

我国木材物理力学性质试验方法系列标准 与 ISO 标准的比较

虞华强

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 对我国无疵小试样木材物理力学性质试验方法系列标准和ISO国际标准进行比较, 分析两大标准在体系构成和技术要求等方面的差异, 为我国木材物理力学性质试验方法标准修订提供参考。

关键词: 国家标准; 国际标准; 物理力学性质; 试验方法

中图分类号: S781; TS67

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654 (2019) 03-0028-04

Comparison of Testing Methods of Wood Physical and Mechanical Properties between China National Standards and ISO Standards

YU Hua-qiang

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: China national standards on testing methods of wood physical and mechanical properties were compared with relevant standards issued by the International Organization for Standardization (ISO). Differences between the two series of standards in composition and technical requirements were analyzed to provide a reference for China national standard revision.

Key words: Chinese national standard; ISO standard; physical and mechanical properties; testing method

木材物理力学性质试验方法系列标准是木材行业的重要基础标准, 在木材科学研究、教学、检验、结构设计、加工生产等领域广泛地应用。

我国现行的木材物理力学性质试验方法标准, 大多采用 20 世纪 70—80 年代的国际标准化组织 (International organization for standardization, ISO) 标准。然而, 在 2012—2017 年, ISO/TC218 (国际标准化组织木材技术委员会) 对大部分木材物理力学性质试验方法标准进行了整合修订, 并发布了系

列新标准, 不仅标准体系构成发生了变化, 而且一些技术内容有了新规定。鉴于此, 笔者比较分析我国国标与 ISO 标准在木材物理力学性质试验方法的差异, 为我国相关系列标准的修订提供参考。

1 木材物理力学性质试验方法标准的体系构成比较

我国大部分的木材物理力学性质试验方法标准, 都与相应的 ISO 标准对应。我国现行木材物理力学性质试验方法系列标准及 ISO 标准名称, 列于表 1。

我国现行的材性试验方法系列标准, 共有 22 项国家标准和 1 项林业行业标准, 其中包括了试材采集、试验方法总则、试材锯解及试样截取方法标准各 1 项, 以及物理力学性质试验方法标准 20 项。

收稿日期: 2018-05-24; 修改日期: 2019-04-15

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金“《木材物理力学性质试验方法》国家标准修订研究”(CAFYBB2018MB001)。

作者简介: 虞华强 (1972—), 男, 中国林科院木材工业研究所高级工程师。

表1 我国木材物理力学性质试验方法标准及相应的 ISO 新版国际标准名称
Tab.1 Testing methods of wood physical and mechanical properties in China national standards and ISO standards

序号	我国标准	ISO 标准
1	GB/T 1927-2009 木材物理力学试材采集方法	ISO 4471: 1982 Wood-Sampling trees and logs for determination of physical and mechanical properties of wood in homogeneous stands
2	GB/T 1928-2009 木材物理力学试验方法总则	ISO 3129: 2012 Wood-Sampling methods and general requirements for physical and mechanical testing of small clear wood specimens
3	GB/T 1929-2009 木材物理力学试材锯解及试样截取方法	
4	GB/T 1930-2009 木材年轮宽度和晚材率测定方法	ISO 13061-1: 2014 Physical and mechanical properties of wood-Test methods for small clear wood specimens-Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests
5	GB/T 1931-2009 木材含水率测定方法	
6	GB/T 1932-2009 木材干缩性测定方法	ISO 13061-13: 2016 Determination of radial and tangential shrinkage ISO 13061-14: 2016 Determination of volumetric shrinkage
7	GB/T 1933-2009 木材密度测定方法	ISO 13061-2: 2014 Determination of density for physical and mechanical tests
8	GB/T 1934.1-2009 木材吸水性测定方法	
9	GB/T 1934.2-2009 木材湿胀性测定方法	ISO 13061-15: 2017 Determination of radial and tangential swelling ISO 13061-16: 2016 Determination of volumetric swelling
10	GB/T 1935-2009 木材顺纹抗压强度试验方法	ISO 13061-17: 2017 Determination of strength in compression parallel to grain
11	GB/T 1936.1-2009 木材抗弯强度试验方法	ISO 13061-3: 2014 Determination of ultimate strength in static bending
12	GB/T 1936.2-2009 木材抗弯弹性模量测定方法	ISO 13061-4: 2014 Determination of modulus of elasticity in static bending
13	GB/T 1937-2009 木材顺纹抗剪强度试验方法	ISO 3347: 1976 Wood-Determination of ultimate shearing stress parallel to grain
14	GB/T 1938-2009 木材顺纹抗拉强度试验方法	ISO 13061-6: 2014 Determination of ultimate tensile stress parallel to grain
15	GB/T 1939-2009 木材横纹抗压试验方法	ISO DIS 13061-5: 2017 Determination of strength in compression perpendicular to grain
16	GB/T 1940-2009 木材冲击韧性试验方法	ISO 13061-10: 2017 Determination of impact bending strength
17	GB/T 1941-2009 木材硬度试验方法	ISO 13061-12: 2017 Determination of static hardness
18	GB/T 1942-2009 木材抗劈力试验方法	
19	GB/T 1943-2009 木材横纹抗压弹性模量测定方法	
20	GB/T 14017-2009 木材横纹抗拉强度试验方法	ISO 13061-7: 2014 Determination of ultimate tensile stress perpendicular to grain
21	GB/T 14018-2009 木材握钉力试验方法	ISO 9087: 1998 Wood - Determination of nail and screw holding power under axial load application
22	GB/T 15777-2017 木材顺纹抗压弹性模量测定方法	
23	LY/T 2152-2013 木材抗冲击压痕性能的测定方法	ISO 13061-11: 2017 Determination of resistance to impact indentation

ISO 新版的材性试验方法标准主要有 5 项:

1) ISO 4471: 1982, 规定在同型林分内样木和原木取样方法。

2) ISO 3129: 2012, 为无疵小试样木材物理和力学性质测试取样方法和总则。

3) ISO 13061, 为近年修订的无疵小试样木材物理力学性质试验方法标准, 分为 15 部分。其中第 5 部分 (ISO DIS 13061-5) 尚处于国际标准草案 (Draft International Standard, DIS) 阶段, 其他 14 部分标准先后于 2014—2017 年正式发布。我国专家全程参与了这些标准的修订。

4) ISO 3347: 1976, 为木材顺纹抗剪强度测定方法标准。

5) ISO 9087: 1998, 为木材握钉力测定方法标准。

另外, 我国制定的木材抗劈力、顺纹抗压弹性模量、横纹抗压弹性模量、吸水性、年轮宽度和晚材率等 5 项试验方法标准, 目前 ISO/TC 218 尚没有制定, 可能与这些试验方法应用较少有关。

2 木材物理力学性质试验方法标准的技术内容比较
我国现行标准与 ISO/TC 218 新修订的材性试验方法标准技术内容的主要差异如下。

2.1 试样制作及总则

1) 适用范围。GB/T 1929-2008 仅适用于采集的原木试材的锯解及试样截取, 范围偏窄; ISO 3129:

2012 则明确适用对象为:立木、原木、非结构用(如家具和门窗等)分等的或未分等的锯材。

2) 含水率条件。GB/T 1928-2008 和 GB/T 1929-2008 只规定了气干材试样的制作方法;ISO 3129: 2012 规定了生材和气干材两种含水率条件的试样制作方法。ISO 标准的适用范围更广,且允许两种含水率条件的试样,拓宽了应用范围。

2.2 物理性质测定方法

2.2.1 木材含水率测定

1) 试样尺寸不同。GB/T 1931-2009 要求试样尺寸为 $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$; ISO 13061-1 仅提出最小尺寸,长、宽、厚方向的最小尺寸均为 20 mm 。

2) 试样全干的判定准则不同。GB/T 1931-2009 规定:在 $(103\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 温度下干燥 8 h ,从中选择 2~3 个试样进行一次称量,以后每隔 2 h 称量一次,至两次称量之差不超过试样质量的 0.5% 时,即认为试样达到全干;ISO 13061-1: 2014 规定:在 $(103\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 温度下,每隔 8 h 连续称量,两次称量之差不超过试样质量的 0.2% 时,即认为试样达到全干。

我国标准试样尺寸较小,易于达到全干,连续测试的时间间隔也更短。

2.2.2 木材干缩性测定

1) 试样准备要求不同。

① 试样尺寸:GB/T 1932-2009 要求,径向、弦向和体积干缩使用同一试样,尺寸为 $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$;ISO 13061-13 与 ISO 13061-14 规定了最小尺寸,要求无论是径向和弦向干缩,还是体积干缩,径向和弦向 $\geq 20\text{ mm}$,顺纹方向 $\geq 5\text{ mm}$,径切面上年轮倾角不超过 10° 。

② 测试部位标记:国标仅说明在试样各相对面的中心位置,分别测量试样的径向和弦向尺寸,未规定标记测试部位;ISO 标准要求对测试部位(径切面或弦切面的中心部位)进行标记,以保证在不同含水率状态下测试位置相同。

2) 试样体积测定不同。国标只规定了立体几何的测量方法;ISO 标准提供了立体几何和排水法两种测量体积方法。

3) 试验步骤和计算不同。国标规定既有全干干缩率,又有从饱水至气干时的气干干缩率;ISO 标准只规定从饱水至全干时的全干干缩率。

在计算体积干缩率时,国标规定,对于纵向干缩率很小的木材,可不考虑纹理方向尺寸的变化,仅需在试验报告中加以说明;而 ISO 标准则不考虑顺纹方向尺寸变化。因为木材顺纹方向的干缩率远低于横纹方向,可以忽略不计,ISO 标准规定具合理性、更容易执行。

2.2.3 木材湿胀性测定

1) 试样准备要求不同,与干缩性试样一致。

2) 检测项目和计算不同。GB/T 1934.2-2009 既规定了从全干到吸水至尺寸稳定时的湿胀率,又规定试样从全干到气干时的湿胀率;ISO 13061-15 与 ISO 13061-16 只规定了试样从全干到吸水至尺寸稳定时的湿胀率。

在计算体积湿胀率时,国标要求测试试样顺纹方向的长度;而 ISO 标准不考虑顺纹方向尺寸变化。与干缩性类似,也是因为木材顺纹方向的湿胀率远低于横纹方向。

2.2.4 木材密度测定

1) 测量精度要求不同。GB/T 1933-2009 只规定了测量尺寸的绝对精度,应精确至 0.001 mm ;ISO 13061-2 既规定了绝对精度,又考虑了相对精度。如试样的长、宽、厚精确到 0.1 mm 或 $\pm 0.3\%$,选择较大者。称量每个试样,精度达到 $\pm 0.2\%$ 或更低。

2) 试样尺寸存在差异,与含水率试样的尺寸差异一致。

3) 试验步骤不同。对于基本密度测定,我国标准规定用排水法测量不规则试样体积的具体方法;ISO 标准没有规定具体测量体积的方法,仅限定了测量精度(精确到 0.01 cm^3 或 0.3%)。

2.3 力学性质试验方法

2.3.1 共性差异

1) 试样含水率条件不同。国标要求为气干材;ISO 标准则规定,生材和气干材两种含水率试样均可用于测试。

2) 达到平衡的确定方法不同。关于试样在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、 $(65\pm 5)\%$ 相对湿度条件下达到平衡的确定方法:国标没有具体要求;ISO 标准则明确:平衡处理后每隔 8 h 连续对试样称量,质量变化不超过 0.2% 时为恒重,判定达到平衡。

3) 气干材试样含水率校正系数和校正的有效范

围不同。国标对每种力学性质都规定了含水率校正系数的具体数值;ISO标准规定校正系数由各国自行确定或根据国际公认的方法确定。国标规定试样含水率在9%~15%范围内校正有效;ISO标准规定试样含水率在 $(12\pm 5)\%$ 范围内有效。

此外,各项力学性质试验方法在试样尺寸、测量精度、加载速度、方法原理等方面,也存在一定的差异。

2.3.2 木材顺纹抗压强度试验

1) 试样尺寸差异。GB/T 1935-2009规定试样尺寸为 $30\text{ mm}\times 20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$;ISO 13061-17规定试样横截面为正方形,边长至少为20 mm,顺纹方向尺寸为边长的1.5~4倍;当生长轮宽度大于4 mm时,应增加横截面尺寸,试样至少包括5个生长轮。

2) 加载速度不同。以试样破坏时间计,国标规定为1~2 min;ISO标准规定为1~5 min。

2.3.3 木材抗弯强度试验

1) 垫板要求不同。GB/T 1936.1-2009未提;ISO 13061-3则对支座和试样之间的垫板有明确要求。

2) 两支座间距离不同。国标规定,跨距应为240 mm;ISO标准规定,跨距为12~16倍试样高度,且明确提出,联合检测木材抗弯弹性模量时,跨距应为试样高度的14倍。

3) 试样尺寸不同。GB/T 1936.1-2009规定为 $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}\times 300\text{ mm}$;ISO 13061-3规定试样横截面为边长 $\geq 20\text{ mm}$ 的正方形,顺纹方向尺寸应满足跨距规定。

4) 加载速度不同。国标要求1~2 min内使试样破坏,或将加荷速度设定为5~10 mm/min;ISO标准以0.5~5 min内试样破坏来衡量。

2.3.4 木材抗弯弹性模量测定

1) 方法原理差异:GB/T 1936.2-2009是4点弯曲加载方法;ISO 13061-4是中央加载3点弯曲法。两者在跨距和计算方法等方面的要求亦均不同。

2) 垫板要求不同:同木材抗弯强度试验方法,国标未提垫板要求;ISO标准则对支座和试样之间的垫板有规定。

3) 试样尺寸要求不同,与抗弯强度差异一致。

2.3.5 木材顺纹抗拉强度检测

1) 试材尺寸和形状差异:GB/T 1938-2009规定,

试样有效部分的弦向尺寸为4 mm;ISO 13061-6规定,弦向的尺寸范围为5~10 mm。

2) 加载速度不同:以试样破坏时间计,国标要求1.5~2 min;ISO标准规定为0.5~5 min。

2.3.6 木材横纹抗压试验

1) 全部抗压和局部抗压。全部抗压是指在试样的整个表面加载;局部抗压是指在试样的局部表面加载。局部抗压时,试样与压板交界处会形成额外的剪力,因此,同一木材局部抗压试验测定的横纹抗压比例极限,往往大于全部抗压试验的结果。

ISO DIS 13061-5标准只规定了横纹局部抗压试验;GB/T 1939-2009规定了横纹全部抗压试验及横纹局部抗压试验。在这个项目上,我国标准要求更加全面。

2) 加载速度不同。以达到比例极限荷载的时间计,国标规定在1~2 min;ISO标准规定在1~5 min。

3) 确定比例极限荷载的方法不同。国标仅提出以“荷载-变形图上开始偏离直线的点确定为比例极限荷载”,未给出具体确定该点的方法,人为误差可能比较大;ISO DIS 13061-5规定了具体的确定比例极限荷载的平移方法,ISO标准的规定有利于减小人为误差。

2.3.7 木材冲击韧性、木材硬度试验

关于木材冲击韧性和硬度试验方法,除2.3.1共性差异之外,ISO和国标之间的技术要求基本一致。

2.3.8 木材横纹抗拉强度试验

1) 试材尺寸和形状差异:GB/T 14017-2009规定,试样有效部分(截面为长方形)截面的最小边长为6 mm;ISO 13061-7规定试样有效部分(截面为长方形或正方形)截面的最小尺寸为10~25 mm。

2) 加载速度不同。国标规定“试验以均匀速度加荷,在1.5~2.0 min内使试样破坏”;ISO标准规定“在0.5~5 min内使试样破坏”。

2.3.9 木材抗冲击压痕性能测定

1) 试样数量差异。我国标准规定试样数量应不少于34块;ISO标准未做规定。

2) 试样尺寸差异。国标规定为 $150\text{ mm}\times 20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$;ISO标准则要求,径向和弦向尺寸应不低于20 mm,顺纹方向尺寸应不低于150 mm。

(下转第44页)

扭曲等可见干燥缺陷检测值等,虽然达到一级材要求,但干燥后锯材的残余应力值高于二级材限值,仅为三级,应力片的叉齿向内侧弯曲,表明干燥材的外侧为压应力,中间为拉应力,与已往研究结果相似^[3]。综合各质量指标,判断干燥质量指标为三级。

企业基准的温度和湿度均偏软,干燥速率比较缓和,锯材厚度上含水率偏差也能满足国标要求,但没有进行平衡处理和终了处理,锯材干燥应力得不到有效释放。用这种干燥质量的锯材加工实木制品,使用中很可能会由于残余应力随环境变化释放,从而产生变形和开裂等缺陷。

2.2.2 优化干燥基准

优化基准干燥的桃花心木,除平均最终含水率为二级指标外,其他干燥质量指标及可见干燥缺陷相关指标均达一级,综合干燥质量等级为二级。

干燥后期增设了平衡处理和终了处理,对于锯材干燥质量起到了非常重要的作用,不仅提高了同一批干燥锯材间含水率的均匀性,以及锯材厚度上含水率分布的均匀性,最为重要的是使残余干燥应力有效释放,极大地降低了干燥锯材再加工时发生变形及开裂的可能性。

由于本试验设备所限,材堆宽度只有0.8 m,而企业大型生产用干燥窑的材堆宽度可达4~6 m,材堆中空气条件需要更长时间达到设定状态,因此,采用此基准生产时,平衡处理时间需适当延长,也建

议适当增加终了处理时间,以保证干燥锯材的残余应力充分释放,提高锯材干燥质量。

3 结论

1) 干燥25 mm厚桃花心木,采用优化干燥基准的干燥周期比企业常规生产用基准缩短52%,干燥效率提高一倍,综合干燥质量满足GB/T 6491-2012二级锯材指标技术要求。

2) 桃花心木干燥中产生的应力较大,在干燥后期增加平衡处理和终了处理,可明显提高干燥均匀度、降低锯材厚度上含水率偏差,释放干燥过程中的残余应力,提高木材的尺寸稳定性,满足实木家具和实木地板等产品对木材干燥质量的要求。

参考文献:

- [1] 周永东. 进口桃花心木和辐射松木材性质及加工技术研究[J]. 木材工业, 2019, 33(1): 1-4.
- [2] 赵庚, 陈广元. 菲律宾产娑罗双木材(菲律宾桃花心木)干燥特性研究[J]. 木材工业, 2015, 29(1): 46-48.
- [3] JARA A A, BELLO E D, Castillo S V A. Use of relative density-based schedules in kiln-drying big-leafed mahogany (*Swietenia macrophylla* King) lumber [J]. Philippine Journal of Science, 2008, 137(2): 159-167.
- [4] WATERSON G C. Australian Timber Seasoning Manual (3rd Edition) [M]. Australian Furnishing Research and Development Institute, 1997: 167-176.
- [5] 蔡家斌, 董会军, 李涛, 等. 进口木材特性与干燥技术[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2011: 137-138.

(责任编辑 向琴)

(上接第31页)

3 结语

1) 总体而言, ISO 标准更加系统、全面,适用范围更广。如 ISO 标准将试验方法集成为包含多部分的1项大标准,更具系统性;对力学性质测试提出了生材和气干材两种含水率条件,增强了适用性。

2) 试验方法的一些具体规定, ISO 标准值得我国借鉴。如:干缩和湿胀性质测试部位标记,有利于提高测试的准确性;计算体积干缩和湿胀率时,忽略纵向尺寸变化,将大大降低工作量;在抗弯强度试验中, ISO 标准考虑联合抗弯弹性模量的检测,将提高工作效率;在抗弯试验中使用垫板,垫板会在宽度方向提供均布的承载力,防止试样在与支座接触部位破坏; ISO 标准提出了横纹抗压比例极限荷

载确定的公式和方法。

3) 各种物理力学性质试样尺寸的要求, ISO 标准相对宽泛。ISO 标准大多仅提出一个范围,是综合考虑成员国标准的结果;我国标准规定的物理力学性质试样的尺寸规格较小(基本也在 ISO 标准要求之内),与我国人工林木材材级较小相适应。同样,对力学性质试验方法中加载速度的规定, ISO 标准的范围更大(我国规定也在 ISO 标准要求之内),这与试样尺寸规定的差异相关。

通过吸收 ISO 标准中先进的且适合我国国情的部分,对现有标准进行整合修订,将有利于加快我国标准与国际标准接轨、提高我国标准的质量水平。

(责任编辑 向琴)