



中华人民共和国国家标准

GB/T 42483—2023

木材导热系数的测定 热流法

Determination of thermal conductivity of wood—Heat flow method

2023-03-17 发布

2023-03-17 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 试验仪器	2
5.1 试验仪器示意图	2
5.2 加热系统和冷却系统	2
5.3 热流计板	2
5.4 试样夹持系统	3
6 试样	3
6.1 锯解	3
6.2 数量	3
6.3 尺寸及平整度	3
6.4 含水率	3
7 试验步骤	3
7.1 测试前试样尺寸和质量测量	3
7.2 试样安装	3
7.3 调节平衡	3
7.4 导热系数的测量	4
7.5 测试后试样尺寸、质量、含水率和密度的测定	4
8 结果计算	4
8.1 常规计算	4
8.2 特定计算	5
9 试验报告	5

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。

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。

本文件由国家林业和草原局提出。

本文件由全国木材标准化技术委员会(SAC/TC 41)归口。

本文件起草单位：中国林业科学研究院木材工业研究所、江苏森茂竹木业有限公司、江苏兄弟智能家居有限公司、安吉久大家具有限公司、厦门市格灵生物技术有限公司、浙江云峰莫干山地板有限公司、遵化市阔旺木业有限公司、临沂市检验检测中心、北京建筑材料检验有限公司。

本文件主要起草人：赵有科、李晓玲、虞华强、安鑫、徐金梅、张冉、刘海良、刘柏寒、肖旗、陈智勇、桂成胜、马英超、吴乐章、冯秀艳、柴东。

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21

木材导热系数的测定 热流法

1 范围

本文件描述了热流法测定木材导热系数的试验仪器、试样、试验步骤、结果计算以及试验报告。
本文件适用于木材径向、弦向、纵向导热系数的测定。

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 1927.2—2021 无疵小试样木材物理力学性质试验方法 第2部分：取样方法和一般要求
 GB/T 1927.4—2021 无疵小试样木材物理力学性质试验方法 第4部分：含水率测定
 GB/T 1927.5—2021 无疵小试样木材物理力学性质试验方法 第5部分：密度测定
 GB/T 4132 绝热材料及相关术语
 LY/T 1788 木材性质术语

3 术语和定义

GB/T 4132、LY/T 1788 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热流量 **heat flow rate**

Φ

一定面积的物体两侧存在温差时，单位时间内由导热、对流、辐射方式通过该物体所传递的热量，如式(1)所示。

$$\Phi = dQ/dt \quad \dots\dots\dots(1)$$

注：热流量的单位为瓦(W)。

[来源：GB/T 4132—2015, 2.8.2]

3.2

热流密度 **density of heat flow rate**

q

垂直于热量方向的单位面积热流量(3.1)，如式(2)所示。

$$q = d\Phi/dA \quad \dots\dots\dots(2)$$

注：热流密度密度的单位为瓦每平方米(W/m²)。

[来源：GB/T 4132—2015, 2.8.3]

3.3

导热系数 **thermal conductivity**

λ

材料导热特性的一个物理指标。数值上等于热流密度(3.2)除以负温度梯度，如式(3)所示。

$$\lambda = -\vec{q}/\text{grad}T \quad \dots\dots\dots(3)$$

注：导热系数的单位为瓦每米开[W/(m·K)]。

[来源：GB/T 4132—2015,2.8.5]

3.4

木材径向、弦向或纵向的导热系数 **thermal conductivity of wood in radial, tangential or longitudinal direction**

$\lambda_r, \lambda_t, \lambda_l$

热流量(3.1)由热端面流向冷端面的方向分别沿木材径向、弦向或纵向方向进行测量时所获得的导热系数(3.3)。

4 原理

热流法是在稳定状态下,单向热流垂直到过板状试样;热端和冷端热流计板通过自身已知的导热系数、热电偶距离、热电偶和端面距离及所测温度、断面面积计算出经过两热流计的热流量和试样热端面和冷端面温度,再用其热、冷端热流量的平均值作为流经木材试样的热流量,计算出试样的导热系数。

5 试验仪器

5.1 试验仪器示意图

试验仪器示意如图 1 所示。



图 1 试验仪器示意图

5.2 加热系统和冷却系统

加热系统可以是可控功率的电加热设备或可控温流体循环设备;冷却系统通常是可控温流体循环设备。温度控制误差应控制在±0.5℃。

5.3 热流计板

由热端热流计板和冷端热流计板组成。要求由导热性能良好的材料制作,其导热系数应不低于 50 W/(m·K);表面平整度应控制在 0.25 mm/m 以内,每个热流计板表面各点温度差不大于稳定状态

下试样两面温差的2%，且最大不应大于0.5℃。热电偶温度测量应精确到稳定状态下试样两面温差的1%，最大不大于0.5℃。

5.4 试样夹持系统

试样夹持系统应保证试样与热端热流计板和冷端热流计板的紧密接触。

6 试样

6.1 锯解

6.1.1 径向方向和弦向方向导热系数测量用试样的锯解，其取样方向按照 GB/T 1927.2—2021 中第4章径向和弦向试样的锯解方案。

6.1.2 纵向试样的两个面应和木材纹理方向垂直。

6.2 数量

试样数量应符合 GB/T 1927.2—2021 中 5.1 的要求。

6.3 尺寸及平整度

试样幅面尺寸应不小于热流面测量面的50%，厚度不小于10 mm。试样两个面的平整度应控制在0.50 mm/m 以内。

6.4 含水率

6.4.1 试样可为气干材或绝干材。

注：其他含水率的试样导热系数受含水率的影响，结果只作为参考。

6.4.2 气干材在测定前要在相对湿度为 $(65 \pm 5)\%$ 和温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下进行含水率平衡处理，直到质量恒定。质量变化8 h 间隔不超过0.2%即可认为质量恒定。

6.4.3 绝干材试样应进行绝干处理，干燥后不应出现干燥缺陷。干燥8 h 间隔称量之差不得超过0.2%，即认为试样达到绝干。

7 试验步骤

7.1 测试前试样尺寸和质量测量

用精确度不低于0.05 mm 的仪器测量长度、宽度和厚度4次以上，取其平均值作为试样尺寸。质量的测量应精确到0.01 g。

注：对于导热系数测量设备具有厚度测量功能的，用精度不低于0.05 mm 的仪器对测量结果进行校对，校对后采用导热系数测量设备进行厚度测量。

7.2 试样安装

对试样施加一定的压力，使木材表面和热流计板紧密接触，压力不超过2.5 kPa。

7.3 调节平衡

宜以室温 $(20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C})$ 为基准，设立并调节加热系统和冷却系统温度，使木材试样热端面 and 冷端面温差不低于 10°C 。热端面温度和冷端面温度分别宜为室温加上或减去热端面 and 冷端面温差的一半。

注：导热系数可能因为测量温差不同而有所变化。除非另有要求，平均温度以室温为基准设立。

7.4 导热系数的测量

达到稳定状态后，记录图 1 所示 4 个热电偶的温度 (T_1 、 T_2 、 T_3 和 T_4)，试验即可结束。所谓稳定状态是指主加热板功率不变的情况下，30 min 内试样表面温度波动不大于试样两面温差的 1%，且最大不大于 1 °C。

7.5 测试后试样尺寸、质量、含水率和密度的测定

用 7.1 相同的方法测量测试后试样的尺寸和质量，然后截取约 20 mm × 20 mm × 20 mm 的试样，按 GB/T 1927.4—2021 中第 7 章和 GB/T 1927.5—2021 中第 6 章规定进行试样含水率和密度的测定。厚度不足 20 mm 时，采用板子的实际厚度。

8 结果计算

8.1 常规计算

8.1.1 热流量密度

按式(4)~式(6)计算，取两位有效数字。

$$q_{12} = \frac{\lambda_{12}}{d_{12}} \times (T_1 - T_2) \dots\dots\dots (4)$$

$$q_{34} = \frac{\lambda_{34}}{d_{34}} \times (T_3 - T_4) \dots\dots\dots (5)$$

$$q = \frac{q_{12} + q_{34}}{2} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- q_{12} ——热端热流量密度，单位为瓦每平方米 (W/m^2)；
- λ_{12} ——热端热流计板的导热系数，单位为瓦每米开 [$W/(m \cdot K)$]；
- d_{12} ——热端热电偶 1 和热电偶 2 之间沿热流方向的距离，单位为米 (m)；
- $T_1 - T_2$ ——热端热电偶 1 和热电偶 2 的温度差，单位为摄氏度 (°C)；
- q_{34} ——冷端热流量密度，单位为瓦每平方米 (W/m^2)；
- λ_{34} ——冷端热流计板导热系数，单位为瓦每米开 [$W/(m \cdot K)$]；
- d_{34} ——冷端热电偶 3 和热电偶 4 之间沿热流方向的距离，单位为米 (m)；
- $T_3 - T_4$ ——冷端热电偶 3 和热电偶 4 的温度差，单位为摄氏度 (°C)；
- q ——木材试样热流量密度，单位为瓦每平方米 (W/m^2)。

8.1.2 木材热、冷端面温度

按式(7)和式(8)计算。

$$T_H = T_2 - \frac{d_{2H}}{d_{12}} \times (T_1 - T_2) \dots\dots\dots (7)$$

$$T_C = T_3 + \frac{d_{C3}}{d_{34}} \times (T_3 - T_4) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- T_H ——试样热端面温度，单位为摄氏度 (°C)；

- T_2 ——热电偶 2 温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 $d_{2\text{H}}$ ——热端热电偶 2 和试样热端面之间沿热流方向的距离,单位为米(m);
 d_{12} ——热端热电偶 1 和热电偶 2 之间沿热流方向的距离,单位为米(m);
 T_1 ——热电偶 1 温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 T_{c} ——试样冷端面温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 T_3 ——热电偶 3 温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 $d_{\text{c}3}$ ——冷端热电偶 4 和试样冷端面之间沿热流方向的距离,单位为米(m);
 d_{34} ——冷端热电偶 3 和热电偶 4 之间沿热流方向的距离,单位为米(m);
 T_4 ——热电偶 4 温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

8.1.3 导热系数

按式(9)计算,精确至 $0.01 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

$$\lambda = \frac{q \cdot d}{T_{\text{H}} - T_{\text{c}}} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- λ ——木材的导热系数,单位为瓦每米开 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$;
 q ——木材试样热流量密度,单位为瓦每平方米(W/m^2);
 d ——试样的初始厚度,单位为米(m);
 T_{H} ——试样热端面温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 T_{c} ——试样冷端面温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

8.2 特定计算

特定计算是指图 1 中热端热流计板和冷端热流计板为同型号,且其中的 1 个热电偶位于热流计板边缘上,即和木材试样表面接触的地方。

设定热流计的导热系数为 λ_{M} ,即 $\lambda_{12} = \lambda_{34} = \lambda_{\text{M}}$;热电偶之间的距离为 d_{M} ,即 $d_{12} = d_{34} = d_{\text{M}}$, $d_{2\text{H}} = d_{\text{c}3} = 0$ 。

木材导热系数按式(10)计算,精确至 $0.01 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

$$\lambda = \frac{\lambda_{\text{M}}}{2} \times \frac{d}{d_{\text{M}}} \times \frac{(T_1 - T_2) + (T_3 - T_4)}{T_2 - T_3} \dots\dots\dots(10)$$

式中:

- λ ——木材的导热系数,单位为瓦每米开 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$;
 λ_{M} ——热流计的导热系数,单位为瓦每米开 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$;
 d ——试样的初始厚度,单位为米(m);
 d_{M} ——热电偶之间的距离,单位为米(m);
 T_1 ——热电偶 1 测量的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 T_2 ——热电偶 2 测量的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 T_3 ——热电偶 3 测量的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
 T_4 ——热电偶 4 测量的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

9 试验报告

9.1 测定所用的标准的编号,即 GB/T 42483—2023。

- 9.2 试样树种,测试方向,尺寸。
 - 9.3 测试时热端面和冷端面的温度、试样的平均温度。
 - 9.4 按第 8 章计算的结果和相关的统计数据。
 - 9.5 试样的含水率和密度数据,测试前后质量和体积变化(如有)。
 - 9.6 测量的时间、地点、测量人或测试机构的名称,实验室温度、相对湿度。
-

qejc.cn、jcvba.cn、微信qejc21