

竹藤——基于自然的可持续发展解决方案
推进“以竹代塑”行动 共建清洁美丽世界



国际竹藤组织成立二十五周年志庆 暨第二届世界竹藤大会

2022年11月7-8日
中国·北京

摘要集

竹藤——基于自然的可持续发展解决方案

国际竹藤组织成立二十五周年志庆 暨 第二届世界竹藤大会

摘要集

主办方

中国国家林业和草原局
国际竹藤组织

承办方

国际竹藤组织秘书处
中国国家林业和草原局国际竹藤中心

中国·北京

2022年11月7-8日



目 录

专题一、迈向碳中和之路	1
生长在菲律宾棉兰老岛北部布基农省的马来甜龙竹 [<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer] 的生物评估设计	3
毛竹爆发性增长长期非结构碳水化合物和水分动态	3
水竹响应水淹胁迫的生理生化特征	4
肥城市竹林生态系统服务价值评估	4
负载有机胺的新型多孔竹炭对 CO ₂ 的捕集	5
miRNA-mRNA 网络调控竹笋组织分化	5
碳水化合物代谢及其调控是影响采后笋品质的主要因素	6
毛竹紫黄质去环氧化酶基因 PeVDE 具有光保护功能	7
基于 5 个竹种全基因组的 SSR 分子标记鉴定与开发	7
竹林施氮促进竹笋生长并改变其木质化进程	8
比较转录组分析揭示 MicroRNAs 调控竹笋颜色变异的作用机制	8
肯尼亚农业气候环境与竹子栽培的适配性	9
丹霞山竹类的多样性调查研究	10
开花与未开花翠竹笋芽形态特征与转录组对比分析	10
竹类根系在水生生物基质生长和生命强化中的作用	11
毛竹扩张不同阶段下林分结构及地下鞭特征研究	11
土层厚度对箬竹林下植被生物量分布格局的影响	12
竹子保护生态系统	13
厚竹高生长过程中竹秆淀粉粒的变化规律	13
竹子在巴西连锁酒店的应用	14
离体培养的勃氏甜龙竹种子萌发、幼苗生长及秋水仙素的抑制机制	14
运用遥感和基于模型的统计推断估计福建竹林总面积	15
毛竹高效遗传转化和基于 CRISPR/Cas9 基因编辑体系的建立	15
湿润半干旱地区竹林农林系统地上生物量和碳含量的异速生长方程 ——以巴苦竹 (<i>Bambusa balcooa</i> Roxb) 为例	16
N ₂ 和 CO ₂ 气氛下竹箨的热解特性及气态产物	17
铁竹不同器官中硅含量和植硅体形态特征的变化	17
基于钙信号的毛竹干旱胁迫响应特征	18

麻竹成花转变的综合分析揭示 DIFTs 在开花过程中的作用.....	18
藤条鉴定创新：下一代 DNA 条形码.....	19
人居竹景观应用的研究与探讨.....	19
热解升温速率对机制炭的燃料特性的影响：模仿工业热解过程.....	20
喀麦隆西南部：竹藤应对气候变化，促进碳中和.....	20
以竹子为基础的社会-生态系统，促进矿区土地退化中立（mLDN）.....	21
E-Bamboo 社区流动保健诊所.....	21
改善乐器用竹材声学振动性能的一种环保高效的方法：氮气保护热处理.....	22
印度竹子资源近十年变化的评估.....	23
雷竹螺丝钉处限制了氧气在雷竹体内的运输.....	23
竹子是循环经济可持续发展的催化剂.....	24
覆盖经营通过改变毛竹林土壤钾含量和 pH 值调节土壤微生物群落和功能.....	24
代谢组和转录组联合分析揭示黄酮类化合物在花秆早竹节间颜色变异中起 重要作用.....	25
梁山慈竹叶绿体基因组特征及其与竹亚科植物的比较分析.....	26
竹子的 PvSVP1 过表达改变拟南芥和水稻的开花时间和花器官形态.....	26
竹类 SVP 同源基因异位表达改变拟南芥开花时间和花器官形态.....	27
竹亚科 WNK 激酶的全基因组鉴定和进化以及毛竹非生物胁迫期间的转录 分析.....	28
利用基因工程进行麻竹遗传改良的研究.....	28
CAD 酶的同源与异源二聚体调控毛竹的木质化与非生物胁迫.....	29
植物碳汇能力在可持续发展中的重要地位——以长三角城市常见植物碳汇 测定及其模型建立为例.....	30
竹子根茎系统对生长模式、克隆结构和开花行为进化的影响.....	30
老挝北部竹子的分布格局和地上净初级生产力.....	31
毛竹人工林碳的生理整合及其对干旱胁迫的动态响应.....	31
人居与生物多样性的耦合——文化景观保护实践与思考.....	32
模拟气候变化对竹林生态系统功能的影响.....	32
专题二、助推绿色经济发展.....	35
Terai Arc Landscape 地区通过社区经营藤林增强生态恢复力.....	37
传统竹手工艺产业振兴与生态经济可持续发展.....	37
从“一村一品”的角度分析云南少数民族竹子文化特色村的建设.....	38
基于 SWOT-AHP 分析方法的尼泊尔原竹的商业化研究.....	38
湘西传统竹家具再设计方法探究.....	39

竹产品的未来设想：通过气候行动改善基层人民的生活.....	39
慈竹养分需求规律与调控技术研究.....	40
循环经济概要.....	40
竹林文旅康养推广体系与模式研究.....	41
中国竹资源培育现状与增产潜力.....	42
毛竹采伐方法的研究.....	42
不同培育措施下毛竹材性的研究进展.....	43
系统发育研究能否帮助印度省藤的生态恢复？.....	43
元宝竹 (<i>Phyllostachys edulis</i> ‘Yuanbao’) 的秆形特征研究.....	44
不同类型竹子碳水化合物动态变化及对物候期的响应：竹林经营管理的启示.....	45
可持续竹产品生命周期设计管理策略.....	45
印度半干旱区不同处理条件下竹林可持续栽培策略经济分析.....	46
加捻植物纤维增强聚氨酯复合材料的力学特性与疲劳性能.....	46
NaOH 碱处理浓度对竹篾及其复合材料性能影响.....	47
RONGMEI 社区以竹为主的绿色经济发展.....	48
单叶省藤材超微结构及区域化学研究.....	48
带状采伐毛竹林出笋成竹的时空特征研究.....	49
彝良县金佛山方竹林土壤碳、氮、磷生态化学计量特征.....	49
响应面法优化单叶省藤水蒸汽热处理工艺.....	50
京津冀城市群早园竹 (<i>Phyllostachys propinqua</i>) 叶片 C、N 和 P 化学计量变异特征.....	50
竹林风景线模式构建研究与实践.....	51
适用于大规模生产的竹展平复合规格材的制备关键技术研究.....	51
“竹·园·艺”——中国第十届花博会竹藤园实践.....	52
拓展竹户外产业应用，助力“以竹代塑”绿色发展 ——基于泰普森集团竹户外休闲产品研发生产的分析.....	52
生态文化引领“以竹代塑”的实现路径.....	53
东南亚竹类植物的多样性、生物地理、保护与可持续发展.....	53
双碳目标背景下的绿色金融发展机遇和空间.....	54
基于自然的绿色和气候适应性世界解决方案：山地生态系统的跨学科和规模视角.....	54
生物多样性与食物系统转型展望.....	55
全球化山地近自然农林复合系统途径的保护与发展.....	55
12 种竹子的叶表型变异及其与环境因子的关系.....	56

专题三、创新材料与市场开发	57
遮荫处理对苦竹笋苦味物质积累的影响.....	59
竹刨花强化混凝土墙板的发展.....	59
根据 ISO 22156 “完整联合测试” 规定的竹接头性能	60
竹管框单元装配式结构低层建筑体系.....	60
毛竹节维管束三维结构表征及其对力学性能的影响.....	61
竹塑建筑材料与低层预制建筑研究报告.....	61
使用竹层压板建造坚固、安全、轻量化和可持续的河流和沿海船只	61
在缅甸建造低成本住房的小直径竹子.....	62
受竹子启发的应用于能源设备的细胞尺度组装.....	63
利用自备生物偶联剂策略改善竹纤维/聚乳酸复合材料的界面性能.....	63
竹缠绕复合管材产品的可持续性和创新性.....	64
层压竹材的水性聚氨酯涂膜抗紫外线加速和自然风化的性能.....	64
高性能纤维增强竹复合材料构件的研制.....	65
创新设计中的长竹纤维.....	66
环境对正交胶合木楼板振动舒适度的影响.....	66
中国竹子贸易在“一带一路”沿线国家国际市场上有增长空间.....	67
高效阻燃及机械强度良好的壳聚糖基复合膜的简易制备	67
张村小学的竹门设计.....	68
基于能量的时间等效法来评估暴露在现实设计火灾曲线下木构件的耐火性能.....	68
竹子设计：十年技术发展.....	69
正交胶合竹 I 型断裂及铺层方式的影响.....	69
钢-木组合梁长短期受弯性能数值模拟研究	70
阻燃改性木材层板覆面对胶合木柱抗火性能影响研究.....	70
麦秸石膏复合材料覆面轻型木结构墙体抗火性能试验研究.....	71
矩形铝合金棒-木组合柱轴压试验研究	71
基于几何截面的竹材弯曲应力预测.....	72
竹材作为可持续经济的建筑材料：钢筋混凝土结构与竹材结构的比较.....	72
建筑信息模型平台上的轻型竹木结构设计与建造：以张北县双层民居为例.....	73
水热处理对毛竹材弯曲性能的影响.....	73
竹钉增强正交胶合木的隔声性能.....	74
龙竹-尾巨桉用于正交胶合木制造的可行性研究	74
天然竹原纤维在纺织领域的应用研究.....	75
天人山水大地艺术园-竹桥	75

基于真空辅助树脂传递模塑成型不同纤维形态竹纤维复合材料性能研究.....	76
基于数字化竹竿数据的竹杆桁架结构分析优化.....	77
相变储能型多功能透明竹材研究.....	77
辐照处理对重组竹物理力学及防霉性能的影响.....	78
竹材半纤维素提取及其解聚过程研究进展.....	78
一种具有良好机械强度和阻燃性能的壳聚糖基复合气凝胶的制备方法.....	79
FRP-胶合木-UHPC 新型组合梁长期性能试验研究.....	79
基于热改性的巨竹弧形层压板制备.....	80
来自阿根廷的多种生物质材料.....	80
云南箭竹笋贮藏过程中的生化变化及冷藏机制.....	81
基于小头直径的毛竹分级研究.....	81
竹子秆基输导组织的三维可视化.....	82
兼具良好 PM2.5 捕获性能和热稳定性的纤维素纳米纤维/聚乙烯醇/竹基活性 炭气凝胶片.....	82
真空自活化热解：一种将生物质废弃物转化为活性炭和可燃气体的环保方法.....	83
慈竹 γ -戊内酯预处理产物酯化制备高取代度醋酸纤维素的研究.....	84
木梁-钢柱自攻螺杆连接节点的抗震性能有限元分析.....	84
柱前衍生-UPLC 法测定竹沥中的氨基酸含量.....	85
竹叶黄酮类化合物对 FabG 的抑制活性.....	85
气调包装和生物保鲜剂在甜龙竹笋保鲜上的应用.....	86
毛竹秆加压热水提取物化学成分及生物活性研究.....	86
不同溶解性竹笋膳食纤维对体外消化及肠道菌群代谢的影响.....	87
一种用于制造竹炭的新型机械窑炉.....	87
哥伦比亚竹子标准发展.....	88
不同生长阶段竹材原本木质素的高效分离和结构变化研究.....	88
毛竹薄壁细胞显微结构及木质素微区分布研究.....	89
褐腐菌与白腐菌降解毛竹过程中主要化学组分的变化.....	89
p-TsOH 预处理过程中毛竹木质素的定量结构分析.....	90
采用钉剪力件的木-混凝土组合梁有效翼缘宽度研究.....	90
基于竹材细胞尺度重组的能源设备.....	91
多周期人工加速老化对重组竹物理力学性能的影响.....	91
淡竹叶极小碳点的制备及荧光机理与其在荧光防伪与细胞成像领域内的应用 研究.....	92
重组竹的长期自然老化行为研究.....	92
基于数字孪生的古建筑木结构开裂监测多传感器融合技术研究.....	93

竹子有助于改善生计、缓解饥饿.....	93
通过超高效液相色谱-串联四极杆-飞行时间质谱技术同时测定粉单竹竹秆 提取物中 25 种酚酸类化合物.....	94
毛竹材薄壁细胞次生壁微纤维取向的研究.....	95
弯曲对圆竹微密度、MFA 和 MOE 径向分布的影响.....	95
以竹代塑，减塑降碳，绿色发展.....	96
竹基纤维复合材料：密度对其耐水性能的影响.....	96
喷涂复合砂浆-原竹组合柱轴压力学性能研究及工程应用.....	97
竹纤维分离过程中木质素聚集态变化规律研究.....	97
通过展平密实一体化技术制备一种新型的竹质工程材料.....	98
原位泡腾反应辅助机械化学法提取竹叶中红草苷.....	98
矩形钢管框架-竹网格墙结构力学性能及施工工艺研究.....	99
不同加载条件下的竹材弯曲蠕变研究.....	99
碱处理竹纱线增强环氧树脂复合材料性能研究.....	100
高性能长竹纤维复合材料的生产和表征.....	100
巴西竹建筑发展策略：竹空间结构的参数化设计节点.....	101
竹黄在胶合界面中的作用.....	101
木-混凝土组合梁动力性能试验研究.....	102
藤基炭包覆铁纳米颗粒的一步合成制备及高效吸附.....	102
热压温度对重组竹耐水性能的影响.....	103
延性木框架梁柱节点及参数识别方法研究.....	103
籐竹垂直于纤维的抗弯强度的评价.....	104
火处理对竹子力学性能的影响.....	104
利用聚（儿茶酚/聚胺）涂层对竹纤维的表面改性及其作为聚乳酸基质增 强剂的应用.....	105
生态自锚式玻璃钢-竹复合地脚螺栓：概念与实验.....	106
通过计算设计构造的竹网壳.....	106
基于生物的分层结构连接的建模、设计和优化.....	107
毛竹中 <i>PheTB1a/b</i> 基因的生物学功能.....	107
专题四、共促产业和谐包容发展.....	109
竹子作为缓解气候变化的基于自然的解决方案：生物量、竹产品和碳信用.....	111
肯尼亚案例分析：竹藤生态系统修复.....	111
产业链理论在贵州高原山地竹产业高质量发展中的应用研究.....	112
运用创意经济促进竹产品与竹产业高质量发展.....	113

利用本地竹子促进亚马逊手工矿区退化土地的恢复.....	113
竹子：修复景观退化的理想工具.....	114
巴西启动竹子发展新周期.....	114
竹子在促进绿色发展的重要作用.....	115
理解竹产业集群模式支持区域可持续投资-金融（以长三角和其他地区为例）.....	116
竹产业认证.....	117
菲律宾伊洛伊洛的竹型煤生产生命周期评价.....	117
藤基炭包覆铁纳米颗粒的一步合成制备及高效吸附.....	118
确保用于生物质生产的竹子中货币、人力资本和自然资本回报.....	118
中国竹产业现状及产学研平台的建设与发展.....	119
青神县竹产业深度融合发展之路.....	119
创新源于匠心——以竹代塑，加快绿色低碳转型.....	120
森林碳汇助力碳中和的几点认识.....	120
竹子天堂：哥伦比亚竹生态旅游、农业和竹产品创新可持续发展模式.....	121
中国迈向自然受益型经济的机遇.....	121

迈向碳中和之路





生长在菲律宾棉兰老岛北部布基农省的马来甜龙竹 [*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer] 的生物评估设计

R. Aguinatan^{1*}, M. Carandang², R. Razal³, T. Villanueva³,
D. Racelis³, J. Cerna³

¹ 中部棉兰老大学, 马拉马格, 菲律宾
(*通讯作者: rgaguinsatan@cmu.edu.ph)

² 菲律宾大学, 洛斯巴诺斯, 菲律宾

³ 维萨亚斯州立大学, 拜拜市, 菲律宾

摘要: 竹子是一种新兴的林木资源, 因其对环境和经济的重要性而受到广泛关注。遗憾的是, 大多数现有的竹林没有关于其状况和条件的充分资料。对竹材的可用性缺乏可靠的估计。因此, 本研究被概念化。本研究的主要目标是建立布基农省马来甜龙竹的生长评估模型。具体而言, 本研究旨在确定马来甜龙竹的形态特征和物理属性受采伐地点和采伐方式影响的变异和趋势; 建立模型来预测给定林分的平均可用库存量; 创建一个用户友好的电子表格, 该表格可以自动计算特定地区或地点的竹子资源的数量。结果表明, 在评价马来甜龙竹人工林/林分时, 应考虑其立地特征和管理方案。这些因素对竹茎大小和茎秆特征均有显著影响。陡坡和严重或过度采收对块茎大小、群体、茎长和茎直径均有不利影响。接近水体对竹茎特性没有影响, 但对茎秆有显著影响。河边的竹子会更长、更大、并且含水量更高。以胸径为基础的方程式被认为是最佳拟合模型。设计了竹子储量计算器 (BSC), 编制了简单可行的评估方案。

关键词: 马来甜龙竹, 评估, 采伐规程, 水边

毛竹爆发性增长期非结构碳水化合物和水分动态

李雪^{1,2,3†}, 叶崇宇^{1,2,3†}, 方东明⁴, 曾强发^{1,2,3},
蔡延江^{1,3}, 杜华强^{1,2,3}, 梅婷婷^{1,2,3*}, 周国模^{1,2,3}

¹ 浙江农林大学亚热带造林国家重点实验室, 临安, 中国

² 浙江省森林生态系统碳循环与碳固定重点实验室, 浙江农林大学, 临安, 中国

³ 浙江农林大学环境与资源科学学院, 临安, 中国

⁴ 浙江农林大学济阳学院, 诸暨, 中国

(*通讯作者: ttmei@zafu.edu.cn)

†这些作者对这项工作做出了同等的贡献, 并共享第一作者身份。

摘要: 毛竹新发秆可在 1-2 个月内完成高生长, 不长叶。如果没有足够的叶片光合作用, 这种爆发性生长可能严重依赖外部的碳输入, 例如来自附近母秆的根状茎或秆中的碳存储。因此, 本研究通过为期 3 个月的实验, 监测了母秆中的非结构碳水化合物, 以及新茎与其附着的母秆之间的水分转移。将 9 对新萌发附着的母秆分为 3 个处理组,

分别为：1)不加处理的对照，2)在新发秆与母秆之间截根（处理 I），3）在处理 I 的基础上去除所有母秆叶片（处理 II）。在新发秆长出叶子前，有显著的碳水化合物和光合作用新合成的碳水化合物从母秆中转移。相较而言，长出叶子后碳的转移减少。同时，根状茎的液流方向表明，在叶前阶段，水在白天从新发秆流向母秆，而在晚上则相反。这些结果表明，新发秆的快速生长既依赖于之前的碳储存，也依赖于新的光合碳水化合物，而且碳转移可能与茎间的水分运输相协调。进一步研究可关注竹林整体网络的潜在支持作用。

关键词：爆发性增长，毛竹，碳转移，水转移，液流

水竹响应水淹胁迫的生理生化特征

罗慧莹¹，范少辉^{1,2*}，苏文会^{1,2}，蔺晓云¹，
景雄^{1,2}，龙永美¹，孙宇彤¹，储昊煜¹

¹ 国际竹藤中心，北京，中国

luohuiying@icbr.ac.cn（*通讯作者：fansh@icbr.ac.cn）

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

摘要：为生态系统相对脆弱的消落区植被恢复选用适生树种提供理论依据，探究耐淹速生竹种在水淹胁迫下的生理生化响应。以一年生水竹（*Phyllostachys heteroclada*）为试验材料，测定根部全淹及根部半淹两个处理下水竹光合气体交换参数、叶片资源利用效率、抗氧化酶活性、内源激素及非结构性碳水化合物的差异。研究发现在水淹处理下：（1）可溶性蛋白含量随胁迫时间的增长而升高；（2）叶片水分资源利用率、水竹胞间CO₂浓度及光合色素的总量均呈现先下降后上升的趋势，Chla/Chlb的比例从3:1上升至2:1；（3）抗氧化酶活性随水淹时长延长而上升。研究表明，短期中度水淹胁迫对水竹的光合作用表现出促进作用，随后光合各参数会逐渐下降至稳定水平，水竹通过一系列生理生化响应维持光合系统及细胞膜系统的正常运行，具有较好的耐淹能力。

关键词：水淹胁迫，水竹，河岸带，光和参数，逆境生理

肥城市竹林生态系统服务价值评估

李祎

国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，
北京，中国

（通讯作者：3496864562@qq.com）

摘要：基于肥城市第三次国土资源调查数据，采用影子工程、市场价值和机会成本法

等生态系统价值评估方法评估肥城市竹林在涵养水源、固碳释氧、固土保肥、养分积累和生物多样性保护等方面的生态系统服务价值。结果表明，肥城市竹林生态系统服务总价值为 1071 万元，单位面积服务价值为 7.53 万元。其中，涵养水源和固碳释氧所贡献的价值占生态服务总价值的 72.28%，是肥城市竹林生态系统提供的主要服务。研究结果为肥城市矿区生态修复工程建设、生态补偿政策制定和后续竹林生态效益评价提供了参考。

关键词：竹林，生态服务价值，价值评价方法，肥城市

负载有机胺的新型多孔竹炭对 CO₂ 的捕集

朱文凯¹，李松¹，张洋²

¹浙江农林大学化学与材料工程学院，杭州，中国
wenkai0814@zafu.edu.cn

²南京林业大学材料科学与工程学院，南京，中国

摘要：碳达峰和碳中和策略的提出引起了人们对高效、可持续的二氧化碳捕获材料研究的广泛关注。竹炭具有较高的固碳能力，开发竹炭衍生的新材料并应用于 CO₂ 捕集领域具有现实意义。在这项工作中，我们以原竹为基础材料，经过炭化后得到一种新型多孔竹炭；并采用浸渍法将有机胺负载其中，得到了一种具有良好 CO₂ 捕集性能的新型竹炭材料。相关研究表明，有机胺中的 NH₂ 和 C-N 吸附在竹炭上；同时，氨基化竹炭中存在 N1s 峰，说明羟基与有机胺的 NH₂ 发生了反应。此外，负载有机胺后的竹炭具有丰富的多孔结构和较大的比表面积，表明材料具有优异的物理吸附性能。在 25°C 纯 CO₂ 气氛下，新型竹炭材料的 CO₂ 吸附量达到 2.65 mmol/g。同时具有良好的 CO₂ 选择性吸附性能，分离系数可达 30。重要的是，这项作为构建新型竹炭材料作为丰富的多孔结构用于二氧化碳捕获提供了新的策略。

关键词：竹炭，胺基功能化，多孔结构，CO₂ 捕集

miRNA-mRNA 网络调控竹笋组织分化

李英¹，张德强²，张淑琴¹，姜永峰³，安新民²，江泽慧¹，高志民¹

¹国际竹藤中心，北京，中国
liying@icbr.ac.cn

²北京林业大学，北京，中国

³江西省林科院，南昌，中国

摘要：笋芽内部各个组织的分化和发育使得笋体不断地增粗，并在出土前完成一些列

地上茎秆所有组织和器官的雏形。该过程严重影响竹林的生物量积累和竹材品质。但是，至今该过程的分子调控机制尚不清晰。本研究利用转录组测序/小 RNA 测序技术分别从毛竹（WT 组）和厚竹（TW 组）处于 5 个不同发育时期笋芽的样本中鉴定到 58,652 个基因和 150 个 miRNAs，共表达分析显示毛竹和厚竹笋芽从发育早期到发育中期转变过程中部分基因存在相反的表达趋势。其中 14,029（65.17%）个基因和 68（45.33%）个 miRNA 在 WT, TW 和 WTTW 组存在差异表达，功能注释分析显示它们主要参与碳水化合物代谢和植物激素信号转导等生物学过程。玉米素、吲哚乙酸、赤霉素和脱落酸的含量在 5 个不同的时期均发生变化，其中玉米素的含量变化明显。我们联合分析了基因表达、miRNA 表达、激素含量的动态变化趋势，阐明了三者间的联系和区别。此外，定位技术再次验证了 miR166 可能调控地下笋芽、幼苗的根和节间木质部的形成。总之，组织分化是一个由 miRNA-基因-激素组成的多层次、复杂的网络联合调控，miRNA 和基因的表达水平的变化影响了组织的可塑性。本研究为竹林生物量积累和竹材品质形成分子机制研究奠定了基础，为竹子育种提供了大量的候选基因。

关键词：miRNA，组织分化，转录因子，植物激素，笋芽

碳水化合物代谢及其调控是影响采后笋品质的主要因素

李真¹，徐秀荣²，杨克彬¹，朱成磊¹，刘燕¹，高志民^{1*}

¹ 国际竹藤中心竹藤资源基因科学与基因产业化研究所，北京，中国

(*通讯作者：gaozhimin@icbr.ac.cn)

² 浙江省林业科学研究院，杭州，中国

摘要：竹笋是我国常用的蔬菜之一，但鲜笋的食用品质在采收后容易变质。虽然碳水化合物代谢是影响蔬菜品质的一个重要因素，但对于采后的竹笋来说，在很大程度上仍不清楚。本研究通过形态学、生理学、转录组学和 microRNA 测序分析，以研究采后毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 笋的特征。采后毛竹笋中可溶性糖、结构多糖和水解单宁含量快速下降，木质素和缩合单宁含量增加，导致食用品质下降。转录组和小 RNA (miRNA) 测序分析表明，鉴定出的差异表达基因 (DEGs) 和差异表达 miRNAs (DEMs) 主要富集在结构多糖代谢、淀粉和蔗糖代谢以及糖酵解途径中。这些 DEGs 的表达趋势与 DEMs 相反，而与碳水化合物的含量变化一致。我们构建了竹笋碳水化合物代谢的共表达网络，包含 15 个转录因子、78 个结构基因和 30 个 miRNA，并通过 qPCR 和 Y1H 验证了网络中的调控关系。此外，一个编码糖基转移酶的核心基因，被证实参与拟南芥的木聚糖生物合成。这些结果对于揭示采后竹笋的碳水化合物代谢机制具有重要意义，并为今后开展与木聚糖相关的分子育种提供了潜在的候选基因。此外，该基础研究对竹笋的合理储运具有重要的参考价值。

关键词：毛竹笋，采后生理，碳水化合物代谢，共表达网络，木聚糖生物合成

毛竹紫黄质去环氧化酶基因 *PeVDE* 具有光保护功能

孙化雨^{1,2}, 娄永峰³, 朱成磊^{1,2}, 杨克彬^{1,2}, 李雪平^{1,2}, 高志民^{1,2*}

¹ 国际竹藤中心竹藤资源基因科学与基因产业化研究所, 北京, 中国
(*通讯作者: gaozhimin@icbr.ac.cn)

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

³ 江西省植物生物技术重点实验室, 江西省林科院, 南昌, 中国

摘要: 植物能够通过一系列的光保护机制来减轻强光胁迫造成的光破坏。由紫黄质脱环氧化酶 (VDE) 和玉米黄质环氧化酶组成的叶黄素循环, 是强光环境下最快速有效的光保护机制之一。竹子是一类具有重要经济和生态价值的常绿植物, 然而 VDE 在竹子中的作用机理尚未阐明。本研究发现, 强光可以增加毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 的非光化学淬灭 (NPQ) 值, 有助于叶黄素循环成分的去环氧化, 同时使用 VDE 抑制剂 (二硫苏糖醇) 处理的样品 NPQ 值显著降低。使用基因编辑技术对毛竹叶片中的 *PeVDE* 基因进行原位突变, 可降低强光下的 NPQ 值, 进一步表明叶黄素循环在竹子的光保护中发挥着重要作用。在拟南芥 VDE 缺失突变体 (*npq1*) 中过量表达 *PeVDE* 可以恢复其 NPQ 能力, 说明 *PeVDE* 具有将吸收的过剩光能以热能形式散失的能力。此外, 与野生型 (Col-0) 植株相比, 过表达 *PeVDE* 的转基因植株表现出更强的光保护能力、更高的 NPQ 值, 在强光下光系统 II 最大量子产率 (Fv/Fm) 下降更慢、恢复更快。总之, 毛竹 *PeVDE* 通过叶黄素循环和 NPQ 来提高竹子的光保护能力, 有助于抵抗强光胁迫。

关键词: 毛竹, 叶黄素循环, 光保护, 非光化学淬灭, 紫黄质脱环氧化酶

基于 5 个竹种全基因组的 SSR 分子标记鉴定与开发

刘燕^{1,2}, 肖晓燕^{1,2}, 李广柱^{1,2}, 朱成磊^{1,2}, 杨克彬^{1,2}, 冯小虎³, 娄永峰⁴,
高志民^{1,2*}

¹ 国际竹藤中心竹藤资源基因科学与基因产业化研究所, 北京, 中国
(*通讯作者: gaozhimin@icbr.ac.cn)

² 国家林业和草原局/北京市竹藤科技重点实验室, 北京, 中国

³ 北京紫竹院公园, 北京, 中国

⁴ 江西省林业科学研究院, 南昌, 中国

摘要: 简单序列重复 (Simple sequence repeats, SSRs) 是广泛存在于植物中的重要分子标记之一。竹子是世界上重要的森林资源, 本文对 3 个木本竹和 2 个草本竹的全基因组 SSRs 进行了综合鉴定和比较分析。从 5737.8Mb 基因组序列中, 共鉴定出 567175 个完美 SSR 和 71141 个复合 SSR。在 10 种类型的 SSR 中, 二核苷酸型 SSR 数量最多, 平均每种约 50152.2 个。大多数 SSRs 位于基因间区, 而位于基因内的 SSRs 相对较少。进一步分析表明, 5 个竹种中具有 SSRs 的基因数目在 6284-18606 之间。基因功能注释的分布结果表明, 与木质素生物合成相关的 P450、过氧化物酶和 ATP 结合转运蛋白基

因可能在 SSRs 的介导下对木本和草本竹的生长发育发挥重要作用。对含有大量 SSR 的过氧化物酶基因家族进行进化分析结果表明, 5 个竹种过氧化物酶基因的直系同源基因对和大部分旁系同源基因对在进化过程中都经历了纯化选择。同时, 从毛竹过氧化物酶家族基因中鉴定出 15 个 SSR 标记, 在竹亚科 7 属 34 份竹种样品中具有多态性。这些结果为开展竹子比较基因组学、进化和分子标记辅助选择等研究奠定了基础。

关键词: 竹, SSR, 全基因组鉴定, 比较分析, 分子标记

竹林施氮促进竹笋生长并改变其木质化进程

杨克彬^{1,2}, 朱成磊^{1,2}, 张君波³, 李紫阳^{1,2}, 刘燕^{1,2}, 宋新章³, 高志民^{1,2*}

¹ 国际竹藤中心竹藤资源基因科学与基因产业化研究所, 北京, 中国

(*通讯作者: gaozhimin@icbr.ac.cn)

² 国家林业和草原局 / 北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

³ 浙江农林大学, 杭州, 中国

摘要: 氮是植物生长发育的主要动力, 也是提高植物生物量的关键营养物质之一。然而, 氮肥影响竹子生长的遗传基础却知之甚少。生理生化特征表明, 毛竹林施氮明显影响笋中多种酶的活性, 从而导致代谢物含量的变化。如笋在快速生长前期木质素含量积累受到显著抑制, 而后期木质素含量快速增加, 从而使得 8.0m 笋的木质素含量与对照组基本一致。基于转录组数据, 我们分析了笋快速生长期的基因转录动态变化趋势。结果显示, 在 1.0m 和 4.0m 笋中上调的差异表达基因 (DEGs) 显著富集在与生长相关的 GO term 中, 而在 8.0m 笋中上调的 DEGs 则富集在与木质素生物合成相关的 GO term 中。本研究进一步构建了 2 个调控网络: 一个是氮代谢调控网络 (包括 2 个参与氮代谢的关键结构基因和 118 个转录因子), 另一个为木质素合成的调控网络 (包括 17 个木质素合成的关键结构基因和 102 个转录因子), 并通过酵母单杂交试验验证它们之间的调控关系。综上所述, 氮肥通过影响多个代谢通路相关基因的表达, 进而影响不同快速生长阶段毛竹笋的生长, 说明毛竹对环境氮因子具有一定的可塑性。这些结果为竹子的遗传改良以及通过施用氮肥实现竹林可持续经营奠定了基础。

关键词: 毛竹, 施氮, 生长偏好性, 氮代谢, 木质化

比较转录组分析揭示 MicroRNAs 调控竹竿颜色变异的作用机制

朱成磊^{1,2}, 姜永峰^{1,2,3}, 杨克彬^{1,2}, 刘燕^{1,2}, 肖晓燕^{1,2}, 李紫阳^{1,2}, 郭栋^{1,2}, 孙化雨^{1,2}, 高志民^{1*}

¹ 国际竹藤中心竹藤资源基因科学与基因产业化研究所, 北京, 中国

(*通讯作者: gaozhimin@icbr.ac.cn)

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

³ 江西省林业科学研究院，南昌，中国

摘要：植物的竿色变异是一种有趣的现象，在驯化过程中有助于选育观赏植物新品种。去驯化变异被认为是鉴定和解释植物突变分子机制的理想方法，然而对于竹子茎竿颜色的变异机制仍然是未知的。在本研究中，以来自于黄竿乌哺鸡竹 (*Phyllostachys vivax* cv. *Aureocaulis*) 相同竹鞭的黄色和绿色茎竿为对象，解析竹子茎竿颜色形成的分子机制。表型和生理学结果表明，绿竿的胸径、节间壁厚和节间长度均大于黄竿，净光合速率和气孔导度均高于黄竿。绿竿中的叶绿素 a、叶绿素 b、类黄酮、类胡萝卜素和可溶性糖含量均高于黄竿，花青素含量低于黄竿。高通量测序结果显示，在两种不同颜色的竹竿中存在 295 个差异表达基因 (DEGs) 和 22 个差异表达 miRNAs (DEMs)，共有 103 个 DEM-DEG 相互作用对，其中 14 对 DEM-DEG 形成了 1 个参与光合作用和色素代谢的具有代表性的‘miRNA-mRNA’调控模块。通过 qPCR 和双荧光素酶检测验证了模块汇总 3 个关键对 (novel_miR_40-*PsaK*、novel_miR_20-*PRO* 和 novel_miR_20-*CHI*) 的相互作用关系。本研究为研究 miRNA 参与黄竿乌哺鸡竹在去驯化过程中的竿色形成的分子机制提供了新思路，对于揭示竹子的进化机制具有重要意义。

关键词：黄竿乌哺鸡竹，竿色变异，去驯化，比较转录组学，miRNA-mRNA 网络

肯尼亚农业气候环境与竹子栽培的适配性

Gordon Sigu Onduru, Margaret Kaigongi, John Otuoma, Nellie Oduor

肯尼亚林业研究所，内罗毕，肯尼亚

gsigu@kefri.org

摘要：肯尼亚种植竹子已有三十年的时间。大多数种植的竹子品种都是不同时间段引入肯尼亚的外来品种。然而，这种不协调的引入措施造成了现有种植竹资源基础的信息缺口，即不同农业生态区种植竹的生长表现和潜在投资回报方面不同步。这阻碍了竹子在该地的广泛种植。鉴于以上情况，为了将不同竹子品种与肯尼亚不同农业生态区相匹配，进行了竹子物种-地点适宜性评估。

本文概述了在肯尼亚种植的竹子品种的来源、它们在原产地的生长性能、它们在肯尼亚不同农业生态区的性能以及它们在肯尼亚不同地区的生态和社会经济利用潜力的评估结果。本文坚定了一种本土竹子和 15 种外来竹子。本土竹子品种为高地竹，外来竹子品种分别是泰竹、人面竹、锐药竹、牡竹、黄竹、版纳甜龙竹、龙竹、云南甜竹、缅甸龙竹、马来甜龙竹、马甲竹、孝顺竹、惠方刺竹、印度刺竹、金丝竹以及黄金间碧竹。立地适宜性分析表明，在海拔 2300-3200m 的自然范围外，不适合人工造林，而且其他引种品种在不同农业生态区的性能差异较大。

关键词：竹子品种，适地种植，农业生态区，肯尼亚

丹霞山竹类的多样性调查研究

童毅华¹, 倪静波¹, 黄钰玲^{1,2}, 陈昉³, 夏念和^{1*}

¹中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广东省数字植物园重点实验室, 广州, 中国

(*通讯作者: nhxia@scbg.ac.cn)

²中国科学院大学, 北京, 中国

³韶关市丹霞山管理委员会, 韶关, 中国

摘要: 竹类是重要的森林资源, 对竹类资源开展调查研究是保证竹子产业可持续发展的重要基础性工作, 对竹类的科学研究也有着重要的意义。丹霞山风景区是广东省境内面积最大的风景区, 其特殊的地质条件孕育了丰富的物种多样性, 但目前对于丹霞山竹类植物资源的多样性尚缺乏针对性的调查研究。通过 2019 年 4 月-2022 年 5 月对丹霞山全域的竹类植物资源进行调查, 结果表明丹霞山竹类植物有着相对较高的多样性与独特性: (1) 共发现竹类植物 9 属 45 种, 相比 2011 年调查的 17 种新增加了 28 种; (2) 发现了 3 个新物种, 即丹霞山刚竹、小麻竹和丹霞单枝竹; (3) 在丹霞山分布的 13 个野生竹种中, 有 2 种为丹霞山特有, 特有种所占的比例相对较高。本研究通过对丹霞山各竹种组成、分布区类型、用途以及分布进行研究分析, 基本摸清了丹霞山竹类植物的种数及资源状况, 对丹霞山竹类资源的开发与利用以及生物多样性研究具有重要的意义。

关键词: 竹类, 分类学, 多样性, 特有性, 植物资源

开花与未开花翠竹笋芽形态特征与转录组对比分析

姚文静, 林树燕*, 万雅雯, 张莉, 丁雨龙

南京林业大学竹类研究所, 南京, 中国

yaowenjing@njfu.edu.cn, ylding@vip.163.com

(*通讯作者: lrx@njfu.com.cn)

摘要: 竹类植物具有独特的生殖生物学特性。许多竹种营养生长期长达十几年甚至上百, 然后随着竹子大规模开花, 竹林衰败。实际上, 当竹子笋芽处于休眠状态时, 开花转变过程就已经被激活。在本研究中, 我们对开花翠竹和未开花翠竹在不同生长阶段的笋芽进行了形态特征和转录组对比分析。开花和未开花植株休眠芽的形态和解剖结构相似, 但开花植株的花芽与未开花植株的叶芽具有明显差异。通过将开花翠竹的休眠芽、萌发芽、花芽与未开花翠竹的休眠芽、萌发芽、叶芽的转录本进行对比分析, 所获得的差异表达序列大多参与代谢合成、信号传递、翻译和其他功能。在差异表达序列中共筛选出 2434 个参与不同开花途径的基因, 其中有 647, 298, 93, 1023, 179 个基因分别参与光周期途径、春化途径、自主途径、GA 途径和年龄途径。尤其光周期途径相关差异表达基因与昼夜节律和植物激素信号转导密切相关, 在开花转变过

程中具有重要作用。此外，对一些开花调控关键基因如 *CO*、*FT*、*FLC* 和 *SOC1* 等的相对表达水平进行了 qRT-PCR 验证，结果显示其相对表达量趋势与 RNA 测序分析基本一致。本研究揭示了开花翠竹和未开花翠竹不同生长阶段笋芽的形态差异，并通过其转录组对比分析，筛选出一些开花转变相关基因，将丰富竹类植物生殖生物学的研究，为揭示竹类植物开花转变的分子机制提供理论依据。

关键词：翠竹，开花路径，笋芽，开花转变，转录组测序

竹类根系在水生生物基质生长和生命强化中的作用

D. Waruiru

¹水资源、灌溉、环境和气候变化部，涅里郡政府，涅里，肯尼亚
danson851@gmail.com

摘要：水生生物通常以浮游植物为食，而生长在湿地的竹子通常被认为与浮游植物存在共生关系。在不使用化肥和杀虫剂的情况下，竹子仍然可以存活。竹子可以 100% 有机种植。因为竹子自身天然的生物制剂可以保护其根部不受破坏性真菌和细菌的侵害，同时也可以保护水生生物的食物--浮游植物。竹子可以使周围环境的 PH 值保持在碱性。这又是竹子植物的生态友好特性。因此，当水生生物，特别是鱼吃浮游植物时，与竹子植物的缺失相反，呈碱性形式。

除了根，竹叶没有化感作用，因此落叶不会对水生生物生态系统造成危害。竹子起到截流作用，净化可能对水中生物有害的水流。它的根系非常密，能过滤水中的杂质和污染物，保护水生生物。竹子根茎网络密集，利用植物物质过滤水，去除有机和无机污染物，是非常有效的植物修复过程。竹子的植物组织可以吸收污水，去除、改变或者杀死有害物质。

关键词：生物剂，化感作用，截流，缓冲，植物修复

毛竹扩张不同阶段下林分结构及地下鞭特征研究

王意锟¹，任树梟²，季新良³，马毅³，朱强根¹，金爱武^{1*}，方万力³

¹丽水学院，浙江丽水，中国

(*通讯作者: wykknjfu@163.com)

²浙江农林大学省部共建亚热带森林培育国家重点实验室，杭州，中国

³钱江源-百山祖国家公园龙泉保护中心，龙泉，中国

摘要：为探究毛竹向针阔林扩张不同阶段下林分结构及毛竹地下鞭特征的差异，以浙江凤阳山毛竹扩张 3 个不同阶段的林地（竞争排斥阶段林地，A；优势维持阶段林地，

B; 长期处于优势维持阶段林地, C) 为研究对象, 通过冗余分析和 Heatmap 分析揭示地下鞭特征与土壤理化性状、林分结构及土壤动物之间的关系。结果表明, 随着毛竹向针阔林的扩张, 毛竹密度提高, 但毛竹胸径降低; 地下鞭在 0-10cm 土层分布最多, 且壮龄鞭生物量在优势维持阶段的毛竹林地内最大, 但长期处于优势维持阶段后又会有所下降。幼龄鞭生物量与毛竹胸径和株高呈正相关的关系, 壮龄鞭、老龄鞭生物量与毛竹密度呈正相关的关系。而地下鞭节间长、直径与毛竹胸径存在正相关的关系; 土壤有机质、全氮及容重均与幼龄鞭生物量呈正相关关系, 与老龄鞭呈负相关的关系, 而土壤总孔隙度与壮龄鞭、老龄鞭生物量呈正相关的关系; 土壤中前气门亚目、中气门亚目以及弹尾目棘跳科等土壤动物分布密度与毛竹胸径和株高呈显著负相关, 前气门亚目、弹尾目圆跳科与林地老龄鞭生物量呈显著正相关的关系。长期处于优势维持阶段的毛竹林, 由于种群内的空间和资源竞争, 会导致林分的地上和地下结构均出现衰退, 可适当进行人为干预维持林地生态功能。

关键词: 毛竹扩张, 林分结构, 地下鞭, 土壤理化性状, 土壤动物

土层厚度对箬竹林下植被生物量分布格局的影响

吴义远^{1,2}, 董文渊², 钟欢², 浦婵³, 李鑫³, 谢泽轩³

¹ 西南地区国家林业局生物多样性保护重点实验室, 南京林业大学, 南京, 中国
1148311123@qq.com

² 西南林业大学箬竹研究院, 昆明, 中国

³ 大关县林业和草原局, 昭通, 中国

⁴ 威信县林业和草原局, 昭通, 中国

摘要: 背景及目的: 理清林下植被生物量的分布格局是研究竹林生态系统物质循环的重要内容。然而, 以往的研究主要集中在植被和竹子生物量的变化格局上, 而较少关注其生物量与环境因素之间的关系。本文主要研究了土壤深度为 0-40 cm、0-80cm 和 0-120cm 的箬竹林下植被生物量分布规律及植物生物量分布特征与土壤理化性质的关系。

主要结果: 箬竹林下灌木和草本植物的地上生物量及地下生物量均随土壤厚度的增加而增加, 林下植被的生物量分配符合最优分配理论, 即与具有相对充足水分和养分的中土层和厚土层生境相比, 薄土层生境的林下植被倾向于将生物量分配到受限制的地下部分; 与中、厚土层相比, 由于土壤水分和营养资源的限制, 林下植被的生物量分配具有更强的塑性和调节能力; 植被植物生物量与土壤理化性质之间存在不同程度的相关性。其中, 毛细管孔隙率和总钾是影响林下植被配置的两个主要理化因素, 且灌木和草本生物量与竹子生物量密切相关, 其解释量高达 99.1%。

主要结论: 随着土壤厚度的增加, 竹林林下植被生物量呈最优分配趋势。在生产上通过疏松土壤, 施适量钾肥, 可改善林下植被的生长, 从而促进箬竹的生物量积累。

关键词: 林下植被, 生物量, 土层厚度, 相关性, 箬竹

竹子保护生态系统

Tamwo Teboug Severin Hosely

喀麦隆竹藤专家组主席，雅温得，喀麦隆
hoselyseve@yahoo.com

摘要：建筑是最大的二氧化碳排放来源之一。为了在 2060 年实现碳中和，包括中国在内的许多国家都需要为建筑业发展碳减排途径。对于国际竹藤组织在内的许多国际组织来说，竹子是减少二氧化碳浓度和缓解气候变化合适之选。这就是减少碳排放是至关重要的原因。同时，竹子具有较高的抗拉和抗压强度，是理想的建筑材料。

竹子生长在热带和温带地区，是一种天然的建筑材料。但是人们对竹制建筑材料储存的认知存在限制。我们的研究包括评估二氧化碳排放量和碳储量，以分析竹子减少碳排放的潜力。结果表明：种植阶段碳吸收量最大，生产阶段碳排放量最大。碳化似乎是碳排放最高的生产过程，其次是防腐和干燥处理。

本研究提出并验证了一些有助于减少碳排放的策略。与标准木材、工程木材、水泥、钢铁、木材、汉麻混凝土相比，竹建筑材料具有最高的二氧化碳排放量和碳储量。预计此项评估不仅有助于研究人员了解竹制建筑材料的减碳潜力，也有助于从业者推广基于竹制建筑的减碳途径。

关键词：竹建筑材料，碳排放，碳储量，建筑行业

厚竹高生长过程中竹秆淀粉粒的变化规律

胡添翼^{1,2*}，许婷婷^{1,2}，魏强³，杨光耀^{1,2}，于芬^{1,2}

¹江西农业大学林学院，南昌，中国

(*通讯作者：1336264399@qq.com)

²江西省竹子种质资源与利用重点实验室，南昌，中国

³南京林业大学竹类研究所，南京，中国

摘要：为揭示厚竹 (*Phyllostachys edulis* ‘Pachyloen’) 快速高生长的物质基础，进一步探究厚竹快速高生长的机理。本研究采用常规石蜡切片结合光学显微技术，研究厚竹高生长过程中竹秆淀粉粒的时空动态变化规律。结果表明：(1) 淀粉粒随着竹秆的高生长逐渐减少。同一节间的不同部位淀粉粒的含量也存在差异。在轴向上，同一节间从上至下淀粉粒含量升高，节间基部的淀粉粒最多。节部的淀粉粒含量始终高于节间。高生长停止后，在节部长、短细胞中仍有淀粉粒分布。(2) 在径向上，从外至内，淀粉粒逐渐减少，且维管束周围淀粉粒明显多于其他部位。(3) 节隔缺失的异常节节间和节部的淀粉粒含量较正常的多，且节间各部位淀粉粒含量相似。研究发现，淀粉粒的时空动态变化与厚竹高生长过程中节间细胞的发育规律一致，节部可能主要通过控制物质运输来调控竹子的高生长。为进一步探讨竹秆快速高生长的物质代谢机制提供了基础。

关键词：厚竹，高生长，淀粉粒，竹秆，节部

竹子在巴西连锁酒店的应用

G.F. Katiane¹, F. F. L Ana², F. Nivaldo³, F. D. Wanderlei⁴

¹ 巴西创新可持续发展中心，隆德里纳，巴拉那州，巴西
presidencia@cebis.org.br

² A Fiorda 咨询和顾问公司，圣保罗，巴西

³ NF Bambuzeria 公司，南圣克鲁斯，南里奥格兰德州，巴西

⁴ Wanderlei Daleci 家具公司，阿里克米斯，朗多尼亚州，巴西

摘要：2021 年，“连锁酒店发展生物经济”启动，重点使用天然纤维，涉及设计和技术创新的新产品研发，特别强调竹子，建议在酒店区域物品使用可再生原材料，取代不可再生原材料。

研究人员进行的研究表明，从数量/体积方面来看，连锁酒店购买量最大的是个人一次性使用物品，如杯子，餐具，浴帽，拖鞋和包装，其庞大垃圾处理量也引起了人们的关注。公共区域和私人区域花费最大。在私人区域，房间里更换最多的物品：椅子、灯、台灯、枕头、窗帘和画。在公共区域，地毯、装饰和沙发、桌子等家具。在潮湿的户外公共区域，同样也需要很大一部分的维护预算。研究的另一个相关点是家庭厨房和餐厅的装饰物品。

研究的结论指出了使用竹子，这将提高人们对可持续性的意识和认识。根据调查，超过 70% 的客人表示，会在预定房间时重点关注这一点。除了上述可以完全用竹子代替的项目外，竹子还可以用于土木建筑的结构和饰面材料，以及员工制服和配件。

关键词：酒店，市场，宾客，旅游业

离体培养的勃氏甜龙竹种子萌发、幼苗生长及秋水仙素的抑制机制

李娟^{1,2,3}，吕卓^{1,2,3}，王曙光^{1,2,3*}

¹ 云南省丛生竹重点实验室，西南林业大学生命科学学院，昆明，中国
(*通讯作者：stevenwang1979@126.com)

² 西南林业大学国家林业和草原局科技创新团队，昆明，中国

³ 西南林业大学竹藤研究院，昆明，中国

摘要：竹子很少开花，几乎无法收获种子，因此对竹子种子的萌发生理研究较少。秋水仙素对竹子种子萌发和幼苗生长的生理影响目前还缺乏系统的研究。本文研究了在添加不同浓度的秋水仙素培养基中，勃氏甜龙竹种子的萌发情况及幼苗生长情况，同时分析了秋水仙素的生理作用及其作用机理。结果表明，勃氏甜龙竹种子处于非休眠

状态，种子在第 4 天时萌发率最高，21 天后全部萌发。秋水仙素能抑制种子萌发和幼苗生长，但不改变种子萌发模式。随着秋水仙素浓度的增加，种子萌发率和幼苗生长率逐渐降低。秋水仙素对幼苗生长的抑制程度大于对种子萌发和根系生长的抑制。高浓度的秋水仙素阻碍了种胚发育，甚至导致种胚发育异常。在组培条件下，种子萌发和幼苗生长主要依赖于内源淀粉和可溶性糖的降解，其中 α -淀粉酶、STP 和 SUSY 起关键作用。秋水仙素通过抑制 α -淀粉酶、STP 和 SUSY 活性来抑制种子萌发和幼苗生长。在种子萌发和幼苗生长过程中，秋水仙素对蔗糖降解的抑制程度大于对淀粉降解的抑制。本研究为竹类植物遗传育种中幼苗生理提供了新的思路。

关键词：竹子种子，萌发，幼苗生长，糖代谢，抑制机制

运用遥感和基于模型的统计推断估计福建竹林总面积

徐晴^{1*}，刘广路¹，魏松坡¹，官凤英¹，范少辉¹

¹ 国际竹藤中心，北京，中国
(*通讯作者：qing.xu@icbr.ac.cn)

摘要：以行政区划为调查总体，其竹林面积是一个综合反映地区性竹资源数量的总体参数，也是该区域内竹林固碳能力的重要指标。运用基于模型的统计推断和遥感对地观测数据是提升总体参数估计精度的有效方法，然而，模型的不确定性并不等于总体参数估计的不确定性，且基于模型的统计推断依赖平衡样本，非平衡样本存在极大风险导致竹林面积估计的系统误差即估计偏倚。本研究结合 Landsat 8 光学影像和福建省第九次森林资源连续清查（即一调）样地数据，在基于模型的统计推断框架下估计福建省竹林面积及其不确定性。本项目有以下两个研究目的，一是量化竹林面积估计的不确定性，二是揭示非平衡样本对竹林面积无偏估计的影响。竹林概率与光谱之间的数值关系由 logistic 回归模型表达，运用泰勒序列一阶展开和模型解析式精准量化估计的不确定性。实验结果表明，非平衡样本造成福建竹林面积系统性高估 68%，估计偏倚的方向和大小与非平衡样本的统计特性有关。

关键词：调查总体，总体参数，估计不确定性，无偏估计，方差分解

毛竹高效遗传转化和基于 CRISPR/Cas9 基因编辑体系的建立

黄碧芸^{1,2†}，卓仁英^{1,2†}，凡惠金^{1,2}，王雨璐^{1,2}，徐静^{1,2}，金康鸣^{1,2}，乔桂荣^{1,2*}

¹ 中国林业科学研究院林木遗传育种国家重点实验室，北京，中国
² 中国林业科学研究院亚热带林业研究所浙江省林木育种重点实验室，杭州，中国
(*通讯作者：gr_q1982@163.com)

†这些作者对这项工作做出了同等的贡献，并共享第一作者身份。

摘要：毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 是世界上最重要的散生竹种。由于缺乏遗传转化体系，控制毛竹重要性状的基因功能难以得到验证，分子育种难以实施。本研究利用未成熟胚建立了毛竹再生体系。在 MS 培养基上添加 $4\text{-}6\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 2,4-D 可获得 60% 以上的愈伤诱导率。不定芽分化以 $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA, $2.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ BAP 和 $3.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ZT 的植物生长调节剂组合为宜，并且经 $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ABA 预处理后，不定芽分化率可增加至 43%。通过潮霉素敏感性测试确定了高效的抗生素筛选浓度。我们进一步优化了农杆菌侵染浓度，通过增加真空渗透提高瞬时表达效率。本研究首次建立了毛竹遗传转化体系，转化效率约 5%。为了进一步优化基因编辑效率，分离了 2 个毛竹内源 U3 SnRNA 启动子用于驱动 SgRNA 的表达。结果显示，PeU3.1 启动子具有更高的编辑效率并用于后续的基因编辑。最终，通过高效的 CRISPR/Cas9 基因编辑系统获得了 *pds1pds2* 纯合突变体。这些技术体系将有利于毛竹基因功能验证，促进毛竹分子育种进程。

关键词：毛竹，未成熟胚培养，植株再生，遗传转化，基因编辑

湿润半干旱地区竹林农林系统地上生物量和碳含量的异速生长方程 ——以巴苦竹 (*Bambusa balcooa* Roxb) 为例

Sruthi Subbana¹, Syam Viswanath²

¹印度竹协会，印度

²喀拉拉邦科学、技术和环境委员会喀拉拉林业研究所，
德里久尔，喀拉拉邦，印度
sruthisubbanna@gmail.com

摘要：多年来，气候变化已成为国际社会讨论的焦点，对实现碳中和社会具有特殊意义。本研究着眼于竹子，特别是巴苦竹 (*Bambusa balcooa*) 在农林业中的固碳潜力。本研究通过分别在湿润和半干旱地区，对样本进行伤害性取样，分析了竹子的地上生物量 (AGB) 和碳含量。次级样品被带到实验室，采用标准程序估计竹杆的地上生物含量和碳含量。半干旱区 10 年生巴苦竹根茎的地上生物含量为 $75.75\text{mg}/\text{ha}$ ，几乎与湿润区 6 年生的 $71.11\text{mg}/\text{ha}$ 相当，表明该树种在湿润区生长最好。

此外，建立了预测地上生物含量和碳含量的回归方程模型。地上生物量在湿润区 ($r^2=0.795$, $p<0.01$) 和半干旱区 ($r^2=0.832$, $p<0.01$) 和碳含量在湿润区 ($0.813, p<0.01$) 和半干旱区 ($0.816, p<0.01$) 的秆参数拟合极显著。所开发的异速生长方程可以在不同情景建设估算巴苦竹在农场林业中的固碳潜力，帮助创建更好实现碳中和的途径。因此，本文描述了在农场林业设施中种植竹子的机遇和挑战，以及竹子在减缓气候变化、实现碳中和目标碳封存潜力。

关键词：巴苦竹，碳中和，碳封存，竹子，气候变化

N₂和CO₂气氛下竹箨的热解特性及气态产物

侯艳梅^{1,2}, 冯子兴^{1,2}, 何玉玉^{1,2}, 高奇^{1,2}, 倪良萌^{1,2}, 任浩^{1,2}, 苏梦福^{1,2},
刘志佳^{1,2}

¹ 国际竹藤中心, 北京, 中国

593758358@qq.com

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

摘要: 采用热重分析法研究了竹箨(BSS)在N₂和CO₂气氛下, 采用不同加热速率(5、10、20和40°C/min)的热分解过程。对两种等转换动力学方法(Kissinger-Akahira-Sunose和Flynn-Wall-Ozawa)、热力学参数和气态产物组成进行了测定和比较。结果表明, 在两种热解气氛下, E_a对α/T的变化趋势存在显著差异。标准曲线显示, 2种气氛(N₂和CO₂峰1)的数据在0.5转换前与R₂、R₃、A₂反应模型拟合较好, 而后符合F₂反应模型。在较低的转换范围内(α≤0.5), CO₂气氛下第二个特征峰的反应曲线均遵循R₂和R₃模式。热解过程中的气态产物主要包括CO、CO₂、H₂O、CH₄、醛类、酮类、醇类和芳香族化合物。在N₂气氛中BSS热解气态产物的数量明显低于CO₂气氛。将CO₂废气运用到生物质热解过程将有利于产生有用的气体。

关键词: 竹箨, 热解, 动力学, 热力学, 气态产物

铁竹不同器官中硅含量和植硅体形态特征的变化

徐睿, 王曙光, 王昌命, 詹卉

西南林业大学, 昆明, 中国

xurui891019@163.com

摘要: 硅是土壤中第二丰富的元素, 它以不同形式的植硅体被吸收和生物矿化在植物器官中。植硅体的研究进展迅速, 广泛应用于植物分类学、古生态学、动物学、地质学、土壤学、农学和考古学等众多领域。现生植物植硅体的研究对提高植硅体分析的准确性具有重要意义。本文通过对1年生、2年生和3年生铁竹各器官(叶、枝、箨、秆、鞭和根)的硅含量、植硅体形态及其组合的系统研究, 明确了铁竹不同生长阶段的不同器官中硅含量和植硅体形态的变化。结果表明, 铁竹各器官的硅含量差异较大, 从高到低依次为叶>箨>枝>根>鞭>秆, 部分器官(叶、枝、鞭和秆)的硅含量与竹龄显著相关。

在铁竹的不同器官中主要观察到24种植硅体形态类型, 这些形态类型与竹龄密切相关。其中, 枝、秆、根和鞭以复合形植硅体为主。叶的植硅体相对丰富, 主要有哑铃形、长鞍形、双顶圆台形、气孔形、齿状棒形、竹节形、球状棒形、臂状细胞形、尖形和长尖形。3年生叶片的植硅体指数受气候影响较小, 相对稳定, 可用于评估叶片蒸腾和环境条件。这项工作将丰富禾本科植物植硅体形态, 也有助于建立竹类植物植硅体分类系统, 并为植物植硅体分析提供依据。

关键词：器官，植硅体，植硅体形态，硅，变化

基于钙信号的毛竹干旱胁迫响应特征

景雄，范少辉

国际竹藤中心，北京，中国

jxicbr@163.com

摘要：本研究旨在评估干旱胁迫下毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 生理响应的主导因子，运用非损伤微测技术 (NMT) 活体监测聚乙二醇 (PEG) 模拟水分胁迫处理下，毛竹实生苗根部“第二信使” Ca^{2+} 流速特征，测定不同土壤水分含量下毛竹实生苗的生理指标。运用主成分 (PCA)，筛选归类出毛竹响应干旱胁迫的主要生理因子，进行曲线拟合构建回归模型。毛竹响应干旱胁迫生理指标中前 3 个主成分方差贡献率分别为 75.0%、13.3% 和 5.0%。钙信号传感蛋白激酶 CDPK 含量占第一主成分中的载荷量贡献较大，干旱胁迫使毛竹钙信号传感蛋白钙调素 (CaM) 和钙依赖蛋白激酶 (CDPK) 含量升高，根尖 Ca^{2+} 呈现强吸收态。此外，随着土壤含水量下降，毛竹叶片丙二醛 (MDA)、脯氨酸 (Pro)、甜菜碱 (Bet)、茉莉酸 (JA) 及脱落酸 (ABA) 含量增加，而生长素 (IAA) 含量降低，且与 CaM 和 CDPK 的含量显著相关。干旱胁迫下毛竹钙信号被激活，并级联胞内抗旱生理反应应对干旱胁迫，本研究结果旨在为毛竹抗旱机理研究提供生理数据支撑。

关键词：毛竹，干旱胁迫，钙离子，钙传感蛋白，抗旱生理

麻竹成花转变的综合分析揭示 DFTs 在开花过程中的作用

凡惠金^{1,2†}，卓仁英^{1,2†}，王汇源³，徐静^{1,2}，金康鸣^{1,2}，黄碧芸^{1,2}，乔桂荣^{1,2*}

¹ 中国林业科学研究院林木遗传育种国家重点实验室，北京，中国

² 中国林业科学研究院亚热带林业研究所浙江省林木育种重点实验室，
杭州，中国

³ 福建农林大学，福州，中国

(*通讯作者：gr_q1982@163.com)

†这些作者对这项工作做出了同等的贡献，并共享第一作者身份。

摘要：与一年生草本植物和多年生木本植物不同，竹子具有独特的开花特征，即花期长且难以预测。为了了解竹子开花的分子调控机制，对麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) 进行了综合研究，包括形态学、生理和转录组分析。通过比较转录组分析，鉴定出与开花途径相关的差异表达基因。其中，DFT1——成化素 FT/Hd3a 的同源基因，在开花竹子中显著上调。过表达 DFT1 的转基因麻竹，在愈伤组织继代过程中直接分

化出小穗，且下游基因 AP1 表达上调；而过表达 DIFT1 的转基因水稻表现出较强的早花表型。DIFT1 和 DITFL1 都可与 DIFD 互作，且 DITFL1 延迟开花，推测 DITFL1 与 DIFT1 在麻竹中具有拮抗作用。此外，DIFT1 的表达受到 DICO1 的调控，这表明麻竹中可能存在 CO-FT 调控模块。这些结果表明，DIFT1 是成花素候选基因，能够促进开花且功能保守。有趣的是，结果首次表明 DIFT2 可以与 E3 泛素连接酶 WAV3 特异性相互作用，而 DIFT3 转录本主要为无义剪接。这些发现为更好地了解成花素基因在竹子中的作用提供了依据，并为今后调控竹子开花奠定了理论基础。

关键词：麻竹，成花素，开花，FT，开花调控

藤条鉴定创新：下一代 DNA 条形码

Benedikt G. Kuhnhauser^{1*}, Jason Stevenson¹, Rowan Schley², László Csiba¹, Sidonie Bellot¹, William J. Baker¹

¹英国皇家植物园邱园，伦敦，英国

²英国埃克塞特大学，埃克塞特，英国

(*通讯作者: b.kuhnhaeuser@kew.org)

摘要：藤条品种鉴定是生物研究和工业应用的基本前提之一。世界上有 487 种藤条品种，它们生长在不同的国家，特征不同，所面临的威胁不同。然而，由于藤类的所有诊断特征在采收时都被删除了，目前还没有识别藤类的方法。这是野生资源可持续管理和供应链监测的主要障碍。DNA 条形码则有望实现藤条鉴定，但由于传统的单基因条形码在植物中识别力不足而受到限制。

在这里，我们提出了下一代 DNA 条形码方法，它可以使用新的测序技术，生成巨大的基因组数据库。我们建立了一个物种级别的基因组参考数据集，涵盖了省藤属 99%，共 411 个品种。该数据集包括基因概览（质体系）、全能型 Angiosperms353 靶捕获数据（353 个核位点）和手掌特异性 PhyloPalm 靶捕获数据（970 个核位点）。在此基础上，我们开发下一代 DNA 条形码方法，采用结合序列组成特征（如 Skmer）、序列相似性（如 VSEARCH）和系统发育放置方法（如 pplacer）。这个 DNA 鉴定工具包将使藤条鉴定成为可能。实验室和生物信息学方法以及基因组参考数据集将向公众免费提供，这将提供一种新的工具，确保藤商可持续采购和阻止非法采伐。

关键词：藤，藤条，省藤属，DNA 条形码，鉴定

人居竹景观应用的研究与探讨

王子研¹，王成²，江泽慧³

¹清华大学建筑学院，北京，中国

ziyanw93@163.com

² 中国林业科学研究院林业研究所, 北京, 中国

³ 国际竹藤中心, 北京, 中国

摘要: 人居竹景观是指在人类聚居环境中, 由竹类植物构成的各类型空间所呈现的视觉景观, 及其在人的思想意识中映射的竹文化景观的集合, 本文主要从视觉和意识两个层面对竹景观在我国人居环境内应用进行具体探讨, 通过城镇和乡村聚落分别探讨南北方竹景观的应用特征及差异。我国竹景观资源十分丰富, 居世界领先地位, 但对于人居竹景观的研究还较为匮乏, 研究视角和方法也较为单一, 本文还针对以上问题, 提出了跨学科多视角地人居竹景观研究, 如基于人文地理学的竹文化基因图谱研究, 利用可视化技术进行竹景观建模研究以及宏观尺度上的空间格局研究等, 进行深入地全面系统地人居竹景观研究, 完善我国人居竹景观研究的框架体系, 充分发挥“竹子大国”的优势, 推进竹景观在我国城镇及乡村的应用和发展。

关键词: 人居竹景观, 文化基因图谱, 竹类公园, 人居林, 可视化

热解升温速率对机制炭的燃料特性的影响: 模仿工业热解过程

任浩, 倪良萌

国际竹藤中心, 北京, 中国

hao991105@163.com

摘要: 为了研究机制炭的燃料特性和热解升温速率率之间的关系, 根据工业生产阶段(预热、初级热解和碳化阶段), 用不同升温速率对生物质压块(由 70%的竹子和 30%的木材混合制造)进行热解。对机制炭进行了工业分析和元素分析, 以及热重分析和动力学分析。结果表明, 初级热解阶段, 热解升温速率对机制炭的质量和产量有明显的影响。根据生产效率和能源性能, 建议预热、初级热解和碳化阶段的升温速率分别为 5°C/min、1°C/min 和 5°C/min。最佳机制炭的热值、能量富集系数、热值提升、能量产量和燃料比率分别为 34.02 兆焦/千克、1.777、1.716、71.65%、55.27 和 11.51。该机制炭的最小活化能为 98.57KJ/mol。这项研究的结果将有助于理解和规范机制炭的制造过程。

关键词: 竹子, 杉木, 机制炭, 升温速率, 能量特性

喀麦隆西南部: 竹藤应对气候变化, 促进碳中和

E.A Eneme¹, P. Sama-Lang², O.N. Bessong¹

¹ 西南发展局 (SOWEDA), 布埃亚, 喀麦隆
agnes.eneme@gmail.com

² 布埃亚大学，布埃亚，喀麦隆

摘要：在几内亚湾，喀麦隆西南部（SWC）的农村地区，西南发展局（SOWEDA）制定新的策略，以适应气候变化。西南发展局和国际竹藤中心喀麦隆和中非办事处在竹藤产业价值链中将竹藤作为实现碳中和的战略之一。目前正在 Cameroon Mountain (CaM)、the Rumpi Hills(Rumpi)和 Muanenguba Mountain (MaM)的山脚斜坡上寻找现有竹藤的种植潜力。在国际竹藤中心的协商下，第一届非洲竹藤大会的碳中和关注度很高，并基于喀麦隆环境法提出了发展竹藤价值链的建议。

设置农林耕作体制平衡过度开发。预计这一举措将有助于重建碳储量，打造更广阔的绿色植被，同时减少山体滑坡和洪水的发生。作为一种非木材森林产品（NTFP），竹藤将更容易取代木材，作为制造原料。碳中和战略应对气候变化，将确保生物多样性和森林生态系统的恢复和保护。

关键词：气候变化，修复，碳中和，生物多样性，农林耕作体制

以竹子为基础的社会-生态系统，促进矿区土地退化中立（mLDN）

Kamesh Salam

南亚竹业基金会，古瓦哈提，阿萨姆邦，印度

摘要：采矿是生态系统供应的最大减速剂，主要是通过开采夺取，然后是土地退化。2018年，印度政府授权采矿业进行开采。在阿拉哈巴德附近，以竹子为主导的植物修复了超过20年被采矿破坏的4000公顷土地；96个村庄的786000人又在种植粮食（也是能源）作物；鸟类和动物又回到了它们的老栖息地。生物质提供部分电能；沼气用于烹饪。以竹子为中心的人工林到半工业化的生产生态系统是mLDN的一个可行选择，还可在超过30万公顷土地上为1000万至1500万矿工的生存提供气候适应能力提升。在这些土地上，人类活动预计将成倍增长，以促进经济增长和绿色技术发展。

政府指令对采矿业有保证金（估计约10亿美元）来解决mLDN相关问题。CAMPAN已经向各州支付了60亿美元用于重新造林；合理的康复估计分别为600/18,000美元/人/公顷。全球基金/官方发展援助可用来减少社区对气候影响的脆弱性。本研究以亚洲和非洲为例，阐述了LDN循环经济中从种植到工业化生产的路径；以及增加投资以构建脆弱社区恢复力的趋势。

关键词：社会生态，采矿，退化，修复

E-Bamboo 社区流动保健诊所

Dulce Blanca T. Punzalan¹, Ronald S. Balane², Christian S. Camacho³

¹ Filbamboo Exponents, Inc., 奎松，菲律宾

dulzbtp@yahoo.com

² 菲律宾大学建筑学院, 迪里曼, 奎松, 菲律宾

³ 科技部-林产品研究开发院, 洛斯巴尼奥斯, 内湖省, 菲律宾

摘要: 世界卫生组织强调“享有能达到的最高标准的健康是每个人的基本权利之一, 不分种族、宗教、政治信仰、经济或社会状况”。

在全球新冠肺炎大流行的背景下, 本文探讨了创建E-Bamboo移动诊所的价值定位——“为医院提供辅助服务, 优先为医疗服务不足、交通不便的偏远地区提供服务”。移动诊所是一种配备医疗团队的自给自足的医疗服务工具, 旨在提供医疗服务。本文将介绍使用工程竹子(模块化)定制诊所内部的优点和挑战, 以及该诊所的人力资源(医疗团队的能力建设)、后勤和功能标准、财务可行性和技术要求(包括基本设备)。重点将是确定目标领域、建立患者数据库、构建多部门伙伴关系(公共和私营部门、医疗保健工作者、民间社会、人民组织、学术和研究机构), 以及当前本地和国际上对现有移动医疗保健的研究和需要改进的关键领域的研究(提供的设施和医疗服务、运营和维护费用、实施过程中遇到的问题、获得的见解、涉众满意度和感知程度等)。竹子对人们的健康起着至关重要的作用, 例如营养丰富的竹笋, 清凉饮料, 保健品、营养品、个人护理用品。还有前线抗疫人员正在使用的竹框面罩和竹织物口罩, 竹制假肢和轮椅、帐篷设计以及带有竹制床和家具的检疫/隔离设施。竹炭产品、“绿色包装”、竹制自行车和竹制纺织品越来越受到人们的关注。竹子音乐和艺术疗法不仅是文化, 更是运用在了心理社会干预措施中。因此, 创建方便、负担得起的电子竹移动医疗诊所至关重要。

关键词: 竹创新, 移动诊所, 医疗, 环境管理, 弱势部门

改善乐器用竹材声学振动性能的一种环保高效的方法: 氮气保护热处理

邓丽萍^{1,2}, 陈复明^{1,2}, 任学勇³, 江泽慧^{1,2}

¹ 国际竹藤中心生物质材料研究所, 北京, 中国

² 国家林业与草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

³ 北京林业大学材料科学与技术学院, 北京, 中国

摘要: 传统的干燥工艺对竹制乐器(如京胡)的声学品质非常重要。然而, 这项技术具有一些固有问题, 如烤制工艺复杂、周期长和品质不易控制等。本研究采用在氮气保护下进行热处理的方式, 探究不同温度(160°C、190°C和220°C)和加热时间(0.5h、1.5h、2.5h和3.5h)对竹材声学振动性能的影响。测算的参数包括比动态弹性模量 E'/ρ 、损耗角正切 $\tan\delta$ 和声学转换效率ACE。并从微观结构和物理性能方面, 明确了热处理对竹材声学振动性能的作用机制。结果表明:(1)在氮气保护下进行适当的热处理可以显著改善竹材的声学振动性能。在本研究范围内, 最佳的热处理条件为在氮气保护下, 160°C热处理3.5小时(I型)。与对照组相比, I型热处理竹材的 E'/ρ 和ACE值分别增加了2.0%和37.0%, $\tan\delta$ 减少了

30.4%。(2) 物理性能方面, I 型热处理竹材的孔隙率从 31.6% 增加到 35.2%, 表明 I 型热处理增加了竹材纵向振动的透过率。(3) 化学成分方面, I 型热处理竹材薄壁细胞腔中的淀粉含量由于受热降解与挥发而明显减少。吸湿性半纤维素的含量从 25% 降至 21%, 而纤维素和木质素仍保持其结构稳定, 从而提高了竹材抵抗环境湿度变化的能力。(4) 分子尺度上, I 型热处理竹材的细胞壁微纤丝角 (MFA) 从 12.54° 降至 10.54°, 结晶度从 34.8% 提高到 36.5%。表明 I 型热处理提高了竹材细胞壁纤维的取向度, 并调整了纤维素分子链之间的距离。

关键词: 竹材, 热处理, 声学振动效率, 声学振动稳定性, 改良机制

印度竹子资源近十年变化的评估

Anugrah Tripathi^{*}, H.S. Ginwal, Ajay Thakur, Santan Barthwal,
Charul Kainthola

印度林业研究与教育理事会, 德赫拉敦, 印度
(*通讯作者: dranugraht@gmail.com)

摘要: 印度竹子遗传资源仅次于中国和巴西, 居世界第三位, 但竹子种植面积居世界第一。印度森林调查 (FSI) 是评估和监测印度森林资源的权威机构, 每隔两年开展一次。根据 FSI 的估计, 印度的竹子种植面积为 149443 平方公里, 而 2011 年记录的竹子种植面积为 139577 平方公里, 近十年来增加了 9866 平方公里。在有记录的森林区域, 国有竹竿总数为 53,336 根, 估计显示 2011 年的竹竿总数为 23297 根, 相当于十年来增加了 300,039 根。印度竹资源的大幅增加可有助于履行《巴黎公约》(2015) 中印度的 INDCs, 并创造额外的碳汇。为了普及非森林地区的竹子种植, 2017 年, 印度政府修订了《印度森林法》(1927 年), 免除了非森林地区种植竹子的砍伐/过境的许可要求, 这是农民层面的企业向商业化竹子的范式转变, 它必将为社区、居住在农村地区和森林边缘的农民以及利用竹子的竹产业创造机会。

关键词: 竹子, 遗传资源, 气候变化, 印度森林调查

雷竹螺丝钉处限制了氧气在雷竹体内的运输

和武宇恒, 邓世鑫, 桂仁意^{*}

浙江农林大学亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 杭州, 中国
(*通讯作者: gry@zafu.edu.cn)

摘要: 随着竹林覆盖技术的广泛和常年使用, 竹林土地的氧气不足, 导致竹鞭漂浮。低氧胁迫抑制了根的生长和生理代谢, 最终导致雷竹林生长不良, 竹笋减产。为了找

出制约雷竹氧运输的主要部位，本文从三个方面进行了研究。结果表明：（1）随着营养液中溶解氧浓度的增加，雷竹水培苗的根系活性、抗氧化酶活性和光合色素含量逐渐增加。观察到雷竹根系中溶解通气组织的形成，表明雷竹通过改变自身根系的组织形态来适应缺氧水培环境。（2）雷竹盆栽苗具有明显的地下鞭，不耐淹水，长期淹水会导致其死亡，但较高的溶解氧浓度可以延长其存活时间。淹水后，盆栽幼苗的叶片会逐渐枯萎、变黄、脱落，最短存活时间为 39 天，最长存活时间为 56 天。（3）雷竹各部位的通气能力均显著低于水竹和芦苇 ($P<0.05$)。雷竹茎与地下鞭结合处（螺秆）的通风临界值为 0.2MPa，显著高于芦苇和水竹，表明螺丝钉限制了氧在地上和地下的运输。（4）雷竹螺丝钉的髓腔消失，只有大量维管束密集分布，且在雷竹和芦苇体内没有通气管，导致雷竹螺丝钉孔隙率明显低于雷竹和南方芦苇。

关键词：雷竹，水竹，芦苇，氧气运输，通气组织

竹子是循环经济可持续发展的催化剂

Kim Yrjälä¹, Muthusamy Ramakrishnan², Lizeth Chino Carvajal³,
Naresh Vasupalli⁴

¹ 赫尔辛基大学森林科学系，赫尔辛基，芬兰

² 南京林业大学华南可持续林业协同创新中心，国家林业和草原局亚热带森林生物多样性保护重点实验室，国家林业和草原局生物与环境学院，南京，中国

³ 南京林业大学林学院，南京，中国

⁴ 浙江农林大学亚热带造林国家重点实验室，杭州，中国

摘要：竹类生物物质的热解在应对环境挑战方面显示出巨大潜力，除碳质化合物、生物炭外，还产生可在循环经济中实现价值化的气体、热解油等。因此，竹子可以成为许多国家地区可持续经济的植物。竹子是一种可再生的生物物质，用于生产生物炭和活性炭，这些生物炭和活性炭具有很高的水、养分和污染物截留潜力。它们在自然界中持续存在，是通向碳中和的道路上的除碳方式。某些竹种如毛竹、雷竹，在金属污染的土壤中具有很高的耐受力，可以在植物修复中利用这些竹种吸收和积累植物中的重金属。本研究总结了毛竹的基因组、转座子相关、转录组和蛋白质组学领域的研究，并讨论了竹子基因组工程在开发具有工业生产力 and 创新经济用途的竹子方面的潜力。

关键词：生物炭，循环经济，热解，毛竹，基因组研究

覆盖经营通过改变毛竹林土壤钾含量和 pH 值调节土壤微生物群落和功能

郑颖^{1,2}, 刘芯竹¹, 蔡延江¹, 邵清松^{1,2}, 朱伟³, 林新春^{1*}

¹亚热带森林培育国家重点实验室, 浙江农林大学, 杭州, 中国

(*通讯作者: linxcx@163.com)

²浙江省特色中药资源保护与创新利用重点实验室, 浙江农林大学, 杭州, 中国

³湖州生态林业保护研究中心, 湖州, 中国

摘要: 覆盖经营通过影响养分供应和土壤微生物群落来改善土壤质量和增加作物产量, 是农业和林业生态系统中一项广泛应用的经营方式。然而, 集约经营经济林土壤养分与细菌群落和其功能之间的联系尚未得到很好的研究。

本研究以毛竹林为研究对象, 采用高通量测序技术研究覆盖经营措施对毛竹林土壤理化性质如: 速效钾 (AK)、速效氮 (AN)、速效磷 (AP)、铵态氮 (NH₄⁺)、硝态氮 (NO₃⁻)、有机质 (OM)、总氮 (TN)、总磷 (TP) 含量, 毛竹鞭根微生物多样性、群落组成和潜在生态功能的影响。覆盖经营 (深耕+施肥+有机质覆盖) 显著提高了土壤中速效钾 (AK)、速效氮 (AN)、速效磷 (AP)、铵态氮 (NH₄⁺)、硝态氮 (NO₃⁻)、有机质 (OM)、总氮 (TN)、总磷 (TP) 的浓度 (P<0.05), 但 pH 值显著降低 (P<0.05)。这些变化降低了土壤和毛竹鞭根微生物群落多样性, 但对微生物群落组成和功能没有显著影响。总钾 (TK) 含量是解释微生物群落变化的最佳因子 (15.02%), 其次是 pH 值 (11.29%) 和有效钾 (AK) (11.13%) 含量。我们还发现, 硝化螺旋菌可以解释近 50% 的土壤理化性质变化, 包括土壤酸碱度、硝态氮、氨态氮以及总钾含量变化, 表明硝化螺旋菌对土壤营养循环尤其是在氮循环过程中发挥重要作用。

综上所述, 覆盖经营管理以及土壤环境异质性导致毛竹林土壤理化性质发生变化, 进而影响微生物群落结构和核心菌群, 导致微生物生态功能的分化。

关键词: 覆盖经营, 硝化螺旋菌, 土壤理化性质, 毛竹, 微生物

代谢组和转录组联合分析揭示黄酮类化合物在花秆早竹节间颜色变异中起重要作用

魏涵天^{1†}, 侯丹^{1†}, Muhammad Furqan Ashraf^{1†}, 鲁海雯¹, 卓娟¹, 裴佳龙¹, 钱奇霞^{2*}

¹省部共建亚热带森林培育国家重点实验室, 浙江农林大学, 临安, 浙江, 中国

²风景园林学院, 浙江农林大学, 临安, 中国

(*通讯作者: Qian023456@163.com)

†这些作者对这项工作做出了同等的贡献, 并共享第一作者身份。

摘要: 竹子作为一种观赏植物, 具有丰富的观赏价值和重要的经济价值。花秆早竹 (*Phyllostachys violascens* cv. *Viridisulcata*) 属于特殊的颜色变异类型, 其节间具有绿色的槽和黄色的秆, 其背后的调控机理仍然未知。我们通过使用代谢组和转录组联合分析的方法来揭示节间颜色变异背后的调控机制。我们共发现了 81 种差异代谢物, 其中樱桃苷 (Prunin) 以及野漆树苷 (Rhoifolin) 均在秆中大量累积, 分别属于黄酮 (Flavanone) 和黄酮 (Flavone)。并且我们获得了 424 个差异表达基因, 其中 3 个基因 (*PvGL*、*PvUF7GT* 和 *PvC12RT1*) 可能涉及了樱桃苷以及野漆树苷生物合成。荧光定

量 PCR 的结果也验证了这些基因在秆中的高表达。这些结果表明 *PvGL*、*PvUF7GT* 和 *PvCI2RT1* 可能促进了樱桃苷以及野漆树苷的累积，从而导致了花秆早竹的秆色变异。本研究为表型变异研究提供了一定的依据。

关键词：竹子，节间颜色，代谢组，转录组，黄酮类化合物

梁山慈竹叶绿体基因组特征及其与竹亚科植物的比较分析

裴佳龙¹，王勇²，卓娟¹，高会彬²，Naresh Vasupalli¹，侯丹¹，林新春^{1*}

¹浙江农林大学，杭州，中国

(*通讯作者: linxcx@163.com)

²宜宾林竹产业研究院，宜宾，中国

摘要：梁山慈竹 (*Dendrocalamus farinosus*) 是中国西南地区重要的竹种之一，主要用于食用和木材。本研究对梁山慈竹全叶绿体基因组进行测序、组装，并对其系统发育关系进行分析。其叶绿体基因组为典型的四段式结构，全长为 139499 bp，包含 132 个基因，其中 89 个蛋白质编码基因，8 个 rRNA 基因，35 个 tRNA 基因。序列分析鉴定出 51 个 SSR 位点。对不同竹种间进行比较分析表明，基因组间虽然保守，但仍然存在许多差异，非编码区域比编码区域发散性更强，反向重复区比单拷贝区域更保守。这些结果表明，*rpoC2* 基因可能能够用于区分不同竹种。系统发育分析表明，梁山慈竹与麻竹的亲缘关系更为接近。此外，对多个竹种的地理分布和根茎类型进行分析表明，竹种进化的两条路径：1. 由热带区域向高山区域进化。2. 由热带区域向温带区域进化。本研究为梁山慈竹的遗传、系统发育提供了理论基础，并且对竹亚科植物的进化有一定的参考价值。

关键词：梁山慈竹，竹亚科，叶绿体基因组，基因组学

竹子的 *PvSVP1* 过表达改变拟南芥和水稻的开花时间和花器官形态

刘世男^{1,2}，侯丹¹，Naresh Vasupalli¹，林新春^{1*}

¹浙江农林大学，杭州，中国

(*通讯作者: linxcx@163.com)

²广西大学，南宁，中国

摘要：竹子是一种非木本植物，营养期长且开花时间不确定，我们推测开花抑制因子可能是调控竹子从营养向生殖过渡的重要基因。*SVP* (*SHORT VEGETATIVE PHASE*) 基因在成花转换和花发育中起着关键作用。然而，竹子的 *SVP* 同源基因尚未报道。本研究根据毛竹转录组数据库，从雷竹中分离到 *PvSVP1*。系统发育分析表明 *PvSVP1* 与水稻 *SVP* 同源蛋白 *OsMADS55* 亲缘关系最近。*PvSVP1* 在各种组织中均表达，但主要

在营养组织中表达。为了研究其功能，我们将 *PvSVP1* 转化拟南芥和水稻。结果表明：*PvSVP1* 在拟南芥中过表达会导致花期提前且产生异常的花瓣和萼片；实时荧光定量 PCR 证明 *PvSVP1* 通过下调 *FLC* 和上调 *FT* 使得拟南芥早花，同时通过上调 *API*、*AP3* 和 *PI* 基因使得花器官异常。此外，*PvSVP1* 过表达于水稻中，它通过改变 *Hd3a*、*RFT1*、*OsMADS56* 和 *Ghd7* 基因的表达，促进转基因水稻开花。*PvSVP1* 可能是一个核蛋白，酵母双杂交和双分子荧光互补试验表明该蛋白与 *PvVRN1* 和 *PvMADS56* 相互作用。以上结果表明 *PvSVP1* 可能通过与 *PvVRN1* 和 *PvMADS56* 相互作用，在竹子开花时间和发育过程中发挥重要作用。本研究为了解竹子复杂的开花过程奠定基础。

关键词：雷竹，*PvSVP1*，异位表达，开花时间，酵母双杂和双分子荧光互补

竹类 SVP 同源基因异位表达改变拟南芥开花时间和花器官形态

刘世男¹，Naresh Vasupall²，侯丹²，林新春^{2*}

¹广西大学，南宁，中国

²浙江农林大学，杭州，中国

(*通讯作者: linxcx@163.com)

摘要：*SVP* (*Short Vegetative Phase*) 基因是成花转化和花发育关键调控者。虽然 *SVP* 同源基因已在很多植物中被克隆和鉴定，但它在竹子中的同源基因尚未被报道。本研究根据毛竹转录组数据库，从雷竹中分离到一个 *SVP* 同源基因，命名为 *PvSVP2*。系统发育分析表明 *PvSVP2* 与水稻 *OsMADS47* 亲缘关系更近。*PvSVP2* 在不同组织中均表达，但在营养组织中表达显著，且在花发育后期转录水平较高。*PvSVP2* 基因在拟南芥中过表达导致早花和花形态异常。进一步 qRT-PCR 分析结果表明，转基因拟南芥中开花时间基因 (*FT* 和 *SOC1*) 和花发育的基因 (*API*、*AP3* 和 *PI*) 表达量显著增加，且与 *PvSVP2* 表达量相关。洋葱表皮细胞和拟南芥原生质体中的亚细胞定位研究表明 *PvSVP2* 定位在细胞核和细胞膜上。通过酵母双杂交和双荧光分子互补试验分析，发现 *PvSVP2* 与 *PvMADS56* (*SOC1* 同源蛋白) 和 *PvVRN1* (*AP1* 同源蛋白) 相互作用。以上结果表明 *PvSVP2* 可能通过调控 *PvMADS56* 和 *PvVRN1* 在竹子开花过程中发挥重要作用。此外，通过原核诱导纯化得到 *PvSVP2* 重组蛋白。此研究将为了解 *PvSVP2* 的特性和功能提供理论基础，有助于阐明竹子开花的分子机制。

关键词：雷竹，*PvSVP2*，开花时间，异位表达，功能分析

竹亚科 WNK 激酶的全基因组鉴定和进化以及毛竹非生物胁迫期间的转录分析

刘容秀^{1†}, Naresh Vasupalli^{1†}, 侯丹¹, Antony Stalin^{1,2}, 魏寒天¹,
张慧聪¹, 林新春^{1*}

¹ 亚热带森林培育国家重点实验室, 浙江农林大学, 临安, 中国

² 亚热带森林培育国家重点实验室, 中药学, 浙江农林大学, 临安, 中国

(*通讯作者: linxcx@163.com)

†这些作者对这项工作做出了同等的贡献, 并共享第一作者身份。

摘要: With-no-lysine (WNK) 激酶在水稻、拟南芥和大豆的非生物胁迫反应、昼夜节律和开花时间的调节中发挥着重要作用。然而, 尽管有二倍体、四倍体和六倍体竹子物种的基因组序列, 但目前没有关于竹亚科植物 WNKs 的报道。在本研究中, 我们在 5 个竹种中鉴定到了 41 个 WNK 基因, 并分析了基因的进化、系统发育关系、物理和化学特性、顺式元素和保守基序。我们预测了毛竹 PeWNK 蛋白的结构, 并确定了暴露、埋藏、结构和功能氨基酸。实时 qPCR 分析显示, *PeWNK5*、*PeWNK7*、*PeWNK8* 和 *PeWNK11* 基因参与昼夜节律。对不同器官在不同发育阶段的基因表达的分析证明 *PeWNK* 基因具有组织特异性。对各种非生物胁迫转录组数据 (干旱、盐、SA 和 ABA) 的分析显示, 除 *PeWNK11* 外, 所有 *PeWNK* 的基因表达水平都很明显。特别是, *PeWNK8* 和 *PeWNK9* 在非生物胁迫处理后分别明显下调和上调。*PeWNK* 基因的共表达网络还显示, *PeWNK2*、*PeWNK4*、*PeWNK7* 和 *PeWNK8* 与非生物胁迫相关的转录调节因子共表达。总之, 我们的研究发现毛竹的 *PeWNKs* 参与了昼夜节律和非生物胁迫反应。此外, 本研究为今后竹亚科 WNK 基因的功能基因组学研究提供了指导。

关键词: WNK, 毛竹, 基因表达, 非生物胁迫

利用基因工程进行麻竹遗传改良的研究

叶善汶, 王文佳, 朱强*

福建农林大学林学院, 福州, 中国

(*通讯作者: zhuqiang@fafu.edu.cn)

摘要: 竹子具有很高的经济、社会和文化价值。但由于其开花周期长且不规则, 很难用传统的杂交方式进行农艺性状改良。分子育种是进行竹子种质创新的重要和有效手段。然而, 竹子相关的基础研究及分子育种工作相对于其他重要的农林作物远远滞后, 缺乏有效的再生体系以及转基因、基因编辑等基因操作工具已经成为目前竹子研究领域的主要障碍。我们以中国南方地区重要的大型丛生竹种麻竹为材料, 系统的建立了麻竹快繁、麻竹再生、瞬时及稳定转基因, 和基于 CRISPR/Cas 介导的基因编辑等一系列进行麻竹基础研究及分子育种必须的工具。利用这些工具, 我们开展了竹子的分子育种研究, 创制了一批农艺或园艺性状改良的竹子新种质, 包括通过转基因的方式改

变竹子颜色，且抗非生物胁迫能力更强的麻竹新材料。更重要的是，结合最近发表的麻竹染色体水平的基因组数据及大量转录组数据，麻竹可能作为目前一个比较好的模式丛生竹种用于基础研究。

关键词：麻竹，基因工程，再生，基因编辑

CAD 酶的同源与异源二聚体调控毛竹的木质化与非生物胁迫

Naresh Vasupalli¹，侯丹¹，Rahul Mohan Singh²，魏涵天¹，邹龙海¹，
Kim Yrjala^{1,3}，吴霭民^{4,5}，林新春^{1*}

¹ 亚热带森林培育国家重点实验室，浙江农林大学，临安，中国
(*通讯作者: linxcx@163.com)

² 上海植物逆境中心，中国科学院，上海，中国

³ 林业科学系，赫尔辛基大学，赫尔辛基，芬兰

⁴ 广东省森林植物种质创新与利用重点实验室，林学与园林学院，
华南农业大学，广州，中国

⁵ 亚热带农业生物资源保护与利用国家重点实验室，华南农业大学，
广州，中国

摘要：木质素生物合成酶能够通过形成复合物的方式在植物木质化形成过程中传递调控信号，并且在生物和非生物胁迫响应中发挥着重要的作用。肉桂醇脱氢酶（Cinnamyl alcohol dehydrogenase, CAD）是催化醛类物质还原为醇类物质的关键酶，处于木质素生物合成途径的最后一步。本研究从5种竹类植物中鉴定了共计49种CAD酶，分析了它们的保守结构域及其系统发育关系。通过对*PheCAD*基因在毛竹不同发育组织和发育阶段的表达分析，发现*PheCAD2*表达量最高，且在许多组织中均存在高表达的现象。其中*PheCAD1*、*PheCAD6*、*PheCAD8*和*PheCAD12*在大多数组织中也存在着不同程度的表达。共表达网络分析表明，*PheCAD2*与大多数木质素生物合成酶基因呈正相关性，表明*PheCAD2*可能是参与木质素生物合成的关键酶。此外，超过35%的共表达基因以及*PheCADs*基因可能参与了生物或非生物胁迫响应。对非生物胁迫的转录组数据（水杨酸、赤霉素、干旱和盐胁迫）分析表明，*PheCAD2*、*PheCAD3*和*PheCAD5*基因表达显著上调，这表明它们均可能参与了非生物胁迫响应。通过酵母双杂交分析，我们发现*PheCAD1*、*PheCAD2*和*PheCAD8*能够形成同源二聚体。有趣的是，通过BiFC和pull-down实验发现，这些酶可以形成同源二聚体和异源二聚体。以上数据表明，*PheCAD*基因可能参与了非生物胁迫响应，其中*PheCAD2*在木质素生物合成途径可能最为关键。综上所述，本研究首次报道了三种*PheCAD*酶能够形成复合物，并且表明*PheCAD*同源二聚体和异源二聚体的形成可能具有组织特异性。

关键词：毛竹，CAD，酵母双杂交，双分子荧光互补实验，蛋白质体外结合实验

植物碳汇能力在可持续发展中的重要地位 ——以长三角城市常见植物碳汇测定及其模型建立为例

胡永红

上海辰山植物园，上海，中国
(通讯作者: Chinahuyonghong@csnbgsh.cn)

摘要: “双碳”战略已纳入我国生态文明建设的总体布局，成为减缓全球气候变暖、促进人与自然和谐的重要步骤，但城镇异质性环境下植物碳汇的高效精准测算一直困扰着绿化林业行业。针对长三角区域城市绿化树木遥感识别率低、本地模型欠缺、传统建模困难和适用种类少的难题，采用实地勘测、数学建模、参数推绎和遥感估测等方法，明确了植物碳汇能力在城市可持续发展中的重要作用。主要结果如下：1) 建立了城镇异质性绿地树木碳汇遥感自驱动测算系统，构建了 16 种常见树种的“冠径-三维绿量”和“冠径-生物量”本地化异速生长方程，解决了树冠交叠高、树种光谱可分性差和建筑阴影干扰等难题，实现了遥感自驱精准测算。2) 创建了基于三维绿量和气体交换法的香樟无损式单株碳汇测算方法和模型，比较验证通过光合理论值计算获得的香樟净生产力、生物量与收获法获得实际数值，比较发现前者净生产力和生物量分别比后者高出 12.1%和 13.4%，准确率达 87.3%。3) 明确了典型树种在不同季节、天气状况和光环境等条件下的光合日进程和光响应曲线的差异性，量化了 215 个树种单位叶面积及主要成年单株的固碳能力，构建了目前国内植物种类最多的高固碳适生植物查询系统和数据库，为城镇绿地碳汇测算和高固碳植物选择提供依据。以上方法、材料和技术在上海、杭州、合肥等长三角城市公园绿地得以实践检验，为城镇高碳汇绿地的设计、建设和运维提供技术支撑，实现了园林绿地快速、精准的碳汇计量以及增汇减排的技术跨越。

关键词: 碳中和，树种遥感识别，三维绿量，高碳汇植物，光响应曲线

竹子根茎系统对生长模式、克隆结构和开花行为进化的影响

A. Makita

秋田县立大学，秋田县，日本
(通讯作者: makita@akita-pu.ac.jp)

摘要: 竹子根茎系统是决定竹子生态特征的基本组成部分。本报告基于对大量开花后再生过程的长期研究，从三个方面展示竹子根茎系统的意义。

本文涉及以下以及几个方面：1) 具有不同根茎系统的竹种间幼苗群体生长性状和密度调节机制的差异。2) 由根茎系统引起的决定基因混交的克隆结构。3) 从具有丛生粗短型根茎系统的热带竹到具有水平细长型根茎的温带竹，根茎系统和开花行为之间的联合进化假说，特别是基因混交。

关键词：根茎系统，开花行为，基因混交，地下茎细长型，地下茎粗短型

老挝北部竹子的分布格局和地上净初级生产力

Singkone Xayalath

老挝国家农业和林业研究所林业研究中心，万象，老挝
singkone75@gmail.com

摘要：本研究证明了对难以区分的野生竹子和人工种植竹子进行生物地理量化是有效的。环境因子分析表明，海拔和温度因子与野生竹种的分布显著相关。本研究旨在调查老挝北部竹子的分布格局和地上净初级生产力。基于对老挝北部竹种的清查结果，整理了分类信息，表明老挝北部地区共有竹种 63 种。异速生长方程将有助于发展该地区竹林碳储量和碳循环的未来工作。利用全年月度测量数据，计算了五个常见竹种的 AGB 和地上 NPP。该地区的竹子可能具有明显的固碳能力。老挝北部的面积为 112,805 平方公里，占总面积的 47.6%。老挝北部的休耕森林覆盖率为 34.8%（1-3 年），19.6%（休耕>4 年）。其中竹林覆盖密度（/公顷）为 5833（休耕 1-3 年）、13580（休耕>4 年），秆胸径（厘米）为 2.55（休耕 1-3 年）、3.18（休耕>4 年）。含碳量为生物量的 50%，凋落物（毫克/公顷/年）为 4.77；死亡率和新增率（%/年）为 3.67 和 17.62。这些较高的地上净初级生产力估算值和多种竹种的同域分布表明，竹子在该地区的固碳方面具有重要作用。本研究表明，竹子的基本要求、种类和分类有待进一步研究。

关键词：竹子多样性，固碳，异速生长方程，休耕林

毛竹人工林碳的生理整合及其对于干旱胁迫的动态响应

葛晓改^{1,2*}，周本智¹

¹ 中国林业科学研究院亚热带林业研究所，杭州，中国

(*通讯作者：gexiaogai2006@163.com)

² 钱江源森林生态系统定位研究站，国家林草局，杭州，中国

摘要：干旱会通过改变新的碳分配、凋落物的产生和分解过程来显著影响森林土壤。对冲是一种树木抗旱策略，通过以牺牲生长为代价储存活性碳来降低死亡风险。了解受干旱影响的碳分配优先级和碳转移时间对于生态系统稳定和减少树木死亡极为重要。然而，关于亚热带森林，特别是竹林的干旱影响的综合原位研究很少进行。在这里，我们在毛竹（*Phyllostachys edulis*）林中进行了一次截流降雨试验，降雨量减少了约 80%，以研究干旱对两年内凋落物数量、质量、土壤微生物和酶活性、土壤养分和新碳分配的影响在中国亚热带。最近干旱使叶片中的碳同化减 30.9%-53.4%，但没有改变不同组织的停留时间。在标记 15d 后上至土壤时，毛竹在干旱条件下分配了较新的

地下同化碳（0-15 厘米和 15-30 厘米分别为 11.38%和 8.07%），这表明保持渗透势和功能的策略根茎和根。我们观察到，与环境控制处理相比，干旱处理显著降低了 63%的土壤水分。干旱显著降低了第二个处理年的年凋落物减少，以及 2 年分解后的凋落物分解率（相对于 CK 的-30%）。结构方程模型表明，干旱降低了凋落物数量对土壤养分的贡献，但增加了凋落物质量和土壤微生物群落对土壤养分的贡献。我们的研究结果表明，中国亚热带地区干旱事件的增加一方面会直接减少凋落物的数量和质量，另一方面会改变土壤酶活性和微生物组成，从而降低凋落物分解率、土壤养分有效性、生长率和生产力，导致亚热带竹林功能和服务的变化。

关键词：截流法，碳整合，同位素标记，源-汇关系，土壤碳

人居与生物多样性的耦合——文化景观保护实践与思考

霍晓卫

北京清华同衡规划设计研究院，北京，中国
huoxiaowei@thhdg.com

摘要：基于悠久的自然与人共生的价值观，文化景观是中国在历史上以及当下都非常重要的环境形态，体现着丰富的人居与生物多样性内涵。结合景迈古茶园、鄱阳湖白鹤小镇等实际案例，介绍在文化遗产保护以及城乡环境高质量发展领域中兼顾人居条件改善与生物多样性修复的实践与思考。

关键词：文化景观、生物多样性、人居环境

模拟气候变化对竹林生态系统功能的影响

栾军伟¹，王一¹，吴溪玘¹，高小敏²，刘世荣²

¹国际竹藤中心资源与环境研究所，国家林业和草原局竹藤科学技术重点实验室，北京，中国

²中国林业科学院森林生态环境与保护研究所，国家林业和草原局森林生态与环境重点实验室，北京，中国

摘要：全球森林生态系统曾经或即将经受干旱的影响。与此同时，大气向森林的氮（N）沉降量已从 19 世纪 60 年代的每年 1500 万吨增加到 2005 年的 1.87 亿吨，预计还会继续增加。毛竹（*Phyllostachys heterocycla*）是中国重要的森林类型，约 490 万公顷。本研究选取中国西南地区典型毛竹林进行双因素环境变化控制实验。于 2017 年 5 月，建立双因子区组设计，包括林内穿透雨减少（50%）模拟干旱和和 N 添加模拟 N 沉降以及两因素交互处理和对照，四个处理随机分布在每个区组，共设 4 个区组。本研究

重点关注了反映生态系统固碳能力的重要生态系统过程，包括土壤呼吸、凋落物分解、竹杆液流。研究发现，干旱显著减缓了生态系统相关过程，氮添加可以通过改变气孔敏感性、水力结构和光合作用来缓解干旱对毛竹叶片水分状态和生长的影响，但由于土壤水分条件的降低，会加剧分解速率的降低。本研究为更好地预测全球环境变化背景下竹林生态系统过程和功能提供参考。

关键词：毛竹，气候变化，碳循环，干旱，生态系统功能

助推绿色经济发展





Terai Arc Landscape 地区通过社区经营藤林增强生态恢复力

Chhotelal Chowdhary

尼泊尔生物多样性保护中心, Saptakoshi 市, 尼泊尔
clchowdhary2006@gmail.com

摘要: 经过 25 年持续经营管理社区森林中的藤资源, 低洼地区的生态系统已经得到修复, 能够提供生态系统服务, 提高了社区居民的适应能力, 丰富了景观廊道的生物多样性, 增强了社区长远发展的基础。在尼泊尔发现的 9 种藤本植物中, 菖蒲 (*Calamus tenuis*) 是巴蒂亚和凯拉利地区的 20 多个森林社区中的主要藤种。藤林在 Terai Arc Landscape (TAL) 地区是分散分布的。TAL 地区是当地一个最大尺度水平的景观系统, 该系统通过增强景观廊道和保护区的生物多样性, 并通过参与式管理 14 个印度和尼泊尔交界的区域、保护喜马拉雅南部附近的山麓和平原, 积极为政府提供支持。缓冲区管理用户小组和社区森林用户小组是社区林业用户小组进行森林经营管理的基层组织, 森林经营管理包括社区居民参与生物多样性保护等行动。虽然尼泊尔是藤的原产地, 但是藤对生物多样性保护的影响一直未受到当地重视。尽管十年前经济是主要关心的问题, 社区居民同样也非常重视藤对于丰富生物多样性和退化森林系统恢复的重要作用。逐渐地, 藤林就地保护引发了对于人类参与、森林经营管理、环境和基因保护等问题的重视。藤林被认为是生物多样性丰富的生态环境。

关键词: 恢复力, 生态系统服务, 生物多样性, 景观, 社区林业

传统竹手工艺产业振兴与生态经济可持续发展

谢涛^{1*}, 李泉²

¹黄冈师范学院, 黄冈市, 中国
(*通讯作者: xietao@hgnu.edu.cn)

²湖北工程学院, 孝感市, 中国

摘要: 随着技术、文化与生活方式的急剧变迁, 竹制手工艺品逐渐被工业品市场所取代, 导致竹手工艺生存发展空间受到挤压, 竹制技艺传承后继乏人, 竹手工艺文化的原生形态经历着不可逆转的衰变。在新时代乡村振兴战略背景下, 加强优秀传统文化传承以及传统工艺振兴策略, 由地方政府、社会各界、村级组织以及竹手工艺从业者等多元主体, 共同协作运用多种形式促进传统竹手工艺的传承创新, 合力推动竹手工艺产业多元价值的活态传承与生态经济的可持续发展。实践证明, 在传统手工艺振兴过程中, 设计可以起到核心驱动作用。以创意设计赋值与文化产业发展为路径, 激发多元主体的文化自觉和文化自信, 积极探索竹手工艺产业化对乡村区域经济的激励作用, 将手工艺的资源优势转化成乡村振兴的文化软实力和内生发展动力。

关键词：传统竹器，竹手工艺，产业振兴，设计赋能，生态经济

从“一村一品”的角度分析云南少数民族竹子文化特色村的建设

Hui Yu^{1*}, Hui Chaomao²

¹昆明文理学院，昆明，中国
(*通讯作者：352692712@qq.com)

²西南林业大学，昆明，中国

摘要：云南“一村一品”经济虽然起步较晚，但发展空间和潜力巨大。除了丰富的区域动植物资源，云南还有许多独特的民族文化。其中，少数民族竹文化是一种具有重要开发价值的特色资源。本文旨在构建云南省少数民族村“一村一品”模式，使该模式下建设的竹文化村既能满足“一村一品”在经济带动方面的要求，又能发挥发掘、传承和保护少数民族特色文化的功能。

“一村一品”发展模式的构建结合了特色竹文化产业的深度发展、少数民族旅游的发展、少数民族农村的绿色经济发展、少数民族文化品牌的建设等主题，对云南少数民族地区旅游业的进一步发展和经济文化水平的提高具有重要意义。这种发展模式既发挥传统“一村一品”（即振兴地方经济、消除贫富差距和城乡差距）的优势，又包含了新的内容（即保护、继承和发扬云南少数民族特色文化），实现了生态环境和民族文化的可持续发展。

关键词：一村一品，少数民族竹文化，特色村子

基于 SWOT-AHP 分析方法的尼泊尔原竹的商业化研究

A. Kafle^{1*}, L. Binfield², S.K. Paudel³

¹特里布万大学，林业研究所，博卡拉，尼泊尔
(*通讯作者：kafleapsana@gmail.com)

²不列颠哥伦比亚大学，温哥华，加拿大

³联合国环境规划署，万象，老挝

摘要：竹子自然分布在尼泊尔的整个生态区域，是尼泊尔具有文化和生态重要性的植物。竹子在历史上被用作食物和传统工艺品的原材料。无论是在全球还是在尼泊尔，竹子作为木材商业化的结构替代品的发展都是相对近年来才开始的。尼泊尔竹子行业缺乏足够的研究和科技进步，这里的竹子行业处于相对初始状态。为了了解尼泊尔竹材商业化的现状，本研究使用优势、劣势、机会和威胁（SWOT）分析，并结合多准则决策技术的层次分析法（AHP）进行研究。该方法被用于从多方利益相关者的角度识别和研究尼泊尔竹子成功商业化所需的相关因素。我们的研究表明，由当地价

值链支持的就业、糟糕的市场和营销基础设施、不断增长的研发兴趣以及产品交付和质量的不确定性是最重要的 SWOT 因素。同样，优势和机遇也大于劣势和挑战。排名最高的因素是研究和开发的兴趣日益增长，这显示出竹子部门从生计用途向商业化缓慢过渡的前景。论文进一步评估了 SWOT 整体分析结果的内涵信息。

关键词：层次分析法，商业化，竹材，态势分析法

湘西传统竹家具再设计方法探究

肖德荣

中南林业科技大学家具与艺术设计学院，长沙，中国
2991900010@qq.com

摘要：湘西传统竹家具富有浓郁的民族风味和地域特色，是湘西多民族相互融合、共同进步的历史见证和物质载体。文章系统梳理了现有湘西传统竹家具种类，并对其所蕴含的文化基因进行深度挖掘，在此基础上构建了湘西传统竹家具再设计模型，并提出了符合现代生活需求的再设计的具体途径，以期开发一批具有原创性的湘西竹家具产品，丰富现有竹家具品类，使湘西传统竹家具能够为当地的乡村振兴发挥更大作用。

关键词：湘西，传统竹家具，再设计，方法探究

竹产品的未来设想：通过气候行动改善基层人民的生活

Yogesh Y. Sumthane^{1*}, Sanjeev Kumar¹, G. Rawale²

¹班达农业科技大学，班达，北方邦，印度
(*通讯作者)

²哈里亚纳邦农业大学，希萨尔，印度

摘要：竹产品的主要意义是启发、发起、设计和实施基于生态友好的可持续发展过程。作为一个政府组织，我们的使命是通过提供改善农村和部落生计的长期解决方案，增强农村人民的能力。生计支持计划，努力确保每个生产者拥有正常的工作日和收入。我们的生计支持计划的受益者是贫困的农村妇女和农村青年。我们的森林产品部认为，妇女的经济赋权将从根本上增强她们的声音（这反过来将是有助于实现性别平等的根本原因），并通过为她们提供改变和挑战自己生活的机会和自信，促进妇女整体的增长和发展。我们对于竹产业的实验和探索同样受到环境效益的推动，这个环境效益就是竹子是濒危森林硬木最重要的自然替代品。竹子是一种生长快速，多用途，非木材的林产品，其生物量产生的速度是任何其他植物无法超越的。竹子通过各种各样的用途传播到其他地方。竹子比其他植物吸收更多的二氧化碳和释放更多的氧气，是一种有

效的控制冲蚀的植物。竹制品生产过程中产生的竹废料可通过气化工艺用于发电。竹产品，如手工艺品和家具，有巨大地创造收入和为基层民众提供财富的潜力。竹子是木材、塑料和铁的终极替代品。由于竹子的物种多样性、强度和柔韧性、细长和周长、中空和壁厚、地方适应性和普适性，是值得人们永远探索的材料。在气候行动方面，获益于技术转移和知识分享，竹产品有助于为村民和部落人民提供财富。

关键词：竹子，生计，基层人民，财富，气候行动

慈竹养分需求规律与调控技术研究

李佳芮，彭超，刘希珍，刘广路*，范少辉*

国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，
国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者: liuguanglu@icbr.ac.cn; fansh@icbr.ac.cn)

摘要：丛生竹慈竹 (*Neosinocalamus affinis*) 人工林的养分管理对该笋材两用竹的可持续经营非常重要。为探究土壤主要养分元素供给与慈竹养分需求规律，开展土壤和慈竹叶片养分元素的相关性研究，揭示影响慈竹生长的主要限制因子，并进行施肥验证。结果表明 (1) pH、有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、有效磷、速效钾 8 个土壤因子与叶氮、叶磷、叶钾和有机碳含量的相关性程度不同，其中仅土壤酸碱性与叶片氮磷含量极显著正相关，土壤水解氮与叶片氮磷显著正相关，其余相关性不显著。(2) 设置不同梯度分别施用氮、磷、钾肥处理共 78 个样地，当土壤全磷含量为 0.11-0.14g·kg⁻¹时，慈竹具有较高的繁殖率 and 生产力；土壤有效磷含量为 1.80-1.90mg·kg⁻¹时，具有较高的繁殖率 and 生产力。结论：影响叶片养分吸收的主要因素是土壤 pH 和磷含量，叶片磷元素含量可以作为慈竹营养诊断的参考指标。施入氮、磷、钾肥可以有效提高竹林生产力，慈竹的建议施肥量氮肥为 181.25-191.67kg·hm⁻²、磷肥为 10.05kg·hm⁻²、钾肥为 32.25-49.00kg·hm⁻²。

关键词：慈竹，土壤肥力，生产力，养分管理

循环经济概要

Rowen Meda

Mutenga Bamboo，马佐埃，津巴布韦

摘要：Mutenga 可再生-可持续竹子循环经济概念是由津巴布韦 Chiweshe Nzvimbo 村的一名当地居民提出的，他认为有必要为农村社区做出积极贡献，并提出了促进生态友好环境的策略。上述概念主要从 Chiweshe 社区开始，关注竹子缓解气候变化的影响。

气候变化对 Chiweshe 农村社区的粮食和水安全、人类健康、社会、经济和政治稳定构成威胁。上述理念的创始人在改变 Chiweshe 当地关于使用替代能源的观念，同时保持环境友好的活动等方面发挥了领导作用。这一新颖的概念利用神奇的植物“竹子”改造环境，并遵循循环经济的理念，以可再生和可持续的方式解决大多数农村问题。创造竹林是提高氧气产量的方法之一。竹子还充当碳汇，控制土壤侵蚀，调节水位，保护生物多样性。这引发了一场“竹子革命”，首先改变 Chiweshe 社区，竹子致力于修复和恢复满目疮痍的农村环境，然后向外延伸到津巴布韦的其他农村社区，从而引发了拯救环境免受气候变化影响的综合努力。当地生产的竹制品有助于减少津巴布韦的进口费用，振兴当地制造业，并创造农村就业机会。为了实现上述理念，作为环境和社区之间的纽带，Mutenga 竹子有限公司成立，朝着环境保护、生物多样性保护、森林恢复和农村工业化的方向发展，所有这些都是为了缓解气候变化的影响。根据津巴布韦的《国家气候变化应对战略》，气候变化是当今人类面临的最大威胁，津巴布韦也不能幸免，并且该国已经在经历环境恶化、水资源短缺、贫困、饥饿和不平等。在津巴布韦，气候变化导致气温上升了 3 摄氏度，这导致了由于全球变暖，津巴布韦大部分地区的降雨量减少，过去 100 年津巴布韦的平均降雨量下降了 10%或 100 毫米就是明证。Mutenga 竹子有限公司还向切韦舍和马绍纳兰省中部周边地区的农民介绍了竹子的合同种植。竹农和竹子相关产品的生产将在实现 17 项可持续发展目标方面发挥关键作用，从而使奇韦舍和津巴布韦的社区转变进而形成一个国家的转变。Mutenga 竹子有限公司所依托的理念，使其能够与利用竹废料的可再生和可持续能源微电网、沼气厂的建设以及社区有效的垃圾处理系统相结合，从而促进联合国可持续发展目标中规定的 17 个可持续发展目标。竹子为全世界的投资者提供了最好的机会，通过建立农村工厂制造不同的生态友好和可降解产品来获得股权。竹鞭网络对土壤侵蚀、滑坡防治和雨水滞留都有很好的效果。竹林可以战略性地种植在河岸或湖岸，以稳定土壤。此外，Mutenga 竹子有限公司以不同的方式为市场增加竹子的价值，创造了一个自我可持续的循环价值链。Mutenga 竹子有限公司的概念还鼓励一项支持林业和野生动物保护的对话政策，为津巴布韦的每个区或村庄提供一个机会，让他们拥有一块自然生长或很少管理的自然森林。在奇韦舍的 Nzvimbo 村，有未被充分利用的 Nzvimbo 大坝，未被开发的 Gonhi 山脉（历史上被认为是第二次奇穆伦加战役的战场），宏伟的 Cheuchi Maintain，令人难忘的 Chombira 山（历史上是 BSAP 的堡垒），杰出的 Zimani 山，神奇的 Gombekombe 山，神圣的 Bare 山，迷人的 Banje 山，和著名的精神 Nyota 山。这为乡村旅游的诞生创造了绝佳的机会，因为保护政策的成功实施，野生动物被引入到居民生态系统中。

关键词：土地退化，森林退化，失业，污染

竹林文旅康养推广体系与模式研究

吕兵洋*，赖虹宇，孟艳，张晓霞，江明艳，陈其兵

四川农业大学风景园林学院，成都，中国

(*通讯作者：beyonglv@163.com)

摘要：随着我国社会建设不断加快，旅游业的内涵开始不断扩展，伴随着“美丽中国”和“健康中国”的提出，竹林的高效生态效益和环境优势，为推进生态文明建设提供了良好的结合点和切入点，竹林康养与旅游业的融合开始进入视野。竹林文旅康养体系中，竹林康养与旅游小镇的结合模式促进了竹产业的现代化，通过一二三产业融合，带动乡村小镇经济发展和文化传播，提升乡村品质，倡导健康低碳生活，助力乡村振兴。针对不同竹林小镇文旅康养推广体系，在保证其竹镇保留地方特色，满足不同人群的需求时，应结合旅游、休闲、保健、娱乐体验等多种方式，促进其多元、综合的发展，强化各行各业之间的关系，提升推广纵向与横向发展。因此本文通过对三处较为成功的竹林小镇进行研究，针对其旅游特色、内容及推广特征进行了总结，意在归纳出不同的产业推广模式，为竹文旅康养推广的实际应用提供范本与依据，并为体系构建提供理论支持。

关键词：健康人居，竹林小镇，竹林文旅康养推广，乡村振兴

中国竹资源培育现状与增产潜力

郑世慧¹，刘广路^{1,2}

¹ 国际竹藤中心竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

² 福建永安竹林生态系统定位观测研究站，永安，中国

摘要：为充分利用我国丰富的竹资源，帮助农民减少贫困，在重要竹产区应用文献研究和问卷调查，对中国竹资源培育现状和增产潜力进行了调查研究。主要情况：（1）我国已开展相关研究的竹种有 60 余种，约占我国竹种总数的 10%，且主要集中在毛竹的研究上，有关毛竹的研究论文约占研究论文总数的 21%。（2）调查发现，在经营竹林中，72.41%的县（市）竹林收益≤400 元，低产低效林占比较高。通过计算分析，当每亩利润为 400-800 元时，竹林经营效率更高。（3）文献研究表明，经营可以显著提高竹林生产力（17-800%），按照增产 17%的效果，每年可增加竹生物量 5599 万吨，新增竹资源潜力巨大。建议积极扩展特色竹种质的研究与利用，提高竹林高质高效培育和新增竹林的管护水平，提升我国竹资源供给能力，更好地支撑竹产业健康发展。

关键词：竹资源，竹种研究，竹林经营，利用潜力，增产潜力

毛竹采伐方法的研究

王国富¹，张伟^{1*}，纪敏¹，刁兴良¹，苗虎^{1,2}

¹ 中国林业科学研究院木材工业研究所，北京，中国

(*通讯作者：1028229449@qq.com)

² 国际竹藤中心，北京，中国

摘要：竹材是一种广泛用于建筑、运输、家具等产业的优良工程材料。竹子采伐作业仍存在着机械化水平低、效率低、浪费严重的问题。竹材利用机械装备与竹子采伐工艺没有形成良好的融合。本文针对竹材立式锯切和林间截断的采伐过程进行了理论分析，并基于 ABAQUS 软件进行了仿真研究。研究获得竹材锯切过程重要影响因素和加工面表面质量的形成机理。通过竹林现场伐竹试验，基于正交试验原理，获得提高往复锯和油锯采伐的优化采伐方式，并比较了二者采伐效果。往复锯的伐后表面质量更佳，油锯的采伐效率更高。本研究可指导竹子采伐的实际生产工作，为后续实现竹材加工的全程机械化提供了条件。

关键词：毛竹，切削，有限元，机理研究，现场试验

不同培育措施下毛竹材性的研究进展

刘立洋

国际竹藤中心，北京，中国
1109655463@qq.com

摘要：目前国内对毛竹材性的研究多数是围绕加工利用或变异规律展开研究，不同培育措施下的毛竹材性研究较少，导致培育经营与竹材利用环节脱节。本文对不同培育措施下毛竹材性的研究进行了综述。系统总结了施肥、间伐、灌溉等培育措施和立地条件对毛竹解剖学性质、化学性质、物理力学性质的影响。结果表明，立地条件越好，毛竹生长速度越快，其竹材品质越差。用材林不宜长期施肥，纸浆用竹林可在竹龄三年进行采伐。以期为用材林的培育提供参考。

关键词：毛竹，培育措施，材性，立地条件

系统发育研究能否帮助印度省藤的生态恢复？

Kurian A.¹, Muralidharan E.M.²

¹ 科学管理工程技术学院生物技术系，科钦，印度

² 喀拉拉邦森林研究所生物技术系退休首席科学家，德里久尔，印度
emmurali@gmail.com

摘要：在印度，省藤属是唯一分布于印度半岛、东北和安达曼和尼科巴群岛三个主要生物地理带的藤属，也是唯一主要分布于印度常绿、半常绿和潮湿落叶林的藤属。由于生境丧失、环境破碎化，所有三个区域的藤资源都面临着遗传侵蚀的威胁。根据对地狱和物种形成的系统发育过程的认知制定保护策略。利用 6 个基因区对高度相似的省藤属植物的进化过程进行了系统发育研究，以便在更好地了解它们之间的关系的基础上

础上恢复省藤属植物。对单个数据矩阵和组合数据集进行系统发育分析，采用贝叶斯推理程序贝叶斯。本研究分析了形态特征和分子特征对阐明省藤属植物的系统发育关系的重要性。系统发育分析结果表明，西高止山的省藤属植物不支持其作为一个独立的地理实体，因为东北的省藤属植物以及安达曼和尼科巴群岛的省藤属植物都与它联系在一起。本研究认为，三带省藤属植物亲缘关系密切，功能性状相似，生态位相似。因此，需要在不同的生物地理带之间建立走廊，通过允许增加种群之间的基因流动来增加进化潜力。

关键词：藤，西高止山，恢复，系统发育，单系统

元宝竹 (*Phyllostachys edulis* ‘Yuanbao’) 的秆形特征研究

袁金玲¹，岳晋军¹，马婧瑕²，于磊¹，刘蕾^{3*}

¹中国林业科学研究院亚热带林业研究所，杭州，中国

²安吉竹子博览园有限责任公司，安吉，中国

³中国林业科学研究院林业研究所，北京，中国

(*通讯作者: liulei519@caf.ac.cn)

摘要：为数量化地分析元宝竹的秆形特征，本文建立了元宝竹的秆形性状测量分析方法，并对元宝竹试验林进行了测量和分析。结果发现，在节位数 1-30 的范围内，元宝竹的平均节间长度随着节位数的增加而增大；元宝竹相邻的节间交替歪斜，同一节间的长度于不同方向存在变化，以具分枝两侧的节间长度交替最大或最小，而分枝侧垂直方向的节间长度变化幅度较小且均接近平均值；秆基部和上部的节间其歪斜长度较小，秆中部第 9-14 节的歪斜长度均较大。在节位数 1-30 的范围内，元宝竹的平均节间直径随着节位数的增加而减小；节间通常双面凹陷，凹陷深度的变化表现为秆基部较小、然后逐渐增大，至秆中部的第 10-23 节最大，后逐步减小；除基部第 1-2 节外，第 3-30 节的节间下部凹陷，故上部粗于下部。元宝竹的秆呈扁圆形，第 1-2 节近圆形，于具分枝两侧的垂直方向上略微扁圆；在第 2-3 节之间扁圆方向发生一次旋转；第 3-30 节于具分枝的两侧方向上扁圆。本文建立了元宝竹节间歪斜且凹陷、秆扁圆形等性状的测量和分析方法，完善了竹子秆形性状的调查分析技术，解明了元宝竹节间长度交替歪斜、节间下部凹陷、秆扁圆形等特性在不同节位数之间的变异规律；这些信息系统地阐释了元宝竹的秆形特征，也为其它特异秆形竹类的性状研究提供了新思路和新方法。

关键词：元宝竹，秆形特征，定量分析，节间长度，节间直径

不同类型竹子碳水化合物动态变化及对物候期的响应： 竹林经营管理的启示

詹卉^{1,3,4}, 何文志^{1,3,4}, 李茂彪², 于丽霞^{3,4}, 李娟^{3,4}, 王昌命^{1,3,4}, 王曙光^{3,4*}

¹ 西南林业大学林学院, 昆明, 中国

² 云南生物多样性研究院/生物多样性保护学院, 昆明, 中国

³ 西南林业大学丛生竹研究重点实验室, 昆明, 中国

⁴ 西南林业大学国家林草局西南特色林木资源研究与利用创新团队, 昆明, 中国

(*通讯作者: stevenwang1979@126.com)

摘要: 不同类型竹子的非结构性碳水化合物 (NSCs) 动态变化反映竹林不同经营管理模式。本论文测定了不同物候期不同类型竹子的水分、可溶性糖和淀粉含量, 揭示了不同类型竹林高产的 NSCs 动态变化。论文首次报道了散生竹先伸枝后展叶, 而丛生竹伸枝和展叶同时进行。散生竹 NSC 持续积累近 8 个月, 而丛生竹 NSC 积累仅 2 至 3 个月。不同类型竹子的含水量从 3 月至 7 月均呈增加趋势, 7 月后持续下降至 1 月。3 月至 5 月是当地旱季, 尤其 3 月期间, 散生竹发笋需要充足的水分, 而此时正值丛生竹的芽萌发、伸枝和展叶期, 也需要充分灌溉。不同类型竹子的总 NSCs 在 3 月保持相对较高的水平, 之后逐渐降低至 7 月, 而后又呈持续增加趋势至来年 1 月。不同类型竹子的可溶性糖和淀粉的平均含量与总 NSCs 的变化趋势相同。3 月至 7 月期间, 散生竹发笋、高生长以及伸枝展叶需要大量的光合产物; 丛生竹的伸枝展叶、芽分化和萌发也需要充足的光同产物。因此, 散生竹和丛生竹林应在 5 月初和 7 月底施肥。综合考虑水分、可溶性糖、淀粉和总碳水化合物物候期动态变化因素, 1 月是散生竹的最佳砍伐期, 11 月是丛生竹最佳砍伐期。

关键词: 物候期变化, 非结构性碳水化合物, 丛生竹, 散生竹, 管理措施

可持续竹产品生命周期设计管理策略

薛云¹, Khairul Aidil Azlin Abd Rahman^{1*}, 张凡开², 曹肖兵³

¹ 博特拉大学, 吉隆坡, 马来西亚

(*通讯作者: GS57564@student.upm.edu.my)

² 百色市发展改革委员会, 广西百色, 中国

³ 浙江农林大学, 杭州, 中国

摘要: 产品的开发制造和材料消耗导致了自然资源的大量损耗, 这种发展态势引导企业开始重视产品生命周期的重新认识。而产品生产过程中的一个核心问题是如何通过考虑生命周期管理来实现产品在其整个生命周期中的整体价值创造。文章首先对竹产品现阶段存在的现状进行综述, 根据提出的研究问题, 采用问卷调查法进行实证研究, 对竹产品的满意度进行测量, 构建包含 4 个维度、22 项指标的竹产品评价指标体系, 运

用 SPSS 对竹产品满意度进行统计分析。研究结果表明，竹产品在绿色设计、生产技术、材料提升与品牌文化表达等方面亟需改进。基于此，文章将结合产品生命周期理论模型对问卷结果进行评估，提出改进策略，督促竹产品开发过程中的生命周期模型再设计，促进人们可持续生活发展，推动社会绿色消费价值观的建立。

关键词：竹产品，满意度，生命周期设计，管理策略

印度半干旱区不同处理条件下竹林可持续栽培策略经济分析

Sruthi Subbana¹, Lubina P A^{2, 3}, Syam Viswanath³

¹印度竹协会，印度

²世界竹子基金会，印度

³喀拉拉邦森林研究所，特里苏尔，喀拉拉邦，印度

sruthisubbanna@gmail.com

摘要：可持续和气候智能型农业对印度这样的国家至关重要。在印度，农业是一场赌博，特别是在降雨量不稳定的时候。竹子是一种潜在的经济物种，可用于减轻贫困、缓解气候变化，帮助实现可持续发展目标 1 和 13。研究指出，旱地生活的人口在生态、社会和政治上最边缘化，在大多数经济和健康指标上落后，气候变化给脆弱的社会造成了额外的压力。

印度种植竹子已经有很长时间了，自从采用了微繁殖植株，就进一步扩大了竹子种植。随着种植的增加，作物收成也必须得到提高。在这项研究中，我们阐述了不同处理方法的生产率，采用了以下几种方法：T0-NPK 复合肥、T1-生物炭、T2-生物炭堆肥、T3-NPK+生物炭、T4-NPK+生物炭堆肥、T5-*Dendrocalamus stocksii* 控制。还进行了详细的财务和经济成本效益分析，包括效益成本比 (B/C)、净现值 (NPV)、内部收益率 (IRR) 和等价年收入 (EAI)。虽然结果表明所有情况的正比率都超过 1.0，但在 T1 为 4.48、T3 为 4.13，这两种情况是最有利的。其他经济参数也具有经济效益。该研究还强调了对其他物种进行研究的必要性，以促进竹子更好地生长，提高其碳吸收潜力，同时为农民带来更好的经济回报，从而实现减贫。

关键词：*Dendrocalamus stocksii*，竹，经济分析，效益成本比，生物碳

加捻植物纤维增强聚氨酯复合材料的力学特性与疲劳性能

李文婷，李明鹏，陈季荷，苑之童，程海涛

国际竹藤中心，北京，中国

lwt7519530@163.com

摘要: 随着全球对环境友好和资源再生利用需求不断扩大,以植物纤维作为增强体制备复合材料,开发高性能、高附加值和用途广泛的产品成为复合材料绿色生态发展的重要方向。软质聚氨酯泡沫(FPUF)具有优良的性能和广泛的应用,但在长期静态压缩下,会出现蠕变等粘弹性行为,导致性能失效,出现硬度下降、支撑力不足、塌陷变形等一系列问题。使用加捻植物纤维(TPF)作为增强体植入FPUF中,可以实现机械强度和疲劳性能的定向局部增强。

采用多维植筋法制备了加捻植物纤维/软质聚氨酯泡沫(TPF/FPUF)复合材料,研究了增强方向、毛羽和加捻纤维的体积分数对TPF/FPUF的界面结合、机械性能和耐疲劳性的影响。结果表明,植筋后复合材料的力学性能和抗疲劳性能得到了改善,横向植筋的界面结合优于纵向植筋界面,毛羽少的加捻纤维与聚氨酯的界面结合更好。在力学性能方面,压陷硬度最高提高了89.69%;支撑系数提高了37.98%,达到3.56,支撑性能得到改善;横向样品滞后损失率普遍降低,作为垫层材料使用时的舒适性得到改善,纵向样品普遍升高,缓冲性能普遍提升。抗疲劳性能方面,抗蠕变性能有所提高,长时间使用后变形较小;40%硬度损失降低38.59%,植筋后最大循环次数可达到空白样品的4.1倍;压缩永久变形植筋样较空白样低29.63%。

关键词: 植物纤维, 加强筋, 软质聚氨酯泡沫, 复合材料, 力学性能

NaOH 碱处理浓度对竹篾及其复合材料性能影响

陈季荷, 顾少华, 李文婷, 苑之童, 程海涛*

国际竹藤中心, 北京, 中国

(*通讯作者: 18800466928@163.com)

摘要: 随着中国“碳达峰”“碳中和”战略目标的提出,发展绿色低碳、轻质高强的复合材料成为必然趋势。其中竹篾具有精细化、均一化、规格化等特点,以此研发性价比高的竹篾复合材料能耗低、产品质量好且利用率高。然而,竹篾表面的极性羟基与非极性树脂基体间的界面相容性差、应力传递效率低,而碱处理对竹篾表面物质(半纤维素、木素等)具有一定的去除作用,有利于树脂在界面上的渗透,提高复合材料力学性能。

为研究NaOH碱处理浓度对毛竹竹篾及其环氧树脂复合材料性能的影响,该研究采用热压成型制备竹篾平均质量分数为75%的复合材料,通过设置4种NaOH溶液浓度梯度,利用微观形貌观察、热重分析、动态热机械分析等手段表征材料性能变化。结果表明NaOH碱处理去除了竹篾表面部分木质素、半纤维素及蜡质等杂质,使其极性发生变化,结晶度从60.0%提高至63.6%,拉伸强度和热稳定性增强;当NaOH溶液浓度为2%时,竹篾的拉伸强度提高了52.11%,其复合材料剪切强度提升了146.8%;同时,在30-90°C,NaOH碱处理的竹篾/环氧树脂复合材料在动态载荷作用下有更好的结构稳定性,2%NaOH溶液处理的复合材料储能模量最大值是未处理的1.3倍。NaOH碱处理可以增强竹篾的热稳定性、拉伸强度,改善与环氧树脂的界面强度,提高了复合材料的静态及动态力学,为竹篾复合材料代替部分玻璃纤维复合材料提供理论基础。

关键词：竹箴，碱处理，复合材料，力学性能，界面性能

RONGMEI 社区以竹为主的绿色经济发展

L.Panmei, T.Selvan

特里普拉大学林业和生物多样性系，特里普拉邦，印度
lumgailupanmei20@gmail.com

摘要：竹子与世界各地的人民生计、民族文化息息相关。本报告以位于印度东北部且财政和基础设施较落后的 RONGMEI 社区为例，通过半结构式问卷、实地调研和市场调查来收集数据。版纳甜龙竹和梨竹这 2 种具有重要商业价值的竹种，自然分布于印度曼尼普尔邦的达门龙和诺尼地区。近年来，从事移动农业的农民通过商品人工林种植来开垦土地，种植竹种包括俯竹、*Bambusa nutans*、吊丝箨竹、大泰竹等。截至本报告撰写之日，20 个俯竹农场在 2022 年的总收入为 969,000 印度卢比，包括 5 月至 7 月期间销售竹笋的收入 519,000 印度卢比和销售竹箴的收入 450,000 印度卢比。同时，这些农场也雇佣工人来伐竹和采笋。通过采收并出售非人工种植的版纳甜龙竹竹笋给发酵商，梨竹竹笋给蔬菜小贩，平均每年收入 50,000 印度卢比。5 家发酵企业预计净投资为 4,500,000 印度卢比。另一方面，自过去三年以来，非营利性非政府组织 RNBA 组织开展了技能和创业培训，培养了约 200 名竹藤家具和工艺品专业技术工人，其中许多人已经成为自营职业者。因此，竹藤可以促进社区绿色经济赋权。

关键词：生计，商业人工林，创业者，技能培训，经济赋权

单叶省藤材超微结构及区域化学研究

马建锋，杨淑敏，田根林，尚莉莉，马千里，刘杏娥，江泽慧

国际竹藤中心，竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

摘要：从化学视角解译木质纤维材料的宏/微观结构被认为是其高效利用的有效途径之一。本研究对我国商业藤种单叶省藤材的超微结构、细胞壁区域化学以及分子结构沿藤皮向藤芯的梯度变化规律进行了研究。显微成像结果显示单叶省藤材具有典型的禾本科原料的维管束结构，其细胞壁呈现宽窄交替的层状结构，纤维素、半纤维素及木质素在各细胞壁层中呈现非均一的分布规律。分子结构表明藤茎主要由 S、G 和 H 型木质素组成，组成特点类似于杨柳科植物，其中 S/G 比例在藤皮和藤芯部位分别为 4.29 和 2.70。碱抽提半纤维素结果表明藤材半纤维素主链为 (β -1-4)-木聚糖，4-氧甲基- α -D 葡萄糖醛酸联结于 O-2 位置，木糖含量占半纤维素总量的 95% 以上。木糖/糖醛酸比例在藤皮和藤芯的比例分别为 23 和 20，证实藤皮含有更多的线性半纤维素结构。以上研究结果不仅能够加深对藤材细胞壁生物合成的理解，同时可为藤材力学失效机

制及改性加工研究提供理论指导。

关键词：单叶省藤，超微结构，区域化学，显微成像，NMR

带状采伐毛竹林出笋成竹的时空特征研究

储昊煜，苏文会*，范少辉

国际竹藤中心，国家林草局竹藤科学与技术重点实验室，
安徽太平竹林生态定位观测研究站，北京，中国
（*通讯作者：swh612@icbr.ac.cn）

摘要：研究通过设置 4 种不同带宽带状采伐处理（3m、6m、9m、12m），以传统择伐为对照，探究不同强度带状采伐对毛竹林发笋和成竹的影响，旨在为科学合理开展毛竹林带状采伐提供理论依据。研究表明：（1）与对照相比，带状采伐促进了春笋的萌发，9m 采伐带发笋数量和新竹数量最多，但采伐导致了新竹胸径的减小，新竹的胸径大小与采伐带的宽度相关；（2）与对照相似，不同采伐条带发笋期第二周的发笋数量、退笋数量和新竹数量均最多，且随着发笋期的推移呈现先增加后减小的趋势，此外，退笋率与成竹率分别随时间的推移增大，减小；（3）春笋和新竹的空间分布格局与研究尺度相关，9m 和 12m 采伐带靠近采伐边界的新竹胸径较大。带状采伐没有改变毛竹林春笋出土时间，但影响了春笋和新竹的质量，春笋和新竹的空间分布特征受环境因素和毛竹的生理特性影响。

关键词：带状采伐，春笋生长，时间特征，空间分布

彝良县金佛山方竹林土壤碳、氮、磷生态化学计量特征

钟欢¹，董文渊^{1*}，黄维²，吴义远³

¹西南林业大学，昆明，中国
2750756687@qq.com

²南京林业大学，南京，中国

³威信县林业和草原局，威信，中国

摘要：为了解彝良县金佛山方竹林生态系统的 C、N、P 分配格局及化学计量特征，以彝良县金佛山方竹林幼林及成林的土壤为研究对象，对方竹林土壤的 C、N、P 含量及化学计量特征进行测定分析。结果表明：（1）两种林分类型中，土壤 C、N、P 含量均随土层深度的增加而降低，两种类型方竹林在各土层的土壤 C、N、P 含量变化范围分别为 21.99-54.09、2.39-5.67、1.66-2.36g/kg。（2）金佛山方竹幼林的土壤 C/N、C/P、N/P 及成林的土壤 C/P、N/P 均随土层深度的增加而下降，成林的土壤 C/N 则随土层深

度的增加而上升。两种类型方竹林的土壤 C/N、C/P、N/P 均低于我国土壤 C/N、C/P、N/P 的平均水平。(3) 两种类型方竹林的土壤 C 与 N、N/P 间、N 与 C/P 间及 P 与 C/N 之间均为极显著正相关关系, 土壤 C、P 及 N、P 之间相关性均未达到显著水平。彝良县金佛山方竹幼林及成林的土壤 C、N 元素具有表聚性现象, 且土壤有机质及 N 含量相对较低, 林分生长受 N 限制明显, 在今后的竹林经营管理中, 可适当增施氮肥。

关键词: 金佛山方竹, 土壤, 化学计量比, 彝良

响应面法优化单叶省藤水蒸汽热处理工艺

许敏敏, 刘杏娥*

国际竹藤中心, 北京, 中国

(*通讯作者: liuxinge@icbr.ac.cn)

摘要: 本文采用响应面法对单叶省藤水蒸汽热处理工艺进行优化。主要方法是采用单因素分析热处理条件。以热处理时间、温度和压力为因素, 以热处理后的冲击韧性为评价指标, 在此基础上, 采用响应面法对热处理工艺进行优化。处理后的结果显示, 热处理时间、温度和压力对冲击韧性有显著影响。根据分析结果确定最佳处理条件为压力 0.1MPa、时间 0.5h、温度 160°C。此条件下的冲击韧性为 52.96KJ/m²。通过以上分析可以得出, 水蒸汽热处理可以提高单叶省藤冲击韧性, 响应面法可以有效优化最佳热处理工艺。

关键词: 单叶省藤, 响应面法, 水蒸汽热处理, 工艺, 冲击韧性

京津冀城市群早园竹 (*Phyllostachys propinqua*) 叶片 C、N 和 P 化学计量变异特征

陈雷¹, 冯云¹, 朱霖¹, 裴男才², 孙冰², 黄彪¹, 李晓华^{1*}

¹ 国际竹藤中心, 北京, 中国

(*通讯作者: xiaohua@icbr.ac.cn)

² 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州, 中国

摘要: 为研究早园竹 (*Phyllostachys propinqua*) 叶片化学计量特征, 探讨其与冬季环境因素的相关性, 本研究对京津冀城市群 7 个城市 42 块样地中的早园竹叶片中的碳 (C)、氮 (N) 和磷 (P) 化学计量进行了测定。研究结果表明不同城市的毛竹叶片 C、N、P、C/N、C/P、N/P 存在显著差异。石家庄市叶片样品中 N 含量最高, 达到 21.67±1.98 mg g⁻¹, 邢台市叶片样品中 P 含量最高, 达到 0.91±0.22 mg g⁻¹。叶 N 与 C/N、N 与 N/P、P 与 C/P、P 与 N/P 显著相关。同时, 纬度、冬季低温和光照等环境因素对

叶片 N、P 化学计量有显著影响。纬度和光照时间与叶片 N、P 化学计量呈显著负相关，而冬季气温则呈显著正相关。这也说明环境，尤其是低温和光照，是影响不同城市早园竹叶化学计量的关键因素。

关键词：早园竹，叶片化学计量，京津冀城市群，环境因素

竹林风景线模式构建研究与实践

张晓霞，吕兵洋，陈其兵*

四川农业大学，成都，中国
zhangxiaoxia6228@163.com

摘要：中国竹类栽培与利用历史悠久。四川是大熊猫的故乡，竹种资源丰富、产业基础良好。为贯彻落实习近平总书记“要因地制宜发展竹产业，让竹林成为四川美丽乡村的一道风景线”的重要指示精神，四川省各宜竹区认真贯彻省委省政府推进竹产业高质量发展、建设美丽乡村竹林风景线部署。竹林风景线作为一种线性空间形态，串联城乡空间，交织融合多样活态，形成统一的网络空间系统，具有强大的生物要素流通、社会资源整合等功能。从竹林风景线的起源与发展入手，对竹林风景线的定义进行阐述，归纳总结竹林风景线的建设类型、具体形式，明晰竹林风景线构建原则、评价体系、认定标准。以宜宾市竹林风景线建设内容为典型案例，展现竹林风景线“巩固竹生态、推动竹产业、挖掘竹文化”的独特价值。

关键词：竹林风景线，建设原则，评价标准，典型案例

适用于大规模生产的竹展平复合规格材的制备关键技术研究

刘焕荣，黄爱月，宗钰容，张秀标，费本华

国际竹藤中心，国家林草局竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

摘要：与农业、钢铁、塑料等行业相比，我国竹质材料工程化还处于起步阶段；其重要原因是由于竹材尺寸和性能差异性大，缺乏规格化、标准化的中间加工单元，不能实现竹质材料工程化和大规模生产。本研究以毛竹制备的无刻痕竹展平板为研究对象，采用单元分选，对称、平衡结构组坯，高频热压工艺，研发一种适宜于大规模生产的中间产品——竹展平复合规格材。通过研究得出优化的竹展平复合规格材的优化工艺为：涂胶量 180g/m^2 ，加热时间 110s，保压时间 180s，正压压力 2.5MPa；采用上述工艺制备的竹展平复合规格材静曲强度 125.1MPa，弹性模量 11.89GPa，顺纹抗压强度 65.2MPa，顺纹抗拉强度 18.9MPa，胶层剪切强度 10.0MPa，24h 吸水厚度膨胀率 0.5%，其物理力学性能高于结构用竹木复合材标准要求。竹展平复合规格材，具有竹材加工

单元截面尺寸规格化、标准化、系列化，且性能稳定、方便运输的优点，可以通过层积用制备竹集成材或直接加工成地板、家具等产品。

“竹·园·艺”——中国第十届花博会竹藤园实践

黄彪^{1,2}, 彭红明^{1,2,*}, 邓雅云^{1,2}, 孟宇飞^{1,2}

¹ 国际竹藤中心, 北京, 中国

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

(*通讯作者: huangbiao@icbr.ac.cn)

摘要: 基于全球绿色变革的现实背景, 如何从植物到植物景观再升华到艺术审美, 从竹材料到其材料应用再升华到材料美学诠释, 是值得在当代景观规划运用领域去思考 and 探索的。本文以中国上海崇明岛中国第十届花博会竹藤园中的科学艺术创新呈现为例, 尝试实践“竹·园·艺”科学生态艺术文化的交融, 以期为推动全球竹藤花卉事业的可持续发展提供借鉴思考。

关键词: 竹藤园, “竹·园·艺”

拓展竹户外产业应用, 助力“以竹代塑”绿色发展 ——基于泰普森集团竹户外休闲产品研发生产的分析

虞雯¹, 冯博杰², 盛明祥¹, 杨宝庆¹

¹ 浙江泰普森实业集团有限公司, 湖州, 中国

wen.yu@hengfeng-china.com

² 浙江省生态文化协会, 杭州, 中国

摘要: “以竹代塑”依托竹子可再生、可循环、可降解的环保特性, 也基于中国竹产业从科学研发到企业应用的 30 多年经验, 为国际社会实现可持续发展目标提供了中国方案。作为全球户外用品领军企业的泰普森抓住绿色转型发展契机, 在我国经济发展模式和资源利用方式发生深刻变革的背景下, 以第二产业拉动第一产业, 率先实施“以竹代塑”。通过在工厂内推行去塑化行动, 以竹浆制品代替塑料品作包装内衬, 并依托国内国外双循环市场平台, 协同竹材头部企业力量, 将竹材应用于户外休闲产品, 既为公司和竹源地农民增收, 又达到绿色环保的目标。本研究基于泰普森以户外行业的力量推动“以竹代塑”行动, 描绘助力竹产业绿色经济实现强劲、健康、可持续发展的可行路径。

关键词: 以竹代塑, 户外休闲产品, 绿色经济, 可持续发展

生态文化引领“以竹代塑”的实现路径

任重

浙江农林大学，杭州，中国

948681305@qq.com

摘要：生态文化是一种旨在追求人与人、人与自然和人与社会诸关系和谐共生的文化体系，是人类社会最高的价值取向，主要表现为从过去人统治自然、征服自然的文化，转向尊重自然、寻求人和自然和谐发展的文化，其宗旨是引领经济社会和谐发展。浙江安吉县是“两山”理念诞生地。“绿水青山就是金山银山”是对生态文化精髓的生动诠释，体现了自然环境与经济社会可持续发展的文化有机统一，是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分。近若干年以来，安吉忠实践行习近平总书记的“八八战略”构想，一张蓝图绘到底，一任接着一任干，在生态文明建设中的诸多领域均走在了全国前列。为进一步提升生态文明建设水平，率先实现省域“碳中和”与“碳达峰”的目标，安吉坚持以生态文化为引领，不断丰富“以竹代塑”的实践，形成了“以竹代塑”的实现路径。

关键词：生态文化，以竹代塑，路径，安吉

东南亚竹类植物的多样性、生物地理、保护与可持续发展

李德铎*，刘涇霞

中国科学院昆明植物研究所中国西南野生生物种质资源库，昆明，中国

(*通讯作者：DZL@mail.kib.ac.cn)

摘要：全球共有 136 属约 1700 种竹子，包括温带木本竹类的青篱竹族，热带木本竹类的籐竹族以及草本竹类的莪利竹族。籐竹族包含 75 属约 1000 种，是竹亚科种类最多的分支，其中旧世界热带木本竹分布于亚洲、非洲和大洋洲的热带和亚热带地区。在过去的几十年里，由于栖息地的破坏，许多竹种濒临灭绝或受到威胁，进而影响到与竹林相关的动物和微生物多样性。作为速生非木材林产品，木本竹类在亚洲、非洲、大洋洲的原住民的日常生活中发挥着至关重要的作用。竹林每年地上和地下平均净碳封存量约为每公顷 6mg，可以作为碳汇，也可兼作笋用林和材用林。总之，将竹子纳入国家和区域发展计划对于东南亚国家的生物多样性保护和可持续性至关重要。

关键词：木本竹类，分类学，分布，濒危物种，发展规划

双碳目标背景下的绿色金融发展机遇和空间

郭萌萌

西南财经大学，成都，中国

gmm@swufe.edu.cn

摘要：气候变化已经影响到整个世界，干旱、热浪、暴雨、洪水和山体滑坡等极端天气状况越来越频繁。中国政府承诺到2030年二氧化碳排放达到峰值，并努力在2060年实现碳中和。绿色金融是实现碳双排放目标的重要金融工具。为此，本文主要探讨绿色金融如何助力双碳目标的实现以及应对气候变化的作用。本文首先介绍绿色金融的发展现状。本文将进一步讨论了气候变化对经济和社会带来的危害。具体而言，我们分别探讨了气候变化对企业的不利影响，如增加企业的运营成本。此外，本文还将讨论气候变化对家庭带来的危害。本文重点探讨绿色金融的主要发展路径，例如鼓励金融机构绿色金融工具，激励企业绿色创新和 ESG 等方面。本文进一步通过一个绿色产业发展的案例来阐述绿色金融在可持续发展中的作用。最后本文为绿色金融发展与企业绿色发展提供了重要的政策建议。

关键词：绿色金融，气候变化，ESG，绿色产业

基于自然的绿色和气候适应性世界解决方案：山地生态系统的跨学科和规模视角

N. Chettri

国际山地综合发展中心（ICIMOD），加德满都，尼泊尔

（通讯作者：nakul.chettri@icimod.org）

摘要：在过去二十年中，越来越多的发展理念反映了以人类为中心的自然资本管理观点，其重点是自然为人类提供利益。最近的一个理念是“基于自然的解决方案”（NbS），这一特殊理念把自然作为解决更广泛领域的挑战的途径，包括环境、经济和社会问题。目前，NbS 已经获得了更多的科学界和发展界的重视，并被用以应对气候危机，促进适应和建设恢复能力。这一理念最重要的价值在于它能够产生气候、生物多样性和可持续发展多重效能。尽管有必要将自然科学和社会科学结合起来，为生物多样性保护和开发工作提供信息，但这是困难和具有挑战性的，特别是在山区问题上。这在很大程度上是由于各部门纵向和分散管理，决策者和从业者没有认识到人、自然和生态服务之间的复杂关系。NbS 理念采用综合性和跨学科的方法，强调性别平等和包容性，兼顾跨国界的、更大范围的景观，对于达成可持续和包容性的解决方案及其成果至关重要。然而，如何在生物多样性保护和自然资源开发的实践中应用 NbS 的理念，有关实际操作需要多少资金投入，仍有待明确。兴都库什-喜马拉雅山脉在保护和恢复退化天然栖息地以及大规模社区发展方面有大量优秀的实践案例。本文向人们展示这些案例研究，阐述 NbS 理念对未来更加绿色和气候适应性世界的作用，强调多学科和

规模发展的观点。

关键词：气候，自然资本，弹性，生态系统，兴都库什-喜马拉雅山脉

生物多样性与食物系统转型展望

章佩琳¹，张媛²，李鹏宇²，胡悦²，朱春全^{2*}

¹ 普华永道中国，上海，中国

² 世界经济论坛北京代表处，北京，中国

(*通讯作者：Chunquan.Zhu@weforum.com)

摘要：当前食物系统的运作模式加剧了生物多样性丧失。本文以生物多样性丧失的五大驱动因素为框架系统地梳理了食物系统威胁生物多样性的原因，并提出现阶段食物系统的“四宗罪”，即造成生物多样性丧失，经济利益驱使的生产模式导致生产地生态功能脆弱，无法满足全球健康和营养需求，以及不能保障弱势群体的生计。同时，文章指出深层的原因在于各利益相关方缺乏共同目标且缺少凝聚各方行动的动力与合作机制。对此，本文提出可持续的食物系统的三大标准和 16 个行动方向，以期各方形成共识并加快制定相关政策或战略。最后，本文从政策、资金、技术三个层面阐述食物系统转型的要点及机遇，并倡议各方联合起来积极行动、抓住时机，实现食物系统的可持续变革。

关键词：生物多样性，食物系统，气候变化，可持续发展

全球化山地近自然农林复合系统途径的保护与发展

许建初^{1, 2}

¹ 国际林业研究中心-世界农用林业研究中心中国办公室，北京，中国

² 中国科学院昆明植物所，昆明，中国

(通讯作者：jxu@mail.kib.ac.cn)

摘要：作为第一产业的农林复合系统是唯一的碳汇产业，具有碳减排与碳吸存双重功能，在实现国家碳中和目标中处于重要位置。本文提出构建近自然农林复合系统的碳中和综合项目，旨在显著提高碳减排和碳固存，以及增强生态系统服务，进一步保护典型脆弱生态系统，促进生物经济和人类健康。

山地未来是一项全球行动计划，旨在通过乔灌草立体修复、农林牧复合经营与物质循环经济，为山区人民和生态系统管理提供系统解决方案。山地未来立足我国西南红河干热河谷，辐射喜马拉雅地区与全球萨王纳稀树草原地区，通过选择生态修复框架树种，如猴面包树和木树，以及被忽视的乡土树种，如余甘子 (*Phyllanthus emblica*) 进行生态修复；并解码适地适种的土壤微生物的调控机理，构建菌-虫-畜-禽-渔循环农业体系，发展生物经济，城乡融合构建市场价值链。

关键词： 农用林业，山地未来，近自然农林复合系统，循环农业，生物经济

12 种竹子的叶表型变异及其与环境因子的关系

冯云，范少辉，刘广路，魏松坡

国际竹藤中心，北京，中国

摘要： 为了解不同竹种的叶表型变异特点及其受环境因子的影响，选取并测定了分布在河南博爱和山东青岛的 12 种竹子的叶表型性状（长、宽、厚、长/宽、鲜重、饱和鲜重和干重），进行了变异分析、主成分分析、性状与环境因子的相关性分析并解析了性状间的异速生长关系。结果表明，由博爱引至青岛后（温度降低但降雨增加），蓉城竹和筠竹的叶表型性状在两地间均无显著性差异；黄秆乌哺鸡竹等 8 个刚竹属竹种至少有 1 个叶表型性状显著减小；福建茶秆竹、狭叶青苦竹有多个叶表型性状显著增大。所有竹种叶重的变异系数 $>20\%$ ，叶厚与温度因子显著正相关，与降雨量显著负相关，表现出了与环境相适应的变异特点。异速生长分析表明，12 种竹子引至青岛后，叶厚与叶重的生长速率增加，且叶重的生长速率大于叶厚。

关键词： 竹，叶表型性状，变异系数，叶重，异速生长

创新材料与市场开发





遮荫处理对苦竹笋苦味物质积累的影响

荀航，黄永健，汤锋*

国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

(*通讯作者: fengtang@icbr.ac.cn)

摘要: 竹笋是一种美味且营养价值极高的天然食品。多种可食用竹笋都具有一定程度的苦味，苦味过于强烈，可能会严重影响竹笋的食用口感。人们发现覆土等遮荫栽培可以有效减少竹笋的苦味，但避光处理降低竹笋苦味的分子机制仍未得到全面阐明。本研究选择具有突出苦味特征的苦竹笋为试验对象，系统分析比较了避光处理与自然生长的苦竹笋中 56 个差异积累化学成分和 178 个差异表达基因。结果表明：避光处理这一外源因素，通过影响酪氨酸代谢通路中关键基因的表达，下调了苦竹笋中高龙胆酸、对羟基苯甲酸等苦味酚酸类化合物的含量，最终降低了苦竹笋的苦味口感。本研究初步揭示了避光调控苦竹笋苦味物质的机理，为改善苦竹笋口感品质提供了理论依据。

关键词: 苦竹笋，遮荫处理，苦味物质

竹刨花强化混凝土墙板的发展

Maria Cristina David

邦板牙州立农业大学，邦板牙州，菲律宾

摘要: 本研究对竹刨花作为混凝土墙板的加固物质的有效性进行了试验研究。以下材料被用于研究竹刨花强化混凝土 (the bamboo-shaving reinforced concrete, BSRC) 墙板: 竹刨花 (农业工业产生的木质废料), I 型硅酸盐水泥, 砾石和自来水。按照重量占比分别为 2%, 3% 和 4%, 将竹刨花与混凝土混合。通过试验确定硬化后的混合料的力学性能, 特别是在抗压和抗弯强度方面的性能, 以确定最佳配方的竹刨花强化混凝土。以 50 mm x 600 mm x 1,200 mm (2 in. x 2 ft. x 4 ft.) 的尺寸为标准尺寸。进一步评估作为非承重墙板时的竹刨花强化混凝土墙板的最佳混合配方。测试结果表明, 竹刨花强化混凝土墙板具有低成本建筑材料所需要的性能。因此, 竹刨花强化混凝土墙板可以被广泛用于乡村和小城镇的小规模住房开发。该墙板一般可用于非承重墙施工, 有助于同时解决固体废弃物问题和加快房屋建设进度。

关键词: 竹子刨花, 钢筋混凝土, 机械性能, 籐竹

根据 ISO 22156 “完整联合测试”规定的竹接头性能

K.A. Harries*, C. Rogers, M. Brancaccio

匹兹堡大学, 匹兹堡, 美国

(*通讯作者: kharries@pitt.edu)

摘要: 新颁布的 ISO 22156:2021 允许由全竹茎构成的建筑结构设计。ISO 22156 模型规范允许“完整接头测试”作为直接确定竹接头设计性能和刚度的一种手段:“设计性能应基于具有相同几何形状、紧固件元素和细节、连接构件性能和/或等级的完整接头装配来确定。”试验应按照 ISO 16670 进行,接头性能应按照 ISO/TR 21141 测定。特征值的测定应根据 ISO 12122 5 或 ISO 12122 6 进行。[ISO 22156:2021§10.2]

本文通过完整的接头试验对竹材接头性能进行了测定。选择鱼嘴状连接螺栓的瞬间抗弯矩性能,以阐述和证明在简单连接类型上完成整个联合测试的全部过程。该程序包括实验测量和导出的接头性能参数的确定和这些参数的标准化。叙述了结果的统计分析和设计所需特征值的确定。批判性地描述了完整的联合测试协议的局限性。完整的联合测试详见下面页面的图 1。

虽然这不是本文的重点,但鱼嘴状连接螺栓的测试表现出相当大的性能参数变化,导致了相对较低的抗屈强度、极限强度和旋转刚度的特征设计参数。

关键词: 竹子, 接头, 结构测试, 鱼嘴状接头, 设计参数

竹管框单元装配式结构低层建筑体系

卓新*, 陈思, 陈柏好, 邱锡伶

浙江大学, 杭州, 中国

(*通讯作者: zhuoxin@zju.edu.cn)

摘要: 传统竹管结构采用钉或绳作为连接件,这种摩擦型节点容易因竹子含水率或环境温度的变化而引起节点部位的松动甚至失效。提出的竹管结构体系由矩形、梯形和三角形框单元经螺杆平行连接而成,可显著改善结构承载力;基于竹管的材料特性与结构的性能要求,提出了框单元的模数制组合方式,以便工厂化批量生产与仓储、减少现场装配工作量、缩短工期;兼顾结构安全性与使用舒适性,提出了柔性保温隔热层和防水层与刚性竹管结构层的构造形式;结合民宿等院落的使用功能与结构的合理性,提出了结构块体组合的智能算法,经编程可参数化快速形成并优化低层原竹建筑各单元区块的空间布局。足尺模型实验和虚拟现实模拟证明了新型低层原竹结构建筑体系的可行性。

关键词: 低层建筑, 竹结构, 框架单元, 建造技术, 参数化设计

毛竹节维管束三维结构表征及其对力学性能的影响

陈琦^{1*}, 齐锦秋¹, 谢九龙¹, 费本华²

¹ 四川农业大学, 成都, 中国

(*通讯作者: 18010503597@163.com)

² 国际竹藤中心, 北京, 中国

摘要: 由于结构差异, 竹材竹节部分的各项性质与节间差异显著。作为中国最重要的经济生态竹种, 毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 竹节的三维结构仍然是未知的。因此, 本论文对毛竹节维管束的三维结构变化进行了可视化及量化表征。结果表明, 竹节中的维管束分为三种类型: 分枝、交联与加厚, 分枝类型又可以进一步分为单分枝与二分枝。所有维管束在通过竹节后都向竹青侧偏移了 1mm 左右。经过竹节时, 竹青、竹肉、竹黄处的维管束面积分别增加了 49%、48%和 113%; 此外, 在竹节处, 纤维束和导管的面积均达到最大值。竹节的三维形态变化有助于解释竹节与节间力学性能的差异。本研究为毛竹的进一步加工利用提供了理论基础。

关键词: 毛竹, 竹节, 维管束, 三维结构, 分枝

竹塑建筑材料与低层预制建筑研究报告

吕陈正

福建六正新材料科技有限公司, 福建, 中国

(通讯作者: 411359584@qq.com)

摘要: 竹塑复合材料的性能优于单独的木材材料和塑料制品, 是一种理想的木材替代品。竹塑复合材料的出现可以减少废木材、废塑料对城市环境的污染, 也适应现代材料复合发展的规律。随着现代工业技术的发展, 建造房屋的部件可以在工厂批量生产。只要将预制好的房屋构件, 运到现场组装即可。本文简要介绍了国内竹材复合结构件的组成、特点、加工工艺及应用情况, 分析了竹材复合装配式建筑的发展方向, 充分肯定了发展竹材复合装配式建筑的必要性和可行性。

关键词: 绿色, 环保, 循环, 快速

使用竹层压板建造坚固、安全、轻量化和可持续的河流和沿海船只

Ravi Jyoti Deka

Akvotransiro 技术有限公司, 古瓦哈提市, 印度

摘要：由于缺乏替代方案，发展中国家数以百万计的人冒着生命危险乘坐不安全、不稳定、漏水的乡村木船，面对这一持续存在的问题，面对西方国家最近处理数十万旧的、损坏的和不可回收的玻璃钢船的挑战，我们开发了一种建造坚固、安全、可持续和生物可降解的以竹材为基础的生物复合材料船的工艺。

这种船是复合夹层结构，由竹层压板在内外两侧、海洋级环氧树脂和玻璃纤维布在中间叠合而成的，在强度、抗冲击性和水密性方面与传统的模压玻璃纤维船相当。它们也更轻、更高效、更实惠、更可持续，因为它们由 85% 的竹子组成，含有大约 10% 的聚合物，只有大约 5% 的玻璃纤维。玻璃钢船通常由 40:60 混合比例的玻璃纤维和热固性树脂混合而成，既不能生物降解，也不容易经济回收。因此，由于竹子是主要的构筑原材料，而且含胶量低，该船是所有现代复合材料船建造方法中碳足迹最低的，而且在 10-15 年的工作寿命结束时几乎完全生物降解。与玻璃钢船不同的是，它们没有模具，甚至比传统的木制船更简单。因此，使用该工艺可以建造从简单的划艇和渔船到多体双体船等、河流和沿海地区的各种设计和尺寸的船只，而不需要高技能水平的劳动力。

关键词：竹子，船，生物复合材料，层压制品，可持续性

在缅甸建造低成本住房的小直径竹子

R. Ascoli

Housing NOW，仰光，缅甸

(通讯作者：raphael.ascoli@blue-temple.com)

摘要：在全国范围的内战时期，缅甸国内流离失所的社区数量迅速增加。住房已成为全国各地的迫切和主要需求。这项研究探讨了大规模生产预制低成本竹屋的方法。

在当地市场上，竹子是一种丰富而廉价的资源，通过使用基于小直径竹子捆绑的非常规建筑技术，建筑成本大幅下降。这种房子的连锁结构框架系统方便运输且允许模块化的设计。这种新的建造方法能够对紧急住房危机作出快速反应，并为需要体面住所的家庭提供了新的选择，且不必求助于高利贷者。

经过三年的研究，从拓扑优化软件的计算设计阶段开始，建造了 6 个 1:1 比例的原型来测试设计，逐步改进施工工艺流程，从结构上测试房子的抗静载和风荷载，并已经实施了第一个试点项目——在仰光北部的勃固省附近的难民营建造免费的房子。

关键词：竹子，一系列，住房，缅甸

受竹子启发的应用于能源设备的细胞尺度组装

Q. Lin¹, R. Gao², D. Li³, Y. Lu¹, Y. Yu¹, Y. Huang^{1*}, W. Yu¹

¹中国林科院木材工业研究所, 北京, 中国

(*通讯作者: yxhuang@caf.ac.cn)

²东北林业大学, 哈尔滨, 中国

³青岛大学, 青岛, 中国

摘要: 柔性和可穿戴的智能纺织品的快速发展需要低成本、高能耗/功率密度的纤维状超级电容器。纤维状超级电容器的性能是由纤维状电极材料的制造和组装决定的, 而纤维状电极材料内, 在柔性电荷传输电流收集器周围总包覆一层活跃的电荷存储材料。受天然竹子组织结构的启发(竹子中储存营养物质的薄壁细胞包裹在竹子纤维周围), 我们提出了一种将竹子细胞转化为纤维状超级电容器的策略, 分别使用导电的竹子纤维和活化的薄壁细胞作为电流收集器和活性材料。在 0.64 mA cm^{-2} 时, 组装电极的单位电容为 1454 mF cm^{-2} 。一个具有一对竹子结构电极的固态纤维状超级电容器显示出相当高的能量密度。纤维状超级电容器的机械灵活性使可穿戴式腕带能够编织, 以驱动超小的电压表指示器。这种轻质、低成本和高能量密度的竹子结构的纤维状超级电容器可以实现许多智能纺织应用。

关键词: 竹子, 竹纤维, 竹薄壁细胞, 纤维状超级电容器, 能源设备

利用自备生物偶联剂策略改善竹纤维/聚乳酸复合材料的界面性能

方晓阳^{1,2}, 李彦辰^{1,2}, 赵俊淇^{1,2}, 许佳诺^{1,2}, 李川川^{1,2}, 刘佳汛^{1,2}, 刘毅^{1,2,3*}, 郭洪武^{1,2,3*}

¹北京林业大学木质材料科学与应用教育部重点实验室, 北京, 中国

1730572316@qq.com

(*通讯作者: liuyichina@bjfu.edu.com; ghw5052@163.com)

²木材科学与工程北京市重点实验室, 北京林业大学, 北京, 中国

³国家林业草原木质材料循环利用工程技术研究中心, 北京林业大学, 北京, 中国

摘要: 天然纤维增强生物聚合物复合材料(NFRBC)因其可再生性、碳中性和可降解性而成为石油基塑料的诱人替代品。然而, 纤维与聚合物基体之间的不相容性一直被认为是阻碍NFRBC广泛应用的一个具有挑战性的问题。克服这一问题最常见的方法是通过天然纤维的表面改性, 这通常涉及有毒或不可持续的试剂。在这里, 我们专注于一种更清洁、更可持续的方式来解决这个问题。通过采用深共晶溶剂体系, 我们成功地在竹纤维表面沉积了一层木质素作为生物偶联剂, 由竹纤维自行提供, 而不是使用外源木质素、石油基偶联剂或有毒试剂, 更节约资源和能源。结果表明, 制备的竹纤维可同时实现界面相容性增强和聚乳酸(PLA)基体增韧。复合材料的力学强度(弯

曲强度、抗拉强度、冲击强度和断裂伸长率分别提高了 33.10%、72.29%、44.38%和 40.80%)、热稳定性 (T_{onset} 从 290.6°C 提高到 331.9°C) 和抗水性能 (吸水率从 12% 下降到 8%) 均有明显改善。总的来说, 只使用可再生的、环保的、无毒的原材料, 这项工作作为开发更可持续、更强、更清洁的生物复合材料提供了一条新途径。

关键词: 竹纤维, 聚乳酸, 生物质复合材料, 木质素, 界面相容性

竹缠绕复合管材产品的可持续性和创新性

Meiling Chen¹, Benhua Fei^{2*}, Chungping Dai^{3*}, Ling Ye⁴

¹江苏省森林资源高效加工利用协同创新中心, 南京林业大学材料科学与工程
工程学院, 南京, 中国

²国家林业局竹藤科学技术重点实验室, 国际竹藤中心生物材料研究所,
北京, 中国

³林学院木材科学系, 英属哥伦比亚大学, 温哥华, 加拿大

⁴中林鑫宙竹缠绕发展有限公司, 杭州, 中国

(*通讯作者: feibenhua@icbr.ac.cn; chungping.dai@ubc.ca)

摘要: 竹缠绕复合管是一种新型产品, 它将生物基管道重新引入地下水网基础设施, 并使其现代化, 可以在许多中低压力供水和污水处理应用中取代聚氯乙烯和混凝土管道。管道可承受高达 1.6MPa 的工作压力, 长期静水压力下预测可工作 50 年。最大爆破压力可达 3.75MPa。这项新技术克服了早期木质单板空心管在结构和性能上的限制, 它将薄而坚固的竹片层螺旋缠绕在纱布、热固性树脂和粉状生物填料的保护基质中。竹子具有独特的高拉伸强度纤维, 将其排列在管径周围可以产生高强度、延展性和抗压力的管道。这种制造技术具有非常广泛的用途, 可以生产直径从 150 毫米到 5000 毫米、壁厚为 9 毫米-38 毫米的管材, 应用范围很广, 包括火车车厢和模块化房屋建筑的非圆形壳。利用靠近能源和管道制造集中的卫星组装点的一体化供应链模式, 可以为偏远村庄提供就业和收入, 提高运输效率。竹缠绕复合管能源效率高, 每米所需能源还不到钢管所需能源的四分之一。随着时间的推移, 它具有巨大的碳储存潜力, 估计每生产 1 吨管道可储存 0.5 吨大气中的二氧化碳。

关键词: 竹子, 制造, 复合材料管, 基础设施, 可持续性

层压竹材的水性聚氨酯涂膜抗紫外线加速和自然风化的性能

B.U. Kelkar*, S.R. Shukla

木材科学研究所, 班加罗尔, 印度

(*通讯作者: b.kelkar1792@gmail.com)

摘要：层压竹材（LBL）是在高压和高温下粘合细竹条制成的一种工程复合型材料。作为一种木质纤维素材料，层压竹材易受各种非生物因素（如水分、紫外线辐射、温度和氧化）的影响而降解，可以通过使用聚氨酯等保护性表面涂层来提高其性能。本研究中，使用刺竹条，在液压热压机中使用酚醛树脂胶粘合剂粘合，制备层压竹材。层压竹材样品涂有水性聚氨酯（PUW），并分别暴露于加速紫外线和自然风化（NW）条件下 250 小时和 90 天。使用比色法、表面轮廓测量法、接触角法、傅立叶红外光谱和扫描电镜等表征技术评估由此产生的表面颜色、粗糙度、润湿性、化学和微观结构的变化。结果表明，由于木质素的光降解、粗糙度增加、湿润度增加、风化开裂，未涂层的层压竹材表现出严重的降解。而涂有水性聚氨酯的层压竹材在暴露于紫外线和自然风化后，颜色、表面粗糙度和润湿性参数的变化显著降低。水性聚氨酯涂层在紫外线和自然风化条件下提高层压竹材的性能，可长期户外应用中保护竹复合材料。

关键词：竹材，聚氨酯，风化，光降解

高性能纤维增强竹复合材料构件的研制

Talakokula. V¹, Bhalla. S², Bhagat. D²

¹ 马欣德拉大学，海得拉巴，印度

² 印度理工学院，德里，印度

摘要：印度政府已经启动了“Pradhan Mantri Awas Yojna”、“到 2022 年为所有人提供住房”等项目，以满足该国对住房和永久性基础设施的需求。由于二氧化碳是钢铁和水泥工业的不良排放物之一，所以这些项目将会对全球产生不利影响。为了可持续发展，建筑业必须超越混凝土和钢铁，竹子可以是最好的可行技术之一。竹子可以消耗大气中的二氧化碳，并相对混凝土和钢铁的强度和重量比、竹子可以提供具有竞争力的性能，因而竹子也被称为“奇迹植物”。印度有丰富的竹子，超过 100 种竹子是印度本土的，其中 16 种是国家建筑规范推荐的结构使用材料。在天然建筑材料中，由于竹子的负碳足迹的程度，而且竹子的成熟时间极短，通常经过 3 到 5 年的生长就可以设计以适应目前建设可持续住房的需求，因而竹子非常独特。本论文旨在开发一种替代材料——高容量竹材复合材料，该材料采用胶粘剂增强竹材纤维。用于震区多层框架结构的高容量竹材复合材料是一种突破性的、变革性的、颠覆性的技术。使用竹子的独特形式具有很多挑战，作为一种天然材料，竹子也有很多缺陷和可变性。为了克服这些缺点，使用一系列的秆开发复合部分，可以显著提高竹子材料的能力和可靠性。这种特殊的纤维增强竹复合材料与环氧树脂提供所需的延展性和耐久性，作为建筑抗震结构的主要结构材料。为此，本研究使用合适的粘合剂/粘结剂和纤维作为粘结钢筋，将多个竹竿集成为一个复合元素，以开发高结构能力的梁和柱复合材料（包括节点），并具有力矩共享和传递系统作为门户框架，还可以抵抗地震力。

创新设计中的长竹纤维

孟宪川

南京大学建筑与城市规划学院，南京，中国
(通讯作者: mxc@nju.edu.cn)

摘要: 作为生长最迅速的草本植物之一，竹子捕获和储存碳的能力很强。因其源于天然纤维的高比强度，它被认为是未来广泛使用的可持续材料。因此，竹子是替代塑料的理想材料。然而，与塑料相比，竹基材料的可塑性较差，这使得它们很难被加工成满足多种功能的自由形态。长竹纤维将是关键部分之一。

本研究旨在揭示长竹纤维在创新竹材应用中的重要作用，并尝试梳理创新中可能面临的部分难题。首先，讨论长竹纤维的特性。然后，介绍讨论案例，并与塑料产品进行比较。比较结果表明，从形状和结构上组织长竹纤维的设计策略在改善竹基材料的可塑性方面有很大的潜力。此外，对竹纤维的处理突出了其独特的特性，这能摆脱“竹子是穷人的木材”的刻板印象。整合长竹纤维的可塑性和力学性能，不仅可以实现更有吸引力的外观，而且可以增强耐久性和刚度，其中之一是可展曲面的应用。最后，讨论了新技术，包括模拟、算法和数字制造，因为它们可参与长竹纤维的整合设计。

关键词: 长竹纤维，设计，可塑性，力学性能

环境对正交胶合木楼板振动舒适度的影响

Huang Haoyu¹, Zhang Junhui²

¹ 纽卡斯尔大学，纽卡斯尔，英国

haoyu.huang@newcastle.ac.uk

² 北京工业大学，北京，中国

摘要: 正交胶合木 (Cross-laminated timber, CLT) 常用于楼板系统中，由于其质量较轻，在人致激励下容易产生振动，进而引起居住者的不适。本研究旨在探究环境对楼板振动舒适度的影响，采用虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 模拟了卧室和健身房两种室内环境。测试者佩戴 VR 眼镜，坐在楼板中心位置。另有一人在楼板上走动，使楼板产生振动。通过用加速度记录楼板的振动响应，分析得到响应因子 (Response factor) 和振动剂量值 (Vibration Dose Value, VDV); 通过问卷获知测试者对楼板振动舒适度的评价。本研究将舒适度评价与楼板振动的关系与现有规范对比，发现现有规范在舒适度限值和环境划分方面可进一步完善。此外，通过统计方法对比不同环境中的试验结果，发现环境对于楼板振动舒适度有显著影响，人在卧室环境里对振动的容忍度比在健身房环境里低。

关键词: 木楼板，正交胶合木，振动舒适度，室内环境

中国竹子贸易在“一带一路”沿线国家国际市场上有增长空间

A.Danilova, X.Liu*

清华大学, 北京, 中国

(*通讯作者: xuehua-hjx@mail.tsinghua.edu.cn)

摘要: 竹子是一种独特的快速生长的植物物种, 提供了一系列广泛的生态系统服务, 并在世界各地都有大量的应用。中国是全球最大的竹制品出口国和生产国, 通过孔子学院和“一带一路”组织的不断推广, 中国有很大的潜力进一步扩大非木材商品出口市场。

本研究旨在分析中国对其贸易伙伴的竹子出口贸易量, 找出竹子贸易的最具影响力的因素, 并调查孔子学院和“一带一路”成员相关的潜在驱动影响因素。基于这些估计, 我们试图预测未来竹子商品的贸易量, 看看未来十年在“一带一路”沿线国家的市场是否有增长空间。研究方法基于文献综述和应用强大的市场出口流量分析工具重力模型。结果表明, 与中国接壤和举办孔子学院对中国竹制品的积极影响最大, 但距离仍是双边贸易的障碍。“一带一路”因素对竹子出口的影响是矛盾的, 与中国的主要贸易伙伴相比、竹子出口表现出消极的效果, 但近年来竹子出口呈现强劲的积极性, 未来十年的贸易潜力巨大。

建议决策者密切关注“一带一路”沿线国家, 因为它们将在竹子出口领域提供巨大的增长空间。

关键词: 竹, 可持续发展, 国际出口贸易量, 引力模型, “一带一路”倡议

高效阻燃及机械强度良好的壳聚糖基复合膜的简易制备

陈冀锐^{1,2}, 黄文涛¹, 陈一帆¹, 周泽男¹, 刘焕¹, 张文标^{1*}, 黄景达^{1*}

¹浙江省杭州市浙江农林大学, 杭州, 中国

²浙江省丽水市中国竹炭博物馆, 丽水, 中国

(*通讯作者: zwb@zafu.edu.cn (W.Z.); hjd1015@163.com (J.H.))

摘要: 为了改善壳聚糖(CS)基功能膜机械强度和阻燃性差的问题, 以纤维素纳米纤维(CNF)为增强材料, 以聚磷酸铵(APP)和支链聚乙烯亚胺(BPEI)为阻燃剂, 添加到CS基体中, 经简单的干燥制备CS/CNF/APP/BPEI复合膜。该复合膜表现出良好的机械强度, 其拉伸强度达到了71.84Mpa, 这源于CNF的高柔韧性以及CS、CNF和BPEI通过强氢键相互作用的结合。复合膜的极限氧指数(LOI)极大地得到改善, 从纯膜的27.6%提高到32.7%; 在微尺度燃烧量热法(MCC)测试中, 由于BPEI能够刺激APP的分解, 释放CO₂、N₂、NH₃等不易燃气体, PHRR数值从39.38%降至28.87W/g。CS/CNF/APP/BPEI复合膜具有良好的阻燃性、机械强度和透明性, 显现出广阔的应用前景。

关键词：壳聚糖，纤维素纳米纤维，阻燃剂，薄膜，机械强度

张村小学的竹门设计

高威

ADR Studio, 杭州, 中国
(通讯作者: 46128013@qq.com)

摘要：张村小学新大门的设计和建造是学生、教师、非政府组织和设计师的合力之作。鉴于当地条件和学生们的建议，我们思考了此次项目的功能、大门的外观以及采用的建筑材料。在学生们的集思广益下，我们决定采用一种新型的竹子结构来代表茶叶。这种新型的竹结构大门大胆地向公众传达了新的理念--大门是沟通交流的纽带，而不是生人勿进的警示。对于老师和学生们而言，采用竹子作为材料，不仅实现了他们的梦想，同时也彰显了他们独特的创造力，充满了自豪感。

关键词：门，竹结构，协同设计，张村

基于能量的时间等效法来评估暴露在现实设计火灾曲线下木构件的耐火性能

张永旺

东南大学, 南京, 中国
zhangyongwang@seu.edu.cn

摘要：性能化防火安全设计理念的核心是允许使用现实设计火灾模型对建筑结构进行火灾安全设计。然而，现行规范中仅提供了一种标准火灾下木结构耐火性能的设计方法。基于此，提出了一种基于能量的时间等效方法来评估木构件在三类典型现实设计火灾作用下的耐火性能。采用层板胶合木（GLT）和正交胶合木（CLT）各 60 个小型胶合木试样分别进行了三类设计火灾和标准火灾试验以证实能量等效法的有效性。结果表明，对分别暴露在设计火灾和标准火灾下的胶合木试样，若导入的热量一致时，胶合木试样的炭化深度和热解层温度分布都具有良好的等效性，除少数火灾场景外，胶合木试样炭化深度的相对误差值均在 10%以内，除 iBMB 参数火灾外，胶合木试样热解层温度分布近似一致。这充分证实了能量等效法能够被有效地用来评估木构件在现实设计火灾下的耐火性能。

关键词：基于性能的设计，现实火灾设计，木构件，基于能量的时间等效方法，等效时间

竹子设计：十年技术发展

M. Tedjosaputro^{1*}, B. Kevin²

¹西交利物浦大学，苏州，中国

(*通讯作者: mia.tedjosaputro@xjtlu.edu.cn)

²Aksen PM, 苏腊巴亚，印度尼西亚

摘要：数字化设计思维和工具的进步，促进了竹设计和竹建筑的发展;特别是，数字设计允许对形式、技术和制造的操纵，这在以前没有数字工具的支持是不可能实现的。本文旨在提供近十年来竹子设计的技术支持的概况。对 13 个以竹子为主要材料的案例研究进行了比较研究，包括算法设计、增材制造、全息建构、机械臂搭建以及这些技术的组合。作者试图解决的研究问题是“技术在塑造数字竹子设计中提供了什么设计启示?”在本文中，设计的生态学指的是数字设计工具和环境所提供的东西（设计潜力），如果不使用特定的数字工具，这些东西通常不会出现。讨论通过经典构造学的三个中心主题展开：技术、文化和物质。本文的预期结果是数字竹子的设计方向提供建议，并在竹子设计和建筑的范围内提供一个预测。此外，还将制定计算竹子设计的方向，以及在建筑学本科阶段引入竹子的教学支持（竹资源丰富的地方）。

关键词：竹建筑，计算竹设计，建筑教学用竹，数字竹设计

正交胶合竹 I 型断裂及铺层方式的影响

吴瑶¹，刘声杰¹，李智^{2*}，万智超¹

¹南京工业大学，南京，中国

wuyao19870508@163.com

²浙江大学，杭州，中国

(*通讯作者: li_zhi@zju.edu.cn)

摘要：近年来，竹木结构越来越受到人们的关注，因为从竹木生长到竹木结构建成有可能实现负碳排放。正交胶合木起源于 20 世纪 90 年代，由于在双向受力和地震耗能方面的优势，已被用于多层建筑。正交胶合竹是一种类似于正交胶合木的产品，有望成为一种新型的可持续发展建筑结构材料。然而，竹材易开裂且结构拼装开孔会产生应力集中，使裂缝极易在孔边缘形成并扩展。因此，断裂力学对竹结构分析具有重要意义。基于此，本文开展了正交胶合竹的断裂研究，目的是了解材料的断裂性能并获得开展断裂分析所需的参数。本文通过三点弯断裂试验，获得了正交胶合竹的等效弹性模量、R 曲线、断裂韧度和粘聚本构关系。结果表明，正交胶合竹具有较好的耗能能力。此外，研究了铺层方式对正交胶合竹断裂参数的影响，推导了断裂参数与铺层方式之间的关系。

关键词：正交胶合，胶合竹，断裂韧度，R-曲线，铺层

钢-木组合梁长短期受弯性能数值模拟研究

吕鑫浩, 孙中煦, 彭康

东南大学, 南京, 中国

1296986453@qq.com

摘要: 根据简化的 Hashin 准则, 借助有限元软件中用户材料子程序完成木材弹塑性本构模型二次开发, 建立完全剪力连接及部分剪力连接钢-木组合梁模型, 在四点弯曲加载情况下研究组合梁破坏机理及剪力连接程度对组合梁短期抗弯性能的影响并确定蠕变极限。编写考虑木材蠕变的用户材料子程序, 研究在长期荷载作用下剪力连接程度对组合梁蠕变的影响, 分析蠕变引起的应力重分布现象, 给出组合梁长期蠕变系数。结果表明在短期受力情况下组合梁下部木梁达到抗拉强度极限后导致组合梁发生延性弯曲破坏, 剪力连接程度对极限承载力影响较大, 对刚度影响较小; 在长期受力情况下组合梁会发生明显的应力重分布现象, 组合梁蠕变系数受 1 年的长期荷载作用在 0.13-0.18 之间, 剪力连接程度的增加使组合梁蠕变系数增大。

关键词: 钢-木组合梁, 数值模拟, 受弯性能, 本构模型, 蠕变

阻燃改性木材层板覆面对胶合木柱抗火性能影响研究

宋学松, 岳孔, 王烽

南京工业大学, 南京, 中国

2271133126@qq.com

摘要: 在前期研究基础上, 利用树脂浸渍与压缩密实化联用的方法制备了改性国产杉木, 用作胶合木柱的曝火侧层板, 制备了全尺寸胶合木柱, 开展了构件单侧曝火试验。结果表明, 采用树脂浸渍和压缩联合改性层板覆面, 胶合木柱抗火性能提升明显; 常规胶合木柱点燃时间为 55s, 涂刷防火涂料的构件, 点燃时间延长至 195s; 受火时间为 1h 时, 与常规构件相比, 单层改性层板覆面构件的炭化速率由 0.733 降至 0.552mm/min; 受火时间为 2h 时, 常规构件炭化速率为 0.503mm/min, 单/双层改性层板覆面构件的炭化速率分别降至 0.458 和 0.351mm/min; 与常规构件相比, 受火时间为 1h 时, 单层改性层板覆面构件的剩余承载力提升 30.1%, 受火时间为 2h 时, 双层改性层板覆面构件的剩余承载力提升 69.3%。胶合木柱的剩余截面随受火时间增加而减小, 导致剩余承载力试验中破坏模式由强度破坏转变为失稳破坏。

关键词: 速生杉木, 胶合木柱, 木材改性, 炭化速率, 剩余承载力

麦秸石膏复合材料覆面轻型木结构墙体抗火性能试验研究

吴添一，岳孔，梁冰

南京工业大学，南京，中国

1463623768@qq.com

摘要：石膏板抗火性能优异而广泛用作轻型木结构（LWF）墙体的耐火覆面板；但高温下 GB 中水蒸发，产生开裂和脱落，导致失去隔热作用，引起 LWF 墙体过早失效。本研究发明了一种新型麦秸石膏复合材料（IGW），开展了 14 面 LWF 墙体火灾试验，阐明了 IGW 覆面对墙体抗火性能的影响，其中，6 面 LWF 墙体受火直至达到耐火极限。8 面 LWF 墙体分别受火 30 和 60min，再进行剩余竖向承载力测试。结果表明，火灾中同一测点的 IGW 覆面墙体的温度低于 GB 墙体。IGW 覆面墙体耐火极限为 127min，比 GB 墙体延长 44.3%。曝火侧双层（外层为 GB，内层为 IGW）覆面墙体耐火极限为 162min，较双层 GB 墙体延长 51min。火灾后，IGW 仍保持结构完整性。受火时间为 30min 时，曝火侧覆面板拼接缝出内嵌石膏板带墙体的剩余竖向承载力比常规墙体高 21.3%。受火时间为 60min 时，IGW 覆面墙体的剩余竖向承载力保持率为 65.4%，而 GB 墙体不具强度。IGW 抗火性能更加优异，可替代 GB 用作 LWF 墙体的覆面板。

关键词：麦秸石膏复合材料，轻型木结构墙体，抗火性能，剩余竖向承载力

矩形铝合金棒-木组合柱轴压试验研究

Y.L. Fan^{*}, P. Peng, Y.L. Hu

中南林业科技大学，长沙，中国

(*通讯作者：fanyunlei@163.com)

摘要：为了研究矩形铝合金棒-木组合柱（ATC）的轴压性能，设置了 9 根 ATC 柱和 9 根矩形空心铝合金柱（RHA）进行对比试验。探究了不同长细比及不同铝管厚度下柱子的荷载—应变关系、荷载—位移关系，并分析其破坏机理、破坏形态，初步推导了 ATC 柱的极限承载力。试验结果表明：当 RHA 及 ATC 柱高度相同时，随着铝棒厚度的增加，承载能力有不同程度的提升，并且柱子的刚度及整体稳定性也得以提升；而当 RHA 及 ATC 柱铝管的厚度相同时，柱子长细比越大，稳定性越弱；RHA 柱在截面长边方向的抗弯刚度比在截面短边方向的抗弯刚度小；由于铝管的约束使木材处于三向受压状态，使得 ATC 柱的初始刚度增加，其极限承载力相对于 RHA 柱提高了 58.4% - 838.3%。基于叠加理论的计算方法得出的 ATC 柱极限承载力与试验结果吻合度较好。

关键词：矩形铝合金棒-木组合柱（ATC），矩形空心铝合金柱（RHA），长细比，轴压性能，极限承载力

基于几何截面的竹材弯曲应力预测

M. Tadesse^{1*}, A. Denamo², J. Goedert³

¹ 巴尔达尔大学土木与水利工程学院, 巴尔达尔, 埃塞俄比亚

(*通讯作者: tadessemm@gmail.com)

² 亚的斯亚贝巴大学, 埃塞俄比亚建筑和城市发展研究所 (EIABC),
亚的斯亚贝巴, 埃塞俄比亚

³ 内布拉斯加大学林肯分校, 杜伦建筑工程与建筑学院, 奥马哈, 美国

摘要: 与钢铁和混凝土不同, 竹子的模量值和强度结果在不同的物种之间没有确定的数据。本研究以竹竿的自然结实度为基础, 研究竹材在 2、3、4 年生时的几何特征, 以预测其抗弯能力。锐药竹的实心茎横切面与木材相似, 但从解剖学角度, 其生长方式和组织结构上存在差异。秆的长度为 2.5-3.2 米, 完全成熟时的横截面的直径范围为 3-9 厘米底径。在纵剖面上观察到竹子全茎的三个临界几何剖面。对实心、半实心和空心截面进行了系统的分类, 并与测量了底部直径和节间平均长度。对全秆进行了三点静载弯曲试验。根据 ISO22157 的要求, 对全秆试件进行了载荷布置。统计和试验结果表明, 在含水率为 11-13% 时, 底径与节间平均长度的比值 (D) 是确定树种固体截面长度和伴随抗弯强度的较好指标。因此, 预测 2、3 和 4 年生时的固体截面弯曲强度值分别是按 $5.8D$ 、 $6.4D$ 和 $7.2D$ 。尽管这种竹子的直径较低, 但其固体截面与弯曲强度存在线性相关关系, 可以预测其弯曲强度。

关键词: 实心秆, 几何截面, 弯曲强度

竹材作为可持续经济的建筑材料: 钢筋混凝土结构与竹材结构的比较

S. Biswas

全球智慧城市部, 成均馆大学, 水原, 韩国

sumanbiswas@g.skku.edu

摘要: 如今, 竹建筑已不再是天方夜谭, 竹子已成为建筑行业中一种简单、可获得、可持续发展的建筑材料。竹子是一种速生植物, 且使用寿命长。当全世界都意识到使用绿色可持续的材料时, 竹子就成为了建造人类栖息地的最佳解决方案。本研究涉及竹建筑的经济和工程方面。本文将对世界上常用的钢筋混凝土结构与竹结构进行对比分析。在孟加拉国, 两位年轻的建筑师出色地完成了两个项目, 并对其进行了批判性的划分和分析, 以获得竹结构长期前景的可行答案。分析研究结果表明, 竹子不仅是当今时代的一种绿色和、可持续的材料, 而且在经济上比任何其他材料都更便宜, 且易于建造, 预期使用期限也更长。然而, 竹子作为环境友好型的建筑材料, 需要解决昆虫和真菌的攻击, 可以采取化学和非化学防腐处理, 提高竹子结构的耐久性。最后, 从建筑的角度, 探讨在发展中国家如何从美学、工程、经济和社会方面使用竹子作为

包容性基础设施的建筑材料。

关键词：竹子，可持续建筑，绿色建筑，包容性基础设施

建筑信息模型平台上的轻型竹木结构设计与建造： 以张北县双层民居为例

王睿¹，李智^{2*}，王刚³，肖岩¹

¹浙江大学-伊利诺伊大学厄巴纳香槟校区联合学院，海宁，中国

²浙江大学建筑工程学院，杭州，中国

(*通讯作者：Li_zhi@zju.edu.cn)

³海南大学土木工程学院，海口，中国

摘要：论文介绍了利用建筑信息模型在中国张家口市张北县设计、制备与建造的某幢双层竹木结构民居。房屋的结构形式为轻型竹木复合结构，主要结构构件包括轻型竹木框架剪力墙、竹木复合楼板和桁架系统。这种结构具有良好的抗震性能，荷载传递路径清晰：垂直于侧向荷载作用方向的剪力墙可以将荷载传递到水平隔板（楼板或屋面搁栅），水平隔板将其分配到平行于侧向力的剪力墙之上；最后，上部结构再通过主体结构-基础连接件系统将所有外部荷载有效转移到预制钢桩基础之上。上述所有结构元件通过预制金属件连接。房屋的 BIM 模型可以有效的模拟施工过程。同时创建了剪力墙、梁和屋顶桁架的部品部件族数据库。并根据族文件，实现了连接件系统与结构构件在工厂的预制加工与制备。此类结构由于易于制造、运输、预制和安装，在结构性能要求和经济效益之间取得了相对较好的平衡。

关键词：竹材，民居，建筑信息模型，预制，轻型框架结构

水热处理对毛竹材弯曲性能的影响

牛思杰¹，陈美玲²，崔百祥¹，王传贵^{1*}，张双燕^{1*}

¹安徽农业大学，合肥，中国

²南京林业大学，南京，中国

sijieniu@icloud.com

摘要：为提高竹材柔韧性及形态可塑性，开拓竹材多元化利用。本研究用酸性或碱性水浴处理竹材，同时控制水浴温度和水浴时间，探究不同处理条件下竹材弯曲性能的差异。结果表明，毛竹材的弯曲性能与水浴温度、水浴时间及处理液浓度均呈负相关；酸性处理液对毛竹材弯曲性能的影响略高于碱性溶液，其中，水浴时间对毛竹材弯曲性能的影响最为显著。与未经处理的毛竹材相比，处理后毛竹材的弹性模量和静态弯

曲强度分别降低了 16.4%-28.8%和 15.3%-35.6%；同时，薄竹单元的曲率半径明显减小。

关键词：毛竹材，软化工艺，酸碱水浴，弯曲性能，曲率半径

竹钉增强正交胶合木的隔声性能

吴玥，朱一辛*，黄紫蓝

南京林业大学，南京，中国
(*通讯作者：zhuyixin@njfu.edu.cn)

摘要：在生物质复合建筑材料领域，为了发挥以竹代木的低碳优势和利用重组竹优良的力学性能，并提高正交胶合木的滚动剪切性能和作为楼板时的隔声性能，对原有的正交胶合竹木（CLBT）的构造和加工技术进行创新，研发一种竹钉增强正交胶合木（BN-CLT）。此种新型材料保留正交胶合木的组坯形式，层板采用国产杉木作为基体，其上周期性排列预留孔，孔中钉入方形重组竹竹钉作为散射体，竹钉的长度与CLT的厚度相同。

在50-2000Hz频率范围内，对竹钉增强正交胶合木的隔声性能采用模拟计算研究和阻抗管法试验研究。结果显示，竹钉增强CLT的隔声性能整体高于普通国产杉木CLT；在200-600Hz频率段内，竹钉增强CLT的隔声量曲线会有显著的峰，表明周期性排列的竹钉会抑制中低频率的声波传播；竹钉增强CLT中预留孔的直径和间距均会影响隔声量曲线的分布和峰值，产生不同的隔声效果。

关键词：竹钉，重组竹，正交胶合木 CLT，隔声性能

龙竹-尾巨桉用于正交胶合木制造的可行性研究

苏昕龙，韩晨雨，万辉*

西南林业大学，昆明，中国
1446709360@qq.com (*通讯作者：wanandwan@yahoo.com)

摘要：为进一步推进林产品绿色可持续发展战略，探究更多的以竹代木制造工程材料的可能性，本文用龙竹与尾巨桉组成的竹木正交胶合木（cross laminated timber, CLT）为模型，研究含有竹青的龙竹对竹木 CLT 模型的胶合性能、抗弯性能、尺寸稳定性以及强重比的影响。通过与纯桉木 CLT 模型比较表明，用含竹青的龙竹作为 CLT 模型的表层材料和用桉木作为芯层材料正交组坯并用酚醛-异氰酸酯树脂胶合时，其胶合性能良好、竹木 CLT 模型比纯桉木 CLT 模型的抗弯强度高且避免了竹木 CLT 模型出现底部拉伸破坏的情况、尺寸稳定性要好、其性能满足中华人民共和国林业行业标准 LY/T3039-2018。这证明使用龙竹竹条径切面与桉木弦切面胶合且竹条作为表层桉木作

为芯层的设计时，竹木 CLT 模型的强度大大提高，而且使其尺寸变化大大低于纯木 CLT 模型以及尾巨桉和龙竹材料的尺寸变化，提高了竹木 CLT 模型的尺寸稳定性。本研究为制造高尺寸稳定性和高强度的竹木正交胶合木提供了可靠的依据，并证明了利用全龙竹代替部分木材制造 CLT 的可行性。

关键词：全竹利用，竹木复合，CLT，尺寸稳定性，竹木胶面合

天然竹原纤维在纺织领域的应用研究

Wang Chunhong^{1*}, Lu Chao¹, Zhang Yi², Li Suwen¹

¹天津工业大学，天津，中国

(*通讯作者: wangchunhong@tiangong.edu.cn)

²福建竹纤材料科技有限公司，福建，中国

摘要：竹原纤维是采用物理、化学相结合的方法制取的天然竹纤维，保留了原生竹纤维的天然物理结构和功能特性。本文从竹原纤维分级提取、竹原纤维纺纱、织造和竹原纤维增强纺织复合材料三个方面分述了竹原纤维在纺织领域的应用研究。研究结果表明，竹黄纤维与竹青纤维的形貌、结构和性能方面存在显著差异，以竹黄纤维和精梳棉为原料，采用紧密赛络纺纱技术制备了混纺比为 50:50 的竹原纤维/棉混纺纱及织物，混纺纱线强度为 9.2cN/tex，断裂伸长率为 4.7%，混纺织物具有良好的防紫外线和抗菌的功能。竹原纤维/热塑性纤维非织造复合材料弯曲强度和模量分别为 74.0MPa 和 6.1GPa，拉伸强度和模量分别为 57.0MPa 和 6.2GPa，满足汽车内饰材料的力学性能要求。以竹青纤维为增强体制备的单向竹原纤维增强不饱和聚酯复合材料拉伸强度为 434.6MPa，拉伸模量为 15.8GPa，弯曲强度为 370.5MPa，弯曲模量为 25.0GPa，垂直燃烧过程中无液滴滴落，损毁长度为 31.0mm，阻燃等级达到了 UL-94 V-0 级，在汽车、航空、轨道交通、船舶、风电叶片、工程管道及新型建材领域均具有应用前景。

关键词：竹纤维，纺织材料，纺织结构复合材料

天人山水大地艺术园-竹桥

张剑

昊源集团设计中心，广州，中国

Kenny@Mcwaltz.cn

摘要：广州天人山水大地艺术园中，公路桥跨越湿地花海区。两座巨大的混凝土桥墩粗野地立在峡谷湿地上，与大地景观格格不入。

我们尝试将桥的外观加以改造，和湿地景观能和谐共存。构筑物的形态概念来自湿地蜿蜒的溪流，柔美的花海。两道优雅的曲线改变了桥体原来呆板的天际线，成为湿地的一道风景线。

桥体长度近 100 米，宽度达 10 米，曲线的空间定位兼顾了通行需求与外观美感。构造物的骨架采用钢结构，以解决较大的跨度需要。外观需要用自然生长的材料，和自然山水融合。顶棚的竹稍有缝隙，顶棚与骨架之间设置了防水层，遮挡雨水。防水层以竹篾编织网承托。编织方式选择人工不规则乱编手法，以获取更好的艺术效果。阳光可以透过几层材料的缝隙散射到桥面。斑驳的光影洒落，游客穿行其中，自有独特的体验。

关键词：竹子，美感，曲线

基于真空辅助树脂传递模塑成型 不同纤维形态竹纤维复合材料性能研究

施江靖¹，陈红¹，张文福²，夏常磊^{1*}

¹南京林业大学，南京，中国

(*通讯作者: changlei.xia@njfu.edu.cn)

²浙江省林业科学研究院，杭州，中国

摘要：为探索不同形态竹纤维(BF)对真空辅助树脂传递模塑成型(VARTM)过程中环氧树脂(EP)浸渍纤维效果及 BF/EP 复合材料性能的影响，采用经机械碾压 2 次、3 次、4 次得到 3 种不同形态的 BF(BF-2、BF-3 和 BF-4)，通过溶液悬浮法将 BF 制作成竹纤维预制体(BFP)，再利用 VARTM 制备出纤维含量为 45wt%的复合材料 BF-2/EP、BF-3/EP 和 BF-4/EP。采用 ESEM、超景深显微镜、力学试验机、TG、DMA 和 Micro-CT 对 BF、BFP 和 BF/EP 复合材料性能进行表征。研究表明：随纤维长度减小、纤维分离度增加，导致 BFP 蓬松度降低，树脂注射难度增大，BFP-4 在树脂注射时会发生纤维堆积，BF-3/EP 复合材料吸水率最低。长度与分离度适中的 BF-3 制备的复合材料力学性能最佳，弯曲强度、弹性模量、剪切强度和冲击韧性分别为 97.90 MPa、7.2 GPa、17.01 MPa 和 8.11 kJ/m²。BF 加速了 BF/EP 复合材料的热解，但高 BF 含量能够提升 EP 的刚性，BF-3/EP 复合材料动态热机械性能最高。BF-3 与树脂界面结合最佳，孔隙体积占比仅为 0.04%。

关键词：竹纤维，溶液悬浮法，真空辅助树脂传递模塑成型，纤维形态，竹纤维复合材料

基于数字化竹竿数据的竹杆桁架结构分析优化

Rodolfo Lorenzo, Barath Ragesh Puvanendran Maheswari

伦敦大学学院，伦敦，英国

摘要：竹子可以减少建筑行业的碳足迹，是一种理想的建筑材料。虽然在建筑初期，使用竹竿发挥了碳汇功能，但在处理、运输、施工和修理过程中，会增加二氧化碳的排放。除了碳排放外，由于安全因素，受竹子的结构设计规范限制，竹子并没有得到充分的利用。测试数据显示，主要是因为竹子的有机性质，导致其机械和几何性能有相当大的偏差。通过采用数据驱动的数字设计框架，包括竹竿的 3D 扫描和自动化测试，并在整个生命周期中使用数据以及 BIM 应用，可以减少排放量，提高利用率。

本文基于数字设计框架对竹竿结构进行了分析，并与传统的竹竿结构分析模型进行了比较。除此之外，还介绍了可以减少结构的挠度、应力和刚度变化的方法。这是通过对数字化竹竿中单个竹竿构件的自动分析而建立的数据库而实现的。通过该方法得到的用于结构的竹竿和部分杆的知识可以通过提高结构中构件的利用率，从而提高结构的效率和性能。

关键词：竹结构，计算机辅助设计，计算机建模，结构优化

相变储能型多功能透明竹材研究

王秋怡^{1,2*}，徐祝超^{1,2}，陈美玲^{1,3*}，李延军^{1,2*}

¹ 南京林业大学材料科学与工程学院，南京，中国

(*通讯作者：Wang813@njfu.edu.cn)

² 国家林业与草原局竹材工程技术研究中心，南京，中国

³ 国际竹藤中心生物材料研究所，北京，中国

摘要：随着建筑能耗的快速增长和环境问题的日益严重，为发展可再生能源，提高能源利用效率，具有蓄热功能的新型透明生物质材料作为新型建筑材料受到广泛关注。透明竹材具有良好的隔热性能和光学性能，是一种很有潜力的生物质建筑材料。本研究将环氧树脂复合相变材料聚乙二醇（PEG）浸渍注入脱木质素的竹材模板中，制备了一种高强度、低导热的新型透光储能竹材（TESB）。结果表明，PEG 的加入提高了 TESB 的热稳定性和储能效率，对透光率的影响不大。随着 PEG 含量的增加，TESB 的相变焓逐渐增大。当 PEG 含量为 80% 时，合成的 TESB 具有最好的热性能。熔融焓和结晶焓分别为 134.1J/g 和 122.9J/g，最大透光率为 88.2%，抗拉强度为 122.72MPa。该研究为绿色储能复合材料的制备提供了一种新的方法，所制备的 TESB 具有良好的储能性能和光学性能，在建筑节能和改善室内热舒适等方面具有广阔的应用前景。

关键词：透明储能竹材，光学性能，热性能，强度高，热储能

辐照处理对重组竹物理力学及防霉性能的影响

徐祝超^{1,2}, 王秋怡^{1,2}, 王新洲^{1,2}, 陈美玲^{1,3*}, 李延军^{1,2*}

¹南京林业大学材料科学与工程学院, 南京, 中国

(*通讯作者: andrew@njfu.edu.cn)

²国家林业与草原局竹材工程技术研究中心, 南京, 中国

³国际竹藤中心, 北京, 中国

摘要: 重组竹是近年来兴起的一种竹材利用率高的新型竹制工程材料。然而, 目前迫切需要一种有效可行的方法提高其物理力学性能、尺寸稳定性和防霉性能。本文以不同 γ 射线辐照处理的竹束为原料制备了重组竹, 研究了不同辐照剂量 (50KGy-200KGy) 对重组竹物理力学性能、防霉性能的影响。结果表明: 随着辐照剂量的增加, 重组竹的力学性能先升高后降低。在辐照剂量为 100KGy 的条件下, 重组竹的弯曲强度 (MOR)、弹性模量 (MOE) 和顺纹抗压强度达到最大值, 分别为 137.75MPa、15.01GPa 和 79.24MPa。同时, 重组竹的吸湿厚度膨胀率随着辐照剂量的增加而降低; 重组竹的防霉性能随着辐照剂量的增加显著提高。综合分析, 辐照剂量的最佳参数为 100KGy。本研究提供了一种新型高性能竹制工程材料的生产工艺, 可用于指导工业生产。

关键词: 重组竹, 辐照处理, 物理力学性能, 防霉性能

竹材半纤维素提取及其解聚过程研究进展

王美鑫, 战雅微, 马腾飞, 李志强*

国际竹藤中心, 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室,

北京, 中国

(*通讯作者)

摘要: 在当前碳达峰、碳中和的目标下, 开发制备高附加值的半纤维素化学品具有广阔的应用前景, 而且对人类社会可持续发展有重要意义, 但半纤维素由于其复杂和不均一的结构致使研究和利用受到限制, 存在易降解、收率低、纯化困难, 成本高等问题。因此如何提高木质纤维原料中半纤维素及其解聚产物的提取率常作为研究的热点与重点。文章对近年来提取半纤维素及其解聚产物的研究进行了综述, 简述了不同提取半纤维素的预处理方法, 并分析了一定的降解方法得到半纤维素的解聚产物: 木寡糖和木糖。并在此基础上以竹材为例, 为研究竹材半纤维素提取技术的发展与工业应用探索提供建设性意见。最后, 结合发展趋势, 指出了未来半纤维素及其解聚产物的发展方向, 特别是针对竹材应用领域, 对于拓宽竹材中半纤维素的利用具有重要理论指导和应用价值。

关键词: 竹材, 半纤维素, 预处理, 木寡糖, 木糖

一种具有良好机械强度和阻燃性能的壳聚糖基复合气凝胶的制备方法

Liu Huan¹, Chen Jirui², Zhou Zenan¹, Huang Wentao¹, Zhang Wenbiao¹, Huang Jingda^{1*}

¹浙江农林大学, 杭州, 中国

(*通讯作者: hjd1015@163.com)

²遂昌县竹炭博物馆, 丽水, 中国

摘要: 为改善纤维素纳米纤维 (CNF) 基气凝胶耐水和阻燃性差的问题, 以壳聚糖 (CS) 为增强材料, 以纳米氢氧化镁 ($\text{nmMg}(\text{OH})_2$) 为阻燃添加剂, 以聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 为疏水剂。在 CNF 基质中通过低温冷冻干燥制备 CNF/CS/ $\text{nmMg}(\text{OH})_2$ /PDMS 复合气凝胶。以 CS 为连接中间体, 链接 CNF 和 $\text{nmMg}(\text{OH})_2$, 所得复合薄膜具有良好的阻燃性。复合薄膜的阻燃性能大大提高了。极限氧指数(LOI)从 CNF 气凝胶的 17.5% 提高到 28.7%, 由于 $\text{nmMg}(\text{OH})_2$ 能够生产氧化镁和水, 降低气凝胶的着火点, 并形成一层保护性氧化镁层阻挡 O_2 的进入。基于良好的阻燃性、机械强度和透明性, CNF/CS/ $\text{nmMg}(\text{OH})_2$ /PDMS 复合气凝胶具有巨大的未来应用潜力。

关键词: 纤维素纳米纤维, 壳聚糖, 不易燃的, 疏水, 机械强度

FRP-胶合木-UHPC 新型组合梁长期性能试验研究

王皓磊^{1*}, 唐源¹, 范云蕾¹, 王小炜², 李文倩¹

¹中南林业科技大学, 长沙, 中国

(*通讯作者: wang_haolei@csuft.edu.cn)

²佳筑建筑科技有限公司, 上海, 中国

摘要: 为改善传统木-混凝土复合梁的长期性能, 提出了一种新型的木-混凝土组合梁结构, 即全预制 FRP (Fiber-Reinforced Polymer)-胶合木-UHPC (Ultra-High Performance Concrete) 组合梁。该组合结构是通过使用水平钢板+螺柱连接器将胶合木构件连接到 UHPC 板而形成的。为了揭示该结构的时变性能, 对两种类型的 TCC 梁进行了对比试验研究, 即一种传统的胶合木-混凝土梁和三种胶合木-UHPC 梁 (加或不加 FRP 筋)。所有试件在不受控的室内环境下进行恒定加载, 监测环境温湿度、胶合层含水率、跨中挠度、截面应变和界面相对滑移; 讨论了 UHPC 和 FRP 加固以及不同荷载水平 (13%、26%) 对组合体系长期性能的影响。试验结果表明, 与胶合板-混凝土试件相比, 胶合板-UHPC 组合梁和 FRP-胶合板-UHPC 组合梁的初始刚度分别提高了 11.8% 和 25.7%, 徐变系数分别降低了 107.4% 和 62.8%, 表明 UHPC 的应用可以显著改善 TCC 梁的初始刚度和长期性能。FRP-胶合木-UHPC 试件的长期变形在荷载水平加倍时增加了 82.3%, 表明 TCC 复合材料的长期变形行为与荷载水平不呈线性相关。考虑木材蠕

变和混凝土收缩徐变，建立了胶合木-uhpc 组合梁宏观长期变形计算模型，模型计算结果与实验数据吻合较好，能有效模拟实际情况下受环境温湿度影响的长期变形趋势。

关键词：木材混凝土复合材料，超高性能混凝土，蠕变，长期性能，试验

基于热改性的巨竹弧形层压板制备

J. P. Jimenez, Jr.^{1*}, J.E.C. Ramos¹, M.N. Acda²

¹森林产品研究与发展研究所科学与技术部，洛斯巴诺斯市，菲律宾

(*通讯作者: juanito.jimenez@fprdi.dost.gov.ph)

²菲律宾洛斯巴洛斯大学林产品和造纸科学系，拉古纳，菲律宾

摘要：本研究采用了蒸汽加热法和油热法 2 种热改性处理方式，使用聚氨酯树脂和弧形压模进行组装，探讨了热改性巨竹弧形竹板的层压问题。结果表明，与未处理的对照组相比，层压板吸湿性降低，尺寸稳定性提高。力学性能试验表明，蒸汽或热油处理对竹材层压板的抗压强度、抗拉强度、抗剪强度和弹性模量均没有影响或影响很小，却显著降低了断裂模量。同时，加载方向（径向和切向）也会影响竹材层压板的力学试验结果。综上，热改性弧形竹板可制备成层压板，并改善其尺寸稳定性，对断裂模量以外的力学性能没有影响或影响很小。层压板可进一步加工制造成耐用和可持续发展的材料。

关键词：弧形层压，竹子，马来甜龙竹，聚氨酯，热改性

来自阿根廷的多种生物质材料

Nancy Lis Garcia^{1*}, Carlos A. Rodriguez¹, Mirta Fascio²,
Norma D'Accorso^{1,2}

¹布宜诺斯艾利斯大学，墨西哥碳排放调查中心（CIHIDECAR），
布宜诺斯艾利斯，阿根廷

(*通讯作者: nancytis@qo.fcen.uba.ar)

²布宜诺斯艾利斯大学精确与自然科学学院有机化学系，布宜诺斯艾利斯，阿根廷

摘要：甘蔗（*Tacuara cane*）是阿根廷竹子的一种，是一种入侵植物，在我国住宅景观中常用作观赏景物。从这种甘蔗中提取纤维素、半纤维素和木质素是一种友好和可持续的过程。采用绿色均匀化法制备纤维素纳米原纤维（CNF），表征直径为 10-20nm 的网状长纤维结构，结晶度为 65.5%，热分解起始温度为 212°C。对纤维素纳米原纤维（CNF）进行了有效的改性，用于制备柔性可生物降解薄膜。薄膜（接枝纳米纤维）与组分的物理混合物之间的比较表明，该材料在热、机械和表面性能方面都有改善。

另一方面，利用半纤维素制备了具有良好的染料吸附性能和重金属去除特性。新型水凝胶具有染料吸附性能，应用于罗丹明 B、亚甲基红和亚甲基蓝等染料的去除。静电纺丝法制备的木质素生物降解聚合物膜可作为生物医学的潜在支架材料。阿根廷竹材是一种很有前途的新型生物材料，它可以改善生物材料的性能，实现可持续的低碳产品，促进循环经济。

关键词：Tacuara cane，薄膜，水凝胶，静电纺丝，生物质材料

云南箭竹笋贮藏过程中的生化变化及冷藏机制

于丽霞^{1,2,3}，裴佳龙^{1,2,3}，王曙光^{1,2,3*}

¹西南林业大学生命科学学院丛生竹研究重点实验室，昆明，中国

(*通讯作者：stevenwang1979@126.com)

²国家林草局科技创新团队，昆明，中国

³西南林业大学竹藤研究院，昆明，中国

摘要：竹笋采后生理衰老的机制尚不清楚。通过对云南箭竹笋在不同温度下贮藏过程中的生理变化研究，分析了竹笋在贮藏过程中形态和生理变化的关系。结果表明，冷藏可以减少竹笋的失重、褐变、呼吸速率和糖降解；降低相关酶活性；抑制木质素和纤维素含量的增加。竹笋的质量在收获后的前 3 天下降的幅度大于随后的时间。木质化、纤维化和褐变程度的增加是竹笋采后衰老和质量下降的主要原因。低温对褐变的抑制作用强于对木质化和纤维化的抑制作用。竹笋中的非结构性碳水化合物在室温下降解并流入箨鞘和笋呼吸、酚类物质合成、笋纤维化和木质化，而低温储藏条件下则仅在流入箨鞘呼吸、笋纤维化以及木质化。在室温下，可溶性蛋白质和游离氨基酸主要流向笋和箨鞘呼吸以及酚类物质合成中，但这一过程在低温下受到很好的抑制。建议竹笋一旦从冷藏库中取出，应迅速食用，因为酶活性恢复得很快。本研究为竹笋的保鲜提供了新的理论信息。

关键词：云南箭竹笋，采后贮藏，褐化，纤维化，木质化

基于小头直径的毛竹分级研究

马睿*，陈志华，杜颜胜，焦铃奥

天津大学，天津，中国

(*通讯作者：ruima9855@163.com)

摘要：竹是建造传统房屋常用的元素之一，将其用于建造村镇住宅有助于实现绿色低碳发展。然而，传统的竹屋通常根据工匠已有的经验进行建造，而非采用标准化的流

程进行设计。竹材分级是实现竹结构标准化设计的基础性工作，本文提出了基于小头直径的毛竹分级方法，测量、统计并分析了 3 种经不同方式处理（未处理、化学处理、碳化处理）的共计 653 根毛竹杆的几何尺寸和物理性质。结果表明在实践中毛竹杆外径可以通过其外周长加以确定；处理方式对毛竹杆的几何尺寸和物理性质有显著的影响；3 种经不同方式处理的毛竹杆根据其小头直径分别可被分为 5、5、4 个等级。同时根据测量数据，本文给出了各等级毛竹杆的壁厚、外锥度、内锥度和线密度的设计标准值取值。本研究可为建立毛竹结构的标准设计方法和规范提供支持。

关键词：毛竹杆，分级，设计值

竹子秆基输导组织的三维可视化

李珊^{1,2}，尚莉莉¹，王燕高²，杨淑敏^{1*}

¹竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者: yangsm@icbr.ac.cn)

²四川农业大学林学院，成都，中国

摘要：竹子生长快与其发达的根茎系统相关。根和地下茎的输导组织对水分和养分的运输起关键作用。本文利用高分辨率 x 射线显微断层扫描技术 (uCT) 对箬竹 (*Chimonobambusa tumidissinoda*) 秆基进行了成像。深度学习和分水岭算法实现了秆基输导组织与其它组织的分割。采用无损检测的方法对秆基结构进行了表征，实现了输导组织的三维重建。不同节间的输导组织相互交错，形态各异。横向输导组织主要聚集在秆基地下茎侧。同一高度的轴向输导组织厚度小于横向输导组织厚度。横向输导组织厚度从秆基底部到顶部逐渐减小，这与轴向输导组织相反。秆基输导组织体积分数为 6.35%，不同横截面的输导组织比量在 3.6-8.9%之间。结果表明，uCT 是竹材结构研究的一种快速、无损的三维成像方法，为竹材结构研究提供了新的视角和认识。

关键词：竹子，秆基，三维重建，输导组织，x 射线显微断层扫描技术

兼具良好 PM2.5 捕获性能和热稳定性的纤维素纳米纤维/聚乙烯醇/竹基活性炭气凝胶片

赵柯豫¹，任长英¹，芦有为¹，张琪骏³，吴强¹，王思群^{1,4}，戴春平⁵，
张文标^{1*}，黄景达^{1,2*}

¹浙江农林大学化学与材料工程学院，杭州，中国

zwb@zafu.edu.cn (*通讯作者: jdhuang@zafu.edu.cn)

²浙江大学生物系统工程与食品科学学院，杭州，中国

³中国科学院城市环境研究所，厦门，中国

⁴田纳西大学可再生碳研究中心, 诺克斯维尔, 田纳西州, 美国

⁵英属哥伦比亚大学林业学院, 温哥华, 加拿大

摘要: 空气中的细颗粒物 (PM), 尤其是里面的 PM_{2.5}, 通常作为病原体的载体, 严重威胁人类的健康。过滤是保护个人免受 PM 污染的最简便的方法之一, 然而, 利用绿色材料制备过滤效率高、热稳定性好的空气过滤材料仍然是一个挑战。本研究以纤维素纳米纤维 (CNF)、聚乙烯醇 (PVA)、竹基活性炭纳米颗粒 (BAC) 为原料, 通过简单混合和冷冻干燥, 构建了双重过滤的空气过滤系统。CNF/PVA/BAC 气凝胶片 (厚度 3 mm) 凭借 CNF 的网状结构和 BAC 的静电吸附双重过滤, 对 PM_{2.5} 的过滤效率高达 99.69%。所制备的气凝胶滤片具有较好的热稳定性, 即使在 200°C 下处理 1 小时, 其过滤效率也超过 95%。经 MTMS 改性后, CNF/PVA/BAC 疏水气凝胶滤片可以通过水洗重复使用 5 次以上, 过滤效率仍保持在 95% 以上, 压降保持在 100pa 以下。本研究所制备的疏水 CNF/PVA/BAC 气凝胶片具有环境友好、过滤效率高、制作简单的特点, 使其成为应对当今严重空气污染材料的潜在选择。

关键词: 纳米纤维素纤维, 竹基活性炭, 聚乙烯醇, 气凝胶, pm_{2.5}

真空自活化热解: 一种将生物质废弃物转化为活性炭和可燃气体的环保方法

高奇^{1,2}, 冯子兴^{1,2}, 何玉玉^{1,2}, 侯艳梅^{1,2}, 任浩^{1,2}, 苏梦福^{1,2}, 倪良萌^{1,2},
刘志佳^{1,2}

¹ 国际竹藤中心, 北京, 中国

593758358@qq.com

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

摘要: 砷是水中常见的污染物, 因其毒性大、分布广而备受关注。活性炭作为一种高效砷吸附剂, 其制备过程往往会因尾气或化学试剂的排放而带来环境压力。本研究介绍了一种生产活性炭和可燃气体的绿色方法。将竹笋壳在真空中热解, 利用热解产生的 H₂O 和 CO₂ 作为活化剂。活性炭的比表面积可以通过控制温度和时间来调节, 范围从 373m²/g 到 1855m²/g。活性炭的砷吸附行为符合伪二阶与 Langmuir 模型, 对 As (III) 和 As (V) 的最大吸附容量分别为 10.88mg/g 和 16.04mg/g。通过 N₂、H₂O 和 CO₂ 气氛下的热重实验模拟了自活化过程, 研究了孔隙发育行为。对自活化产生的气态产物进行了分析, 其主要由 CO 和 H₂ 组成, 热值为 11.66MJ/Nm³。这项工作从新的角度解释了自活化机制, 并评估了气态产物的能源潜力。研究结果将有助于提高自活化技术的竞争力, 降低活性炭的生产成本。

关键词: 热解, 自活化, 活性炭, 可燃气体, 砷吸附

慈竹 γ -戊内酯预处理产物酯化制备高取代度醋酸纤维素的研究

战雅微, 王美鑫, 李志强

国际竹藤中心, 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室,
北京, 中国

摘要: 由于不可再生的化石资源的日益消耗和对资源能源的需求正在迅速增长, 可再生资源的转化和利用已成为全球关注的焦点和热点之一。本研究以碳水化合物含量较高、更易于生物转化的慈竹为原料, 研究了 γ -戊内酯 (GVL) /水- H_2SO_4 预处理体系对其化学组成和结构特征的影响及其产物后续酯化制备醋酸纤维素的能力。将预处理回收的固体产物在 NaOH 的催化下, $120\text{ }^\circ\text{C}$ 下被乙酸乙烯酯改性 10 min 。结果表明, 经 $\text{GVL}:\text{H}_2\text{O}=8:2$ 的预处理体系 $140\text{ }^\circ\text{C}$ 预处理 2 h 后, 产物中的纤维素转化醋酸纤维素的转化率最高, 可达 73.39% , 且取代度为 2.78 , 是直接从未经处理的原竹粉转化的 1.8 倍。上述条件下, 预处理反应后可回收原料中 54.71% 木质素, 并可作为木质衍生原料以在未来进一步利用。同时, 反应生成的影响发酵的有机酸含量最高为 140.87 mmol/L , 对后续发酵过程抑制较小。研究证明, 该预处理方法可以有效的将慈竹纤维分离并转化为醋酸纤维素, 以实现慈竹的分级转化利用。

关键词: 竹材, γ -戊内酯预处理, 纤维素解聚, 醋酸纤维素

木梁-钢柱自攻螺杆连接节点的抗震性能有限元分析

陶昊天^{1*}, 杨会峰²

¹东南大学土木工程学院, 南京, 中国

(*通讯作者: 230208595@seu.edu.cn)

²南京工业大学土木工程学院, 南京, 中国

摘要: 对减少二氧化碳排放的需求与对舒适生活的向往, 致使人们对可持续的、绿色生态的木结构建筑越发感兴趣。为了促进多高层木结构的发展, 高性能新型木结构连接受到了广泛关注, 其中极具代表性的, 如自攻螺杆 (STR) 连接。基于 Yang 等对采用自攻螺杆连接的木梁-钢柱节点进行的低周反复荷载试验, 本文在 ABAQUS 平台中建立了 STR 连接的精细化有限元模型。为了考虑材料的塑性变形与损伤断裂行为, 本文通过编制 ABAQUS 子程序建立了钢材与木材的三维弹塑性损伤本构。有限元模型中, STR 的拉拔作用通过在螺杆与木材孔之间建立粘性单元实现, 而 STR 循环拉拔过程产生的滑移与损伤通过编制特定的粘性单元本构考虑。分析结果表明, 有限元模型能够清晰地展现出节点连接的破坏模式, 包括钢耗能件的超低周疲劳破坏、螺纹杆拉拔产生的滑移以及木材的压缩屈服等。此外, 有限元模型在预测节点连接的滞回曲线与耗能能力等方面也表现良好。

关键词: 梁柱节点连接, 自攻螺杆, 弹塑性损伤本构, 空穴扩展模型, 粘性单元

柱前衍生-UPLC 法测定竹沥中的氨基酸含量

张保, 叶晨, 王建军, 黄永建, 荀航, 汤锋*

国际竹藤中心, 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室,
北京, 中国

(*通讯作者: fengtang@icbr.ac.cn)

摘要: 竹沥作为我国传统中药, 具有化痰功效, 是通过加热新鲜的竹秆, 收集流出的汁液获得。氨基酸是竹沥的主要活性成分之一。通过超高效液相色谱仪, 以异硫氰酸苯酯为柱前衍生试剂, 采用 ACQUITY UPLC HSS T3 (2.1×100 mm; 1.8 μm) 色谱柱, 以 80% (V:V) 乙腈-水 (A), 95% (V:V) 0.1 mol·L⁻¹ 乙酸钠-乙腈 (pH 6.5, B), 超纯水 (C) 为流动相, 进行梯度洗脱, 检测波长为 254 nm。结果表明: LOQs 为 0.49-4.50 μg/mL, LODs 为 0.11-1.8 μg/mL, 平均加标回收率为 82.10%-125.52%, RSD 为 0.38%-3.47%。该方法在 35 种竹沥中共检出 18 种氨基酸, 总氨基酸含量在 108.20-3005.33 μg/mL。其中总含量最高是淡竹 (3005.33 μg/mL), 其次为芽竹 (2155.99 μg/mL)。平均含量最高的前 3 个氨基酸依次为天冬氨酸 (161.28 μg/mL)、丙氨酸 (98.99 μg/mL) 和半胱氨酸 (42.54 μg/mL)。有 15 种竹沥均能检出 8 种人体必需氨基酸。这些结果表明了竹沥具有潜在营养价值, 且该检测方法适用于竹沥中氨基酸的含量测定。

关键词: 竹沥, 氨基酸, 超高效液相色谱

竹叶黄酮类化合物对 FabG 的抑制活性

袁海华, 姚曦, 荀航, 王进, 汤锋*

国际竹藤中心, 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室,
北京, 中国

(*通讯作者: fengtang@icbr.ac.cn)

摘要: 脂肪酸合酶 (FASN) 是生物体内源脂肪酸合成的关键酶。研究发现在多种癌细胞中存在 FASN 过表达的现象, 因此开发天然产物 FASN 抑制剂成为了癌症治疗的研究热点。在前期, 我们发现了竹叶黄酮提取物对 FASN 和人乳腺癌细胞的抑制作用, 然而活性单体化合物尚未被确定, 其抑制机制也未被阐明。FabG 是脂肪酸合酶的重要功能部分。本研究以 FabG 为对象, 探讨竹叶黄酮对 FASN 的抑制作用。从富含 FabG 的重组大肠杆菌中提取纯化 FabG, 通过 GC-MS 鉴定 FabG 活性。经筛选, 14 种竹叶黄酮对 FabG 有良好抑制作用, 其中异牡荆苷、木犀草素、柚皮素、山奈酚和 8-醛基麦冬黄烷酮 B 在 100mg/L 时的抑制率分别为 96.92%、100%、96.23%、100%和 90.89%。该研究为开发竹类天然产物 FabG 抑制剂提供了重要参考。

关键词: 脂肪酸合酶, 竹叶黄酮, 抑制剂

气调包装和生物保鲜剂在甜龙竹笋保鲜上的应用

邱枫, 黄永健, 姚曦, 荀航, 王进, 汤锋*

国际竹藤中心, 国家林业和草业管理局竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国
(*通讯作者: fengtang@icbr.ac.cn)

摘要: 甜龙竹笋以独特的甜味而闻名, 因其富含可溶性糖和蛋白质等, 在运输过程中容易发生氧化褐变, 导致外观和气味产生变化, 严重影响竹笋的食用性。本研究提出了一种气调包装和生物保鲜剂的甜龙竹笋常温保鲜技术。研究了气调包装中 N_2 、 O_2 和 CO_2 的体积比以及多种生物保鲜剂的处理浓度对保鲜效果的影响。通过监测竹笋的感官指标、失重率、粗纤维含量、水溶性糖含量和蛋白质含量, 确定竹笋保鲜的最佳气体配比和生物保鲜剂浓度。结果表明, $50\%CO_2$ 、 $50\%N_2$ 的气体比和 $500mg\cdot L^{-1}$ 茶多酚能有效抑制甜龙竹笋的氧化褐变, 减少重量损失, 抑制水溶性糖和蛋白质的分解以及木质化。本研究为减少甜龙竹笋的运输损失, 延长保质期提供了有效参考。

关键词: 甜龙竹笋, 保鲜, 气调包装, 生物保鲜剂

毛竹秆加压热水提取物化学成分及生物活性研究

杨渊, 尤俊昊, 荀航, 姚曦, 王进, 汤锋*

国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国
(*通讯作者: fengtang@icbr.ac.cn)

摘要: 近年来, 竹制浆餐具及包装材料等产品发展迅速, 但其在材料预处理中会产生大量可利用的废液。本研究采用毛竹秆加压热水提取工艺模拟竹浆的预处理过程, 并进行提取参数优化; 利用 GC-MS 和 HPLC 分析提取物的化学成分, 并评估潜在的生物活性。 $165^\circ C$, 固液比 1:12.5 水提 4 年生的毛竹秆可得到最高收率 (12.44%) 的干物质; GC-MS 共检测出 22 种化学成分, 包括 17 种酚类化合物、4 种酯类化合物和 1 种呋喃化合物; HPLC 测定出 3 种化学成分, 分别为松柏醇、对羟基肉桂酸和 DL-丁香树脂酚。 $220^\circ C$ 下获得的提取物具有良好的抗氧化活性, DPPH- IC_{50} 值为 11.97 mg/mL ; $200^\circ C$ 以上获得的提取物对真菌有抑制活性。本研究结果为毛竹秆加压热水提取物的化学组成和生物活性提供了科学数据, 同时为竹浆预处理废液中竹源活性天然产物的利用提供了理论依据。

关键词: 竹材制浆, 毛竹秆, 加压热水提取, 化学成分, 生物活性

不同溶解性竹笋膳食纤维对体外消化及肠道菌群代谢的影响

郑炯^{1*}, 赵鸿舟¹, 汪楠¹, 张甫生¹, 吴良如²

¹西南大学, 重庆, 中国

(*通讯作者: zhengjiong248@163.com)

²国家林业和草原局竹子研究开发中心, 杭州, 中国

摘要: 竹笋膳食纤维 (BSDF) 具有优良的理化特性和生理功能, 是一种具有巨大开发潜力的生物活性物质。研究表明, 三种不同溶解性的 BSDF (包括可溶性膳食纤维 (SDF)、不溶性膳食纤维 (IDF) 和总膳食纤维 (TDF)) 具有不同的体外消化和发酵特性。SDF、IDF 和 TDF 均表现出抗胃肠道消化特性, 其中 SDF 在体外模拟胃和肠道消化过程中水解程度最低, 抗消化性最好。在体外发酵过程中, 不同溶解度的 BSDF 产生的短链脂肪酸 (SCFA) 差异显著, SDF 在 24 h 内产生的 SCFA 含量高于 IDF 和 TDF。发酵过程中, SDF 中的阿拉伯糖、半乳糖、葡萄糖、半乳糖醛酸和木糖等单糖被肠道菌群利用, 使总 SCFA 含量增加, 尤其是乙酸和丁酸。相比而言, IDF 中的葡萄糖、阿拉伯糖和甘露糖被利用产生了更多的丙酸。这三种 BSDF 都可以提升肠道中有益菌的相对丰度。其中, SDF 增加了 *Blautia*、*Collinsella*、*Bifidobacterium*、*Lachnoclostridium* 等微生物的相对丰度, 而 IDF 和 TDF 增加了 *Escherichia Shigella*、*Citrobacter* 等微生物的相对丰度。而且, SDF 起到了更加关键的益生作用。通过比较 SDF、IDF 和 TDF 的消化和发酵特性, 可以为 BSDF 在人体胃肠道的消化、利用和代谢等方面提供有价值的信息。

关键词: 竹笋膳食纤维, 体外消化, 体外发酵, 单糖, 肠道菌群

一种用于制造竹炭的新型机械窑炉

倪良萌, 刘志佳*

国际竹藤中心, 北京, 中国

17346610822@163.com (*通讯作者: Liuzj@icbr.ac.cn)

摘要: 为提升竹机制炭 (BMCs) 的制备技术, 笔者设计了一种新型机械窑, 该窑具有全新的加热方式、较高工作效率和热解气体循环利用的功能。在该项研究中, BMC-1 和 BMC-3 由新型机械窑生产, 二者的制备条件分别为温度 650°C, 时间 5090 分钟; 温度 389°C, 430 分钟。BMC-2 由砖窑生产, 热解温度为 680°C, 时间为 22505 分钟。使用了元素和工业分析仪、锥形量热仪和 X 射线衍射仪来研究 BMCs 的能量属性和灰熔化特性。结论是, 与砖窑相比, 新型机械窑的工作效率提高了 320.44%。新型机械窑改善了 BMC 的物理和力学性能。BMC-1 和 BMC-3 的灰分、固定碳和水分含量符合 EN 1860-2: 2005 的要求。所有的 BMCs 都有一个稳定的燃烧过程, 但是 BMC-1 和 BMC-3 拥有更高的反应活性和更低的 CO (1.78 kg/kg) 和 CO₂ (15.12 kg/kg) 释放量。此外, 新型机械窑增加了灰分灰分中 SiO₂ 的含量, 减少了碱金属含量, 使得熔融特性

发生变化，减少了结垢的风险。这些发现将有助于为我国的竹机制炭制造工艺提供科学指导。

关键词：生物质能源，固体生物质燃料，竹机制炭，炭化窑，能源特性

哥伦比亚竹子标准发展

J. Hurtado

Icontec，波哥大，哥伦比亚

jhurtado@icontec.org

摘要：自 2002 年以来，哥伦比亚就开始着手制定竹子标准相关的文件，标准化技术委员会发布了第 178 号文件“Bambu-Guadua”，旨在促进瓜多竹（*guadua*）及其衍生品的发展。瓜多竹是哥伦比亚最重要的木本竹类，历史上主要用在建筑中，用于建造水泥房屋，或者用竹竿搭建房屋构架。然而，瓜多竹的用途并不仅限于建筑，其在农业、植物、生态、建筑、家具和手工艺品等方面都有相关的标准和指南。值得注意的是，哥伦比亚抗震建筑法规在 2010 年将瓜多竹结构纳入其中，也就是哥伦比亚瓜多竹的各种技术标准（西班牙语的缩写为 NTC）。

竹标准旨在促进竹产品的国内和国际贸易，以及促进竹资源的可持续利用。在可持续发展方面，竹子发挥着积极的作用，因为它有助于实现多项联合国可持续发展目标（SDG），如消除贫困、提供负担得起的清洁能源、促进城市和社区可持续发展、实现负责任的消费和生产，以及最重要的是，提供有效和生态友好的解决方案来缓解气候变化。

关键词：竹，瓜多竹，杆，建筑，可持续

不同生长阶段竹材原本木质素的高效分离和结构变化研究

杨淑敏^{1*}，杨欣¹，齐锦秋²，王卿平³

¹ 国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者：yangsm@icbr.ac.cn)

² 四川农业大学，成都，中国

³ 北华大学，长春，中国

摘要：木质素的异质性分布和分子结构是决定竹材性能的因素之一，是竹材化学基础研究中的热点和难点。本研究利用不同生长期的毛竹为木质纤维原料，基于球磨和酶解的方法获得新型原本木质素，利用红外光谱（FT-IR）和二维异核单量子相干谱（2D 1H-13C HSQC）等先进手段对分离的样品进行结构分析。毛竹木质素属于典型的

GSH 型禾本科木质素，其侧链 γ -位置具有一定程度的酰化现象，酰化主要来自于酯化的对香豆酸。不同竹龄木质素中所含主要连接键为 β -O-4 联接，4 年生毛竹的木质素信号相对完整。随着竹龄的增加，木质素大分子的 S/G 值增加，H 型木质素的含量在成竹中趋于稳定。此外， β -O-4 的含量与 S/G 值呈正相关。本研究将为毛竹高值化利用加工技术提供了理论依据。

关键词：毛竹，木质素，组分分离，结构表征

毛竹薄壁细胞显微结构及木质素微区分布研究

刘晨君¹，向娥琳²，杨淑敏^{1*}，刘杏娥¹，尚莉莉¹，田根林¹，马建锋¹，
马千里¹

¹ 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，北京，
中国

(*通讯作者: yangsm@icbr.ac.cn)

² 中国林业科学研究院木材工业研究所，北京，中国

摘要：竹材薄壁组织担负着营养物质的吸收、储存、同化等功能，其细胞壁壁层结构和木质素分布异质性是决定竹材性能的重要因素之一。本文利用各种高分辨率电子显微镜对不同生长期的毛竹薄壁组织细胞壁微观结构和木质素微区分布进行了研究。秆龄对薄壁组织细胞解剖特征影响显著，壁厚 2.49-11.24 μ m，腔径随秆龄增加逐渐减小，而双壁厚、壁腔比、细胞壁层数均随之增加。次生壁窄层厚度 100-300nm，宽层厚度 300-900nm，差异较小。木质素随秆龄增加逐渐累积，但其含量和单元分布均存在差异性，单个细胞内，木质素先在 CC 和 CML 区域沉积，而后向次生壁推进，不同类型细胞的 G 型木质素单元吸光度均为 CC、CML 区域大于 SW 区域。研究结果将为进一步研究竹子的生物形成机制提供重要的参考价值。

关键词：竹材，薄壁细胞，微观结构，木质素微区分布

褐腐菌与白腐菌降解毛竹过程中主要化学组分的变化

薛紫莽¹，张博²，王燕高²，杨淑敏^{1*}

¹ 竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者: yangsm@icbr.ac.cn)

² 四川农业大学，成都，中国

摘要：生物预处理具有环保、耗能低、副产物少等优势，但其降解机理尚未被完全了解。为探究毛竹生物降解过程中主要化学组分的变化，本研究采用褐腐菌与白腐菌处理 4.5 年生毛竹，按相关标准进行化学成分测定，并对不同降解阶段的元素组成、结晶

度、官能团进行研究。结果表明，真菌降解毛竹是一个复杂的过程，各组分的降解同时进行但速率不同，相对结晶度随晶相物质与非晶物质的消耗而改变。两种真菌降解达 16 周，细胞壁中纤维素相对含量的降幅小于半纤维素、木质素和乙醇抽提物，结晶度均增加。白腐菌对木质素有更强的降解作用，且优先降解 S 型木质素。本研究表征了生物降解过程中毛竹化学组分的变化过程，为探究木质纤维素的高效利用与生物质转化提供参考。

关键词：毛竹，生物降解，化学分析，细胞壁，生物预处理

p-TsOH 预处理过程中毛竹木质素的定量结构分析

杨倩颖¹，杨欣^{1,2}，齐锦秋²，杨淑敏^{1*}

¹竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者：yangsm@icbr.ac.cn)

²四川农业大学，成都，中国

摘要：对甲苯磺酸 (p-TsOH) 共溶体系毒性低、溶解度好，可实现木质素的绿色分离，但其分离机理尚不清楚。直接处理可能导致半纤维素的降解，所以本研究以不同竹龄的毛竹材为原料，采用水热处理去除半纤维素，然后采用不同浓度的 p-TsOH 溶液预处理水热处理后的竹粉，并研究木质素结构的变化情况。结果表明木质素的得率随着 p-TsOH 浓度的增加而增加，但是当 p-TsOH 的浓度达到 80% 时，木质素结构被破坏。此外，在浓度为 40% 的回收实验中，p-TsOH 显示出一定的可回收性。二维核磁半定量结果显示，相同条件下随着竹龄的增加， β -5 键含量逐渐增加， β -O-4 和 β - β 键含量在减少。研究结果将为制浆造纸、生物质转化、碳基纳米材料及改性等领域的研究提供理论依据。

关键词：毛竹，对甲苯磺酸，预处理，结构分析

采用钉剪力件的木-混凝土组合梁有效翼缘宽度研究

杨会峰^{1*}，陶昊天²

¹南京工业大学土木工程学院，南京，中国

(*通讯作者：hfyang@njtech.edu.cn)

²东南大学土木工程学院，南京，中国

摘要：木-混凝土组合结构 (TCC) 发挥了木材良好的抗拉性能和混凝土优异的抗压能力，具有提升建筑舒适性、减少二氧化碳排放等优点，为多高层木结构的发展提供了新的前景。为支撑木-混凝土组合楼盖体系的设计与应用，本研究评估了 TCC 梁在正常

使用状态下的有效翼缘宽度。通过对不同板宽的 TCC 梁进行弯曲试验,讨论了混凝土板中存在的剪力滞后效应。基于 ABAQUS 有限元分析平台,对 TCC 梁的受弯性能进行了参数化非线性有限元分析。试验结果表明,混凝土板底部的拉应变比混凝土板上表面的压应变具有更明显的剪力滞效应。此外,有限元模型在预测 TCC 梁的破坏模式、应力应变、挠度与滑移等方面表现良好。参数化研究表明,TCC 梁的有效翼缘宽度主要受荷载类型、宽跨比、板厚和剪力件刚度的影响。在参数化分析的基础上,本文最后提出了确定 TCC 梁有效翼缘宽度的计算方法。

关键词: 有效板宽, 木-混凝土组合梁, 受弯试验, 有限元模型, 参数化分析

基于竹材细胞尺度重组的能源设备

林秋琴¹, 高汝楠², 李道浩³, 卢芸¹, 余养伦¹, 黄宇翔^{1*}, 于文吉¹

¹中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京, 中国

(*通讯作者: yxhuang@caf.ac.cn)

²东北林业大学, 哈尔滨, 中国

³青岛大学, 青岛, 中国

摘要: 柔性和可穿戴智能纺织品的快速发展需要低成本、高能量和高功率密度的纤维状超级电容器。纤维状超级电容器的性能是由纤维状电极的制作和组装决定的, 其中有活性的电荷存储材料总是包裹在传输电荷的柔性集流体周围。受天然竹子组织结构的启发, 储存营养物质的薄壁细胞包裹在竹纤维的周围。因此我们提出了一种将竹材细胞转化为纤维状超级电容器的策略, 分别使用导电的竹纤维和活化的薄壁细胞作集流体和活性物质。组装的电极在 0.64 mA cm^{-2} 处具有 1454 mF cm^{-2} 的高比电容。一对竹结构电极组成的全固态柔性电容器表现出相当高的能量密度。它的机械灵活性可以编织成可穿戴腕带驱动超小型电压表指示器。这种轻质、低成本、高能量密度的竹结构纤维状电容器可以实现许多智能纺织品的应用。

关键词: 竹材, 竹纤维, 薄壁细胞, 超级电容器, 纤维状超级电容器

多周期人工加速老化对重组竹物理力学性能的影响

Qi Yue, Lei Wencheng, Yu Wenji, Zhang Yahui*

中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京, 中国

(*通讯作者: zhangyhcaf@163.com)

摘要: 人工加速老化是评价生物质材料降解机理和力学变化的重要测试手段。因此多周期人工老化实验可以用来评价重组竹各个阶段的尺寸稳定性和力学行为变化。本研

究采用 28 小时 100°C 水煮、63°C 淡水或海水 672 小时浸泡循环、沸水-冷冻-干燥循环的测定方法。结果表明，密度对重组竹尺寸稳定性影响显著，证明其膨胀率随着重组竹密度的增加而降低。此外，膨胀率在初始阶段急剧增加，然后趋于稳定。通过力学损失比来分析力学强度变化规律，随着人工加速老化时间增加，损失比变化显著，而后变化幅度不大。即使密度和树脂含量较低，力学强度保留值依然较高。总体而言，人工加速老化条件下的重组竹尺寸稳定性和力学性能变化行为的研究有助于其在不同环境和邻域的应用。

关键词：人工加速老化，重组竹，尺寸稳定性，力学性能

淡竹叶极小碳点的制备及荧光机理与其在荧光防伪与细胞成像领域内的应用研究

Hu Miaoyan^{1,2,3}, Xu Changyan^{1,2,3*}

¹南京林业大学材料科学与工程学院，南京，中国

²南京林业大学江苏省林业资源高效加工利用协同创新中心，南京，中国

³南京林业大学江苏省生物质绿色燃料与化学品重点实验室，南京，中国

(*通讯作者: changyanxu1999@163.com)

摘要：生物质碳点因其具有良好的光致发光、荧光稳定性与生物相容性，原材料成本低，绿色环保，应用前景广阔。碳点的理化特性与前驱体、制备方法与制备工艺紧密相关，然而，现阶段对碳点的制备工艺优化和光致发光机理的研究较少，这极大地限制了碳点的可控合成与实际应用。本研究选用富含杂原子与小分子荧光团的淡竹叶作为前驱体，采用响应面法（RSM-BBD）以荧光量子产率为响应值，优化碳点的制备工艺。通过 TEM、Abs 等表征及 DFT 理论计算，确定了碳点的分子结构和荧光机理。此外，通过实验证明该碳点在荧光防伪与细胞成像领域具有应用潜力。研究结果有助于诠释极小碳点的荧光机理并根据应用需要定制极小碳点，也为淡竹叶的高值化利用提供新途径。

关键词：淡竹叶，响应曲面，极小碳点，荧光机理，荧光防伪

重组竹的长期自然老化行为研究

Zhang Yahui¹, Ma Hongxia², Qi Yue¹, Zhu Rongxian¹, Li Xingwei², Rao Fei³, Yu Wenji^{1*}

¹中国林业科学研究院木材工业研究所，北京，中国

(*通讯作者: chinayuwj@126.com)

²广东省林业科学研究院，广州，中国

³浙江理工大学艺术与工业设计学院工业设计系，杭州，中国

摘要：重组竹作为一种新型的生物质复合材料，在户外使用时，其物理和化学性质会根据环境因素发生不同的变化。为了解析重组竹老化特性和降解机制，在相同的测试条件下，将重组竹样品在不同的典型气候条件下放置十年研究重组竹表面的降解行为和机制。结果表明，重组竹表面的木质素发生了光降解因而导致了表面纤维素含量升高。在老化的前两年，重组竹表面颜色变化尤为显著。但随着时间推移，其表面颜色则保持灰色不变，这是由于降解的木质素被雨水冲刷掉而造成的。通过观察重组竹的横切面，纤维细胞和薄壁细胞出现了裂纹。上述重组竹自然老化行为的研究分析有助于设计和开发适用于不同场景和不同用途的重组材料。

关键词：重组竹，降解行为，不同环境，自然老化

基于数字孪生的古建筑木结构开裂监测多传感器融合技术研究

邬樱¹，李爱群^{2, 3*}

¹北京建筑大学理学院，北京，中国

²北京建筑大学土木与交通工程学院，北京，中国

(*通讯作者: liaiqun@bucea.edu.cn)

³东南大学土木工程学院，南京，中国

摘要：开裂是中国古建筑木结构最为常见的损伤形式，古建筑木结构的主要构件木柱、梁枋、檩椽、斗拱等均多发开裂残损，影响木结构的力学性能与耐久性能，从而严重威胁古建筑木结构的健康与稳定。本文基于 BIM 技术研发了一种适用于古建筑木结构开裂监测的多传感器融合数字孪生平台，该数字孪生平台包括代表木结构开裂数据的矢量分析、属性变换和标准模型底座构建。在收集木结构开裂多时空维度的数据后进行矢量分析，利用主成分分析、贝叶斯方法等识别算法将木结构开裂进行属性转换，最终利用边缘运算将监测木结构开裂的各传感器数据进行集成。基于数字孪生平台实现古建筑木结构开裂预防性保护监测数据，基础信息数据，文物安全监管数据和数字化保护数据融通。最后，基于木结构古建筑模型验证了所提出的木结构开裂监测多传感器融合数字孪生平台的可行性。

关键词：古建筑木结构，数字孪生，结构损伤

竹子有助于改善生计、缓解饥饿

Vidya R. Sankar^{1,2,3,4}

¹喀拉拉农业大学，印度

(通讯作者: vidyarsankar@gmail.com)

²国际竹藤组织竹林可持续发展专家组专家

³ 国际竹藤组织竹营养专家组专家

⁴ 前喀拉拉邦森林研究所副研究员，喀拉拉邦，印度

摘要：竹子在提高社区生活水平方面发挥着重要作用，具有巨大的潜力。在其广泛的应用中，食用竹笋口感佳，且具有高膳食纤维和低脂肪含量的矿物质，一直备受追捧，大约有 300 多个食用品种。这些嫩芽在容器中经过适当加工和储存，可以不分季节限制地运往世界各地。在这里，我们探索了一些简单且成本效益高的加工和储存方法，同时又不损失质量。

在印度常见的竹子品种中选择了巴苦竹 (*B. balcooa*)、马来甜龙竹 (*D. asper*)、龙竹 (*D. giganteus*)、梨竹 (*M. baccifera*)、芦苇竹 (*O. travancorica*)、*P. ritcheyi* 和大泰竹 (*T. oliveri*)。本文尝试了不同的时间段，在水中或不同浓度的氯化钠 (NaCl) 中分别放在日光 (SD)、烘箱 (OD) 和微波 (MWD) 中煮沸后，然后干燥。结果发现在氯化钠中煮沸的效果是特异性的，而在封闭容器的水中煮沸，芽的质地和味道在不同温度下可以保持超过 1.5 年。微波炉需要的时间最短，仅需要 4 小时，而日光需要 35 小时。烘箱样品与日光样品具有可比复水率。日光保持了自然外观，而其他处理中非酶褐变导致褐变。干燥方法有助于在粉末化后更好地利用纤维区域。所有这些方法都可以家庭使用，并有望为竹农和小规模竹笋加工业提供额外的收入来源。

关键词：可食用竹笋，竹笋加工，腌渍，烘干

通过超高效液相色谱-串联四极杆-飞行时间质谱技术同时测定粉单竹竹秆提取物中 25 种酚酸类化合物

王建军[†]，曹先爽[†]，荀航，姚曦，王进，汤锋^{*}

国际竹藤中心，国家林业和草原管理局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室，北京，中国

(*通讯作者: fengtang@icbr.ac.cn)

[†]这些作者对这项工作做出了同等的贡献，并共享第一作者身份。

摘要：已有的研究表明，竹类提取物的抗氧化活性主要是酚酸类化合物发挥作用的结果。为实现粉单竹竹秆提取物中 25 种酚酸类化合物的快速测定，建立了一种基于高效液相色谱-串联四极杆-飞行时间质谱的检测方法。色谱部分采用 C18 (2.1×150 mm, 1.8 μm) 色谱柱，乙腈和甲酸-水 (0.1:99.9) 为流动相，在流速 0.25 mL·min⁻¹、进样量 2 μL 和柱温 40 °C 的条件下梯度洗脱。质谱部分选用电喷雾离子源 (ESL)，正离子扫描模式，毛细管电压 4500 V；质谱扫描范处于 50-800 m/z；电喷雾电压 3500 V，离子源温度 350 °C，干燥温度为 350 °C；干燥气流量 7 L/min；鞘气流量 11 L/min；雾化压力器 35 psi；喷嘴电压 1000 V；碰撞电压 40 V。25 种化合物外标定量曲线相关系数均在 0.9991-1.0000 之间，线性关系良好，定量限和检出限低，精密度、重复性、稳定性及加标回收率均较好。使用该方法分别从乙醇冷浸、乙醇热回流和常压热水蒸煮提取物中检测出 8, 14, 7 种酚酸类化合物。因此，该方法适用于竹秆提取物中酚酸类化合物的测定。

关键词：竹秆提取物，高效液相色谱-串联四极杆-飞行时间质谱，酚酸类化合物，粉单竹

毛竹材薄壁细胞次生壁微纤维取向的研究

连彩萍¹，袁晶²，罗俊吉²，张淑琴²，刘荣²，陈红¹，王雪花¹，曹明鑫¹，
吴智慧^{1*}，费本华^{2*}

¹南京林业大学，南京，中国
(*通讯作者：wzh550@sina.com)

²国际竹藤中心，北京，中国
(*通讯作者：feibenhua@icbr.ac.cn)

摘要：竹材薄壁细胞次生壁是主要由微纤维构成的。然而，目前对竹材薄壁细胞次生壁的微纤维取向的认识还比较模糊。本研究通过场发射环境扫描电镜表征了薄壁细胞次生壁亚层的微纤维取向，并利用 X 射线衍射仪测试了基本组织薄壁细胞壁的微纤维角。次生壁相邻亚层（松紧交替层）的微纤维取向刚好沿着纵轴方向呈相反方向。在薄壁细胞纹孔口附近的微纤维则绕过纹孔口以流水状延续。基本组织薄壁细胞的平均微纤维角为 63.3°。基本组织薄壁细胞次生壁相邻亚层的微纤维角分别为 60°和-65°，维管束薄壁细胞的则为 54°和-52°。另外，首次构建了薄壁细胞壁的微纤维取向模型。该研究为竹材薄壁细胞壁的解剖结构提供了新的认识，为进一步分析薄壁细胞的力学性能提供了结构基础。

关键词：毛竹，薄壁细胞，次生壁，微纤维取向，微纤维角

弯曲对圆竹微密度、MFA 和 MOE 径向分布的影响

王雪花^{1*}，马静文¹，徐伟¹，费本华²，连彩萍¹，孙丰波²

¹南京林业大学，南京，中国
(*通讯作者：wangxuehua@njfu.edu.cn)

²国际竹藤中心，北京，中国

摘要：竹子具有保持弯曲形状稳定的优良特性。然而，竹子弯曲稳定性好的原因还没有得到充分的研究。我们选择手工弯曲的红竹 (*Phyllostachys iridescens*)，利用 Silviscan 分析法检测了弯曲圆竹横截面上微密度、微纤维角 (MFA) 和弹性模量 (MOE) 的连续径向分布。结果表明，在弯曲圆竹中，与中性侧样品相比，MFA 在外侧 (外凸侧) 样品中有所降低，而在内侧 (内凹侧) 样品中有所升高。微密度与 MOE 呈强线性正相关，而 MOE 与 MFA 呈负线性相关，MFA 与密度之间无明显线性相关性。弯曲对圆竹 MOE 影响很大，同时也改变了微密度和 MFA 分布。总体来看，弯曲圆竹

外凸侧、中性侧和内凹侧微密度、MOE 和 MFA 径向分布的差异性变化，对保持竹子的弯曲特性起着重要作用。

关键词：弯曲圆竹，弯曲形态稳定性，密度，MFA，MOE

以竹代塑，减塑降碳，绿色发展

傅金和

国际竹藤组织，北京，中国

摘要：废塑料制品难以回收和降解。日益严重的塑料污染严重威胁着海洋生物的生存。微塑料沿着食物链进入人体，威胁人类健康。寻找塑料替代品是减少塑料污染的有效途径。

竹子生长速度快，3-5年成熟，可持续收获。竹子年年生长，产量高。一次造林，永续利用。竹子是一种重要的生物质材料，竹制品在使用后可以自然快速降解。以竹代塑还可以减少碳排放，有助于实现双碳目标，实现绿色发展。

国际竹藤组织牵头开展“以竹代塑”系列推广活动，与中国政府共同发起“以竹代塑”倡议，推动制定优惠政策、科技创新、市场推广和宣传。

关键词：塑料污染，减塑，降碳，“以竹代塑”倡议，绿色发展

竹基纤维复合材料：密度对其耐水性能的影响

雷文成，张亚慧，于文吉*

中国林业科学研究院木材工业研究所，北京，中国

(*通讯作者：chinayuwj@126.com)

摘要：竹材作为一种多孔吸湿性材料，其在户外景观及建筑等领域应用时会受到水分的影响出现开裂、变形等问题，导致其应用受到限制。本研究制备了不同密度（1.15、1.20、1.25、1.30 g/cm³）的竹基纤维增强材料，并对其耐水性能进行了评价。随着密度的增加，其孔隙率逐渐降低，胶合界面逐渐增强，吸水率（WA）、宽度膨胀率（WS）及厚度膨胀率（TS）均逐渐降低。与其他产品相比，竹基纤维增强材料在保留天然竹材良好力学性能的同时，还极大增强了竹材的耐水性能。作为一种同时具有高强度、高耐水性能的复合材料，其在室外景观及建筑等领域中具有广阔的推广应用前景。

关键词：竹基纤维增强复合材料，密度，耐水性能

喷涂复合砂浆-原竹组合柱轴压力学性能研究及工程应用

靳贝贝, 郝际平, 田黎敏

西安建筑科技大学, 西安, 中国

jinbeibei517@163.com

摘要: 将一种复合砂浆喷涂于原竹骨架表面, 并经过养护形成集隔音、保温、防火等功能为一体的喷涂复合砂浆-原竹组合结构体系, 通过研究 23 根短柱和 7 根长柱的轴压性能, 提出了原竹柱和喷涂复合砂浆-原竹组合柱的强度及稳定性计算方法。最后, 展示了该结构体系的工程建造过程。研究结果表明: 全截面加载与局部加载的组合短柱在轴向刚度、极限承载力、延性等方面存在差异性, 并与截面形状相关。基于验证过的有限元模型, 探究出了柱高、喷涂厚度以及原竹初弯曲对组合柱轴压性能的影响规律。最后, 推导出短柱抗压承载力计算公式, 并考虑竹的变截面和初始挠度对稳定性的影响, 提出了一种基于边缘纤维屈服的长柱屈曲系数的计算方法, 且该方法的计算结果可靠。

关键词: 喷涂复合砂浆, 组合柱, 轴压性能, 抗压承载力, 稳定系数

竹纤维分离过程中木质素聚集态变化规律研究

李明鹏, 王戈*, 程海涛

国际竹藤中心, 北京, 中国

lmp20121221@163.com

摘要: 制备形态可控的高强度、高模量竹纤维是竹材在汽车、航空、建筑等领域高附加值应用的重要途径, 但技术瓶颈在于竹纤维与薄壁细胞界面结合处高浓度的木质素和木质素—碳水化合物 (LCC), 严重阻碍了竹纤维无损快速可控解离。因此, 本研究以界面为切入点, 选取甲酸和双氧水组成双向溶剂体系对慈竹茎秆进行处理, 利用木质素在过氧甲酸中的溶解反应, 后续水溶剂剪切作用, 将木质素与 LCC 选择性解聚溶出达到界面失效的目的, 实现竹纤维可控分离。通过多尺度表征手段和分子动力学模拟, 阐明木质素和 LCC 的断键、解聚合溶出机制, 明确关键组分微区分布、化学键演变和氢键结合对界面结合的影响, 揭示木质素聚集态在过氧甲酸双相体系下竹纤维分离过程中的变化规律。本研究旨在利用竹材自身纵向易劈裂、横向难分离的特点, 通过温和的处理手段, 制备形态可控的高强度、高模量竹纤维, 对竹纤维高附加值复合材料应用发展意义重大。

关键词: 竹纤维, 木质素碳水化合物, 木质素聚合物, 氢键

通过展平密实一体化技术制备一种新型的竹质工程材料

栾玉^{1,2}, 方长华^{1,2*}, 马一凡^{1,2}, 刘礼童^{1,2}, 杨雨婷^{1,2}, 江梦虹^{1,2}, 费本华^{1,2}

¹ 国际竹藤中心竹藤生物质新材料研究所, 北京, 中国

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京, 中国

(*通讯作者: cfang@icbr.ac.cn)

摘要: 竹材具有资源丰富、性能优良、易加工等优点, 是一种重要的工程材料, 具有重要的经济价值和环境价值。竹集成材是目前最具有发展前景的竹质工程材料之一, 但因竹材具有独特的弧形结构而不能被直接利用, 必须将竹条进行四面剖分以获得尺寸规则的组坯结构单元, 导致竹材原料大量浪费, 利用率仅有 30%-40%。另一方面, 竹材作为一种非均质材料, 其力学性能从竹青至竹黄呈逐渐降低的趋势, 导致竹材平均强度较低。为了提高竹材利用率、增强竹材力学性能, 本研究提出一种集竹展平化与竹密实化一体的加工技术, 从而制备一种新型的竹质工程材料。将含水率为 70% 的弧形竹条置于热压机中处理 20 分钟, 热压温度为 170°C 和 190°C。处理后, 弧形竹条在热压作用下展平变为规则的矩形材料并因密实而厚度变小。处理后竹条的抗拉强度、弹性模量、抗弯强度、抗压强度、以及剪切强度均显著提高。

关键词: 竹条, 展平化和密实化, 湿热处理, 竹材利用率, 力学性能

原位泡腾反应辅助机械化学法提取竹叶中红草苣

高赫然, 王进, 刘亚倩

国际竹藤中心, 北京, 中国

摘要: 竹叶富含黄酮类化合物, 具有抗氧化、抗衰老、抗菌等多种生物活性。红草苣是竹叶中一种重要的黄酮碳苷。目前, 从竹叶中提取黄酮类化合物常用有机溶剂 (乙醇或甲醇), 但存在溶剂使用量大、环境污染等问题。本研究基于机械化学提取技术, 建立了一种简便、绿色、快速的从竹叶中提取和检测红草苣的方法。选择柠檬酸和碳酸氢钠作为反应试剂。以水为萃取剂, 采用高效液相色谱二极管阵列进行检测。对柠檬酸/碳酸氢钠比、萃取时间和液料比等工艺参数进行了优化。结果表明, 竹叶中红草苣的最佳提取工艺为: 柠檬酸: 碳酸氢钠 (1: 2, mg/mg); 料液比 1: 40 (g: mL); 在此条件下提取时间为 20min, 提取率达到 0.6mg/g, 提取时间缩短 30%, 有效降低了有机溶剂消耗。本研究为竹叶中红草苣的绿色提取提供了一种新的策略。

关键词: 竹叶, 机械化学提取, 红草苣

矩形钢管框架-竹网格墙结构力学性能及施工工艺研究

杨艳¹, 陈志华¹, 闫翔宇^{1, 2*}, 张莫凡¹

¹天津大学, 天津, 中国

(*通讯作者: xy_yan2005@163.com)

²天津大学建筑设计规划研究总院有限公司, 天津, 中国

摘要: 竹子作为一种生长周期快的低碳材料, 越来越受到工程领域的重视。为解决村镇建筑施工污染高、抗震性能差、交通运输条件落后等问题, 本文提出了一种适用于村镇住宅的矩形钢管框架-竹网格墙 (SF-BGSW) 结构, 并提出了相应的施工技术。提出的矩形钢管框架-竹网格墙结构由矩形钢管框架和沿两个对角线方向布置的内部竹网格墙共同组成, 该结构中所有节点均采用自攻螺钉连接, 造价低廉, 无需大型机械设备即可完成。

本文对由矩形钢管框架、竹网格墙 (BGSW)、木网格墙 (TGSW) 和钢网格墙 (SGSW) 组成的单层矩形钢管框架-钢、木、竹混合网格墙结构的静动力性能进行了现场测试。结果表明: 与纯钢框架相比, 竹网格墙能有效提高结构的抗侧性能, 但竹网格墙的抗侧性能弱于钢网格墙; 此外, 竹网格墙的抗侧阻力和自振周期均与木网格墙相似。总的来说, 由原竹制成的竹网格墙结构具有良好的抗侧能力, 可以在一定程度上替代木材, 特别是在村镇建筑中具有良好的应用前景。

关键词: 竹网格墙, 村镇建筑, 低成本, 抗侧体系, 振动性能

不同加载条件下的竹材弯曲蠕变研究

马欣欣

国际竹藤中心, 北京, 中国

(通讯作者: maxx@icbr.ac.cn)

摘要: 随着竹材在建筑桥梁等工程中的大范围应用, 竹材蠕变性能, 作为关系到结构设计和服役寿命的关键指标, 亟待研究。本文对竹材在不同湿度条件下弯曲蠕变过程中宏观变形和微观结构变化进行了一系列研究。获得竹材在不同维管束分布方向上的梯度函数, 当 x 轴从内侧 (竹黄) 向外侧 (竹青) 递增时, 梯度指数 n 为 2.16, 当 x 轴从内侧 (竹黄) 向外侧 (竹青) 递减时, 梯度指数 n 为 0.29; 对比竹青在拉伸侧和受压侧时的弯曲力学, 前者的静曲强度 MOR 较大, 模量 MOE 较小, 总能耗较大; 对比恒湿和变湿条件下的弯曲蠕变, 竹青处于受拉侧时, 90%RH 的蠕变速率是 30%RH 条件下的 1.7 倍, 而竹青处于受压侧时, 则增加到 6.8 倍, 这表明, 加载方向和湿度均是影响竹材蠕变性能的重要影响因素。

关键词: 竹材, 蠕变, 流变学

碱处理竹纱线增强环氧树脂复合材料性能研究

顾少华¹, 陈季荷¹, 张文福^{1,2}, 李文婷¹, 史密斯·李³, 程海涛¹, 王戈¹,
王翠翠^{1*}

¹ 国际竹藤中心, 北京, 中国

(*通讯作者: cuicui124@163.com)

² 浙江省林业科学研究院, 杭州, 中国

³ 北得克萨斯州立大学, 丹顿市, 美国

摘要: 用碱处理的竹纱线 (TBF) 制备环氧复合材料。碱处理可提高复合材料的抗拉强度 (TS)。TBF 增强环氧树脂 (TBF/EP) 复合材料在 3 wt% 氢氧化钠溶液下, 最大 TS 为 242.40 MPa, 比未处理复合材料高 146.79%。性能的改善是由于竹纤维 (BF) 的固有性能和润湿性的改善。动态接触角的结果表明, 碱处理降低了 TBF 和 BF 的表面能和极性分量。这有利于提高树脂的润湿性, 减少复合材料的孔隙率, 从而提高界面粘附力, 改善应力传递, 提高纤维的承载能力, 抑制基体的产生。原位电镜观察显示, TBF 的主要局部变形过程是纤维断裂和纤维间滑移。当 TBF/EP 复合材料断裂和脱键时, 基体的剪切屈服伴随着纤维断裂。纤维和界面的固有强度的增加导致了 TBF/EP 复合材料的断裂起始应力和断裂能量的增加, 而这与 TBF 的结构无关。这些结果通过界面粘附的分形维数分析的支持。3 wt% 碱处理的 TBF/EP 复合材料分形维数 D 达到最大值, 为 2.1756, 与 TS 结果相似。 $\lg(TS)$ 与分形维数 D 之间存在线性相关关系, 拟合函数的误差百分比在 11% 以内, 表明分形维数对于 TBF/EP 复合材料是可行的。

关键词: 竹纱线, 孔隙率, 润湿性, 制备工艺

高性能长竹纤维复合材料的生产和表征

L. Osorio, A. Gómez-Alzate, L.A. Toro-Carvajal, F.N. Jiménez-García, E. Trujillo

马尼萨莱斯自治大学, 马尼萨莱斯, 哥伦比亚

摘要: 目前的研究项目旨在开发可用于结构应用的高质量长竹纤维复合材料。由于这种天然纤维具有高强度、高刚度、低密度和非凡复杂的微观结构等特性, 研究已经取得了理想的结果。

在此基础上, 制备了个体技术竹纤维和单向竹纤维/环氧树脂复合材料, 并对其微观结构和力学性能进行了表征。技术纤维由纯机械工艺提取, 保持了纤维结构的完整性以及杨氏模量为 43 GPa 和抗拉强度为 800 MPa 的力学性能。而且, 竹纤维复合材料的抗拉和抗弯性能都通过理想的研究结果得到了表征, 该复合材料的测量模量达到了理论值的 95%。

此外, 为了预测和优化竹纤维复合材料在不同负荷条件下的力学性能, 正在开发一个使用有限元的模型。初步结果显示, 模型与复合材料的实验抗弯性能吻合良好, 这表明建模工具可以用于模拟和设计不同应用的竹纤维复合材料。

最后，考虑到竹纤维不同的结构、物理和技术特性，正在使用长纤维结合热固性矩阵开发一种动态义肢，这是第一个结构应用。这第一个应用代表着长竹纤维真正作为可持续可再生高性能复合材料进行应用的第一步。

关键词：竹纤维，竹纤维复合材料，力学性能，模拟

巴西竹建筑发展策略：竹空间结构的参数化设计节点

Brianna Catharina Bussinger^{*}, Claudia Terezinha de Andrade Oliveira

圣保罗大学，圣保罗，巴西
(*通讯作者：briannacb@usp.br)

摘要：竹子呈圆柱形、中空，锥形且有竹节点（Janssen, 2000），天生适合用于建筑。然而，在设计连接点时，竹子的有机性质和各异的尺寸成了主要设计障碍。在巴西，由于缺乏建筑方面的合格劳动力和标准方法，竹子作为建筑材料的使用仍然有限。因为没有可借鉴的传统连接技术，所以我们需要解决这一问题，以便增加其在建筑中的使用。数字化设计、制作的竹结构接头解决了竹连接的标准化问题。在现有建筑中，采用原型法重新设计连接接头，有望建立手工和数字构件之间的比较。参考 Leiko Hama Motomura 设计的 Amana Key 建筑的接头，反向思考，按照以下步骤进行参数化设计：（1）使用参数化软件重新设计现有的接头；（2）在三维结构模型中输入新的接头；（3）在定义中设置参数以适应空间桁架结构；（4）数字化制造独一无二的接头；（5）组装。预期优势：通过内表面上的摩擦或压缩向隔膜传递力的接头（Widyowijatnoko, 2012）可以完美安装。同时技术可以用作填补专业劳动力缺口的工具，创造竹建筑的新趋势。

关键词：巴西竹建筑，参数化设计，接头，竹子特殊桁架，数字化制造

竹黄在胶合界面中的作用

陈林^{1,2}, 袁晶^{1,2}, 王献柯^{1,2}, 黄彬^{1,2}, 马欣欣^{1,2}, 方长华^{1,2}, 张秀标^{1,2},
孙丰波^{1,2}, 费本华^{1,2*}

¹ 国际竹藤中心竹藤生物质新材料研究所，北京，中国

² 国家林草局与北京市共建竹藤科学技术重点实验室，北京，中国

(*通讯作者：feibenhua@icbr.ac.cn)

摘要：在传统的竹材复合材料生产中，为了保证胶合质量而去除了竹黄，造成了材料浪费和生产能耗增加。本研究采用精细表面砂光技术对竹材表面进行处理，去除了影响竹青与竹黄粘接性能的蜡层和髓膜，使竹材形成了良好的胶合力。在单因素模型和

响应面模型的基础上，建立了精细胶合模型。根据响应面模型，在 143°C、25min 和 1.75MPa 的温度、时间和压力下，竹材最大胶层剪切强度为 11.08 MPa。在胶合过程中，酚醛树脂可以渗透到竹黄中的石材细胞中，形成机械互锁和互穿网络体系，并与石的细胞壁层的中纤维素、半纤维素、木质素发生化学反应，形成化学力。竹黄和竹肉中的细胞垂直交错排列，在竹材复合材料的胶合界面形成垂直交错层，能够降低材料在干缩湿胀中的纵向、径向和弦向的形变。

关键词：竹复合材料，竹黄，胶合界面，胶合机理

木-混凝土组合梁动力性能试验研究

文博^{1,2*}，杨会峰¹，史本凯¹

¹南京工业大学土木工程学院，南京，中国

(*通讯作者：442789709@qq.com)

²三江学院建筑学院，南京，中国

摘要：由于木材质量相对较轻，刚度较低，将其用于建筑楼盖结构时容易产生较大的振动，从而影响楼盖的舒适性甚至安全性。本报告第一部分综述了有关现代木楼盖振动性能的研究现状，研究对象有搁栅式木楼盖、正交胶合木（CLT）以及木-混凝土组合（TCC）楼盖；研究方法包括实验室试验、现场测试、主观评价和有限元分析等；研究内容与控制指标主要包括静载挠度、自振频率、阻尼比、激励响应速度和加速度等。振动控制的发展趋势主要有：由定性向定量控制发展，由静载（态）向动载（态）以及动静结合（态）控制发展，从单指标到多指标综合控制发展。

由于缺乏对 TCC 楼盖振动性能的研究，TCC 梁作为 TCC 楼盖的重要组成部分，是开展相关研究的突破口。第二部分主要介绍了几种新型 TCC 梁的动力试验研究，包括采用钢筋桁架楼承板、轻骨料混凝土、交叉倾斜螺钉连接、植钢板连接等不同构造做法。本研究对 TCC 梁进行了试验和数值探索，分析了其自振频率、阻尼比等动力特性，并讨论了组合梁界面连接类型、尺寸等参数对梁动力性能的影响。

关键词：木楼盖，振动特性，控制指标，木-混凝土组合梁，动态性能

藤基炭包覆铁纳米颗粒的一步合成制备及高效吸附

尚莉莉，刘杏娥，杨淑敏，田根林，江泽慧*

国家林业和草原局竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者：jiangzh@icbr.ac.cn)

摘要：碳包覆金属纳米颗粒（CEMNPs）是一种有效的吸附剂，具有环境友好和可回

收的优势。生物质材料是制备 CEMNPs 的优良原材料，但其制备过程大多比较复杂。棕榈藤材具有丰富的孔隙结构和长且通直的藤茎，其固有的开放孔隙为金属溶液的渗透提供了便利通道，可以简化 CEMNPs 的制备。本研究以高地钩叶藤材为碳源，硝酸铁为铁源，采用一步热解法制备藤基碳包覆铁纳米颗粒，通过调控铁含量和热解温度，表征和分析产物的结构形貌、物相、官能团和磁学性能，评价其对亚甲基蓝染料吸附性能。结果表明，含铁量为 10%，温度为 1000 °C 时，纳米颗粒尺寸为 50-60 nm 且比较均一；形成了 10-30 层的石墨碳包覆 α -Fe 的核/壳结构；对亚甲基蓝的吸附能力最强，最大吸附容量为 186.22 mg/g，对应的比表面积为 135.29 m²g⁻¹，平均孔径为 3.07 nm。以藤为原料合成的 CEINPs 为开发去除废水染料产品开辟了一条新途径。

关键词：棕榈藤材，碳包覆铁纳米颗粒，亚甲基蓝，吸附

热压温度对重组竹耐水性能的影响

王小霞，于文吉*

中国林业科学研究院木材工业研究所，北京，中国

(*通讯作者: chinayuwj@126.com)

摘要：重组竹在户外应用广泛，是一种极具潜力的建筑材料。耐水性能是影响重组竹应用场景和使用寿命的关键因素；因此，本文从宏观和微观两个层面分析了细胞和胶合界面对不同温度的响应，研究了热压温度对重组竹耐水性能的影响机理。结果表明：热压温度从 140°C 至 170°C，重组竹的耐水性显著提高，在 28h 循环试验中，吸水厚度膨胀率 (TS) 和吸水宽度膨胀率 (WS) 分别显著降低 59.3% 和 75.4%；热压温度与横截面裂纹数量呈负相关，热压温度升高，裂纹减少、试件变形减小，对提高尺寸稳定性有显著作用。本研究旨在为重组竹耐水性能优化提供理论支持、为重组竹质量评价提供参考。此外，本研究结果有助于企业从能耗、材料成本和性能等方面进行重组竹高效开发利用，提高其行业的竞争力。

关键词：重组竹，热压温度，耐水性能

延性木框架梁柱节点及参数识别方法研究

刘继伟¹，杨会峰²

¹东南大学土木工程学院，南京，中国

²南京工业大学土木工程学院，南京，中国

摘要：延性抗弯木框架具有良好的抗侧向力能力、减少碳排放的能力以及在中高层建筑中的应用潜力，因而受到广泛关注。在本研究中，提出了一种带特制钢构件的延性

木框架梁柱节点。并对提出的节点进行了试验研究和数值分析。通过无迹卡尔曼滤波器识别连接的模型参数。为了防止程序中断，提高程序的稳定性，将无迹卡尔曼滤波中的 Cholesky 分解替换为奇异值分解。为了解决噪声矩阵的参数确定问题，在无迹卡尔曼滤波程序中嵌入了自适应噪声估计器。此外，还提出了一种模型参数准确性的评估方法来评估数模拟结果的准确性。结果表明，提出的梁柱节点延系数性可以提高到 7.11。数值计算结果与试验结果吻合良好，参数辨识程序的稳定性得到了改善，节点模型的各项性能参数的与实验值相比误差在 10% 以下。该参数识别程序可以扩展应用到具有复杂和不稳定力学性能的其他连接的参数识别中。

关键词：参数识别，卡尔曼滤波，奇异值分解，延性木节点，钢构件

籐竹垂直于纤维的抗弯强度的评价

D. P. Hindman^{1*}, E. Satir¹, A. D. Rara², R. Okutan¹, C. T. Dean¹, K. Strong³, J. Pomponi⁴, J. Hauptman¹

¹ 弗吉尼亚理工大学，布莱克斯堡，弗吉尼亚州，美国

(*通讯作者: dhindman@vt.edu)

² Boise Cascade, 斯蒂芬斯市，弗吉尼亚州，美国

³ Arclin, 斯普林菲尔德，俄勒冈州，美国

⁴ Benelli USA, 阿灵顿，弗吉尼亚州，美国

摘要：在竹材的结构使用上，需要更加明确的了解竹材机械性能和其有效的测试方法。目前研究重点在于开发轻度改性竹板，用最少的机械加工制备交叉层压的竹复合板，同时保留原秆茎的固有圆形形状和横截面。作为轻度改性竹材研究的一部分，有人提出了关于垂直纤维的载荷对秆茎的作用，和节点位置以及沿秆茎长度位置对竹改性影响的问题。本文旨在测量沿商业购买的 TreGai（籐竹）秆茎长度方向的节点和节间部分垂直于纤维的抗弯强度和刚度。试验中，八根秆茎被切成 4 米长，并采用新型数字扫描法计算每个部分的内径和外径。节点强度大约是节间强度的 2.9 倍。虽然在秆的长度方向上观察到强度和刚度的变化，但无确定趋势。实验发现秆的厚度和强度值之间有相关性。同时，数字扫描工具的使用极大地帮助了竹子秆直径和厚度的测量。

关键词：籐竹，垂直于纤维的弯曲，数字成像，力学性能

火处理对竹子力学性能的影响

S. Greco^{1*}, L. Molari¹, L. Mentrasti², M. Fabiani³

¹ 博洛尼亚大学，博洛尼亚，意大利

(*通讯作者: s.greco@unibo.it)

² 马尔凯理工大学，安科纳，意大利

³ 独立研究者，佩萨罗，意大利

摘要：竹子具有良好的力学性能，但容易受到环境条件的影响。进行了许多处理试图提高竹子对生物和非生物因素的耐久性。通常，竹子处理分为化学处理和非化学处理。第一种方法非常有效，但是价格昂贵并且对人体和环境有害。后者也有效，且价格略低，是一种有利于可持续性的方法。在非化学处理中，热处理因提高竹子耐久性而受到越来越多的关注。然而，这种处理方法可能会对竹子力学性能产生显著影响。

本研究旨在探讨火处理对竹子力学性能的影响。特别研究了传统火处理对意大利生长的刚竹的影响。根据 ISO 22157 和 UNI 11842 获得处理和未经处理竹子的含水量、密度、抗拉、抗压、抗弯强度。

结果表明，火处理对竹子力学性能的影响较小。

关键词：竹子耐久性，火处理，竹子的力学性能，意大利竹

利用聚（儿茶酚/聚胺）涂层对竹纤维的表面改性及其作为聚乳酸基质增强剂的应用

Mustapha Boukhir^{1,2,3†}, Wanzhao Wang^{1,2,3†}, Zhenghao Chen^{1,2,3},
Kaiqiang Zhang^{1,2,3}, Shuangbao Zhang^{1,2,3*}, Wei Song⁴

¹ 北京林业大学材料科学与技术学院，木质材料科学与应用教育部重点实验室，北京，中国

² 北京林业大学材料科学与技术学院，木材科学与工程北京市重点实验室，北京，中国

³ 北京林业大学材料科学与技术学院，林木生物质化学北京市重点实验室，北京，中国

⁴ 国际竹藤中心，北京，中国

(*通讯作者: shuangbaozhang@163.com)

†这些作者对这项工作做出了同等的贡献，并共享第一作者身份。

摘要：竹纤维/聚乳酸复合材料作为一种新型复合材料，综合了竹纤维和聚乳酸的优点，具有广阔的发展前景。然而，极性竹纤维（BF）和非极性聚乳酸（PLA）之间界面相容性差，一直是影响复合材料性能的关键问题。本文采用低成本儿茶酚/聚胺体系取代昂贵的多巴胺，对竹纤维表面进行改性，探讨了不同的酚-胺改性工艺和酚-胺摩尔比对改性竹纤维的表面特征和竹塑复合材料性能的影响。实验结果表明，在儿茶酚、TEPA 组合和摩尔比为 1:1 的改性工艺条件下，复合材料表现出最佳的力学性能，与未改性的复合材料相比，其中弯曲强度和模量、拉伸强度和模量以及冲击强度分别提高了 18.8%、20.9%、16.8%、10.9% 和 18.6%。此外，复合材料还表现出最佳的热性能。再则，儿茶酚/聚胺的改性没有破坏纤维素的晶体结构，对复合材料的结晶性能没有明显影响，这表明表面改性明显改善 BF 和 PLA 基体之间的界面粘附性。

儿茶酚/聚胺改性方法可以降低改性成本（只有多巴胺成本的 1%），而且与多巴胺相比，它的反应时间更短，更适合于大规模生产高性能复合材料。

关键词：竹纤维，乳酸，儿茶酚，聚胺，界面相容性

生态自锚式玻璃钢-竹复合地脚螺栓：概念与实验

Xiang Li, Dongpo Zhang, Xinmiao Meng*

北京林业大学环境科学与工程学院土木工程专业，北京，中国

(*通讯作者: mengxinmiao@bjfu.edu.cn)

摘要：建设生态文明对中华民族可持续发展具有重要意义。随着我国基础设施建设快速并广泛地建设，配套的边坡工程面临稳定性差、次生荒地增多、水土流失严重等挑战。生态护坡是实现绿水青山的重要途径。尽管如此，生态护坡使用的地脚螺栓只考虑边坡的安全性，而忽略了与植物根系的协同工作。为解决上述问题，本项目提出了一种由纤维增强聚合物（FRP）和竹材制成的新型自锚式复合锚栓。这种锚栓既能提供足够的承载能力和耐久性，又能通过竹子和生态灌浆材料的降解吸引锚杆周围生长的根系。复合螺栓主要由纤维基材料逐层缠绕粘合而成。通过拉伸和拉拔试验，验证并优化了其自锚结构，充分发挥材料的平行纤维拉伸强度。另一方面，用于锚固螺栓和栽培植物的灌浆是由氧化镁、磷酸盐、土壤、水和其他材料按特定比例配制而成。通过孔隙率、抗压强度、pH 值等试验，对受配比高度控制的水泥基灌浆料的物理化学性能进行了评估和改进。通过各种荷载工况和恶劣环境以及植物根系的生长监测，评价锚固系统的长期锚固性能和生态优势建设生态边坡。

关键词：玻璃钢-竹复合结构，生态护坡，植株生长特性，自锚式地脚螺栓，拉拔试验

通过计算设计构造的竹网壳

E.A. Nurdiah^{1,2*}, T. H. Wang², W. S. Chang²

¹佩特拉基督教大学，泗水，印度尼西亚

(*通讯作者: estian@petra.ac.id, eanurdiah1@sheffield.ac.uk)

²谢菲尔德大学，谢菲尔德，英国

摘要：用竹子做网壳，被认为是一种有效的结构系统，因为需要的材料更少，所以可以提高材料的效率。然而，由于竹子的特性和性能，如解剖学、物理学和力学性能，使其具有挑战性。网壳结构的设计和建造会有不同；材料、设计和施工过程的变化可能会影响施工结果。本文旨在通过计算建模和有限元分析（FEA）分析竹网壳的结构行为，并对已建立模型的测试结果进行了比较。使用 Grasshopper 和 Kangaroo 插件对网壳结构进行建模，以确定可达高度和潜在曲率。模型完成后，建立两个由竹秆和竹篾制成的全尺度网壳，并进行负荷测试，测量变形。把这些模型导出到商业软件 Abaqus 中，进行有限元分析。我们确定了应力分布和节点位移。通过比较测试数据，

验证了有限元分析的结果。在施工过程中，发现竹子的构造约束是其曲率。一些竹子由于屈曲和分裂无法使用。结果表明，竹网壳在结构中的最大曲率小于在模型中的。同时，记录的位移值也高于有限元分析的结果。因此，设计竹网壳时应将曲率深度作为控制变量。

关键词：竹网壳，计算建模，有限元分析，构建模型，曲率深度

基于生物的分层结构连接的建模、设计和优化

Da Shi¹, Cristoforo Demartino^{2*}, Zhi Li¹

¹浙江大学，杭州，中国

da.21@intl.zju.edu.cn; li_zhi@zju.edu.cn

²浙江大学，伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校

(*通讯作者: cristoforodemartino@intl.zju.edu.cn)

摘要：通过层压工艺，天然竹子和木材可以加工成工程结构材料，具有增强的性能，不会受到母材天然材料不规则的影响。由木材和竹子制成的生物基层压复合材料现在广泛用于建筑领域。它们的机械性能与其可再生性、经济性和潜在的碳储存能力一样，都提供了有希望的正在进行和即将到来的应用。本研究侧重于其单个元素的轴向单调和滞后行为，即螺栓钢与层压木材和竹子（胶合木）连接，然后使用基于基因演算法（GA）的参数识别程序开发单个连接元素的唯象单轴滞后模型。然后将经过验证的模型合并到全尺寸生物基层压结构的简化模型中，例如桁架系统和柱梁护膝系统，以评估其抗震性能。

关键词：压制复合材料，恢复力模型，参数辨识，螺栓连接

毛竹中 *PheTB1a/b* 基因的生物功能

邵明侠，周敏舒，陈骄羽，刘丽，郭小勤*

浙江农林大学省部共建亚热带森林培育国家重点实验室，杭州，中国

(*通讯作者: xqguo@zafu.edu.cn)

摘要：毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 是我国重要的经济竹种，笋芽正常发育与否决定了其产量。*BRC1/TB1* 基因在植物腋分生组织和腋芽的形成和发育中起着重要作用。本研究通过 RT-PCR 从毛竹中获得 2 个 *TB1* 同源基因 *PheTB1a* 和 *PheTB1b*。2 个基因编码的氨基酸多肽链均包含保守的由 Basic, HelixI, Loop 和 HelixII 组成的 TCP 结构域。*PheTB1a* 和 *PheTB1b* 基因均主要在侧芽中高表达。2 个基因的表达量均随笋芽发育而呈下降趋势。亚细胞定位结果显示，2 个蛋白均定位在细胞核。酵母双杂和双分子荧光互

补结果证实 *PheTB1a* 和 *PheTB1b* 都可以与 TCP 和 GRAS 家族的成员互作。过表达 *PheTB1a* 和 *PheTB1b* 的拟南芥表现出多茎和多分枝的表型。酵母单杂和荧光素酶实验结果显示 *PheTB1a* 和 *PheTB1b* 可以结合在 *PheGT1* 基因的顺式作用元件上。本研究为进一步分析 *PheTB1a/b* 的生物学功能提供参考依据, 可为毛竹笋芽发育的分子机制提供基础资料。

关键词: 毛竹, *BRC1/TB1* 基因, 笋芽, TCP, GRAS

共促产业和谐包容发展





竹子作为缓解气候变化的基于自然的解决方案： 生物量、竹产品和碳信用

潘春豫^{1, 2}, 陈佳璐¹, Anil Shrestha^{1, 2}, John L. Innes^{1, 2}, 周国模²,
李怒云³, 李金良³, 何业云³, 盛春光⁴, John. O. Niles⁵, 王光玉^{1, 2*}

¹ 英属哥伦比亚大学, 温哥华, 加拿大
(*通讯作者: Guangyu.wang@ubc.ca)

² 浙江农林大学, 杭州, 中国

³ 中国绿色碳汇基金会, 北京, 中国

⁴ 东北林业大学, 哈尔滨, 中国

⁵ 加州大学, 圣地亚哥, 美国

摘要: 全球研究人员、学者和决策者都非常重视通过基于自然的解决方案来应对气候变化。竹子生长迅速, 广泛分布于泛热带地区, 不断为减缓气候变化做出贡献。然而, 很少有研究人员从各个方面全面综合竹子在减缓气候变化中的作用。我们在主题分析下系统地综述了 91 篇研究文章; 我们从生物量碳汇、产品碳储存和碳汇信用中得出了一个全面的知识框架。受生物和非生物因素影响, 全球竹林生态系统呈现出高碳封存和储存能力。生物条件, 包括叶面积指数、秆密度和胸径, 以及非生物因素, 包括气候灾害、经营策略和小气候, 可以不同程度地影响生物量中的碳储存。然而, 大多数研究集中在几个特定的物种, 如毛竹和雷竹, 并且研究范围大多在亚洲。此外, 竹林生态系统可以可持续地出产用于制造耐用产品的竹材, 进一步长期储存大量碳。大多数研究表明, 与传统产品相比, 竹制品表现出净负碳的生命周期。竹林在林业碳汇交易中亦具有相当大的潜力, 可以显著保护自然资源和减少贫困。借助未来更多可用的竹子项目方法, 竹子在缓解气候变化方面可能变得越来越重要。这项系统综述对于实现碳中和的更大目标以及决策者更科学地制定气候变化政策至关重要。

关键词: 碳储存, 碳封存, 碳交易, 碳抵消, 森林碳汇

肯尼亚案例分析: 竹藤生态系统修复

D. M. Karanja^{1,2}

¹ 内罗毕大学, 奇罗莫, 肯尼亚

² 涅里郡政府水资源、灌溉、环境和气候变化部, 涅里, 肯尼亚

摘要: 竹藤可持续利用对于实现可持续发展目标至关重要, 包括消除贫困、解决能源住房问题、应对气候变化、利用自然资源、保护陆地生态系统等亟待解决的问题。竹藤作为速生植物, 生长速度快, 不仅可以替代木材作为燃料, 还可以作为建筑材料替代钢铁、塑料以及混凝土等排放密集型材料, 是绿色发展计划的不二之选。从技术上

讲，竹子是一种草，它的纤维根系可以帮助结合土壤，抵御荒漠化，生长速度可达一天一米，具有高固碳性。

2020年9月10日，竹子已成为肯尼亚的第16种经济作物。但是到2020年，大约只有240名农民和从业者从事竹产业。这与肯尼亚的种苗成本有关，因为种植一株苗需要支付200-350肯尼亚先令，对普通小农而言是一笔不小的费用。此外，肯尼亚竹子种类有限，农民必须以相对较高的成本从中国进口种子。此外，只有少数几个地区掌握竹子的种植和管理知识。因此，政府有必要将竹子转向私营部门，在教育中心引入竹子课程，并为竹子种子和幼苗分配补贴，以提高小农的负担能力。

关键词：竹子，固碳，可持续，知识，补贴

产业链理论在贵州高原山地竹产业高质量发展中的应用研究

张喜^{1,2}, Zhang Tingjia¹

¹贵州省林业科学研究院，贵州省特色林业产业办公室，贵阳，中国

²贵州省特色林业产业办公室，贵阳，中国

zhangxigzfa@tom.com

摘要：贵州省地处亚洲-太平洋竹类起源及分布中心，竹林资源丰富。2019年起，贵州省委省政府把竹产业列为12大山地特色高效产业重点扶持，竹产业成为助力脱贫攻坚和乡村振兴的重要路径。贵州竹产业发展已成为国内外同行关注的热点。

基于产业链理论的推进方法包括：1) 布局产业及产业链发展图谱。提出了重点发展“两山两水”竹产带（大娄山、武陵山，赤水河和清水江）以及遍及全省的“星罗棋布”式竹产业发展布局，绘制了省级竹产业发展图谱、产品应用领域及区域市场图，围绕产业链制定技术路线图和工作计划图。2) 优化产业链推进模式。提出了机制性的“1+2345”和目标性的“1+1111”产业链推进模式，着力“建链、补链、延链、稳链和强链”。3) 围绕产业链部署创新链。聚焦竹产业微笑曲线的研发和市场“两端”，联合省内外大专院校、科研院所和龙头企业，解决了一批关键性的产业化技术难题，产业链高端企业及品牌纷至踏来，竹产业逐渐迈向价值链高端。4) 围绕产业链布局供应链。围绕产业链，加强和优化重要基础设施、关键技术、原材料、中间部件等供应的安全保障，提升供应链的硬实力与软实力。

2019-2021年，贵州省竹产业取得了高质量发展：1) 竹林扩面提质，助力乡村振兴及农业农村现代化建设。全省新造竹林80万亩、改培竹林100万亩，竹林总面积达500万亩。2) 做强精深加工，助力竹制品加工规模化及产业现代化建设。竹产业产值达到130亿元，较2018年翻番。3) 提升品牌效益，做大做强竹产业。国家级竹产业示范园、国家级竹种资源收集库、国家级林业龙头企业、国家地理标志产品等品牌纷纷入住贵州省。4) 部分竹产品已走出省外，逐步汇入国际市场。省内部分竹纸、竹材和竹笋产品已走出国门，竹海公园、竹文化等景点新增了省内外大量游客。5) 竹产业生态系统结构优化，产业新亮点频出。初步形成了以竹纸、竹材、竹笋和竹文化旅游4条产业链为主体的产业链网。竹产业发展逐步由政府驱动到政府和市场双向引导、产

业园区建设为主的方向转变。

关键词：竹产业，产业链，推进模式，高质量发展，贵州高原山地

运用创意经济促进竹产品与竹产业高质量发展

王铁军

中·欧国际创意经济研究中心，北京，中国
3093089609@qq.com

摘要：目前，我国竹乡的竹类产品基本都是同质化的食材、家具、工艺品等，提升其文化内含与高附加值，是当前需要解决的问题。解决这个问题的有效方法，就是运用创意经济结合本土竹资源和文化去研发竹产品。例如：运用创意经济方法研发的竹液酒，就是利用蜀南竹海的竹资源，采用中国古代药典《本草纲目》阐述的竹子功效，创新传统酿酒技术，结合当地民间故事为文化 IP 酿造的，并获得中华人民共和国国家知识产权局：竹液酒及其制作方法《发明专利证书》。生产上市后深受消费者的欢迎，成为满足精神与物质需求的高附加值竹产品。应用创意经济可以创造出更多低碳、减碳的竹产品，形成绿色循环经济的竹产业链，促进竹产品与竹产业的高质量可持续发展。

关键词：创意经济，竹产业绿色循环经济产业链，高质量发展

利用本地竹子促进亚马逊手工矿区退化土地的恢复

L. Binfieldl^{1*}, M. Stern²

¹英属哥伦比亚大学，哥伦比亚，加拿大

(*通讯作者：lucybinf@mail.ubc.ca)

²EcoDecision 公司，厄瓜多尔

摘要：亚马逊手工采矿地区造成了陆地和水生景观的严重退化。竹子是速生植物，生长和繁衍速度都很快，迅速长满了殖民地区。其他国家的结果证明了竹子的这些特性具有恢复退化土地的潜力。我们的项目目前处于测试阶段，使用本地竹子进行基于自然的干预，以促进自然生态演替和景观恢复。我们旨在降低成本，提高退化矿区土壤和植被恢复的速度和有效性，恢复当地生物多样性，调节流域，减少土壤侵蚀和下渗。同时改进现代和传统的繁殖方法，以建立单一自然资源种植基地。瓜多竹是一种具有商业价值的物种，是重点关注对象，自然生长在厄瓜多尔南部亚马逊的矿区附近，也就是我们的示范地点。微繁殖是一种在无菌实验室环境中克隆植物的现代技术，已经在大学合作伙伴的支持下发展。此外，当地大学生正在积极地接受传统方法的培训，利用新梢和根（短茎）、根茎和基部枝条的扦插来繁殖瓜多瓦，在苗圃中培育新植株。

我们将对这一创新进行全面测试，比较两种方法的成功率、成本和局限性。我们预计与其他绿化退化矿区的策略（特别是使用本地树木）相比，本地竹子每公顷成本和速度都有显著优势。

关键词：瓜多竹，本地竹子，离体繁殖，营养繁殖，景观生态恢复

竹子：修复景观退化的理想工具

Muralidharan E.M.

国际竹藤组织竹子可持续发展专家组主席

emmurali@gmail.com

摘要：竹子具有独特的形态和生长习性，可以很好地促进土地退化恢复和缓解气候变化。按照当代景观修复的原则，竹子种植不仅有助于植被覆盖，而且还可以促进社区发展，创造就业机会。

竹子种类多样，形态各异，能够很好地适应各种土壤和气候条件。竹子生长速度快、地下根茎庞大且密集，使得竹子可以快速修复退化土壤，控制水土流失，保持水土并且为土壤增加有机成分。竹子具有高固碳能力，可以转化成耐用产品，可以缓解气候变化，享受碳信用额带来的收益。竹子具有多种用途，包括在建筑、家具、器具方面的传统用途以及作为燃料、食物和饲料，还有现代工业用途。最近，竹子越来越多地被用于工程竹制品以及生物能源和造纸/纸浆工业。最近越来越多的证据表明，除了有助于实现一系列可持续发展目标外，竹子确实非常适合改善土壤肥力，增强生物多样性，促进经济发展，从而恢复退化的森林和农业景观。本文讨论了世界各地利用竹子进行景观修复的成功案例。

关键词：景观修复，固碳，多样化用途，土壤肥力，水土保持

巴西启动竹子发展新周期

G.F. Katiane¹, S.A.L. Nery²

¹ 巴西创新可持续发展中心，隆德里纳，巴拉那，巴西

presidencia@cebis.org.br

² 巴西议会阵线，巴西利亚，巴西

摘要：2011年，巴西通过了《国家竹子政策》。然而，由于领导行为可疑，在生产和价值链以及国内市场方面发展有限。

为了充分利用竹子在食品、民用建筑、造纸、纺织、木材工业、退化土地恢复和碳信用等环境服务以及可再生能源等方面的作用，竹子议会阵线（Bamboo

Parliamentary Front) 于 2020 年成立。该阵线由副主席吉奥瓦尼·切里尼 (Giovani Cherini) 领导, 拥有 215 名代表和 15 名理事。

考虑到巴西的地域范围, 有必要和相关政府共同建立一个论坛, 制定出结构性、有效、协同的公共政策。重点关注马托格罗索州, 如何将竹子作为生物质用于乙醇生产。生物质由 60% 的桉树和 40% 的竹子混合而成。正式签订了 11 份合同, 期限为 15 年, 共计 4000 公顷。2022 年 8 月, 在巴拉那州颁布鼓励发展竹子的法律, 目的是论坛专业化, 以更新能源矩阵, 服务于合作社, 促进木材和纸浆工业的发展。近日, 与中国国家自然科学基金/国家自然科学基金委员会和圣保罗研究基金 (FAPESP) 合作协议相关的“竹林固碳能力与潜力及控制机制”项目启动。

关键词: 议会, 管理方式, 市场, 中欧国际工商学院, 管理

竹子在促进绿色发展的重要作用

Maharaj Muthoo

罗马论坛, 意大利, 罗马

摘要: 竹子用途广泛, 可用于建设村庄城镇、搭建抗灾住房、制作工艺品、地板、家具、织物、纤维、食物和燃料等。竹子也可以为高科技工业加工和价值数十亿美元的大宗商品提供快速增长的多功能材料。绿色增长政策范例与竹子有关, 以促进公平的经济增长、绿色就业、商业和工业。

竹子能够装饰农村和城市景观, 同时有助于营养循环, 恢复荒地, 土壤稳定和水生植物修复。将融资、创新科学和适应性技术联系起来需要地方、国家和国际层面的协同合作。

相关部门应借此时机部署有关竹子复合材料的经济、环境、文化和社会方面的国家和国际政策体系, 稳定材料价格, 保证质量, 让托管人、生产者、加工商、企业家、消费者和有关社区都能从中受益, 更有利于实现生态系统服务付费、缓解、适应气候变化、弥补毁林和森林退化所致排放、绿色气候基金、碳信用额以及对 2015 年后可持续发展目标 (SDGs)。

为了实现“我们希望的未来”, 可持续发展目标和绿色经济议程应该认识到竹子这一“绿黄金”对当地生计来源和整体经济的关键作用, 应加倍努力, 将生产性繁殖建立在合法和可持续性的坚实基础上。强化竹制品具有环境友好、可生物降解、节能和多功能的特点, 确保它们在全球化、道德贸易和市场机制方面获得绿色证书。因此, 政策制定者和利益相关者应该激励多功能竹子资源管理, 促进全人类的福祉实现绿色经济。

关键词: 本地, 国内和国际利益, 全球绿色经济

理解竹产业集群模式支持区域可持续投资-金融 (以长三角和其他地区为例)

刘小颖^{1,2*}, Luc Boeraeve^{1,3,4}

¹ 自然颖源, 上海, 中国

² 中欧土地土壤工作组 (SEPLS), 鹿特丹, 荷兰

(*通讯作者: xyliu@natureherit.com)

³ 美国竹子协会 (ABS), 加利福尼亚, 美国

⁴ 比利时竹子协会 (BBS), 波佩林赫, 比利时

摘要: 竹子生长迅速, 有近 1700 个已确定的树种广泛分布在约 80 个国家的热带、亚热带和温带气候区, 但竹子仅占全球森林覆盖率的 0.8% (3500 万公顷) (注 1)。这一数字表明, 竹子有替代导致森林砍伐和气候变化的木材产品。为了实现及时和可持续的转变, 大量的实践表明, 在农林业种植园管理竹资源, 可以促进生态保护, 恢复退化土地, 除了改善环境, 还可以为竹产业提供多种原材料。竹子产业应根据竹子的种类、当地的技能和技术水平等, 在产业集群和市场价值链的多样化组合中逐步发展, 地方部门集群也为绿色循环经济的可持续增长奠定了基础。

对竹产业集群模型 (BSCM) 的实践研究为区域多方参与者 (包括政策制定者、企业家、农民、消费者、开发商、投资者和金融家等) 理解竹子部门和空间发展规划如何支持区域可持续投资-金融开辟了新的途径。长江三角洲作为先进竹区的典型代表, 展现了四个生态均衡机制, 推动了绿色转型和发展的动态趋势。对其他一些竹区也进行分析, 以帮助更多竹区在特殊情况下探索和实施以竹子为基础的绿色循环经济增长。

A. 土地恢复和能源生产经济收益

集群模式 A 是该地区的基本价值链, 不需要先进的竹子种植和加工技术, 也不需要发达的产品市场。

B. 粮食生产、卫生和福利

集群 B 模式是关于竹子的健康食品生产、福祉和文化旅游价值链, 为农民带来更好的生活。

C. 技术产品和建筑施工

集群模式 C 是指管理竹林和人工林的广泛价值链, 与农林业和自然生态系统相结合, 为竹子生产单位提供各种产品、家具、建筑材料、生物能源和基础设施。

D. 标准、监管及研究发展贸易中心

集群模型 D 是关于竹子相关标准和认证的测试、监控和批准过程, 涉及到竹杆、农林业、食品、纤维、家居用品和建筑元素, 以及绿色和基础设施技术等。

关键词: 竹子相关产业, 竹产业集群模型, 空间开发, 主体多元化, 价值链

竹产业认证

Maharaj Muthoo

罗马论坛，罗马，意大利

mmuthoo@gmail.com

摘要：竹子提供了价值数十亿美元的多种产品和商品。急需制定和实施竹子认证，使竹子监管者、生产者、消费者、企业家和有关社区受益，这种做法是非常及时的。因此，需要在政策和战略上支持竹子认证体系和标准的制度化。

与竹子有关的认证类别包括森林认证、社会认证、有机认证和产品质量认证。森林认证主要评估资源管理可持续性、企业责任和合法性，包括监管链认证。社会认证体系确保利益相关者公平地分享利益，涉及保有和习惯权利、公平回报和充分利益、安全健康的工作环境、对原住民和其他当地社区的影响、手工艺品的经济可行性以及伦理贸易和营销。有机认证可以适用于在森林内外采集的未经化学处理的竹制品，而野生手工和半驯化的整体生产管理系统可促进和加强农业生态系统健康，包括生物多样性、水、土壤和生物循环。体现产品质量特性的“原产地证书”评估了原材料、提取物和其他物质的物理特性和纯度，适用于竹笋以及代塑等产品。

认证对可再生资源竹子的再生、保护、种植，以及促进包容性绿色经济可持续发展的贡献越来越有意义。因此，建议在设计竹子认证模型时，要考虑可持续发展、人类福利和碳捕获等相关问题。

关键词：认证，绿色经济，可持续

菲律宾伊洛伊洛的竹型煤生产生命周期评价

De Leon, J.M.* , Baynosa, M.L., Aberilla, J.M.

菲律宾大学，帝利曼，菲律宾

(*通讯作者: jgdeleon@up.edu.ph)

摘要：竹材废弃物产生于竹制品（工艺品、家具、地板等）制造过程中。通过将竹子废料转化为型煤的废物利用方法，作为传统木炭的替代品，被认为是一种环境友好的选择。这为以可持续发展目标 7、8、13 和 15 为目标的城市和农村社区管理固体废弃物、保护森林和提供生计提供了机会。然而，竹子型煤的生产涉及碳化，对空气、健康和环境（森林砍伐和温室气体排放）产生不利影响。在衡量传统木炭的拟议替代品的影响时，了解碳化的影响只是整个过程的一部分。为了明确评估竹子型煤生产的环境影响，采用了生命周期评价（LCA）方法。它使用 ISO 14040 中定义的标准化方法来核算系统的环境影响。在菲律宾还没有关于竹子型煤生产生命周期评价的记录。一般来说，LCA 在竹废料型煤生产中表现出良好的低环境影响。然而，从初步结果来看，电力消耗和热力过程起主要作用。LCA 结果可以确实改进不同工艺的关键领域，确定排放和影响，并促进更多的政策来支持竹子的安全生产。

关键词：生命周期评价，竹材，型煤，生物质，废弃物利用

藤基炭包覆铁纳米颗粒的一步合成制备及高效吸附

尚莉莉，刘杏娥，杨淑敏，田根林，江泽慧*

国家林业和草原局竹藤科学与技术重点实验室，国际竹藤中心，北京，中国（*通讯作者：jiangzh@icbr.ac.cn）

摘要：碳包覆金属纳米颗粒（CEMNPs）是一种有效的吸附剂，具有环境友好和可回收的优势。生物质材料是制备 CEMNPs 的优良原材料，但其制备过程大多比较复杂。棕榈藤材具有丰富的孔隙结构和长且通直的藤茎，其固有的开放孔隙为金属溶液的渗透提供了便利通道，可以简化 CEMNPs 的制备。本研究以高地钩叶藤材为碳源，硝酸铁为铁源，采用一步热解法制备藤基碳包覆铁纳米颗粒，通过调控铁含量和热解温度，表征和分析产物的结构形貌、物相、官能团和磁学性能，评价其对亚甲基蓝染料吸附性能。结果表明，含铁量为 10%，温度为 1000°C 时，纳米颗粒尺寸为 50-60 nm 且比较均一；形成了 10-30 层的石墨炭包覆 α -Fe 的核/壳结构；对亚甲基蓝的吸附能力最强，最大吸附容量为 186.22 mg/g，对应的比表面积为 135.29 m^2g^{-1} ，平均孔径为 3.07 nm。以藤为原料合成的 CEINPs 为开发去除废水染料产品开辟了一条新途径。

关键词：棕榈藤材，碳包覆铁纳米颗粒，亚甲基蓝，吸附

确保用于生物质生产的竹子中货币、人力资本和自然资本回报

J.Wahono^{1*}, H.Baral², M.Brady²

¹印度尼西亚清洁能源组织，雅加达，印度尼西亚
（*通讯作者：jwahono@cleanpowerindonesia.com）

²国际林业研究中心，茂物，印度尼西亚

摘要：城市化、经济发展和人口增长使得印度尼西亚的一次能源需求正在迅速增长。印度尼西亚政府已做出强制规定，到 2025 年，新能源和可再生能源应占国家能源结构的 23%。印度尼西亚新版“国家自主贡献（NDC）”文件强调五个部门要减少温室气体（GHG）排放，其中最重要的是土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）以及能源部门。虽然印度尼西亚致力于通过 LULUCF 部门应对气候变化，但要为 REDD+（减少发展中国家毁林和森林退化所致排放量加上森林可持续管理以及保护和加强森林碳储量）这一碳收入的主要机制创造有利条件，以促进印度尼西亚的景观恢复，不可避免要面临各种背景挑战。本文认为，生物质生产投入边远偏僻地区发电厂可以成为解决这一难题的另一助力因素。通过印度尼西亚明打威群岛的案例研究，我们描述了一种使用基于社区和生物质的发电系统实现农村电气化的方法。明打威群岛模型不仅表

明生物质发电厂可以充当边远偏僻地区发电的支柱，还可以成为帮助印度尼西亚欠发达地区脱贫以及为恢复退化土地和边缘地提供资金的宝贵工具。该系统可以实现生物质生产、土地恢复、可负担用电和当地经济增长，运用该系统可以提高可再生能源在能源结构中的比重，促进印度尼西亚农村和偏远地区的总体繁荣。

关键词：农村电气化，生物质发电厂，基于社区的生物质生产，生态系统恢复，经济赋权

中国竹产业现状及产学研平台的建设与发展

李岚

国际竹藤中心，北京，中国

摘要：中国竹产业具有广阔的发展前景以及无限的市场潜，产值在过去十几年快速增长，但与其它行业相比，中国竹产业基础还比较薄弱，丰富的竹资源还没有得到充分开发，竹企业整体缺乏市场竞争能力。针对中国竹产业发展中的问题与挑战，国际竹藤中心（ICBR）牵头组建了两个重要的产学研平台：一个是中国竹藤品牌集群，另一个是竹藤产业国家创新联盟。这两个平台的切入口和发力点虽不相同，但都是通过顶层设计、公共服务、政策建议、合作交流、数据支撑等方面积极努力，汇聚竹产业优势力量，推动竹产业技术创新，促进中国竹产业提质增效、转型升级。

关键词：竹产业现状，产学研平台建设

青神县竹产业深度融合发展之路

刘今朝

中共青神县委，青神，中国

摘要：按照习近平总书记关于“要因地制宜发展竹产业，让竹林成为四川美丽乡村的一道风景线”的重要指示精神和中央、省、市的决策部署，为推进竹产业高质量发展，特开展了本课题研究。本课题从“植一片竹林、彰显生态，造一张竹纸、领跑行业，编一根竹丝、传承非遗，办一场竹会、联通世界”四个方面展示了青神县竹产业一二三产深度融合发展之路。坚持问题导向，从强化组织领导、规划引领、科技支撑、开放合作四个方面阐述了经验启示。下一步，青神将推进以“斑布竹纸”为支撑的竹业提升、以“青神竹编”为主导的竹艺传承，以“竹产业研究院”为平台的创新研发、以“中国国际竹产业交易博览会”为载体的开放合作，瞄准千亿竹产业目标，聚势成链，奋力建设高质量发展的国际竹艺名城。

关键词：竹产业，融合发展，国际竹艺名城

创新源于匠心——以竹代塑，加快绿色低碳转型

鲁继平，任靖涛

江苏亨达竹格填料有限公司，无锡，中国

摘要：竹格填料是一种重要的“以竹代塑”产品。本文以江苏亨达竹格填料有限公司在乡村振兴中诞生为起始，首先回顾了冷却塔填料的发展历程，介绍了竹格填料的制造过程，描述了竹格填料的产品性能和优缺点，指出竹格填料将带来一次全新的发展机遇。其次，通过对相关产业发展的叙述和对“以竹代塑”倡议被列入全球发展高层对话会议成果清单这一背景的介绍，展现了竹格产业在全球的发展潜力和美好前景。再次，在梳理相关科研成果的基础上，结合权威性的碳汇统计研究，证明了竹格填料作为“以竹代塑”重要产品有助于减少塑料污染、实现“双碳”目标。最后，从生态效益、经济效益和社会效益三个层面论证了竹格产业巨大的潜在效益，并以江苏亨达竹格填料有限公司为案例陈述了相关效益。

关键词：以竹代塑，竹格填料，绿色低碳

森林碳汇助力碳中和的几点认识

肖文发

中国林业科学研究院，北京，中国

xiaowenf@caf.ac.cn

摘要：森林的碳汇功能及其对全球“碳中和”的贡献已经成为全球共识。森林碳汇的形成、提升、监测、计量、核证、交易等已经成为科学研究和社会发展的重要领域。本文梳理和探讨了森林碳汇全链条中的一些基本问题，包括森林的定义对碳汇计量的影响，森林碳的源汇关系，碳汇计量、监测、碳汇项目开发、碳汇交易等。分析了中国森林碳汇提升所面临的挑战、潜力和路径及森林碳汇科技创新体系建设的方向，认为应进一步优化与森林生态系统碳循环相关的社会制度与规则、技术与文化体系的设计与应用，支撑国家“碳达峰碳中和”战略的实施和生态文明建设的发展。

关键词：森林碳汇，监测与核算，增汇减排，碳汇交易，科技创新

竹子天堂：哥伦比亚竹生态旅游、农业和竹产品创新可持续发展模式

Ximena Londoño

哥伦比亚竹协会，蒙特内格罗，哥伦比亚
ximelondo@gmail.com

摘要：竹子天堂致力于通过有教育意义的环保之旅、培训班、竹子农业、研究和创新来传达对包括瓜多竹在内的竹子的热爱，是美洲唯一一家以此为目标的公司。

竹子天堂为南美洲西北部拥有丰富的竹类植物的种质资源库，有来自亚洲、美洲和非洲热带低地地区的约 90 种竹种；一座有 100 年历史的瓜多竹建造的房屋和数座竹建筑；一条长达 350 米竹子隧道；为 150 种植物、115 种鸟类、6 种两栖动物、12 种爬行动物和 10 种哺乳动物提供保护的连通走廊；利用竹子进行生物修复的泉水和湿地，经过 20 年的改造，水流达到每秒 4 升；专业化竹培育园；不同的热带作物（咖啡、香蕉）；传统作物与竹子兼种；以及占地 4 公顷的商业种植园，用于竹笋和竹材生产。

竹子天堂深刻影响了当地的社会经济发展，通过农业生产增加就业机会，培养更多包括竹笋在内的新的创新性作物，促进旅游产业的发展。此外，我们还响应了联合国 17 个可持续发展目标中的其中 9 个。

经过多年对竹子的研究、推广、保护和竹种改造，我们相信竹子可以为哥伦比亚许多农村地区的扶贫工作做出贡献。竹子天堂是一个综合模式，可以持续提升农户的社会处境、居住环境和经济状况，并在哥伦比亚竹子生长的每个角落实现和平、包容和公平。

关键词：哥伦比亚，瓜多竹，生态旅游

中国迈向自然受益型经济的机遇

朱春全^{1*}，Akanksha Khatri¹，胡悦¹，陆昕清¹，Alexia Semov¹，章佩琳³，殷格非²，王影²，杨时惠²，王倩²，贺倩²，刘现荣²，王霞²，景兴丽²，海媛²

¹世界经济论坛北京代表处，北京，中国

(*通讯作者：Chunquan.Zhu@weforum.com)

²责扬天下(北京)管理顾问有限公司，北京，中国

³普华永道中国，上海，中国

摘要：当前中国的自然生态系统面临严峻的考验，而自然生态系统及其服务对中国的经济增长、商业繁荣和社会发展至关重要，分析显示中国 GDP 总量的 2/3 和未来社会发展因自然损失而面临威胁，为应对气候变化、生物多样性丧失等多重挑战，实现自然受益型发展，本报告为中国企业描绘了清晰的路线图，在食物、土地和海洋利用系统、基础设施和建成环境系统以及能源和开采系统等三大社会经济系统下的 15 项优先转型将助力企业识别并把握其带来的商业机会。到 2030 年，这些转型有望在中国创造

1.9 万亿美元的新增商业价值和 8800 万个新增就业岗位。中国政府和企业需要凝聚全球共识并推进合作、加强政策和监管、引入投融资，运用技术和创新手段，引领中国经济迈向自然受益的未来。

关键词：自然受益，生物多样性，商业，气候变化，可持续发展



www.inbar.int
www.barc2022.inbar.int

