



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 993—2018

电动通风干湿表

Electric Ventilation Psychrometers

2018-06-25 发布

2018-12-25 实施

国家市场监督管理总局 发布

JJG 993—2018

电动通风干湿表检定规程

Verification Regulation of Electric

Ventilation Psychrometers

JJG 993—2018

代替 JJG 993—2004

归口单位：全国物理化学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：济南长峰国正科技发展有限公司

本规程委托全国物理化学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

任长青 中国计量科学研究院

参加起草人：

易 洪 中国计量科学研究院

杨 菊 中国计量科学研究院

张 炯 济南长峰国正科技发展有限公司

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
3.1 示值误差	(1)
4 通用技术要求	(1)
4.1 普通干湿表	(1)
4.2 数字式干湿表	(2)
5 计量器具控制	(2)
5.1 检定条件	(2)
5.2 检定项目	(4)
5.3 检定方法	(4)
5.4 检定结果的处理	(6)
5.5 检定周期	(6)
附录 A 干湿表 A 值的计算	(7)
附录 B 电动通风干湿表温度示值误差检定记录格式	(8)
附录 C 电动通风干湿表湿度示值误差检定记录格式	(9)
附录 D 检定证书/检定结果通知书内页格式	(10)

引 言

JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》共同构成支撑规程修订工作的基础性系列规范。

与 JJG 993—2004 相比，除编辑性修改外，本规范主要技术变化如下：

——温度范围：修改为 $(5\sim 50)^{\circ}\text{C}$ ，湿度范围： $(10\sim 95)\% \text{RH}$ 。（见 1 范围）；

——工作级标准器湿球温度计不规定示值误差及干、湿温度计示值误差之差的绝对值（见表 1）；

——删除一等及二等水银温度计；工作级增加了标准数字温度计（见表 2）；湿度标准器增加最大允许误差一栏（见表 3）；

——主要配套设备增加温湿度标准箱（见表 4）；

——温度及湿度配套设备统一列在表 4 中，指标更细化；

——湿度检定点做了增减（见表 6）。

本规程历次版本发布情况为：

——JJG 993—2004。

电动通风干湿表检定规程

1 范围

本规程适用于温度测量范围 (5~50)℃, 湿度测量范围 (10~95)% RH 的电动通风干湿表的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 概述

电动通风干湿表 (以下统称干湿表) 包括数字式干湿表和普通干湿表两种类型, 普通干湿表由两支温度计、通风器、上水杯和防辐射护管等组成, 数字式干湿表还包括温、湿度显示等部分。其原理框图如图 1 所示。

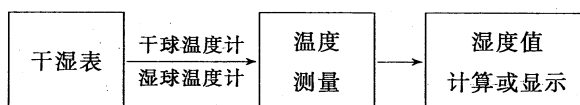


图 1 干湿表原理框图

干湿表的工作原理是：在恒定的通风速度下，空气流经干、湿球温度计表面，由于湿球温度计套有湿纱布，其表面水分汽化使湿球温度降低，降低后的温度值为湿球温度。经干、湿球温度计测出干、湿球温度后，按干湿表方程计算出相对湿度值。

3 计量性能要求

3.1 示值误差

干湿表示值误差见表 1。

表 1 干湿表示值误差

干湿表等级	二级标准	工作级
干球温度计示值误差/℃	±0.08	±0.3
湿球温度计示值误差/℃	±0.08	—
干、湿温度计示值误差之差的绝对值/℃	≤0.1	—
相对湿度/%RH	≤2.0	≤5.0

注：1. 湿球温度计示值指不装湿球纱布套时的温度示值。
2. 普通干湿表不可以作为湿度二级标准器。

4 通用技术要求

4.1 普通干湿表

4.1.1 传感器外形结构应完好无损，其外表面应抛光或发黑。

4.1.2 传感器的干、湿球温度计应与其防辐射护管（层）同心。

- 4.1.3 湿球温度计的沙布套应干净，无腐烂，无油污，并且上水充分。
- 4.1.4 湿球温度计纱布套的长度应为其感温元件长度的 2~3 倍，不应短于 50 mm。
- 4.1.5 传感器的上水杯（容器）应清洁，无污染，其水面高度不应高于湿球端（对于横向通风的为轴线）5 mm。
- 4.1.6 传感器通风速度应在 (2.5~4.0) m/s 范围内，风机运行平稳，无严重发热和振动。
- 4.1.7 仪器上应标明风机电压、通风速度和干湿表系数 A 值（见附录 A）。
- 4.1.8 仪器应标有制造厂、仪表名称、型号、出厂编号和制造日期及标志等。
- 4.2 数字式干湿表
- 除满足 4.1 的要求，还应满足以下 3 项要求：
- 4.2.1 传感器与测量仪表的连接电缆和接头应完好，连接可靠。
- 4.2.2 仪表的外形结构应完好，其显示窗应清晰、完整，温度分辨力应为小数点后至少两位（0.01 位）。
- 4.2.3 仪表各开关或功能键应工作正常。

5 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检查。

5.1 检定条件

5.1.1 环境条件

环境温度：(15~30)℃；

相对湿度≤85% RH。

5.1.2 检定设备

5.1.2.1 检定干湿表温度用标准器如表 2 所示。

表 2 温度标准器

标准器	干湿表等级	
	二级标准	工作级
温度标准器等级	二等标准铂电阻温度计	二等标准铂电阻温度计 或数字式温度计
温度标准器测量范围/℃	0~50	0~50
温度标准器准确度等级/ 最大允许误差/℃	二等	MPE: ±0.05

5.1.2.2 检定干湿表湿度用标准器如表 3 所示。

JJG 993—2018

表 3 湿度标准器

标准器	干湿表等级	
	二级标准	工作级
湿度标准器	一级标准精密露点仪或 一级标准湿度发生器	一级或二级精密露点仪， 二级标准干湿表、 标准湿度发生器
测量范围	露点：(−20~40)℃	露点：(−20~40)℃； 湿度：(10~95)% RH
最大允许误差	露点：±0.15℃ 或相对湿度：±1.0% RH	露点：±0.3℃ 或相对湿度：±2.0% RH
注：1. 标准湿度发生器的空气流量要满足干湿表所需要的风速 (2.5 m/s~4.0 m/s)，其测试室容积大到可以插入干湿表传感器部分。 2. 普通干湿表不可以作为湿度二级标准器。		

5.1.3 温湿度检定用主要配套设备如表 4 所示。

表 4 主要配套设备

配套设备		干湿表等级	
		二级标准	工作级
恒温槽	测量范围	(0~50)℃	—
	工作区 温度均匀度	≤0.02℃	—
	工作区 温度波动度	≤0.02℃/10 min	—
温湿度 标准箱	测量范围	温度：(5~50)℃ 湿度：(25~95)% RH	温度：(5~50)℃ 湿度：(30~95)% RH
	均匀度	温度：≤0.3℃ 湿度：≤1.0% RH 有效区域内： 温度：≤0.02℃ 湿度：≤0.3% RH	温度：≤0.3℃ 湿度：≤1.0% RH
	波动度	温度：±0.02℃ 湿度：±0.3% RH	温度：±0.05℃ 湿度：±0.8% RH
注：有效区域指标准器传感器与被检传感器所处位置直径 10 cm，高 20 cm 的圆柱形区域； 干湿表温度检定时，有效区域内最多放置 2 台。			

5.1.4 大气压力测量设备

气压计

测量范围：(500~1 060) hPa；

MPE：±100 Pa。

5.2 检定项目

检定项目如表 5 所示。

表 5 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观检查	+	+	+
温度示值误差的检定	+	+	-
湿度示值误差的检定	+	+	-

注：“+”为应检项目，“-”为可不检项目。

5.3 检定方法

5.3.1 外观检查

用目视或手动的方法检查干湿表，普通干湿表应符合 4.1 的要求；数字式干湿表应符合 4.1 和 4.2 的要求。

5.3.2 示值误差的检定

5.3.2.1 温度计温度示值误差的检定

1) 检定点：15 ℃，20 ℃（或 23 ℃），30 ℃

2) 干、湿温度计温度示值误差的检定可以在恒温水槽或温湿度标准箱中进行。在恒温水槽中检定时，被检温度计探头必须浸入水槽内 10 cm 以上，并尽量和标准器接近；在温湿度标准箱中检定时，温度标准器探头应靠近被检干湿表传感器的进风口，且二者需放置在表 4 所述的有效区域内。

3) 在 15 ℃，20 ℃（或 23 ℃），30 ℃ 每个检定点上，待示值稳定后，每隔 1 min 读数一次，共读 6 次，计算算术平均值。在每个检定点上，被检干、湿球温度计示值平均值与温度标准器示值平均值之差为示值误差。

4) 温度示值误差按公式 (1) 和公式 (2) 计算：

$$\Delta t_{ai} = t_{ai} - t_{si} \quad (1)$$

$$\Delta t_{wi} = t_{wi} - t_{si} \quad (2)$$

式中：

 t_{ai} ——第 i 个温度点干球温度计示值的平均值，℃； t_{wi} ——第 i 个温度点湿球温度计示值的平均值，℃； t_{si} ——第 i 个温度点标准器的温度示值平均值（在此式中 t_{ai} 可视为真值），℃。

各点误差均应符合表 1 的要求。

干球和湿球温度计在任意检定点上示值误差之差的绝对值用公式 (3) 计算:

$$\Delta t = |\Delta t_{ai} - \Delta t_{wi}| \quad (3)$$

各点误差均应符合表 1 的要求。

5.3.2.2 湿度示值误差的检定

1) 经 5.3.2.1 温度示值误差检定合格的干湿表方可进行湿度示值误差的检定。

2) 干湿表湿度示值误差的检定在温湿度标准箱或标准湿度发生器中进行。当在温湿度标准箱中进行时, 如果采用精密露点仪作标准器, 标准器的温度探头应放置于靠近被检干湿表探头的进风口的位置, 露点探头应距离被检干湿表探头 15 cm 左右, 且两者在箱内气流方向上无上下游关系; 如果采用标准干湿表作标准器, 标准干湿表传感器的进风口与被检干湿表传感器的进风口应尽量靠近; 在标准湿度发生器中检定时, 干湿表传感器应插入 15 cm 左右的深度, 并使发生器保持正常工作的气流量。

3) 检定点: 在 20 °C 或 23 °C 下检定 5 个湿度点, 如表 6 所示。

表 6 湿度检定点

干球温度/°C	湿度/% RH
20 (或 23)	30, 40, 60, 80, 90

4) 当温湿度标准箱的温度和湿度充分稳定后, 分别读取干湿表和湿度标准器的示值。每隔 1 min 读数一次, 共读 6 次。普通干湿表分别读取干、湿球温度计示值, 通过查对应的查算表得到湿度值; 数字式干湿表还要读取相对湿度值。

5) 湿度示值误差的计算

在同一检定点上, 被检干湿表示值平均值与标准器湿度示值平均值之差

ΔU_i , 即为干湿表在该点上的示值误差, ΔU_i 按公式 (4)、公式 (5) 和公式 (6) 计算:

$$\Delta U_i = U_{pi} - U_{si} \quad (4)$$

$$U_{pi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U_{pij} \quad (5)$$

$$U_{si} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U_{sij} \quad (6)$$

式中:

ΔU_i —— 第 i 个湿度点上干湿表误差, %RH;

U_{pi} —— 第 i 个湿度点上干湿表示值算术平均值, %RH;

U_{si} —— 第 i 个湿度点上标准湿度值算术平均值, %RH;

U_{pij} —— 第 i 个湿度点上干湿表 j 次示值, %RH;

U_{sij} —— 第 i 个湿度点上湿度标准器 j 次示值, %RH;

n —— 干湿表、湿度标准器在第 i 个湿度点上读数次数, 取 $n=6$ 。

各点误差均应符合表 1 的要求。

5.4 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的干湿表发给相应级别的检定证书；检定不合格的干湿表发给检定结果通知书，并在通知书中注明不合格项目。

5.5 检定周期

干湿表的检定周期一般不超过1年。

附录 A

干湿表 A 值的计算

干湿表 A 值按 23 ℃, 30% RH (湿球温度 13 ℃) 的湿度检定结果计算。

A.1 干湿表的实际干湿表系数 A 值通过下式计算:

$$A = \frac{e(t'_w)f_w - e}{p(t'_a - t'_w)} \quad (\text{A.1})$$

式中:

- t'_a ——修正后的 23 ℃ 时的干球温度; $t'_a = t_a - \Delta t_a$, Δt_a 为干球温度计示值误差;
- t'_w ——修正后的 23 ℃ 时的湿球温度 $t'_w = t_w - \Delta t_w$, Δt_w 为湿球温度计示值误差;
- $e(t'_w)$ ——相应于 t' 的水面上饱和水气压, 由下面给出的饱和水气压公式计算;
- e ——某湿度检定时空气中含有的水气分压;
- p ——检定时的大气压力;
- f_w ——增强系数。

A.2 饱和水气压 $e(t'_w)$ 的计算:

对于水平面上的饱和水压 $e(t'_w)$ 由下式计算。

$$\lg e(t'_w) = \frac{10.286T - 2148.4909}{T - 35.85} \quad (\text{A.2})$$

式中:

T ——热力学温度。

A.3 某检定点是空气的实际水汽分压由湿度标准器给出, 对于有露点温度显示的标准器, 则可通过式 (A.2) 计算得出。

A.4 当标准器只能给出干球温度和相对湿度时, 空气实际的水气分压 e 为:

$$e = \frac{U}{100} \times e(t_a) \quad (\text{A.3})$$

式中:

- U ——标准器给出的相对湿度;
- $e(t_a)$ ——温度标准箱内温度下的饱和水气分压, 由式 (A.2) 计算得出。

附录 B

电动通风干湿表温度示值误差检定记录格式

检定日期： 原始记录号：
 被检仪器名称： 型号： 出厂编号：
 制造厂： 送检单位：
 标准器名称： 型号： 出厂编号： 证书号：
 环境条件： 温度： ℃ 湿度： %RH

温度 检定点	次数	计量标准器 温度示值	干湿表			
			干球温度计		湿球温度计	
			示值/℃	误差/℃	示值/℃	误差/℃
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
平均值						
示值误差						
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
平均值						
示值误差						
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
平均值						
示值误差						

检定员：

核验员：

附录 C

电动通风干湿表湿度示值误差检定记录格式

检定日期:

原始记录号:

被检仪器名称:

型号:

出厂编号:

制造厂:

送检单位:

标准器名称:

型号:

出厂编号:

证书号:

环境条件: 大气压力: $p =$ hPa, 室温: °C 湿度: %RH

湿度 检定点	次数	湿度标准器显示值			干湿表显示值		
		$t_a/^\circ\text{C}$	$t_d/^\circ\text{C}$	$U/\%RH$	$t_a/^\circ\text{C}$	$t_w/^\circ\text{C}$	$U/\%RH$
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
平均值 °C							
示值误差 °C							
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
平均值 °C							
示值误差 °C							

检定员:

核验员:

附录 D

检定证书/检定结果通知书内页格式

D.1 检定证书/检定结果通知书第 2 页

证书编号×××××-××××

检定机构授权说明					
检定环境条件及地点：					
温 度		℃	地点		
相对湿度		%	其他		
检定使用的计量（基）标准装置					
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差		计量基标准 证书编号	有效期至
检定使用的标准器					
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差		检定/校准 证书编号	有效期至

第×页 共×页

D.2 检定证书第 3 页

证书编号×××××-×××××

检定结果

检定项目及检定结果

(以下空白)

第×页 共×页

D.3 检定结果通知书第 3 页

证书编号×××××-××××

检定结果

检定项目及检定结果

附加说明
说明检定结果不合格项
(以下空白)

第×页 共×页