



中华人民共和国国家标准

GB/T 15780—2026

代替 GB/T 15780—1995

竹材物理力学性质试验方法

Test methods for physical and mechanical properties of bamboo

2026-02-27 发布

2026-09-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本文件按 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。

本文件代替 GB/T 15780—1995《竹材物理力学性质试验方法》，与 GB/T 15780—1995 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了术语和定义(见第3章)；
- 更改了样竹选择(见4.1,1995年版的2.1)；
- 更改了试样制备与保存(见5.1,1995年版的3.1)；
- 更改了试样测试环境(见5.2,1995年版的3.3)；
- 删除了试验结果计算的修约要求(见1995年版的3.5.4)；
- 删除了试验设备(见1995年版的第4章)；
- 增加了仪器设备(见6.1.3、6.2.3、6.3.3、6.4.3、6.5.3、6.7.3、6.8.3)；
- 增加了试样排水法测量试样体积(见6.3.4)；
- 更改了干缩系数位置(见6.2.5.5,1995年版的5.3.3.2.2)；
- 合并了密度测试步骤(见6.3.4,1995年版的5.3.3、5.3.4)；
- 更改了顺纹拉伸强度试验用试样形状及尺寸规格(见6.7.2,1995年版的5.8.2)；
- 增加了顺纹拉伸模量测试方法(见6.7.4.3)。

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。

本文件由全国竹藤标准化技术委员会(SAC/TC 263)归口。

本文件起草单位：国际竹藤中心、南京林业大学、福建农林大学、中国林业科学研究院木材工业研究所、浙江省林业科学研究院、中南林业科技大学、安徽农业大学、西南大学、浙江农林大学、广东省林业科学研究院。

本文件主要起草人：王汉坤、陈红、张文福、余雁、卿彦、何莹、尚莉莉、张建、钟土华、黎静、方长华、张双燕、任丹、张雪霞、李万菊、王小青、聂玉静、朱家伟、田根林、张晓凤、张振。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1995年首次发布为 GB/T 15780—1995；
- 本次为第一次修订。

竹材物理力学性质试验方法

1 范围

本文件界定了竹材的物理力学性质相关的术语与定义,描述了竹材的含水率、干缩率和干缩系数、密度、顺纹压缩强度、弯曲强度、弯曲弹性模量、顺纹拉伸强度和顺纹拉伸弹性模量、顺纹剪切强度等物理力学性质试验方法,规定了试验结果记录报告的格式。

本文件适用于竹材的物理力学性质测试。

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 1927.5 无疵小试样本材物理力学性质试验方法 第5部分:密度测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

轴向 longitudinal direction

纵向

顺纹

沿着竹秆长度的方向。

3.2

径向 radial direction

垂直于竹材轴向且平行于竹秆半径的方向。

3.3

弦向 tangential direction

垂直于竹材轴向且垂直于竹秆半径的方向。

3.4

纵截面 longitudinal section

平行于竹材轴向的截面。

3.5

横截面 cross section

垂直于竹材轴向的截面。

4 试材采集

4.1 样竹选择

4.1.1 样竹选择应具有代表性,能反映测试结果所代表的总体,并且符合试验计划的目标。对于任何

特定种类的竹材，按如下要求选择。

- a) 为获得某种竹材的基本性质，应选择具有代表性的竹子产区采集试材。对分布广的竹种，应按不同气候、地理位置、土壤等自然条件，分区采集。
- b) 在采集区的竹林中，从胸高直径 50 mm 以上，不少于 100 株的样竹中，分散选取有代表性、成熟、无缺陷的样竹不少于 15 株。
- c) 样竹伐倒前，在胸高部位以上标明北向标记。

4.1.2 样竹伐倒后，记录胸径、枝下高及竹高。每株从离地约 1.5 m 的整竹节处，向上截取约 2.0 m 长一段，在整竹节处截断作为试材。枝下高较低、胸径较小的竹种，可从离地约 1.0 m 的整竹节处，向上截取约 2.0 m 长一段，在整竹节处截断作为试材，试材应有明显编号。

4.1.3 样竹采伐后，应及时交运，以免变色、开裂、腐朽和虫蛀。

4.2 取样

4.2.1 从每株约 2 m 长的竹段中，选择无明显缺陷及竹青无损伤，节间长度在 200 mm 以上的两节竹筒。靠下面一节竹筒，按图 1 在东、南、西、北方向分别劈制宽度为 15 mm 及 30 mm 的竹条各一根。宽度为 15 mm 的竹条供制作干缩性、密度、弯曲强度和弯曲弹性模量试样。宽度为 30 mm 的竹条，供制作顺纹压缩、顺纹剪切试样。靠上面一节竹筒，按图 2 在东、南、西、北方向分别劈制宽度为 15 mm 的竹条各一根，供制作顺纹拉伸试样。

4.2.2 制作干缩性试样用的试段，应浸泡于常温清水中至尺寸基本稳定后，方可制作试样。其他劈制后的试条，应在室内疏堆气干，堆集时应竹黄朝下，并在最上层用重物适当加压，以防试条翘曲变形。

单位为毫米

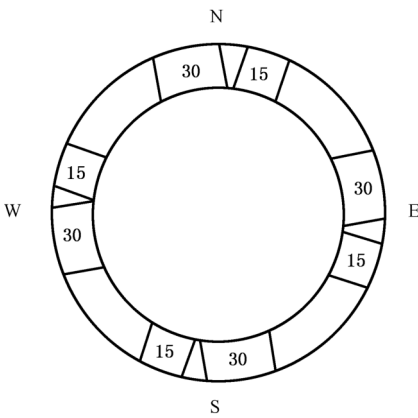


图 1 干缩、密度、抗弯、抗压、顺纹抗剪试条劈制方法

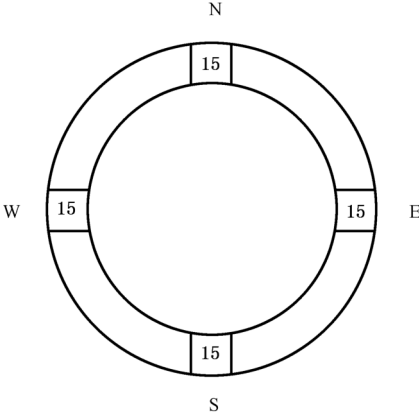


图 2 顺纹抗拉试条劈制方法

5 试样

5.1 试样制备与保存

5.1.1 依据试验要求截取竹段，竹段无明显缺陷及损伤。除在试验方法中另有规定外，试样不允许有缺陷。每个试样应清楚标号。

5.1.2 试样制作精度，除在各项试验方法中有具体要求外，试样长度允许误差为 ± 1.0 mm，宽度允许误差为 ± 0.5 mm，但在试样全长上宽度的相对偏差应不大于 0.2 mm。

5.1.3 加工后的试样应置于温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(65 \pm 5)\%$ 的恒温恒湿环境条件下调湿平衡，相隔 24 h 两次称重结果之差不超过试样最后一次称重质量的 0.1%。

5.2 试样测试环境

试样测试环境应保持在温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(65 \pm 5)\%$ 。对环境条件达不到试验要求的情况,经调整含水率后的试样,应存放在密闭容器中,试验时才取出。

5.3 试样数量计算

5.3.1 试样的数量可根据各项物理力学性能的结果指标规定的公式计算。

5.3.2 处理试验结果时,应按下列公式计算有关的统计量。

a) 按式(1)求出算术平均值 $\bar{x}$:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\bar{x}$ —— 试验结果的平均值;
- x_i —— 各个试样的试验结果;
- n —— 试样数量。

b) 按式(2)求出标准差 S :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

S —— 试验结果的标准差。

c) 按式(3)求出平均值的标准差 S_t :

$$S_t = \pm \frac{S}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

S_t —— 试验结果的标准差。

d) 按式(4)求出变异系数 V :

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

V —— 试验结果的变异系数, %。

e) 当置信水平为 0.95 时,按式(5)求出试验结果的准确指数 P ,以百分率计:

$$P = \frac{2 \times S_t}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

式中:

P —— 试验结果的准确指数, %。

f) 按 0.95 的置信水平, P 为 5% 时,按式(6)求出试验所需最少试样数量:

$$n_{\min} = \frac{V^2 \times t^2}{P^2} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $n_{\min}$ —— 所需最少试样数;
- V —— 待测定性质的变异系数, %;
- t —— 结果可靠性指标,按 0.95 的置信水平取 1.96;
- P —— 试验结果的准确指数,取 5%。

5.3.3 为近似估计试验所需试样最少数量,可利用下列竹材各主要性质的变异系数平均值,如表 1 所示。

表 1 竹材各主要性质的变异系数平均值

竹材性质	密度	顺纹抗压强度	抗弯强度	抗弯弹性模量	顺纹抗剪切强度
变异系数/%	8	13	15	15	14

6 试验方法

6.1 含水率

6.1.1 原理

试样中所含水分的质量与全干试样质量之比,以百分率计。

6.1.2 试样

在试样或物理力学试验后的试样上选取。附在试样表面上的竹屑、碎片应清除干净。

6.1.3 仪器设备

6.1.3.1 天平:精度为 0.001 g。

6.1.3.2 烘箱:应能保持(103±2)℃。

6.1.4 试验步骤

6.1.4.1 选取试样后立即称量,精确至 0.001 g。

6.1.4.2 试样在烘箱内保持温度(103±2)℃,烘至 4 h 后,取 1 个~2 个试样进行试称,每隔不少于 2 h 记录一次试样质量,至最后两次称量之差不超过 0.5%时,即认为达到全干。记录试样全干时的质量,精确至 0.001 g。

6.1.4.3 从烘箱中取出试样,放入装有干燥剂的玻璃干燥器内的称量瓶中,盖好称量瓶和干燥器盖。试样冷却至室温后,自称量瓶中取出称量,精确至 0.001 g。

6.1.5 结果计算

6.1.5.1 试样含水率按式(7)计算,精确至 0.1%。

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- W —— 试样含水率,%;
- m₁ —— 试样试验干燥前的质量,单位为克(g);
- m₀ —— 试样全干时的质量,单位为克(g)。

6.1.5.2 在试验过程中,应随时将各称量值填入附录 A 含水率测定记录表中,并填入含水率计算结果。

6.2 干缩率和干缩系数

6.2.1 原理

含水率低于纤维饱和点的竹材,其尺寸和体积随含水率的降低而缩小,竹材从湿材到气干时或全干时的尺寸、体积之差值,与湿材尺寸、体积之比,表示竹材气干时或全干时的线干缩性及体积干缩性。

6.2.2 试样

将待测试材调制至饱和水分状态,按 5.1 的要求制取饱和水分的试样,尺寸为 10 mm×10 mm×*t* mm(弦向宽度×顺纹长度×竹壁厚度)。不应与密度测定共用一个试样测试。

6.2.3 仪器设备

6.2.3.1 烘箱:应能保持(103±2)℃。

6.2.3.2 游标卡尺:精度为 0.1 mm。

6.2.4 试验步骤

6.2.4.1 将试样浸泡于温度(20±2)℃的蒸馏水中,每(72±0.5)h 测量一次壁厚尺寸,直至连续两次测试结果之差值不大于 0.02 mm。

6.2.4.2 在试样每个面的几何中心做标记,通过相对面的几何中心分别测量湿材试样的径向、弦向和纵向尺寸,精确至 0.01 mm,在测定过程中应使试样保持湿润状态。

6.2.4.3 测量后,试样放置在 5.2 规定的环境中气干。在气干过程中,用 2 个~3 个试样每隔 6 h 试测一次标记处的壁厚,直至连续两次测试结果的差值不超过 0.02 mm,即可认为达到气干。测量试样气干时标记处的径向、弦向和纵向尺寸,精确至 0.01 mm,称量质量,精确至 0.001 g。

6.2.4.4 试样测定后,在温度(103±2)℃条件下,干燥至质量恒定,前后相隔 2 h 两次称量质量变化不大于 0.002 g 时,即可认为达到全干。干燥后试样取出立即置于干燥器内冷却,冷却至室温后称量,精确至 0.001 g。测量试样全干时标记处的径向、弦向和纵向尺寸,精确至 0.01 mm,称量质量,精确至 0.001 g。

6.2.4.5 在测量过程中,试样如发生开裂或形状畸变时应予舍弃。在测试过程中,由于舍弃试样导致数量不足时需要补充试样并测试。

6.2.5 结果计算

6.2.5.1 试样从湿材至全干时,径向或弦向的全干线干缩率按式(8)分别计算,精确至 0.1%。

$$\beta_{\max} = \frac{l_{\max} - l_0}{l_{\max}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$\beta_{\max}$ ——试样径向或弦向全干线干缩率,%;

$l_{\max}$ ——试样湿材时各指标(径向或弦向尺寸)值,单位为毫米(mm);

l_0 ——试样全干时各指标(径向或弦向尺寸)值,单位为毫米(mm)。

6.2.5.2 试样从湿材至气干时,径向或弦向气干线干缩率按式(9)分别计算,精确至 0.1%。

$$\beta_w = \frac{l_{\max} - l_w}{l_{\max}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

β_w ——试样径向或弦向气干线干缩率,%;

l_w ——试样气干时各指标(径向或弦向尺寸)值,单位为毫米(mm)。

6.2.5.3 试样从湿材至全干时,体积干缩率按式(10)分别计算,精确至 0.1%。

$$\beta_{V_{\max}} = \frac{V_{\max} - V_0}{V_{\max}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$\beta_{V_{\max}}$ ——试样体积的全干干缩率,%;

$V_{\max}$ ——试样湿材时的体积,单位为立方毫米(mm³);

V_0 ——试样全干时的体积,单位为立方毫米(mm³)。

6.2.5.4 试样从湿材至气干时,体积干缩率按式(11)分别计算,精确至 0.1%。

$$\beta_{V_w} = \frac{V_{\max} - V_w}{V_{\max}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

β_{V_w} ——试样体积的气干干缩率,%;

V_w ——试样气干时的体积,单位为立方毫米(mm³)。

6.2.5.5 试样的体积干缩系数按式(12)计算,精确至 0.001%。

$$K = \frac{V_w - V_0}{V_0 \times W} \times 100 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

K ——试样的体积干缩系数,%;

V_0 ——试样全干时的体积,单位为立方厘米(cm³);

W ——试样含水率,%。

6.2.5.6 根据试样气干和全干时的质量,按 6.1 计算出试样气干时的含水率。

6.2.5.7 在试验过程中,应随时将各项测量值填入附录 B 干缩率测定记录表中,并填入气干含水率和干缩率计算结果。

6.3 密度

6.3.1 原理

试样的质量与体积之比,即为竹材的密度。

6.3.2 试样

按 5.1 的要求制取试样 10 mm×10 mm× t mm(弦向宽度×纵向长度×竹壁厚度)。不应与干缩率测定共用一个试样。

6.3.3 仪器设备

6.3.3.1 烘箱:应能保持(103±2)℃。

6.3.3.2 游标卡尺:精度为 0.1 mm。

6.3.3.3 天平:精度为 0.001 g。

6.3.4 试验步骤

6.3.4.1 在试样各相对面的中心位置,分别测出弦向宽度、纵向长度和竹壁厚度(径向宽度),精确至 0.01 mm。对不规则的试样,可使用排水法测量试样体积,按 GB/T 1927.5 的规定进行测量。称出试样质量,精确至 0.001 g。

6.3.4.2 按 6.1.4.2 进行烘干,称出试样全干时的质量。并立即在试样各相对面的中心位置,分别测出

弦向宽度、纵向长度和竹壁厚度(径向宽度),精确至 0.01 mm。

6.3.4.3 计算基本密度时,按 6.2.4.1 使试样达到饱和水分状态,按 6.3.4.1 测出试样的弦向宽度、纵向长度和竹壁厚度(径向宽度),精确至 0.01 mm,试样应保持湿润状态。按 6.1.4.2 进行烘干,称出试样全干时的质量。

6.3.5 结果计算

6.3.5.1 试样含水率为 W 时的气干密度按式(13)计算,精确至 0.001 g/cm^3 。

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

ρ_w ——试样含水率为 W 时的气干密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_w ——试样含水率为 W 时的质量,单位为克(g);

V_w ——试样含水率为 W 时的体积,单位为立方厘米(cm^3)。

6.3.5.2 试样含水率为 12% 时的气干密度按式(14)计算,结果精确至 0.001 g/cm^3 。

$$\rho_{12} = \rho_w \times [1 - 0.01 \times (1 - K) \times (W - 12)] \dots\dots\dots (14)$$

式中:

ρ_{12} ——试样含水率为 12% 时的气干密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

试样含水率在 9%~15% 范围内按式(14)计算有效。

6.3.5.3 全干密度按式(15)计算,精确至 0.001 g/cm^3 。

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

ρ_0 ——试样全干密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_0 ——试样全干质量,单位为克(g)。

6.3.5.4 基本密度按式(16)计算,精确至 0.001 g/cm^3 。

$$\rho_y = \frac{m_0}{V_{\max}} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

ρ_y ——试样基本密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_0 ——试样全干质量,单位为克(g);

$V_{\max}$ ——试样饱和水分体积,单位为立方厘米(cm^3)。

6.3.5.5 在试验过程中,应随时将各项测量值填入附录 C 气干密度、全干密度测定记录表中,并填入上述三项密度计算结果。

6.4 顺纹压缩强度

6.4.1 原理

沿试样的顺纹方向,以均匀速度施加压力至破坏,确定竹材的顺纹压缩强度。

6.4.2 试样

按 5.1 的要求制取试样在每一试条上截取一个试样,试样尺寸为 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times t \text{ mm}$ (竹壁厚),并调整试样含水率。

6.4.3 仪器设备

6.4.3.1 力学试验机:示值误差不大于±1.0%。

6.4.3.2 烘箱:应能保持(103±2)℃。

6.4.3.3 游标卡尺:精度为0.1 mm。

6.4.3.4 天平:精度为0.001 g。

6.4.4 试验步骤

6.4.4.1 在试样长度和宽度的中点处,测量竹壁厚度尺寸为试样厚度,弦向靠竹青、竹黄处的尺寸,取均值为宽度,精确至0.1 mm。

6.4.4.2 将试样放在试验机球面滑动支座的中心位置,施力方向与纵向平行。

6.4.4.3 试验时以均匀速度加荷,在(1±0.5)min内使试样破坏。将破坏荷载填入附录E压缩强度试验记录表中。

6.4.4.4 试样破坏后,立即将整个试样进行称量,精确至0.001 g。按6.1测定试样的含水率。

6.4.5 结果计算

6.4.5.1 压缩强度按式(17)计算,精确至0.1 MPa。

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{b \times t} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

σ_w ——试样含水率为 W 时的压缩强度,单位为兆帕(MPa);

$P_{\max}$ ——试样破坏最大载荷,单位为牛(N);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm);

t ——试样厚度(竹壁厚),单位为毫米(mm)。

6.4.5.2 试样含水率为12%时的压缩强度,按式(18)计算,精确至0.1 MPa。

$$\sigma_{12} = \sigma_w \times [1 + 0.045 \times (W - 12)] \dots\dots\dots (18)$$

式中:

σ_{12} ——试样含水率为12%时的压缩强度,单位为兆帕(MPa);

W ——试样含水率,%。

试样含水率在9%~15%范围内计算按式(18)计算。

6.4.5.3 在试验过程中,应随时将各项测量值填入附录E压缩强度试验记录表中,并填入顺纹压缩强度计算结果。

6.5 弯曲强度

6.5.1 原理

采用简支梁的支撑方式,在试样长度的中央,以均匀速度施加集中荷载至破坏,求出竹材的弯曲强度。

6.5.2 试样

按5.1的要求制取节间试样和调整试样含水率。试样尺寸:160 mm×10 mm× t mm(竹壁厚)。

6.5.3 仪器设备

6.5.3.1 力学试验机:示值误差不大于±1.0%。

- 6.5.3.2 烘箱:应能保持(103±2)℃。
- 6.5.3.3 百分表:精度为 0.01 mm,并应附有百分表架。
- 6.5.3.4 游标卡尺:精度为 0.1 mm。
- 6.5.3.5 天平:精度为 0.001 g。

6.5.4 试验步骤

- 6.5.4.1 测定竹材弦向弯曲强度和弯曲弹性模量,在试样长度中点处,测量竹壁厚度和弦向尺寸,其中竹壁厚度为宽度,弦向尺寸为高度,精确至 0.01 mm。
- 6.5.4.2 采用中央单点加荷,将试样放在试验装置的两个支座上,跨距为 120 mm。沿试样弦向以均匀速度加荷,在(1±0.5) min 内使试样破坏。将破坏荷载填入附录 F 弯曲强度试验记录表中,精确至 10 N。施加预载荷不大于 50 N,调整试样位置,保证试样中心点位于加载辊中心。
- 6.5.4.3 试验后,立即在试样靠近破坏处,截取约 30 mm 长的竹块一个进行称量,精确至 0.001 g。按 6.1 测定试样的含水率。
- 6.5.4.4 首先测量试样弹性极限范围内的变形和载荷,一般选取 100 N~200 N 之间。匀速加载至下限载荷,记录试样中心挠度变形,然后经约 10 s 加载至上限载荷,再记录试样中心处挠度变形,随即卸载。如此反复 6 次。根据后三次测得的试样变形值,分别计算出上、下限载荷的变形平均值。上下限载荷的变形平均值之差,即为上、下限载荷间的弹性变形值。
- 6.5.4.5 然后再重新均速加载,在 1.5 min~2 min 内使试样破坏,记录试样破坏最大载荷。
- 6.5.4.6 试样破坏后,立即在试样靠近破坏处,截取 20 mm 长的竹片,按 6.1 测定试样的含水率。

6.5.5 结果计算

- 6.5.5.1 试样弯曲强度,按式(19)计算,精确至 0.1 MPa。

$$\sigma_{bw} = \frac{3 \times P_{max} \times L}{2 \times b \times h^2} \dots\dots\dots (19)$$

式中:
 σ_{bw} ——试样含水率为 W 时的弯曲强度,单位为兆帕(MPa);
 P_{max} ——试样破坏最大载荷,单位为牛(N);
 L ——跨距,单位为毫米(mm);
 b ——试样宽度,单位为毫米(mm);
 h ——试样高度,单位为毫米(mm)。

- 6.5.5.2 试样含水率为 12%时的弯曲强度,按式(20)计算,精确至 0.1 MPa。

$$\sigma_{b12} = \sigma_{bw} \times [1 + 0.025 \times (W - 12)] \dots\dots\dots (20)$$

式中:
 σ_{b12} ——试样含水率为 12%时的弯曲强度,单位为兆帕(MPa)。
试样含水率在 9%~15%范围内计算按式(20)计算有效。

6.6 弯曲弹性模量

6.6.1 原理

试样受力弯曲时,在竹材弹性工作范围内,按荷载与变形的关系确定弯曲弹性模量。

6.6.2 试样

试样应符合 6.5.2 的规定。可与弯曲强度用同一试样进行试验,先测定弹性模量,后进行弯曲强度



试验。

6.6.3 试验步骤

6.6.3.1 采用弦向加荷。试样宽度和高度的测量,按 6.5.4.1 的规定。

6.6.3.2 采用中央单点加荷,用百分表测量试样的变形,试验装置如图 3。

6.6.3.3 测量试样变形的下、上限荷载,为 100 N~200 N。试验时以均匀速度先加荷至下限荷载,立即读百分表指示值,读至 0.005 mm,并填入附录 G 中,然后经约 10 s 加荷至上限荷载,再记录百分表指示值,随即卸荷。如此反复 6 次。每次卸荷,应稍低于下限,然后再加荷至下限荷载。

6.6.3.4 弯曲弹性模量测定后,如不进行弯曲强度试验,应立即按 6.5.4.3 的规定截取含水率试样。按 6.1 测定试样的含水率。

单位为毫米

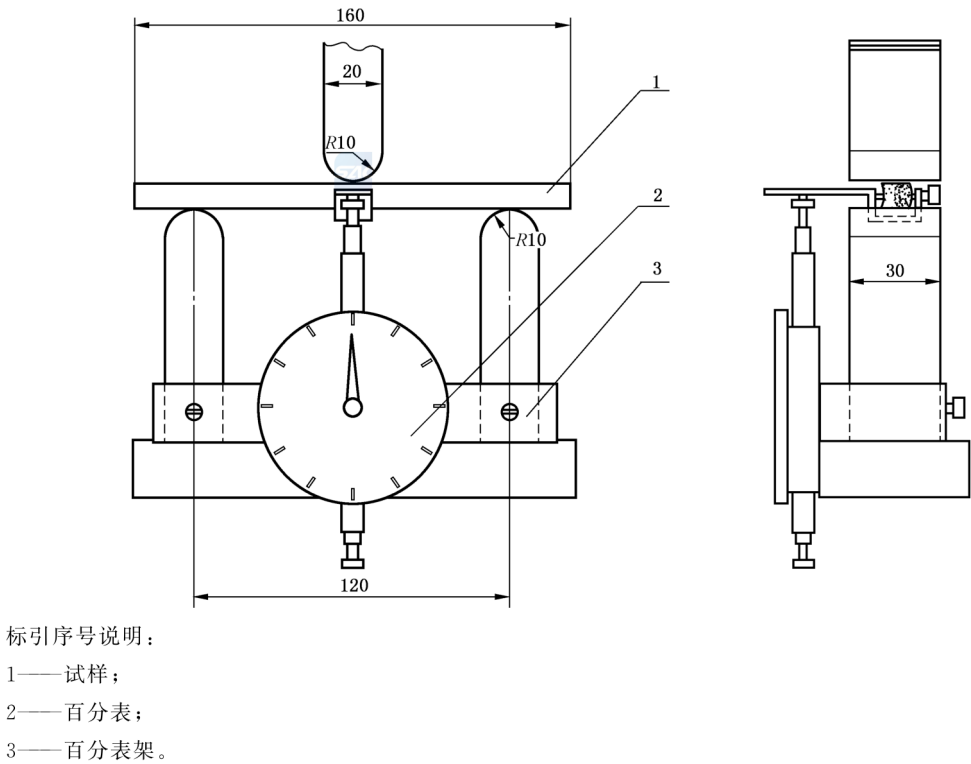


图 3 弯曲模量试验装置

6.6.4 结果计算

6.6.4.1 根据后三次测得的试样变形值,分别计算出上、下限的变形平均值。上、下限荷载的变形平均值之差,即为上、下限荷载间的试样变形值。

6.6.4.2 试样含水率为 W 时的弯曲弹性模量,按式(21)计算,精确至 10 MPa。

$$E_w = \frac{P \times L^3}{4 \times b \times h^3 \times f} \dots\dots\dots (21)$$

式中:

E_w ——试样含水率为 W 时的弯曲弹性模量,单位为兆帕(MPa);

P ——上、下限荷载之差,单位为牛(N);

f ——上、下限荷载变形量之差,单位为毫米(mm)。

- 6.6.4.3 弯曲弹性模量值不换算为含水率 12% 时的数值, 但应说明该竹种试样试验时含水率的变化范围。
- 6.6.4.4 在试验过程中, 应随时将各项测量值填入附录 F 弯曲强度试验记录表和附录 G 弯曲弹性模量试验记录表中, 并填入弯曲弹性模量计算结果。

6.7 顺纹拉伸强度和顺纹拉伸弹性模量

6.7.1 原理

沿试样的顺纹方向, 以均匀速度施加拉力至破坏, 确定竹材的顺纹拉伸强度。竹材顺纹受拉时, 在比例极限应力内, 按荷载与变形的关系, 确定竹材顺纹拉伸弹性模量。

6.7.2 试样

按 5.1 的要求制取 $2\text{ mm} \times 120\text{ mm} \times t\text{ mm}$ (弦向宽度 $\times$ 顺纹长度 $\times$ 竹壁厚度) 的试样。在试样两端黏贴加强片, 保留试样有效部位长不小于 60 mm, 如图 4 所示。

单位为毫米

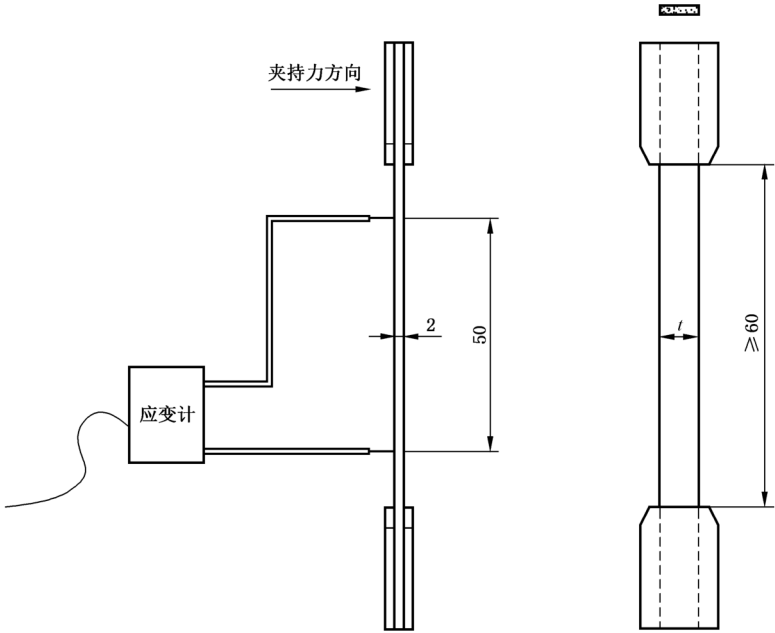


图 4 拉伸测试示意图

6.7.3 仪器设备

- 6.7.3.1 力学试验机: 示值误差不大于 $\pm 1.0\%$ 。
- 6.7.3.2 烘箱: 应能保持 $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。
- 6.7.3.3 游标卡尺: 精度为 0.1 mm。
- 6.7.3.4 天平: 精度为 0.001 g。

6.7.4 试验步骤

- 6.7.4.1 测量试样中心处壁厚和宽度, 精确至 0.01 mm。
- 6.7.4.2 试样两端夹紧在试验机的夹具中, 使试样加强片与夹具接触, 试样竖直地安装在试验机上, 如图 4。

6.7.4.3 测量拉伸弹性模量时,需将接触式应变计固定在试样有效部分的侧面,使应变计的刀口与试样紧密接触。

6.7.4.4 以 2 mm/min 匀速加载,记录相应载荷作用下应变计的读数,在加载至失效最大载荷的约 60% 时,暂停试验,快速取下应变计。继续试验,直至试样破坏,记录试样破坏最大载荷,精确至 10 N。

6.7.4.5 试样破坏后,立即在试样靠近破坏处,截取 20 mm 长的竹片,按 6.1 测定试样的含水率。

6.7.5 结果计算

6.7.5.1 试样顺纹拉伸强度,按式(22)计算,精确至 0.1 MPa。

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{b \times t} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中:

σ ——试样顺纹拉伸强度,单位为兆帕(MPa);

$P_{\max}$ ——试样破坏最大载荷,单位为牛(N);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm);

t ——试样壁厚,单位为毫米(mm)。

6.7.5.2 试样顺纹拉伸弹性模量,按式(23)计算,精确至 0.1 MPa。

$$E_t = \frac{20 \times \Delta P}{b \times t \times \Delta l} \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中:

E_t ——试样顺纹拉伸弹性模量,单位为兆帕(MPa);

ΔP ——上、下限载荷之差,以最大载荷的 20% 为下限载荷,40% 为上限载荷,单位为牛(N);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm);

t ——试样壁厚,单位为毫米(mm);

Δl ——上、下限载荷下试样应变之差,%。

6.7.5.3 在试验过程中,应随时将各项测量值填入附录 H 顺纹拉伸强度试验记录表和附录 I 顺纹拉伸弹性模量试验记录表中,并填入顺纹拉伸强度和顺纹拉伸弹性模量计算结果。

6.8 顺纹剪切强度

6.8.1 原理

由加压方式所形成的剪切力,使试样受剪面呈顺纹剪切破坏,以测定竹材的顺纹剪切强度。

6.8.2 试样

按 5.1 的要求在每一试条上截取一个试样,试样形状、尺寸见图 5。试样受剪面为径面,长度为顺纹方向。

单位为毫米

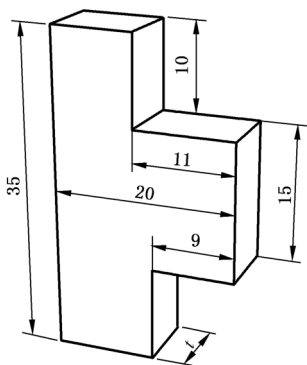


图 5 顺纹剪切试样

6.8.3 仪器设备

6.8.3.1 力学试验机:示值误差不大于±1.0%。

6.8.3.2 烘箱:应能保持(103±2)℃。

6.8.3.3 游标卡尺:精度为 0.1 mm。

6.8.3.4 天平:精度为 0.001 g。

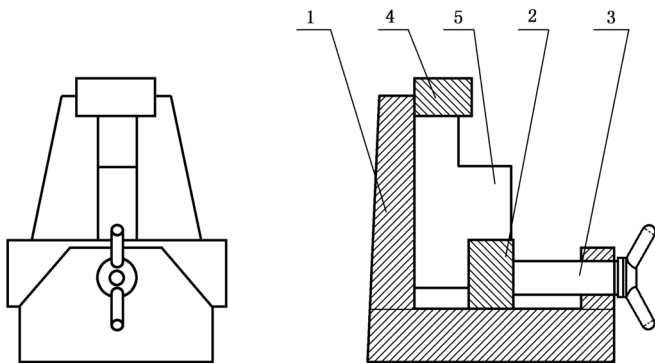
6.8.4 试验步骤

6.8.4.1 用游标卡尺刀口处测量受剪面长度及厚度(竹壁厚),精确至 0.1 mm。

6.8.4.2 将试样装入剪切试验装置中,见图 6。用调整螺杆移动垫块 2,直到与试样密切接触为止。但不许用调整螺杆紧压垫块和试样。

6.8.4.3 均速加载,在 1 min~2 min 内使试样破坏,记录试样破坏的最大载荷,精确至 10 N。

6.8.4.4 试样破坏后,立即在试样靠近破坏处,截取 20 mm 长的竹条,按 6.1 测定试样的含水率。



标引序号说明:

- 1——基座;
- 2——可移动垫块;
- 3——调整螺杆;
- 4——压块;
- 5——试样。

图 6 顺纹抗剪试验装置

6.8.5 结果计算

6.8.5.1 试样顺纹剪切强度按式(24)计算,精确至 0.1 MPa。

$$\tau_w = \frac{P_{\max}}{b \times l} \dots\dots\dots (24)$$

式中:

τ_w —— 试样顺纹剪切强度,单位为兆帕(MPa);

$P_{\max}$ —— 试样破坏最大载荷,单位为牛(N);

b —— 试样剪切面壁厚,单位为毫米(mm);

l —— 试样剪切面长度,单位为毫米(mm)。

6.8.5.2 试样含水率为 12%时的顺纹抗剪强度,按式(25)计算,精确至 0.1 MPa。

$$\tau_{12} = \tau_w [1 + 0.025(\tau_w - 12)] \dots\dots\dots (25)$$

式中:

τ_{12} —— 试样含水率为 12%时的顺纹抗剪强度,单位为兆帕(MPa)。

试样含水率在 9%~15%范围内计算按式(25)计算有效。

6.8.5.3 在试验过程中,应随时将各项测量值填入附录 J 顺纹剪切强度试验记录表中,并填入顺纹剪切强度计算结果。

7 试验报告

试验报告应说明竹种、试材来源、取样方法、试验项目及采用的试验方法、试样尺寸及数量、加载速度、实验室温度和相对湿度、试验结果的计算和各统计量。

附 录 A
(资料性)
含水率测定记录表

表 A.1 给出了含水率测定记录表。

表 A.1 含水率测定记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备	实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %	试验日期	
						年 月 日	
试样编号		试验时试样质量 g		全干试样质量 g	含水率 %	备注	
试验			计算			审核	

附 录 B
(资料性)
干缩率测定记录表

表 B.1、表 B.2 分别给出了试样尺寸记录表、干缩率测定记录表。

表 B.1 试样尺寸记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备		实验室温度 ℃		实验室相对湿度 %			试验日期	
										年 月 日	
试样编号	湿材			气干材			全干材			备注	
	径向 mm	弦向 mm	纵向 mm	径向 mm	弦向 mm	纵向 mm	径向 mm	弦向 mm	纵向 mm		
试验				计算					审核		

表 B.2 干缩率测定记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备			实验室温度 ℃		实验室相对湿度 %			试验日期			
											年 月 日			
试样 编号	试样体积 mm ³			试样质量 g			气干 含水率 %	干缩率 %						备注
	湿材时	气干时	全干时	湿材时	气干时	全干时		气干时			全干时			
								径向	弦向	体积	径向	弦向	体积	
试验					计算					审核				

附 录 C
(资料性)

气干密度、全干密度测定记录表

表 C.1 给出了气干密度、全干密度测定记录表。

表 C.1 气干密度、全干密度测定记录表

竹种	竹龄			产地			仪器设备			实验室温度 ℃		实验室相对湿度 %			试验日期		
															年 月 日		
试样 编号	试样尺寸 mm						试样 体积 mm ³		试样 质量 g		含水 率 %	体积 干缩 率 %	体积 干缩 系数 %	气干密度 g/cm ³		全干 密度 g/cm ³	备注
	气干时			全干时										含水率 W 时	含水率 12% 时		
	径向	弦向	纵向	径向	弦向	纵向	气干时	全干时	气干时	全干时							
试验							计算							审核			

附 录 D
(资料性)
基本密度测定记录表

表 D.1 给出了基本密度测定记录表。

表 D.1 基本密度测定记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备	实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %	试验日期	
						年	月 日
试样 编号	饱和水分时试样尺寸 mm			饱和水分时 试样体积 mm ³	试样全干时 质量 g	基本 密度 g/cm ³	备注
	径向	弦向	纵向				
试验			计算			审核	

SZIC

附 录 E
(资料性)
压缩强度试验记录表

表 E.1 给出了压缩强度试验记录表。

表 E.1 压缩强度试验记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备		实验室温度 ℃		实验室相对湿度 %		试验日期	
									年 月 日	
szic 试样 编号	试样尺寸 mm		受压面积 mm ²	破坏载荷 N	含水率试样质量 g		含水率 %	顺纹压缩强度 MPa		备注
	宽度	厚度			试验时	全干时		试验时	含水率 12%时	
试验			计算					审核		

附 录 F
(资料性)
弯曲强度试验记录表

表 F.1 给出了弯曲强度试验记录表。

表 F.1 弯曲强度试验记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备	实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %	试验日期		
						年	月	日
试样编号	试样尺寸 mm		破坏载荷 N	含水率试样质量 g		含水率 %	弯曲强度 MPa	备注
	厚度	高度		试验时	全干时			
试验			计算			审核		



附 录 G
(资料性)
弯曲弹性模量试验记录表

表 G.1 给出了弯曲弹性模量试验记录表。

表 G.1 弯曲弹性模量试验记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备	实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %	试验日期		
						年 月 日		
试样 编号	中心点挠度 mm		中心点挠 度变化量 mm	含水率试样质量 g		含水率 %	弯曲弹性 模量 MPa	备注
	下限载荷 (20% $F_{\max}$)	上限载荷 (40% $F_{\max}$)		试验时	全干时			
试验			计算			审核		

附 录 H

(资料性)

顺纹拉伸强度试验记录表

表 H.1 给出了顺纹拉伸强度试验记录表。

表 H.1 顺纹拉伸强度试验记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备	实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %	试验日期		
						年	月	日
试样 编号	试样尺寸 mm		破坏 载荷 N	含水率试样质量 g		含水率 %	顺纹抗 拉强度 MPa	备注
	宽度	厚度		试验时	全干时			
试验			计算			审核		



附 录 I

(资料性)

顺纹拉伸弹性模量试验记录表

表 I.1 给出了顺纹拉伸弹性模量试验记录表。

表 I.1 顺纹拉伸弹性模量试验记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备		实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %		试验日期		
								年 月 日		
试样 编号	试样尺寸 mm		变形 mm		变形量 mm	含水率试样 质量 g		含水率 %	顺纹拉伸 弹性模量 MPa	备注
	宽度	厚度	下限载荷 (20% $F_{\max}$)	上限载荷 (40% $F_{\max}$)		试验时	全干时			
试验			计算				审核	STC		

附 录 J

(资料性)

顺纹剪切强度试验记录表

表 J.1 给出了顺纹剪切强度试验记录表。

表 J.1 顺纹剪切强度试验记录表

竹种	竹龄	产地	仪器设备	实验室温度 ℃	实验室相对湿度 %		试验日期		
							年 月 日		
试样 编号	试样尺寸 mm		受剪 面积 mm ²	破坏 载荷 N	含水率试样质量 g		含水率 %	顺纹剪切 强度 MPa	备注
	宽度	长度			试验时	全干时			
									
试验			计算			审核			

