



河北省地方计量技术规范

JJF(冀) 191 -2021

水蒸气透过率测定仪校准规范

Water Vapor Transmission Rate Testor

2021-02-04 发布

2021-05-01 实施

水蒸气透过率测定仪校准规范

Calibration Specification for

Water Vapor Transmission Rate Testor

JJF(冀) 191—2021

归口单位：河北省市场监督管理局

主要起草单位：河北省计量监督检测研究院

参加起草单位：济南兰光机电技术有限公司

本规范委托河北省计量监督检测研究院负责解释

本规范主要起草人：

耿荣勤（河北省计量监督检测研究院）

索镛楨（河北省计量监督检测研究院）

陈欣（济南兰光机电技术有限公司）

胡腾飞（河北省计量监督检测研究院）

参加起草人：

王艳丽（河北省计量监督检测研究院）

仇乐新（河北省计量监督检测研究院）

目 录

引言	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量性能要求.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 测量设备及标准物质.....	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
7.3 数据处理.....	(4)
8 校准结果表达.....	(4)
9 复校时间间隔.....	(4)
附录 A 水蒸气透过率测定仪示值误差校准记录格式.....	(5)
附录 B 校准证书内页参考格式.....	(6)
附录 C 水蒸气透过率测定仪温度、湿度示值误差校准不确定度分析示例.....	(7)
附录 D 水蒸气透过率测定仪水蒸气透过率示值误差校准不确定度分析示例	(13)

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的要求进行编写。

本规范为首次发布。

水蒸气透过率测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于温度范围（0~50）℃、湿度范围（5~95）%RH的水蒸气透过率测定仪（以下简称测定仪）的温度、湿度及水蒸气透过率参数的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 26253-2010 《塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 红外检测器法》

GB/T 21529-2008 《塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 电解传感器法》

GB/T 1037 《塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法 杯式法》

GB/T 30412-2013 《塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 湿度传感器法》

JJF1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 水蒸气透过率 water vapor transmission rate

在规定的试验条件下，试验达到平衡时单位时间内透过单位面积的水蒸气质量。单位为克每平方米 24 小时 $[g/(m^2 \cdot 24h)]$ 。

3.2 水蒸气透过率标准膜 reference specimen of water vapor transmission rate

在规定的试验条件下，水蒸气透过率为已知的膜片。

4 概述

测定仪主要用于塑料薄膜、复合膜、高阻隔材料、塑料片材、橡胶、纸质等包装材料水蒸气透过率的测定。

测定仪试验原理是在规定的温度、湿度条件下，包装材料试样两侧保持一定的水气压差，测量透过试样的水蒸气，计算每平方米试样在标准大气压下，24 小时透过的

水蒸气质量；测定仪按工作原理不同分为红外检测器法、电解传感器法、杯式法和湿度传感器法。

5 计量性能要求

5.1 温度示值误差

测定仪温度显示值与实际温度值差值（℃）。

5.2 湿度示值误差

测定仪湿度显示值与实际湿度值差值（%RH）。

5.3 水蒸气透过率示值误差

测定仪水蒸气透过率显示值与标准膜值差值 $[g/(m^2 \cdot 24h)]$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：（15~35）℃，相对湿度：不大于 80%。

6.1.2 周围应无强烈振动、强电磁场和其它干扰。

6.2 测量设备及标准物质

6.2.1 测量设备

测量设备从表 1 中参考选择。

表 1 测量设备

序号	测量设备	技术要求	用途
1	精密露点仪	温度测量范围：（0~50）℃，分辨力不大于 0.01℃， 最大允许误差：±0.10℃ 湿度测量范围：（5~95）%RH，分辨力不大于 0.1%RH， 最大允许误差：±1.0%RH	温湿度标准器
2	精密数字温度计	温度测量范围：（0~50）℃，分辨力不大于 0.01℃， 最大允许误差：±0.10℃	温度标准器
3	温湿度发生器	温度测量范围：（0~50）℃，最大允许误差：±0.5℃； 湿度测量范围：（5~95）%RH，最大允许误差：±	提供稳定 温湿度场

	2.0%RH	
--	--------	--

也可选用计量性能满足要求的其它测量设备，其温度扩展不确定度 $U(k=2)$ 不大于被检参数最大允许误差的 $1/3$ ，湿度扩展不确定度 $U(k=2)$ 不大于被检参数最大允许误差的 $1/2$ 。

6.2.2 标准物质

水蒸气透过率试验用标准膜：经过国家行政部门批准的有证标准物质。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 温度、湿度示值误差

7.1.2 水蒸气透过率示值误差

7.2 校准方法

7.2.1 温度、湿度示值误差校准

7.2.1.1 校准点的选择

在测定仪温度、湿度测量范围内均匀选取不少于 3 个温度、湿度点，包括上限、下限附近。也可根据用户要求选择校准点。

7.2.1.2 温度、湿度示值误差校准方法

采用比较法校准，将精密露点仪（或精密数字温度计）温度、湿度传感器和测定仪温度、湿度传感器放入温湿度发生器测试室固定好，将温湿度发生器温度、湿度设定到校准温度、湿度，待温湿度发生器温度、湿度示值稳定后，分别读取精密露点仪（精密数字温度计）和测定仪的温度、湿度值，重复读数四次，取四次读数平均值作为测量结果。

7.2.2 水蒸气透过率示值误差校准

7.2.2.1 校准点的选择

根据测定仪水蒸气透过率的测量范围及客户要求选择校准点。

7.2.2.2 水蒸气透过率示值误差校准方法

根据测定仪水蒸气透过率的测量范围及客户要求，选择合适的水蒸气透过率标准膜，按照测定仪使用要求将标准膜紧密的装入测定仪，确保标准膜不能起皱或松弛；按照仪器说明书要求设定相应的试验温度、湿度及时间，开始试验，试验结束记录测

定义的水蒸气透过率。

7.3 数据处理

7.3.1 温度、湿度示值误差计算

按式(1)和式(2)分别计算测定仪温度示值误差 Δt 和湿度示值误差 ΔH 。

$$\Delta t = t_x - t_s - d \quad (1)$$

式(1)中:

Δt —— 测定仪温度示值误差, °C

t_x —— 测定仪温度示值的平均值, °C

t_s —— 温度标准器示值的平均值, °C

d —— 温度标准器的修正值, °C

$$\Delta H = H_x - H_s - e \quad (2)$$

式(2)中:

ΔH —— 测定仪湿度示值误差, %RH

H_x —— 测定仪湿度示值的平均值, %RH

H_s —— 湿度标准器示值的平均值, %RH

e —— 湿度标准器的修正值, %RH

7.3.2 水蒸气透过率示值误差计算

按式(3)计算测定仪水蒸气透过率示值误差 $\Delta WVTR$ 。

$$\Delta WVTR = WVTR_x - WVTR_s \quad (3)$$

式(3)中:

$\Delta WVTR$ —— 测定仪水蒸气透过率示值误差, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$

$WVTR_x$ —— 测定仪水蒸气透过率示值, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$

$WVTR_s$ —— 标准膜的水蒸气透过率, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$

8 校准结果表达

经校准的测定仪出具校准证书,证书应给出温度示值误差、湿度示值误差、水蒸气透过率示值误差及相应的校准结果不确定度等。

9 复校时间间隔

测定仪的复校时间间隔可根据具体情况由用户确定,建议复校时间间隔最长

不超过一年。

附录 A

水蒸气透过率测定仪校准记录格式

共 页 第 页

校准依据： 环境温度： °C 环境湿度： %RH 校准地点：

校准使用的主要计量标准器信息

标准器名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源证书号	有效期至	上级溯源机构

送检单位		单位地址	
器具名称		规格型号	
出厂编号		制造单位	
证书编号			

1、温度、湿度示值误差校准

校准点		标准器示值			被校仪器示值		测量不确定度 U ($k=2$)
		示值	修正值	实际值	示值	示值误差	
	温度/°C						
	湿度/%RH						
	温度/°C						
	湿度/%RH						
	温度/°C						
	湿度/%RH						

2、水蒸气透过率示值误差校准

标准值 $g/(m^2 \cdot 24h)$	被校仪器示值 $g/(m^2 \cdot 24h)$	示值误差 $g/(m^2 \cdot 24h)$	测量不确定度 U $g/(m^2 \cdot 24h)$ ($k=2$)

校准员:

核验员:

校准日期:

年 月 日

附录 B

校准证书内页参考格式

一、温度、湿度示值误差校准

校准点	___℃, ___%RH		___℃, ___%RH		___℃, ___%RH	
	温度/℃	湿度/%RH	温度/℃	湿度/%RH	温度/℃	湿度/%RH
示值误差						
测量不确定度 U ($k=2$)						

二、水蒸气透过率示值误差校准

标准值 $g/(m^2 \cdot 24h)$			
水蒸气透过率示值误差 $g/(m^2 \cdot 24h)$			
测量不确定度 U $g/(m^2 \cdot 24h)$ ($k=2$)			

附录 C

水蒸气透过率测定仪温度、湿度示值误差校准不确定度分析示例

C.1 被校对象

水蒸气透过率测定仪，型号：W3-062，温度指示分辨力：0.01℃，湿度指示分辨力：0.1%RH。按照 GB/T 1037 试验条件要求，测定仪温度最大允许误差为±0.6℃；湿度最大允许误差为±2.0%RH。

C.2 校准用标准器及配套设备

序号	测量设备	技术指标
1	精密露点仪	温度测量范围：（0~50）℃，分辨力 0.01℃，最大允许误差 ±0.10℃ 湿度测量范围：（5~95）%RH，分辨力 0.1%RH，最大允许误差：±1.0%RH
2	温湿度发生器	温度测量范围：（0~50）℃，最大允许误差：±0.5℃ 湿度测量范围：（5~95）%RH，最大允许误差：±2.0%RH

C.3 校准方法

按照本规范方法，将标准精密露点仪的温湿度传感器和测定仪温度、湿度传感器放入温湿度发生器测试室固定好，将温湿度发生器设定到温度 20℃、湿度 95%RH，待温湿度发生器温度、湿度示值稳定后，分别读取精密露点仪和测定仪的温度、湿度值。

C.4 测量模型

C.4.1 温度示值误差

$$\Delta t = t_x - t_s - d \quad (\text{C.1})$$

式 (C.1) 中：

Δt —— 测定仪温度示值误差，℃

t_x —— 测定仪温度示值的平均值，℃

t_s —— 温度标准器示值的平均值，℃

d —— 温度标准器的修正值，℃

C.4.2 湿度示值误差

$$\Delta H = H_x - H_s - e \quad (\text{C.2})$$

式(C.2)中:

ΔH —— 测定仪湿度示值误差, %RH

H_x —— 测定仪湿度示值的平均值, %RH

H_s —— 湿度标准器示值的平均值, %RH

e —— 湿度标准器的修正值, %RH

不确定度来源: 被校对象测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量, 标准器分辨力引入的标准不确定度分量, 标准器修正值引入的不确定度分量, 标准器稳定性引入的不确定度分量, 温湿度发生器均匀性引入的标准不确定度分量, 温湿度发生器波动度引入的不确定度分量。

C.5 标准不确定度分量

C.5.1 测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量

C.5.1.1 温度测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量 u_1

a) 测量重复性引入的不确定度分量 u_{11}

在 20℃ 校准点重复测量 10 次, 标准偏差 s 用下式计算:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.034^\circ\text{C}$$

$$u_{11} = s = 0.034^\circ\text{C}$$

b) 测定仪温度指示分辨力引入的不确定度分量 u_{12}

测定仪温度指示分辨力 0.01℃, 分辨力引入的不确定度分量 u_{12} 用下式计算:

$$u_{12} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.003^\circ\text{C}$$

c) 由于 u_{11} 和 u_{12} 相关, 因此 u_1 取二者中较大者, 则

$$u_1 = 0.034^\circ\text{C}$$

C.5.1.2 湿度测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量 u_1'

a) 测量重复性引入的不确定度分量 u'_{11}

在 95% 校准点重复测量 10 次, 标准偏差 s' 用下式计算:

$$s' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = 0.05\%RH$$

$$u'_{11} = s' = 0.05\%RH$$

b) 测定仪湿度指示分辨力引入的不确定度分量 u'_{12}

测定仪湿度指示分辨力 0.1%RH, 分辨力引入的不确定度分量 u'_{12} 用下式计算:

$$u'_{12} = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.03\%RH$$

c) 由于 u'_{11} 和 u'_{12} 相关, 因此 u'_1 取二者中较大者, 则

$$u'_1 = 0.05\%RH$$

C.5.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量

C.5.2.1 标准器温度分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

标准器温度分辨力为 0.01℃, 不确定度区间半宽 0.005℃, 服从均匀分布, 则分辨力引入的标准不确定度分量:

$$u_2 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003\text{℃}$$

C.5.2.2 标准器湿度分辨力引入的标准不确定度分量 u'_2

标准器湿度分辨力为 0.1%RH, 不确定度区间半宽 0.05%RH, 服从均匀分布, 则湿度分辨力引入的标准不确定度分量:

$$u'_2 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.03\%RH$$

C.5.3 标准器修正值引入的不确定度分量

C.5.3.1 标准器温度修正值引入的标准不确定度分量 u_3

标准器温度修正值的不确定度 $U = 0.04\text{℃}$, $k = 2$, 则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量:

$$u_3 = \frac{U}{k} = 0.02^\circ\text{C}$$

C.5.3.2 标准器湿度修正值引入的标准不确定度分量 u'_3

根据标准器精密露点仪的溯源证书，露点修正值的扩展不确定度： $U=0.10^\circ\text{C}$ ， $k=2$ ，温度修正值的扩展不确定度： $U=0.04^\circ\text{C}$ ， $k=2$ 。精密露点仪的湿度修正值的标准不确定度是由精密露点仪的测温不准和露点修正值引入，根据温度、露点和相对湿度的换算公式，由不确定度传播率计算得出：

$$u'_3 = 0.32\%RH$$

C.5.4 标准器稳定性引入的标准不确定度分量

C.5.4.1 标准器温度稳定性引入的标准不确定度分量 u_4

标准器相邻两次校准温度修正值最大变化 0.10°C ，不确定度区间半宽 0.05°C ，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u_4 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C}$$

C.5.4.2 标准器湿度稳定性引入的标准不确定度分量 u'_4

标准器相邻两次检定露点修正值最大变化 0.10°C ，露点不确定度区间半宽 0.05°C ，由露点和湿度的换算公式、不确定度传播率计算得出，在温度 20°C ，湿度 $95\%RH$ 下，湿度稳定性不确定度区间半宽为 $0.30\%RH$ ，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量

$$u'_4 = \frac{0.30}{\sqrt{3}} = 0.17\%RH$$

C.5.5 温湿度发生器均匀性引入的标准不确定度分量

由于标准器与被检对象在温湿度发生器中位置十分接近，且温湿度发生器内部空间较小，所以温湿度发生器温度、湿度均匀性引入的标准不确定度分量均可忽略不计。

C.5.6 温湿度发生器波动度引入的标准不确定度分量

C.5.6.1 温湿度发生器温度波动度引入的标准不确定度分量 u_5

温湿度发生器温度波动度 $\pm 0.02^\circ\text{C}$ ，不确定度区间半宽 0.02°C ，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u_5 = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.012^\circ\text{C}$$

C.5.6.2 温湿度发生器湿度波动度引入的标准不确定度分量 u'_5

温湿度发生器湿度波动度 $\pm 0.05\%RH$ ，不确定度区间半宽 $0.05\%RH$ ，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u'_5 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.03\%RH$$

C.6 标准不确定度分量汇总表见表 C.1 和 C.2

表 C.1 温度示值误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
u_1	温度测量重复性及指示分辨力	0.034°C
u_2	标准器温度分辨力	0.003°C
u_3	标准器温度修正值	0.02°C
u_4	标准器温度稳定性	0.029°C
u_5	温湿度发生器温度波动度	0.012°C

表 C.2 湿度示值误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
u'_1	湿度测量重复性及指示分辨力	$0.05\%RH$
u'_2	标准器湿度分辨力	$0.03\%RH$
u'_3	标准器湿度修正值	$0.32\%RH$
u'_4	标准器湿度稳定性	$0.17\%RH$
u'_5	温湿度发生器湿度波动度	$0.03\%RH$

C.7 合成标准不确定度

C.7.1 温度示值误差校准合成标准不确定度 u_c 计算

由于 u_1 、 u_2 、 u_3 、 u_4 、 u_5 相互独立，则合成标准不确定度 u_c 按下式计算：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2} = 0.050^\circ\text{C}$$

C.7.2 湿度示值误差校准合成标准不确定度 u'_c 计算

由于 u'_1 、 u'_2 、 u'_3 、 u'_4 、 u'_5 相互独立，则合成标准不确定度 u'_c 按下式计算：

$$u'_c = \sqrt{u'^2_1 + u'^2_2 + u'^2_3 + u'^2_4 + u'^2_5} = 0.37\% \text{RH}$$

C.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，温度示值误差扩展不确定度为： $U = k \times u_c = 0.10^\circ\text{C}$

取包含因子 $k=2$ ，湿度示值误差扩展不确定度为： $U' = k \times u'_c = 0.8\% \text{RH}$

附录 D

水蒸气透过率测定仪水蒸气透过率示值误差校准不确定度分析示例

D.1 被校对象

水蒸气透过率测试仪，型号：W3-062，水蒸气透过率指示分辨力：
0.0001 g/(m²·24h)。

D.2 标准物质

标准物质，型号：GBW(E)130543，不确定度： $U=0.8$ g/(m²·24h) $k=2$

D.3 校准方法

按照本规范方法，按照测定仪使用要求将标准膜紧密的装入测定仪，确保标准膜不能起皱或松弛；设定试验温度 38℃、湿度 90%RH，开始试验；试验结束记录测定仪的水蒸气透过率。

D.4 测量模型

$$\Delta WVTR = WVTR_x - WVTR_s \quad (D.1)$$

式 (D.1) 中：

$\Delta WVTR$ —— 测定仪水蒸气透过率示值误差，g/(m²·24h)

$WVTR_x$ —— 测定仪水蒸气透过率示值，g/(m²·24h)

$WVTR_s$ —— 标准膜的水蒸气透过率，g/(m²·24h)

不确定度来源：被校对象测量重复性及指示分辨力引入的不确定度分量，标准膜引入的标准不确定度分量。

D.5 标准不确定度分量

D.5.1 测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量

用标准膜重复测量 3 次，3 次测量值的最大差值为 0.2546 g/(m²·24h)，标准偏差 s 用极差法计算：

$$s = \frac{0.2546}{1.69} = 0.15 \text{ g/(m}^2 \cdot 24\text{h)}$$

测定仪水蒸气透过率指示分辨力 0.0001 g/(m²·24h)，因此分辨力引入的不确定度分量可忽略不计。

则测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量为:

$$u_1 = s = 0.15 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$$

D.5.2 标准膜引入的标准不确定度分量 u_2

标准膜的不确定度 $U = 0.8 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ $k = 2$, 则标准膜引入的标准不确定度分量

$$u_2 = \frac{U}{k} = 0.4 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$$

D.6 标准不确定度分量汇总表见表 D.1

表 D.1 水蒸气透过率示值误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度 $\text{g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$
u_1	测量重复性和分辨力	0.15
u_2	标准膜	0.4

D.7 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 相互独立, 则合成标准不确定度 u_c 按下式计算:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.43 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$$

D.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 水蒸气透过率示值误差扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c = 0.9 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$$
