

应用技术

编者按:西藏三大重点文物——布达拉宫、罗布林卡和萨迦寺保护维修工程,是党中央国务院第四次西藏工作座谈会确定的国家援藏重点项目,该工程历时 9 年。

由中国林科院木材工业研究所承担的防腐防虫工程是修缮工程的重点,共计处理木材 7 012 m³,对有效防治三大文物木材腐朽和虫蛀,延长木材使用寿命,保护古建筑文物将起到重要的作用。本刊将分 2 期连载三大工程防腐防虫项目的总结,为古建筑木结构和文物保护提供重要的参考。

西藏三大重点文物木结构防腐防虫技术(一)

王 平, 马星霞, 吕慧梅, 蒋明亮

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 西藏三大重点文物保护维修工程是我国规模较大的古建文物修缮工程。其中的防腐防虫工程是基本环节, 包括三大文物建筑的木结构虫蛀腐朽勘测、腐朽虫蛀木构件的修缮和更换、木材树种选择和性能测试、木材干燥和木材防腐防虫处理等内容。对西藏三大重点文物木结构防腐防虫技术的总结, 将为我国古建筑木结构的维修和保护技术发展与应用提供参考。

关键词: 古建木结构; 文物修缮; 西藏; 防腐防虫

中图分类号: S782.33; TS6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2011)06-0044-04

Preservation of Wood Structure in Major Ancient Buildings in Tibet(Part I)

WANG Ping, MA Xing-xia, LV Hui-mei, JIANG Ming-liang

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry,

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Major ancient building preservation in Tibet was identified as one of the national key projects and was funded for 9 years. The technologies for decay and pest control that were used in this project are summarized and fully described. The technologies included visual inspection for wood decay, decayed wooden component restoration or replacement, wood species selection and evaluation, and wood drying and preservation.

Key words: ancient wood structure; heritage restoration; Tibet; wood preservation

布达拉宫是西藏历史文化的象征,始建于公元 7 世纪,重建于公元 17 世纪,历史悠久,1961 年被国务院列入第一批全国重点文物保护单位;罗布林卡建于

1751 年,是世界上海拔最高、规模最大、保存最完整的古建园林,1994 年与布达拉宫一起,被联合国教科文组织授予世界文化遗产;萨迦寺地处西藏日喀则地区的萨迦县,建于 1073 年,1961 年被列入全国重点文物保护单位。

布达拉宫、萨迦寺和罗布林卡古建筑均为石、土、木混和结构,布达拉宫属宫堡式建筑群,是藏式建筑的杰出代表;罗布林卡有众多的宫殿、亭院,以及当年西藏地方政府办公和生活用房;萨迦寺是一组城堡建

收稿日期: 2011-05-31; 修改日期: 2011-09-29

基金项目: 中央级公益性科研院所基金中国林科院新技术所基金(CAFINT2011K04); 西藏三大文物维修工程防腐防虫专项(2002 木 17)。

作者简介: 王平(1957—),男,中国林科院木材工业研究所高级工程师。

通讯作者: 马星霞,女,中国林科院木材工业研究所助理研究员,博士。

筑,大经堂是主殿。

由于年代久远,受各种自然因素影响及人为破坏,三大文物建筑损坏严重,其中木结构部分虫蛀腐朽严重,强度丧失,危及建筑安全。为挽救世界文化遗产,在中央召开的第四次西藏工作座谈会上,布达拉宫、萨迦寺和罗布林卡保护维修工程被党中央、国务院确定为重点文化援藏项目,2002年国务院常务会议批准了西藏自治区政府关于西藏三大文物保护维修工程报告。工程于2002年6月26日开工,历时9年,于2010年12月全部完工。

木结构防虫防腐工程是此次维修工程中最重要、最基本的环节,内容包括木结构虫蛀腐朽勘测、木材树种选择、木材干燥和木材防虫防腐处理等工作。笔者通过对西藏三大重点文物防腐防虫工程项目的总结,为古建筑木结构的维修和保护提供参考。

1 木结构腐朽虫蛀的勘测

1.1 检查方法和受害等级划分

首先目测木材表面是否有虫眼和腐朽,判定腐朽类型和程度,及鉴定主要腐朽菌。

1) 对表面未发现腐朽虫蛀的构件,采用无损检测技术^[1-3]进行勘测,分别采用:①应力波检测仪,FAKOPP 2D,匈牙利产;②超声波检测仪,PUNDIT,美国产;③PILODYN无损检测仪,瑞士产。

2) 对有虫眼和腐朽的构件,目测虫眼大小、深度和数量,初步划分虫蛀类型。然后剖开标本,检查虫蛀情况和害虫种类^[4-5]。

按照GB/T 13942.2-2009《木材天然耐久性试验方法 木材天然耐久性野外试验方法》进行腐朽和虫害分级^[6]。

1.2 勘测结果

检查发现,三大古建筑的木结构,普遍存在腐朽虫蛀现象,其中布达拉宫和罗布林卡较严重,已造成木结构歪闪、下沉、错位、变形、脱节和断裂等,甚至于失去应有的承重作用,影响整体建筑的安全。

1.2.1 虫害勘查结果

罗布林卡的56个维修建筑中,木构件有虫蛀现象的建筑占71%,其中虫蛀严重的占41%;布达拉宫43个古建维修中,有60%建筑的木构件有虫蛀现象,其中虫蛀严重的占42%。萨迦寺的虫蛀危害较轻。

三大建筑中,有虫蛀现象的木构件类别为:

1) 用量较大的望板、栈棍和木椽,由于处在屋

面,虫蛀较为严重,且受蛀蚀数量较多;

2) 木梁、角梁、过木,及埋在墙体内部的椽头、梁头和一些不易发现的隐蔽部位;与地面接触的木柱基部、地板、龙骨、石台下垫木、地梁等被严重虫蛀;

3) 部分有彩绘和油漆的木构件,也受到蛀虫的严重侵害(图1)。

被虫蛀木构件的表面虫眼密布,以小虫眼和针孔虫眼居多。蛀虫在木材内长期寄生,钻蚀很深,孔道纵横交错,使木材内部呈蜂窝状或片状,木质则被蛀成粉末状,见图1。

在虫蛀木构件标本中,发现蛀虫的幼虫和成虫,说明木构件仍在遭受蛀虫的侵害,主要是长蠹、粉蠹和窃蠹,少数木构件上还发现天牛危害。

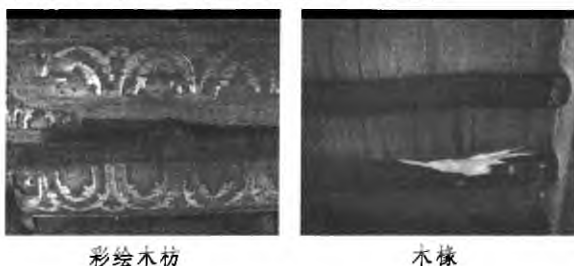


图1 罗布林卡被虫蛀的彩绘木枋和布达拉宫严重虫蛀的木椽

Fig.1 Moth-eaten wood eave beam and serious wood rafter infestation

1.2.2 腐朽勘测结果

三大文物维修古建筑均有木构件腐朽现象,其中布达拉宫和罗布林卡较为普遍。处在屋顶的栈棍、木椽、飞子木、角梁等木构件,以及地板、龙骨、柱基等与地面直接接触的木构件腐朽严重。90%以上严重腐朽的木材呈褐色龟裂状和块状,少部分为海绵状和筛孔状。腐朽木质松软易折断,手捻成末,强度基本丧失,个别木椽因腐朽而断裂。大多数腐朽外观可见,但有些木构件,如许多木椽表面看似完好,实际内部材质已严重腐朽。而且这种腐朽比较隐蔽,危害性更大(图2)。

木材腐朽主要是褐腐,少量为白腐和软腐。有些木构件表面有菌丝,呈白色和黄褐色平铺状覆盖(图2)。经鉴定,主要为地窖粉孢革菌(*Coniophora puteana*)、桦褶孔菌(*Lenzites betulina* Fr)、桦褐卧孔菌(*Fuscoporia obliqua* (Pers :Fr.) Aoshi)等。

1.3 原因分析

1) 在设计上,未考虑减少建筑的雨水集聚,因而造成湿度过大,导致木构件易腐朽。藏式建筑一般采

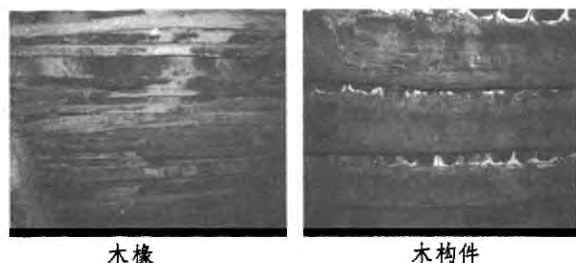


图2 德阳夏地垄严重内部腐朽的木椽与
罗布林卡木构件上平铺的菌丝

Fig. 2 Serious decay in wood rafters

用平顶,易积水,多裂缝的阿嘎土屋面漏雨,也容易浸湿下面的木构件等。布达拉宫和罗布林卡的许多地垄内通风不良、阴暗潮湿,经检测,空气湿度达70%~80%,木材含水率为40%~70%,长期处在这种潮湿环境中的木材极易腐朽。

2) 最初的建筑木构件大量采用了杨木等不耐久树种,且未经防腐处理。

3) 建筑外部环境有利于木材菌虫生长。罗布林卡内有湖水,树木繁茂,气候潮湿,适合菌虫繁殖、生长;布达拉宫许多地垄内长年堆放大量垃圾,滋生菌虫,危害木材;萨迦寺由于地处环境较干燥,虫害腐朽危害相对较轻。

4) 年久失修,缺乏长期维护。三大古建筑均有几百年历史,但其中大部分建筑从未修缮过。

1.4 修缮方案

根据国家和行业有关古建筑木结构维护、加固与施工的质量规范,坚持修旧如旧、不改变文物现状、维护文物历史价值的修缮原则,拟定三大重点文物木构件的修缮方案^[7-8]:

1) 对表面腐朽或虫蛀严重的,及表面看似完好,实际内部木质严重腐朽虫蛀的木构件,进行剔除并更换防腐处理的新材;

2) 柱基的腐朽虫蛀,小于柱长1/4的可进行墩接;>柱长1/4的,或柱身普遍腐朽虫蛀、局部严重腐朽,虫蛀深度>1/3的,需更换防腐新材;

3) 对开裂的木构件进行补缝和加箍;

4) 严重腐朽虫蛀的梁头、椽头,及普遍腐朽虫蛀的梁身和椽身,及局部严重腐朽,虫蛀深度>1/3的木构件,更换防腐新材;

5) 腐朽虫蛀的望板、地板和龙骨一律更换或截去;

6) 腐朽和虫蛀致使断裂的木构件,和严重开裂的梁或柱,更换防腐新材;

7) 有彩绘的腐朽虫蛀木构件保留表面,锯掉或挖去内部腐朽材,更换为防腐新材(见图3、4)。

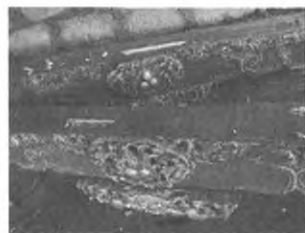


图3 重新粘贴彩绘层于新防腐处理木构件表层

Fig. 3 Re-painted paint layer on surface of the persevered wood members



图4 剔除内部腐朽的部分换上新防腐木

Fig. 4 Rotten woods were removed and replaced with newly preserved wood members

2 木材树种选择和性能测试

根据腐朽和虫蛀的勘测结果和修缮方案,测算出三大文物保护单位需要的木材量接近7 000 m³,为确保工程质量,树种的选择至关重要,而力学性能指标是选择树种的重要依据。

2.1 标本采集与树种鉴定

通过对西藏林芝、山南和日喀则地区进行调查,采集3种当地生长量较大的树种标本,进行树种鉴定和性能指标检测,以科学选材。试样为长550 mm,直径300 mm的圆木段。

3种试材经锯解、刨光、气干、恒温恒湿处理后,含水率达到12%,然后参照GB/T 1933-2009《木材密度测定方法》、GB/T 1935-2009《木材顺纹抗压强度试验方法》、GB/T 1936.1-2009《木材抗弯强度试验方法》、GB/T 1936.2-2009《木材抗弯弹性模量测定方法》和GB/T 1940-2009《木材冲击韧性试验方法》,分别测试木材气干密度、木材顺纹抗压强度、木材抗弯强度、弹性模量和冲击韧性。

2.2 检测结果

1) 树种鉴定结果^[9-10],2个为隶松科(Pinaceae)

的落叶松(*Larix* spp.), 根据采集地命名为林芝落叶松和山南落叶松; 另一个为隶柏科(*Cupressaceae*)的柏木(*Cupressus* sp.)。林芝落叶松和山南落叶松统称西藏落叶松, 又名西藏红杉, 隶松科的落叶松属红杉组^[11]。

2) 性能指标检测

3 种试材的性能指标检测结果, 及试材材性分级, 列于表 1。

表 1 三种试材的性能检测 results 和分级
Tab. 1 Properties of three wood species used
for replacing decayed members

性能指标	柏树(山南)	落叶松(林芝)	落叶松(山南)
气干密度/(g·cm ⁻³)	0.526	0.512	0.455
气干密度分级	轻	轻	轻
顺纹抗压强度/MPa	35.91	31.72	33.99
抗弯强度/MPa	82.39	67.72	81.84
强度值及强度分级	118.30(低)	99.44(低)	115.83(低)
抗弯弹性模量/MPa	6 123.68	5 981.50	8 578.20
弹性模量分级	低	低	中
冲击韧性/MPa	0.025	0.024	0.022
冲击韧性分级	中	中	低
品质系数及分级	2 467(高)	2 130(中)	2 793(高)

注: 强度值=顺纹抗压强度+抗弯强度; 品质系数=木材强度值(kgf/cm²)/气干密度; 1 MPa=10.972 kgf/cm²。

表 1 显示, 尽管同为落叶松, 山南落叶松除了冲击韧性较林芝落叶松略小之外, 其顺纹抗压强度、抗弯强度和抗弯弹性模量, 均大于林芝落叶松; 木材强度亦大于林芝落叶松, 与山南柏树相当, 均接近中等强度值。

品质系数是衡量材质优劣的重要指标, 品质系数<2 000者品质较低, 2 000~2 200为中等, >2 200为高等^[11]。山南落叶松与柏树达到高等品质, 林芝落叶松为中等品质; 但山南落叶松的冲击韧性较低, 当受到较大的外来冲击时, 相对容易断裂。

经对比分析, 最终选择山南落叶松和山南柏木作为三大工程的用材, 林芝落叶松虽然品质系数为中等, 但冲击韧性较高, 拟用作除梁柱以外对承重要求不高的木构件。(未完待续)

参考文献:

- [1] 段新芳, 王平, 周冠武, 等. 应力波技术检测古建筑木构件残余弹性模量的初步研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(1): 112-114.
- [2] 段新芳, 王平, 周冠武, 等. 应力波技术在古建筑木构件腐朽探测中的应用[J]. 木材工业, 2007, 21(2): 10-12, 22.
- [3] 尚大军, 段新芳, 杨中平, 等. 西藏部分古建筑腐朽与虫蛀木构件的 PILODYN 无损检测研究[J]. 林业科技, 2007, 32(5): 53-55.
- [4] 王平, 姜笑梅, 秦特夫, 等. 木材防腐技术在山海关镇东楼木结构中的应用[J]. 木材工业, 2000, 14(4): 33-35.
- [5] 张厚培, 王平. 塔尔寺古建筑木结构腐朽虫害和防护处理[J]. 木材工业, 1995, 9(2): 34-36.
- [6] GB/T 13942. 2-92, 木材天然耐久性试验方法—木材天然耐久性野外试验方法[S].
- [7] GB 50165-92, 古建筑木结构维护与加固技术规范[S].
- [8] GB 50206-2002, 木结构工程施工质量验收规范[S].
- [9] GB/T 16734-1997, 中国主要木材名称[S].
- [10] 成俊卿. 中国木材志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [11] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.

(责任编辑 张一萍、姜征)

会展资讯

2012 Xylexpo 意大利米兰国际木工机械展

两年一度的米兰国际木工机械展览会(Xylexpo), 将于 2012 年 5 月 8—12 日在意大利米兰再度举行。据会议主办方介绍, 到目前为止, 申请参展的企业数量比两年前同期增多, 反映了日渐好转的经济形势。

申请参展的企业除了 Acimall(意大利木工机械及刀具制造商协会)会员企业, 还包括意大利国内的其他企业, 以及国外多家著名企业和组织。预计 2012 年展会面积将超过 2010 年展会。

根据 Xylexpo 主办方的理念, 其销售的不仅仅是展览面积, 而是提供先进技术、理想解决方案和智慧交流的平台。主办方为 Xylexpo 制订了缜密的宣传计划, 目前已多次在国内外知名展会上亮相, 包括叙

利亚 Damascus 的 Wood show、印度 New Delhi 的 Delhi Wood 展、中国上海的 Woodmac 展、德国 Hannover 的 Ligna 木工展、中国上海的 FMC、乌克兰 Kiev 的 Lisderevmash、加拿大 Toronto 的 Wms、捷克 Brno 的 Wood-tech、土耳其 Istanbul 的 Wood Processing Machinery-Intermob、西班牙 Valencia 的 Fimma-Maderalia 等, 近期还将出席俄罗斯 Moscow 的 Woodex 等展会。

此外, 在 Valencia 的 Fimma 以及 Moscow 的 Woodex 展会期间, Xylexpo 还分别召开了媒体发布会。展会的网页已有改进, 包括新的用户界面和构架, 使内容更加易于浏览, 为展商、参观者和媒体提供更多便利。

本刊讯