

# 传统木结构建筑的结构特性与计算研究

唐寅傅

(西华大学土木建筑与环境学院 四川 成都 610039)

**[摘要]**传统木结构建筑在我国建筑史中占据重要地位,是社会发展的关键载体。传统木结构建筑具有材料绿色环保、建筑宜居、结构结实等特性,可将自然与人文连接在一起。为研究传统木结构建筑的特性,以透榫、半榫、燕尾榫为对象分析破坏形式并计算节点结果,剖析传统木结构建筑优势,并应用于现代建筑中。

**[关键词]**传统木结构建筑;结构特性;刚度计算

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.05.015

## 一、引言

传统木结构建筑在中国已有长久发展历史,具备美观、宜居、牢固、抗震、环保等优点<sup>[1]</sup>。近几年来,部分留存的传统木结构建筑出现歪闪、扭转、倾斜等问题。木材耐久性对建筑寿命的影响逐渐增大,直接关乎使用者的安危。从小到大跨度,由住宅到公共建筑,建筑师们从建筑材料、建筑技术、建筑理念等多方面升级传统木结构建筑,为传统木结构建筑进一步发展提供明确思路<sup>[2]</sup>。传统木结构建筑正是现阶段建筑商与政府的重点关注对象,也是有关科研院探究热点。本文旨在分析传统木结构建筑特性及优缺点的基础上,计算传统木结构建筑的刚度,以期有关单位提供理论支持。

## 二、传统木结构建筑的结构特性

### (一)材料绿色可再生

传统木结构建筑的原材料以木材为主,有效减少施工现场造成的污染,有利于净化环境<sup>[3]</sup>。在干燥情况下,用木材搭建可极大降低粉末污染,减少建筑废料。相较于其他建筑材料,木材是建筑过程中产生污染最小的一种材料。同时,木材建筑可压缩施工时间,提高建筑效率。

### (二)建筑宜居并持久

经过现代技术加工处理,木结构建筑材料的耐腐蚀性与防火性逐渐提升,且在防衰老、抗沉降、抗干燥等方面的稳定性显著提升<sup>[4]</sup>。传统木结构建筑是自然与人文的良好融合,可提升一定的亲和力,也可丰富现代城市的建筑类型。木材的保温性与透气性较好,可为居住者提供良好的环境湿度与新鲜空气,有益于居住者提升身体健康水平。木结构建筑对于生态城市建设较为重要,可提升整体城市建筑的多样性。

### (三)结构结实且抗震

传统木结构建筑的重量与强度均高于钢结构、混凝土建筑,因此抗震作用更加显著。传统木结构建筑的柔韧性较强,在地震过程中具有更强的内应力量<sup>[5]</sup>。同时,传统木结构建筑对于力的传导作用良好,可通过多途径疏散力量,具有较高的结构完整性与稳定性。即使在恶劣的自然环境中脱离地基,传统木结构建筑仍然具有较好的稳定性与耐受性。尽管巨大的灾害突然破坏建筑木材韧性,但大部分结构通常受到的影响极小。

## 三、传统木结构建筑的优点及缺点

从整体角度来看,传统木结构建筑具有规则性且较为平整,一般是一定比例的矩形或多边形。传统木结构建筑的墙体具有较强的对称性,通常较为规整。传统木结构建筑的维护结构与支撑结构逐渐处于分离状态,由榫卯连接起来<sup>[6]</sup>。针对部分造型独特建筑,建筑物的功能、结构及设计均透漏着艺术气息。传统木结构建筑属于中华民族的一种优秀传统宝藏,但容易遭到火灾侵害、雨水腐蚀、白蚁侵蚀,难以长期完整保存下去。相较于现代化水泥建筑与砖石建筑,传统木结构建筑的存活时间较为短暂。但传统木结构建筑也有诸多优点,例如抗震能力较强。传统木结构建筑融合多种抗震技术,衍生出雀替、平摆浮搁、适当转动等多种建筑抗震技术。部分抗震技术使传统木结构建筑具有较高的牢固性,甚至超越现代建筑的稳定性。因此,大部分传统木结构建筑经历多次地震灾害后,依然完整且伫立至今。

## 四、刚度计算结果及分析

传统木结构建筑中的透榫失效时,剪应力、拉应力在卯口内侧出现的力最大,并会刺入侧榫根部开裂。半榫失效时剪应力、拉应力在榫头刺入侧卯口处力最大。失去结构效力时,大部分榫头会脱离卯口,相较于半榫具有更高的受剪性与受拉性。在应力低时,半榫脱离卯口后将失去拉结能力。燕尾榫失效时,榫头脱离卯口但并不会脱卯,而最大拉应力在卯口边界,最大剪应力在榫底根位置。燕尾榫的接口结构可承受更多受拉力,但抗剪力低、受剪面小致使燕尾榫极易失效。为提高整体性能,燕尾榫的突破口在于增强抗剪性能。

经过计算与实验发现透榫、半榫和燕尾榫对应的数值均有偏差。产生这种结果的原因在于,库伦摩擦系数用经验值计算,用硬摩擦效果计算作用关系,以至试验数据与实际数值不同。实验时柱脚能够滑移,计算时假设柱脚固定连接,使滞回曲线更加饱满。滞回曲线显示,透榫、半榫及燕尾榫具有明显的捏缩效应,整体呈现为“Z”字形。相对来说,燕尾榫滞回曲线的扩展规律较为规律,覆盖面积较大,具有较强的耗能及塑形能力。其次是透榫,最后是半榫。

从刚度层面来看,透榫、半榫及燕尾榫均有明显的非线性退化现象。初始时期,刚度排序为透榫最大,半榫次之,燕尾榫最小。随着转角数量逐渐增多,透榫、半榫刚度的下降速度小于燕尾榫。但燕尾榫刚度有显著的强化阶段,其余两个则没有。屈服阶段,三种榫的刚度皆有所下降并进入平缓阶段,直到节点被破坏。

## 五、结语

传统木结构建筑能够体现出自然与人文结合的亲和力,为城市建筑丰富种类。传统木结构建筑不仅对建筑界有重要影响,也是传统文化的关键载体之一,有助于推动传统文化发展。在绿色可持续发展战略引导下,传统木结构建筑符合环保建筑要求。因此,传统木结构建筑具有光明的发展前景,可为国家经济发展提供重要力量。

## 参考文献

- [1]程国辉.新中式木结构建筑设计特点[J].林产工业,2020(2):68-70.
- [2]李权,彭开起,王学普,等.贵州黔东南州传统木结构建筑改造的思考[J].木材工业,2018(2):38-41.
- [3]燕坤.建筑结构加固技术在传统木结构建筑修缮中的应用[J].中国建材科技,2019(3):141-142.
- [4]匡妍艺.木构建筑典型榫卯连接刚度分析[J].建筑结构,2020(2):113-116.
- [5]蒋明.传统木结构建筑村落中的文化内涵研究[J].林产工业,2020(1):85-87.
- [6]许建华,杨会峰,陆伟东.中国传统木结构在继承和创新中的问题分析[J].木材工业,2011(5):20-23.

## 作者简介:

唐寅傅,1976.09.17,男,汉族,四川成都人,学历:本科。

基金项目:【基金课题】大学生创新创业训练计划项目《传统木结构建筑的结构特性与计算研究》(201710623047)。