

# 《营造法式》转角构造新探\*

A New Investigation into the Corner Structure Specified in  
*Yingzao Fashi*

喻梦哲 惠盛健

YU Mengzhe, HUI Shengjian

**摘要:** 学界关于《营造法式》转角做法的考察多停留在实例比对的定性研究阶段,对文本信息反映的空间构造与数理关系则较少推导。本文围绕《营造法式》“功限”部分记载的大量角内构件长度数据,通过作图分析其具体所指(是实体长还是投影长,是边缘长还是中线长),进而反证李诫的数据录述逻辑。通过角内空间容纳角昂、角梁、衬角椽等构件的能力,证明大角梁斜置是《营造法式》默认的结角方法,并对殿阁与厅堂构造的山花处理、角梁收尾等内容展开对比考察,从而在分析文本所录构件长度数据的基础上,尝试深化对北宋官式建筑结角规律的认识。

**关键词:** 定量研究;角内构造;大角梁;歇山山面构造

【文章编号】2096-9368(2022)01-0022-14

【中图分类号】TU-09

【文献标识码】A

【修改日期】2021-12-17

【作者简介】

喻梦哲,西安建筑科技大学副教授,博士,主要从事建筑历史与理论研究。

惠盛健,西安建筑科技大学硕士研究生,主要从事唐宋时期木构技术史研究。

\*国家自然科学基金项目“宋元界画中建筑形象的识读机制与样式谱系研究”(52078401)

**Abstract:** Previous studies investigating the corner have mostly relied on comparative analysis of Song building standards (*Yingzao fashi*) with actual buildings, but they have neglected the constructional and mathematical relationships specified in the historical text. By using the rich information on inner-corner component length contained in the Gongxian chapters, this article clarifies the specific meaning of each entry (actual or projection length; side or axial length) and, through re-drawing of the components, demonstrates the inconsistent logic behind the historical data recording. In addition, the article identifies the oblique placement of the large corner beam as *Yingzao fashi*'s standard method, because only then was the corner space large enough to accommodate the various corner components. Finally, the article explores the triangular gable space of palatial structures (*diange*) and less eminent halls (*tingtang*), as well as their corner beam finishing. All of this is helpful to understand the system of corner rules in official government-sponsored construction of the Northern Song dynasty better.

**Keywords:** quantitative research; intra-corner structure; large corner beam; gable construction of hip-gable roofed buildings

## 0 引言

《营造法式》(后文称《营造法式》或《法式》)中涉及转角制度的记述较为晦涩,与结角相关的尺寸信息又颇杂多,该节点既需确保不同空间分位的诸多构件彼此有序搭接,又要促使朵当、椽长和间广等空间取值相互联动,势

必存在着严格、系统的取值规律。因此,有必要借助图解方法彻查文本所录诸项数据的确切所指。

本文因而关注两个问题:一,应当如何理解《法式》关于角部构件的记述方式?(通过验算厘清——应如何理解角内构件的长度才能确保其可被安勘?这些数字是基于何等原则被确定的?)二,《法式》中与角部相关的示例数值

和构造原则是如何导向特定转角做法的?(这同样着落在两个关键数据的推算上——下昂(含角昂)挑斡平榑后所成三角空间的角度取值范围;举、折屋架后下两步椽的勾股比例。角内构件的安装应在这两者的交集内完成。)<sup>①</sup>

为此需探析三组关系:一,总进深与角间深的比例关系(涉及不同情形下的角梁做法及尾端跨度,即“转过几椽”);二,角间深广取值与补间杂数的关系(即椽长与朵当不等时应如何调节,以及榑、柱错缝所能允许的上限);三,山花架与正身梁架间的缩放关系(缝架间距和实际取值是如何影响角梁尾部构造做法的)。

## 1 既有研究成果回顾

《法式》中与结角制度相关的记载较为集中,卷五“梁”条记称:“凡屋内若施平基,平闇亦同,在大梁之上。平基之上又施草椽;乳椽之上亦施草椽,并在压槽方之上,压槽方在柱头方之上。其草椽长同下梁,直至撩檐方止。若在两面,则安丁椽。丁椽之上别安抹角椽,与草椽相交。凡角梁下又施隐衬角椽,在明梁之上,外至撩檐方,内至角后椽项,长以两椽斜长加之。”又“阳马”条:“凡厅堂并厦两头造,则两梢间用角梁转过两椽。亭榭之类转一椽,今亦用此制为殿阁者,俗谓之曹殿,又曰汉殿,亦曰九脊殿,按《唐六典》及《营缮令》云,王公以下居第并厅厦两头者,此制也。”<sup>①</sup>由于文字并未明确描述角梁的安置形态,又无图样佐证,因此学界关于宋式角梁的“标准”做法提出过多种推测方案。

从实例来看,两宋时江南仍惯用斜置大角梁直接承榑,在华北则迅速进入了平置大角梁配合斜向隐角梁结角的新阶段,这带来更为高耸的檐角。李灿通过对《法式》“牛脊榑”条目的释读,推测“平置大角梁”是李诫选定的成法<sup>②</sup>。周森和朱光亚总结了唐宋遗构中角部构造的地域差异、演变趋势和传承关系,进而推测出“大角梁平置”做法

的技术源头<sup>③</sup>。张十庆对江南方三间厅堂独特的形式逻辑进行剖析,阐释了“厦两椽”及“角梁转过两椽”现象与厅堂歇山做法的内在联系<sup>④</sup>。此外,王其亨围绕歇山建筑起源的研究<sup>⑤</sup>,刘妍与孟超关于晋南“歇山”<sup>⑥</sup>建筑节点范式的探讨<sup>⑦</sup>,以及李江、姜铮、赵春晓、周至人<sup>⑧</sup>等的相关成果,对于深化歇山角间和山面构造方法的认识都颇有助益。

验证《法式》转角制度合理性的一个关键工作是考察其角梁缝架所成三角的取值边界,这要求对下昂的斜率做出预测——在步架长确定的前提下可据之推算出昂尾挑斡尽端的标高,它与交圈下平榑底皮的间距既不能过大(欠高太多则需引入蜀柱以叉昂尾,彻上明造时有碍室内观瞻),也不能过小(难以容纳一材两椽或角点上十字椽),将该数值由外檐补间推广到角缝时,便成为判断角内空间取值可行与否的标准<sup>⑨</sup>。

关于《法式》下昂是否存在“理想”斜率的问题,历来言人人殊。陈明达据铺数较多时交互斗下降 $2\sim 5^\circ$ 的规定,认为下昂的倾斜角度也是可以灵活调整的<sup>[12]202-206</sup>;陈彤则通过昂上耍头分件的长度信息反推下昂斜率接近 $27/71$ <sup>[13]</sup>。上述认识递相深入,但对交互斗降高数值的本质尚未暇解释,限于文本信息的不完整,难以确认在不同等级铺作中是否可以无差别地施用角内昂与隐衬角椽。

由于大量案例的实测数据都支持唐宋时期下昂按整数比率定斜的趋势,很难想象李诫会无视这类匠作“规则”。在作图验算后,笔者发现《法式》的下昂斜率或可简单表述为:四铺作插昂 $3/5$ 、五六铺作(交互斗不降高) $3/8$ 、七八铺作(交互斗降高) $3/11$ <sup>[14]</sup>。

## 2 《营造法式》转角铺作的角内缝数据释读

在表1中,将前述推测斜率代入文本记载的角昂实长,得到其水平投影长,除以 $\sqrt{2}$ 后再与正缝昂实长比对,发现

① 例如,当下昂后尾挑斡平榑时,其抬升值决定了隐衬角椽及大角梁与下平榑间的高度分位关系:若过高,则榑下空间不足,角梁只能斜置并扣于平榑交角节点上;若过低,则虽可压于平榑之下,却将导致丁椽上抹角椽尺寸过小而受力性能不佳;若平置,则意味着隐衬角椽截断下昂后尾,这又与文本记载的昂身长度信息不相吻合。

② “……宋时翼角结构有大角梁平置和斜置两种,而《营造法式》中记述的主要是大角梁平置这一种”,参见李灿《〈营造法式〉中的翼角构造初探》。

③ 周森、朱光亚《唐宋时期华北地区木构建筑转角结构研究》一文从类型学视角揭示了唐宋官式建筑技术间可能存在的衍化关系,围绕大角梁、隐衬角椽与透角椽三者间的共存、演替进程,展现了殿堂转角缝双椽体系的瓦解情景,并描述了官式与民间做法在结构思维层面的巨大差异。受“牛脊榑”条目的影响,该文默认大角梁必须平置,导致对抹角椽空间分位及角内缝昂材份数值的推定未能完全满足《法式》的记载。

④ 张十庆在《〈营造法式〉厦两头与宋代歇山做法》中指出,江南特殊的“方三间”厅堂传统表现为檐柱所承的乳椽“单元”围绕中心柱四面增出,重复性的附属部分旋绕、插接主体的同时,构造设计也因一体化而趋简。继而据之阐明了“厦两椽”及“角梁转过两椽”的时空发展脉络,揭示了歇山屋架从分散独立到整体统一的进化过程,同时为《法式》与江南技术的渊源关系注入了新证。

⑤ 王其亨《歇山沿革试析——探骊折扎之一》一文从南北朝时期文献及石窟寺、壁画中所见歇山屋面形象的时代、地域差异出发,结合稻作文化区内高脚屋、悬山加披等要素构成原始歇山做法的普遍事实,推测了歇山做法的始源与传播路径。

⑥ “歇山”概念较早见于《元史》本纪卷二十八·英宗二,“至治二年(1322)二月庚子罢上都歇山殿及帝师寺役”,按《法式》的概念,则约略分作“九脊殿”(适用于殿阁)和“厦两头”(适用于厅堂),但两者一个是表记屋脊数目,一个是解释两山形态的成因,语境并不完全对等,谈到这种屋面形式时,若执着于文本反而较为拗口,故下文在不详细区分构架类别时,统一以“歇山”指代。

⑦ 孟超、刘妍《晋东南歇山建筑“典型”做法的构造规律——晋东南地区唐至金歇山建筑研究之四》从平面布置、建构思维、正身梁架与山面构造四个方面阐述晋东南地区早期歇山建筑的分类,并探讨了长跨一椽之平置“大角梁”的结构逻辑。

⑧ 李江、吴葱《歇山建筑结构做法分类与屋顶组合探析》梳理了歇山建筑山花面的构造形式及转角支撑部件的架设方式,总结出七种实践手法;姜铮《唐宋歇山建筑转角做法探析》以转角部分与屋架整体间的辩证关系为切入点,揭示了《法式》九脊殿与厦两头做法相较唐五代实例的内在“质变”;赵春晓《宋代歇山建筑研究》和周至人《晋冀豫唐至宋金歇山建筑遗存山面构造做法类型学研究》从类型学角度梳理了现存宋金实例,并为相应做法建立年代序列,对“踩步金”“承椽枋”“下平榑”“踏脚木”与“系头椽”等关联构件的构造关系做了简要辨析。

⑨ 陈彤《故宫本〈营造法式〉图样研究(四)——〈营造法式〉斗拱正、侧样及平面构成探微》一文在默认文本所记载数据为“投影心长”的前提下,确信角内昂的长度系由补间昂以1.4倍加斜得来,但该原则即便在《法式》内也未曾得到完全贯彻——八铺作、六铺作中,头道昂的记载长度明显较以相应补间昂加斜折算后的数据为小,且其差值不可忽略。若按照本文提出的“理想”斜率计算,五六铺作取 $3/8$ 斜率时角缝昂与正身昂的实长之比为1.37,七八铺作取 $3/11$ 斜率时为1.389,较之加斜值1.4的误差均在3%以内,转为投影长后几可忽略不计,因而可以认为《法式》制备角内昂时,是直接按补间正缝昂1.4倍取值的。

⑩ 笔者在《〈营造法式〉上、下昂斜率取值方法探析》一文中通过折算耍头实长,藉由在每一跳距(股长)内测算相邻两跳间的高差(勾高),算得下昂的斜率,再经过比对实例,推定宋金时下昂的定斜原则是在1材广:2材广的三角形基础上,以 $5^\circ$ 为基准量增减跳距得来的。

表1 取“理想”斜率时角昂反算值与正身昂实长份数验证情况

铺作等级与昂身斜率	《法式》记载的角昂长	反推所得正身昂长	《法式》记载正身昂长	数据吻合度
八铺作——3/11 斜率	由昂 460 分°	331.05 分°	/	/
	三昂 420 分°	302.26 分° <sup>③</sup>	300 分°	99.25%
	二昂 380 分°	273.48 分°	270 分°	98.73%
	头昂 200 分°	143.94 分°	170 分°	71.97%
七铺作——3/11 斜率	由昂 420 分°	302.27 分°	/	/
	二昂 380 分°	273.48 分°	270 分°	98.73%
	头昂 240 分°	172.72 分°	170 分°	98.43%
六铺作——3/8 斜率	由昂 376 分°	274 分°	/	/
	二昂 336 分°	245 分°	240 分°	97.96%
	头昂 175 分°	127.69 分°	150 分°	85.13%
五铺作——3/8 斜率	由昂 336 分°	241.81 分°	/	/
	头昂 175 分°	127.69 分°	120 分°	93.98%
四铺作（插昂）——3/5 斜率	由昂 140 分°	106.26 分°	/	/
	头昂 50 分°	/	40 分°	/

两者几乎完全吻合，这反过来证明了三组斜率取值是可信的。据此或可推测，李诫所记的下昂份数，指的都是包括昂尖在内的构件实长<sup>①</sup>，而非投影长<sup>②</sup>。折算数据后得出四点信息——一，凡关乎挑斡深度的最上层昂的反推值误差最小；二，各等级铺作中头道昂的反推值吻合度最为参差；三，六至八铺作的由昂总是较最上层昂的反推值长出约 30 分° 即一跳（反推值为其加斜前实长）；四，四、五铺作补间用昂但不挑斡，与华拱作用相似，但由昂较长。

这四点信息或许正是揭示《法式》“转角做法”的锁钥所在，详述如下。

## 2.1 “功限”章内数据指代的是构件心长还是实长

《法式》卷十八“转角铺作用椽料等数”条记载：“自

八铺作至四铺作各通用：华拱列泥道拱二只，若四铺作插昂不用。角内耍头一只，八铺作至六铺作身长一百一十七分，五铺作、四铺作身长八十四分……八铺作、七铺作各独用：……第三抄外华头子内华拱一只，身长一百四十七分……八铺作独用：……第四抄内华拱一只，外随昂、棹斜，一百一十七分。”<sup>[1]</sup> 过往研究多将这段文字中的“身长”视作构件实长，但按其作图却常生抵牾，故需详加考究。

已知转角及近角补间中出跳构件的“身长”存在四个可能的所指：角缝构件加斜前的水平投影长（心长）或其实长，角缝构件加斜后的心长或其实长。此时出现三组比值：其一是平面“加斜比”，在《法式》语境下记为 $\sqrt{2}$ 的疏率即 1.4，表示正缝与角缝构件的长度比值；其二是构件

① 若严格比照数据，不难发现按前述三组斜率反算合角昂长度时，七、八铺作完全契合，四、五、六铺作虽存在微差，在去除昂尖长度后却又能彻底契合（五铺作交角昂按图计算的长度应为 127 分°，而求得的内昂投射到补间缝时恰合 127.69 分°；四铺作插昂除去昂尖后长 40.7 分°，其交角昂贴于角内昂两侧，不能越过柱缝，长 35 分°与记载吻合）。考虑到昂尖与耍头、小拱头、华头子一样，作为同根构件的局部尺寸被单独记述，则此类微差的产生或许源自叙述逻辑的不一致（即“功限”部分七、八铺作为方便估算而计昂尖长在内，四、五、六铺作则因需结合分件图详细解说而排除昂尖在外），正身昂、交角昂与角内昂的论述语境其实不尽相同。

② 虽然在诸如“总铺作次序”的记述中，材份数值指的多是各缝水平间距的投影“心长”，但下昂的情况有所不同，理由有四条。首先，《法式》的编纂旨在“关防工料”，“功限”更是侧重于此，因此所记数据必定是（或至少可以便捷地折算成）构件实体长度，李诫没有明确谈论下昂斜率，若他记录的数据系指心长，则无法据之推算出实际的用料长度，这显然不符合编修目的。其次，文本中关于交角昂的措辞与其他各角内昂、补间正身缝昂完全一致，但不论是以哪种平面投影数据反算交角昂长度，都与记载数值相差较大，尤其是按“心长”算时将略去昂尖长度，使得差值更大。再次，与下昂类似的椽子等斜置构件，均以“平不过……尺”的形式特别阐明记载数据系指“投影长”，则下昂份值若所指相同，也应以类似方式予以规定，但实际上却并无此类备注。最后，下昂与华拱等平置构件不同，其里跳后半部分上挑平椽，无须与横拱相交，也就不具备“跳距”的概念，“间架不匀”时在满足挑斡功能的前提下可自由伸缩，并不适宜用“心长”度量。

③ 表 1 中：核得数据吻合度较低者，以灰色底及黑框标出，以示区别。“反推所得正身昂长”的数据推导方法如下：假设正身昂与角内昂后尾交于一点，按理想斜率（七八铺作 3/11，五六铺作 3/8，四铺作 3/5 计算，详见喻梦哲、惠盛健《〈营造法式〉上、下昂斜率取值方法探析》），则据图作三角可知正身昂长 $\sqrt{11 \times 11 + 3 \times 2} = \sqrt{130}$ ，角内昂长 $\sqrt{11 \times 11 + 130} = \sqrt{251}$ ，两者比值为 1.3895，代入《法式》记载的昂长后即求得反推昂身长。四、五、六铺作推算方法同上，“11”换为“8”“5”。

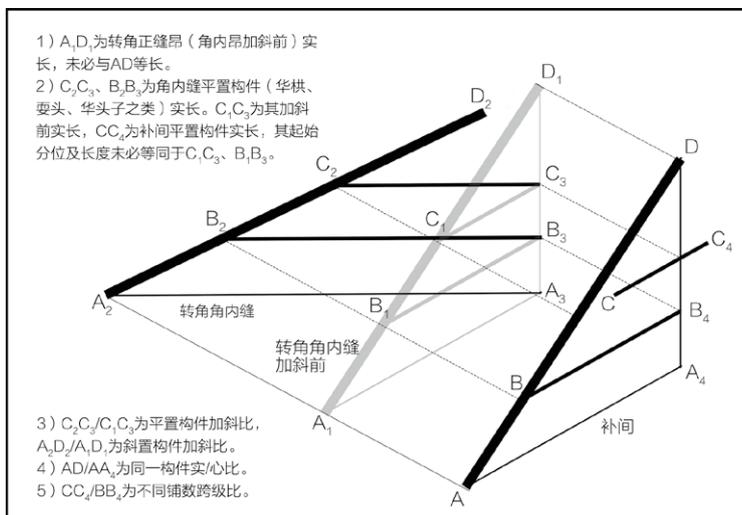


图1 《法式》转角与补间各缝构件间拟合关系示意  
(作者自绘)

“勾股比”，即斜置构件的实长（弦）与其水平投影长（股）间比值，用于反映斜率；其三为“跨级比”，即同类构件在相邻铺数下的取值差异（或相邻层数间同类构件的长度比）。它们分别被用于评测抽象角部后得到的四面直棱锥中各个三角面间的股长比（判断各缝出跳长是否齐平）、三角面各自的勾股比（判断各缝斜昂峻慢是否一致）、三角面内诸相似形的缩放比（判断逐跳份数或材等渐变后的比值关系）（图1）。

值得注意的是，前述文本中多次出现  $117^\circ$  一值，若视之为角内耍头的实长（含头尾在内），则按 1.4 倍加斜比反算出其正缝投影长为  $84^\circ$ （它仅是虚拟的空间概念，并无对应实体，尺寸也未必等同于补间相应分位的平

置构件）。此时可将两级铺作中四种耍头的取值简化为一组连续  $\sqrt{2}$  比（四五铺作正缝  $60^\circ$ 、角缝  $84^\circ$ ，六七八铺作正缝  $84^\circ$ 、角缝  $117^\circ$ ）。至于这组数据的所指，通过作图分析可以排除角缝构件加斜后实长或心长的可能<sup>①</sup>（普遍过于短促）。反之，若将这组份数视作角内平置构件加斜前之实长，则在数值取整的同时节点对位关系亦达最简，恰合度良好。按不同跳距与交互斗降值情况，逐一作图量取角缝耍头与外华头子里华拱的加斜前份数，整理表 2 后发现：一，“功限”所载角缝构件份数均是指代其加斜前的对应实长；二，以  $147^\circ$  与  $117^\circ$  两值即可涵盖里转耍头等平置构件在任意跳距下的取值，这两个数实际上表达了有效区间的边界。

表 2 “功限”部分角内平置构件数据反算情况<sup>①</sup>

铺作配置	跳距分配	耍头实长			外华头子里华拱实长
		交互斗里外归平时	昂降 $2^\circ$ 时	昂降 $5^\circ$ 时	
八铺作双杪三昂	里转出四杪时，耍头与第四杪等长，与头昂无关，亦可恒定为 $117^\circ$ （减跳值取最大时若直抵昂下仍长 $117^\circ$ ），此处数据均量至里转第四杪为止				
八铺作双杪三昂里转出四杪	里跳（ $30-30-30-30^\circ$ ）及外跳（ $30-30-30-30^\circ$ ）；不减跳时耍头尺度过大与原文不符	$147^\circ$	$138^\circ$	$128^\circ$	$161^\circ$
	里跳（ $26-26-26-28^\circ$ ）及外跳（ $30-26-26-26^\circ$ ）；当里跳份数不变，外跳均为 $30^\circ$ 时，耍头量至素方外下棱，仍满足 $117^\circ$ 与 $147^\circ$ 取值	$124/117^\circ$ ，后者头昂量至素方外侧下棱	$117^\circ$ ，头昂过素方外侧下棱	$106^\circ$ ，头昂过素方内侧下棱	$147^\circ$
	里跳（ $25-25-25-28^\circ$ ），外跳（ $28-25-25-28^\circ$ ）；当里跳份数不变，外跳用其他份数时，耍头量至斗平，仍满足 $117^\circ$ 与 $147^\circ$ 取值	$117^\circ$ ，头昂过斗平	$110^\circ$ ，头昂约过素方中线	$99^\circ$ ，头昂脱离交互斗	$142^\circ$

① 角内耍头在五铺作时量取加斜后的水平心长确实恰为  $84^\circ$ ，但五至八铺作的测值和原文记载偏差极大，若按加斜后实长计算则相去弥远。八铺作里转四杪时，“第四杪内华拱一只，外随昂、搏斜，身长一百一十七分”，头跳  $28^\circ$ ，余三跳  $26^\circ$ ，若认为  $117^\circ$  是其加斜后的水平心长，则折算出的实长  $84^\circ$  恰合三个头跳长，但相去扶壁拱仍有一跳距离，使得遮椽版下出现空隙；若视之为加斜后的水平实长，则额外计入半个交互斗底宽后将使其离柱缝更远，又如何“外随昂、搏斜”？遑论角内构件理当垫塞严密，岂有偷减之理？同理，第三杪  $147^\circ$ （合正缝  $105^\circ$ ）无论按实长或心长，都不能与任何既有构件的轮廓重合，这一问题在其他铺数中同样普遍存在，可见按加斜后的实长或心长解释原文录述的数据皆不妥当。

② 表 2、表 4 中，凡作者认为存在内在换算关系的特殊份值，均以灰色底及黑框标出，以便于查阅。

铺作配置	跳距分配	耍头实长			外华头子 里华拱实长
		交互斗里外归平时	昂降 2 分° 时	昂降 5 分° 时	
八铺作双抄 三昂里转出 三抄	里跳 (30-30-30 分°), 外跳 (30-30-30-30-30 分°); 头昂位置与里转出四抄时一致	134 分°	127 分°	117 分°	161 分°
	里跳 (26-26-28 分°), 外跳 (30-26-26-26-26 分°); 头昂同上	117 分°	109 分°	97 分°	147 分°
	里跳 (25-25-28) 分°, 外跳 (28-25-25-28-28) 分°; 头昂同上	110 分°	103 分°	92 分°	142 分°
七铺作双抄 双昂	七铺作中, 耍头与外华头子里华拱两根构件紧贴, 较为特殊				
七铺作双抄 双昂里转出 三抄	里跳 (30-30-30 分°), 外跳 (30-30-30-30 分°)	134/119 分°	127/119 分°	117 /119 分°	161 分°
	里跳 (26-26-28 分°), 外跳 (30-26-26-26 分°)	117 分°, 头昂 脱离交互斗控制	109 分°, 头昂 过素方外下棱	98 分°, 头昂 近素方内下棱	147 分°
	里跳 (25-25-28 分°), 外跳 (28-25-25-28 分°)	110 分°	103 分°	92 分°	142 分°
六铺作单抄 双昂	原文仅提及耍头长 117 分°, 未规定第三抄与外华头子里华拱长度, 头昂归平降值亦不同				
六铺作单抄 双昂里转出 三抄	里跳 (30-30-30 分°), 外跳 (30-30-30 分°); 按跳距构成模式 $4 \times \sqrt{2} \times 21 分° \approx 30 分° \times 4$ , 误差 2 分°, 实际里转仅三跳, 剩余 30 分° 由耍头端部 25 分° 与素方半厚 5 分° 凑成	58.5 分°, 耍头量 至素方外下棱 (近 60 分°)	/	/	101 分°
	里跳 (26-26-28 分°), 外跳 (30-26-26 分°); 原文中并无此种布置方式, 参照七八铺作情形 增补	112 分°, 与二昂上 交互斗取平	/	/	95 分°
	里跳 (26-26-28 分°), 外跳 (30-30-30 分°); 同上	117 分°	/	/	95 分°
	里跳 (25-25-28 分°), 外跳 (28-25-28 分°)	107 分°, 二昂 过素方外侧下棱	/	/	92 分°
六铺作单抄 双昂里转出 两抄	里跳 (30-30 分°), 外跳 (30-30-30 分°)	92 分°, 头昂 过斗平	/	/	101 分°
	里跳 (26-28 分°), 外跳 (30-26-26 分°); 原文无此布置方式, 参照七八铺作情形增补	84 分°, 头昂 过素方外侧 下棱	/	/	95 分°
	里跳 (25-28 分°), 外跳 (28-25-28 分°)	79 分°	/	/	92 分°
六铺作双抄 单昂	《法式》“功限”章原文论及交角昂等角内构件时, 主要指单抄双下昂。作图知其里转三抄、内外不减跳、头昂降 2 分° 时, 耍头长 147 分°; 里跳 (26-26-28 分°) 外跳 (30-26-26 分°) 时, 外华头子里华拱长 147 分°。里转双抄时耍头与华头子为同一构件, 其长度与下昂降跳份数无关, 仅受跳距布置方式影响, 不减跳、减 4 分° 与 5 分° 时分别长 149 分°、147 分°、135 分°				

铺作配置	跳距分配	耍头实长			外华头子 里华拱实长
		交互斗里外归平时	昂降 2 分° 时	昂降 5 分° 时	
五铺作单抄单昂	按《法式》图样，耍头前段似仅伸至扶壁素方中缝处，原文记耍头长 84 分°，未提及其下外华头子里华拱长度				
五铺作单抄单昂	里跳 (30-30 分°)，外跳 (30-30 分°)	84 分°	/	/	101 分°
	里跳 (28-28 分°)，外跳 (28-28 分°)；此时耍头直抵昂身下而非止于扶壁素方中缝，其长恰为 84 分	84 分°	/	/	95 分°
四铺作插昂	插昂压于耍头下，转角缝由昂自交互斗口出并斜上内伸，此时里、外耍头被打断不能连做，恰长 84 分				
	里、外跳各 30 分°	84 分°	/	/	/

注：本表数据均用于指代及讨论角缝构件加斜前实长，与近角补间铺作无关。

据上述“实长”数据作图时，泰半存在不足半分°的微差，或许是为“加荒”留出余地所致。将文本所记角缝里转诸名件取值释作 45° 缝加斜前的实长，而非正缝未经加斜前之实长，这种借此言彼的叙事逻辑显得极为曲折，不合常理，故除作图验核外，仍需藉由文本内证方可成立。

举卷十八“殿阁外檐转角铺作用料拱等数”条为例，其规定“八铺作七铺作各独用：……第二抄华拱一只，身长七十四分”。此时无论按实长、心长计 74 分° 都过于短小，不能充角华拱用<sup>①</sup>，且与之相应的内槽转角铺作第二抄记作 77 分°，两者相对设置，本应等长，差出 3 分° 也会导致安勘问题。

表 3 华拱里转长度的文本与作图对比

文本记载	推测构成	推测实际层数	作图算得份数 / 数据吻合率
“角内第二抄华拱一只，身长七十七分”	$7 \times 11 = 77$ (分°)	第一抄	$(28+28) \times 1.4 = 78.4$ (分°)，98.21%
“角内第三抄华拱一只，身长一百四十七分”	$7 \times 21 = 147$ (分°)	第二抄	$(25+28+28+25) \times 1.4 = 148.4$ (分°)，99.06%
“角内第四抄华拱一只，身长二百一十七分”	$7 \times 31 = 217$ (分°)	第三抄	$(25+25+28+28+25+25) \times 1.4 = 218.4$ (分°)，99.36%
文本无，同理推测第五抄身长二百八十七分	$7 \times 41 = 287$ (分°)	第四抄	$(25+25+25+28+28+25+25+25) \times 1.4 = 288.4$ (分°)，99.51%

由此提出一种假设：在历代传抄《法式》的过程中，记述内槽转角各层华拱身长的文句发生了前后错置的问题，按现有文本数据各跨减一跳后，恰与作图所得各层心长加斜后的取值吻合<sup>②</sup>，这应该不是巧合。

如此，则卷十八“殿阁身内转角铺作用料拱等数”条所记录的里转四抄长度可分别用各段心长加斜后得出近似取值，唯文本应是错将一、二、三抄记成了二、三、四抄（表 3），同样的推算方式也适用于内槽与平坐华拱，详见后文。

在“功限”部分记载角内构件的整套数据中，各取值间常相互以 $\sqrt{2}$ 为率套借，且 77 分°、117 分°、147 分°、

177 分°、217 分° 等数多次出现，它们递相以 30 分° 或 40 分° 为级差增减，多为角内耍头与华拱的身长，且除以 $\sqrt{2}$ 后即得到正缝华拱身长<sup>③</sup>（表 4）。

外檐转角铺作中，第二抄加斜后心长恰与第三抄未加斜前实长相等，均为 147 分°，将之错置后即可表达内外槽第三抄长，而其他华拱与耍头长 117 分°，与之刚好相差一跳 30 分°，文本对于各跳减跳与否、减跳后的跳距分配方案均未明确叙述，或许正是在标定的构件实长内灵活赋予其多种方案组合的可能，即算法原则应尽量趋简，以适应复杂多变的情况。

① 减跳至 28、25 分° 时，第二抄角华拱的加斜前实长仍应达到 118 分°（6 分° + 25 分° + 28 分° + 28 分° + 25 分° + 6 分°），加斜后长 160.4 分°，即便折为正缝仍应长 84 分°。

② 这里不取实长，是由于角缝上交互斗不能简单地按加斜原则放大处理，拱端卷杀的长度也不是等比放大的结果，因此角华拱实长并不完全等同于正缝华拱的倍，而是先按心长加斜，再加上常量（两端各半个交互斗底长计 12 分°）后汇总得来。

③ 77 分° 对应正缝第一抄身长 55 分°（可释为外跳 30 分° + 里跳 25 分°），117 分° 对应正缝第二抄身长 84 分°（可释为外跳 30 分° + 28 分°、里跳 26 分°），147 分° 对应正缝第三抄身长 105 分°（可释为外跳 30 分° + 25 分°、里跳 25 分° + 25 分°），177 分° 对应正缝第四抄身长 126 分°（可释为外跳 25 分° + 25 分° + 26 分°、里跳 25 分° + 25 分°），217 分° 对应正缝第五抄身长 155 分°（可释为外跳 25 分° + 25 分° + 30 分°、里跳 25 分° + 25 分° + 25 分°）。

表4 《法式》功限部分角内诸名件长度信息解读

条目	应用范围	事项	文本记载	长度及其构成	
卷十七“楼阁平坐补间铺作用料棋等数”	自七铺作至四铺作各通用	耍头一只	“七铺作身长二百七十分，六铺作身长二百四十分，五铺作身长二百一十分，四铺作身长一百八十分”	正缝，以30分°递相增减	
卷十八“殿阁外檐转角铺作用料棋等数”	自八铺作至四铺作各通用	角内耍头一只	“八铺作至六铺作身长一百一十七分，五铺作四铺作身长八十四分”	117分°、84分° ( $\sqrt{2}$ 倍关系)	
		角内由昂一只	“八铺作身长四百六十分，七铺作身长四百二十分，六铺作身长三百七十六分，五铺作身长三百三十六分，四铺作身长一百四十分”	460分° = 25分° × 16 + 30分° × 2; 420分° = 30分° × 14; 376分° = 25分° × 14 + 26分°; 336分° = 28分° × 12; 140分° = 30分° × 3 + 25分° × 2	
	八铺作七铺作各独用	第二抄华棋一只	“身长七十四分”	74分° 约为第三抄之半	
		第三抄外华头子内华棋一只	“身长一百四十七分”	117分°	
	八铺作独用	第四抄内华棋一只	“外随昂、榑，斜一百一十七分”	117分°	
	交角昂	八铺作六只	“二只身长一百六十五分，二只身长一百四十分，二只身长一百一十五分”	165分° = 30分° × 3 + 25分° × 3 = 117分° × $\sqrt{2}$ ; 140分° = 30分° × 3 + 25分° × 2; 115分° = 30分° × 3 + 25分°	
		七铺作四只	“二只身长一百四十分，二只身长一百一十五分”	同上	
		六铺作四只	“二只身长一百分，二只身长七十五分”	100分° = 25分° × 3; 75分° = 25分° × 3	
		五铺作二只 四铺作二只	“身长七十五分” “身长三十五分”	同上 35分° = 25分° × $\sqrt{2}$	
	角内昂	八铺作三只	“一只身长四百二十分，一只身长三百八十分，一只身长二百分”	420分° = 30分° × 14; 380分° = 30分° × 11 + 25分° × 2; 200分° = 25分° × 8	
		七铺作二只	“一只身长三百八十分，一只身长二百四十分”	380分° = 30分° × 11 + 25分° × 2; 240分° = 30分° × 8	
		六铺作二只	“一只身长三百三十六分，一只身长一百七十五分”	336分° = 28分° × 12; 175分° = 25分° × 7	
		五铺作四铺作各一只	“五铺作身长一百七十五分，四铺作身长五十分”	五铺作同上; 四铺作实为卷头，内外各25分°	
	卷十八“殿阁身内转角铺作用料棋等数”	自七铺作至四铺作各通用	角内两出耍头一只	“七铺作身长二百八十八分，六铺作身长一百四十七分，五铺作身长七十七分，四铺作身长六十四分”	288分° = 60分° × (1 + $\sqrt{2}$ ) × 2; 147分° = (21分° × 5) × $\sqrt{2}$ ; 77分° = (11分° × 5) × $\sqrt{2}$ ; 64分° = 26分° × (1 + $\sqrt{2}$ )
		自七铺作至五铺作各通用	角内第二抄华棋一只	“身长七十七分”	77分° = (25 + 30)分° × $\sqrt{2}$
七铺作六铺作各独用		角内第三抄华棋一只	“身长一百四十七分”	147分° = (21分° × 5) × $\sqrt{2}$ , 或(25分° × 3 + 30分°) × $\sqrt{2}$	
七铺作独用		角内第四抄华棋一只	“身长二百一十七分”	217分° = (25分° × 5 + 30分°) × $\sqrt{2}$	
卷十八“楼阁平坐转角铺作用料棋等数”	自七铺作至四铺作各通用	第一抄角内足材华棋一只	“身长四十二分”	42分° = 30分° × $\sqrt{2}$	

条目	应用范围	事项	文本记载	长度及其构成
卷十八“楼阁平坐转角铺作用料拱等数”	自七铺作至四铺作各通用	角内足材耍头一只	“七铺作身长二百一十分，六铺作身长一百六十八分，五铺作身长一百二十六分，四铺作身长八十四分”	$210 \text{分} = 30 \text{分} \times 5 \times \sqrt{2}$ (外四跳里一跳); $168 \text{分} = 30 \text{分} \times 4 \times \sqrt{2}$ (外三跳里一跳); $126 \text{分} = 30 \text{分} \times 3 \times \sqrt{2}$ (外两跳里一跳); $84 \text{分} = 30 \text{分} \times 2 \times \sqrt{2}$ (外一跳里一跳)
	自七铺作至五铺作各通用	第二杪角内足材华拱一只	“身长八十四分”	同上, 或 $21 \text{分} \times 4$
	七铺作六铺作各用	交角耍头, 七铺作四只	“二只身长一百五十二分, 二只身长一百二十二分”	$152 \text{分} = (26 \text{分} \times 3 + 30 \text{分}) \times \sqrt{2}$ ; $122 \text{分} = (26 \text{分} + 30 \text{分} \times 2) \times \sqrt{2}$
		交角耍头, 六铺作二只	“身长一百二十二分”	同上
七铺作独用	第四杪角内华拱一只	“身长一百六十八分”	$168 \text{分} = (30 \text{分} \times 4) \times \sqrt{2}$	

## 2.2 头昂为何讹短

在表 1 中, 八铺作与六铺作据角缝头昂实长反推得出的正缝昂长度较文本记载短了近  $20 \text{分}^\circ$ , 显然无法忽略。考虑到头昂位置较低, 与拱、方等横置构件的交点多于其上的诸道昂, 则这种算值的“不匀”或许与里转做法有关。因头昂最易与角内诸平置构件触碰, 两者长度呈此消彼长之势, 故若欲解释前者讹短的原因, 必先穷究后者的记述逻辑——笔者认为李诫所录的角内华拱与耍头皆为未加斜前的数据。

七铺作里转三杪, 因头昂下出两杪, 里耍头实际位于

头昂身下, 两者并无相犯可能, 故角内头昂折算后与对应的补间头昂基本等长, 不会讹短。

八铺作里转三杪时情况同上, 但若出四杪, 则里耍头与头昂相犯, 若按制度减跳 (里跳  $26-26-26-28 \text{分}^\circ$ , 外跳  $30-26-26-26-26 \text{分}^\circ$ ) 且头昂升高  $2 \text{分}^\circ$  时, 第四杪于扶壁素方外侧下棱直抵昂下, 头昂实长  $117 \text{分}^\circ$ , 其上之耍头若抵于二昂身下则略大于该值, 推测李诫是为了便于记忆才令两项取值归一, 但角内头昂加斜前身长仅  $143 \text{分}^\circ$ , 远短于对应之补间昂 ( $170 \text{分}^\circ$ ), 亦即其尾端止于里转第一杪上罗汉方里侧边棱, 剩余部分被耍头截断 (图 2)<sup>①</sup>。

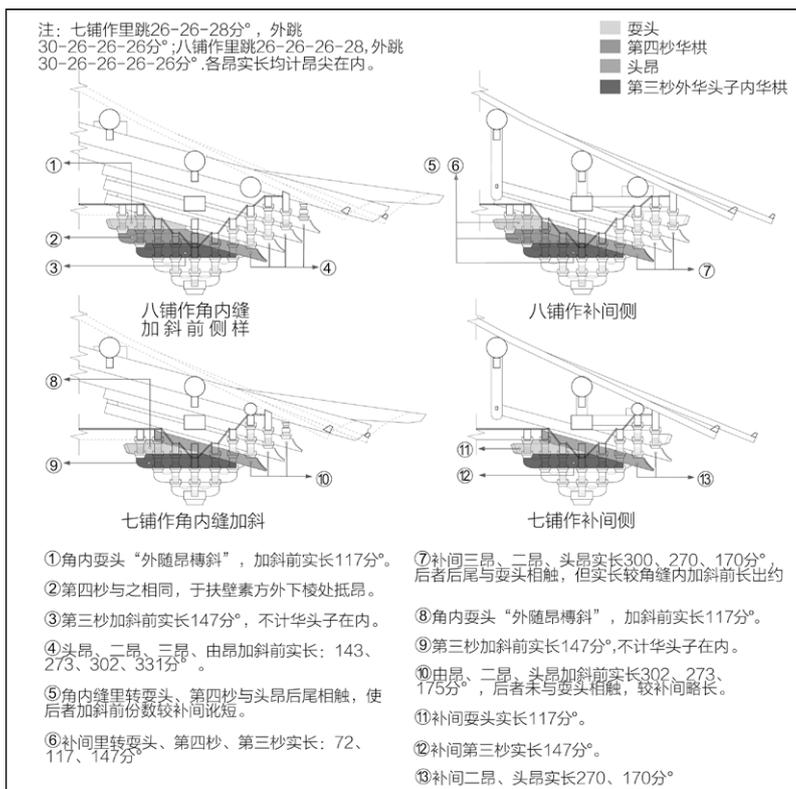


图 2 《法式》七、八铺作角内缝数据解析及构造示意 (作者自绘)

① 由于本文基于对《营造法式》文本的理解探讨转角做法, 难以与实例完全对应, 而系根据构造关系推测得来, 如压槽方之类的画法皆反映了笔者的主观认识。

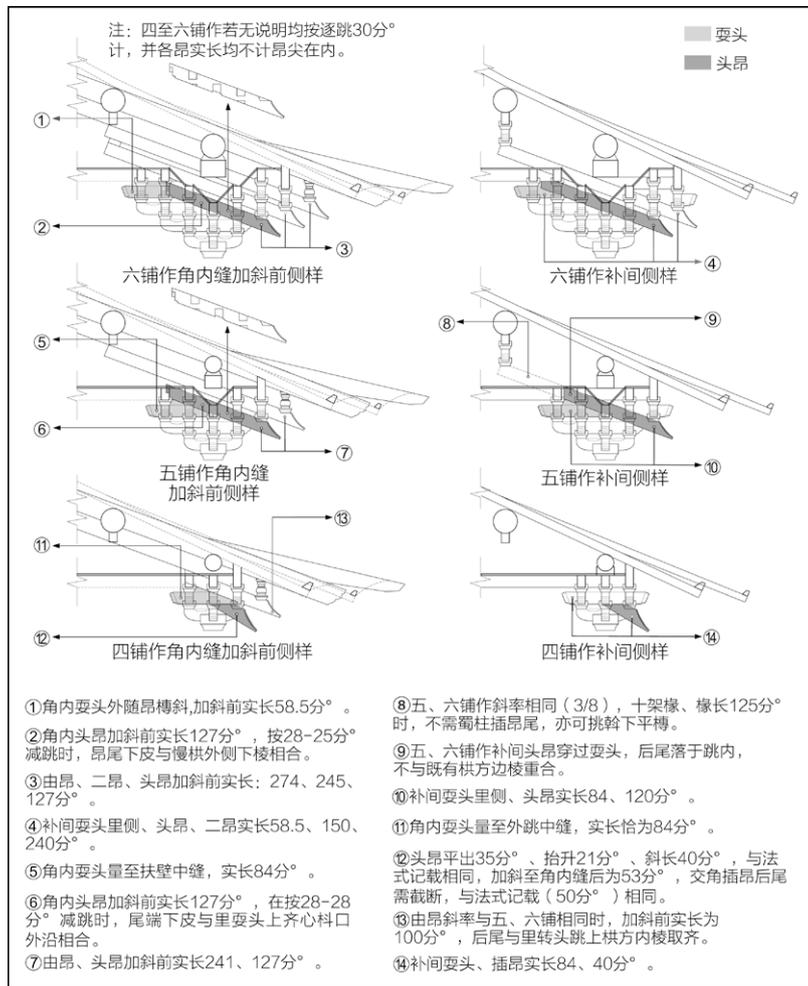


图3 《法式》四、五、六铺作角内缝数据解析及构造示意  
(作者自绘)

六铺作里转三杪时，角内头昂加斜前实长127分°（四、五、六铺作均不计昂尖在内），短于补间昂150分°，加斜前的昂尾止于里转第二杪上慢拱里侧边棱，由此耍头被压缩至58.5分°，仅相当于《法式》记录值117分°之半。

五铺作角内头昂加斜前实长与六铺作一致，稍长于补间昂的120分°。实际上从图样中头昂的榫卯开口位置及形态看，昂身实长应取127分°（120分°的昂尾并未画出容纳齐心斗之卯口），如此则要头量至扶壁中缝时恰长84分°（图样中耍头身畔仅里侧绘有对应齐心斗的开口，若能跨过柱缝则外侧亦应有所表示，故推测至柱缝止），与文本记载相符（图3）。

### 3 《营造法式》的角缝首尾端构造状况推测

#### 3.1 近檐柱处构造

转角构造中，大角梁的放置形态最为重要，仍从《法式》记载的诸昂长度入手加以考察。铺作之上，由昂距离角梁最近，但究其本质仅是垫块，与隐衬角枋一道填塞上

道昂与大角梁间空隙（足材加椽檐方总计51分°），其出跳距离与上道昂相同。通过作图及表1的统计，可知六至八铺作由昂在加斜前的实长总是较其对应的补间铺作最上道昂长30分°，这意味着它们的里转平长基本一致；四、五铺作的下昂虽不能上彻平榫，功能等同于卷头，但其由昂的加斜前实长仍远甚于对应的补间昂。其中五铺作由昂加斜前实长241分°，基本与六铺作补间二昂240分°等长，两者外跳位置相近，以3/8斜率算时，五铺作由昂在加斜前的平长（不计昂尖）为225.6分°，约合七跳有余，按外三里四分配，较里转华栱多出两跳，可知其上彻距离甚远。同样，四铺作角内由昂加斜前的位置与五铺作之昂相似，但二者斜率不同，不宜等量齐观，按3/5斜率且不计昂尖在内时，算得四铺作由昂加斜前的平长为90.9分°，合三跳，按外一里二分配，正与其下里转华栱对应。

表1得出的四点信息均与此相关，即数据体现的关系都是为了保证角内诸构件维持斜置形态：结论反映了下昂里转部分发达的事实<sup>①</sup>，换言之，昂身并未遭到角梁的过度截割（从记录的角内昂后尾身长度份数可以推得），这意味着角梁自身也是斜置而非平放的（平置将导致抹角枋下降到

① 表1所得四项结论中：一，“最上层昂的复算精度最高”意味着为了保障对隐衬角枋的有效承托，转角斜缝及正身、补间诸昂上彻分位必须一致，不可参差；三，“六至八铺作角内由昂加斜前实长恒较上道昂长一跳”也是为了保证两者里跳端部近似取齐，以便共同托举角梁；四，“四五铺作里转上彻深度有限但由昂较长”则是在昂数少或昂身不发达时，确保仅依靠由昂也能维持角部构造稳定。

丁栱分位，而非如李诫记述的架设于其上），因此下昂造中的大角梁、隐衬角栱均应与其下诸昂一样，顺势倾斜以便上彻平栿。

### 3.2 近下平栿处构造

角梁内侧靠近下平栿处的构造方式需结合间架规模、角间形态、进深椽长、屋架举折等因素对各铺作逐一作图推导。

《法式》涉及栿下构造的定性描述主要有两处。

其一为卷五“梁”条：“凡屋内若施平栿，平闇亦同，在大梁之上。平栿之上又施草栿，乳栿之上亦施草栿，并在压槽方之上，压槽方在柱头方之上，其草栿长同下梁，直至撩檐方止。若在两面，则安丁栱。丁栱之上，别安抹角栱，与草栿相交。凡角梁下又施隐衬角栱，在明梁之上，外至撩檐方，内至角后栱项，长以两椽材斜长加之。”<sup>[1]</sup> 隐衬角栱垫于大角梁下，用于填补由昂与角梁间空隙，同时向内插入“栱项柱”身。下昂造时，若栿下与由昂上的空隙足够充裕，则隐衬角栱与大角梁可随之倾斜上彻，即角缝构件应斜置。

其二为同卷“阳马”条，记载了不同构架类型中栿下结角做法的差别：“凡堂、厅并厦两头造，则两梢间用角梁转过两椽。亭榭之类转一椽，今亦用此制为殿阁者，俗谓

之曹殿，又曰汉殿，亦曰九脊殿，按《唐六典》及《营缮令》云，王公以下居第并厅（听）厦两头者，此制也。”<sup>[1]</sup> 绘图结果与此段记录吻合，按 3/8 或 3/11 斜率计算时，殿阁大角梁上皮仍压在下平栿交点之下，在 100~150 分° 的椽长取值范围内<sup>[2, 15-26]</sup><sup>①</sup>，自五至八铺作下昂造均可实现压金做法<sup>②</sup>，且其下仍有足够空间安置抹角栱。至于角梁下用抹角栱、隐衬角栱栱项入柱两条规定，则应归结于《法式》殿阁允许间椽错位、角间不必取方及槽型多样三个原因<sup>③</sup>。

殿阁角梁长度不定，隐衬角栱却必须转过两椽；与之相反，厅堂因间椽严格对位，其角梁必须搭在平栿交点上或压于其下后再插入内柱身，长度明确为两椽（若压金时仅转过一椽则构造不稳定），角间恒取方且由昂与大角梁间别无隐衬角栱之类的构件紧贴<sup>④</sup>（图 4，图 5）。

唐辽殿阁常采用“斜置大角梁+平置隐衬角栱”的方式结角，此时角内昂后尾遭隐衬角栱截断，不能充分挑斡下平栿交点，而是与柱头铺作中的下昂一样，由草栿压跳收束<sup>⑤</sup>。宋金遗构与此不同，其补间铺作配置日趋绵密且与屋架联动更加紧密，角缝昂多随补间下昂一道上彻平栿（若补间里跳只用华栱或平出假昂，仍可借助“叠枋欂栿”间挑接斡下平栿），成为支撑屋架的有机单元，转角铺作的用昂逻辑已从随同柱头转向取法补间（图 6~图 10）。

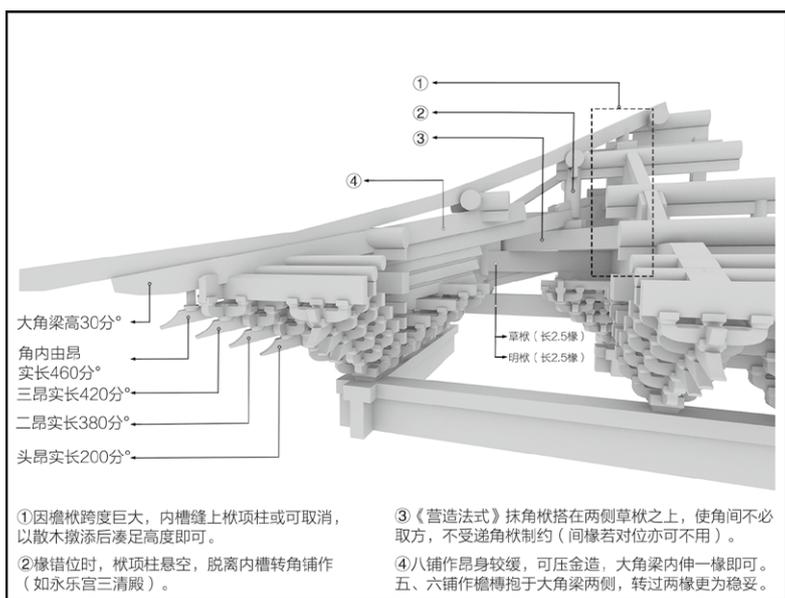


图 4 《法式》殿堂转角构造示意  
(作者自绘)

① 李灿(《〈营造法式〉中的翼角构造初探》)与潘谷西、何建中(《〈营造法式〉解读》)等学者均认为椽每架平长上限不超过 125 分°，下限不少于 100 分°；张十庆在《关于〈营造法式〉大木作制度基准材的讨论》一文中则从出檐制度出发推得《法式》所列椽长尺寸系以三等材折算的结论，因此对应较低材等时，平长份数还可扩大到 150 分°，本文按 100~150 分° 为椽长阈值作图。

② 其中，推定的七、八铺作“理想”斜率较缓(3/11)，大角梁上皮仍在下平栿交圈节点以下，其间尚需放入陀墩等支垫；五、六铺作因推定的“理想”斜率稍陡(3/8)，在用 30 分° 栿径时昂尾勉强可挑斡下平栿(此时筒瓦厅堂举折按梁思成拟定的 0.27 而非陈彤提出的 0.33 算)，大角梁与平栿下空隙较小，稍显局促(昂尾挑斡平栿时，交互斗局部坐入昂身，故一材两架托替木、下平栿的总高至多为 6+15+6+12+30=69 分°，而撩檐方与大角梁之和为 30+30=60 分°，此时两者上皮接近，部分重合，故下平栿是如牛脊栿般从两侧合抱于大角梁上半部，而非完全叠压其上，若想彻底压住则两者差值至少应在 30 分° 以上)。四铺作未采用插昂的推定“理想”斜率(3/5)，因其过于陡峻，若隐衬角栱、大角梁均按此角度上行则会戳穿屋面，且插昂并无尾部，其上由昂即或采取 3/8 斜率也不会与之中途斜交相犯。照此计算则由昂在加斜前的平长可达 100 分°，较以 3/5 斜率推算时多出 10 分°，承载能力有所提升，构造方式亦与五、六铺作一致。

③ 间椽错位导致第二架椽的栿下虚悬，需有所支撑；角间不方便使得角梁无法汇于内槽柱位，同样会导致前述结果；槽型多样则体现在分心槽、双槽等依靠檐栱变动槽线位置时，转角处未必存在可供托栿的内槽柱。以上三种情形都要求创造一种新的构造形式使角梁后尾摆脱对内槽的依赖，故而催生了将角梁尾端支点间接转移至外檐柱列上的抹角栱、隐衬角栱和栱项柱(推测也可以是置于抹角栱或丁栱上的童柱)组合。反之言之，在间椽对位且第二架椽下有内槽结构时，抹角栱等构件即全无施用必要。

④ 在晚于《法式》的大型实例(如平遥文庙大成殿、朔州崇福寺弥陀殿)中，常见角内昂上彻平栿、隐衬角栱与大角梁略微斜置之类的现象，这更接近殿阁做法，考虑到厅堂不应超过六铺作，则此类实例或许反映了殿阁简化阶段的过渡状态，不可将其视作纯粹的厅堂。

⑤ 此外尚有殿阁缩小、简化后的变体，表现为大角梁转过一椽并平置，这可以视作双栱殿堂(如佛光寺东大殿)中的角缝明乳栱因内柱升高而退化为露明衬角栱(如西上坊成汤庙大殿)所致(两者补间铺作都不发达，角缝昂身平置，不能上彻平栿)。

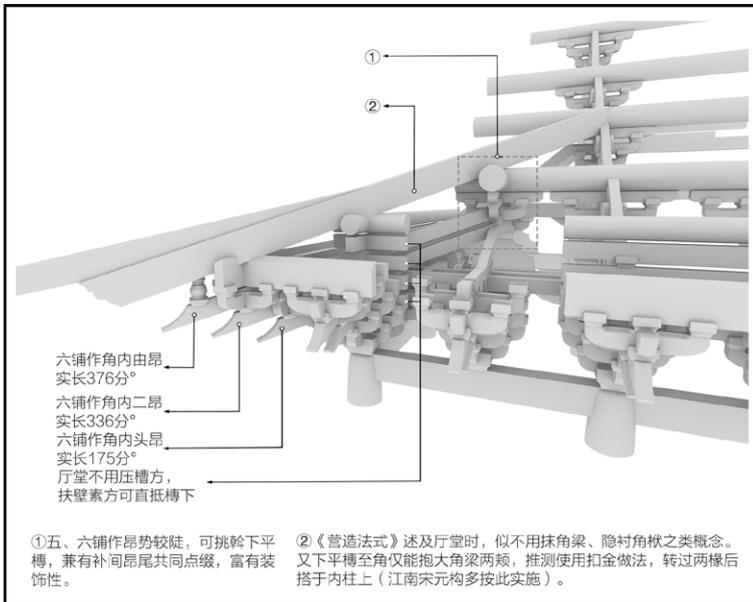


图5 《法式》厅堂转角构造示意  
(作者自绘)

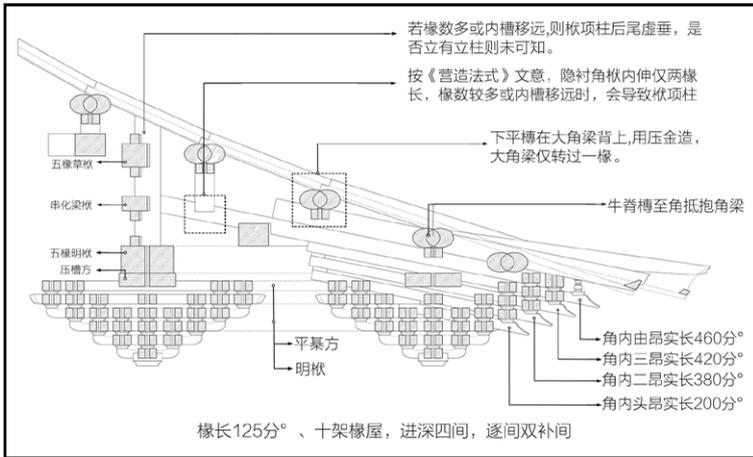


图6 《法式》八铺作角内缝构造示意  
(作者自绘)

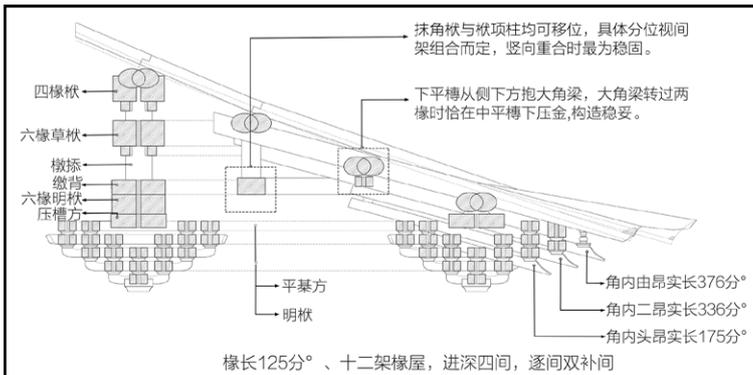


图7 《法式》六铺作角内缝构造示意（之一）  
(作者自绘)

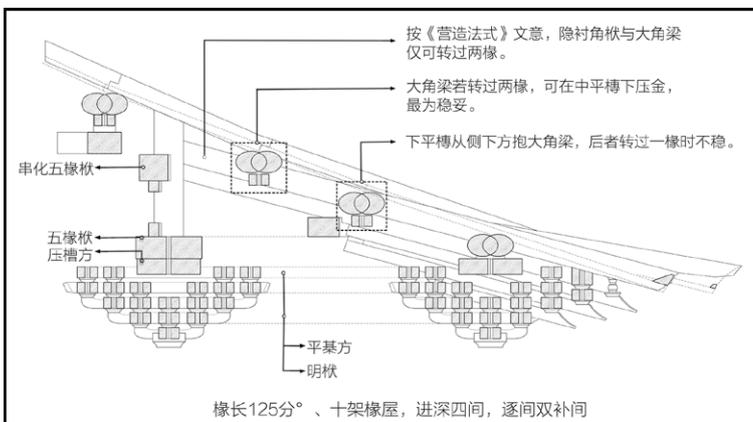


图8 《法式》六铺作角内缝构造示意（之二）  
(作者自绘)

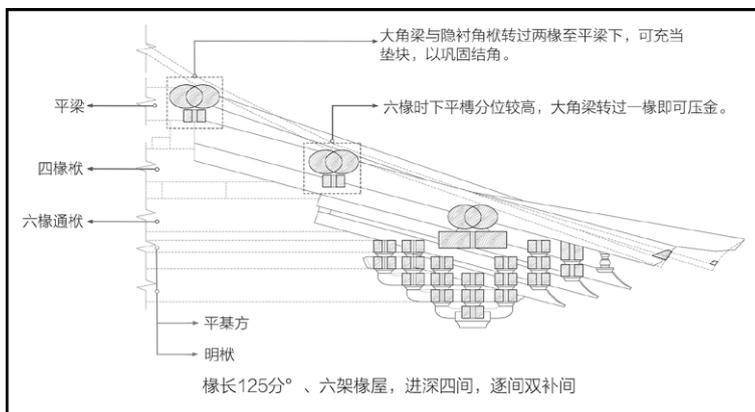


图9 《法式》六铺作角内缝构造示意（之三）  
（作者自绘）

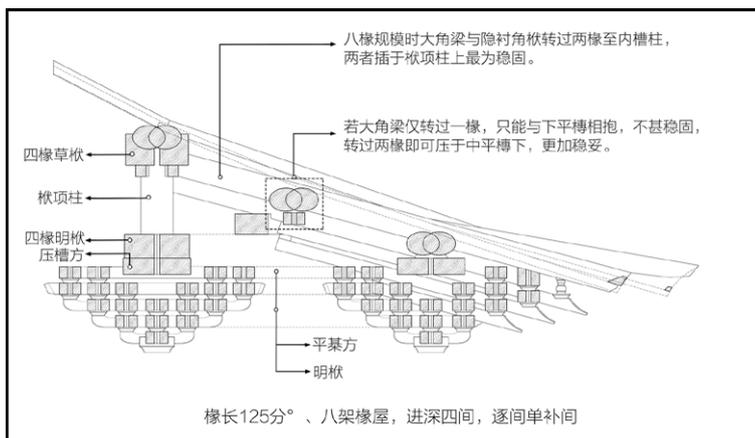


图10 《法式》六铺作角内缝构造示意（之四）  
（作者自绘）

### 3.3 “角梁转过两椽”与“厦一间”的实质区别

“歇山”屋面可以藉由多种方法搭建，李诫在论述堂、厅时概称作“厦两头”（并小字旁注，记其用于殿阁时别名“曹殿”“汉殿”“九脊殿”），但在描述转角规模时却采用“角梁转过两椽”的说法取代唐以来“厦一间”的惯用语<sup>①</sup>。诚如前辈学者所总结的，这种话语转变的根源在于写作视角从“空间”转向了“构架”，反映了歇山技术从原始的“入母屋”“缀屋根”的空间扩展方式转向以整体屋架覆盖的成熟构造形制，不再机械地增出外缘，而是有机地将之融入屋身，围绕方三间厅堂的研究更是将此迁移过程上升至建构思维层面，即由一般走向特殊。

此外，“一间”与“两椽”的对照关系也是厘清匠门时空差异的重要线索。两者在华北与江南的营造传统中往往被等量齐观（华南则多一间三椽），在唐辽殿阁中也完全成立<sup>②</sup>，但《法式》的殿阁图样明显表达出梁椽打断柱框与屋架层间联系的信息，加之双补间盛行，间广、架深与朵当间已基本脱钩，此时增多补间朵数未必意味着屋身绝对规模的扩大，而更可能是在既有柱网内填塞更多斗拱，朵数剧增仅意味着在面阔方向上需要重新调整、缩减铺作的材等与体量，以调节其与间广的关系，与进深向的步架间却不再严格联动，朵当、椽长错位成为常态，对位反而成为

小概率事件。

举十架椽规模殿屋为例，若山面四间、逐间双补间，当此十二个朵当皆匀时，一间对应2.5架椽长，即以每架120分°×10架的总进深，恰可实现12朵补间×100分°（朵当下限）的铺作分配方案，此时角间广300分°，按一间对应两椽算则将欠余60分°造成错位，使得隐衬角椽不能搭插在正缝梁架与内槽柱上。由于朵当取值过小，几无调节余地，铺作等第稍高即易使得正缝与角缝相邻诸横栱间抵牾，即便“连拱交隐”或“于次角近补间处从上减一跳”也未必能妥善解决（如八铺作里转四抄时为了免于横栱相犯，朵当至少应取131分°，椽长上限按125分°计时，需去除角补间或将之移远，这又导致朵当不匀的问题循环出现）。因此，近角补间与角内缝的下昂后尾未必能够挑斡于同一点，若转角用附角斗，则正缝下昂里转部分更是只能贴于角缝昂身侧安置（表5）。

实际上，《法式》图样表达的是最具代表性、最为特殊的状况，而非建筑可达到的最大规模，结合文献和料例可知十架椽绝非宋代殿阁的极限。譬如以十二架椽对应四间进深时，其间椽配置亦可按相同逻辑表述为“前后三椽椽对六椽椽用四柱”，此时每间合三椽长，丁椽、乳椽皆以三椽椽充任，这样便将问题暴露出来：若认为一间必须对应两椽，则角部四柱所围均不止“一间”，但它若非角间而为

① 如《新唐书》志卷三·礼乐三：“……庙之制，三品以上九架，厦两旁。三庙者五间，中为三室，左右厦一间，前后虚之，无重栱、藻井……”

② 因柱、椽对位且不施或仅用单补间，使得无论面阔或进深方向上皆始终保持一间对应两椽架或两朵当，三者彼此勾连。

何?若认为一间不必对应两椽,则此“间”可大可小,又应如何表述?李诫以“角梁转过两椽”代替“厦一间”的原因或许正在于此,角间规模与椽架的错位体现了“构架

一体化”与“开间自由分割”两种倾向间的矛盾,此时以同属于屋架计量单位的“椽数”来表达角梁延伸距离,较之具有多重义解的“一间”无疑更加精确。

表5 十架椽殿屋时的间架配置情形

等第	朵数	椽数	椽长、朵当(A)份数关系	朵当(A)调整范围	角间最大错位
规模最大	12	10	$125^\circ \times 10 = A \times 12$	$A=104^\circ$ , (100~104°)	62° (合半椽)
规模最小	12	10	$100^\circ \times 2 + 125^\circ \times 8 = A \times 12$	$A=100^\circ$ , 不可调整	75° (合3/4椽)

## 4 余论：“厦两头造”与“九脊殿”的山面形态异同

转角造殿宇的角梁跨度在《法式》中有明文规定:庀殿山面沿由戢向内递收,各部分荷载较为均匀,大角梁转过一椽即可收止;“歇山”则因构架差异存在一椽、两椽之别,且条目中涉及特殊构件“闾头楹”与“夹际柱子”。卷五“栋”条记:“凡出际之制:搏至两梢间,两际各出柱头,又谓之屋废。……若殿阁转角造,即出际长随架。于丁楹上随架立夹际柱子,以柱搏梢;或更于丁楹背方添闾头楹。”<sup>①</sup>按文意,九脊殿(歇山殿阁)中有“夹际柱子”(必备)与“闾头楹”<sup>②</sup>(可选)两类附属构件,前者位于丁楹之上,用于承托搏梢,数量随架;后者的“闾”字释作“收束界面上的开口”,两者的功用均极明确,但为何厦两头造(歇山厅堂)不用?

设置天花与否是殿阁与厅堂间最为直观的区别,前者屋架(包括山面梁架)可悉数草作,后者则无法以未经加工的构件“随宜枝椽固济”。早期的九脊殿(如法隆寺金堂)往往直接以梢间梁架充作山花,这意味着“出际随架”的搏梢恰好伸展至山面下平搏缝上,即跨在“转过两椽”的大角梁中点处;若为其单独安设一缝山花梁架,则搏梢出际极可能直抵山面檐柱缝上,这将导致屋面过大而翼角过小,使得立面比例失调,显然不妥。故此,所谓“夹际柱子”亦可释为“架际柱子”,本质上正是擎托搏梢的草架柱,当中、下平搏之下恰有丁楹时,它可以直接立在楹上;若丁楹数量不足或搏、楹错缝,则需额外加入“闾头楹”以资过渡。当然,除承托草架柱外,闾头楹的另一个功用是为内凹的曲阑博脊提供支撑,使之不至于虚悬在山面椽上,它的两端延展后压在大角梁尾端,在丁楹之上、平搏之下扮演着柱脚的角色,同时如“门槛”般收束山面。若单纯考察结构功能与施用位置,则“夹际柱子”“闾头楹”和清官式中的“草架柱”“踏脚木”组合颇相类似。

非止如此,宋、清殿式建筑的山花处理手法也如出一辙。宋金遗构中搏风版、山花版往往相去一架、留出空透的山花部分,与清官式建筑两版紧贴、山花封死的形象迥

异,但这并不能反映宋代“歇山”做法的全貌。《法式》卷七“垂鱼惹草”条记:“造垂鱼、惹草之制:或用华瓣,或用云头造,垂鱼长三尺至一丈,惹草长三尺至七尺,其广厚皆取每尺之长,积而为法……凡垂鱼施之于屋山搏风版合尖之下,惹草施之于搏风版之下、搏水之外,每长二尺,则于后面施楹一枚。”<sup>①</sup>从尺度看两者均极大,不该仅被用于封护搏子端头令其免遭风雨朽蚀,而应兼有遮蔽穿透屋面后柱顶搏梢的“夹际柱子”的考虑。垂鱼、惹草最短者亦有三尺(这已超过了厅堂首步架的一半),最长可达一丈(厅堂角间最广仅一丈二尺),这个尺度显然不能适用于厅堂构架。“楹”为横长木程,钉在垂鱼之后,防止其过长时失稳,最多可用至五根。考察两宋界画,垂鱼、惹草大多尺度娇小,仅用于遮蔽搏端,搏梢下也没有夹际柱子的表达,曲阑博脊之上均为露明的月梁、蜀柱,可见表现的基本是不厦两头造,但间或也有表达山花紧闭的楼阁形象者(图11)。至于九脊殿形象,则主要见于岩山寺壁画中,王逵为由宋入金之御前承应,所绘图形或反映了当时宫室主阁之真貌,这种以编竹抹泥密闭夹际柱子与闾头楹后再于其外侧贴以硕大的垂鱼、惹草的做法,与清官式建筑正是一脉相承。

除去外观的考虑,屋面荷载较小也是歇山厅堂不用“夹际柱子”补强的重要原因。检索卷十三“垒屋脊”条可知:“殿堂,三间八椽或五间六椽,正脊高三十一层,垂脊低正脊两层……凡垒屋脊每增两间或两椽,则正脊加两层,殿阁加至三十七层止,厅堂二十五层止……”<sup>①</sup>殿阁屋脊的叠瓦层数可达厅堂1.5倍,同卷下“用鸱尾”条更是通篇未提厅堂用吻兽的信息(界画中亦多不用)。又厅堂出际按“八椽至十椽屋,出四尺五寸至五尺”估算,当最高用至六铺作、昂后尾平长取上限125分°时,自三至六等材分别折合5~6尺间,相差的一尺正是搏风版应避让曲阑博脊的宽度,而后者位于山面搏正上方以利于承托,这正应对了“出际长随架”的要求,由于屋面荷载远小于殿阁,也就无须增设夹际柱子支撑搏梢。

综上所述,《法式》造九脊殿时,并不单独设置一缝山花梁架,而是直接在丁楹上立“夹际柱子”顶穿屋面后撑

① 一般认为“闾头楹”类似明清之“踩步金”,这似乎不妥。踩步金(檩/梁/枋)并非草作构件,它更可能是从宋金建筑中常见的山面承椽方衍化而来。明清官式殿宇的含混性在于其构架逻辑已因内柱升高、柱梁插接而趋于“厅堂化”,但空间关系仍保有殿阁特征,在山花内外,兼收并蓄地继承了殿阁柱搏梢的草作构件(源自闾头楹、夹际柱子的踏脚木、草架柱)和厅堂收纳椽尾的承椽方(踩步金)。

持榑梢（亦可在丁袱与夹际柱子间增设闾头袱一条），因山花版与天花的遮蔽，这部分自下而上或自外而内均不可见，故可草作；与之相反，在不厦两头造中，支撑出际部分的山花梁架虽贴近正缝，却属于视线可及的范围，因此仍需

详加修饰。殿阁本身尺度较大，角梁在角间若只转过一椽，后端缺乏压合将有失稳之虞，故李诫小字补注“亦可转过两椽”，此时即需借用“闾头袱”压住角梁后尾（若殿阁规模小，也可省略）（图 12，13）。

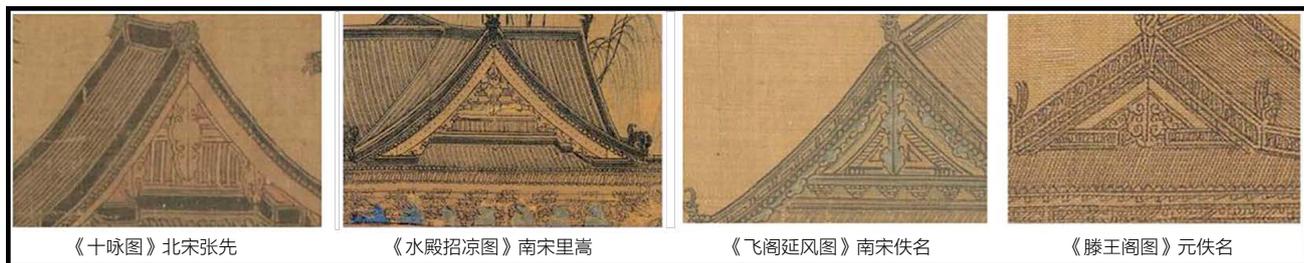


图 11 宋元界画中密闭山花形象示意  
（段文杰《中国敦煌壁画全集》）

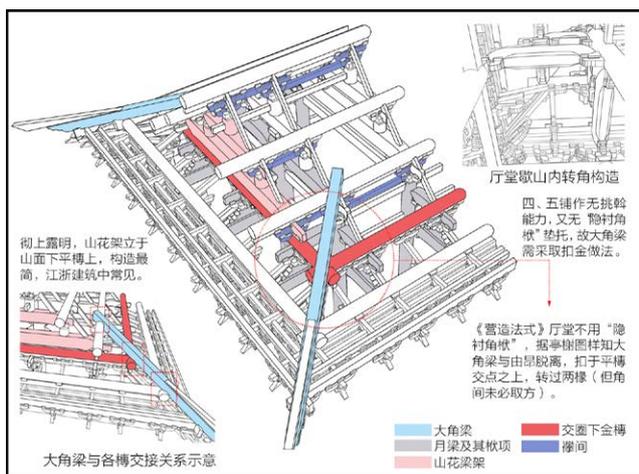


图 12 《法式》“不厦两头造”转角构造示意  
（作者自绘）

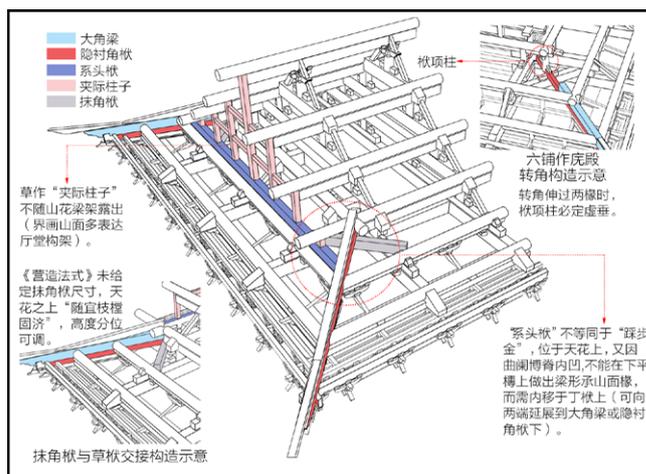


图 13 《法式》“九脊殿”转角构造示意  
（作者自绘）

## 参考文献

- [1] 李诫. 营造法式 [M]. 影印本. 杭州: 浙江人民美术出版社, 2013.
- [2] 李灿. 《营造法式》中的翼角构造初探 [J]. 古园林技术, 2003 (2): 49-56.
- [3] 周淼, 朱光亚. 唐宋时期华北地区木构建筑转角结构研究 [M]// 贾琨. 建筑史: 第 38 辑. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 10-30.
- [4] 张十庆. 《营造法式》厦两头与宋代歇山做法 [M]// 王贵祥, 贺从容. 中国建筑史论汇刊: 第 10 辑. 北京: 清华大学出版社, 2014: 188-201.
- [5] 王其亨. 歇山沿革试析——探骊折扎之一 [J]. 古园林技术, 1991 (1): 29-32.
- [6] 孟超, 刘妍. 晋东南歇山建筑“典型”做法的构造规律——晋东南地区唐至金歇山建筑研究之四 [J]. 古园林技术, 2011 (2): 7-11.
- [7] 李江, 吴葱. 歇山建筑结构做法分类与屋顶组合探析 [J]. 建筑学报, 2010 (S1): 106-108.
- [8] 姜铮. 唐宋歇山建筑转角做法探析 [C]// 浙江省文物考古研究所, 宁波市保国寺古建筑博物馆. 2013 年保国寺大殿建成 1000 周年系列学术研讨会论文集. 北京: 科学出版社, 2015: 66-83.
- [9] 赵春晓. 宋代歇山建筑研究 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2010.
- [10] 周至人. 晋冀豫唐至宋金歇山建筑遗存山面构造做法类型学研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2015.
- [11] 陈彤. 故宫本《营造法式》图样研究（四）——《营造法式》斗拱正、侧样及平面构成探微 [M]// 王贵祥, 贺从容, 李菁. 中国建筑史论汇刊: 第 15 辑. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 63-139.
- [12] 陈明达. 营造法式大木作制度研究 [M]. 北京: 文物出版社, 1981.
- [13] 陈彤. 故宫本《营造法式》图样研究（一）——《营造法式》斗拱榫卯探微 [M]// 王贵祥, 贺从容. 中国建筑史论汇刊: 第 11 辑. 北京: 清华大学出版社, 2015: 192-233.
- [14] 喻梦哲, 惠盛健. 《营造法式》上、下昂斜率取值方法探析 [J]. 建筑师, 2020 (4): 12-22.
- [15] 潘谷西, 何建中. 《营造法式》解读 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2006.
- [16] 张十庆. 关于《营造法式》大木作制度基准材的讨论 [M]// 贾琨. 建筑史: 第 38 辑. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 73-81.
- [17] 张十庆. 部分与整体——中国古代建筑模数制发展的两大阶段 [M]// 贾琨. 建筑史: 第 21 辑. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 45-50.
- [18] 段文杰. 中国敦煌壁画全集 [M]. 天津: 天津人民美术出版社, 2006.
- [19] 宋濂. 元史 [M]. 北京: 中华书局, 1976.
- [20] 欧阳修, 宋祁. 新唐书 [M]. 北京: 中华书局, 1975.