

重组竹燃烧后的顺纹抗压性能检测

呼梦洁, 俞君宝, 张苏俊

(扬州工业职业技术学院, 江苏扬州 225127)

摘要: 为探究重组竹燃烧后的抗压性能, 在不同受火方式下燃烧不同时间, 测试燃烧后试件的炭化深度和顺纹抗压强度。结果表明: 随着受火面积增加、受火时间延长, 试件的炭化层加深、质量损失率增大, 顺纹抗压强度逐渐降低, 但在燃烧 45 min 时, 重组竹仍能保持 44 MPa 的顺纹抗压强度; 四面受火比三面受火试件的顺纹抗压强度损失量大。

关键词: 重组竹; 燃烧; 炭化层深度; 质量残留率; 承载力; 顺纹抗压强度

中图分类号: S781.9; TS67 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654 (2019) 06-0010-04

Compressive Strength Parallel to Grain of Bamboo Scrimber after Combustion

HU Meng-jie, YU Jun-bao, ZHANG Su-jun

(Yangzhou Polytechnic Institute, Yangzhou 225127, Jiangsu, China)

Abstract: The bamboo scrimber samples were combusted with three and four sides exposed to fire respectively. After cooling down completely, the compressive strength parallel to the grain of the samples were tested. The results showed that as combustion time increased, the carbonation layer depth and the mass loss rate increased, while the compressive strength parallel to the grain decreased gradually. The bearing capacity of the samples combusted on four sides was lower than that on three sides. The samples maintained the compressive strength of 44 MPa in 45 minutes of combustion time.

Key words: bamboo scrimber; combustion; carbonation layer depth; mass loss rate; bearing capacity; compressive strength parallel to the grain

竹材生长迅速、可再生, 力学性能优越。重组竹作为一种竹材工业化、规模化利用的产物, 具有优良的力学性能, 在建筑材料领域的开发利用前景广阔, 并已取得了一定进展^[1-2]。

重组竹亦具有可燃性, 作为建筑结构用材时, 会增加建筑中可燃物的数量, 导致火灾隐患增大。

因此, 对重组竹构件耐火性能的研究意义重大。

重组竹构件的耐火性能, 很大程度上取决于燃烧后构件承载力的残留情况, 通常以未炭化截面的强度来衡量。木材顺纹抗压强度表征木材沿纹理方向承受压力荷载的最大能力, 是选择坑木、桩木、支柱等受压木材构件的重要依据^[3]。

木垛作为火源是研究火灾基础理论最主要的形式, 其设计结构能很好地控制燃烧速度^[4]。鉴于此, 笔者选择柴油引燃的木垛为燃烧火源, 模拟火灾下, 经过不同受火面和不同燃烧时间后, 重组竹试件的顺纹抗压强度变化情况, 旨在为后续重组竹构件耐火设计和性能研究, 提供数据支撑和理论依据。

收稿日期: 2018-11-18; 修改日期: 2019-07-31

基金项目: 国家重点研发计划“重组竹-泡沫混凝土组合墙板制备关键技术研究与应用”(2018YFD1101002-05); 扬州市科技计划项目“重组竹的抗火性能研究”(YZ2018077); 2018年度省建设系统科技项目“新型夹心墙板保温材料”(2018ZD117); 2019校级科研课题“重组竹-泡沫混凝土组合墙板的热工性能研究”(2019xjzk005)。作者简介: 呼梦洁(1987—), 女, 讲师。Email: 463824581@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

重组竹: 外购。规格 $300\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高), 密度 1.116 g/cm^3 , 含水率 12.6%, 共 24 块。

1.2 试验装置

TYE-2000 型压力试件试验机等。

1.3 燃烧试验

试验在露天进行, 无风、 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

考虑到实际火灾发生时, 建筑结构构件多为三面受火或四面受火, 故对重组竹试件设计 2 种受火方式: 三个侧面和四个侧面受火; 两种受火方式的受火时间均设置为 15、30、45 min; 未经燃烧的试样作为对照样。

将重组竹试件的两端部放置在混凝土支架上, 下部为火源。三面受火时, 非受火面用石棉包裹遮挡。各试件在达到设定的受火时间后停火, 自然冷却至常温。每个条件 3 个试件, 结果取平均值。

1.4 性能测试

1) 炭化层深度和质量损失率: 对试件的炭化层进行剥离, 测量截面的残余尺寸和试样质量, 并与初始尺寸和质量对比, 计算炭化层深度和质量损失率^[5-6]。

每个条件重复测试 3 次, 结果取平均值。

2) 顺纹抗压强度: 因重组竹相关检测标准尚不完善, 试验参考 GB/T 1935-2009《木材顺纹抗压强度试验方法》, 测试样品的极限承载力、顺纹抗压强度, 并计算燃烧后重组竹试样顺纹抗压强度的保留率 (R)。

每个条件重复测试 3 次, 结果取平均值。

2 结果与分析

2.1 燃烧后重组竹的炭化层深度和质量损失率

两种受火方式下, 重组竹试件燃烧不同时间的炭化层深度和质量损失率测试结果见图 1。

木垛点燃后, 重组竹试件吸收热量, 温度迅速升高, 水分开始蒸发, 试件端面有小水泡冒出; 随着温度继续升高, 试件开始炭化, 并伴随着大量烟雾; 随着受火时间继续延长, 试件自身开始燃烧, 烟雾逐渐减少。

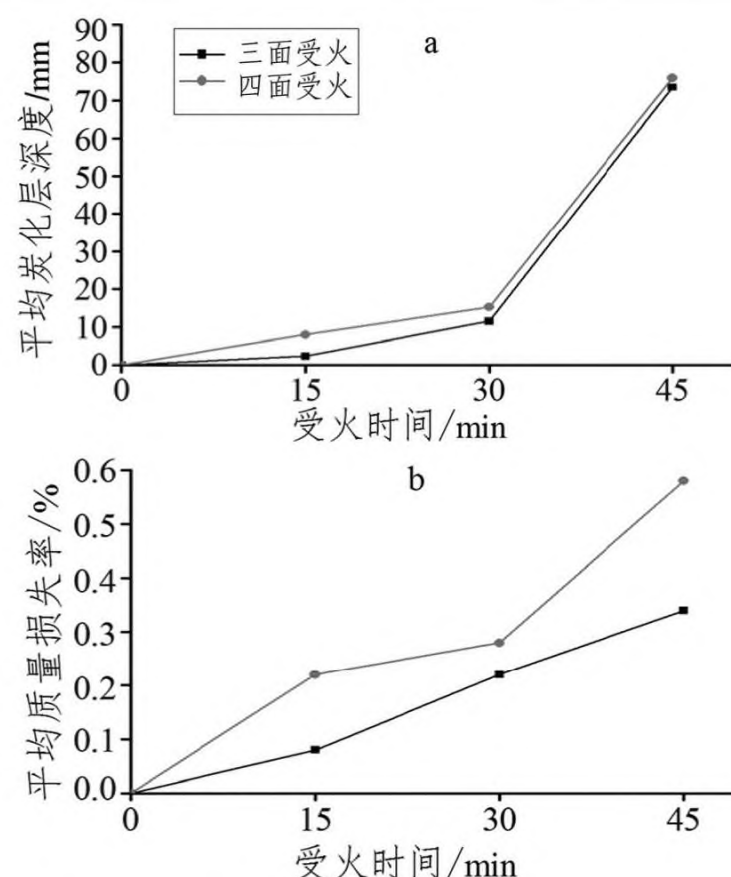


图1 重组竹试件燃烧后的炭化层深度和质量损失率

Fig.1 Carbonized layer depth and mass loss rate of combusted bamboo scrimber samples

图 1a 显示, 随着受火时间延长, 两种受火方式试样的炭化层深度均呈增加的趋势; 相同受火时间时, 四面受火重组竹试件的炭化层深度更大。说明燃烧时重组竹与火的接触面越大, 燃烧越充分, 其热分解和炭化速度越快^[7]。

图 1b 显示, 随着受火时间延长, 两种受火方式试件的质量损失率均呈增加的趋势; 四面受火试件的质量损失率更大。试件两端出现水珠并伴随有白烟, 主要是水分的蒸发和半纤维素 (竹材中相对不稳定的成分) 的分解^[8]; 受火时间达到 30 min 后, 试件燃烧部分出现炭化现象, 受火时间到达 45 min 时, 试件部分炭化层脱落。

对三面和四面受火试件的炭化层深度与受火时间进行拟合, 得到炭化层深度与时间的炭化模型, 如图 2 所示。

图 2 结果显示, 四面受火时, 重组竹试件的燃烧更为充分, 试件的炭化速率略大于三面受火的试件, 说明受火接触面是影响重组竹燃烧的重要条件之一。

2.2 燃烧后重组竹的顺纹抗压强度

燃烧后重组竹试样的顺纹抗压强度测试结果见表 1 和图 3; 顺纹抗压强度保留率见图 4; 强度与受火时间的拟合曲线见图 5。

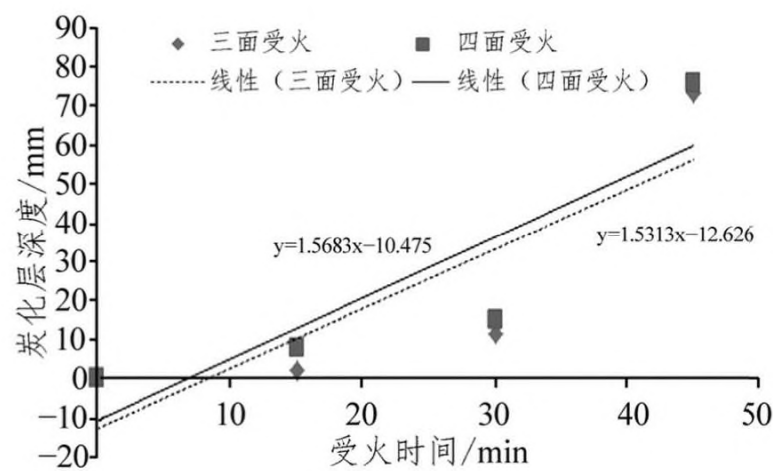


图2 两种受火方式试样炭化层深度与受火时间的拟合曲线
Fig.2 Fitting curve of carbonized layer depth and combustion time of combusted bamboo scrimber samples at different burning conditions

表1 燃烧后试样的极限承载力和顺纹抗压强度
Tab.1 Maximum bearing capacity and compression strength of combusted bamboo scrimber samples

受火方式	受火时间/min	极限承载力/kN	抗压强度/MPa	保留率/%
对比样	0	1 561	69.38	100
三面	15	1 358	60.36	87.00
	30	1 309	58.19	83.87
	45	999	44.40	64.00
四面	15	1 056	46.93	67.64
	30	1 115	49.56	71.43
	45	483	21.49	30.97

随着受火时间的延长,三面受火状态下,试件的顺纹抗压强度逐渐降低。燃烧 15 min 后,比对照样减少 13%, 30 min 后减少 16%, 到 45 min 时减少 36%;四面受火时燃烧 15、30、45 min 时,试样强度比对照样分别减少 32%、29%和 69%。主要由于重组竹炭化,导致试件有效承载面积变小,其极限承载力降低。但由于竹材材性的变异性,使重组竹试件的顺纹抗压强度发生突变,导致燃烧 30 min 后顺纹抗压强度高于燃烧 15 min 的,因此,在后续试验时,将加强其他因素影响的分析。

四面受火试件的强度降幅大于三面受火试件。在燃烧 15 和 45 min 时,比三面受火试样的强度降幅增加了 20%和 33%。

由图 5 可知,重组竹在三面受火的状态下,燃烧 45 min 后的顺纹抗压强度仍有约 44 MPa,说明重组竹即使在多面受火燃烧后,在一定时间范围内,仍能保持一定的承载力。

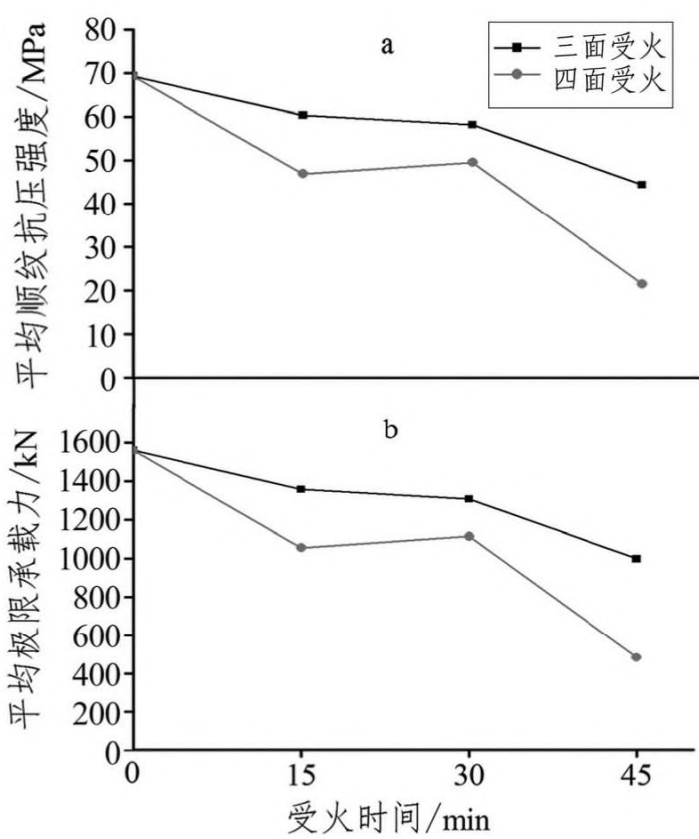


图3 重组竹燃烧后的极限承载力和顺纹抗压强度
Fig.3 The maximum bearing capacity and compressive strength of combusted samples

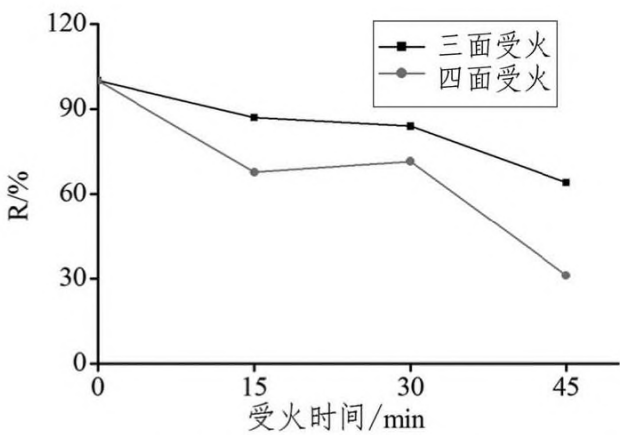


图4 重组竹燃烧后的顺纹抗压强度保留率
Fig.4 Retention rate of compression strength parallel to the grain of combusted bamboo scrimber samples

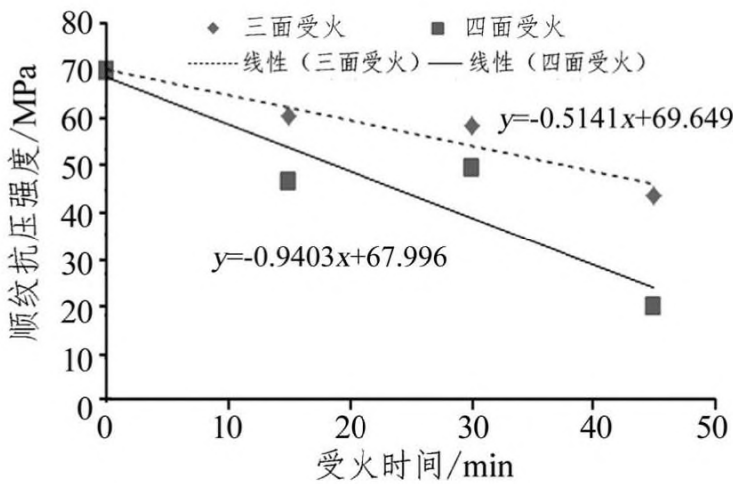


图5 两种受火方式下试样的顺纹抗压强度与受火时间的拟合曲线
Fig.5 Fitting curves between compression strength parallel to the grain and combustion time combusted bamboo scrimber samples at different fire conditions

3 结论

1) 重组竹试件的炭化层深度、质量损失率均随受火时间的延长而增大,顺纹抗压强度和保留率逐渐降低;相同受火时间下,重组竹试件受火面越多,炭化层深度、质量损失率越高,顺纹抗压强度降幅越大。

2) 多面受火条件下,重组竹的截面和顺纹抗压强度虽有损失,但在一定时间范围内(45 min),仍能保持44 MPa的承载力,为火灾时逃生和救援赢得时间。

参考文献:

[1] 李明,郑靓.竹材在建筑工程中的应用[J].广东建材,2011(2):23-26.
[2] 苏靖文,吴繁.重组竹柱轴心受压试验研究[J].中国科技论文,2015,10(1):39-42.
SU J W, WU F. Experimental research on parallel bamboo strand lumber column under axial compression[J]. China Sciencepaper, 2015, 10(1): 39-42.
[3] 吴艳华,贾茹,任海青,等.进口桃花心木木材物理与力学性能评价[J].木材工业,2019,33(2):44-47.

WU Y H, JIA R, REN H Q, et al. Physical and mechanical properties of imported *Swietenia macrophylla* wood[J]. China Wood Industry, 2019, 33(2): 44-47.
[4] 钟茂华.火灾过程动力学特性分析[M].北京:科学出版社,2007:53-54.
[5] Yue Qi, Jae-Hyuk Jang, Wahyu Hidayat, et al. Carbonization of reaction wood from *Paulownia tomentosa* and *Pinus densiflora* branch woods[J]. Wood Science and Technology, 2016, 50(5): 973-987.
[6] Hamza Simsir, Nurettin Eltugral, Selhan Karagoz. Hydrothermal carbonization for the preparation of hydrochars from glucose, cellulose, chitin, chitosan and wood chips via low-temperature and their characterization[J]. Bioresource Technology, 2017, 246: 82-87.
[7] 王秀丽,张盛东.木材烧蚀率及其影响因素分析综述[J].结构工程师,2018,34(3):177-182.
WANG X L, ZHANG S D. Review on wood ablation rate and its influencing factors[J]. Structural Engineer, 2018, 34(3): 177-182.
[8] 肖忠平,俞君宝,束必清,张苏俊.重组竹高温处理后的性能研究[J].西北林学院学报,2017,32(4):240-243,287.
XIAO Z P, YU J B, SHU B Q, ZHANG S J. Performance of glued laminated bamboo after high temperature treatment[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(4): 240-243, 287.

(责任编辑 孟凡丹、向琴)

木材制品标准化建设动态

1 国家标准 根据国家标准化管理委员会(国标委)2019年推荐性国家标准计划,由全国人造板标准化技术委员会(人标委)申报并归口管理的《人造板饰面材料中铅、镉、铬、汞重金属元素含量测定》、《中密度纤维板》、《单板层积材》、《装饰单板贴面人造板》、《地采暖木质地板》等5项国标正式立项。其中《地采暖木质地板》和《人造板饰面材料中铅、镉、铬、汞重金属元素含量测定》为国标制定项目,另外3项为修订项目。

2 行业标准 经国家林草局批准,由全国木材标准化技术委员会(木标委)归口管理的23项木材类林业行业标准,于2019年10月23日发布,并于2020年4月1日起实施。其中19项为制定项目,4项为修订项目(见附表)。

另外,由全国林业生物质材料标准化技术委员会归口管理的LY/T 3149-2019《软木制品术语》、LY/T 1320-2019《软木纸》、LY/T 3150-2019《鞋底用软木》3项行标也同期发布,自2020年4月1日起实施。

其中《软木纸》是将LY/T 1320-2010《软木纸》和LY/T 1321-2013《软木纸试验方法》整合修订而成的新标准。

编号	名称
LY/T 1509-2019*	《阔叶树原条》
LY/T 1794-2019*	《人造板用木片》
LY/T 1822-2019*	《废弃木材循环利用规范》
LY/T 1925-2019*	《防腐木材产品标识》
LY/T 3130-2019	《木栈道铺装技术规程》
LY/T 3131-2019	《木质拼花地板》
LY/T 3132-2019	《木质移门》
LY/T 3133-2019	《户外用水性木器涂料》
LY/T 3134-2019	《室内木质隔声门》
LY/T 3135-2019	《木材剩余物》
LY/T 3136-2019	《旋切单板干燥质量检测方法》
LY/T 3137-2019	《沉香产品通用技术要求》
LY/T 3138-2019	《木质品耐光色牢度等级评定方法》
LY/T 3139-2019	《建筑墙面用实木挂板》
LY/T 3140-2019	《木结构销类紧固件屈服弯矩试验方法》
LY/T 3141-2019	《古建筑木构件安全性鉴定技术规范》
LY/T 3142-2019	《井干式木结构技术标准》
LY/T 3143-2019	《结构和室外用木质材料产品标识》
LY/T 3144-2019	《结构用木材金属紧固件连接试验 试材密度要求》
LY/T 3145-2019	《木结构—楼板、墙板和屋顶用承重板的性能规范和要求》
LY/T 3146-2019	《结构材纵接性能的测试方法》
LY/T 3147-2019	《室外木材用涂料(清漆和色漆)分类及耐候性能要求》
LY/T 3148-2019	《木雕及其制品通用技术要求》

*: 为修订标准。