

似是而非的“归平”：从善化寺三圣殿 1934 年斗栱测图谈起*

赵寿堂 刘畅

内容提要 山西省大同市善化寺三圣殿是重要的金代早期木构遗存，也是研究宋辽金时期北方地区木构建筑营造技艺和匠作谱系的重要实例，其单杪双下昂六铺作斗栱尤为珍稀。作者重读 1934 年测图，注重观察、测量实物，在分析大木尺度的路径中，下昂造斗栱似是而非的归平设计得以浮现。本次成果为后续进一步展开匠作示踪研究积累了重要数据。

关键词 善化寺三圣殿 尺度设计 斗栱制度 下昂造 匠作示踪

斗栱者，中国建筑所特有之结构制度也。其功用在梁枋等与柱间之过渡及联络，盖以结构部分而富有装饰性者。其在中国建筑上所占之地位，犹Order之于希腊罗马建筑；斗栱之变化，谓为中国建筑制度之变化，亦未尝不可，犹Order之影响欧洲建筑，至为重大。^①

诚如梁先生所言，斗栱承载着中国古代木构建筑的核心营造技艺，对中国建筑史研究具有重要意义。

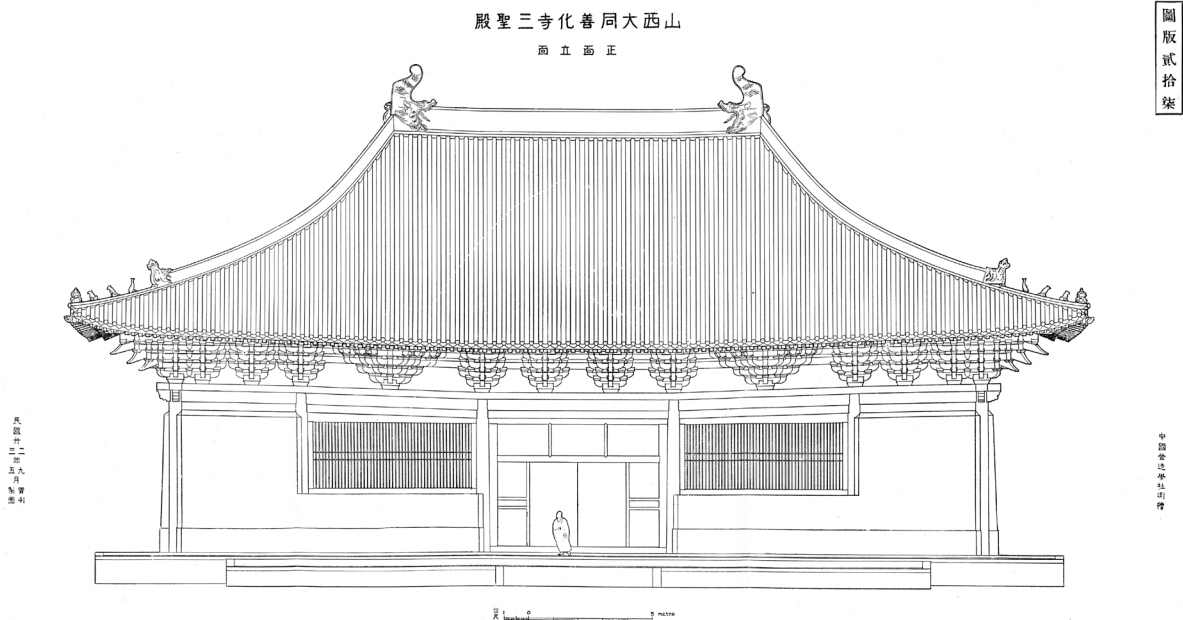
斗栱之中，又以下昂造斗栱的设计难度为大，其算法精密，牵一发而动全身，是大木尺度与算法研究的不二之选。现存的下昂造斗栱案例虽然为数不少，但六铺作下昂造寥寥可数，大同善化寺三圣殿便是其中最为重要的一例。而此殿通常为人们所关注的，是它作为金代重要木构建筑遗存的身份——晋北地区斗栱形制较早“法式化”的实例、灵活的大木架构方式，以及可能具有的金代官式建筑特点。自中国营造学社1933至1934年的测绘和研究工作以来，无论怎样书写中国古代建筑史，此殿都是不可忽视的存在〔图一〕。

* 本文得到国家自然科学基金重大项目“《营造法式》研究与注疏”（项目编号：17ZDA185）和清华大学自主课题“《营造法式》与宋辽金建筑案例研究”（项目编号：2017THZWYX05）资助。

① 梁思成《蓟县独乐寺观音阁山门考》，《中国营造学社汇刊》第三卷第二期，第11—12页，1932年。

〔图一〕善化寺三圣殿南立面图

采自梁思成、刘敦桢《大同古建筑调查报告》，《中国营造学社汇刊》第四卷 第三、四期，图版二十七，1934年



聚焦于大木尺度的研究视野，梁思成、刘敦桢在《大同古建筑调查报告》^{〔1〕}（简称《报告》）中对三圣殿的研究为起点颇高的开创性工作。继而，陈明达、傅熹年等学者以《报告》公布的实测数据为基础，将研究不断推进。陈明达在《营造法式大木作研究》^{〔2〕}中，以约1.73厘米的分°值复原了大木作主要构架和构件尺寸；傅熹年在《中国古代城市规划、建筑群布局及建筑设计方法研究》^{〔3〕}中推算出三圣殿的营造尺长约305毫米、面阔为“17+24+25+24+17=107尺”、进深为“17+14.5+14.5+17=63尺”，并指出“通阔：角柱高≈5:1，通深：角柱高≈3:1”的宏观比例现象。

此后则未见在实测数据数量、精度以及分析深度方面更进一步的研究成果。在现代测量手段和数据统计方法的支撑下，校验三圣殿的营造尺长、平面丈尺、材分制度，解读斗拱设计制度、几何算法、举屋之法等研究工作仍待开展。

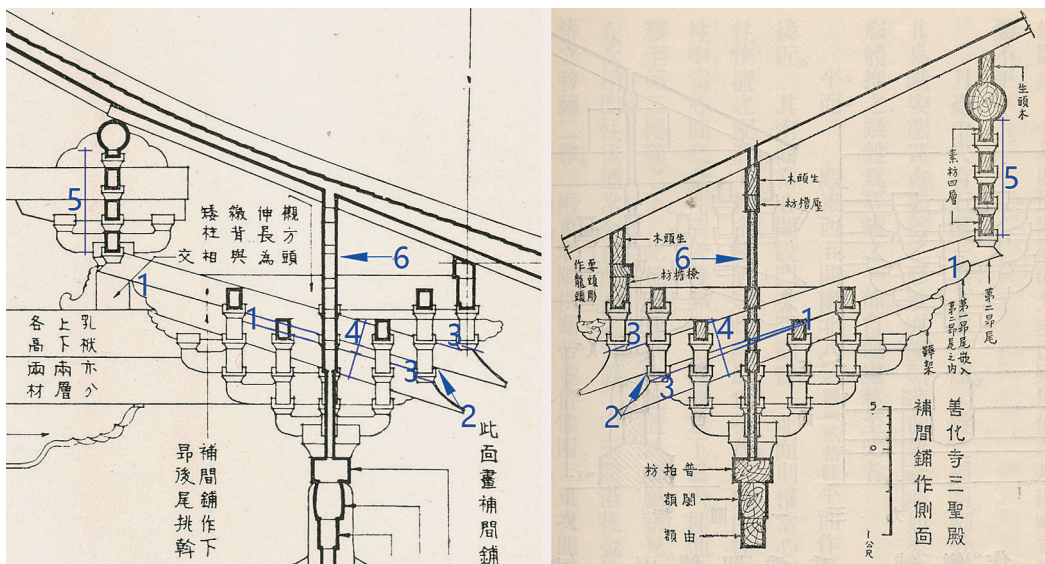
本研究起于《报告》所绘六铺作下昂造斗拱引发之疑问，对上述尺度研究工作的推进实为寻求答案的必由路径。

〔1〕 梁思成、刘敦桢《大同古建筑调查报告》，《中国营造学社汇刊》第四卷第三、四期，第111—126页，1934年。

〔2〕 陈明达《营造法式大木作研究》，文物出版社，1981年，第160—199页。

〔3〕 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146—147页。

〔图二〕剖面图与斗栱大样图中的下昂造斗栱
底图采自前掲梁思成等《大同古建筑调查报告》图版二十九和第114页插图



一 疑问

《报告》首次公布了善化寺三圣殿的实测图，包含数张平、立和剖面图及下昂造斗栱大样图。排除所绘斗栱因所处位置不同而带来的诸如生头木之类的差别，仍不难发现剖面与斗栱大样图中所绘下昂造斗栱的六个主要细节差异

〔图二〕。随之引出以下几个疑问：其一，头昂上皮和二昂下皮是否平行，昂尾如何交接？其二，第二昂与头昂上坐斗的交接关系究竟如何？其三，各昂与其上坐斗的交接关系究竟如何？其四，头昂和二昂的昂广是否相同？其五，昂尾挑幹至下平枋的高度究竟如何？其六，柱头方的垒叠方式究竟怎样？

疑问一至四涉及到六铺作下昂造斗栱的几何设计，皆是牵一发而动全身的细节；疑问五关乎斗栱自身几何设计与檐步举势的权衡联动；疑问六则可能与建造的物料盈亏有所关联，亦有随宜加减之可能，而于尺度设计关联不大。

以上疑问之外，对所有下昂造斗栱的研究而言，昂上坐斗归平与否通常是需要考察的重点——《营造法式》明确说：“凡昂上坐斗，四铺作、五铺作并归平；六铺作以上，自五铺作外，昂上斗并垂向下二分至五分。”^{〔1〕}这里说的六铺作以上，很可能是对多下昂斗栱之中，除头昂之外的其他下昂而言——头昂因华头子的支垫，实现坐斗归平并不难，但若从该坐斗的斗口再出一昂而不用华头子，且昂广仅为单材，则此下昂之上的坐斗定然无法归平〔图三〕。回看上文两张测图，第二昂上的坐斗竟然归平了！怎么做到的呢？细看之下，第二昂与其上坐斗的交接关系颇为可疑：究竟是以更大的下昂用材切出昂身上皮的承斗平台还是另加了垫块？或只是绘图者为实现归平设计的权宜画法？

以上诸多疑问表明下昂造斗栱的设计尚未被正确理解，而答案还需在大木作原构形制判定的基础上，在仔细观察、精准量取、谨慎解读大木尺度设计的过程中找寻。

〔1〕（宋）李诫撰，故宫博物院编《故宫博物院藏清初影宋钞本营造法式》，故宫出版社，2017年，第151—152页。

二 观察与测量

〔图三〕《营造法式》图样中的六铺作斗拱，二昂上的坐斗下降
底图采自前揭《故宫博物院藏清初影宋钞本营造法式》，第757页

1. 观察

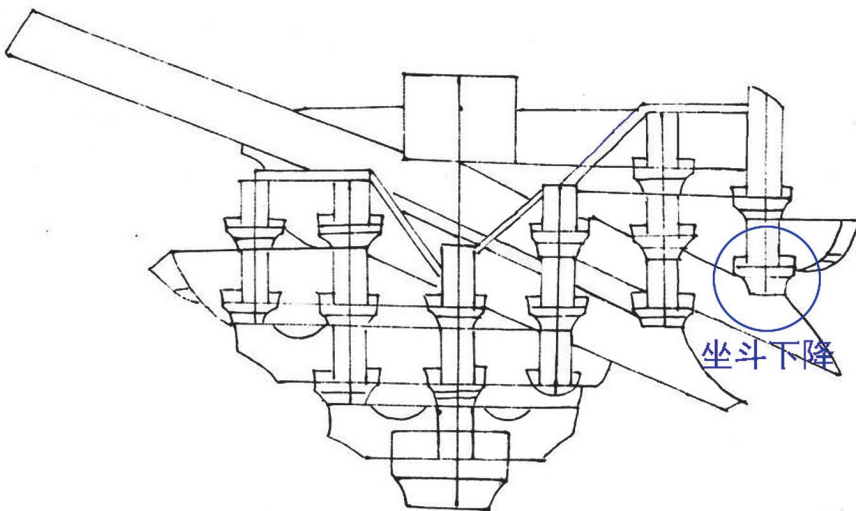
观察有两个任务，一是对今天的三圣殿大木进行原构形制判断；二是审视上文的疑问，寻找初步答案。此二者将作为大木尺度解读的重要基础。

对于大木原构问题，《报告》曾结合金大定碑记、比对大殿和普贤阁形制、参照法式规定，给出精彩判断^{〔1〕}，认为其为天会六年(1128)至皇统三年(1143)间落成之前殿，此后学界多依此说。中国营造学社考察活动至今已逾90年，期间小修小补以及20世纪大修或有扰动原构形制的可能，因而有必要重新加以检视。以肉眼观察，除椽子、望板外，散斗更换较多，拱只、耍头、下昂更换较少，更换构件仍依原构形制仿制，斗拱构件之间多有随宜固济的垫块，有的对原构造关系有所扰动，在下昂几何设计解读中需予以注意。与中国营造学社所摄照片对照，除少量残损构件被更换之外，殿内梁架形制未见明显扰动。综上，可以认为该殿大木仍具有良好的原构统一性。

再来检视疑问。其一，两昂并不平行，昂尾相交，交接关系与斗拱大样图相近。其二，第二昂下皮从头昂坐斗的斗耳上部斜出，而非出于坐斗斗口，大样图绘制有误。其三，头昂上的坐斗坐入昂身，即坐斗斗底外棱位置低于昂上皮，大样图中头昂与坐斗的位置绘制有误；二昂上的坐斗有坐入昂身与切于昂皮两种情况，以坐入昂身为多。其四，昂广是否相同仅以肉眼难以辨认，仍需要实测校验。其五，当心间斗拱挑斡，算至榑下替木共三材四架，如〔图一〕所绘，昂制与檐步举势的联动需进一步实测解读。其六，外檐铺作的柱头方并非全按材架关系层层满垒〔图四〕。

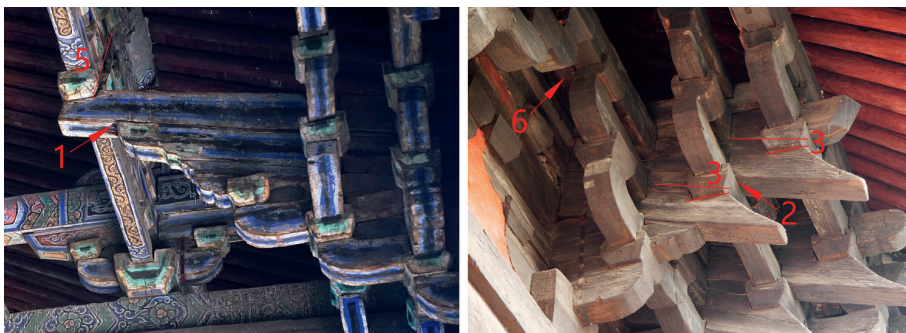
2. 测量

笔者团队先后于2011年7月和2022年9月对三圣殿展开了扫描工作。第一次使用3Dguru扫描仪，获得殿外19站、殿内2站数据，较为完整地覆盖了外檐尺度数据，殿内数据略不足。第二次用FARO扫描仪补测，获得殿外2站，殿内7站数据，基本满足殿内大木尺度分析所需，且获得了内外跳完整的下昂造斗拱拼站点云。两次扫描工作作为本次大木尺度解读提供了重要的数据基础〔图五〕。



〔1〕 “其结构式样与大雄宝殿及普贤阁有显著之差别，而较近于法式所规定。其全部架构，由梁枋斗拱，以至各件之雕饰卷杀，俱较大殿流畅精研，但亦微嫌繁琐。其为天会六年至皇统三年间落成诸殿之一，迨无可疑。”

【图四】构造细节检视图
笔者摄并绘

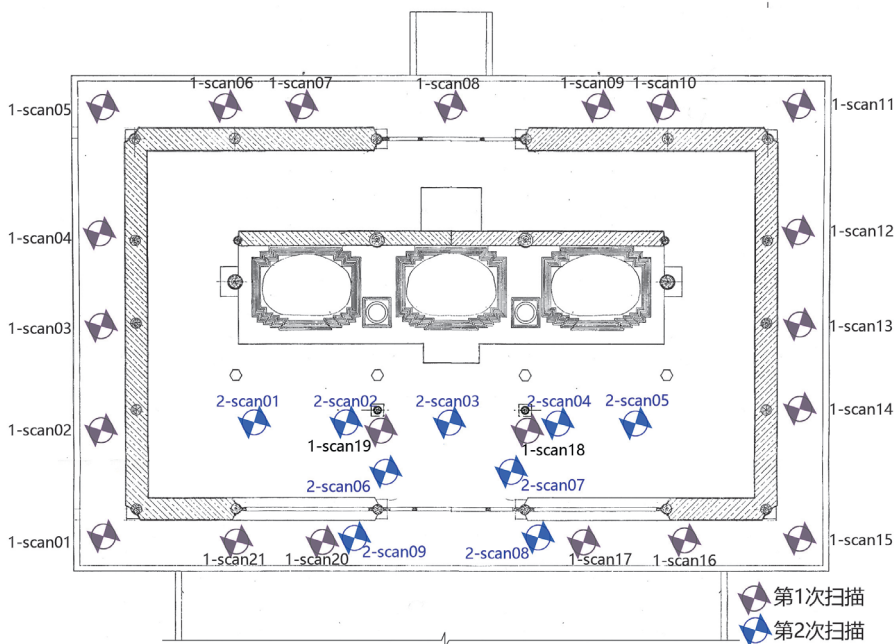


外檐斗拱里跳

外檐斗拱外跳

【图五】两次扫描布站示意图

底图改绘自前掲梁思成等《大同古建筑调查报告》，图版二十六



在扫描数据提取方面，3Dguru扫描点云皆作单站量取，FARO扫描数据作拼站处理，两种数据提取方式实现了数据的互补和互校。在实测数据统计方面，由构件自身破坏或更换导致的特异值予以直接排除，其余数据在数量较大时，再以考古统计的方式进行处理：以正负2倍标准差以内数据作为采信区间，以采信区间内平均值作为尺度复原的基本依据。

三 建筑尺度及设计

(一) 平面丈尺

1. 柱头平面尺寸

据开间整尺或半尺假说^①，以300—320毫米的尺长区间^②校验实测值，当每尺长度在310—311.5毫米时，可取到较整的平面尺寸：面阔方向，心间24.5尺，次间23尺，梢间16.6(或

16.5)尺；进深方向，前、后进间皆为16.6(或16.5)尺，中二进间皆为14尺。其中，当每尺取311.5毫米时，面阔方向间广的复原吻合度稍高；当每尺取310毫米时，进深方向的间广复原吻合度稍高，此1.5毫米的复原尺长差异可能与结构变形或修缮扰动相关^③。此外，综合复原吻合度和后文的斗拱出跳测值，本文倾向将梢间和前后进间复原为16.6尺，即此开间值加上斗拱出跳值凑整为半尺尾数。下文还将从架

① 傅熹年《关于唐宋时期建筑物平面尺度用“分”还是用尺来表示的问题》，《古建园林技术》2004年第3期，第34—38页。

② 赵寿堂《晋中晋南地区宋金下昂造斗拱尺度解读与匠作示踪》，清华大学博士学位论文，2021年，第46—51页。该文统计的晋中晋南地区60余例宋金遗构，尺长区间在300—316.5毫米之间。

③ 梢间和前后进间实测均值相差最大者约4厘米，就原始设计而言，二者应当等长。

道和斗拱尺寸测值校验以上复原的合理性〔附表一，附表二，图六〕。

2. 架道平长

大殿架道设计简洁，脊榑、中平榑皆与山面檐柱对位，即脊榑至中平榑的水平距离刚好与中进间开间相等。从脊榑至撩檐方（由上至下）各架平长设计值分别是7尺、7尺、8尺、13.5尺。山面架道，中平榑位置^①与梢间柱缝对位，此位置与上平榑、太平梁的水平距离分别为5.5尺和

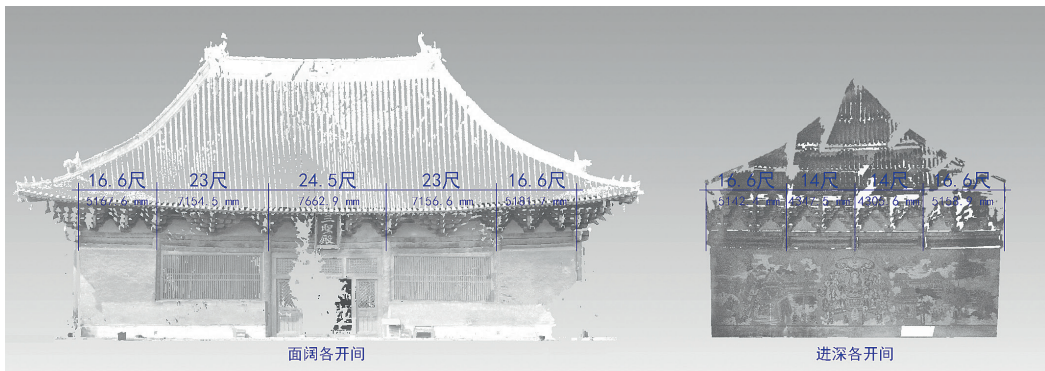
11.5尺。与同层交圈的进深方向架道相比，山面上平榑外推1.5尺，太平梁正上方处脊榑推山2.5尺〔附表三，附表四，图七〕。

（二）斗拱尺寸

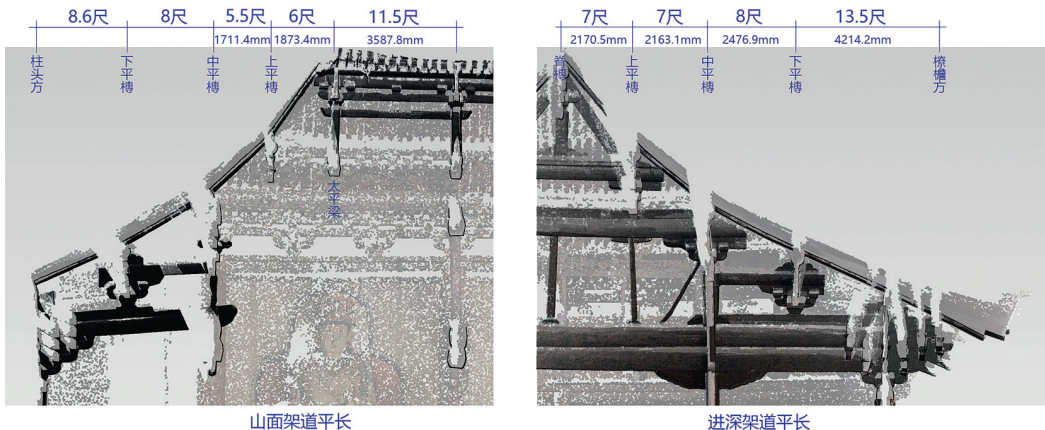
1. 材分设定

外檐斗拱上测得的材广值、材广比、材厚值列于〔附表五〕。材广测值较为离散，虽足材广与单材广之比的均值约1.425，同时考虑到华拱拱厚测值在17厘米左右^②，本文倾向将斗拱标准用材复原为足材广：单材广：材厚=21:15:10，以每尺310—311.5毫米推算，每分°0.55寸（约合17.05—17.13毫米），相当于《法式》二等材，即斗拱标准用材的材厚为5.5寸、单材广8.25寸。

〔图六〕柱头开间尺寸示意图
笔者绘



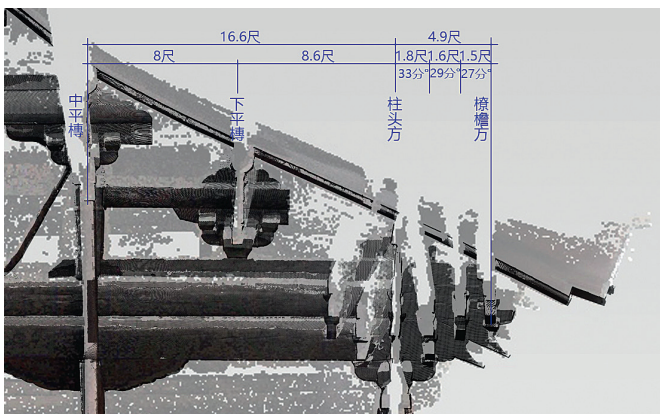
〔图七〕架道平长图示
笔者绘



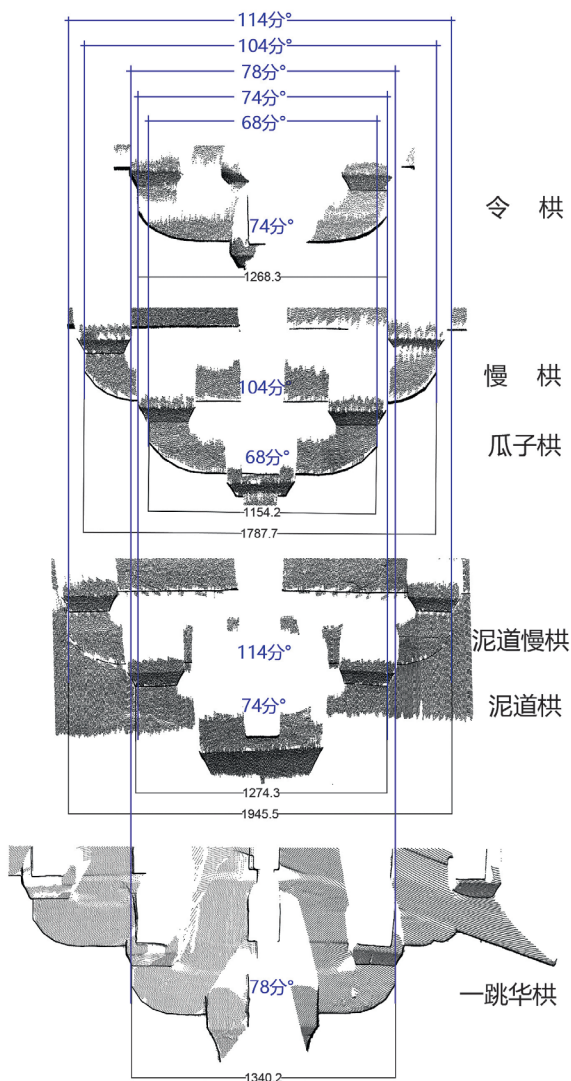
① 据《报告》公布的测图，此位置类似系头枋做法，未用圆形截面的榑木承椽，为表达方便，仍以榑称之。

② 据《报告》，材厚在16—17厘米之间。据单站正扫点云、拼站点云实测，足材华拱厚在17厘米上下。单材拱有减厚现象。

〔图八〕开间、步架、斗拱出跳的尺寸权衡示意图
笔者绘



〔图九〕拱长设计权衡示意图
笔者绘



2. 出跳值与拱长设计

外檐斗拱外出三跳，总出跳约合4.9尺(89分°)，细分为一跳1.8尺(33分°)，二跳1.6尺(29分°)，三跳1.5尺(27分°)^①。呼应前文16.6尺的梢间(前后进间)开间和架道平长假说：中平枋至撩檐方平长总计21.5尺，即“中平枋-下平枋”平长8尺，“下平枋-柱头方”平长8.6尺，“柱头方-撩檐方”平长4.9尺〔附表六，图八〕。为何非要设计成“8.6尺+4.9尺”而不设计成“8.5尺+5尺”呢？暂留此问，待下昂几何算法中再论。

拱长测值详见〔附表七〕和〔附表八〕。一跳华拱内外跳等长，全长约78分°，里二跳华拱拱头长(算至柱头方心)约63分°，可知里转第二跳的出跳值约为29分°，与外跳第二跳等长；泥道拱与令拱等长，全长约74分°，泥道拱上慢拱长约114分°；瓜子拱长约68分°，其上慢拱长约104分°。以上拱长关系可概括为：泥道慢拱长=外跳慢拱长+10分°=泥道拱长+40分°，一跳华拱长=泥道拱长(或令拱长)+4分°=瓜子拱长+10分°，拱长权衡存在简明规则〔附表七，附表八，图九〕。

3. 其他构件尺寸

华头子长约15—16分°，分作两瓣，前瓣约6分°；下昂尖长约26分°，蚂蚱头形耍头长约24—25分°。交互斗形制不一，其中昂上用者迎面上长、下长分别为20分°和15分°；散斗迎面上长、下长分别为16分°和12分°；栌斗大小不一，测值较为离散，有待进一步研究〔附表九，附表十〕。

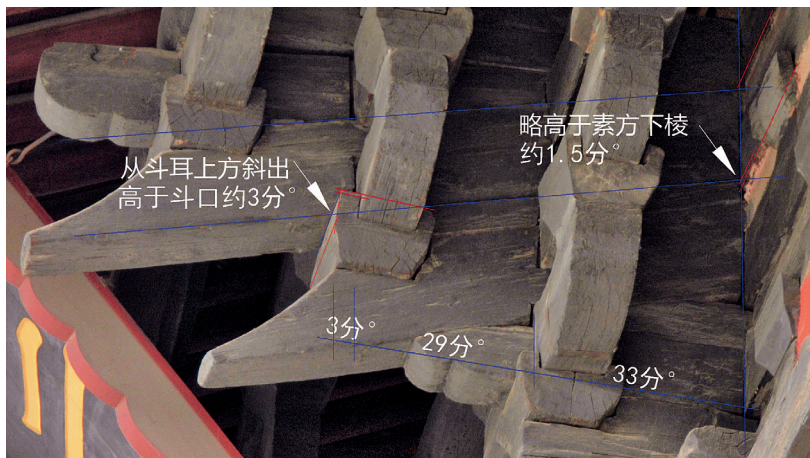
(三) 几何设计

1. 昂制算法

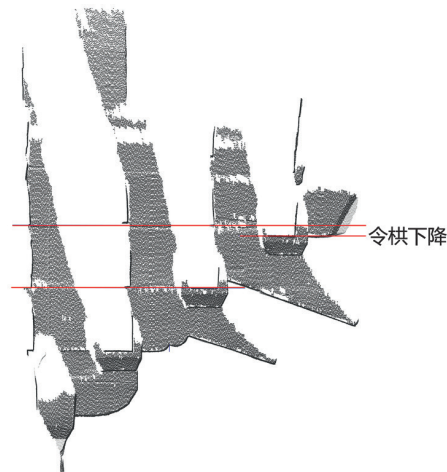
铺垫好营造尺长、平面丈尺、斗拱材分和出跳尺寸

① 从实测均值看，亦不排除总出跳90分°，最外跳28分°之可能。

〔图十〕二昂与坐斗和柱头方交接关系图
笔者摄



〔图十一〕柱头铺作令拱下降现象图
笔者绘



等基本条件，便可试解大殿外檐单杪双下昂斗栱的算法秘密了。

先说第二昂。昂斜可由昂下皮与交互斗和柱头方的交接关系大致推算。昂下皮从交互斗斗耳的上部斜出，约高出瓜子栱下皮3分°，若昂下皮至泥道处高出柱头方下皮外棱刚好1.5分°，则下昂斜度恰为0.3，即昂下皮从交互斗斗耳外皮至柱头方外皮共抬升19.5分°（一足材21分°-3分°+1.5分°）、平出65分°（一跳33分°+二跳29分°+斗耳深3分°）〔图十〕。以上述昂斜和最外跳27分°推算，当二昂真广约320毫米（垂广19.5分°）且昂上坐斗外底棱刚好落在昂上皮时，才可能归平。但实测二昂真广均值为290毫米（约17分°），且坐斗坐入昂身，属“昂广未尽用”^{〔1〕}设计，实测坐斗斗底外棱处下昂真广均值253毫米（约15分°），因此，坐斗当下降约4分°！

但从外檐同时使用卷头造和下昂造的现象看，第二昂上的坐斗理应归平，否则无法交圈，问题出在哪了呢？匠人究竟是如何处理这似是而非的归平设计的呢？

柱头铺作和转角铺作给出了答案。实测柱头铺作外跳令栱较同层慢栱下降均值64.4毫米，接近4分°；转角铺作和附角铺作连栱交隐，令栱之下并置卷头和下昂，实测昂上交互斗底较卷头上交互斗底下降值在14.3—66.4毫米之间，均值43毫米约合2.5分°，虽与柱头铺作的4分°略有出入，但第二昂的坐斗下降是可以肯定的。综合昂制推算与实测，昂斜约为0.3，昂上交斗下降3—4分°〔图十一，图十二〕。

回看斗栱总出跳略不足5尺的现象，会是匠人不想再增大最外跳出跳值而使坐斗下降得更多吗？还是出于斗栱总出跳 ≤ 90 分°的共识性制度约束呢？若是前者，最小的调整可以是：略减小坐斗坐入昂身的深度——最外跳由27分°调整为29分°仅会使坐斗多下降0.6分°。若是后者，则可能凸显了分°度量对总出跳值的控制。

〔1〕 “昂广未尽用”是指昂上交斗的斗底外棱低于昂上皮，仅部分昂广参与到坐斗空间位置的计算，此时坐斗斗底外棱与昂下皮的垂直距离称为“下昂有效真广”。

〔图十二〕转角铺作二昂交互斗下降现象
笔者摄并绘



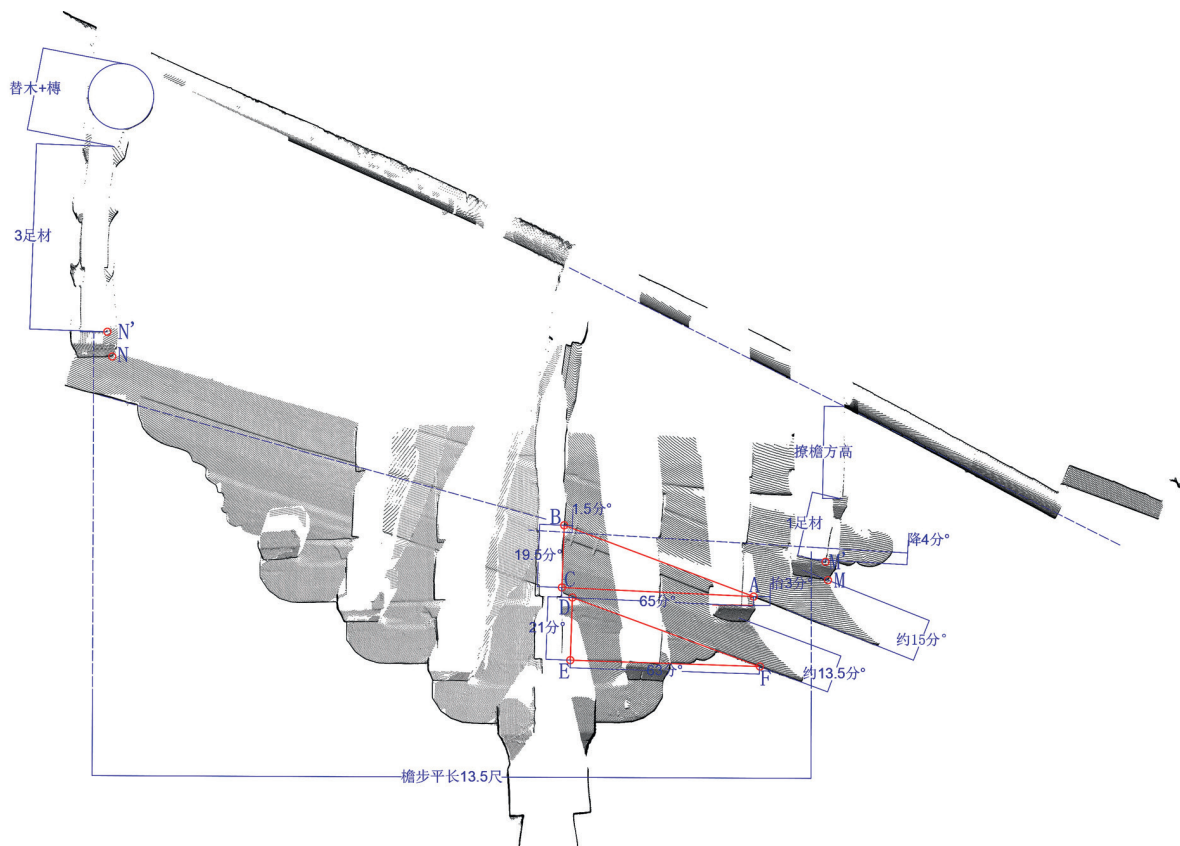
再说头昂。昂上交互动归平，但交互斗坐入昂身，亦为“昂广不尽用”设计，交互斗处“下昂有效真广”均值231毫米，约合13.5分°。综合复原作图、构造交接校验，下昂斜度约在1/3—0.35，且以1/3的可能性较大，即昂下皮抬高21分°平出63分°〔图十三〕。

2. 举屋之法与大木总高

顺着昂制的设计线索，再试解一下檐步举势。因大殿屋架存在生起设计，故仅以心间位置推算。

解题之前，可再以檐步宏观尺度校验二昂斜度〔图十四〕。若昂头和昂尾坐斗与下昂的位置关

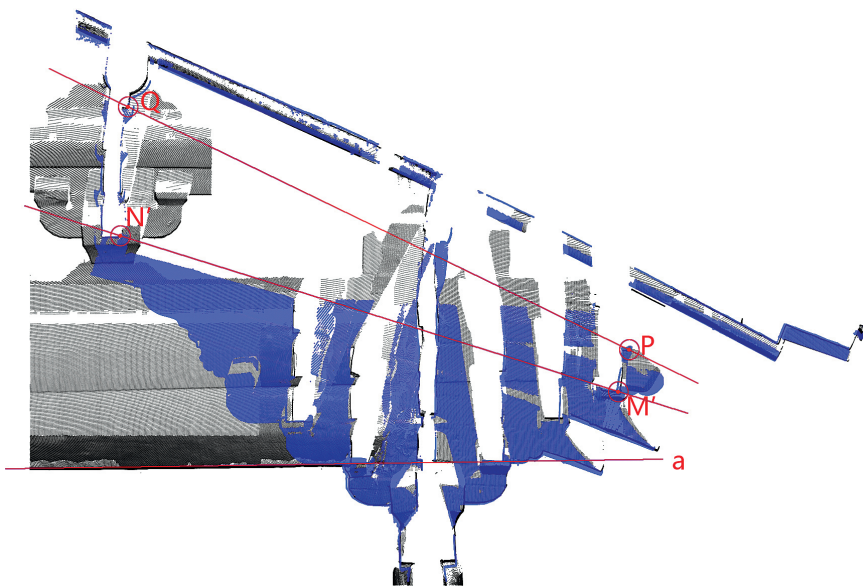
〔图十三〕昂制推算示意图
笔者绘



系基本相同，则昂斜与直线M' N' 的斜度一致，即为“N' 与梁底面a之距”和“M' 与梁底面a之距”的差值再除以檐步平长。实测“N' 与梁底面a之距”平均值为1911.6毫米，约合6.15尺，“M' 与梁底面a之距”为38分°(2.1尺)，二者之差为4.05尺，故昂斜为4.05/13.5=0.3，与上文推算一致〔附表十一〕。

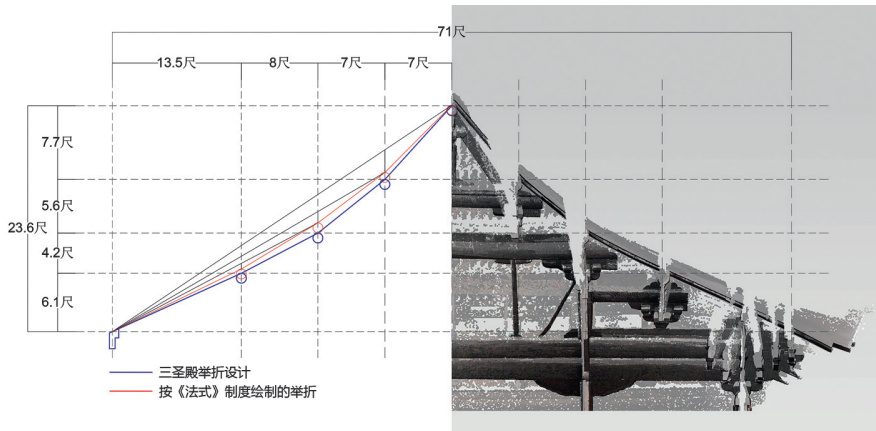
因檼檐方底棱P点比令栱底棱M'点高1足材，替木底棱Q点比挑斡素方底棱N'点高3足材，故PQ之间的垂直距离为4.05尺+2.31尺(2足材)=6.36尺，PQ斜度为6.36/13.5=0.47。若“下平枋+替木”总高恰与檼檐方高度相同，则檐步举势亦为0.47(四七举)，实测檼檐方高出前者约2.5寸，因此檐步举势约四五举。

〔图十四〕檐步举势推算图示
笔者绘



对于整个屋架的举折设计，《报告》提到，“至于其每缝折下之数，则远过法式所定，致使屋坡之角度颇呈陡峻之象”。那么举折设计究竟如何呢？可将檐步以上的步架举势略作推算。由实测均值换算，“下平枋-中平枋”“上平枋-上平枋”“中平枋-脊枋”举高分别为4.2尺、5.6尺、7.7尺，除以各自平长8尺、7尺、7尺，则为五二五举、八举、十一举。综合檐步举高，可算得檼檐方背至脊枋背总举高为23.6尺，除以檼檐方之距71尺，与《法式》规定的“三分起一分”的殿阁举屋之法非常接近，误差不足1寸〔附表十二，图十五〕。

〔图十五〕举屋之法
笔者绘



最后约略计算一下从平柱柱脚至脊枋上皮的大木总高。本文实测平柱净高6223.5毫米，大于《报告》实测的6190毫米，但二者皆接近20尺。普拍方底至栌斗口高约两个单材广^{〔1〕}，从栌斗口算至檼檐方上皮的斗栱层总高约6.2尺(113分°)，三者与屋架举高之和约51.5尺。平柱脚至檼檐方背总高约27.9尺，约为平柱高的1.4倍(斜七方五之比)。

〔1〕 因栌斗底在扫描点云未及区域，无法准确量取，故暂以栌斗口(华栱下皮)为界。

规定颇为不同。

6、双瓣华头子总长约15—16分°，后瓣较前瓣长约9分°；下昂尖长约25—26分°，较《法式》规定长2—3分°；蚂蚱头形耍头长约24—25分°，与《法式》规定相当。散斗与昂上所用交互斗尺寸明显分型，交互斗迎面之长大于《法式》规定。

7、下昂造斗拱头昂斜约1/3，二昂昂斜约0.3，二昂之上坐斗不归平，向下约3—4分°。

8、进深方向，椽檐枋-下平栿-中平栿-上平栿-脊栿，由下至上各步架举势依次为四五举、五二五举、八举、十一举，举折设计与《法式》制度不同；架道总举高23.6尺，约为前后椽檐方距离之1/3。心间柱缝处，外檐平柱净高20尺，算至脊栿上皮的大木作总高51.5尺。

（二）讨论

至此，由1934年测绘图抵牾之处引发的疑问得以确认和解析。在二昂昂斜三举、最外跳出跳约27分°、昂上坐斗底棱处昂尖真广约单材的共同约束下，第二昂上的坐斗将下降甚多。匠人采取了两个有效的应对策略：其一，调整第二昂与其下交互斗的交接关系，以斗耳支垫的方法来抬升整个昂身；其二，与二昂相对应的卷头造位置，以调整交互斗空间位置或交互斗“平+欹”高度来实现椽檐方高度的交圈——最外跳交互斗“似是而非的归平”现象。而二昂使用小于头昂的斜度则可能是比上述方法高一层级的减小最外跳坐斗下降高度的策略。

颇值得体味的是，匠人为何不选择更小的昂斜或更大的昂广来实现二昂坐斗的真正归平呢？在二昂真广并未尽用的情况下，匠人为何不以尽用昂广的方式来使昂上坐斗下降得更小一些呢？既然坐斗处昂广未尽用，匠人为何不直接使用真广为单材的下昂呢？“为何”的背后，究竟是时代的风尚、主人的品味、算法的基因，还是独运的匠心？风尚、品味、基因、匠心背后又关联着怎样的诸如文化习俗、历史地理等方面的动因呢？

要解答“为何”和“为何”背后的问题，既要依赖个案的“如何”，又要跳出个案本身，放眼匠作的视野，在可及的记载和遗存中探寻匠人的行踪和匠作技艺的线索——不只是线，而是由线连成的网〔图十七〕¹¹。至少需将《营造法式》中关乎下昂造的制度、图样、功限拿来再读¹²，将相近时代和地域内形制相似的斗拱案例拿来骈比¹³，将同样可以描述为单杪双下昂的六铺作案例拿来考查。这样的案例名单至少应包含：同寺之内、与三圣殿同建于天会戊申至皇统癸未年间(1128—1143)而使用五铺作插昂造的山

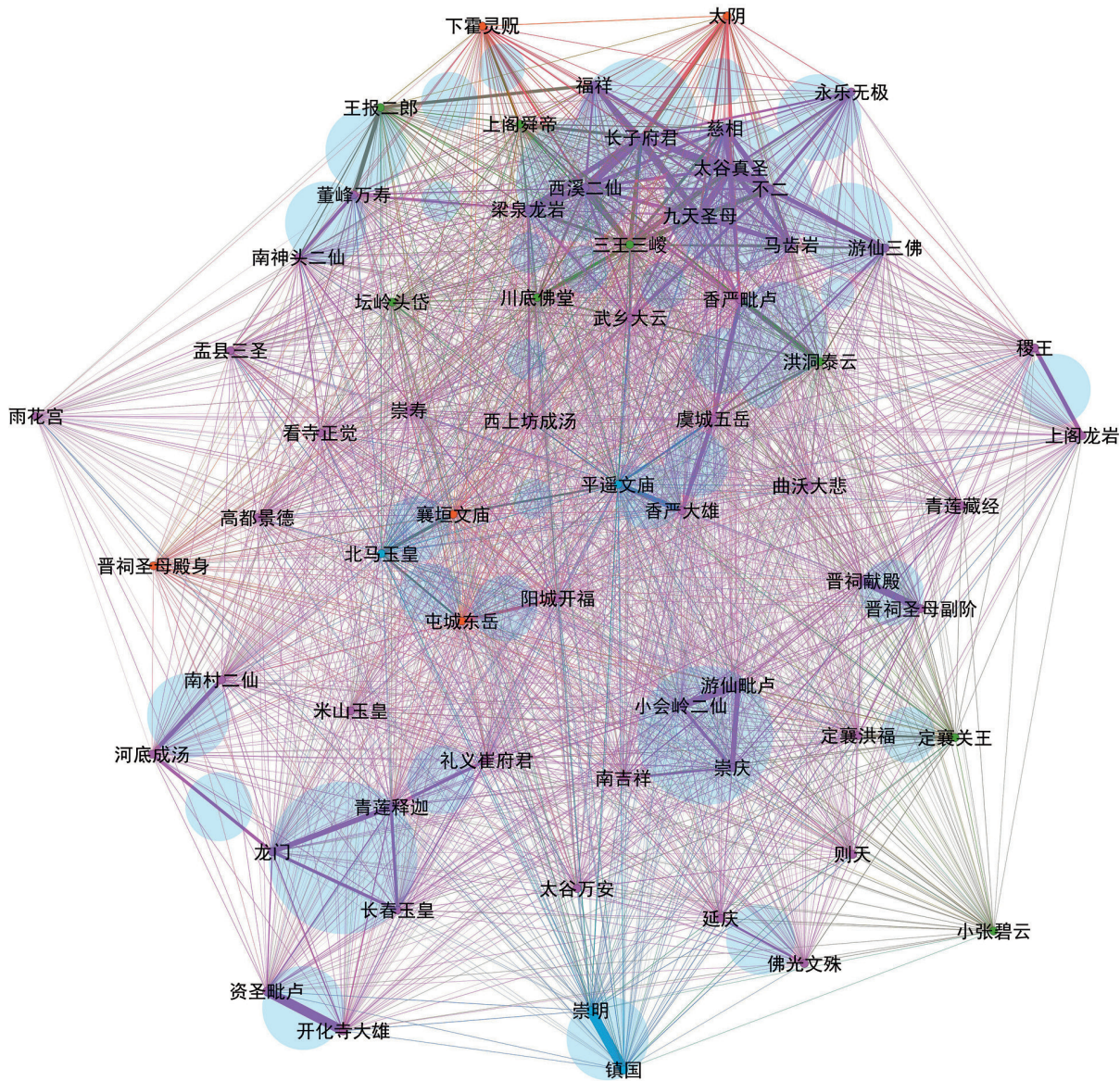
11 前揭赵寿堂《晋中晋南地区宋金下昂造斗拱尺度解读与匠作示踪》，第162页。

12 近年来对《营造法式》下昂造的研究主要有：陈彤《故宫本〈营造法式〉图样研究（一）——〈营造法式〉斗拱榫卯探微》，《中国建筑史论汇刊》2015年第1期，第192—233页；赵寿堂《平长还是实长——对〈营造法式〉“大木作功限”下昂身长的再讨论》，《中国建筑史论汇刊》2020年第1期，第72—85页；喻梦哲、惠盛健《〈营造法式〉上、下昂斜率取值方法探析》，《建筑师》2020年第4期，第35—45页；朱永春《〈营造法式〉大木作制度中的可调尺度、构造尺度及其对三个基本问题的解答》，《建筑师》2021年第1期，第83—89页。

13 刘畅《算法基因：晋东南三座木结构尺度设计对比研究》，《中国建筑史论汇刊》2014年第2期，第202—229页。

〔图十七〕晋中晋南地区宋金下昂造斗拱匠作亲缘图示

采自前揭赵寿堂《晋中晋南地区宋金下昂造斗拱尺度解读与匠作示踪》，第162页



门，步行距离仅一公里、使用单抄单下昂的大同关帝庙大殿，以及山西地区乃至稍远、宋金时期乃至稍晚，已知的几个双下昂六铺作案例——屯城东岳庙大殿、襄垣文庙大成殿、介休回銮寺大殿，及曲阜孔庙金代碑亭。

放眼的同时，尚需踏实地迈出个案解读的第一步。

〔附表一〕外檐柱头开间尺寸表（测值单位：毫米）

测量位置	面阔					进深			
	西梢间	西次间	当心间	东次间	东梢间	南进间	中进间—南	中进间—北	北进间
平均值	5167.6	7154.5	7662.9	7156.6	5181.7	5158.9	4305.6	4347.5	5142.4
测值数量	6	5	3	5	6	6	6	6	5

(续附表一)

测量位置	面阔					进深			
	西梢间	西次间	当心间	东次间	东梢间	南进间	中进间-南	中进间-北	北进间
尺/310毫米	16.67	23.08	24.72	23.09	16.72	16.64	13.89	14.02	16.59
尺/311.5毫米	16.59	22.97	24.60	22.97	16.63	16.56	13.82	13.96	16.51
复原值(尺)	16.6 (16.5)	23	24.5	23	16.6 (16.5)	16.6 (16.5)	14		16.6 (16.5)

[附表二] 内柱柱头(中平榑矩形平面位置)开间尺寸表(测值单位:毫米)

测量位置	西次间	当心间	东次间	中南进间+中北进间
均值	7156.8	7639.2	7188.4	8689.3
数据量	2	2	2	2
尺/310毫米	23.1	24.6	23.2	28.0
尺/311毫米	22.98	24.52	23.08	27.9
复原(尺)	23	24.5	23	28

[附表三] 进深方向架道平长测值表(测值单位:毫米)

测量位置	上平榑之距 (脊步平长×2)	上平榑-中平榑		中平榑-下平榑	下平榑-椽檐方
		南	北	南	南
平均值	4341.0	2163.1	2153.2	2476.9	4214.2
测值数量	6	6	6	6	6
尺/310毫米	14.00	6.98	6.95	7.99	13.59
尺/311毫米	13.96	6.96	6.92	7.96	13.55
尺/311.5毫米	13.94	6.94	6.91	7.95	13.53
复原值(尺)	14	7		8	13.5

[附表四] 山面最上两架的架道平长测值表(测值单位:毫米)

测量位置	中平榑-上平榑	上平榑-太平梁	太平梁-间柱缝
平均值	1711.4	1873.4	3587.8
测值数量	4	4	4
尺/310毫米	5.52	6.04	11.57
尺/311.5毫米	5.49	6.01	11.52
复原值(尺)	5.5	6	11.5

[附表五] 外檐斗拱材广测值表(测值单位:毫米)

测量位置	外跳材广			里跳材广			材厚 里跳华拱
	足材广	单材广	材广比	足材广	单材广	材广比	
最大值	379.7	268.7	1.541	373.5	264.9	1.478	180.9
最小值	334.2	223.3	1.341	347.9	238.5	1.362	161.1
平均值	361.20	252.80	1.430	362.65	255.05	1.422	170.3
测值数量	91	91	91	32	32	32	12
标准差	10.27	9.08	0.035	6.8	6.25	0.03	-
采信区间内均值	362.01	253.63	1.427	363.6	255.6	1.423	-

[附表六] 外檐斗拱外跳出跳测值表(测值单位:毫米)

测量位置	一跳	二跳	三跳	加和	直接量取
最大值	592.2	519.6	503.9	1580.7	1576.2
最小值	545.9	470.1	427.5	1477.9	1482.9
平均值	567.92	496.39	467.93	1532.55	1529.46
标准差	8.71	10.86	15.19	20.42	20.17
采信区间均值	567.62	496.96	468.83	1533.41	1530.06
测值数量	89	91	86	81	70
尺/310毫米	1.831	1.603	1.512	4.946	4.936
尺/311.5毫米	1.822	1.595	1.505	4.923	4.912

(续附表六)

测量位置	一跳	二跳	三跳	加和	直接量取
复原值(尺)	1.8	1.6	1.5	4.9	
分°/17.05毫米	33.29	29.15	27.50	89.94	89.74
分°/17.13毫米	33.13	29.01	27.37	89.50	89.31
复原值(分°)	33	29	27	89	

[附表七] 外檐斗拱拱长测值表(1)(测值单位:毫米)

测量位置	泥道拱		泥道慢拱		泥道隐刻瓜子拱 ⁽¹⁾		一跳华拱		里二跳华拱
	半长 ⁽²⁾	全长	半长	全长	半长	全长	外半	里半	半长
平均值	549.8	1270.9	880.0	1938.2	542.9	1262.5	581.0	575.9	1090.5
最大值	563.3	1287.4	896.6	1956.6	564.5	1284.0	602.6	595.4	1100.8
最小值	533.9	1257.9	862.8	1911.3	504.6	1242.0	550.2	556.2	1075.0
标准差	7.73	8.59	9.71	10.75	20.29	17.81	9.3	11.0	9.0
测值数量	26	14	24	14	19	5	89	11	6
分°/17.05	32.25	74.54	51.61	113.68	31.84	74.05	34.08	33.78	63.96
分°/17.13	32.09	74.18	51.37	113.13	31.69	73.69	33.91	33.62	63.65
复原值(分°)	32	74	52	114	32	74	34	34	63(64)

注: 1. 泥道(柱头方)隐刻瓜子拱长度较为离散, 以接近泥道拱长者为多, 或为原始设计值。2. 表中“半长”均指从拱端量至同侧与之垂直相交的构件外皮, 即拱只全长 = 半长 × 2 + 与之垂直相交构件之厚。

[附表八] 外檐斗拱拱长测值表(2)(测值单位:毫米)

测量位置	瓜子拱		慢拱		令拱
	一跳全长	二跳全长	一跳全长	一跳全长	全长
平均值	1154.7	1153.1	1782.2	1780.5	1268.8
最大值	1172.1	1166.4	1795.5	1799.7	1294.1
最小值	1142.7	1145.9	1771	1762	1259.6
标准差	6.64	5.57	6.30	10.27	9.03
测值数量	21	20	21	20	20
分°/17.05毫米	67.72	67.63	104.53	104.43	74.42
分°/17.13毫米	67.40	67.31	104.02	103.93	74.06
复原值(分°)	68		104		74

[附表九] 外檐斗拱下昂尖、华头子、耍头长度测值表(测值单位:毫米)

测量位置	昂尖长		华头子		蚂蚱头形耍头
	头昂	二昂	全长	前瓣	
平均值	432.5	449.2	265.3	109.3	418.2
最大值	461.1	475.4	286.8	132.2	444.0
最小值	395.1	408.7	224.5	99.1	402.2
标准差	12.73	16.61	13.93	6.56	10.63
采信区间均值	433.2	450.4	266.6	108.5	-
测值数量	74	71	63	63	13
分°/17.05毫米	25.41	26.41	15.64	6.37	24.53
分°/17.13毫米	25.29	26.29	15.56	6.33	24.41
复原	25-26		15-16	6	24-25

[附表十] 外檐斗拱斗长测值表(测值单位:毫米)

测量位置	交互斗		散斗		栌斗		耳长
	上长	下长	上长	下长	上长	下长	
平均值	337.8	253.9	279.2	206.2	640.4	499.4	235.4
最大值	350.5	268.1	298.6	222.1	670.8	507.2	274.4
最小值	329.7	233.2	264	196.8	605.9	495.1	198.2
标准差	5.69	8.94	8.01	6.41	19.66	5.34	18.92

(续附表十)

测值数量	16	16	27	26	16	4	40
分°/17.05毫米	19.81	14.89	16.38	12.09	37.56	29.29	13.81
分°/17.13毫米	19.72	14.82	16.29	12.03	37.38	29.15	13.74
复原	20	15	16	12	37	29	14

[附表十一] 檐步举高测值表 (测值单位:毫米)

测量位置	椽底皮—驼峰上斗底	斗欹+平
东次间东缝L	1670	210
西次间西缝R	1674	214
心间东缝L	1715	216
心间东缝R	1695	216
心间西缝L	1709	209
心间西缝R	1725	217
平均值	1698.0 1911.6	213.6

[附表十二] 各步架举高测值表 (测值单位:毫米)

测量位置	下平榑—中平榑	中平榑—上平榑	上平榑—脊榑
举高实测均值	1300.7	1757.5	2370.4
数据量	8	8	4
尺/310毫米	4.20	5.67	7.65
尺/311.5毫米	4.18	5.64	7.61
举高复原(尺)	4.2	5.6	7.7
平长复原(尺)	8	7	7
比值	5.25	8	1.1

[作者单位: 清华大学建筑学院]

(责任编辑: 宋仁桃)