



团 体 标 准

T/CECS 10292—2023

多孔建筑材料保水曲线测定 半透膜法

Determination of moisture retention curve of porous building material—
Semi-permeable membrane method

2023-03-26 发布

2023-08-01 实施

中国工程建设标准化协会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	2
5 试验条件	2
6 仪器设备	2
7 样品	3
8 试验步骤	3
9 数据处理	4
10 试验报告	4
附录 A (资料性) 保水曲线的形状及推荐拟合公式	5

jcvba.cn, qejc.cn, 微信 qejc21

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件按中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2021〕11号）的要求制定。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口。

本文件负责起草单位：重庆大学。

本文件参加起草单位：中国建筑科学研究院有限公司、北京科技大学、天津大学、西安建筑科技大学、上海交通大学、华南理工大学、浙江大学、重庆科技学院、国家建筑节能质量监督检验中心、中国建筑西南设计研究院有限公司、广东省建筑设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：冯驰、孙立新、邵晓亮、赵建华、王莹莹、张会波、任鹏、范利武、申宪文、钟辉智、王世晓、唐鸣放、李小龙、胡鹏博、郑星、李坤、董志华、张松浩、崔雨萌、杨寒羽、雷玥、黄先奇、李蕴洁、付林、瞿铭良。

本文件审查人：任俊、冉茂宇、周辉、彭晋卿、谢静超、高庆龙、吴会军。

多孔建筑材料保水曲线测定 半透膜法

1 范围

本文件描述了用半透膜法测定多孔建筑材料保水曲线的原理、所需要的试验条件和仪器设备、样品的制备、进行试验的步骤、数据处理的方法,以及试验报告的编写。

本文件适用于孔隙相互连通的多孔建筑材料保水曲线的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 20313 建筑材料及制品的湿热性能 含湿率的测定 烘干法

T/CECS 10203 建筑材料湿物理性质测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多孔建筑材料 porous building material

由固体骨架及内部孔隙共同组成的建筑材料。

注:多孔建筑材料的孔隙尺寸远大于水蒸气分子的平均自由程,同时足够小以使流体和固体界面上产生黏附力。

3.2

含湿量 moisture content

材料中水分的含量。

注:常用质量比含湿量(水分质量/干材料质量)、体积比含湿量(水分体积/材料体积)或质量体积比含湿量(水分质量/材料体积)表示。

3.3

平衡含湿量 equilibrium moisture content

材料与环境湿交换达到动态平衡,重量不再变化时的含湿量。

3.4

饱和含湿量 saturated moisture content

材料内部所有开孔均被液态水填满时的含湿量。

3.5

毛细压力 capillary pressure

毛细管中液面上升或下降形成曲面所产生的附加压力。

3.6

保水曲线 moisture retention curve

在温度和气压不变的条件下,反映材料平衡含湿量随毛细压力变化的、描述材料储存水分能力的曲线。

注:包括吸湿保水曲线和放湿保水曲线。

3.7

半透膜 semi-permeable membrane

能够透过某些溶剂(如水)和小分子溶质,而不能透过大分子溶质的选择性透过膜。

3.8

渗透压 osmotic pressure

对于两侧溶液浓度不同的半透膜,溶剂从低浓度一侧自发渗透到高浓度一侧的驱动压力。

注:驱动压力的大小等于为了阻止溶剂渗透而在高浓度一侧施加的最小额外压力。

4 原理

4.1 当半透膜两侧的溶液存在浓度差时,某些溶剂(如水)和小分子溶质可以自由地穿过半透膜,而大分子溶质则会被半透膜阻隔,从而产生渗透压,驱动溶剂从低浓度侧流向高浓度侧。渗透压与溶液的浓度和热力学温度相关,且与溶液的毛细压力大小相等,符号相反。

4.2 使用半透膜将多孔建筑材料的试样和大分子溶质的水溶液隔开,但保持二者的水力接触,则试样可以吸湿或放湿而不会被溶质污染。通过改变溶液浓度并对试样称重,可得试样在不同毛细压力下的平衡含湿量,进而获得试样的保水曲线。

4.3 由于毛细滞后现象的存在,多孔建筑材料一般有多条不同的保水曲线。吸湿保水曲线起始于材料绝干或较低含湿状态,描述吸湿过程中材料平衡含湿量与毛细压力的关系;放湿保水曲线起始于材料饱和或较高含湿状态,描述放湿过程中材料平衡含湿量与毛细压力的关系。

5 试验条件

5.1 实验室环境温度宜为 23 ℃,波动不宜超过±2 ℃,并应避免阳光直射。

5.2 试验装置内部温度宜为 23 ℃,波动不宜超过±1 ℃。

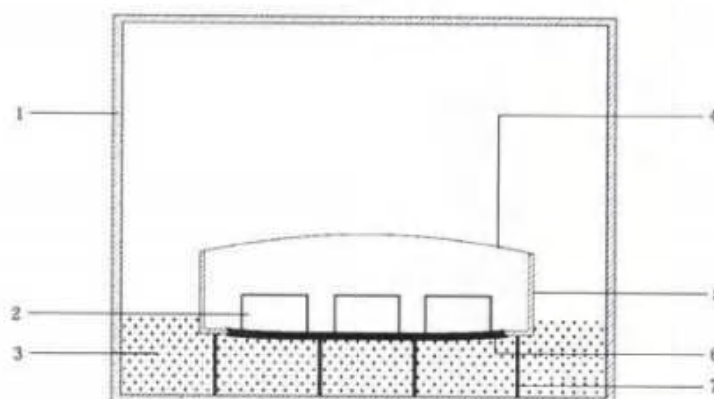
6 仪器设备

6.1 电子天平分度值不应低于 0.001 g。

6.2 水势仪分度值不应低于 0.01 MPa。

6.3 试验装置由密闭容器、支架和试样槽组成,如图 1 所示,并符合下列规定:

- a) 密闭容器宜为厚重的透明玻璃容器;
- b) 支架和试样槽应由不锈钢或塑料等不与溶液和半透膜发生化学反应的材料制成;
- c) 支架顶部应为能稳固支撑试样槽和半透膜且不损伤其表面的线状或面状支撑结构,并应距密闭容器底部 10 mm 以上,且应低于液面至少 3 mm;
- d) 试样槽顶部宜用塑料膜密封,以减弱因环境温度波动引起的空气结露对试验结果产生影响;
- e) 试样槽底部应采用与溶液直接接触的半透膜覆盖;半透膜宜为无机材质且应有一定机械强度,可稳定托起试样,在 23 ℃±2 ℃下的 NaCl 截留率不应低于 99%。



标引序号说明:

- 1—密闭容器;
2—试样;
3—溶液;
4—塑料膜;
5—试样槽;
6—半透膜;
7—支架。

图1 半透膜试样装置

7 样品

- 7.1 试验样品应为片状,与半透膜接触的底面应平整。
7.2 试样底面积不应小于 300 mm^2 ,高度不宜大于 10 mm 。
7.3 试样最小边长不应小于最大粒径或孔径的 100 倍。
7.4 试样应取自同一批次原料的不同部位且尺寸应相同,每个部位应至少 5 组,每组 3 个试样。
7.5 除特殊要求或说明外,制备试样时宜去除原料表层至少 5 mm 的表皮。

8 试验步骤

- 8.1 按 GB/T 20313 规定的温度烘干试样至恒重,然后称取干重(m_{dry})。
8.2 进行吸湿保水曲线测定时,在密闭容器内放入毛细压力在 $-5 \times 10^5 \text{ Pa} \sim -10 \times 10^5 \text{ Pa}$ 范围内的溶液,溶液中的溶质宜采用 K_2SO_4 等无机物,不宜采用容易滋生微生物的有机物。
8.3 当温度为 $23 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,在 $0.01 \text{ kg/kg} \sim 0.1 \text{ kg/kg}$ 浓度范围内, K_2SO_4 溶液毛细压力与浓度的关系可由式(1)近似计算:

$$p_c = -2.88 \times 10^7 \cdot c - 3.43 \times 10^5 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- p_c ——毛细压力,单位为帕(Pa);
 c ——浓度,单位为千克每千克(kg/kg)。

- 8.4 将绝干或较低含湿状态的试样放置于半透膜上,并密封好密闭容器,一段时间后取出试样称重。若同一试样连续 3 次称重(两次称重间隔不小于 24 h)结果相对变化不大于 0.1% ,则认为该试样与溶液已达湿平衡,取 3 次称重的平均值作为该试样的湿重(m_{wet})。

- 8.5 当试样与溶液达湿平衡后,用水势仪测定溶液的毛细压力(p_c)。
- 8.6 将溶液毛细压力依次调整至 -2×10^5 Pa \sim -5×10^5 Pa、 -1×10^6 Pa \sim -2×10^6 Pa、 -5×10^5 Pa \sim -10×10^5 Pa 和 -1×10^5 Pa \sim -5×10^5 Pa,重复步骤 8.3 \sim 8.4 进行试验。
- 8.7 进行放湿保水曲线测定时,按 T/CECS 10203 将试样预处理到饱和或较高含湿状态。
- 8.8 采用毛细压力在 -1×10^5 Pa \sim -5×10^5 Pa、 -5×10^5 Pa \sim -10×10^5 Pa、 -1×10^6 Pa \sim -2×10^6 Pa、 -2×10^6 Pa \sim -5×10^6 Pa 和 -5×10^6 Pa \sim -10×10^6 Pa 范围内的溶液,重复步骤 8.3 \sim 8.4,按毛细压力由高到低依次进行试验。

9 数据处理

- 9.1 试样的平衡含湿量应按式(2)计算:

$$u = \frac{m_{\text{wet}} - m_{\text{dry}}}{m_{\text{dry}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- u ——试样在某一毛细压力下的平衡含湿量,单位为千克每千克(kg/kg);
- m_{dry} ——试样干重,单位为千克(kg);
- m_{wet} ——试样在某一毛细压力下的平衡重量,单位为千克(kg)。

- 9.2 应分别计算各毛细压力下 3 个试样平衡含湿量,取算术平均值,并应保留 3 位有效数字。
- 9.3 以溶液毛细压力为自变量,试样平衡含湿量为纵坐标,拟合得到平滑的保水曲线。拟合公式见附录 A。
- 9.4 拟合的判定系数应大于 0.95。

10 试验报告

- 10.1 试验报告应包括下列内容:
- 产品名称、产品批号及规格型号;
 - 生产企业、委托单位及其他相关委托信息;
 - 产品数量及检验依据;
 - 其他信息,如标称厚度和标称密度等。
- 10.2 试验报告基本信息应包括试验期间的温度、湿度及大气压等环境参数。
- 10.3 试验报告结果信息应包括下列内容:
- 计算公式;
 - 计算结果及对应的毛细压力;
 - 试样报告的批准人员、审核人员、检测人员;
 - 试验和报告日期。

附录 A

(资料性)

保水曲线的形状及推荐拟合公式

A.1 大多数多孔建筑材料的孔隙结构以单一孔径为主,其保水曲线形状一般如图 A.1 所示,只存在一个含湿量快速下降的区域。该形状的保水曲线可用式(A.1)进行拟合。

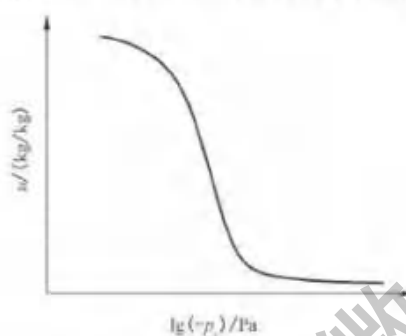


图 A.1 只有一个主要孔径的多孔建筑材料的保水曲线

$$u = u_0 \cdot [1 + (k_1 \cdot p_c)^{k_2}]^{(1-k_1)/k_2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

u —— 含湿量,单位为千克每千克(kg/kg);

u_0 —— 拟合参数,对应于该保水曲线的最大含湿量,单位为千克每千克(kg/kg);

p_c —— 毛细压力,单位为帕(Pa);

k_1 —— 拟合参数 1;

k_2 —— 拟合参数 2。

A.2 少数多孔建筑材料的孔隙结构存在两个主要孔径,其保水曲线形状一般如图 A.2 所示,存在两个含湿量快速下降的区域。该形状的保水曲线可用式(A.2)进行拟合,且测试时应适当增加毛细压力的取值个数。

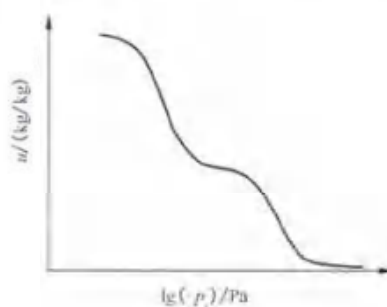


图 A.2 具有两个主要孔径的多孔建筑材料的保水曲线

$$u = u_0 \cdot \{l \cdot [1 + (k_1 \cdot p_c)^{k_2}]^{(1-k_1)/k_2} + (1-l) \cdot [1 + (k_3 \cdot p_c)^{k_4}]^{(1-k_3)/k_4}\} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

u —— 含湿量,单位为千克每千克(kg/kg);

u_0 —— 拟合参数,对应于该保水曲线的最大含湿量,单位为千克每千克(kg/kg);

p_c —— 毛细压力,单位为帕(Pa);

l —— 权重因子, 满足 $0 < l < 1$;

k_1 —— 拟合参数 1;

k_2 —— 拟合参数 2;

k_3 —— 拟合参数 3;

k_4 —— 拟合参数 4。



jcvba.cn, qejc.cn, 微信 qejc21

微信 qejc21

qejc.cn

jcvba.cn

中国工程建设标准化协会
团体标准
多孔建筑材料保水曲线测定
半透膜法
T/CECS 10292—2023

中国标准出版社出版发行
北京市西城区三里西街甲 2 号 (100029)
北京市经济技术开发区 惠河北街 16 号 (100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室: (010) 68523513 发行中心: (010) 51780238
读者服务部: (010) 68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1234 1/16 印张 0.75 字数 19 千字
2023 年 6 月第一版 2023 年 6 月第一次印刷

书号: 155066·5-6288 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010) 68510107



T/CECS 10292-2023



码上扫一扫 正版服务到

