



清华大学建筑学院 主办

主编 贾珺

建筑史

第

29

辑

【本期导读】

刘畅 刘梦雨 平遥镇国寺天王殿大木结构解读

谢鸿权 『冲脊柱』浅考

王贵祥 从上古暮春上巳节袂褰礼仪到园林景观『曲水流觞』

吴庆洲 围龙屋与太极化生图式

乌布里·买买提艾力 丝绸之路新疆段地域文化初探

李海霞 张复合 自贡张伯卿公馆历史研究及保护建议



清华大学出版社



清华大学建筑学院 主办

主编 贾珺

建筑史

第

29

辑

清华大学出版社

北京

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

建筑史.第29辑/贾珺主编.--北京:清华大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-302-29163-3

I. ①建… II. ①贾… III. ①建筑史—世界—文集 IV. ①TU-091

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第135703号

责任编辑:张占奎 秦 娜

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

社总机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印装者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:210mm×285mm

印 张:12

字 数:300千字

版 次:2012年7月第1版

印 次:2012年7月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:45.00元

产品编号:046402-01

目录

平遥镇国寺天王殿大木结构解读	刘 畅 刘梦雨	1
福建石狮姑嫂塔	曹春平	15
“冲脊柱”浅考	谢鸿权	25
明代淮安府及其所辖州县城市形态与构成要素浅析	贾 珺	43
从上古暮春上巳节祓禊礼仪到园林景观“曲水流觞”	王贵祥	58
明代《长林石几图》与吕炯友芳园研究	黄 晓 刘珊珊	71
围龙屋与太极化生图式	吴庆洲	82
丝绸之路新疆段地域文化初探	乌布里·买买提艾力	98
阳烂侗寨的建筑与聚落空间	赵晓梅	106
江南地区传统民居天井尺度之地域性差异探讨	刘 成	115
“水”		
——江南部分地区传统木构民居屋顶坡度作法初探	王 斌	126
哈尔滨近代建筑装饰之美“境”研究	刘松茯 何 颖 孙 权	135
自贡张伯卿公馆历史研究及保护建议	李海霞 张复合	147
追慕		
——南京中央体育场营造中所见近代建筑的价值理念	萧红颜	159
试论乡土建筑保护实践中低技术的方略	李 湏	167
从佛教的发展背景看镰仓时期石造宝篋印塔的形成	路秉杰 张毅捷	176

Contents

平遥镇国寺天王殿大木结构解读^{*}

刘 畅 刘梦雨

(清华大学建筑学院)

Interpretation of the Wood Structure of Tianwang Hall in Zhenguo Temple, Pingyao County

Liu Chang, Liu Mengyu

摘要:在前人对平遥镇国寺天王殿大木结构实测及所绘制的相关图纸的基础上,清华大学综合运用全站仪、三维激光扫描仪和手工测量对这座重要的早期木结构进行了精细测绘工作,并采集、分析了一些建筑材料样本。通过现有数据的研究,本文初步判断现存天王殿始建于明代嘉靖年间,并推算出古代匠人在天王殿大木尺寸设计中采用了320毫米的营造尺,进一步分析了大木尺度设计的基本方法,讨论了该建筑的平面丈尺、斗栱、屋架等设计细节问题。

关键词:天王殿,营造尺,三维激光扫描,建造年代,¹⁴C测年

Abstract: A comprehensive measuring of the Tianwang Hall in Zhenguo Temple in Pingyao County with 3D laser scanner, total-station and manual measuring was conducted by Tsinghua University, based on the previous researches and re-draw of the building. By statistic collecting and analyzing the measurements and samples of building materials, the article inclines to conclude that the building was constructed in Jiajing period of Ming dynasty, and further infers that the construction ruler used that time is measured 320mm. The basic dimensions and proportioning methods are further discussed, regarding the site plan, design of Dougong bracket and the truss.

Key Words: Tianwang Hall, Construction Ruler, 3D Laser Scanning, Construction Time, Radiocarbon Dating

镇国寺位于平遥县城东北14千米襄垣乡的郝洞村(图1),天王殿是镇国寺建筑群南端的主入口(图2),为一座面阔三间进深四椽的悬山顶建筑(图3)。天王殿殿身前后当心间辟门,周围厚壁,壁中有木柱,柱础不可见。根据露明痕迹判断,柱高约3.42米,柱径0.46米,角柱生起0.05米,柱头带卷杀。殿内彻上明造,梁枋结构为六架椽屋,前后用二柱,当心间的东西两缝上,各用截面为41厘米×28厘米的六椽檐枋搭在前后檐头的柱头铺作上,其上则用六椽草枋、四椽枋、平梁和侏儒柱、叉手,以承托脊梁,四椽枋和平梁的两端有托脚辅助支撑。东西两缝梁架间有襻间枋联结。山面设丁枋前后各一道,其上设割牵,丁枋外端入山面柱头铺作,内端制成骑枋拱与枋交构,上承两山承椽枋和太平梁。太平梁上结构与平梁上相同,承托出实际部分的荷载。转角处施递角枋和隐衬角枋,有斗栱十字相交承下平枋和两山承椽枋相交,大角梁和子角梁搭置上,结构严谨,制作工艺规矩整齐。

2010年以来,清华大学采用手工测量、三维激光扫描实测、建材样本实验室检测等工作相结合的方式对镇国寺万佛殿和天王殿开展了精细测绘工作,本文尝试利用统计分析,推导天王殿始建年代和原始设计的丈尺规律。

一 历史文献调研

地方志、碑刻、题记等文字史料是直接证实古建筑修缮工程的依据。在已经公布的镇国寺万佛殿修缮大事史料之外^①,天王殿中现存的题记也得到了全面记录,而这些线索

^{*} 本研究为国家文物局“指南针计划”专项“中国古建筑精细测绘”项目中的子课题——山西平遥镇国寺万佛殿和天王殿精细测绘(项目编号:20101661726)

●文献[4]

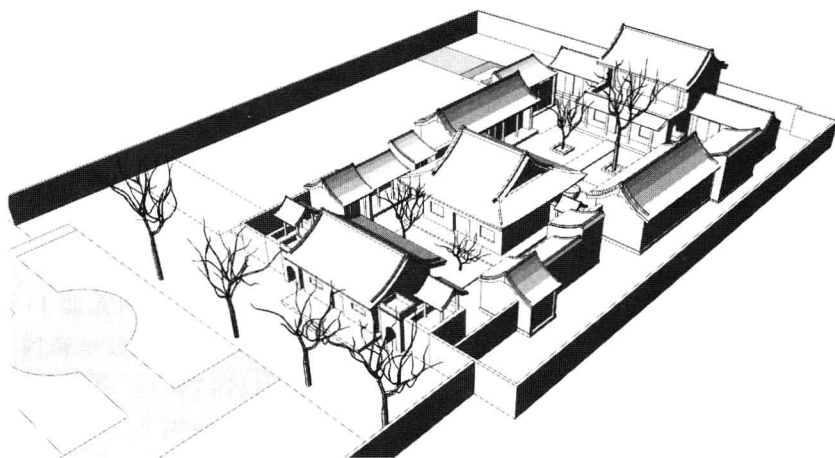


图1 平遥镇国寺三维模型鸟瞰



图2 平遥镇国寺天王殿

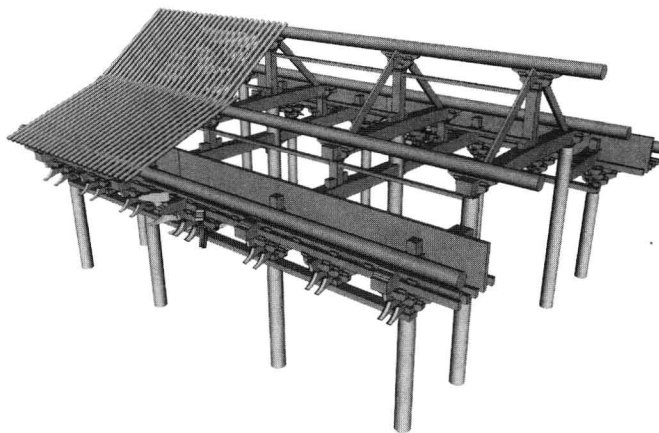


图3 平遥镇国寺天王殿剖视图

还能够进一步引申出更深层的历史信息。

1. 天王殿题记

天王殿梁架上保留有一些建筑题记直接说明一些天王殿的建造和修缮工程历史(表1)。

表1 天王殿现存题记整理表^①

题记	题记位置	内 容
1	明间西缝平梁下皮	(正向)扶梁功德主祖田遇润、成氏、张氏,父野珠、李氏,己身生文、李氏,男增状、元,李氏 (反向)施银六两
2	明间东缝前乳栿下皮	(正向)扶梁功德主曾祖闫贵兵,祖富登、斗,父国玉、定、然、文、武,己身光旺、智、达、福、禄、卿、利、仲,男文炳、威、魁、宰、鼎、汉、都,世公、成、忠,孙子唐、虞、英、富、尧、太、贵、禹、龙、口,子章、宁、财、荣、金、豹、谦、川、达、壬、则 (反向)施银一十五两,大清乾隆二十九年十月吉
3	天王像后东壁上	本村金妆天王圣像功德主监生米惟一银二两四钱
4	天王像后西壁上	本村金妆天王圣像功德主监生裴吉有施银二两

①表中题记1与题记2字体笔法一致;题记3与题记4字体笔法一致,且使用同样色彩、同样纹样的装饰背景

2. 对照其他史料的题记研究

天王殿内所存题记能为今人提供多层次的历史信息,尤其是结合碑刻内容一并解读,更能够对建筑工程以及捐助人员等相关信息产生更加系统的了解。现将一些解读所得的基本信息由浅入深整理如下:

(1) 参考清乾隆二十九年(1764年)“扶梁”题记,可知现存天王殿建造于乾隆朝之前;上溯至明代嘉靖年间,平遥至少发生了两件可能与天王殿建造年代相关的大事——下文中将展开讨论:一是编修志书^②,二是京城寺改称镇国寺^③;编修志书之举说明时任县令颇有经纬之愿,而京城寺改名也恰恰迎合了地方长官的想法——抑或本自嘉靖朝某任县令之意。

(2) 清乾隆二十九年(1764年)十月,天王殿木结构经历了一次大规模的修缮工程,工程内容主要为“扶梁”,即对木结构的拨正等处理。

(3) 题记1中的“己身生文”出现在乾隆十七年(1752年)的《郝同村镇国寺重建东廊碑记》,其身份为“众纠首”之第一位,排在“口上总理纠首郝之才”之后,排在众位“京城经理纠首”之前,当为“口上纠首”之一,在张家口有经常的商务活动。

(4) 题记1中的田姓家族应为当村旺族之一,乾隆二十九年(1764年)间,田生文有子田增状、田增元二人,且田增状已与李氏婚配;考诸嘉庆二十一年(1816年)《重修镇国寺第二碑》,有“田增德”之名,即同属于“增”字辈,当为田生文同系本支或他支后人;又考光绪十年(1884年)的《半截碑记》,作者田耕蓝有“余祖增德公”称谓,而田耕蓝还撰写了光绪三十年(1904年)的《补修镇国寺并九间庙碑记》,其身份也从“恩贡生”变成了“例授修职郎候铨教谕”。

(5) 题记2中的阎姓家族的各位并未出现在碑刻上;现存碑刻上仅存一些“阎”姓功德人,或即同一族人,但未有与题记2中各辈分相同者——碑刻中“阎”姓人士包括乾隆十七年(1752年)《郝同村镇国寺重建东廊碑记》中的阎清、阎重,嘉庆二十一年(1816年)《重修镇国寺第二碑》中的阎名扬,光绪二十年(1894年)《社仓丰备仓记》中的阎炳南和光绪三十年(1904年)《补修镇国寺并九间庙碑记》中的阎炳南、阎炳琅。

(6) 题记3中的“米惟一”也出现在乾隆十七年(1752年)《郝同村镇国寺重建东廊碑记》中,身份为“本村经理纠首”之一。

(7) 题记4中的“裴吉有”虽未出现在碑文当中,但是“裴”姓“吉”字辈者有多人出现也

②万历四十五年(1617年)杨廷谟主持编修十二卷本《平遥县志》,其事始于明万历初年,以嘉靖志颇多阙略,说明嘉靖朝有编修志书之举

③万佛殿前上平槽下之襻间底附板上题记

在乾隆十七年(1752年)《郝同村镇国寺重建东廊碑记》中:“……京城经理纠首:……裴吉仁……;本村经理纠首:……裴吉太……裴吉宝……”。

(8) 考虑到万佛殿倒座观音背光附板上“金妆观音菩萨圣像功德人弟子郝之正施银三两”中的“郝之正”之名也见于同碑记载,判断此三人共同参加乾隆朝镇国寺工程,而当时工程范围不仅限于东廊,更涉及天王殿和万佛殿中的一些彩塑的表面敷色。

根据当地文物部门“四有档案”记载,1949年以来,一直未有大规模维修天王殿的工程,直至2009年修缮天王殿,挑顶揭换椽望飞子,重新修葺屋面,同时加固或更换两山金柱,补配小斗等遗失残缺构件。

二 木材样本采集与检测

清华大学2010年精细测绘采集天王殿木材样本4件(表2)。

表2 天王殿木材样本基本描述

样本编号	位 置	说 明
TWD-RRf-W-01	明间东缝后乳栿	边材
TWD-DM-W-01	明间东缝后乳栿上垫木	边材
TWD-SL-01	散落斗	靠内边材,2010年12月采集
TWD-SL-02	散落斗	靠内边材,2010年前采集

本次精细测绘以此4份木材样本为基本对象,分别委托中国林业科学研究院、美国BETA实验室开展了木材材中鉴定和碳同位素定年工作。

1. 木材种类

本次精细测绘采集天王殿木材样本4份,鉴于建筑保存状况及其重要性,选取其中1份用于材种鉴定,样本为散落斗形构件,由当地文物工作者2010年前(口述,无详细年代记录)于天王殿采集所得,样本编号为TWD-SL-02(表3)。

表3 TWD-SL-02 鉴定结果

中文名	拉丁名	科 别	微观鉴别要点
硬木松	Pinus spp.	松科 Pinaceae	生长轮明显,早材至晚材略急变,轴向薄壁组织缺如,射线管胞内壁有齿状加厚,具单列和纺锤形木射线,射线薄壁细胞与早材管胞间交叉场纹孔式为窗格状,稀松木型,具轴向和径向树脂道,其泌脂细胞壁薄

鉴定为松科双维管束松亚属的硬木松(Pinus spp.)。

硬木松是松属的一种,常见树种为油松、樟子松、高山松等。在晋东南地区可能多是油松类或樟子松类。木材富含松脂,强度中等、耐腐,适作建筑用材。

2. 木材样本¹⁴C年代判定

本次精细测绘采集天王殿木材样本4件送交美国BETA实验室进行碳同位素测年。

结果显示,样本不同程度上受到了细菌侵蚀或有机物污染的影响。根据校准后结果可以判断 4 件样本的木材死亡年代区间可以分为两个不同历史时期。第一组群体最大宽容区间为 1440—1640 年;第二组最大宽容区间为 1680—1770 年(表 4)。

表 4 天王殿木材样本碳同位素记年结果

样本编号	实测年龄/BP	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	常规年龄/BP	双求和校准
TWD-SL-02	80 ± 30	-23.0 o/oo	110 ± 30	Cal AD 1680 to 1770 (Cal BP 270 to 180), Cal AD 1800 to 1940 (Cal BP 150 to 10), Cal AD 1950 to 1960 (Cal BP 0 to 0)
TWD-SL-01	360 ± 30	-22.0 o/oo	410 ± 30	Cal AD 1440 to 1500 (Cal BP 510 to 440), Cal AD 1600 to 1610 (Cal BP 350 to 340)
TWD-RRf-W-01	310 ± 30	-23.4 o/oo	340 ± 30	Cal AD 1460 to 1640 (Cal BP 490 to 310)
TWD-DM-W-01	370 ± 30	-22.9 o/oo	400 ± 30	Cal AD 1440 to 1520 (Cal BP 510 to 430), Cal AD 1590 to 1620 (Cal BP 360 to 330)

对于表 4 中的检测结果,我们可以做出以下初步解读:

(1) 天王殿大木构件中最底层的构件——乳栿、乳栿上垫木所用木材相应取样部位木细胞(硬木松)死亡时间在 1440—1640 年(可能性 $\geq 95\%$),其中值 1540 年恰为明嘉靖十九年(1540 年);

(2) 天王殿大木构件斗拱中最底层的构件——一件散落下的斗所用木材相应取样部位木细胞(硬木松)死亡时间在 1440—1610 年(可能性 $\geq 95\%$),其中值 1525 年恰为明嘉靖四年(1525 年);

(3) 排除当代污染因素,天王殿大木构件斗拱中最底层的构件——另一件散落下的斗所用木材相应取样部位木细胞(硬木松)死亡时间在 1680—1770 年(可能性 $\geq 95\%$),其中值 1725 年恰为雍正三年,接近天王殿题记中反映的“大清乾隆二十九年”“扶梁”之举。

三 构造细节形式与天王殿始建年代

在当前的研究深度层次上,依靠木材检测、实测尺度归纳尚无法彻底揭示万佛殿、天王殿和镇国寺其他现存建筑的营造次序。仅就现有碑刻资料来看,在镇国寺其他现存主要建筑中,天王殿的营造不晚于三佛楼、观音殿、地藏殿等^①。精细测绘的结论主要有以下两个。

(1) 上文所述,木材 ^{14}C 的检测说明天王殿早期所用木材的砍伐年代大致在明代中期^②。

(2) 下文将提出,实测数据基础上的营造尺和材分推算可以证明,当时所用营造尺长 320 毫米,斗拱结构设计已经不用“分”为单位,而是把握“寸”、“分”为基准,以 2 寸 8 分为斗口,跳高、出跳值归整至寸。320 毫米的营造尺为明清两代所常见,与已知宋、元营造尺出入显著^③。

然而,无论木材检测还是尺度推算都只能给出一个宽泛的区间,进一步判断天王殿的建造年代还需要建立两个其他的参照体系。

第一个参照体系是针对斗拱形式的观察。从斗拱整体设计、昂形式、十八斗构造做法

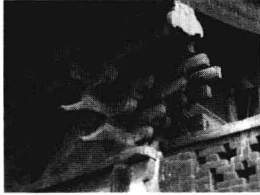
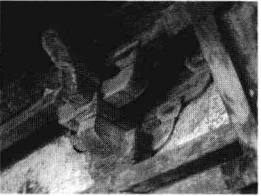
●如《郝同村补修古寺记》：“郝同村古寺创始于北汉，重修于前明中，惟中殿为鲁灵光，而前之山门、后之佛阁、左右之东西廊皆后人续而成之者。”碑刻现存于镇国寺万佛殿西碑亭

●根据美国 BETA 实验室报告，天王殿主要木构件 ^{14}C 双求和校准区间的中值与明嘉靖时期相吻合

●除判定为“淮尺”者之外，多数传世、出土宋尺长度小于 320 毫米，而参考宋代建筑的营造尺长推算，宁波保国寺大殿营造尺长 313 毫米，少林寺初祖庵营造尺长 308 毫米，参见：文献[2]、文献[3]；五代—宋初的平遥镇国寺万佛殿用尺 306 毫米，参见：文献[4]。元代尺度实物、文献均很缺乏，现有研究认为其长度约 35 厘米，参见：文献[1]：392-397

三个角度对比天王殿、三佛楼、观音殿和地藏殿(此二者在碑刻嘉庆十八年(1813年)《郝同村补修古寺记》和嘉庆二十一年(1816年)《重修镇国寺第二碑》中称为“东西廊”)四座建筑可以得到表5。

表5 天王殿、三佛楼、观音殿、地藏殿斗拱做法对照表

		天王殿	三佛楼	观音殿	地藏殿
斗拱整体设计	图片				
	与梁头/衬方头咬接	耍头之上承托单步梁头	耍头之上承托麻叶云形的衬方头出头	耍头之上承托麻叶云形的衬方头出头	耍头之上承托麻叶云形的衬方头出头
	与榑对应关系	从挑檐檩计算屋架架道	从挑檐檩计算屋架架道	从挑檐檩计算屋架架道	从挑檐檩计算屋架架道
	泥道做法	泥道用拱随出跳数加长,不受慢拱长度限制,且使用超慢拱	泥道用拱随出跳数加长,不受慢拱长度限制,且使用超慢拱	泥道用拱随出跳数加长,不受慢拱长度限制	泥道用拱随出跳数加长,不受慢拱长度限制
十八斗做法	图片				
	与交互斗的差别	仅横向开口	仅横向开口	仅横向开口	仅横向开口
	与出挑构件的咬接	不开口,仅于交接处留出“袖口”与出挑构件咬接	不开口,仅于交接处留出“袖口”与出挑构件咬接	不开口,仅于交接处留出“袖口”与出挑构件咬接	不开口,仅于交接处留出“袖口”与出挑构件咬接
昂形式	图片				
	构件形式	昂身形式较粗壮,轮廓线流畅有力	昂身形式较单薄,轮廓线较生硬		
	装饰	底面有装饰线脚	无装饰线脚		
	加工工艺	加工较精细	加工较粗疏		

通过表格总结和图片对比可以看出:

(1) 斗拱整体设计,4座建筑设计思路一致。

① 柱头位置保留耍头层,其上承托麻叶云形的单步梁头(或称割牵头)或麻叶云形的衬方头出头;

② 斗拱与屋架的关系反映同一种结构设计思路——从挑檐檩计算屋架架道,并于斗拱内拽支一扶椽檩/枋,檐椽在此并不分段;

③ 泥道部位用拱随出跳数加长,不受慢拱长度限制,尤其在天王殿和三佛楼中使用超

慢拱,为官式做法所不见。

(2) 以十八斗构造做法为代表,4座建筑斗拱做法已更多地接近清官式的特征而远离宋式特点。具体而言,由于斗拱尺度缩小、斗拱受力减小,保证出挑构件相对完整的需求已变得不甚关键,而保留四面开口的交互斗做法已不是必须,且易因斗耳太小而经常损坏。于是,仅横向开口的十八斗做法应运而生,仅于出挑构件交接处留出“袖口”,实现更好的咬接关系。

(3) 对比天王殿和三佛楼的昂形式,二者之间的轮廓线设计、装饰程度、加工精细程度存在显著差异,天王殿的昂身形式、装饰线脚、加工工艺都要远远超过三佛楼的水平,二者绝非同一批工匠所为。参照长期以来古建筑学者所总结的明清以来工艺水平逐渐下降的趋势来看,天王殿之建造年代应早于三佛楼。至于观音殿和地藏殿木构时代问题还需要更多资料佐证。

接下来需要引入第二个参照体系——现存碑刻和各座建筑中的木作工程题记。按照时间顺序整理这些题记,则有:

(1) 雍正九年(1731年)的三佛楼“扶梁”工程,应为结构拨正修缮内容,此类题记有多处,见于三佛楼屋架主要构件底面,表面有白色粉刷遮盖痕迹;

(2) 乾隆十七年(1752年)《郝同村镇国寺重建东廊碑记》,言及补修观音殿殿宇、重妆神像等工程^①;

(3) 乾隆二十九年(1764年)的天王殿“扶梁”工程,亦为结构拨正修缮内容,此类题记二处,一处纪年明确,位于天王殿明间东缝前乳栿下皮;另一处未标注年代,位于天王殿明间西缝平梁下皮;

(4) 乾隆四十六年(1781年)的地藏殿“扶梁”工程,亦为结构拨正修缮内容,此类题记一处,保存于地藏殿明间后平栿串底,同构件上还保存另一题记“嘉庆二十一年后施银三两谨志”(1816年);

(5) 乾隆四十六年(1781年)《重修西廊房碑记》,证实前条有关地藏殿的工程记载^②;

(6) 此后也有清嘉庆、光绪年间的修缮题记、碑刻,与判断始建年代关系不大,在下文展开论述。

按照木结构建筑修缮历史一般规律推测,三佛楼的始建年代当至少为“扶梁”工程百年之前,即明代末年;天王殿营造年代早于三佛楼,则吻合木材¹⁴C的检测的结论;考虑到明嘉靖朝改镇国寺名称、对万佛殿的修缮,本报告提出天王殿建于明嘉靖年间的猜想,留给日后更加深入和系统的研究来评判。

四 大木实测与营造尺度研究

1. 柱头平面实测

天王殿前后檐用檐柱二槽8根,明间进深当心用中柱一排2根,两山侧各用金柱2根,共用立柱14根。檐柱、山柱砌筑于墙体内部,柱头露明;檐柱上端至平板枋,上承斗拱,山柱上端设栌斗,上承平梁,金柱上端止于平梁下皮,二者之间不垫栌斗。

由于天王殿檐柱、山柱、中柱顶所在高度不同,因此并不存在绝对意义上的柱头平面,然而檐柱、山柱、中柱柱头的水平间距直接反映屋架步架设计,并应反映简明的营造尺度关系。

①(清)郝世美. 郝同村镇国寺重建东廊碑记:“而东殿设像大士阿罗,当年殿宇辉然耸峙,宝象森严,延之奕禩,年深日久,风侵雨蚀,颓然圯坏,而纠首住持重新修建,按地亩摊凑布施七十余金,住持募化布施九十余金,不逾年而殿宇辉煌,宝象如故。”现存于万佛殿前东碑亭

②(清)郝世美. 重修西廊房碑记:“本乡镇国寺西廊房地藏、阎君皆幽冥之王、地府之尊,彰善瘅恶,报应至灵,当年殿宇辉煌,金身彩焕,固为一乡之望,逮至奕禩,年深日久,未免风雨侵坏。本乡纠首住持目击心伤,内外募化,重新修建,不数日而焕然维新,灿然改观。”现存于万佛殿前东碑亭

利用三维激光扫描点云配合手工测量得到天王殿前后立面面阔、东西两山进深、明间东西缝立柱间进深数据。其均值情况分析见表6,数值分布参见图4。

表6 天王殿柱头间距实测数据归纳表

毫米

	面阔		东西山进深		明间东西缝进深	
	明间面阔	次间面阔	中进	前后进	前进	后进
均值	3821.3	3042.5	4174.5	2005.8	4065.0	4100.0
最小值	3806	3031	4170	1969	4055	4091
最大值	3837	3056	4179	2046	4075	4109
数据量	6个	12个	2个	4个	2个	2个

实测数据/毫米

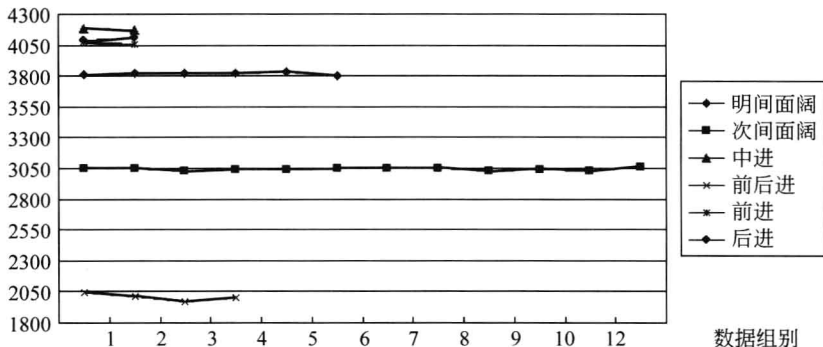


图4 天王殿柱头间距实测数据分布情况

通过总结上述柱头间距实测数据,可以得到一则关于开间和进深设计的“推荐结论”:归纳数据现象,参考对称法则,经过1毫米为梯度的统计筛选,以1尺=320毫米为参考值,可以使各项尺度达到最高的吻合程度,核算如表7所示。

表7 天王殿柱头间距实测数据分析表

毫米

	面阔		东西山进深		明间东西缝进深	
	明间面阔	次间面阔	中进	前后进	前进	后进
均值	3821.3	3042.5	4174.5	2005.8	4065.0	4100.0
折合尺	11.94	9.51	13.05	6.27	12.70	12.81
取整尺	12	9.5	13	6.3	12.8	12.8
吻合程度/%	99.51	99.92	99.65	99.49	99.24	99.90

即:①平面丈尺设计基准营造尺1尺=320毫米;②面阔方向,明间1丈2尺,东西次间9尺5寸;③进深方向,东西山前后廊6尺3寸,当心中进深1丈3尺,通进深2丈5尺6寸。

明间东西缝中柱前后进为1丈2尺8寸,通进深2丈5尺6寸。这里还有可能采用了2寸5分的细节度量,而得到通进深为2丈5尺5寸。但是综合后面斗栱实测数据结果,即前后檐斗栱总出跳分别约合计1尺7寸,而非1尺7寸5分,以便与柱头平面配合凑足前后撩风槽间距2丈9尺,因此本报告倾向于前一种推断。

2. 屋架实测

天王殿屋架用4椽,通用栿5道。由于檐椽自外端至抵平栿,跨度较长,故复于外檐铺作泥道内侧第一跳上加枋一槽,辅助支撑檐椽,因其与压槽枋、牛脊枋等称谓均有所差异,本报告姑且称之为“扶椽枋”。通过分别测量4缝屋架的各架道深,得到统计分析表如下(表8)。

表8 天王殿架道实测与分析表

毫米

测量对象	南起架道1		架道2	架道3	架道4	
与推算	撩风栿—扶椽枋	扶椽枋—平栿	平栿—脊栿	脊栿—平栿	平栿—扶椽枋	扶椽枋—撩风栿
东山	2594		2088	2091	2563	
	813	1781			1771	792
明间东缝	2579		2084	2115	2556	
	812	1767			1739	817
明间西缝	2569		2084	2074	2551	
	810	1759			1730	821
西山	2502		2080	2086	2538	
	786	1716			1740	798
均值	2561		2084	2092	2552	
	805.3	1755.8			1745	807
折合尺	8.00		6.51	6.54	7.98	
	2.52	5.49			5.45	2.52
取整尺	8		6.5	6.5	8	
	2.5	5.5			5.5	2.5
吻合程度 /%	99.96		99.81	99.45	99.69	
	99.34	99.76			99.15	99.13

表8数据说明,与柱头平面相比较,天王殿架道设计更加简明,取整至半尺。

① 自撩风栿心至外檐铺作泥道内一跳上扶椽枋心水平间距2尺5寸;

② 自扶椽枋心至平栿心水平间距5尺5寸;

③ 自平栿心至脊栿心水平间距6尺5寸。

至于举架部分,天王殿屋架用4椽,因此计算举架尺度时应当不计内一跳上的扶椽枋。分别量度4缝屋架与各栿交接近根处,可以得到4组形变相对较小的数据。然而,东西山各栿出挑,斗拱向两侧倾斜,栿体具有显著的向下垂弯现象,且腐朽残损比较严重,宜舍去两山测量数据,以免干扰回归分析。现将保存状况良好的明间东西缝举架实测数据整理如表9所示。

表9数据分析说明,天王殿屋架高度设计所用方法是用简明的尺度关系确定举架尺度:檐步举高3尺,与架道8尺相比,为三七五举;脊步举高5尺,与架道6尺5寸相比,为七七举。

表9 天王殿举架实测与分析表

毫米

测量对象与推算	撩风榑—平榑		脊榑—平榑
	前檐	后檐	
明间东缝	972	972	1589
明间西缝	973	954	1592
均值	967.75		1590.50
折合尺	3.02		4.97
取整尺	3		5
吻合程度/%	99.19		99.41

总结天王殿屋架实测,可以得到针对结构关系尺度的“结论水平推算”和针对构件自身尺度的“猜想水平推算”:木构用料较为随意,凭借木匠技巧发挥拼垫终可藏事;同时说明木结构设计终归有规矩可循,有尺度可依。

首先,结论水平推算的建立可以最终帮助今人理解古代木匠心中的“小九九”,并可对不同匠作流派、不同构木手法有所认识。以手法差异的角度观察,结构关系尺度推算的核心有四:

其一,营造尺长 320 毫米,可以此考察邻近地区相近时代的建筑用尺,并归纳对比,以期了解基于国家律令、建材市场、匠作传承背景下营造尺的变化轨迹;

其二,面阔开间精确到半尺,进深开间结合斗栱总出跳布置,架道精确到半尺,而不强求立柱进深丈尺的绝对完整;

其三,屋架举高按照营造尺长简明设计,并不遵循举折做法,亦不符合晚期建筑中“五七九举”之类程式化规定。

其次,猜想水平推算是建立在结构关系尺度推算基础之上的,没有结构关系定位,不规则的构件是无法定位的。

3. 外檐铺作实测

天王殿的外檐铺作作为双假昂五铺作,柱头铺作之上承托梁栿,明间、次间中仅用补间铺作 1 朵,当心间补间铺作施斜栱,共有柱头铺作 8 朵、简单补间铺作 4 朵、带斜栱补间铺作 2 朵。单从斗栱自身特点来看,并不存在明清官式斗栱中柱头科出跳栱、斗逐层放大的做法,更接近早期建筑的排布。此外,天王殿斗栱还具有一些显著的地方手法。这些做法不仅超出明清官式建筑一般的做法规律,而且与宋式做法不同。

天王殿共用外檐铺作 14 朵,每朵用横向拉扯栱 9 件,横向拉扯栱之广即为单材广。按照每件取得栱厚数据 1 组计算,共可采得数据 126 组。本次测绘采集得材广数据 76 组。量得数据中,一些构件存在后期更换、缺棱、开裂等现象,其中就包括图 5 中小于 130 毫米的数据。

天王殿共用外檐铺作按照每件取得栱厚数据 1 组计算,共可采得数据 168 组。本次测绘实际采集得材厚数据 92 组。量得数据中,一些构件存在后期更换、缺棱、开裂等现象,其中就包括图 6 中小于 80 毫米和大于 100 毫米的数据。测量结果表明,横向拉扯栱之厚与足材出跳栱之厚相同,综合其取值可推算得到常规意义上的材厚。

在认识到天王殿用材尺度离散情况显著的基础上,综合考察天王殿用材广厚尺度,

实测数据/毫米

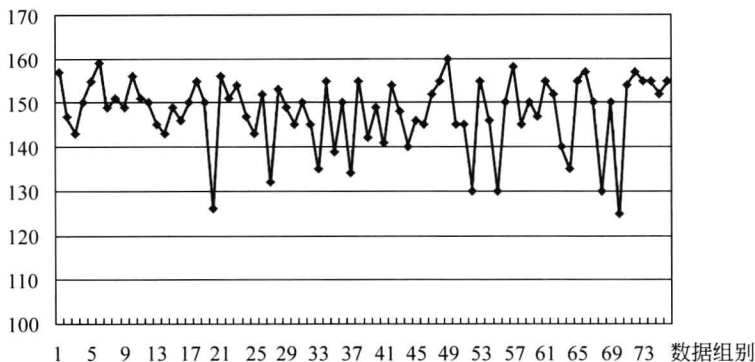


图5 天王殿外檐铺作单材拱广实测数据分布情况

实测数据/毫米

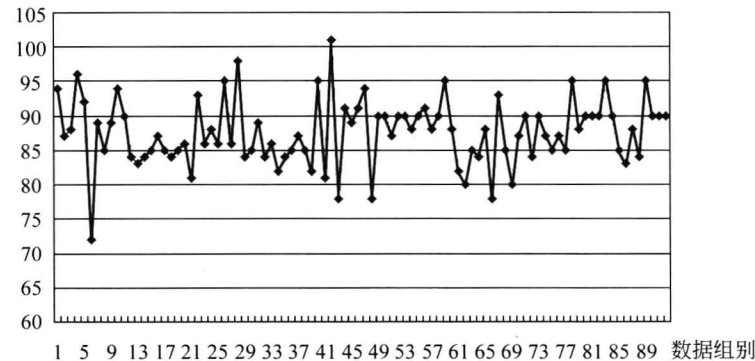


图6 天王殿外檐铺作拱厚实测数据分布情况

同时参考下文足材广数据,可以发现按照分值推算,根本无法找到简明的倍数关系,反而三者之间却存在着近似 $3:5:7$ 的比例关系。暂且放下一些玄妙的推算,简单地将这些数据折合成营造尺,则有可精确到“分”的较完整取值(表10)。或许古代匠人正是以此精度度量和计算的。而足材广数据将在斗拱结构尺度讨论和斗拱总高设计中扮演重要角色。

表10 天王殿外檐铺作用材推算分析

毫米

推算分析	拱厚	拱广	足材广
数据量	92	76	96
最小值	72	125	194
最大值	101	160	228
均值	87.53	147.84	211.33
去特异后均值	87.92	148.29	210.2
折合寸	2.75	4.63	6.57
取整寸	2.8	4.6	6.6
吻合程度/%	98.13	99.26	99.53
影响因素	构件残损侵蚀现象普遍	影响微小	变形显著,存在历史修缮痕迹

此外,天王殿外檐铺作中,明间补间铺作使用斜拱,不适合从三维激光扫描斗拱数据中

提取出跳数据,而适合者 24 朵。从每朵斗拱中可提取出跳数据 2 组,共计数据 48 组(里转部分出跳尺寸与此对称相等)。数据分布情况如图 7 所示,图中系列 1 和系列 2 分别代表在不同铺作层上提取的第一跳出和第二跳出的水平距离。

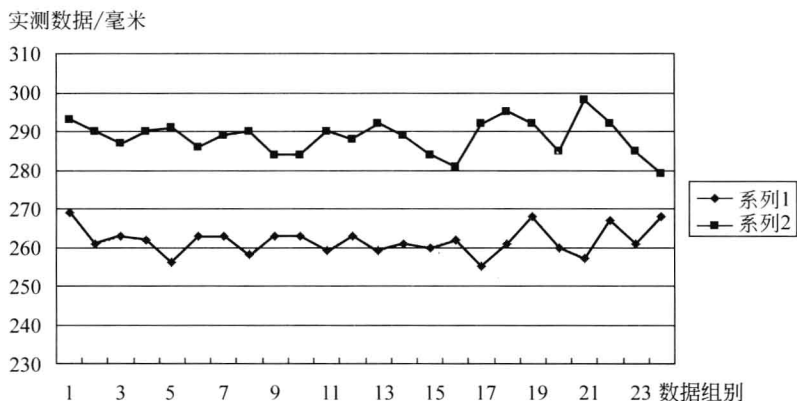


图 7 天王殿外檐铺作出跳实测数据分布情况

对照材厚、材广实测数据,将天王殿斗拱出跳和足材数值分析归纳于下(表 11)。

表 11 天王殿外檐铺作基本结构尺度推算

毫米

推算分析	材厚	单材广	足材广	一跳出	二跳出
数据量	92	76	96	48	48
最小值	72	125	194	255	279
最大值	101	160	228	269	298
均值	87.53	147.84	211.33	261.8	288.6
去特异后均值	87.92	148.29	210.2 ^①	261.8	288.6
折合寸	2.75	4.63	6.57	8.18	9.02
取整寸	2.8	4.6	6.6	8	9
吻合程度/%	98.13	99.26	98.94	97.75	99.78
影响因素	残损、侵蚀	弱	受压	受弯外倾	受弯外倾

①足材 3 单独计算

按照由平面丈尺推算所得的营造尺长为标准,在将天王殿外檐铺作实测数据折合成营造尺度,便可得到相对简明的算法。由于本推算在分析构件之间的关系尺度时,吻合程度基本达到 99% 以上,只有个别(材厚)略低,为 98.13%,同时分析单体构件自身尺度时,吻合程度普遍达到 97% 以上,只有变形最为显著的散斗总高、栌斗平欹总高二值,与推算值的绝对差距分别为 3 毫米和 6 毫米,吻合程度分别为 96.64% 和 95.66%,因此可以说,本推算非常接近“结论水平”而基本超过“假说水平”。

简单归纳之,关于外檐铺作“准结论水平”的推算内容包括:

(1) 材厚 2 寸 8 分,舍去 2 寸 7 分 5 厘或 2 寸 7 分可能性的原因在于:第一,现有各横向拉扯拱长基本符合 2 寸 8 分之 7、11、15 整数倍的关系;第二,栌斗高度为 2 寸 8 分的 2 倍,栌斗总宽为 2 寸 8 分的 3.5 倍。

(2) 单材广 4 寸 6 分,为简单折算结果。

(3) 第一跳出 8 寸,第二跳出 9 寸,总出跳 1 尺 7 寸,与前后檐立柱至中柱间距 1 丈 2 尺 8 寸相配合,前后坡架道依次为 8 尺和 6 尺 5 寸。

(4) 两个假昂层足材与衬方头层足材均合 6 寸 6 分;耍头层足材略高折合 6 寸 7 分;这样的设计应当是考虑到斗拱总高尺度设计有意而为的。

(5) 斗拱总高=栌斗平欹总高+足材 1+足材 2+足材 3+足材 4+替木高=3.5+6.6+6.6+6.7+6.6+2.5=32.5(寸),与厚 3 寸 5 分的普拍枋相配合,柱头至撩风榑下皮高度为 3 尺 6 寸。

五 结论与讨论

与万佛殿木结构实测数据的现象相比较,天王殿的构件尺度、构件间结构关系尺度的实测结果离散现象非常显著。以明间东西缝所用中柱、前后乳栿为例,同一构件不同位置的断面尺度差距达到 5 厘米以上,所用材料虽不是略加砍斫的自然材,但构件本身也有多处随原始材料限制起伏变化,材料加工也比较粗率(图 8)。在这种情况下,追求构件自身的测绘精度和平均值趋势便成为不现实的要求,只能针对特征部位的实测值及其取值范围做出相应的“猜想水平”推算^①。这种现象不仅在天王殿实测中有所反映,本测绘团队在很多地方建筑测绘中也发现大量类似问题。归根结底,在木材来源有限、经费有限或相对地位次要的建筑中,构件尺度不规范、使用替代或支垫做法的现象是普遍存在的。

①参见文献[4]中提出的“三个推算水平及五个条件方程”



图 8 天王殿室内大木构件实际形态

但是,从另一个角度来讲,天王殿构件之间的结构尺度却具有良好的分布规律,不同部位的结构尺度之间误差相对很小。换言之,古代匠人在制作木结构建筑的时候,需要依赖高精度的墨线来控制构件之间的关系;构件本身越是不规则、欠规范,在关键的交接之处越需考虑差距、巧妙支垫。

因此,在天王殿一类的古建筑精细测绘中,尽管无法追求构件自身的推算达到“推荐结论水平”,但是在结构关系尺度的研究中依然可以达到高水平的推算,精细测绘的推算标准和条件方程依然适用。

参考文献

[1] 丘光明,邱隆,杨平. 中国科学技术史·度量衡卷. 北京:科学技术出版社,2001