

辽代建筑营造“大尺”

与尺度构成研究*

——以独乐寺、奉国寺、开善寺辽构为例

王一臻 徐怡涛^①

内容提要 由于辽尺史料匮乏，致使辽尺尺度存在较大的不确定性，因而影响了辽代建筑营造尺的推算和尺度研究。本文收集三处四座辽构实测数据，在木构建筑设计的整数尺法前提下，通过标准差计算法推测营造尺长，并结合控制性数据加以验证，提出辽代存在长于唐尺、宋尺的“大尺”制度。在此基础上归纳出辽代建筑具有总体规整尺数控制、细部灵活调整的尺度设计特点。

关键词 辽代 营造尺 整尺法 标准差 材分制

辽代木构雄浑壮丽，承袭唐风，浸染宋韵，亦不失特色，在中国建筑史中占有重要地位。营造尺是解析建筑构成规律的基础，但目前学界对辽代建筑营造尺的认知尚不统一，主要有三种观点：与唐尺接近，与宋尺相近，或为独立系统。在古代建筑尺度分析方法上，主要有材分制、整数尺法以及基准长法等思路。相对来说，整数尺法相对开间、进深等宏观尺度而言，更便于设计施工，且有文献印证，因而可信度和可操作性更高。本文依据蓟县(今天津市蓟州区)独乐寺、义县奉国寺、新城开善寺等辽代建筑的勘察测绘以及修缮报告中的实测数据，在辽代建筑勘测成果的基础上，比较尺度分析各法之优长，认为以整尺法控制大尺度，材分制控制小尺度更为可信，在具体推算中不预设尺长复原值，而是在可能的尺度范围内以实测结果作统计学分析，得出最可能的营造尺数据，并在此基础上，从古代营造的施工方便出发，寻求大木尺度分析的简洁化，总结出辽代建筑营造尺和大木尺度构成的规律。

一 辽代尺度研究现状

目前关于辽尺有三种观点。

* 本文为国家社会科学基金重大项目“两宋建筑史料编年研究”(项目编号: 19ZDA199)资助成果。

① 徐怡涛为本文通讯作者，电子邮箱: xuyt@pku.edu.cn。

1、沿用或接近唐尺。如王国维、吴承洛等考订唐宋元三代尺度，认为自唐代后变化甚小¹¹。出土唐尺尺度在28—31.35厘米之间，其中唐前期平均长度为29.56厘米，唐后期则为30.68厘米¹²。据有关学者考订，唐官尺在28.6—30.6厘米间¹³。在辽代建筑尺度研究中所用唐尺也不一致，如傅熹年（应县木塔29.4厘米¹⁴）、杨新（独乐寺观音阁29.57厘米¹⁵）、廖方（华严寺海会殿30.5厘米¹⁶）等。

2、辽代尤其是辽中后期，受到宋尺影响较大。如郭正忠认为辽所用天文尺与北宋相同¹⁷。出土宋尺尺度多在31.2—31.8厘米，也有少量在30.9、32.9和27厘米左右¹⁸。学者考订的官方布帛尺长度多在31—31.6厘米之间¹⁹。各学者辽代建筑尺度研究中所用宋尺，如陈明达（辽代建筑32厘米²⁰、应县木塔32.9厘米²¹）、杜仙洲（奉国寺大殿31.2厘米²²）、郭黛姮（奉国寺大殿32厘米²³）、祁英涛（开善寺大殿31.1厘米²⁴）等。

3、辽代乃至金代有独立制度。如曾武秀根据宋代遣辽使路振《乘招录》记载辽中京大定府城周长30里，而考古发掘府城实测周长15400米，推定一尺长34.2厘米；又《辽史·地理志》载南京析津府城周36里，考古实测18690米，则一尺长34.6厘米²⁵。高青山、王晓斌根据出土金代官印，判断金尺长43厘

〈1〉 王国维认为“而自唐迄今，则所增甚微，宋后尤微。……自金元以后，不课绢布，故八百年来尺度犹仍唐、宋之旧”。王国维《中国历代之尺度》，载林文光选编《王国维文选》，四川文艺出版社，2009年，第89页；吴承洛认为“唐宋明三代之尺度，几完全相同”。吴承洛《中国度量衡史》，上海三联书店，2014年，第220页。

〈2〉 郭正忠《三至十四世纪中国的权衡度量》，中国社会科学出版社，1993年，第199—202页。

〈3〉 王国维28.575—30.267厘米，吴承洛31.1厘米，杨宽29.57656厘米，曾武秀29.6厘米，郭正忠唐前期29.6厘米、后期30.6厘米，同上，第207页。

〈4〉 傅熹年《中国古代城市规划、建筑群布局及建筑设计方法研究》，中国建筑工业出版社，2015年，第69页。

〈5〉 杨新《蓟县独乐寺》，文物出版社，2007年，第55页。

〈6〉 廖方《山西大同下华严寺海会殿大木作分析》，《山西建筑》2010年第1期，第39—40页。

〈7〉 前揭廖方《山西大同下华严寺海会殿大木作分析》，第255页。

〈8〉 前揭廖方《山西大同下华严寺海会殿大木作分析》，第237—239页。

〈9〉 杨宽31—32.9厘米，曾武秀31厘米，闻人军31.12—31.61厘米，郭正忠31.3厘米，郭正忠由出土的带有榫口的可能的曲尺或矩尺，推断营造官尺为30.9厘米。前揭廖方《山西大同下华严寺海会殿大木作分析》，第250页。

〈10〉 陈明达《营造法式大木作研究》，文物出版社，1981年，第151页。

〈11〉 陈明达《应县木塔（第2版）》，文物出版社，1980年。

〈12〉 杜仙洲《义县奉国寺大雄殿调查报告》，《文物》1961年第2期，第5—13、43页。

〈13〉 郭黛姮《中国古代建筑史3·宋、辽、金、西夏建筑》，中国建筑工业出版社，2009年，第293页。

〈14〉 祁英涛《河北省新城县开善寺大殿》，《文物参考资料》1957年第10期，第23—29页。

〈15〉 曾武秀《中国历代尺度概述》，《历史研究》1964年第3期，第163—182页。

米^{〔1〕}，但此尺过长可能只用于官印制作^{〔2〕}。刘智敏按照曾武秀所推测辽尺342毫米/尺来计算开善寺大殿尺度规律，并认为应县木塔按照此尺长计算也符合整数尺度规律^{〔3〕}。

综上所述，辽尺长度，若按沿用唐尺的说法可能在29.6厘米左右，若按接近宋尺说则可能在31.3厘米左右，若按史载城周计算则有34.2-34.7厘米的较大尺长的猜想。“唐尺说”“宋尺说”“独立尺制说”，各有依据，但均无确证，莫衷一是，为求辽代建筑营造尺的实证，还应从建筑本身的实测数据出发，进行更为详密的推算方可破局。

二 研究思路与方法

1. 建筑营造的整尺半尺控制法假说

建筑史尺度研究常假设古代建筑营造过程中，为了控制关键尺寸、方便施工，平面柱网和平柱高等控制性尺度可能以整尺为主，以半尺为辅(以下简称整尺法)。这种规律最早由日本建筑史学界发现^{〔4〕}，张十庆认为这种规律也适用于中国早期建筑^{〔5〕}，并可能对椽架平长、材等、屋架举高等也产生影响^{〔6〕}。这在古代文献中也能找到证据。法式中即有当补间铺作数逐间递减时可设明间间广一丈五尺、次间一丈^{〔7〕}。周必大《思陵录》中记载的宋高宗攒宫形制，上宫献殿明间面阔一丈六尺，次间一丈二尺，平柱高一丈二尺^{〔8〕}。沈括《梦溪笔谈》引述《木经》，指出柱高与台基高度比例关系，如柱高一丈一尺，则台基高四尺五寸^{〔9〕}。因此，整尺法在分析我国早期建筑大木尺度时具有一定合理性，本文研究即以此假说为基础展开。

2. 假想营造尺下的标准差算法

在整尺法假设下，针对开间进深和平柱高等控制性数据，采用假想营造尺标准差算法求取营造尺。

〔1〕 高青山、王晓斌《从金代的官印考察金代的尺度》，《辽宁大学学报(哲学社会科学版)》1986年第4期，第75—76、74页。

〔2〕 前揭郭正忠《三至十四世纪中国的权衡度量》，第256页。

〔3〕 刘智敏《新城开善寺》，文物出版社，2013年。

〔4〕 日本学者在对奈良时代建筑进行研究时发现，这一时期建筑平面开间的尺度构成，以整数尺值为基本原则，称为“完数柱间制”。张十庆《中日古代建筑大木技术的源流与变迁》，天津大学出版社，2004年，第73页。

〔5〕 前揭张十庆《中日古代建筑大木技术的源流与变迁》，第78—92页。

〔6〕 张十庆《宁波保国寺大殿：勘测分析与基础研究》，东南大学出版社，2012年，第102—117页。

〔7〕 梁思成《梁思成全集·第七卷》，中国建筑工业出版社，2001年，第104—106页。

〔8〕 (宋)周必大《庐陵周益国文忠公集》卷一七三，清道光二十八年(1848)刻本，中国国家图书馆藏。

〔9〕 (宋)沈括《梦溪笔谈》卷一八《技艺》，上海涵芬楼影印明刊本，上海图书馆藏。

假设采集到 L_1 到 L_n 共 n 个控制数据，控制性数据为整尺或半尺、即半尺的整数倍，则理想状态下 $2L_i$ 为尺长整数倍。假设营造尺长度 x 毫米，理想状态下如果此值为真实尺长且施工准确无误，则 $2L_i/x$ 为整数，实际情况下则 $2L_i/x$ 与其四舍五入取整值 $\lfloor 2L_i/x + \frac{1}{2} \rfloor$ 存在差值。差值大小就反映了此假定营造尺下的误差。理想状态下平均误差应为0，则将各控制数据下的

误差值与0的差值求标准差 σ ， σ 则能反映此假想营造尺下的整体误差水平。求标准差公式如下：

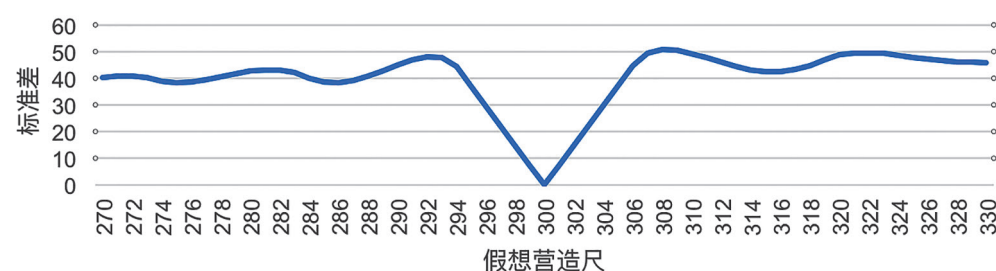
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(L_i - x \left\lfloor \frac{2L_i}{x} + \frac{1}{2} \right\rfloor / 2 \right)^2}{n}}$$

如〔图一〕，理想状态(无任何误差)下各控制数据均为 $a/2$ 整数倍(图中设置 a 为300毫米)，则各假想营造尺下标准差变化的曲线呈现近似季节性波动的时间序列变化，整体呈现上升趋势(随着假想尺值变大取整的误差变大)，而在 a 处陡直下降至0，出现明显波谷。而如〔图二〕，包含随机误差的标准差变化则增加了不规则波动，并且在 a 处陡直下降幅度减小。

理想状态下真实营造尺值应在陡直的最低波谷处出现。实际会在施工中产生随机误差，歪闪、变形等造成系统误差，测绘操作不当或人为统一数据也会增大随机误差甚至产生新的系统误差，导致标准差曲线在真实尺值 a 处的波谷不明显，此时只能在多个较陡直波谷中进行选择。当误差过大或不满足整尺法规律时，标准差曲线变化则会出现季节性波动混乱、出现多个分离的波谷等，便无法使用此方法判断真实尺值。因此精确测量、甄别数据是应用此法的关键。

从现有研究和文献记载来看，在数据选取上，开间进深及平柱高尺寸，采用整尺法的可能性最大，因此选为计算依据。其中平面柱网分为柱头和柱脚数据，因决定上层木构架尺寸的是柱头数据，而非随侧脚改变的柱脚数据，因此应选取柱头数据。而举高、椽架平长、用材尺寸等，应用整尺法的可能性稍小，故暂不作为计算数据，但可作为验算依据。假想营造尺取值范围，为防缺漏，在出土唐尺、宋尺实

〔图一〕营造尺300毫米/尺下理想状态标准差变化(单位:毫米)



〔图二〕营造尺300毫米/尺下包含随机误差的标准差变化(单位:毫米)



物范围基础上加以扩大，设定为在270—360毫米之间。

3. 其他尺度佐证

除了大木作尺度外，塑像、瓦作等也可作为营造尺验算依据。

第一，佛像高度。现存早期建筑以佛寺建筑为主，其中不少佛寺都供奉着与营建同时期塑造的佛像，如佛光寺东大殿、南禅寺大殿、独乐寺观音阁、奉国寺大殿等，塑像用尺可能与营造尺相同。佛像高度，常见有“丈六金身”（一丈六尺）或其他整尺数据⁴¹。在实际情况中，佛像常位于佛坛、佛座之上，其上又有背光，相加所得通高和造像本身的高度都有可能受整尺控制。

第二，瓦作。在《营造法式》中，筒瓦、板瓦等的长宽，鸱吻、兽头等的高度，均规定了具体尺寸，如“殿阁厅堂等，五间以上，用筒瓦长一尺四寸，广六寸五分”“殿屋八椽九间以上，其下有副阶者，鸱尾高九尺至一丈”等⁴²。需要注意的是，因瓦作更替频繁，须是建造时的原构才能作为验算依据。

相比于极易歪闪、变形的大木构件，佛像、瓦作变形几率较小，适合作为营造尺验算基准。

三 蓟县独乐寺观音阁及山门

蓟县独乐寺位于天津市蓟州区，寺内两座辽代建筑，其中，观音阁是我国现存最早的木构楼阁，山门则是现存最早的庑殿顶大门，在建筑史上占有极其重要的地位，1961年被列为第一批全国重点文物保护单位。学界多认为寺院创始年代是隋唐时期⁴³，而观音阁、山门一般被认为是辽统和二年（984）所建⁴⁴。其勘测成果主要有：1960年古代建筑修整所组织测绘，成果详细记述于陈明达《独乐寺观音阁、山门的大木作制度》⁴⁵（以下简称1960年成果）；1990-1998年中国文物研究所对独乐寺进行了维修，相关成果公布于杨新编著《蓟县独乐寺》⁴⁶（以下简称1998年成果）。本文主要基于较新且更为详实的1998年成果进行研究。

〈1〉 《中天竺舍卫国祇洹寺图经》记载：“当阳殿中大立像者……普光趺高一丈八尺。……佛在人倍人，人长八尺，佛则丈六。”（唐）释道宣《大日本续藏经》第一辑第二编第十套第一册《祇洹寺图经》（一卷），商务印书馆影印本，1923—1925年，第17、21页。《后汉纪》《传灯录》《北史》《佛说十二游经》都记载了佛像“丈六金身”，也有提到“丈八”“三丈八尺”等其他尺度，另载王媛、路秉杰《中国的佛殿建筑与佛像》，《同济大学学报（人文·社会科学版）》1998年第1期，第9—13、39页。

〈2〉 前揭梁思成《梁思成全集·第七卷》，第256—259页。

〈3〉 梁思成、祁英涛认为是在唐代，韩嘉谷等认为始于隋代。梁思成《蓟县独乐寺观音阁山门考》，《中国营造学社汇刊》1932年第2期，第1—92页；祁英涛《蓟县独乐寺观音阁》，《独乐寺重建一千周年纪念论文》1984年，第2页；韩嘉谷《独乐寺史迹考》，《独乐寺重建一千周年纪念论文》1984年，第18页。

〈4〉 依据为清代《日下旧闻考》及寺内清乾隆碑记记载，前揭杨新《蓟县独乐寺》，第9—10页。

〈5〉 陈明达《独乐寺观音阁、山门的大木作制度（上）》，《建筑史论文集》2002年第1期，第71—88页。

〈6〉 前揭杨新《蓟县独乐寺》。

1. 数据整理

根据1998年成果整理得出平面柱网与平柱高数据如[表一至表三]。由于1998年成果中缺乏观音阁平坐层开间数据，特将1960年成果平面柱网数据作为补充参考。

[表一] 独乐寺观音阁柱头平面开间进深数据 (单位: 毫米)

开间进深 各层	开间			进深	
	明间	次间	梢间	明间	次间
下屋	4665 (4670)	4320/4325 (4310)	3350/3340 (3320)	3690/3710 (3700)	3350/3340 (3320)
平坐	缺 (4540)	缺 (4310)	缺 (2980)	3664/3693 (3700)	2970/2962 (2980)
上屋	4460/4520 (4520)	4360/4325 (4300) 4320/4370	2940/2950 (2930)	3650/3630 (3660)	2940/2950 (2930)

注: 1. 1998 年成果的下屋梢间间广无明确标注, 根据 1960 年成果判断梢间与进深次间间广相同, 故导入进深次间数据; 2. 括号内为 1960 年成果数据。

[表二] 独乐寺观音阁平柱高数据 (单位: 毫米)

位置		数据	位置		数据
下屋	前檐	4010/4025	平坐	前檐	2500
	后檐	4020/4015		后檐	2520
上屋	前檐	2735		内槽前檐	2470
	后檐	2730		内槽后檐	2530

[表三] 独乐寺山门平面柱网与平柱高数据 (单位: 毫米)

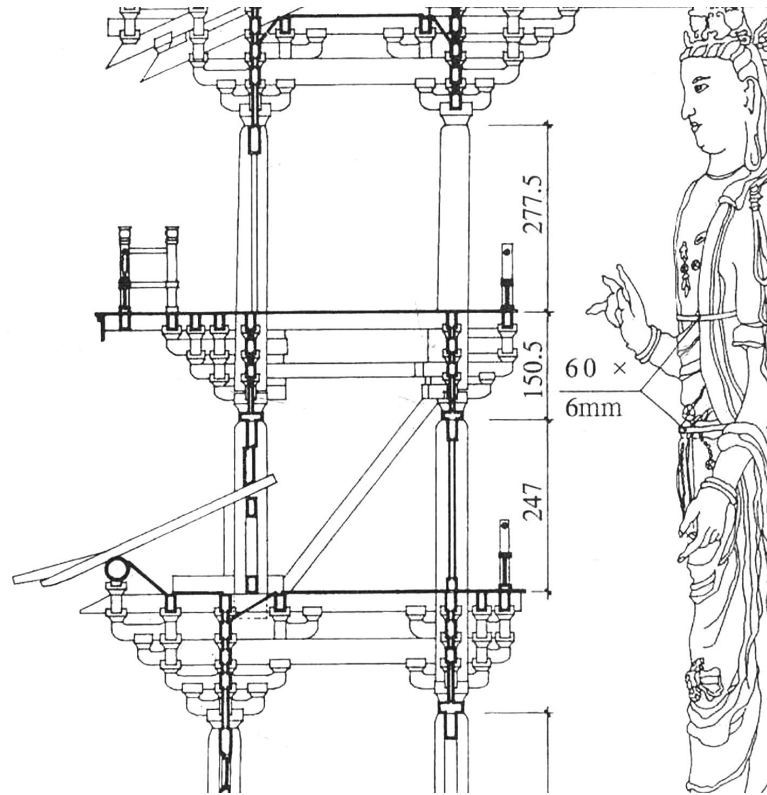
明间	次间	进深一间	平柱高
6060	5060	4280	4340

参照[表一], 可以发现各间间广从下屋至平坐至上屋依次递减的规律为: 明间上屋较下屋缩进150毫米左右, 可能为半尺; 次间从下至上变化甚微; 梢间依次减少约340毫米、50毫米, 观察各层落柱情况[图三], 缩进源于立柱收退和侧脚, 可能并非整尺半尺; 进深明间变化甚微进; 进深次间因翼角对称关系, 间广尺寸与变化趋势与开间梢间相同。

综合判断观音阁平面柱网数据(若符合整尺法), 有两种可能:

A. 以下屋为准, 下屋开间进深均为整尺半尺, 上屋明间减半

[图三] 独乐寺观音阁各层落柱情况
底图采自杨新《蓟县独乐寺》, 文物出版社, 第248页



尺，梢间和进深次间则根据落柱及侧脚情况调整；

B. 以上屋为准，上屋开间进深均为整尺半尺，下屋明间增半尺，梢间和进深次间则根据落柱及侧脚情况调整。

这两种情况下，平坐各间作为上屋与下屋间的过渡，非整尺半尺。

观音阁、山门的其他控制性数据如[表四]。其中十一面观音像与观音阁同时建造，其体量尺寸对整个建筑有莫大影响；山门鸱吻亦与建筑同时代，被认为是我国现存在建筑屋顶上年代最早的鸱吻。观音阁修缮前瓦顶鸱吻为清式做法，显然非辽代原物；山门天王像与姿势较为固定的佛像不同，姿态各异，高度不一定有特殊规定，均不能作为营造尺验算参考。

[表四] 独乐寺观音阁、山门其他控制性数据 (单位:毫米)

位置				数据	位置				数据
观音阁	下屋	材高	单材高	270	观音阁	上屋	椽架平长(平均)		1649.8
			槲高	115			总体数据	通面阔	19150
			足材高	385				通进深	13198
		铺作层高(至耍头上皮)		2010				两山椽檐搏距	22830
		外檐铺作出跳	一二跳	840				前后椽檐搏距	17080
			三四跳	800		大木架总高		20030	
			总出跳	1640		十一面观音像高	通面阔	19150	
		总体数据	通面阔	20040			通进深	13198	
			通进深	14090			两山椽檐搏距	22830	
			两山椽檐搏距	23320			前后椽檐搏距	17080	
			前后椽檐搏距	17370	山门		材高	单材高	240
			平坐	材高		槲高		120	
	足材高	360							
	铺作层高					1650			
	铺作层高(含普拍枋与楼板)			1650		外檐铺作出跳		870	
	外檐铺作出跳			1130		举高		2580	
	上屋	材高	单材高	260	椽架平长(最大值:脊搏与平搏间)		2415		
			槲高	125	总体数据	通面阔	16180		
			足材高	385		通进深	8560		
		铺作层高		2175		两山椽檐搏距	17920		
		举高		4780		前后椽檐搏距	10300		
		外檐铺作出跳	一二跳	850		大木架总高	8570		
			三四跳	990	鸱吻高		1340		
			总出跳	1840					

2. 营造尺推算、材等分析及相关佐证

独乐寺观音阁与山门同年建成，使用的营造尺应当相同，可统一推算。而按照前文所述平面柱网中情况A，以观音阁下屋为主，将上屋梢间和进深次间以外的平面柱网和平柱高数据，代入前文所述标准差公式，得出假想营造尺的变化如[图四]。而按照情况B，以观音阁上屋为主，将下屋梢间和进深次间以外的平面柱网和平柱高数据，代入前文所述标准差公式中，结果如[图五]。

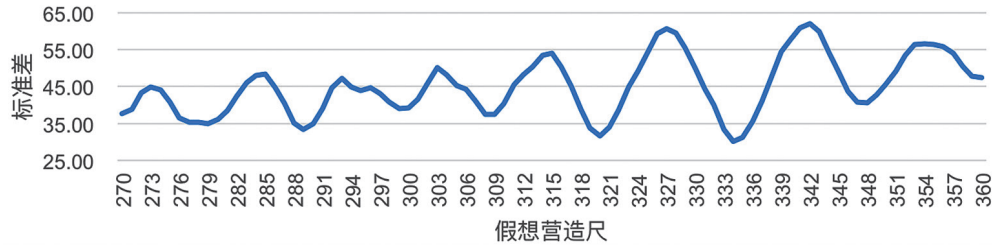
两种情况下的曲线变化规律基本和本文第二部分所述情况相同。按照情况A，如[图四]，最低波谷处的营造尺为334毫米/尺，标准差30.12毫米；其次320毫米/尺，标准差31.55毫米。按照情况B，如[图五]，最低波谷处营造尺为309毫米/尺，标准差32.3毫米。两曲线其余波谷处的假想营造尺下的

标准差均较大。三种营造尺下平面柱网与平柱高数据对应的尺值及其取整如[表五]。

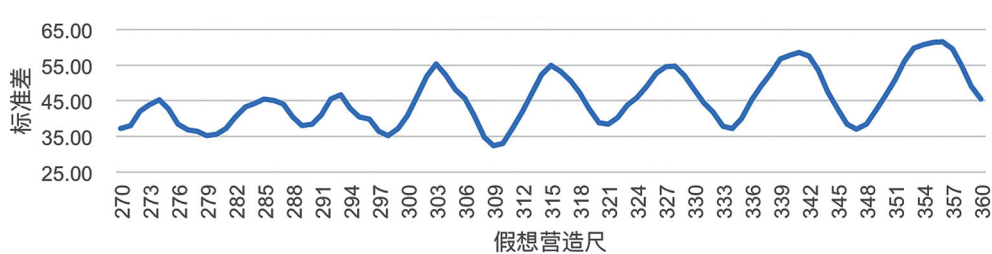
[表五] 独乐寺观音阁与山门假想营造尺推算结果

实测值毫米				情况A（以下屋为准）				情况B（以上屋为准）	
				320 毫米/尺		334 毫米/尺		309毫米/尺	
				尺值	取整	尺值	取整	尺值	取整
观音阁	下屋	明间	4665	14.58	14.5	13.97	14	15.10	15
		次间	4320	13.50	13.5	12.93	13	13.98	14
			4325	13.52	13.5	12.95	13	14.00	14
		梢间	3350	10.47	10.5	10.03	10		
			3340	10.44	10.5	10.00	10		
		进深明间	3690	11.53	11.5	11.05	11	11.94	12
			3710	11.59	11.5	11.11	11	12.01	12
		进深次间	3350	10.47	10.5	10.03	10		
			3340	10.44	10.5	10.00	10		
		平柱高	4010	12.53	12.5	12.01	12	12.98	13
			4025	12.58	12.5	12.05	12	13.03	13
			4020	12.56	12.5	12.04	12	13.01	13
			4015	12.55	12.5	12.02	12	12.99	13
	平坐	平柱高	2500	7.81	8	7.49	7.5	8.09	8
			2520	7.88	8	7.54	7.5	8.16	8
			2470	7.72	7.5	7.40	7.5	7.99	8
			2530	7.91	8	7.57	7.5	8.19	8
	上屋	明间	4460	13.94	14	13.35	13.5	14.43	14.5
			4520	14.13	14	13.53	13.5	14.63	14.5
		次间	4360	13.63	13.5	13.05	13	14.11	14
			4325	13.52	13.5	12.95	13	14.00	14
			4320	13.50	13.5	12.93	13	13.98	14
			4370	13.66	13.5	13.08	13	14.14	14

[图四] 独乐寺观音阁与山门假想营造尺计算（单位：毫米）



[图五] 独乐寺观音阁与山门假想营造尺计算（单位：毫米）



(续表五)

实测值毫米				情况A (以下屋为准)				情况B (以上屋为准)	
				320 毫米/尺		334 毫米/尺		309毫米/尺	
				尺值	取整	尺值	取整	尺值	取整
		梢间	2940					9.51	9.5
			2950					9.55	9.5
		进深明间	3650	11.41	11.5	10.93	11	11.81	12
			3630	11.34	11.5	10.87	11	11.75	11.5
		进深次间	2940					9.51	9.5
			2950					9.55	9.5
		平柱高	2735	8.55	8.5	8.19	8	8.85	9
			2730	8.53	8.5	8.17	8	8.83	9
山门		明间	6060	18.94	19	18.14	18	19.61	19.5
		次间	5060	15.81	16	15.15	15	16.38	16.5
		进深一间	4280	13.38	13.5	12.81	13	13.85	14
		平柱高	4340	13.56	13.5	12.99	13	14.05	14

从[表五]可以看出，以下屋为准，营造尺为320毫米/尺时，开间进深及平柱高多为半尺，尤其是在以下屋为准的情况下，下屋开间进深均为半尺，不符合常理；而334毫米/尺时，除了缩进半尺的上屋明间与平坐层平柱高外，均为整尺，符合整尺法设计简便的一般规律。而以上屋为准，营造尺为309毫米/尺时，整尺数据仅占一半，且作为基准的上屋明间以及山门开间等均为半尺，设计不甚简洁。因此，营造尺为334毫米/尺可能性最大。

根据[表四]，观音阁下屋、上屋足材高均为385毫米，单材高不等；足材与单材高的比值均大于法式规定的1.4，其中上屋斗拱达到1.48，接近3:2。观音阁平坐足材高350毫米，山门足材高360毫米，足材高：单材高分别为1.49、1.5，约等于3:2。因足材高实际决定斗拱每跳高度，所以以足材高为准的可能性更大。按法式规定足材高21分°，则观音阁上屋、下屋分值18.33毫米/分°，材广274.95毫米；观音阁平坐16.67毫米/分°，材广250毫米；山门17.14毫米/分°，材广257.14毫米。推算值与最接近的法式规定材等差异如[表六]。

[表六] 独乐寺观音阁与山门斗拱材广推算

位置	分值（毫米）	材广		接近法式规定 材广（寸）	差值	
		毫米	寸		毫米	百分比
观音阁上屋、下屋	18.33	274.95	8.23	8.25	0.6	0.22%
观音阁平坐	16.67	250	7.49	7.5	0.5	0.2%
山门	17.14	257.14	7.7	7.5	6.64	2.58%

从[表六]可以看出，在334毫米/尺下，观音阁上屋、下屋接近法式规定的二等材，平坐接近三等材，差值均仅在0.2%左右；山门材高则为7.7寸，略大于法式规定的三等材，差值达到2.58%^①。山门斗

① 在309毫米/尺下，观音阁上屋、下屋材高接近一等材，平坐、山门接近二等材，差值约在1%—2%，平均差值3.43毫米，高于334毫米/尺下三种材高与法式规定的平均差值为2.58毫米。此亦佐证334毫米/尺较309毫米/尺可能性更大。

拱可能为介于二、三等材料间的新材等，考虑到法式规定材广均为0.3寸倍数，以与材厚成3:2比例，将山门材广7.7寸调整为7.8寸似更为合理，则分值为0.52寸/分°即17.37毫米/分°。

十一面观音像和山门鸱吻亦可作为营造尺验算依据。观音像总高16.03米，造像高14.87米，按334毫米/尺，分别为47.99尺、44.52尺，接近48尺、44.5尺，差值仅为2毫米、0.01%和7毫米、0.05%^①。48为佛教吉数，如净土宗阿弥陀佛四十八愿之说。山门鸱吻高1.34米，按334毫米/尺，为4.01尺，接近4尺，差值仅为4毫米、0.3%^②。法式造鸱吻之制“殿挟屋，高四尺至四尺五寸^③”，山门鸱吻即为“殿挟屋”水平。

因此推断独乐寺两辽构采用334毫米/尺的营造尺。观音阁上屋、下屋斗拱为18.33毫米/分°，材广符合法式二等材8.25寸；平坐斗拱16.67毫米/分°，材广符合法式三等材7.5寸；山门斗拱17.37毫米/分°，材广合7.8寸，介于二、三等材料之间。

3. 观音阁尺度设计分析

在334毫米/尺，上屋·下屋二等材18.33毫米/分°(0.55寸/分°)、平坐三等材16.67毫米/分°(0.5寸/分°)的假设下，试从开间、进深、高度三个方向分析观音阁尺度规律。

开间方向：下屋明间、次间、梢间分别为14、13、10尺，通面阔60尺；外檐斗拱出跳长度90分°、约5尺^④；合计两山檐檐椽间距70尺。上屋明间、次间分别为13.5、13尺；梢间较下屋梢间平均缩进400毫米折合 $21.8 \div 22 \text{分}^\circ = 12.1 \text{寸} \approx 1.2 \text{尺}$ ，则上屋梢间间广 $10 - 1.2 = 8.8 \text{尺}$ ，通面阔 $57.1 \approx 57 \text{尺}$ ；上屋外檐斗拱出跳长度100分°、5.5尺^⑤；合计两山檐檐椽间距68尺。下屋、上屋檐檐椽间距均接近70尺。

进深方向：下屋进深明间、次间分别为11、10尺，通面阔42尺，外檐斗拱出跳90分°、5尺，前后檐檐椽间距合计52尺。上屋进深明间11尺，次间同开间梢间一样较下屋缩进22分°^⑥、1.2尺，为8.8尺，通面阔 $39.6 \approx 39.5 \text{尺}$ ，外檐斗拱出跳100分°、5.5尺，前后檐檐椽距合计约50.5尺。上屋、下屋前后檐檐椽距均在50尺余，而下屋斗拱出跳5尺，约为1/10，上屋斗拱出跳增加0.5尺。

高度方向：下屋平柱高12尺，铺作层高110分°约6尺^⑦，层高合计约 $12 + 6 = 18 \text{尺}$ 。平坐层平柱高7.5

① 按309毫米/尺，观音像总高与造像高分别为51.88尺、47.83尺，接近52尺、48尺，差值分别为38毫米、0.23%和38毫米、0.25%，在形变小的泥塑上已属较大差值。此亦佐证334毫米/尺较309毫米/尺可能性更大。

② 而按309毫米/尺，为4.34尺，非整尺半尺之数。

③ 前揭梁思成《梁思成全集·第七卷》，第259页。

④ 外檐斗拱出跳=一二跳46分°(840毫米)+三四跳44分°(800毫米)=90分°=49.5寸≈5尺。

⑤ 外檐斗拱出跳=一二跳46分°(850毫米)+三四跳54分°(990毫米)=100分°=5.5尺。

⑥ 上屋进深较下屋缩进22分°，而下屋外檐斗拱里转一二跳长840毫米折合46分°，即进深方向上屋角柱柱头约略对应下屋外檐斗拱里转一二跳正中。

⑦ 下屋铺作层高(至耍头上皮即平坐层楼板)=栌斗平轂高11分°(200毫米)+四跳高84分°(21×4)+耍头高15分°(270毫米)=110分°=60.5寸≈6尺。

尺，铺作层高约100分°、5尺^①，层高合计约7.5+5=12.5尺。上屋平柱高8尺，铺作层高118分°约6.5尺^②，平柱+铺作层合计高约8+6.5=14.5尺。举高4780÷334=14.31≈14.5尺，考虑到屋架常因歪闪、构件相压造成高度减小，也可能为15尺。大木架总高18+12.5+14.5+14.5~15=59.5~60尺，接近60尺。

以上各推算值与实测值差异如[表七]。

[表七] 独乐寺观音阁控制尺寸推算值与实测值对比

实测值毫米				推测值与差值		推测值		差值	
						尺	毫米	毫米	百分比
下屋	足材高		385	1.155	385.77	0.77	0.20%		
	铺作层高(至耍头上皮)		2010	6	2004	6	0.30%		
	外檐铺作总出跳		1640	5	1670	30	1.83%		
	总体数据	通面阔	20040	60	20040	0	0.00%		
		通进深	14090	42	14028	62	0.44%		
		两山檩檐搏距	23320	70	23380	60	0.26%		
		前后檩檐搏距	17370	52	17368	2	0.01%		
平坐	足材高		350	1.05	350.7	0.7	0.20%		
	铺作层高(含普拍枋与楼板)		1650	5	1670	20	1.21%		
上屋	足材高		385	1.155	385.77	0.77	0.20%		
	铺作层高		2175	6.5	2171	4	0.18%		
	举高		4780	15	5010	230	4.81%		
	外檐铺作总出跳		1840	5.5	1837	3	0.16%		
	总体数据	通面阔	19150	57	19038	112	0.58%		
		通进深	13198	39.5	13193	5	0.04%		
		两山檩檐搏距	22830	68	22712	118	0.52%		
		前后檩檐搏距	17080	50.5	16867	213	1.25%		
大木架总高			20030	60	20040	10	0.05%		
十一面观音像高		造像	14870	44.5	14863	7	0.05%		
总高		16030	48	16032	2	0.01%			

从[表七]可以看出，除举高推测值可能因为构件歪闪、相压造成而与实测值差达到4.81%外，其余各推测值与实测值差值均在2%以下，多数在1%甚至0.5%以下。这反映了334毫米/尺下、整尺法推测观音阁大木尺度设计的合理性。推算结果如[图六，图七]。

4. 山门尺度设计分析

在334毫米/尺，山门斗栱分值17.37毫米/分°(0.52寸/分°)，材广合7.8寸，介于二、三等材之间的假设下，本文试从开间、进深、高度三个方向分析山门尺度规律。

开间方向：明间18尺，次间15尺，通面阔48尺；斗栱出跳长度50分°(870毫米、2.6尺；两山檩檐榑

①> 平坐层铺作层高=普拍枋高10分°(170毫米)+栌斗平欹高11分°(180毫米)+三跳高63分°(21×3)+铺板枋高14分°(235毫米)=98分°，加楼板高共计约100分°=5尺。

②> 上屋铺作层高=栌斗平欹高11分°(210毫米)+四跳高63分°(两下昂高为一跳，合计实为三跳)+耍头足材高21分°+替木与檩檐榑高23分°(425毫米)=118分°=6.49≈6.5尺。

距合计53.2尺)。

进深方向：每间13尺，通进深26尺；斗拱出跳2.6尺；合计前后檐檐搏距31.2尺。斗拱出跳长度为通进深的1/10。最大椽架平长(脊搏与平搏间)7.25尺，小于法式规定的7.5尺上限^①。

高度方向：平柱高13尺；铺作层高96分^②，约5尺^③；举高2580毫米，折合7.72≈8尺，为前后檐檐搏距31.2尺四分取一分7.8尺的取整(亦有可能即为7.8尺)；合计大木架总高13+5+8=26尺。大木架总高与通进深相同，可视为“方架”；平柱高=铺作层高+屋架高，亦可视为“中分架”^③。

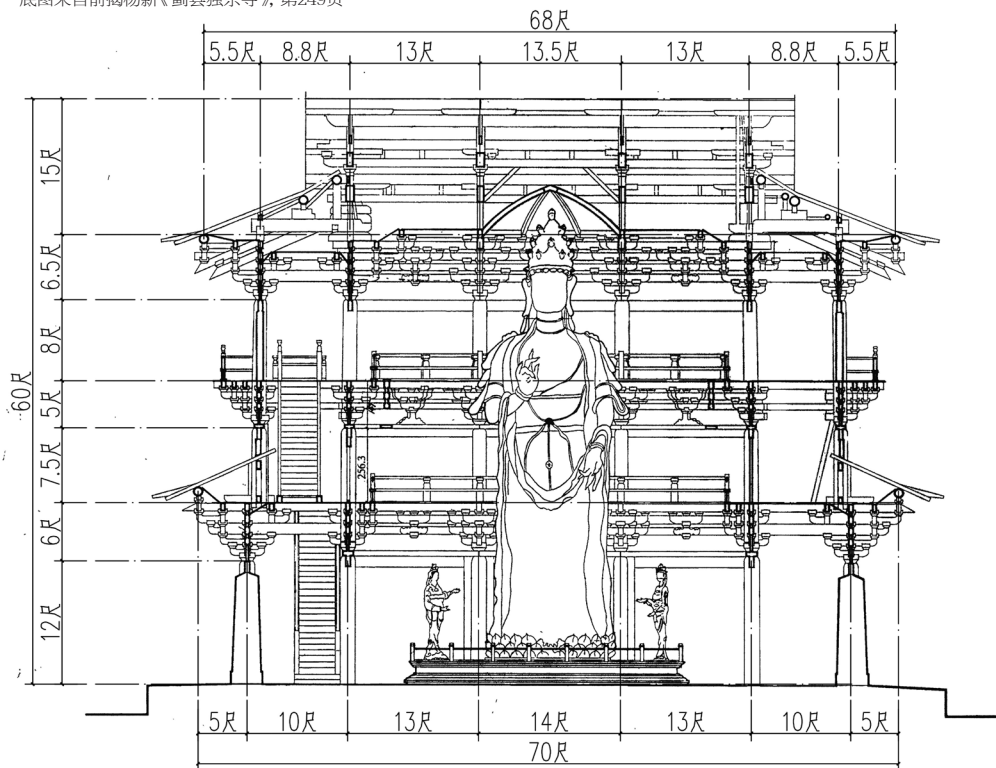
以上各推算值与实测值差异如[表八]。

① 前揭梁思成《梁思成全集·第七卷》，第155页。

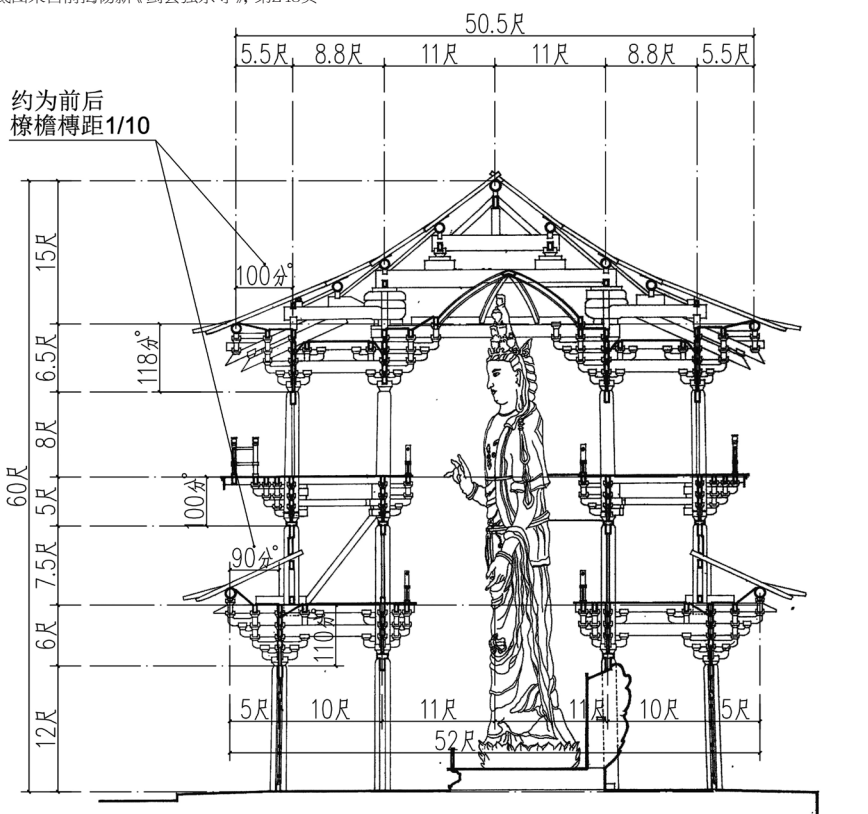
② 山门铺作层高=栌斗平敬高11分(190毫米)+两跳高42分+耍头足材高21分+替木与檐檐搏高22分(380毫米)=96分=49.92寸≈5尺。

③ 徐怡涛《唐代木构建筑材份制度初探》，《建筑史》2003年第1期，第59—64页。

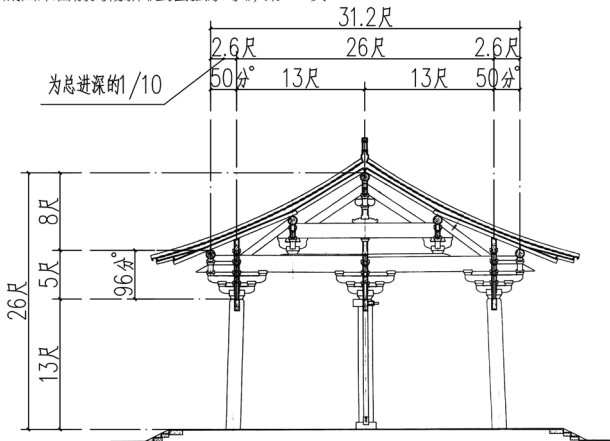
〔图六〕独乐寺观音阁理想纵剖面图
底图采自前揭杨新《蓟县独乐寺》，第249页



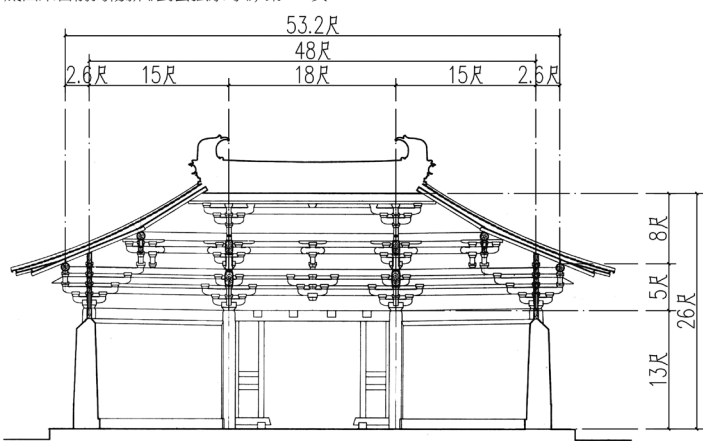
〔图七〕独乐寺观音阁理想横剖面图
底图采自前揭杨新《蓟县独乐寺》，第248页



〔图八〕独乐寺山门理想横剖面图
底图采自前掲杨新《蓟县独乐寺》，第241页



〔图九〕独乐寺山门理想纵剖面图
底图采自前掲杨新《蓟县独乐寺》，第242页



〔表八〕独乐寺山门控制尺寸推算值与实测值对比

实测值毫米		推测值与差值		推测值		差值	
				尺	毫米	毫米	百分比
足材高		360		1.092	364.73	4.73	1.31%
铺作层高		1650		5	1670	20	1.21%
外檐铺作出跳		870		2.6	868.4	1.6	0.18%
举高		2580		8	2672	92	3.57%
椽架平长(最大值: 脊榑与平榑间)		2415		7.25	2421.5	6.5	0.27%
总体数据	通面阔	16180		48	16032	148	0.91%
	通进深	8560		26	8684	124	1.45%
	两山椽檐榑距	17920		53.2	17768.8	151.2	0.84%
	前后椽檐榑距	10300		31.2	10420.8	120.8	1.17%
	大木架总高	8570		26	8684	114	1.33%
鸱吻高		1340		4	1336	4	0.30%

从〔表八〕可以看出，除举高推测值可能因为构件歪闪、相压造成而与实测值差达到3.57%外，其余各推测值与实测值差值均在1.5%以下。这反映了以334毫米/尺、整尺法推测山门大木尺度设计的合理性。推算结果如〔图八，图九〕。

四 义县奉国寺大雄宝殿

奉国寺位于辽宁省锦州市义县，寺内大雄宝殿是罕见的面阔九间、庀殿顶殿阁造的大型辽代木构，1961年被列为第一批全国重点文物保护单位。大殿建造年代，一般认为是1020年(辽开泰九年)，但自

20世纪80年代修缮工程中发现柱底所置铜钱，年代最晚者为1033年始造的北宋明道元宝，据此推测为1033年(辽重熙二年)^①。殿内还有辽代七佛等珍贵文物。其勘测成果主要有：1988年国家文物局主持的奉国寺维修工程，勘测成果及修缮报告公布于杨烈主编《义县奉国寺》(以下简称1988年成果)^②；2006至2008年中国文化遗产研究院、天津大学建筑学院、辽宁义县文物保管所等单位合作对奉国寺进行了勘测研究，成果发布于建筑文化考察组撰《义县奉国寺》(以下简称2008年成果)^③。本文即基于这两次成果进行研究。

1. 数据整理

1988年成果反映了奉国寺维修前情况，且有落架后勘测的构件分件图纸，柱高也分别进行了测量，价值较高。但平面柱网尺寸测绘精度稍低，仅达厘米级，且有人为统一数据情况^④。2008年成果虽是反映维修后情况，但平面柱网尺寸精度较高。因此本文选取2008年成果的平面柱网数据，而细部采信1988年成果^⑤，不确定部分则同时列出。如[表九，表十]。

[表九] 奉国寺大雄宝殿平面柱网与平柱高数据 (单位: 毫米)

位置		数据	位置		数据
开间	西尽间	4985	进深	北梢间	4985
	西梢间	4965		北次间	4965
	西又次间	5300		明间	4985
	西次间	5800		南次间	4945
	明间	5805		南梢间	4985
	东次间	5800	平柱高	前檐西侧平柱	6010
	东又次间	5300		前檐东侧平柱	6000
	东梢间	4965		后檐西侧平柱	5960
	东尽间	4985		后檐东侧平柱	5940

① 刘剑、丁珪、张峻峻《奉国寺大殿柱下铜钱与寺院的创建史》，《中国文化遗产》2020年第5期，第104—108页。

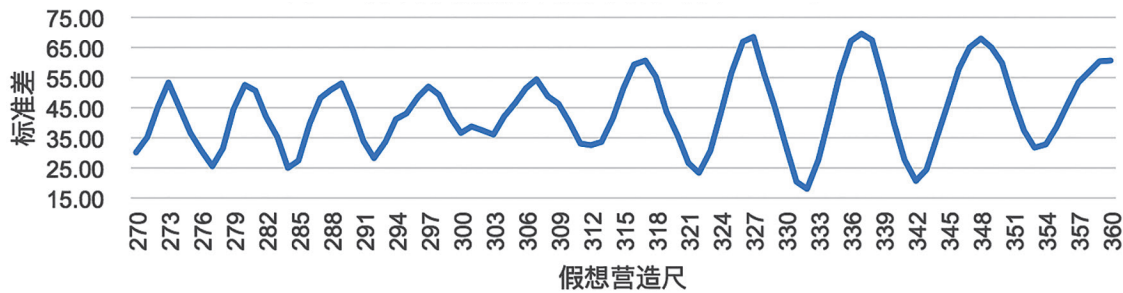
② 杨烈《义县奉国寺》，文物出版社，2011年。

③ 建筑文化考察组《义县奉国寺》，天津大学出版社，2008年。

④ 现状勘察报告中无开间进深的详细尺寸，维修工程竣工技术报告中提到维修后统一的平面柱网尺寸，而实测图中所示尺寸亦为统一后尺寸。前揭杨烈《义县奉国寺》，第165、223—235页。

⑤ 其中材高数据，1988年成果的现状勘查报告认为单材高278—285毫米，槲高130—135毫米，分别定为280毫米、130毫米，则足材高410毫米，但在局部落架勘测报告所列构件数据中，足材构件高为420毫米(同上，第69、108—110页)。2008年成果实测图中斗拱材高标为单材280毫米，足材420毫米，与1988年成果构件分件勘测表结果一致(前揭建筑文化考察组《义县奉国寺》，第115页)。综合两书，足材高420毫米更为可信，因此采用此说。

[图十] 奉国寺大殿假想营造尺计算 (单位: 毫米)



[表十] 奉国寺大雄宝殿其他控制数据 (单位: 毫米)

位置		数据	位置		数据
材高	单材高	280	椽架平长(平均值)		2486.5
	槲高	140	大木架 总体数据	总高	15730
	足材高	420		通面阔	47905
铺作层高	普拍枋高	200		两山椽檐搏距	51660/51805
	斗拱高	1920		通进深	24865
	椽檐搏高	400		前后椽檐搏距	28720/28765
	铺作层总高	2520/2708	大佛像高 (毗婆尸佛)	佛坛高	870
举高(椽檐搏上皮至脊搏上皮)		7280		佛座高 (须弥座+仰莲座)	2140
外檐铺作出跳	一二跳	980		造像高	6620
	三四跳	930		总高	9630
	总出跳	1910			

奉国寺大殿辽式鸱吻为1988年维修时安装(原为清式吻兽)^{〔1〕}, 七佛像背光与佛像风格不一, 推测非辽代原物^{〔2〕}, 台基亦非辽代原状^{〔3〕}, 均不能作为尺度验证依据。

2. 营造尺推算、材等分析及相关佐证

首先将[表九]平面柱网及平柱高数据代入前文所述标准差公式中, 得到假想营造尺下标准差的变化如[图十]。

[图十]曲线变化与前文第二部分内容所述变化规律基本相符。曲线最低点是尺值332毫米处, 标准差为17.98毫米; 其次是342、322毫米处, 标准差分别为20.63、23.25毫米。其他波谷值较大。三种假想营造尺下平面柱网与平柱高数据对应的尺值及其取整值如[表十一]。

〔1〕 前揭杨烈《义县奉国寺》, 第85页。
〔2〕 前揭杨烈《义县奉国寺》, 第42页。
〔3〕 前揭杨烈《义县奉国寺》, 第66页。

[表十一] 奉国寺大雄宝殿假想营造尺推算结果

实测值毫米			322毫米/尺		332毫米/尺		342毫米/尺	
			尺值	取整	尺值	取整	尺值	取整
开间	西尽间	4985	15.48	15.5	15.02	15	14.58	14.5
	西梢间	4965	15.42	15.5	14.95	15	14.52	14.5
	西又次间	5300	16.46	16.5	15.96	16	15.50	15.5
	西次间	5800	18.01	18	17.47	17.5	16.96	17
	明间	5805	18.03	18	17.48	17.5	16.97	17
	东次间	5800	18.01	18	17.47	17.5	16.96	17
	东又次间	5300	16.46	16.5	15.96	16	15.50	15.5
	东梢间	4965	15.42	15.5	14.95	15	14.52	14.5
	东尽间	4985	15.48	15.5	15.02	15	14.58	14.5
进深	北梢间	4985	15.48	15.5	15.02	15	14.58	14.5
	北次间	4965	15.36	15.5	14.89	15	14.46	14.5
	明间	4985	15.48	15.5	15.02	15	14.58	14.5
	南次间	4945	15.42	15.5	14.95	15	14.52	14.5
	南梢间	4985	15.48	15.5	15.02	15	14.58	14.5
平柱高	前檐西侧	6010	18.66	18.5	18.10	18	17.57	17.5
	前檐东侧	6000	18.63	18.5	18.07	18	17.54	17.5
	后檐西侧	5960	18.51	18.5	17.95	18	17.43	17.5
	后檐东侧	5940	18.45	18.5	17.89	18	17.37	17.5

从[表十一]可以看出，332毫米/尺下开间进深、平柱高多为整尺，而322毫米/尺、342毫米/尺下多为半尺。而整尺法的出发点是便于工匠操作，应是整尺为主、半尺为辅，舍易为难多用半尺的可能性较小。加之332毫米/尺下标准差远较其他假想营造尺下标准差低，因此其可能性最大。

按2008年成果斗栱足材高420毫米，单材高280毫米，足材高:单材高=3:2，与法式规定21:15=7:5不符，因为足材高实际决定斗栱每跳高度，所以以足材高为准的可能性更大。则1分°为20毫米，单材高14分°，与前述独乐寺观音阁和山门的规律一致。材广300毫米，按332毫米/尺， $300 \div 332 = 0.904 = 9.04$ 寸，接近法式规定的材广九寸之一等材，每材广误差仅为1.2毫米、0.44%。

殿中七佛像以毗婆尸佛像居中且最高，塑像时以其为基准的可能性最大。造像高6620毫米，按332毫米/尺，折合 $19.94 \approx 20$ 尺，整2丈，误差仅在20毫米、0.3%。造像+佛坛+佛座总高9630毫米折合 $29.006 \approx 29$ 尺，2丈9尺，误差仅在2毫米、0.02%。29尺数意义不明，若存在辽代背光总高度尺数意义会更明确。

材广与法式规定的契合、毗婆尸佛造像与总高的整丈尺契合佐证了332毫米/尺的准确性。

3. 大雄宝殿尺度设计分析

在332毫米/尺，一等材、20毫米/分°(0.6寸/分°)假设下，试从开间、进深、高度方向分析：

开间方向：明间、次间17.5尺，又次间16尺，梢间、尽间15尺，通面阔144.5尺；外檐斗栱出跳96分°(1910毫米)=5.76尺，两山檁檐椽间距=通面阔+两侧斗栱出跳长= $144.5 + 5.76 \times 2 = 156.2 \approx 156$ 尺。

进深方向：各间均为15尺，通进深15×5=75尺；外檐斗拱出跳长度5.76尺；前后檐檐椽间距=通进深+两侧斗拱出跳长=75+5.76×2≈86.5尺。86.5÷5.76=15.02≈15，即外檐铺作出跳长度约为前后檐檐椽间距的1/15。草架椽架平长均值为7.5尺(2486.5毫米)，恰与法式规定的最大值相同。

高度方向：平柱高18尺；铺作层高约135分°、8尺^①；屋架举高=7280÷332=21.93≈22尺，为前后檐檐椽距1/4取整尺(86.5÷4=21.625尺)。大木架总高18+8+22=48尺。

以上各推算值与实测值差异如[表十二]。

[表十二] 奉国寺大雄宝殿控制尺寸推算值与实测值对比

实测值毫米			推测值		差值	
			尺	毫米	毫米	百分比
足材高		420	1.26	418.32	1.68	0.4%
铺作层总高		2520/2708	8	2656	136/52	5.4%/1.9%
举高(檐檐椽上皮至脊椽上皮)		7280	22	7304	24	0.33%
外檐铺作总出跳		1910	5.75	1909	1	0.05%
椽架平长(平均值)		2486.5	7.5	2490	3.5	0.14%
大木架 总体数据	总高	15730	48	15936	206	1.31%
	通面阔	47905	144.5	47974	69	0.14%
	两山檐檐椽距	51660/51805	156	51792	132/58	0.26%/0.11%
	通进深	24865	75	24900	35	0.14%
	前后檐檐椽距	28720/28765	86.5	28718	2/47	0.01%/0.16%
大佛像 (毗婆尸佛)	造像高	6620	20	6640	20	0.3%
	总高	9630	29	9628	2	0.02%

从[表十二]可以看出，除铺作层高推测值可能因为构件歪闪、相压造成而与实测值差达到5.4%外(与2008年成果测值仅差1.9%)，以及同样因铺作层差值导致的大木架总高差值达到1.31%，其余各推测值与实测值差值均在0.4%以下。这反映了以332毫米/尺、整尺法推测奉国寺大殿大木尺度的合理性。推算结果如[图十一，图十二]。

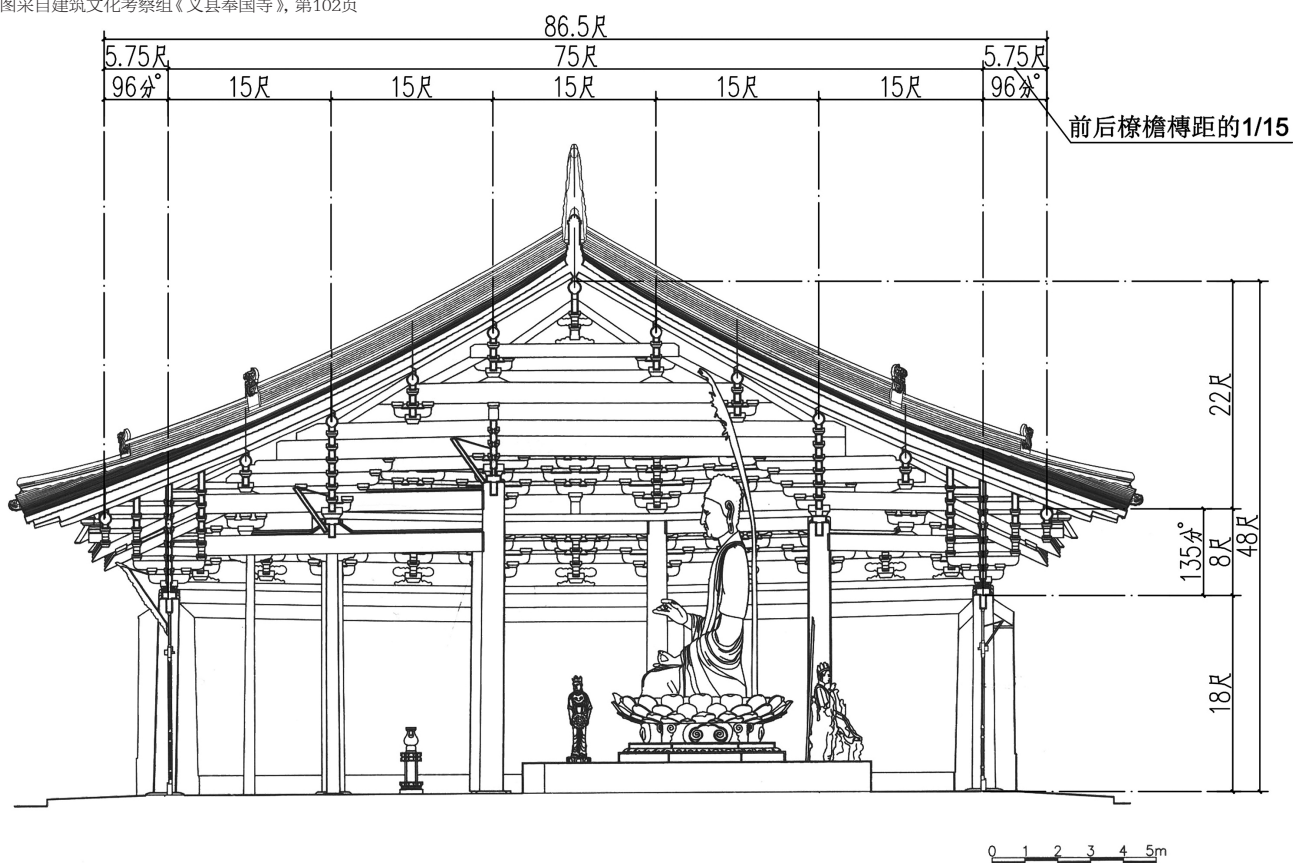
五 新城开善寺大雄宝殿

开善寺位于河北省高碑店市(原新城镇)新城镇。寺庙创始年代不明，有观点认为始建于唐代，寺内大雄宝殿是辽代建筑。1996年被列为全国重点文物保护单位。大雄宝殿建造年代，根据柱根发现的最晚“至元元宝”的宋代钱币判断，立柱年代应在1054-1055年^②。2001-2007年国家文物局组织了新城开善

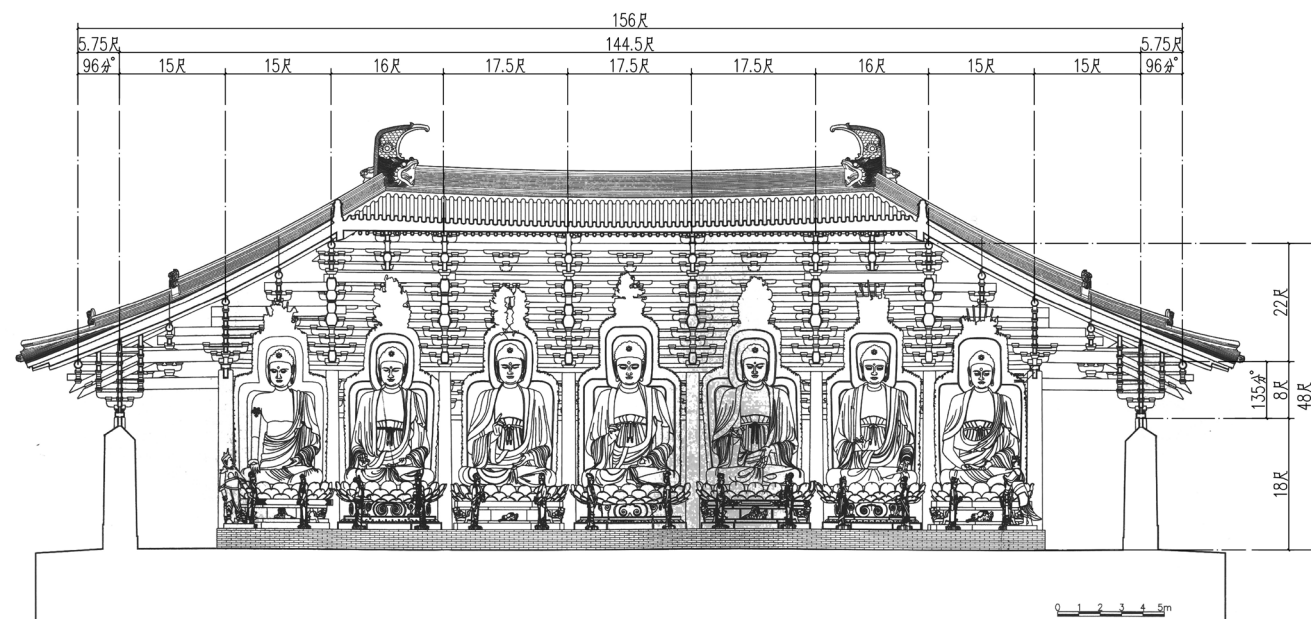
① 铺作层高=普拍枋10分°(200毫米)+栌斗平欹13分°(260毫米)+四跳高84分°(21×4)+替木约8—9分°(185毫米)+檐檐椽20分°(400毫米)≈135分°=8.1尺≈8尺。

② 前揭刘智敏《新城开善寺》，第80页。

〔图十一〕奉国寺大雄宝殿理想横剖面图
底图采自建筑文化考察组《义县奉国寺》，第102页



〔图十二〕奉国寺大雄宝殿理想纵剖面图
底图采自前掲建筑文化考察组《义县奉国寺》，第109页



寺大殿修缮工程，成果刊示于刘智敏编著的《新城开善寺》(以下简称2007年成果)^{〔1〕}。此书有大量修缮工程一手资料，数据详实，本文即以其为基础展开研究。

1. 数据整理

整理2007年成果中的平面柱网、平柱高数据，如〔表十三〕。

〔表十三〕 开善寺大雄宝殿平面柱网及平柱高数据（单位：毫米）

位置		数据	位置		数据
开间	明间	前檐	进深	西山明间	4685
		后檐		东山明间	4715
	次间	前檐西次间		西山南次间	4785
		前檐东次间		西山北次间	4765
		后檐西次间		东山南次间	4860
		后檐东次间		东山东次间	4729
	梢间	前檐西梢间	平柱高	前檐明间西	4807
		前檐东梢间		前檐明间东	4809
		后檐西梢间		后檐明间西	4783
		后檐东梢间		后檐明间东	4795

开善寺大雄宝殿其他控制数据如〔表十四〕。因大殿瓦顶经历代修缮，吻兽、套兽等已非辽代原物^{〔2〕}，亦无佛像，仅有考古清理发掘出的台基高度^{〔3〕}可做参考。同时2007年成果中外檐斗拱材高前后记述不同，本文采信大样图数据^{〔4〕}。

〔表十四〕 开善寺大雄宝殿其他控制性数据（单位：毫米）

位置		数据	位置		数据
足材高	第一跳	355	举高		4165
	第二跳	370	椽架平长(上平椽与承椽枋之间两椽架均值)		2405
	耍头	340	大木架总体数据	通面阔	25638
铺作层高	普拍枋高	175		通进深	14235
	栌斗平敲高	220		两山椽檐椽距	27340
	替木高	140		前后椽檐椽距	15990
	替木+椽檐椽高	425		总高	10843
	总高	1885	台基高度	原院落地面至台明压面石高度	1890
外檐铺作出跳	前后檐柱头铺作	858		原院落地面至檐柱底	2245
	山面柱头铺作	870			

2. 营造尺推算与材等分析

将〔表十三〕数据代入前述标准差公式中，得到假想营造尺下标准差的变化如〔图十三〕。

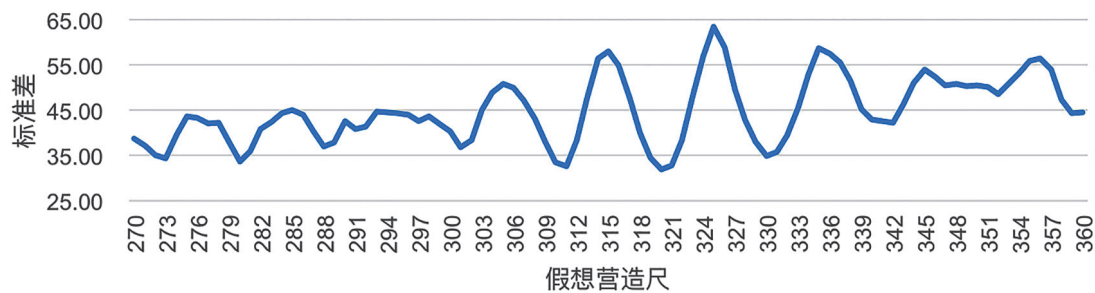
〔1〕 前揭刘智敏《新城开善寺》。

〔2〕 同上，第40—46页。

〔3〕 同上，第48—49页。

〔4〕 第三章认为两跳足材高均为365毫米，大样图为第一跳高355毫米、第二跳高370毫米，而第五章又记述二跳高于一跳，参考前后文及照片，二跳确系高于一跳，因此采信大样图数据。同上，第26、230—231、85页。

[图十三] 奉国寺大殿假想营造尺计算(单位:毫米)



[图十三]曲线变化与前文第二部分所述变化规律基本相符。波谷最低点是尺值320毫米处，标准差为31.87毫米；其次是311、330毫米处，标准差分别为32.54、34.85毫米。其他波谷值较大。三种假想营造尺下平面柱网与平柱高数据对应的尺值及其取整如[表十五]。

[表十五] 开善寺大雄宝殿假想营造尺推算结果

实测值毫米				假想营造尺		311毫米/尺		320毫米/尺		330毫米/尺	
						尺值	取整	尺值	取整	尺值	取整
开间	明间	前檐	5770	18.55	18.5	18.03	18	17.48	17.5		
		后檐	5781	18.59	18.5	18.07	18	17.52	17.5		
	次间	前檐西次间	5436	17.48	17.5	16.99	17	16.47	16.5		
		前檐东次间	5443	17.50	17.5	17.01	17	16.49	16.5		
		后檐西次间	5413	17.41	17.5	16.92	17	16.40	16.5		
		后檐东次间	5439	17.49	17.5	17.00	17	16.48	16.5		
	梢间	前檐西梢间	4471	14.38	14.5	13.97	14	13.55	13.5		
		前檐东梢间	4506	14.49	14.5	14.08	14	13.65	13.5		
		后檐西梢间	4472	14.38	14.5	13.98	14	13.55	13.5		
		后檐东梢间	4477	14.40	14.5	13.99	14	13.57	13.5		
进深	明间	西山明间	4685	15.06	15	14.64	14.5	14.20	14		
		东山明间	4715	15.16	15	14.73	14.5	14.29	14.5		
	次间	西山南次间	4785	15.39	15.5	14.95	15	14.50	14.5		
		西山北次间	4765	15.32	15.5	14.89	15	14.44	14.5		
		东山南次间	4860	15.63	15.5	15.19	15	14.73	14.5		
		东山北次间	4729	15.21	15	14.78	15	14.33	14.5		
平柱高	前檐明间西		4807	15.46	15.5	15.02	15	14.57	14.5		
	前檐明间东		4809	15.46	15.5	15.03	15	14.57	14.5		
	后檐明间西		4783	15.38	15.5	14.95	15	14.49	14.5		
	后檐明间东		4795	15.42	15.5	14.98	15	14.53	14.5		

可以看出，311毫米/尺与330毫米/尺下，平面柱网及平柱高数据多为半尺，不符合整尺法方便营建的规律，而320毫米/尺下基本全为整尺，符合规律，因此营造尺为320毫米的可能性最大。

大殿斗拱构件比例多与法式规定不符，如栌斗高宽比为585:330=1.77，与法式32:20=1.6的比例相差较大。外檐柱头铺作一二跳足材高与耍头足材高分别为355、370、340毫米，比值接近20:21:19，推测第二跳足材高21分°，第一跳20分°，耍头足材高19分°，合计60分°，则1分°为(355+370+340)÷60=17.75毫

米，材广为 $17.75 \times 15 = 266.25$ 毫米， $266.25 \text{毫米} \div 320 \text{毫米/尺} = 0.832 \text{尺} = 8.32 \text{寸}$ ，接近法式规定二等材广8.25寸，差值仅为2.25毫米、0.84%。因此不妨设开善寺大殿材等为法式二等材，份值0.55寸/分°、17.6毫米/分°。

考古发掘原院落地面至台明压面石高度1890毫米，距檐柱底2245毫米， $1890 \div 320 \text{毫米} = 5.906 \text{尺} \approx 5 \text{尺} 9 \text{寸}$ ， $2245 \div 320 \text{毫米} = 7.016 \approx 7 \text{尺}$ ，差值仅为2毫米、0.11%和5毫米、0.22%，可作为佐证。

3. 大雄宝殿尺度设计分析

在320毫米/尺，二等材17.6毫米/分°(0.55寸/分°)假设下，试从开间、进深、高度三个方向分析。

开间方向：明间18尺，次间17尺，梢间14尺，通面阔80尺，整8丈。外檐斗拱出跳858-870毫米、48.75-49.43分°，按320毫米/尺合2.68-2.72尺，推测理想出跳长度为50分°、2.75尺，则两山椽檐搏距 $= 80 + 2.75 \times 2 = 85.5 \text{尺}$ 。

进深方向：明间14.5尺，次间15尺，通进深44.5尺；斗拱出跳50分°、2.75尺；前后椽檐搏距 $= 44.5 + 2.75 \times 2 = 50 \text{尺}$ ，整5丈。

高度方向：平柱高15尺；铺作层高1885毫米、106.5分°、约6尺^①；举高4165毫米折合13.02 $\approx$ 13尺，为前后椽檐搏距1/4(12.5尺)取整。大木架总高 $15 + 6 + 13 = 34 \text{尺}$ 。

以上各推算值与实测值差异如[表十六]。

[表十六] 开善寺大雄宝殿控制尺寸推算值与实测值对比

实测值毫米			推测值与差值		推测值		差值	
					尺	毫米	毫米	百分比
足材高	第一跳	355	1.1	352	3	0.85%		
	第二跳	370	1.155	369.6	0.4	0.11%		
	耍头	340	1.045	334.4	5.6	1.65%		
铺作层总高		1885	6	1920	35	1.86%		
举高		4165	13	4160	5	0.12%		
外檐铺作出跳	前后檐柱头铺作	858	2.7	864	6	0.70%		
	山面柱头铺作	870	2.7	864	6	0.69%		
椽架平长(上平栳与承椽枋之间两椽架均值)		2405	7.5	2400	5	0.21%		
大木架总体数据	通面阔	25638	80	25600	38	0.15%		
	通进深	14235	44.5	14240	5	0.04%		
	两山檩檐栳距	27340	85.5	27360	20	0.07%		
	前后檩檐栳距	15990	50	16000	10	0.06%		
	总高	10843	34	10880	37	0.34%		
台基高度	原院落地面至台明压面石高度	1890	5.9	1888	2	0.11%		
	原院落地面至檐柱底	2245	7	2240	5	0.22%		

从[表十六]中看出，除铺作层高推测值可能因为构件歪闪、相压造成而与实测值差达到1.86%，以及耍头足材高可能因加工问题差值1.65%外，其余推测值与实测值差值均在1%甚至0.5%以下。这反映了

① 铺作层高=普拍枋10分°(175毫米)+栌斗平杪高12.5分°(220毫米)+两跳高与耍头足材高60分°+替木高8分°(140毫米)+椽檐搏高16分°(285毫米)=106.5分°， $106.5 \times 0.55 = 58.575 \text{寸} \approx 6 \text{尺}$ 。

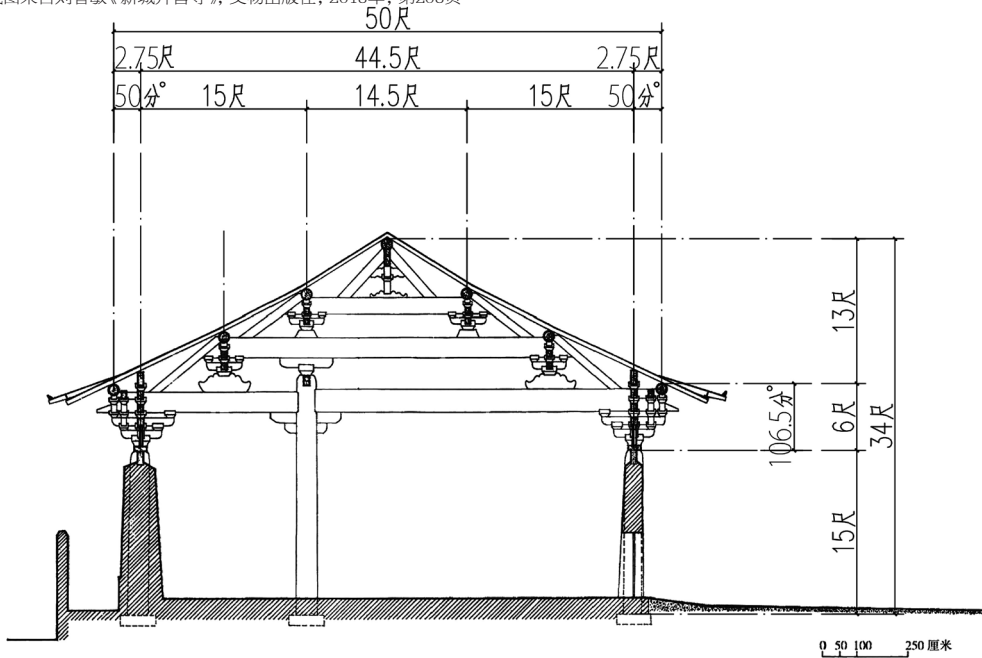
以320毫米/尺、整尺法推算开善寺大殿大木尺度的合理性。推算结果如〔图十四，图十五〕。

六 结论

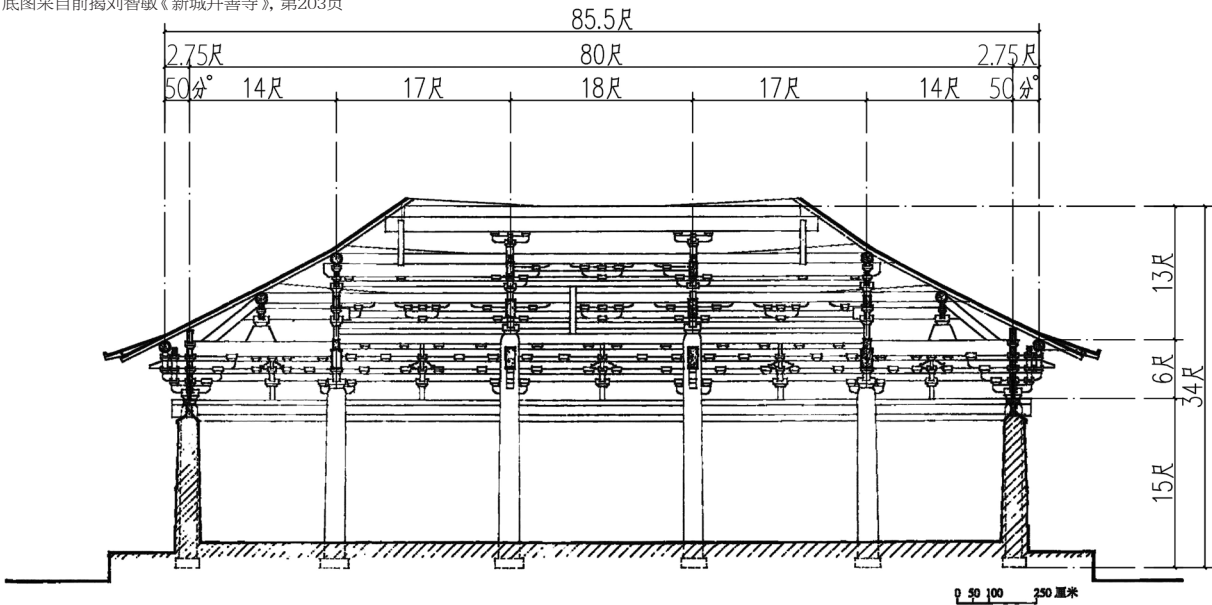
1. 辽代营造尺长的讨论

本文在整尺法前提下，对平面柱网和平柱高等控制性数据进行假想营造尺下的标准差计算，并参考塑像、瓦作

〔图十四〕开善寺大殿理想横剖面图
底图采自刘智敏《新城开善寺》，文物出版社，2013年，第203页



〔图十五〕开善寺大殿理想纵剖面图
底图采自前揭刘智敏《新城开善寺》，第203页



等进行验算，得出三处四座辽代木构建筑可能的营造尺长，分别为独乐寺观音阁、山门334毫米/尺，奉国寺大雄宝殿332毫米/尺，开善寺大雄宝殿320毫米/尺。三种尺长推算结果均大于多数学者认为的辽构所沿用的唐尺或宋尺长度，尤其是前二者数值相近且较长，恐非偶然。

唐宋虽有全国推行的官尺，但亦有地方流行用尺，其中山东诸州有自东魏北齐沿用至唐代的相当于官尺或黍尺一尺二寸的“大尺”，这种尺的具体长度虽然尚未确定，但较通行官尺为长是毋庸置疑的。三

处辽构所处的幽燕之地，自汉末三国便胡汉杂处，其后历经十六国、南北朝、安史之乱、藩镇割据、辽朝割占，长期与中原腹地隔绝、相对独立，可能度量衡也保持了独立制度。独乐寺、奉国寺辽构所用332—334毫米营造尺，显著长于唐尺、宋尺，很可能就是幽燕地区保留的、沿自北朝的山东“大尺”。徐怡涛曾将辽代建筑和通过出土瓦当、筒瓦推断出的唐代材分制度，以及营造法式记载的宋代材分制度相比较，发现大部分辽构与唐制、宋制皆有所区别，认为可能是尺度或制度的变化导致^①，与本文推论可相互印证。

开善寺大殿营造尺较独乐寺、奉国寺为短，则有可能受宋地影响。在三座寺院中开善寺年代最晚、位置最南，所在的涿州邻接宋境，受其影响不可避免。宋尺出土实物也不乏有320毫米左右，如河南巩县北宋晚期墓出土的铁尺长320毫米，同时出土的还有嘉祐四年(1059)钱币^②，与开善寺大殿立柱年代1054—1055年十分接近。因此有可能开善寺营造用尺与邻近宋地用尺相同。

若辽代“大尺”为332—334毫米/尺，则较唐尺平均(按300毫米/尺)多出10%，较宋尺平均(按313毫米/尺)也多出6%。营造尺愈长，相近尺数设计下建筑体量愈大。辽代建筑之宏伟壮丽，用材广大，除了贵族财势雄厚、崇信佛教等因素外，营造尺本身较长可能也是原因之一。而木构建筑由于木材结构性能、礼制等级等因素，规模有一定上限，营造法式中也有相关规定，如椽架平长7.5尺之上限^③；又如材等最大者一等材广9寸，厚6寸。以往研究按照唐尺或宋尺推算辽代建筑尺度设计，常常得出椽架平长超过7.5尺、材等大于一等材的结果，但本文所研究的四座辽构按“大尺”计算，椽架平长、材等大小并未超过法式规定^④。纵观现存辽代建筑，包括体量巨大如大同善化寺大殿，如按“大尺”计算，材等、椽架平长等可能均未超过法式规定^⑤。

综上，辽代幽燕之地可能存在一种有别于中原地区的“大尺”制度，营造尺长在332—334毫米左右，这种尺长可能沿自北朝山东诸州的“大尺”。同时这一地区尤其是邻接宋朝的部分亦可能受宋朝影响，采用了如320毫米/尺的宋尺。辽尺长于唐尺、宋尺，可能是辽代建筑普遍规模偏大的原因之一，但仍基本遵守营造法式对于材等、椽架平长等的上限规定，可能这些规定作为木材结构特性或礼制等级的总结已流传甚广。

2. 整尺法下辽代建筑的尺度规律

本文在整尺法前提下，使用推算得出的营造尺长探究辽代建筑的尺度规律，若推算成立，总结独乐

① 前揭徐怡涛《唐代木构建筑材份制度初探》，第59—64页。

② 前揭郭正忠《三至十四世纪中国的权衡度量》，第237页。

③ “用椽之制：椽每架平不过六尺。若殿阁，或加五寸至一尺五寸。”前揭梁思成《梁思成全集·第七卷》，第155页。

④ 独乐寺山门最大椽架平长约7.25尺，奉国寺大殿草架椽架平长均值7.5尺，开善寺大殿最大椽架平长7.5尺；独乐寺观音阁上屋下屋、开善寺大殿为二等材，奉国寺大殿为一等材，均未超过法式规定。

⑤ 善化寺大殿椽架平长2250—2540毫米，如按“大尺”计算，均值约为7.2尺；材广260毫米，可能相当于法式三等材。数据采自前揭陈明达《营造法式大木作研究》，第160、167页。

寺、奉国寺、开善寺辽构的尺度规律，有以下特征：

第一，开间进深、平柱高、铺作层高、举架高等多按整尺或半尺设计，满足“整尺法”，而通面阔与通进深(或含斗拱出跳，即檐檐榑间距)、大木架总高等大木作总体数据，常采用整十整五尺控制，可视为“整丈法”¹⁾；

第二，举高尺数常采用前后檐檐榑距四分取一分取整²⁾，可能是为了营造计算方便；

第三，外檐斗拱出跳长度及铺作层高度多用整百整十或整五分³⁾。在百、十、五倍数下，考虑到法式规定分°值常常是0.05寸倍数，因此极易凑成整尺半尺之数。若采用其他分值，也常能凑成整尺半尺之数，即斗拱高度或出跳长度亦为整尺半尺；

第四，外檐斗拱出跳长度与通进深或前后檐檐榑距成比例关系⁴⁾，与《木经》中“凡梁长几何，则配极几何，以为榱等”⁵⁾的建筑比例控制思想相符；

第五，斗拱细部尺寸调整灵活，与法式规定有别。如足材高与单材高比值接近1.5(3:2)⁶⁾，与法式规定的1.4不同，可能在枋材加工时三分取二分更方便制作。栌斗平鼓高也多不为12分°，部分接近11分°或13分°⁷⁾，可能是为了使铺作层高凑足整十整百分值或整尺的灵活做法。

从以上几点来看，辽代建筑的尺度设计呈现宏观尺度设计规整，采用整尺法甚至整丈法来控制开间进深等总体尺度，而在细部上如斗拱构件比例等灵活调整、方便施工，抓大放小，规整有度，体现了古代工匠精妙的设计思想和高超的营造技艺。

[作者单位：王一臻，东京大学工学系研究科建筑史研究室(博士生)；

徐怡涛，北京大学考古文博学院]

(责任编辑：宋仁桃)

〈1〉 观音阁两山檐檐榑距、前后檐檐榑距、大木架总高分别约等于70尺(下屋70尺、上屋68尺)、50尺(下屋52尺、上屋50.5尺)、60尺，奉国寺大雄宝殿通进深75尺，开善寺大雄宝殿通面阔80尺，前后檐檐榑距50尺。

〈2〉 独乐寺山门、奉国寺大殿、开善寺大殿均是如此。

〈3〉 独乐寺观音阁下屋斗拱出跳90分°、铺作层高110分°、平坐铺作层高100分°、上屋斗拱出跳100分°，山门斗拱出跳50分°，奉国寺大殿铺作层高135分°，开善寺大殿斗拱出跳50分°。

〈4〉 观音阁外檐斗拱出跳约为5尺(下屋5尺、上屋5.5尺)约等于前后檐檐榑距(下屋52尺、上屋50.5尺)的1/10，山门外檐斗拱出跳2.6尺为通进深26尺的1/10，奉国寺大殿斗拱出跳约为前后檐檐榑距的1/15。

〈5〉 前揭沈括《梦溪笔谈》卷一八《技艺》。

〈6〉 各建筑足材与单材高比值为独乐寺观音阁下屋1.43、上屋1.48、平坐1.49，山门1.5，义县奉国寺1.5。

〈7〉 栌斗平鼓高分值分别为观音阁下屋10.9、上屋11.46、平坐10.8，山门10.94，奉国寺大殿13。