

标准研讨

我国与欧洲热改性木材标准的比较

张玉萍, 刘君良, 吕斌

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 热改性是一种重要的实体木材物理改性方法,通过比较和分析我国与欧洲热改性木材标准在分类、外观质量要求、理化性能和耐腐蚀性要求及检测方法等方面的差异,为我国热改性木材标准的制修订提供参考。

关键词: 热改性木材; 标准; 欧洲; 中国

中图分类号: S781.71; TS652 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2015)04-0026-05

Comparison between China and European for Thermal Modification Timber Standards

ZHANG Yu-ping, LIU Jun-liang, LV Bin

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

Abstract: Thermal modification is one of the important methods for wood modification. Standards between China and European covering classification, appearance quality, performance requirements and testing methods for thermal modification timber were compared and discussed. Suggestions on revising the standard were also presented, based on the above work.

Key words: thermal modification timber; standard; European; China

热改性可有效改善木材的尺寸稳定性和耐久性,是木材优化利用的重要改性方法之一。与芬兰、德国、日本等热改性技术较成熟的国家相比,我国热改性木材的工艺研究和生产起步相对较晚^[1],热改性木材在2005年才实现批量生产,且2005年产量仅1.5万m³^[2]。

近年来,我国热改性木材产业得到快速发展,北京、上海、浙江等地的木业企业,在芬兰“Thermowood”热改性工艺的基础上,根据木材树种及其产品用途,不断改进和完善热改性工艺,生产热改性实木地板、热改性户外木家具以及热改性景观用材等产品^[3]。

热改性新技术、新产品的不断涌现,对其标准化工作提出了更高的要求。由于我国热改性木材产业的成熟度不高,市场不规范现象时有发生,如夸大宣传热改性材的耐腐蚀性能等,破坏了正常的市场秩序,影响了行业健康发展。因此,热改性材标准体系的建立与完善,对促进和规范行业的健康可持续发展具有重要意义。

基于此,笔者从热改性木材的处理工艺及产品特点入手,对我国与欧洲热改性木材的标准进行比较和分析,以期为我国热改性木材相关标准的制修订,以及为相关生产企业控制出口产品的质量,提供参考和指导。

1 热改性木材特点与标准现状

与未改性素材相比,热改性材在不同温度和压力作用下,其纤维素、半纤维素和木质素发生降解,吸湿

收稿日期: 2014-03-25; 修改日期: 2015-05-29

基金项目: 国家自然科学基金“真空热处理木材的热效应及影响机制研究”(31370558)。

作者简介: 张玉萍(1980—),女,中国林科院木材工业研究所助理研究员。

性官能团羟基减少,木材中霉菌、腐朽菌赖以生存的营养成分减少,使得木材的吸水性和吸湿性降低,尺寸稳定性和耐腐性能提高^[5-6]。同时,由于木材的化学成分发生热解,木材的抗弯强度、弹性模量、抗冲击韧性等力学性能亦会有所降低^[7-8]。此外,木材颜色亦会发生变化。

检索查询我国、国际标准化组织(International organization for standardization, ISO)、欧洲标准化委员会(European committee for standardization, CEN)、美国国家标准学会(American national standards institute, ANSI)和美国材料与试验协会(American society for testing and materials, ASTM)的标准,目前仅有3项标准与热改性木材相关:即我国现行的 SB/T 10508-2008《炭化木》和 GB/T 28992-2012《热改性实木地板》,及欧洲 CEN/TS 15679:2007《Thermal modification timber—Definitions and characteristics》。

其中,SB/T 10508-2008 适用于建筑与装饰、家具、园林景观等领域使用的热改性木材,GB/T 28992-2012 则是以热改性木材加工实木地板的产品标准。

CEN/TS 15679:2007 是欧洲标准化委员会颁布的热改性木材的技术规范,是欧洲目前现行的热改性木材标准,规定了热改性木材的定义、特征及相关要求。因此,笔者将结合热改性木材特点,重点对SB/T 10508-2008 和 CEN/TS 15679:2007 两项标准进行对比。

2 我国与欧洲热改性木材标准的对比

2.1 定义

两项标准中对热改性木材定义的差异,主要体现在处理温度和处理要求两方面:

我国标准将热改性木材命名为“炭化木”,并定义:在缺氧环境中,经 180~250℃热改性而获得尺寸稳定性、耐腐性能等改善的木材。

欧洲标准定义:在缺氧环境中,经高于 160℃处理获得的细胞壁组成成分和物理力学性能发生改变,且整个横断面的某些性能发生永久改变的木材。从定义看出,欧洲标准明确将表层炭化木材排除在外,目的在于防止利用仅表层炭化木冒充热改性木材的

不规范市场行为。

2.2 分类

我国标准中,按照使用环境,将热改性材分为室内级和户外级两种;按照产品用途,分为装饰用和结构用两种。

欧洲标准主要是根据使用环境分类:

1) 干燥环境(一级)

适用于 20℃、相对湿度(RH)≤65%,或在一年中仅有几周 RH>65%的室内环境或者有保护措施

2) 潮湿环境(二级)

适用于 20℃、RH 在 65%~85%范围内,或在一年中仅有几周 RH>85%的室内环境或者有保护措施

3) 户外条件(三~五级)

用于室外环境。其中三级热改性材不得接触地面使用;四级可接触地面或淡水使用;五级可永久浸泡在海水里使用。

我国与欧洲标准的分类方法各有优势。我国标准增加了按用途分类的方法,可针对不同用途的热改性木材,分别规定其各项性能要求;欧洲标准则细化了热改性木材适用环境的分类,并针对不同环境中使用的热改性木材,明确规定其尺寸稳定性、耐腐性能等指标。

2.3 外观质量

我国标准规定,按照 GB/T 4822《锯材检验》,检测热改性木材的死节、开裂、腐朽、裂纹、夹皮、虫眼、钝棱、弯曲、斜纹等材质缺陷,及颜色均匀度、色差等。此外,结构用热改性木材还应符合 GB 5005-2003《木结构设计规范》对结构用材的腐朽、木节、裂纹、髓心、虫蛀等缺陷的限定要求。

欧洲标准仅规定了热改性木材的外观质量应与产品的标示相符,包括表面裂纹、内裂、节孔、变形等缺陷,且每批热改性木材(≤80 m³)的抽样数量必须≥10块。

比较两项标准可看出:我国标准规定的外观质量,包含了锯材自身材质缺陷和热改性处理造成的缺陷指标,常见有树节脱落、表裂、内裂、色差大等缺陷^[4];欧洲标准仅对热改性材外观质量有要求,且要求相对简单。分析原因:

1) 欧洲木材资源丰富,材质优良,在制材过程中已将材质缺陷大的木材去除,而我国热改性材原料的材质略差,且通常是最大化利用木材资源,因此,为保证产品质量,我国标准中细化了对热改性材材质缺陷的要求;

2) 欧洲热改性材产业发展较早,其处理技术相对成熟,而我国热改性材产业起步相对较晚,热改性材的缺陷较多,因此,为保证产品质量,我国标准增加了热改性处理造成的缺陷指标。

2.4 规格及偏差

我国标准规定,热改性锯材的规格及偏差应符合 GB/T 153《针叶材锯材》和 GB/T 4817《阔叶材锯材》的要求;欧洲标准则没有该方面的规定。

分析原因:由于热改性材通常不是直接使用的产品,其规格尺寸指标通常起参考作用,而尺寸允许偏差(尤其厚度允许偏差),对热改性材的二次加工利用具有重要影响,是热改性材必要的质量检测指标。

GB/T 153-2009《针叶树锯材》和 GB/T 4817-2009《阔叶树锯材》规定了锯材常用的规格尺寸和锯材的长度、宽度和厚度的允许偏差。由此可见,在规格尺寸及偏差要求方面,我国标准比欧洲标准相对完善。

2.5 理化性能

我国标准和欧洲标准的主要差异体现在对理化性能的要求方面。我国标准按产品的分类等级,规定了热改性木材的具体指标值;欧洲标准未对指标值进行限定,而是规定了各项性能的测试方法,此外,要求生产企业必须明示热改性木材的各项指标检测值(如平衡含水率、尺寸稳定性和耐腐性能等,其他指标由供需双方协商确定),且产品性能必须符合其标示的指标值。

2.5.1 平衡含水率

1) 指标值不同

我国规定户外级热改性木材的平衡含水率(EMC) $\leq 6.0\%$,室内级热改性木材 EMC $\leq 8.0\%$;欧洲标准仅规定企业明示热改性木材产品的 EMC 及测试方法即可,对具体指标值未做要求。

2) 测试方法不同

① 试件制取:我国标准未说明试件制取方法,仅规定了试件规格(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚,下同)为 20 mm $\times$ 20

mm $\times$ 20 mm;欧洲标准规定,从距样品端部 300 mm 处取样,若原试样长度 ≤ 600 mm 时,则从其中线处取样,沿纹理方向截取长度 ≥ 20 mm 的整个厚度的木块作为试件。

② 平衡处理条件:我国标准规定,将试件置于(20 $\pm$ 2)℃、RH(65 $\pm$ 5)%的环境中平衡处理 15 昼夜;欧洲标准规定,将试件置于 20℃、RH65%的条件下至恒重即可。此外,欧洲标准规定,对于不同等级或用于生产木地板产品的热改性木材,亦可在其他环境中平衡处理。如一级热改性木材,在 20℃、RH30%下平衡处理;二级热改性材,在 20℃、RH85%下平衡处理;用于木地板生产的热改性木材,在 23℃、RH50%下平衡处理。

③ 对绝干试件的判定要求:我国标准判定试件绝干的标准是,连续间隔 2 h 试件的质量之差 $\leq 0.5\%$;欧洲标准则是连续间隔 2 h,试件的质量之差 $\leq 0.1\%$ 。

不同温湿度环境下,木材的 EMC 不同,因此,增加不同温湿度下木材的 EMC 检测,对判定热改性材的尺寸稳定性具有参考作用。热改性木材主要应用于室内家具、木地板和室内高湿场所的装饰装修以及室外景观园林装饰,相对于室外,室内应用涉及到部件间精密配合以及较高的表面质量要求等,因而对热改性材的尺寸稳定性要求更高。在室内,热改性材可能应用在极干燥环境(如 RH 为 30%)、极潮湿环境(RH 为 85%)等。

基于此,笔者推测欧洲标准增加了一级、二级和地板用热改性木材 EMC 检测的平衡处理条件,使得 EMC 性能测试更完善。因此,建议我国标准参照其增加 EMC 试件制取方法,以及用于不同环境中时,试件的平衡处理条件。

2.5.2 密度

密度是木材的一项重要指标,与木材的强度、硬度紧密相关,并且热改性处理通常会降低木材的密度。但我国标准未对热改性木材的密度检测方法与标示进行规定。

欧洲标准规定,依据 EN 408《Timber structures—Structural timber and glued laminated timber—Determination of some physical and mechanical properties》,检测热改性木材的密度,并

标示密度平均值和范围,同时注明热改性木材和未处理对照材的绝干密度。

因此,建议我国标准要求企业标示热改性材及未处理对照材的密度值。

2.5.3 尺寸稳定性

1) 评价指标

我国标准采用体积干缩(湿胀)率作为热改性木材的尺寸稳定性评价指标,规定了户外级热改性木材的体积干缩(湿胀)率 $<7.0\%$,室内级热改性木材的体积干缩(湿胀)率 $<10.0\%$;欧洲标准则采用抗胀缩率(ASE)作为评价指标,但没有明确要求指标值,仅规定企业标示热改性木材的 ASE 值。

2) 试件规格和数量

我国标准规定,试件规格为 $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$,未规定试件数量;欧洲标准规定,选择随机截取 10 个长 250 mm 、具有原锯材同样宽度和厚度的木块作为试件。

3) 测试方法

我国标准规定,试材体积干缩(湿胀)率应依据 GB/T 1932《木材干缩率测定方法》进行检测,但 GB/T 1932 包括的“从湿材到全干”、“从湿材到气干”两种体积干缩率计算方法,标准中并未具体说明采用哪种计算方法。另外,标准亦未说明体积湿胀率的检测方法。

欧洲标准规定,依据 EN 1910:2000《Wood and parquet flooring and wood panelling and cladding - Determination of dimensional stability》,在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、RH 在 $30\%\sim 85\%$ 下,检测热改性木材试件的径向、弦向、纵向和体积变化率,计算 ASE。具体步骤:

将试件置于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、RH 85% 环境中 4 周后,测量其长度、宽度作为潮湿状态尺寸;在 24 h 内调整环境温湿度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、RH 30% ,并将试件平衡处理 4 周,或间隔 24 h 连续两次质量之差 $\leq 0.1\%$ 时,测量试件的长度、宽度,作为干燥状态尺寸,计算潮湿状态和干燥状态的尺寸变化率;未改性对照材与热改性材的尺寸变化率的比值,即为热改性木材的 ASE。

欧洲标准采用的 ASE 指标,更能准确反映热改性木材的尺寸稳定性,建议我国标准参考采用。

2.6 耐腐蚀性能

我国标准规定,户外和室内用热改性木材均需检

测耐腐蚀性能,要求参照 GB/T 13942.1《木材耐久性 第 1 部分:天然耐腐蚀性实验室试验方法》进行检测。

欧洲标准规定,仅需检测用于室外的热改性木材的耐腐蚀性能。测试方法:

三级热改性木材:依据 EN 113《Wood preservatives—Method of test for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes—Determination of the toxic values》进行室内耐腐蚀性能检测,依据 CEN/TS 12037《Wood preservatives—Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative exposed out of ground contact—Horizontal lap—joint method》进行野外耐腐蚀性测试。

四级热改性木材:依据 ENV 807《Wood preservatives—Determination of the effectiveness against soft rotting micro-fungi and other soil inhabiting micro-organisms》检测室内耐腐蚀性能,依据 EN 252《Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact》检测野外耐腐蚀性能。

五级热改性木材:按照 EN 275《Wood preservatives—Determination of the protective effectiveness against marine borers》检测其野外耐腐蚀性。

耐腐蚀性能一般针对室外用材,且耐腐蚀性能测试周期长,因此欧洲标准规定仅室外用材测试耐腐蚀性能,以及不同使用环境对应不同的测试方法更合理,建议我国标准参考采用。

2.7 其他性能

1) 我国标准对热改性木材的热处理温度进行规定,户外级针叶树材和阔叶树材的热改性温度,分别为 $210\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $200\sim 230\text{ }^{\circ}\text{C}$,室内级分别为 $180\sim 210\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $180\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

温度虽是影响热改性木材性能的关键因素,但作为热改性木材产品质量的评价指标欠妥。建议将“热改性木材的处理温度”作为标准的资料性附录,发挥其指导和参考作用。

2) 欧洲标准规定了热改性木材的抗弯强度、抗冲击性能、弹性模量、表面硬度、垂直纹理抗拉强度、

压缩强度、握钉力、热导率、胶合性能、挥发性有机化合物(VOC)释放量、阻燃性能、耐久性能(抗虫蛀性能)、颜色等多项指标的检测方法,以保证各项性能均按照统一的方法进行检测,从而使检测值具有可比性。供需双方可根据需要选择检测指标。

由于高温处理使得热改性木材的抗弯强度、抗冲击性能等降低,木材表面润湿性、颜色、抽提物化学成分等改变,并且其用于不同领域时,对强度、颜色、表面润湿性等要求亦不同。因此,我国标准亦应考虑增加热改性木材的抗弯强度、抗冲击性能、表面润湿性等指标的测试方法。

3) 欧洲标准虽然未规定热改性木材各项性能指标的具体数值,但提供了适用于三级及以下等级使用环境的松木(Nordic Pine)和云杉(Norway Spruce)热改性材和未处理对照材的EMC、尺寸稳定性等指标的参考值(表1),为其他热改性木材性能要求及标示方法提供参考。

表1 欧洲标准中松木和云杉热改性木材的性能参考值

Tab. 1 Performance of Nordic Pine and Norway Spruce in European standard

树种	试材类别	EMC(20℃)/%			尺寸稳定性 ASE/%	耐腐性能/ 等级	密度 平均 降幅/%
		RH30%	RH65%	RH95%			
松木	对照	7~9	12~14	22~24	—	—	—
	室内用	5~6	7~8	14~16	0.9~1.1	3	5~7
	户外用	4~5	6~7	12~13	0.8~1	2	8~10
云杉	对照	7~9	12~14	22~24	—	—	—
	室内用	5~6	7~8	13~14	0.9~1	3	5~7
	户外用	4~5	6~7	11~12	0.8~1	2	8~10

注:耐腐性能等级参照 EN 113 进行检测,其中,2级适用于干燥环境、潮湿环境和室外条件三级,3级适用于干燥环境和潮湿环境。

2.8 检验抽样与判定方法

我国标准规定,理化性能检测取样方法,参照 GB/T 1927《木材物理力学试材采集方法》、GB/T 1928《木材物理力学试验方法总则》和 GB/T 1929《木材物理力学试材锯解及试样截取方法》进行。但是,这三项标准规定的均为从原木上制取试件的方法,而热改性木材通常为锯材,因而无法完全参照其进行取样。

欧洲标准对热改性木材各项性能检验抽样与判定方法相对完善,具体规定如下:

1) 明示产品性能,并符合标示要求,抽样方案和

测试结果保留至最后一批产品的生产日期之后 5 年。

2) 热改性木材的 EMC、尺寸稳定性和耐腐性能的检测,试样数量≥10;结构用热改性木材的密度、力学性能检测时,试样数量≥32;如果热改性木材超过 90%为边材或心材时,应抽取全边材或全心材试样进行检测。

3) 明示各批产品的材质缺陷(表面裂纹、内部裂纹、死节和变形),在工厂质量控制中,温度、颜色、内裂、节孔和其他缺陷检测时,同一树种每 80 m³ 木材至少抽样 10 块进行测试。

4) 标示产品的生产厂家、执行标准、树种、使用环境和等级。

比较两项标准的检验抽样与判定方法,我国标准应针对具体指标规定详细的且操作性强的检验抽样与判定方法,提升标准的可执行性。

3 结语

我国和欧洲热改性木材标准主要差异:欧洲标准强调各项性能的测试方法及抽样方法,并要求明示热改性木材产品性能的实测值,条款设置更完善、更合理、操作性强,值得我国热改性木材标准修订时参考和借鉴。

参考文献:

[1] 马灵飞. 木材热处理研究现状与发展前景[J]. 林业科技开发, 2014, 28(5):1-6.

[2] 顾炼百, 涂登云, 于学利. 炭化木的特点及应用[J]. 中国人造板, 2007(5):30-32, 37.

[3] 李涛. 木材热处理技术的产业化现状[J]. 木材加工机械, 2013(5):50-53.

[4] 龙超, 郝丙业, 刘文斌, 等. 热处理木材的工艺及应用[J]. 木材工业, 2007, 21(6):44-46

[5] Bruno M Esteves, Idalina J Domingos, Helena M Pereira. Pine wood modification by heat treatment in air[J]. BioResources, 2008, 3(1):142-154.

[6] Huang Xianai, Duygu Kocaefe, Yesar Kocaefe, et al. Changes in wettability of heat-treated wood due to artificial weathering [J]. wood science and technology, 2012, 46:1215-1237 .

[7] G Nguila Inari, M Petrisans, P Gerardin. Chemical reactivity of heat-treated wood[J]. wood science and technology, 2007, 41: 157-168.

[8] Jun Li Shi, D Kocaefe, J Zhang. Mechanical behaviour of Quebecwood species heat-treated using ThermoWood process [J]. Holz Roh Werkst, 2007, 65: 255-259.

(责任编辑 张一萍)