速中,一般用普通卡他温度计即可。

用卡他温度计测量空气的流速是根据空气对卡他温度计的冷却力而计算得到的。测定前需准备一只秒表。保温瓶和一块干布,测量时,先将温度计的温包浸在 50~50℃ 热水中加热 ($>70^\circ\text{C}$),并注意观察液柱上升的情况,当酒精柱上升到顶部二分之一时,应及时取出并擦干表面上的水分,迅速地放到要测量风速的地点,用秒表记录酒精柱由温度 $t=38^\circ\text{C}$ 降到 $t=35^\circ\text{C}$ 时所需的时间,并同时记录下测点附近的空气温度。

空气对卡他温度计的冷却力 H 可按下式计算:

$$H = \frac{F}{\tau}$$

式中: F——卡他温度计系数,焦/厘米²,由制造厂家给出;

τ ——酒精柱从 38℃ 下降到 35℃ 所需的时间,既冷却时间,秒;

根据实验结果,空气对卡他温度计的冷却力周围空气温度和流动速度有关。这样可根据卡他温度计温包的散热量,冷却时间及周围空气的温度,按下列经验公式算出空气流速。

当空气流速 $v < 1\text{m/s}$ 时:

$$V = \left(\frac{\frac{F}{\tau\theta} - 0.2}{0.4} \right)^2 \quad \text{m/s}$$

当空气流速 $v > 1\text{m/s}$ 时:

$$V = \left(\frac{\frac{F}{\tau\theta} - 0.13}{0.47} \right)^2 \quad \text{m/s}$$

式中: θ ——卡他温度计的平均温度与周围空气温度之差;

$$\theta = \frac{t_1 + t_2}{2} - t = 36.5 - t$$

t ——周围空气的温度, $^{\circ}\text{C}$;

在实际测定中,一般都不用上述公式计算,而是用卡他温度计所附的线解图(参见图)进行计算。

使用卡他温度计时应注意下列各点:

- 1) 卡他温度计浸入热水中酒精受热上升,应注意切勿使酒精充满顶部的扩大管,以免爆裂。
- 2) 卡他温度计从热水中取出后,务必充分擦干,否则会影响测定结果的准确性。
- 3) 测定时应使卡他温度计垂直放置。风从水平方向吹来,观测者应站在风向的两侧,不可挡风,否则也会影响测定的准确性。
- 4) 普通卡他温度计,不能用于较大辐射热的场合,若在辐射热源附近使用时,应用石棉板隔热。

卡他温度计的优点是价格低廉,缺点是惰性大,反应慢,不能用来测定变化快或测点多的空气流速。

2.热球式电风速仪:

QDF型热球式电风速仪其优点是使用方便反应快,对微小风速灵敏度高,最小可测 0.05m/s 。QDF—2型测量范围 $0.05 \sim 5\text{m/s}$, QDF—3型测量范围 $0.05 \sim 30\text{m/s}$ 。测头的反应时间不大于 $1 \sim 3$ 秒,本仪器是由热球式测头和测量仪表两部分组成,测杆的头部有一直径是 0.05mm 玻璃球,球内饶有加热玻璃球用的铬丝圈和两个串联的热电偶,热电偶的冷端连接在磷铜质的支柱上,直接暴露在气流中,当一定大小的电流通过加热线圈后,玻璃球的温度升高,升高的大小通过热电偶产生的热电势在电表上指示出来,因此在校正后,即可用电表读数表示气流的速度。

三、实验数据记录与整理

1. 空气相对湿度 (ϕ)

仪器名称 次数	普通干湿球温度计				通风干湿球温度计			
	t	t _s	Δt	ϕ	t	t _s	Δt	ϕ
1								
2								
3								

表中：t——空气干球温度，℃；

t_s——空气湿球温度，℃；

Δt ——干湿温度差，℃；

在计算公式中：
$$\phi = \frac{p'_{q-b} - A(t - t_s) B}{P_{q-b}} \times 100\%$$

$$A = 0.0001 \left(65 + \frac{6.75}{V} \right)$$

3. 空气流速 (V)

仪器名称 次数	卡他温度计					热球 风速仪
	t	τ	F	$H = \frac{F}{\tau}$	V	
1						
2						
3						

表中： τ ——冷却时间，秒；

F——卡他温度计系数，焦/厘米²；

H——空气对卡他温度计的冷却力，瓦/厘米²。

思考题：

1. 通风干湿球温度计与普通干湿球温度计计算出相对湿度结果有多大误差，分析影响普通干湿球温度因素是什末？
2. 对以上各种仪器提出改进意见。