

Safety Analysis and Treatment Suggestions of Wooden Structure Gate of A Expressway Toll Station

Heng Yuan¹ Laiqun Wu²

1.Chongqing Construction Engineering Quality Supervision and Testing Center Co., Ltd., Chongqing, 401147, China

2.Chongqing Construction Engineering Municipal Transportation Co., Ltd., Chongqing, 400021, China

Abstract

Chinese ancient buildings and antique buildings are mainly made of wood materials. Therefore, due to the impact of the environment, long-term physical and chemical corrosion, microbial damage and human damage, many wooden structures have been mildewed, moth-eaten and decay, which change the mechanical performance of the entire building structure and affect the safety of the building structure. Through the investigation, detection, calculation and analysis of the defects of the antique door square wooden structure of a high-speed toll station, this paper introduces the method and process of the safety analysis of the wooden structure, and puts forward reasonable treatment suggestions, so as to provide reference for similar projects.

Keywords

wooden structure; safety; treatment

某高速收费站木结构门坊安全性分析及处治建议

袁恒¹ 武来群²

1. 重庆建设工程质量监督检测中心有限公司, 中国·重庆 401147

2. 重庆建工市政交通有限责任公司, 中国·重庆 400021

摘要

中国的古建筑、仿古建筑主要采用的材料为木质材料, 因此受到环境的影响, 长期的物理化学腐蚀、微生物的侵害以及人为的破坏, 很多木结构建筑物已经出现了霉变、虫蛀和腐朽等问题, 使得整个建筑结构的受力性能发生改变, 影响建筑结构的安全。论文通过对某高速收费站仿古门坊木结构的缺陷进行调查、检测、计算分析, 介绍了木结构安全性分析的方法和过程, 并提出了合理的处治建议, 为类似工程提供参考。

关键词

木结构; 安全性; 处治

1 引言

目前中国的古建筑木结构检测方法主要有两种类型。

第一种类型是采用无损检测的方法或者轻微破损的方法对木结构内部的缺陷进行检测。这些方法依据的是不同的物理化学原理, 如采用超声波、应力波的方法, 采用木材阻抗仪、X射线以及核磁共振等, 目前刚刚研究出的雷达使用法, 都可以应用于木材的含水率、木材强度以及残余弹性模量的检测, 还能够对表面的硬度以及内部虫蛀腐朽等问题进行检测。

第二种类型是通过对木结构目前的状况, 检查外观质量、木结构构件的尺寸、沉降、建筑物的偏移等, 或者采用加载的方法, 得到木结构整体特性的一些参数, 通过对数据进行处理得到木结构缺陷的位置、损伤情况等信息^[1]。

2 工程概况

某高速收费站仿古门坊木结构下部为混凝土结构, 混凝土结构柱上部通过斗拱支撑屋面, 为清式皇家仿古牌楼建筑形式, 采用六柱五间的形式九楼的形式, 外表面为清式和玺彩绘装饰。整体外观情况如图1所示。

在使用过程中, 该收费站仿古门坊木结构斜坡装饰面存在局部屋面瓦存在开裂、脱落等缺陷。为保证结构的安全使用, 需要进行安全性分析, 在此基础上选取合理的处置措施^[2]。

【作者简介】袁恒(1983-), 男, 中国湖北黄冈人, 硕士, 高级工程师, 从事岩土工程勘察设计及施工质量检测研究。



图1 门坊木结构照片

3 调查、检测和分析

3.1 设计和施工资料调查

根据建筑施工设计图纸，混凝土柱顶以上采用斗拱支撑屋面檩架体系，屋面采用成品屋脊，上部设置成品正吻、成品戴头兽、成品戩兽等装饰物。屋面瓦采用绿色琉璃瓦，楞距 230mm。斗拱及屋面檩架体系平面布置如图 2 所示。

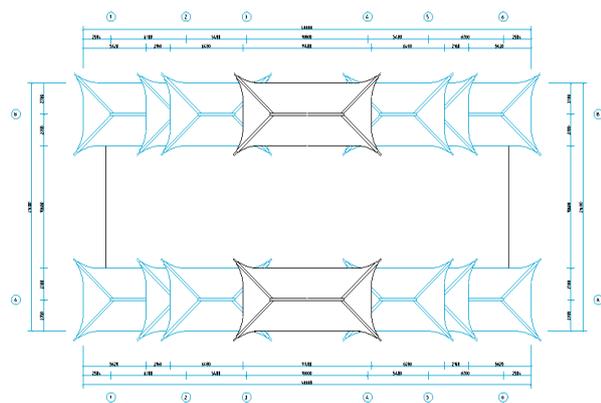


图2 平面示意图

实木斗拱、替雀、墩心木、匾额采用三类木材，檩子、椽子采用樟子松。木料均作防腐、防虫、防火处理。斗拱采用 3 根 $\Phi 18$ 全丝镀锌螺杆每攒，上下 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 10\text{mm}$ 镀锌钢垫板别槽、锚固。檩子、椽子需先滚圆取直再作安装。设计文件未明确混凝土柱顶以上木结构的设计使用年限。

查阅了该仿古门坊木结构竣工图纸和监理日志资料，委托方未提供施工记录，材料合格证及检测报告。竣工图纸中木料均做防腐、防虫、防火处理。监理日志中仅提到了对现场每天人数及工作的安排^[3]。

3.2 现状检测

经过现场检测，分析存在问题如下：

①收费站仿古门坊（混凝土柱顶以上木结构）的材料满足设计要求，建筑布局（混凝土柱顶以上木结构）与设计图纸一致。

②收费站仿古门坊（混凝土柱顶以上木结构）斗拱整体向悬挑端倾斜严重。

③收费站仿古门坊（混凝土柱顶以上木结构）斗拱木构件自身出现开裂、糟朽现象，斗拱木构件连接出现松散、脱空情况，斗拱体系顶部瓦面局部塌陷、倾斜变形明显。

④收费站仿古门坊（混凝土柱顶以上木结构）普遍存在屋脊断裂，屋面瓦存在开裂、局部松动和破损现象^[4]。

3.3 结构验算分析

根据现场检测数据，用有限元软件 Midas FEA 对斗拱进行实体建模计算，实体模型见图 3，自重作用下应力云图如图 4，位移云图如图 5。

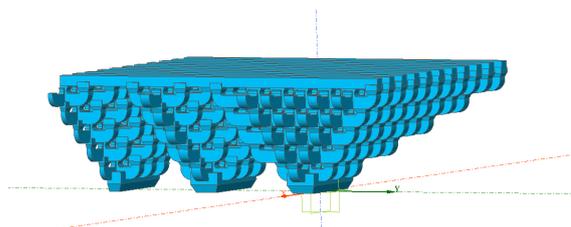


图3 斗拱有限元模型

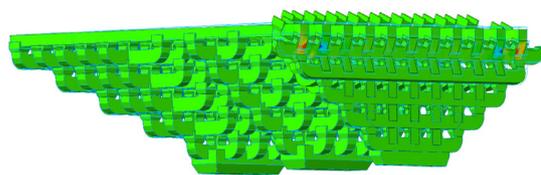


图4 自重作用下斗拱应力云图

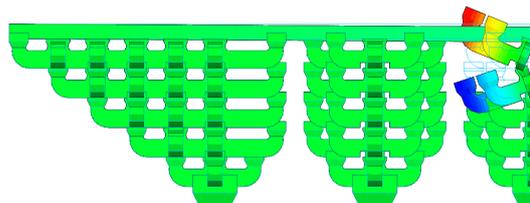


图5 自重作用下斗拱位移云图

经计算，发现斗拱在自重作用下，斗拱根部构件出现拉应力，构件与构件间出现脱空现象，斗拱整体向悬挑端倾斜^[5]。

4 安全分析及处治建议

①该收费站仿古门坊斗拱及屋面整体向悬挑端倾斜、下沉严重，斗拱出现不均匀竖向变形，斗拱构件出现水平裂缝，连接出现松散、脱空情况，主要原因是由于悬挑荷载过大，次要原因是斗拱构件局部槽口缝隙过大，且采用砂浆填充，不满足受力和构造要求；斗拱体系顶部瓦面出现局部塌陷现象，是由原始施工线形及后期结构变形导致； $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 实木方椽在悬臂前端糟朽严重，是长期暴露、受自然条件侵蚀导致；屋脊断裂严重，屋面瓦存在开裂、局部松动和破损现象，是由斗拱出现不均匀竖向变形和屋面变形、温度作用共同引起；木构件纵向裂缝普遍，是由于木

材失水干缩所致^[6-7]。

②该收费站仿古门坊结构不满足安全使用要求,存在重大安全隐患,应立即停止使用。

③应委托有专业资质的加固设计单位进行加固设计,并按建设程序要求,组织加固施工。针对加固设计,若继续沿用木结构方案,则应:拆除屋面及木结构部分,从斗拱开始重新施工,对老角梁,减小悬臂长度;对150mm×150mm实木方椽,予以更换;对斗拱局部槽口过大的构件、存在水平裂缝的构件,予以更换;对坐斗应进行有效的刨平、防腐处理;木构件抓钉连接方式应正确、有效;安装前,对存在纵向裂缝的木构件,进行嵌缝和包裹修复;对所有的木构件进行有效的防腐防潮防虫处理^[8-9]。

参考文献

[1] 张风亮.中国木结构古建筑屋盖梁架体系力学性能研究[D].西安:西安建筑科技大学,2011.

安:西安建筑科技大学,2011.

- [2] 清华大学建筑系.中国古代建筑[M].北京:清华大学出版社,1985.
- [3] GB 50165-92 古建筑木结构维护与加固技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,1992.
- [4] 祁英涛.中国古代建筑的保护与维修[M].北京:文物出版社,1986.
- [5] 李铁英.应县木塔现状结构残损要点及机理分析[D].太原:太原理工大学,2004.
- [6] 周乾,闫维明,李振宝,等.古建筑木结构加固方法研究[J].工程抗震与加固改造,2009,31(1):84-90.
- [7] 谢启芳,赵鸿铁,薛建阳,等.中国古建筑木结构榫卯节点加固的试验研究[J].土木工程学报,2008,41(1):28-34.
- [8] [宋]李诫.营造法式[M].上海:商务印书馆,1954.
- [9] 姚侃.木结构古建筑的结构特性及抗震性能研究[D].西安:西安建筑科技大学,2006.