



# 线性双发湿度表

于治信

空气湿度是基本的气象要素之一。它与工农业生产建设以及日常

生活等都有密切的关系。测定空气湿度的仪器种类很多，但较为普及、简便、直观和便宜的，莫过于用毛发做测湿元件的湿度表了。

为使湿度表具有较好的技术性能和较大的适用范围，并便于加工、使用和维护，曾于1967年开始研制，1975年由河北省气象局为气象哨试制定型了一种线性双发湿度表。它的结构如图1所示。两根毛发(3)绕过同轴弧形轨槽的挂钉，分别以两个串联的木质楔钉(4)胶固在调节杆(5)上，同轴弧形轨槽和指针(9)固定在可自由转动的转轴上。曲臂重锤(10)始终拉紧毛发，使指针平稳地指示出当时的相对湿度。指针的位置还可通过调节杆上的调节螺母(6)来调整。一支附加的棒状温度表(7)卡在温度表架(8)上并固定在湿度表的主架(1)上。

线性双发湿度表的主要技术性能如下。  
①湿度指示度盘为等刻度；  
②湿度刻度范围为0—100%，单位为1%，作等角分度；  
③在100—30%湿度区间内，总变量不大于实际变量的8%，不小于4%；  
④在各检定点上的元件滞差均小于4%；  
在100%高湿点的不稳定性不超过2%；  
⑤当相对湿度由90%上升至

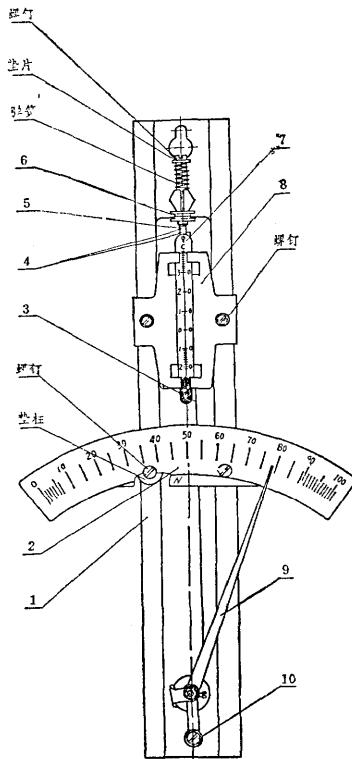


图1 双发湿度表

100%或由100%下降至90%时，湿度表指示值的变量不小于实际变量的一半；  
⑥全程范围内的摩擦误差不大于0.3%；  
⑦温度表的测温范围为-21—41℃，单位分度为1℃，精确度为1℃。

线性双发湿度表由于采用高温处理的线性毛发作为测湿元件，结构也作了一些改变，因此，它比苏式单发湿度表工艺简单，性能较好，

成本较低，同时也便于生产、观测、维护和包装移运。

现对设计线性双发湿度表中的一些技术问题处理情况分述如下。

## 1. 关于结构型式的选择

毛发湿度表自200年前问世以来，其结构型式可以说是形形色色。但用于正式气象观测的，主要有两种型式：一是单发元件呈直线状、读数表盘外露的，如苏式单发湿度表；另一种是多发元件呈直线状、读数表盘用玻璃封闭的，如日式长形多发湿度表。前者结构简单，易于加工，性能较好，读数、维护方便，价格较低；后者毛发元件不易损伤，外形较美观，但性能较差，成本较高，一般多在非气象台站作流动观测使用。根据我国具体情况，双发湿度表选取了读数表盘外露的型式。

## 2. 关于毛发元件处理 工艺的选择

毛发要作为测湿元件，必须经过一定的工艺处理。过去一般都先经人工挑选，再用乙醚脱脂处理。但合格率较低，因而成本很高。从性能上看，刻度呈非线性，滞差也较大。国外也有对毛发进行化学处理（主要经碳酸氢钠或硫酸处理等）工艺，处理后的毛发性能与经乙醚处理后的相近似，但工艺复杂，不够安全，工艺参数也不易掌握。1963年中央气象局原观象台试验成功的高温处理工艺（参阅本刊1977年第10期《高温处理测湿元件——毛发》一文），设备简单，操作安全，成本很低。处理后的毛发特性曲线呈线性，灵敏度较大，滞差小，因此，双发湿度表测湿元件采用这种新型的线性毛发元件。

### 3. 关于外形尺寸的选定

由于采用线性毛发作测湿元件，因此刻度盘是等刻度的。且由于这种毛发的感湿灵敏度比经乙醚处理的大 $1/4$ 倍，就可把毛发长度和刻度度盘的大小相应缩小约 $3/4$ 倍。此双发表的毛发有效长度为190毫米，感湿灵敏度的放大倍率为43.5倍，刻度盘的尺寸为半径100毫米，全量程张角 $70^\circ$ 。

这样的尺寸既可节约材料，又便于观测、携带、包装和运输。

但经高温处理的线性毛发，其机械强度有所减小，因而不宜选用单根毛发作测湿元件。

### 4. 关于毛发根数的选定

早期的毛发湿度表都是用单根毛发做感湿元件的，后来又有采用多根的。单发元件的优点是：毛发两端容易固定，在拉伸应力不变的条件下，能够反映出单一毛发自身的感湿灵敏度、滞差、滞后、伸长等特性。但缺点是当拉伸应力较大时，容易造成毛发元件塑性变形而发生零点漂移、示值误差增大，甚至毛发断裂而损坏。多发元件可以避免单发元件受力所带来的缺点，但是由于各根毛发拉伸应力、长短、感湿特性和各周围湿度的不一致性，在湿度表示值上综合反映出的感湿特性，就不及单发元件为好。此外，要使各根毛发长短一致、两端固结牢固，在工艺上也较困难。

为做到既保留单发元件的优点，又使其有相当的拉力，在设计上选用两根毛发并联再串联的双发组合元件，如图2所示。

由于两根并联毛发的各感湿度伸长特性不完全一致，在感应湿度时，其中一根将起主要感湿作用来制动指针指示湿度值。而当毛发元件受外力拉伸时，另一根毛发将分配近一半的拉伸力，起到对主毛发元件不受损坏的辅助作用。从图2中可以看出，双发并、串联组合的元件，主毛发几乎与单发元件一样，

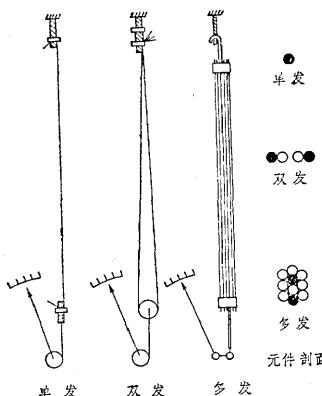
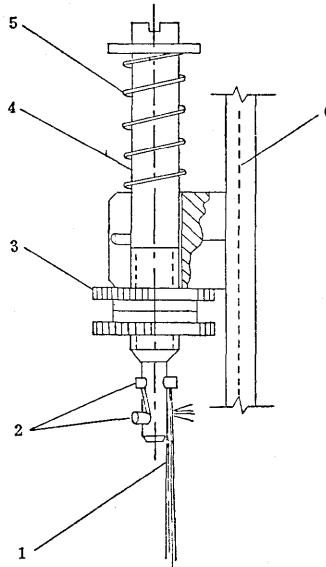


图2 三种元件结构比较示意图

能够感应四周的湿空气，从而能保持单发元件感湿性能的特点。

这种两根并联再串联的组合形式，当两端自由拉伸力为6—8克时，将使4根毛发保持正直并长度一致，在经受与单发湿度表相同外力拉伸时，每根毛发的拉伸力比单发元件减小3—4倍，因而可以经受更大的外力。



1. 毛发元件 2. 串联楔胶木块  
3. 调节螺母 4. 调节螺杆  
5. 缓冲弹簧 6. 湿度表主架  
图3 毛发元件上端结构图

为了防止毛发元件因受外力而从固定端滑脱，在元件上端采用了如图3所示的两孔串联楔胶固定的方法。为避免毛发元件因受到大于50克以上的外力拉伸而影响性能或损坏元件，在固定毛发元件上端的调节螺杆上附加一缓冲弹簧。当毛发拉力大于50克时，缓冲弹簧即作相应的自动压缩，以保护元件。

### 5. 关于检定定时对放大倍率的调整

为便于准确地调整放大倍率，在指针转轴上设计了一个微调螺钉，专门用以调节同轴弧形轨槽的短臂长度。其最小微调量可达 $\pm 0.05$ 毫米，相当于放大倍率 $\pm 1$ 倍。这样，检定员可较方便地检定调整。

### 6. 关于指针转轴轴线偏移的影响

苏式单发毛发湿度表的指针转轴轴孔，一个在主架上，另一个在角架上，而角架又只靠一个螺钉固定。因此，两轴孔不易加工，也不易稳定在与主架相正交的轴线上，受力后容易把转轴轴线偏移而改变指针的示值。维修卸装时也不易复原。

双发表在结构上把两轴孔轴线稳定在同一U形轴承架上，再将轴承架固定在湿度表的主架上。这样，便可把指针转轴轴线位置固定下来，以保证毛发元件长度及指针示值相对稳定。同时，指针转轴外轴承是用可调整的螺丝轴承，被一个螺母锁固在轴承架上。这样，指针和转轴便可方便地通过这个可调整的螺丝轴承进行调整和装卸。

### 7. 关于空气温度的测定

为了扩大线性双发湿度表的用途，在湿度表主架上附装了一支精确度为 $1^\circ\text{C}$ 的棒状温度表。这样在测定相对湿度的同时，也可测定温度，并可由此查算出绝对湿度和露点温度，但其误差较大。