

Joist with Short Bamboo Strips Nailed Web

Wenfeng Bai, Zhichen Tang, Wenchen Fan, Yaoyao Shen

School of Architecture and Urban Planning, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan
Email: bwenfeng@kmust.edu.cn

Received: Aug. 10th, 2017; accepted: Aug. 24th, 2017; published: Sep. 1st, 2017

Abstract

Joist is used for supporting floor. A new type of joist which uses slender square timber as skeleton was put forward. The web of the joist composed of short bamboo strips which nailed on the timber skeleton with a dip of 45 degree. By using short bamboo strips and slender square timbers, the joist can perform a large span and have good bearing capacity. This technology can promote the development of light wood frame construction by reducing the project cost.

Keywords

Joist, Bamboo Structure, Bamboo Strip, Bamboo and Wood Composite Structure

短竹片钉接腹板楼面搁栅

柏文峰, 唐芷晨, 范文辰, 沈瑶瑶

昆明理工大学建筑与城市规划学院, 云南 昆明
Email: bwenfeng@kmust.edu.cn

收稿日期: 2017年8月10日; 录用日期: 2017年8月24日; 发布日期: 2017年9月1日

摘要

楼面搁栅是轻型木结构主要的楼面承重构件。本文介绍了一种新型楼面格栅技术, 用小截面锯材作为楼面搁栅骨架, 把短竹片按45度倾角用气钉固定在骨架两侧, 形成楼面搁栅腹板, 进而形成竹木复合楼面搁栅。本技术简单易行, 用短竹片和小截面锯材组合成具有较大跨越能力和较高承载力的楼面搁栅, 可以降低轻型木结构的造价, 推动装配式竹木结构的发展。

关键词

搁栅, 竹结构, 竹片, 竹木混合结构

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

轻型木结构体系源于北美,在世界许多国家得到普遍应用。轻型木结构体系亦称“平台式骨架结构”,是将构件断面较小的规格材和板材均匀密布连接组成的一种空间箱型结构体系[1]。规格材以较小的间距(一般为 400~610 mm)均匀布置形成结构骨架(图 1),这些骨架构件既是结构的主要受力构件,又是内、外墙面和楼面、屋面面层的支撑构件,其结构体系的承载能力、刚度和整体性是通过主要结构构件(骨架杆件)和次要结构构件(墙面板、楼面板和屋面板)共同作用得到的。这种结构形式使得构件之间能够协调作用,其可靠性、构件利用的合理性均优于梁柱结构。

轻型木结构的主体结构骨架是由均匀排布的木规格材构成的,这些木规格材截面宽度为 40 mm,截面高度从 40~285 mm 分为 8 个系列。受挠度控制,楼面搁栅的截面高度一般约 300 mm,目前主要有以下三种做法[2]:一是实木锯材搁栅做法(图 2)。此做法根据楼面挠度要求,以矩形截面的锯材作为搁

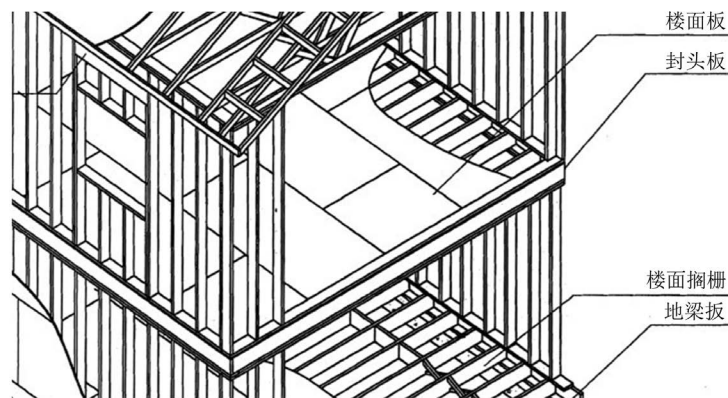


Figure 1. Light wood frame construction
图 1. 轻型木结构的结构骨架示意



Figure 2. Joist made of saw lumber
图 2. 实木搁栅

栅。此做法需要砍伐胸径 350 以上的树木，且木材利用率低；二是采用工程木，用小径材的树木加工成木条，再施胶压合成所需的截面高度(图 3)，加工成本较高；三是采用工字型截面复合梁，翼缘采用锯材，腹板采用胶合木板。上下翼缘中部开槽后，将胶木板嵌入翼缘开槽内，施胶压合而成工字梁(图 4)。此做法需要专用的胶压设备，对施工质量要求高。

目前我国正在大力推进装配式建筑[3]，装配式木结构适用于低层建筑，而低层建筑主要应用于村镇住宅。因此针对村镇住宅建设经济技术水平较低的现实条件，有必要开发经济适用的楼面搁栅加工技术，克服既有楼面搁栅造价高以及技术要求复杂的不足。本文提出了一种“短竹片钉接腹板楼面搁栅”专利技术，采用竹木复合的方法解决既有楼面搁栅造价高以及技术要求复杂的问题。

2. 技术原理

在拟制作的楼面搁栅的周边，采用小截面锯材用铁钉钉接起来作为楼面搁栅骨架，把短竹片按 45 度倾角用气钉固定在骨架两侧，形成楼面搁栅腹板，进而形成竹木复合楼面搁栅，双层双向斜向竹片与木骨架形成若干三角单元叠合的几何不变结构(图 5)。楼面搁栅上下骨架承受弯矩产生的正应力，斜向钉接



Figure 3. Joist made of laminated lumber

图 3. 胶合木搁栅



Figure 4. Wood I joist

图 4. 工字型搁栅

的竹片腹板承受截面剪力所产生的剪应力。木骨架与两侧钉接的双层双向斜向竹片构成箱型截面，提高梁的抗扭及抵御侧向失稳的能力。

3. 制作过程

首先加工楼面搁栅骨架(图 6)。楼面搁栅骨架采用截面 40 mm × 80 mm 的锯材制作，骨架长度 3.6 m，高度 0.3 m。为了提高楼面搁栅的侧向稳定性，锯材的长边 80mm 水平放置。楼面搁栅骨架制作完成后，在骨架的每一侧按双向 45 度倾角用气钉安装固定两层竹片(图 7)，竹片宽度 40 mm，厚度约 10 mm。木骨架两侧竹片全部安装就位后，用手持式切割机切掉竹片伸出搁栅上下表面部分，短竹片钉接腹板楼面搁栅制作完成。

4. 荷载试验

楼面搁栅受弯荷载试验应包括两方面内容：一是承载力极限试验，以楼面搁栅上下边缘木骨架受拉或受压破坏或者腹板剪切破坏为特征(楼面搁栅都设有侧向支撑，所以整体侧弯失稳不予考虑)；二是正常使用极限状态荷载试验，楼面搁栅在给定使用条件下，跨中挠度不大于 $L_0/250$ 为特征。竹片具有韧性良

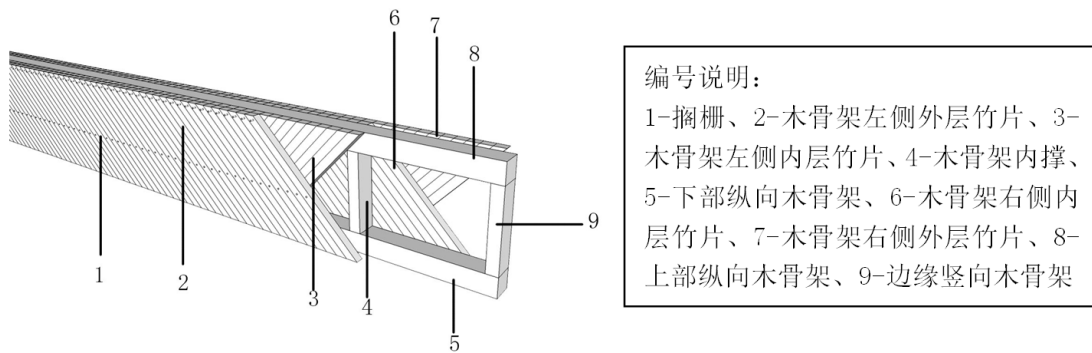


Figure 5. Construction of joist with short bamboo strips nailed web
图 5. 短竹片钉接腹板楼面搁栅



Figure 6. Skeleton of joist with short bamboo strips nailed web
图 6. 短竹片钉接腹板楼面搁栅的木骨架

好但是变性较大的特性，所以，对楼面搁栅设计起控制作用是跨中挠度。

荷载试验采用两端简支梁直接站人施加荷载的方式进行。楼面搁栅每侧伸入支座长度 0.1 m，净跨 3.4 m。通过测量施加荷载前后楼面搁栅跨中底部距离地面的距离变化推算挠度。

每根楼面搁栅占满 14 人(图 8)，取 12 人(人均重量 0.6 kN)体重为有效均布荷载，对楼面搁栅进行挠度测试。在同样的竖向荷载作用下，一根楼面搁栅跨中挠度值为 9 mm，另一根跨中挠度值为 10 mm，具有很好的一致性。

5. 技术适应性及特点

根据上述荷载试验，平均线荷载 $12 \times 0.6 / 3.4 = 2.1 \text{ kN/m}$ 时搁栅跨中挠度 1.0 cm。按搁栅处于线弹性状态，取允许挠度 1.36 cm，反推得到允许线荷载为 2.9 kN/m。如果楼面自重 1.5 kN/m^2 ，活荷载 2.0 kN/m^2 ，正常使用极限状态荷载组合值为 $1.5 + 2.0 = 3.5 \text{ kN/m}^2$ ，满足挠度控制要求的搁栅最大间距为 0.8 m。参照



Figure 7. Bamboo strips nailed on skeleton
图 7. 骨架上安装好的竹片



Figure 8. Loading test of short bamboo strips nailed web
图 8. 站人荷载试验

《木结构设计规范》GB50005-2003 中 9.3.5 条, 轻型木结构的楼盖采用间距不大于 600 mm 的楼盖搁栅, 短竹片钉接腹板楼面搁栅完全可以满足规范要求。

本专利技术具有以下特点:

- 1) 通过小截面木骨架、短的斜向竹片协同作用, 承担建筑荷载, 刚度好, 承载力高, 技术简单易行。
- 2) 竹子是快速可再生的绿色建材, 通过对木材与竹材的组合利用, 实现就地取材、就地用工, 降低建筑成本。
- 3) 采用小截面的木骨架和短竹条, 即可制作较大跨度楼面梁, 节约木材, 保护森林, 具有良好的生态效益。
- 4) 便于工业化标准化生产, 促进装配式木竹结构的推广应用。

我国竹类资源极其丰富[4], 不仅种类繁多而且竹林面积、储蓄量均居世界产竹国之首。竹子生长速度快、力学性能优。与钢材比较, 其从生长到自然降解的整个过程都具备与生态环境的协调共存性, 开发竹、木混合结构及构件具有得天独厚的条件。

6. 结语

短竹片钉接腹板楼面搁栅克服了既有楼搁栅技术的不足, 既可用于轻型木结构建筑, 也可用于替代民居建设中的楼面传统木搁栅, 是一项节约木材、经济适用的绿色技术, 对推动木竹装配式建筑发展具有积极的促进作用。

短竹片钉接腹板楼面搁栅承载能力和刚度与很多因素相关, 如搁栅高度、竹片厚度等等, 还需要进一步的研究与试验, 建立短竹片钉接腹板楼面搁栅应力分布和变形的准确计算方法。

基金项目

国家科技支撑计划项目子课题(项目编号: 2014BAL06B04)。

参考文献 (References)

- [1] 聂圣哲. 美制木结构住宅导论[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [2] 费本华, 周海滨. 轻型木结构住宅建造技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见[Z]. 国办发[2016]71号.
- [4] 杨宇明, 辉朝茂. 中国竹类[M]. 北京: 国际竹藤组织出版社, 2010.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org