

国家标准

《碳化复合竹编土工格栅》

编制说明

起草单位：广东建中新竹材科技有限公司

二零二二年六月

一、工作简况，包括任务来源、协作单位、主要工作过程、标准主要起草人及承担的工作；

1.1 任务来源

本标准由国家标准化委员会决定下达（国标委发【2021】23号），项目编号：20212899-T-432，项目名称：碳化复合竹编土工格栅，该标准由国家林业与草原局提出，全国竹藤标准化技术委员会归口，广东建中新竹材科技有限公司等单位承担编制工作。

1.2 立项背景

我国的塑料土工格栅年产量约900万吨，产值达450亿元，塑料的大量使用造成严重的环境污染，且面临石油资源短缺问题。《联合国气候大会（马拉喀什）INBAR声明》中指出：“竹材是可再生资源，有上万种用途，是塑料、混凝土和钢材等高碳排放材料的替代品，可持续发展；竹材有助于解决气候变化等全球性挑战，增加农民收入，改善民生。”

竹编土工格栅自问世，其产品的良好韧性、强耐腐性，引起国内市场的关注。竹编土工格栅符合当今时代的环保碳中和理念，其经济和生态环境效益显著。但是，目前还没有统一的产品标准，没有标准可依阻碍产品的推广，限制了行业升级发展。因此，编制该项标准、规范产品质量已成为当前刻不容缓的任务。

1.3 起草单位

本标准主持编制单位为广东建中新竹材科技有限公司，协作单位为湖南工业大学、保利长大工程有限公司、中国建筑标准设计研究院、海南铁路有限公司、广东省林业科学研究院、潮州市黄河实业有限公司、广东省潮州市质量计量监督检测所、中铁十九局集团有限公司、潮州金镶玉竹业有限公司、广东鼎居建设工程有限公司。

1.4 标准起草工作过程

2021年8月在潮州召开了国家标准《碳化复合竹编土工格栅》起草小组第一次会议。起草小组就竹编土工格栅国标的筹备情况、标准的基本框架、拟定标准主要指标、试验方法、竹编土工格栅行业生产状况、地点及相关内容进行初步的讨论。参考《塑料土工格栅》国标，提出需要继续考察的性能和试验，安排了

下一步编制小组成员工作内容。

2021年9月-2021年12月，起草编制组与仲恺农业工程学院、天津大学及广东省林业局等高校科研机构研讨、交流意见；在潮州实地调研竹编土工格栅在河道护坡工程铺设施工及公路加筋工程铺设施工。

2021年8月-2022年1月，起草小组进行试验论证修改相关内容，通过电子邮件以及专家论证会对标准草案进行修订形成国家标准征求意见稿后第一次征求意见，收回5人次专家共42条反馈意见。

2022年1月-2022年4月，起草小组按照专家意见进行修改并进行必要补充试验，优化了竹编尺寸及偏差要求和测量方法，对竹编土工格栅的检验指标项目推敲研讨等，增加了抗白蚁性实验；翻阅参考对比国内各类格栅国标的拉力试样方法，确定了断裂强力和断裂伸长率作为拉力试验的检验项目。

2022年4月-6月，起草小组再次征求意见，收回30人次共72条反馈意见（附件4：意见汇总处理表）。此次意见一部分集中于整个标准架构的梳理，3术语与定义中对原料和产品的定义；增加第4章原材料的描述以及第6章技术要求以及第8章检验规则采用标准的抽样方案和判定规则。起草小组对反馈意见进行了整理和讨论，进行了征求意见稿的再次修改，形成送审稿。

1.5 标准主要起草人及承担的工作

广东建中新竹材科技有限公司作为标准主持单位，参编人员承担了试验方案的设计、标准的起草工作、主要的试验工作，以及对标准意见的收集和内容的修改；广东省林业科学研究院、湖南工业大学、保利长大工程有限公司、中国建筑标准设计研究院、海南铁路有限公司、广东省潮州市质量计量监督检测所、中铁十九局集团有限公司等参编人员提出标准的修改建议；潮州市黄河实业有限公司、潮州金镶玉竹业有限公司、广东鼎居建设工程有限公司作为本标准局部实验基地，按要求进行材料制备，为进行数据验证提供了大力支持。

二、标准的编制原则和标准的主要内容(技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等)、论据(包括试验、统计数据)、修订标准时的新旧标准主要技术指标的对比情况；

2.1 标准的编制原则

2.1.1 规范化原则

本标准严格按照国家标准 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求起草。

2.1.2 相一致原则

在本标准中提出的尺寸、外观以及理化性能测试方法、检验规则适应行业发展形势要求，与生态环境保护、资源合理利用和竹编土工格栅应用等相关规定无冲突和相悖，做到充分协调一致。与国内已经颁布的格栅相关标准规定保持一致，本标准起草小组在文件中直接采用了这些技术指标。

2.1.3 符合实际应用情况原则

随着竹产业在国内大量使用，竹编土工格栅在公路领域及农业设施得到越来越多的示范应用，本标准反映了国内生产企业技术水平，便于生产，宜于应用，经济上合理，兼顾现有资源的合理配置。

2.1.4 先进性原则

标准内容充分考虑我国竹编土工格栅行业目前空白的现状，针对竹材料参差不齐，存在易腐蚀、含水率高、干缩性大等问题，以科学为依据，制定出满足生产和施工应用实际要求及未来发展需要的标准。

2.2 标准主要内容和技術论据说明

本标准主要包括 8 部分。

2.2.1 第 1 部分规定了标准适用范围。规定了竹编土工格栅的术语和定义、型号、原材料、技术要求、检验方法、检验规则及产品标识、包装、运输和贮存等要求。适用于以竹条为主要原料编织而成的竹编土工格栅。

2.2.2 第 2 部分规定了规范性引用文件。包含了 4 个引用标准，重点参考了 GB/T 2828.1-2012《计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》、GB/T 13942.1—2009《木材耐久性能 第 1 部分：天然耐腐蚀性实验室试验方法》、GB/T 15780-1995《竹材物理力学性质试验方法》和 GB/T 18260-2015《木材防腐剂对白蚁毒效实验室试验方法》。

2.2.3 第 3 部分规定了各种术语及其定义。对竹条、竹编土工格栅、网孔净空尺寸、含水率、干缩性、断裂强力、断裂伸长率等术语进行了定义。

2.2.4 第 4 部分规定了产品型号的编码方法。

2.2.5 第 5 部分规定了原材料的要求。

竹材的竹龄宜选用 3 年以上。竹条的技术要求：①外观要求无腐朽、虫孔、霉变、裂纹；②宽度应控制在 3 mm~35 mm，厚度控制在 1 mm~6 mm。

2.2.6 第 6 部分规定了产品的各种技术要求。

2.2.6.1 外观质量

对产品外观和缺陷进行了肉眼评价要求。

2.2.6.2 尺寸及偏差

规定了长度、宽度、厚度和网孔净空尺寸的常用尺寸范围，提出了允许偏差的范围值。

2.2.6.3 理化性能指标

(1) 耐久性：竹编土工格栅应用在工程建设中的土体加筋加固材料，环境潮湿，竹子易腐，因此设置耐久性的检测指标。竹材的耐久性需要达到 I 级强耐腐级别（附件 2）。

(2) 抗白蚁性：竹子易受白蚁蛀蚀，因此增加抗白蚁性项目。处理过的竹材抗白蚁性能可达到 9 级，抗白蚁性范围设置为大于等于 7 级。

(3) 含水率：根据抽查结果，经防腐防蛀工艺处理的竹编土工格栅大部分竹材含水率是 2.91%（附件 1）。考虑到竹编土工格栅使用地区涵盖热带、暖温带和寒温带，遍布在全国各省市，各地区的平衡含水率差异很大，而含水率是竹材顺纹抗压、顺纹拉伸、顺纹抗剪和弯曲强度等力学性能重要的影响因素。王汉坤研究结果表明，除了顺纹抗压强度随着含水率的增加呈线性减小，剩下的 3 个力学指标均呈减小-（增加）-平稳-减小的变化趋势。结合实验数据和生产施工企业反馈意见，含水率范围设计为小于等于 6.1%。

(4) 干缩性：受含水率的正相关影响，为了更好保证稳定性能，干缩性范围设计为小于等于 3.1%（附件 1）。

(5) 断裂强力和断裂伸长率

土工格栅主要的验证指标是拉力试验，充分研究了国内各类土工格栅国标内容，包括 GB/T 21825-2008 《玻璃纤维土工格栅》、GB/T 17689-2008 《土工合成材料 塑料土工格栅》、JT/T 925.3-2018《公路工程土工合成材料 土工格栅 第 3 部分：纤塑格栅》、JT/T 925.1-2014 《公路工程土工合成材料 土工格栅 第 1 部分：钢塑格栅》、JTG E50-2006 《公路工程土工合成材料试验规程》，对比各类

格栅的拉力试验的指标名称和试验方法，反复推敲、实验、分析、总结，根据竹编土工格栅的编织特性，裁切后是单独的竹条，因此选择断裂强力和断裂伸长率为检测拉力的指标项目。

2.2.7 第7部分规定了检验方法

(1) 外观质量检验：采用目测检验方法。

(2) 幅长、幅宽、厚度和网孔净空尺寸检验：选用3m长卷尺进行幅长幅宽测量；采用钢板尺或游标卡尺进行网孔净空尺寸测量；采用游标卡尺进行厚度测量。

(3) 耐久性检验：按照GB/T 13942.1-2009《木材耐久性能 第1部分：天然耐腐性实验室试验方法》的规定进行试验。竹子自身富含糖分、淀粉、氨基酸、蛋白质等营养物质令竹材易被腐蚀。竹编土工格栅经纯物理防腐处理后，进行了竹材防腐性能试验，按国家标准GB/T 13942.1-2009采用试菌（棉腐卧孔菌和采绒革盖菌）接种及培养、计算样品被试菌侵染前后的质量损失率。

(4) 抗白蚁性检验：竹编土工格栅应用护坡工程时暴露在空气表面，易遭白蚁蛀蚀。竹编土工格栅经纯物理防腐处理后，进行了竹材抗白蚁性能试验，按国家标准GB/T 18260-2015采用白蚁（台湾白蚁）接种及培养、计失重率。

(5) 含水率、干缩性检验：按照GB/T 15780-1995《竹材物理力学性质试验方法》的规定进行。

(6) 断裂强力和断裂伸长率测定方法：

a: 原理

通过适当的机械装置拉伸试样使其伸长，直至断裂，并记录断裂时的力值和断裂时的伸长。

b: 仪器有拉伸试验机、大剪钳、柴刀、锯子、游标卡尺、钢板尺等

c: 试验制取

试样需要裁取大于150mm的单组经向竹条或纬向竹条，至少包含三个交叉点的范围；每个样品至少测定10个经向试样或10个纬向试样，任何两个试样都不应属于同一根经竹条或纬竹条，且试样应不包含影响实验结果的任何缺陷。

d: 试样状态调节和试验环境

试样在温度(23±2)℃,相对湿度65%±5%标准环境条件下放置24h至48h,并在该环境下进行试验。

e: 拉伸速度

调节试验机，使拉伸速度为试样夹具间距离的 (20%±1%) /min。

f: 操作步骤

1) 调节夹具之间距离，使夹具间距的有效长度为 (100±1) mm。

2) 夹持试样，使试样的纵向中心线通过夹具的中点，试样在最终夹紧前，应在试样上施加该试样公称强力值1%的预拉力；

3) 启动活动夹具，拉伸试样至断裂。

4) 记录试样断裂时的拉力值，精确至0.01N。

5) 记录试样断裂时的伸长值，精确到0.01 mm。

g: 试验结果

1) 断裂强力

按式 A. 1 计算断裂强力值：

$$P = \frac{F \times N}{L} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

P——竹编土工格栅断裂强力，单位为千牛每米 (kN / m) ；

F——试样拉伸到断裂时的拉力，单位为千牛 (kN) ；

N——样品宽度上的根数；

L——样品宽度，单位为米 (m)。

分别计算经向和纬向断裂强力测定值的算术平均值。修约至小数点后第2位。

2) 断裂伸长率

按式 (A. 2) 计算断裂伸长率：

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \times 100 \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

ε——断裂伸长率，用%表示；

ΔL——单组竹条的断裂伸长，单位为毫米 (mm) ；

L——两夹具间的距离，单位为毫米（mm）。

分别计算经向和纬向断裂强伸长率测定值的算术平均值。保留两位的有效数字。

2.2.8 第8部分规定了检验规则

a. 出厂检验项目包括：外观质量、产品尺寸、断裂强力和断裂伸长率。

b. 型式检验包括出厂检验的全部项目外，还包括理化性能里的耐久性、抗白蚁性、含水率、干缩性。

c. 抽样方案及判定规则：抽样采用 GB/T 2828.1-2012《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》中的二次抽样方案。其中外观质量的检查水平为 II，接收质量限（AQL）为 4.0；尺寸检验的检查水平为 I，接收质量限（AQL）为 4.0；理化性能的抽样中第一次抽样检验不合格的项目，允许在同一批次产品中加倍抽样复检，分两组进行。

d. 结果的判定中当外观质量、产品尺寸、理化性能三项检验结果中有一项不合格，则判定为不合格产品，三项均合格，则判定为合格产品。

2.2.9 第9部分规定了标识、包装、运输和贮存

a. 包装：采用硬纸盒两头包装，每叠 10 片；产品包装规格也可由供需双方合同规定执行。

b. 标识：产品出厂时附带的合格证上需要包括的信息有：产品名称、产品规格、标准号、商标、生产企业名称、地址；生产日期或批号、检验员章。

c. 运输：产品在装卸运输过程中，不得抛摔，避免与尖锐物品混装运输，避免剧烈冲击。

d. 贮存：产品应存放于通风、干燥处，避免日光长期照射，远离热源并大于 5 m，严禁与化工腐蚀物品一起堆放，不应重压。

三、主要试验或者验证的分析、综述报告，技术经济论证结论，预期的经济效益；

3.1 主要试验的分析

主要是断裂强力和断裂伸长率的试验分析。

本部分是起草小组针对产品实际应用需求，参照公路专业设计标准对主要力学性能的需求，首先是参照 GB/T 17689-2008《土工合成材料 塑料土工格栅》

的单肋法和多肋法对竹条进行试验，一方面因竹编土工格栅是竹条编织而成的，裁切之后是单独的竹条，无法做出单肋法要求的带有纵横交叉点的单元组件；另一方面由于竹条是天然的生物物质，竹条编织后每个交叉点的厚度有别塑料熔铸出来的平整、统一，市面的试验拉力机的夹具无法将竹编格栅的每条竹条同时夹紧，不能真实测验出产品的拉力，因此多肋法试验难以进行，自此塑料的拉力试验方法也不适用于竹编土工格栅；接着研究 JT/T 925.1-2014《公路工程合成材料 土工格栅 第1部分：钢塑格栅》中强度、伸长率指标，根据 JTG E50《公路工程土工合成材料试验规程》中的条带拉伸试验，结合产品表面较光滑夹具易打滑的特点，参考 GB/T 21825-2008《玻璃纤维土工格栅》，总结出一套以断裂强力和断裂伸长率为指标来描述竹编土工格栅的拉力性质及试验方法。

(1) 材料

在不同批次成品中随机制取 7 种不同（强度）规格的产品，每种产品（强度）规格分别取三组样品，裁切长度均为 200 mm，宽度为 3 mm~35 mm，厚度为 1 mm~6 mm 的材料共 420 根竹条进行测试。

(2) 设备

WD-50KEH 微机控制电子万能试验机 (A056)，测试断裂强力和断裂伸长率的性能。

(3) 方法

断裂强力和断裂伸长率的测定方法按标准附录 A，测试后对数据进行统计分析。

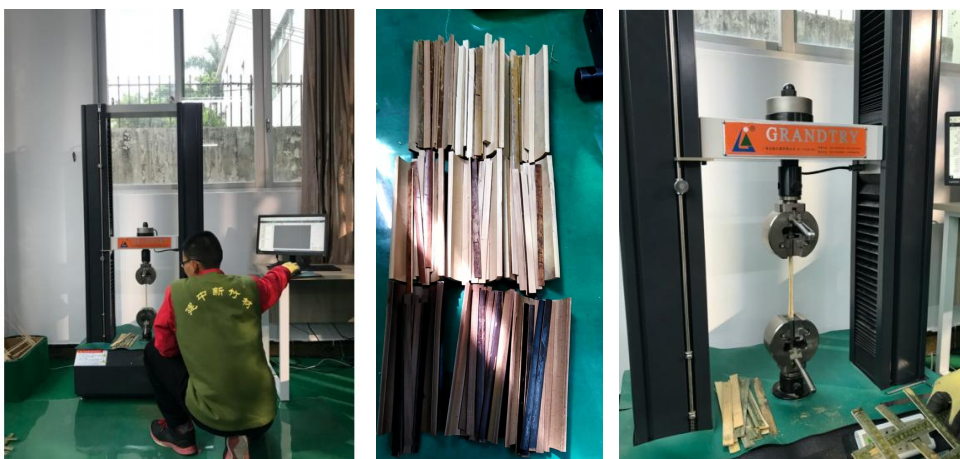


图 1 部分测试现场照片

(4) 试验结果

表 1 是把试验的原始数据进行整理的结果，样本共 21 件，其中 21 件样本的

试件性能满足本标准设定范围。

表 1 竹编土工格栅 断裂强力实验汇总表

| 产品规格 | | 经向断裂强力/ (kN/m) | 纬向断裂强力/ (kN/m) | 经向断裂伸长率 /% | 纬向断裂伸长率 /% |
|-------------|---|-------------------|-------------------|---------------|---------------|
| ZBGS20-20 | 1 | 30.47 | 32.18 | 2.30 | 2.25 |
| | 2 | 32.42 | 33.17 | 2.36 | 2.19 |
| | 3 | 29.85 | 30.93 | 2.45 | 2.13 |
| 平均值 | | 30.91 | 32.09 | 2.37 | 2.19 |
| ZBGS40-40 | 1 | 52.50 | 50.83 | 2.85 | 2.93 |
| | 2 | 48.89 | 48.96 | 3.20 | 2.91 |
| | 3 | 46.63 | 46.92 | 3.34 | 2.98 |
| 平均值 | | 49.34 | 48.90 | 3.13 | 2.94 |
| ZBGS60-60 | 1 | 67.71 | 74.38 | 3.65 | 3.50 |
| | 2 | 75.90 | 87.80 | 1.19 | 1.37 |
| | 3 | 83.81 | 71.25 | 1.24 | 1.45 |
| 平均值 | | 75.81 | 77.81 | 2.03 | 2.11 |
| ZBGS80-80 | 1 | 87.51 | 98.00 | 4.26 | 3.47 |
| | 2 | 95.78 | 90.32 | 1.44 | 1.80 |
| | 3 | 87.07 | 85.67 | 1.24 | 1.45 |
| 平均值 | | 90.12 | 91.36 | 2.31 | 2.24 |
| ZBGS100-100 | 1 | 119.01 | 116.96 | 4.09 | 4.03 |
| | 2 | 121.63 | 119.95 | 3.09 | 3.11 |
| | 3 | 105.64 | 108.20 | 2.25 | 2.26 |
| 平均值 | | 115.43 | 115.04 | 3.14 | 3.13 |
| ZBGS130-130 | 1 | 152.99 | 140.95 | 6.75 | 6.40 |
| | 2 | 152.79 | 156.07 | 3.98 | 4.19 |
| | 3 | 156.38 | 160.12 | 3.79 | 4.58 |
| 平均值 | | 154.05 | 152.38 | 4.84 | 5.06 |
| ZBGS160-160 | 1 | 181.15 | 189.08 | 5.51 | 5.75 |
| | 2 | 184.18 | 200.71 | 4.90 | 3.48 |
| | 3 | 181.35 | 184.18 | 3.70 | 3.73 |
| 平均值 | | 182.23 | 191.32 | 4.70 | 4.32 |

针对断裂强力共汇总 21 组数据，其中 ZBGS 20-20 产品经向断裂强力平均值 30.91 kN/m，纬向断裂强力平均值 32.09 kN/m，均 \geq 20 kN/m；ZBGS40-40 产品经向断裂强力平均值 49.34 kN/m，纬向断裂强力平均值 48.90 kN/m，均 \geq 40 kN/m；ZBGS 60-60 产品经向断裂强力平均值 75.81 kN/m，纬向断裂强力平均值 77.81 kN/m，均 \geq 60 kN/m；ZBGS80-80 产品经向断裂强力平均值 90.12 kN/m，纬向断裂强力平均值 91.36 kN/m，均 \geq 80 kN/m；ZBGS100-100 产品经向断裂强

力平均值 115.43kN/m，纬向断裂强力平均值 115.04kN/m，均 \geq 100 kN/m；ZBGS 130-130 产品经向断裂强力平均值 154.05 kN/m，纬向断裂强力平均值 152.38kN/m，均 \geq 130 kN/m；ZBGS160-160 产品经向断裂强力平均值 182.23kN/m，纬向断裂强力平均值 191.32 kN/m，均 \geq 160 kN/m。

针对断裂伸长率共汇总 21 组数据，其中 ZBGS 20-20 产品经向断裂伸长率平均值 2.37 %，纬向断裂伸长率平均值 2.19 %，均 \leq 8%；ZBGS 40-40 产品经向断裂伸长率平均值 3.13 %，纬向断裂伸长率平均值 2.94 %，均 \leq 9%；ZBGS 60-60 产品经向断裂伸长率平均值 2.03 %，纬向断裂伸长率平均值 2.11 %，均 \leq 9%；ZBGS 80-80 产品经向断裂伸长率平均值 2.31 %，纬向断裂伸长率平均值 2.24 %，均 \leq 10%；ZBGS 100-100 产品经向断裂伸长率平均值 3.14 %，纬向断裂伸长率平均值 3.13 %，均 \leq 10%；ZBGS 130-130 产品经向断裂伸长率平均值 4.84 %，纬向断裂伸长率平均值 5.06 %，均 \leq 11%；ZBGS 160-160 产品经向断裂伸长率平均值 4.7 %，纬向断裂伸长率平均值 4.32 %，均 \leq 11%；

通过上述验证试验，确定了标准相关内容的制定。

3.2 预期的经济效益

本标准的制定有利于规范市场秩序，有利于产品市场稳步发展，有利于正确的指导产品生产，从而为产品检验提出科学的依据，为产品技术指标提出合理要求。竹编材料具有速生可再生利用的特性，极大的拓展了编织土工格栅的应用领域，增加竹编产品的社会需求量，响应了国家碳中和政策。竹编土工格栅的规模化、标准化、科学化生产可为农业增效、农民增收做出积极贡献，缓解乡村振兴农村社会就业矛盾，巩固脱贫成果。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况；

本标准的制定符合当前竹编土工格栅市场发展的需要，是为了推进竹编土工格栅在公路工程建设中的应用，属于我国绿色低碳和可持续发展相关法规的支持范围。原材料易得，产品结构和性能均相对均匀，作为加筋加固材料应用具有可行性。碳化复合竹编土工格栅产业及标准制订均是我国处于世界领先地位，未采用或引用国外标准。

五、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、行业标准的关系；

本标准与我国的现行法律、法规和强制性标准是协调的，没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据；

标准制定过程中未发生重大分歧。

七、作为强制性标准或者推荐性标准的建议；

建议为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求、措施和建议，包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容；

本标准实施后，标准起草小组将继续组织推动标准的宣贯工作，并组织标准实施后推广应用的跟踪调研工作，记录和收集本标准推广应用的各方面的技术资料，加强与生产、设计和施工等单位交流探讨总结行业发展信息，为后继的完善工作积累连续的、科学的技术研究资料。

九、废止现行有关标准的建议；

无。

十、其他应予说明的事项。

标准名称变更，由于“碳化复合竹编土工格栅”中“碳化复合”局限了竹编的防腐处理方法，专家提出变更为“竹编土工格栅”，经起草编制组，专家组及生产单位技术人员反复探讨、推敲，拟在征求意见工作结束后申请标准名称变更为《竹编土工格栅》。

国家标准《碳化复合竹编土工格栅》起草小组

2022年6月11日

附件一、防腐防蛀竹材和原竹材的力学性能测试结果

附件二、经防腐防蛀处理的竹材耐久性能测试结果

附件三、抗白蚁性能测试结果

附件四、征求意见汇总表