交互枓隔跳归平现象与唐辽殿阁中的下昂组织方法述要

A Preliminary Summary of the *Ang* Element' s Arrangement of Tang and Liao Dynasties: Taking the Phenomenon of the *Jiaohudou* Component' s Periodic Horizontalization as Clue

喻梦哲 | YU Mengzhe　惠盛健 | HUI Shengjian

中图分类号：TU-092.1/.7　文献标志码：A　文章编号：1001-6740（2022）05-0073-07　DOI：10.12285/jzs.20190815001

摘要：下昂的放置逻辑直接决定着整朵铺作的安装方式，与之关联的栱方对齐原则、榫卯加工思路与勾股比例算法均深刻影响着营造过程的诸多环节，故而研判实例中昂制的差异化表现，正是甄别其所属技术谱系的关键锁钥。通过比照唐辽遗构与敦煌壁画，围绕井干交叠纯粹与否（即铺作的自律性）和跳头交互枓归平与否（即横、斜构件的优先级）两条指标展开考察，分析了唐、辽、宋匠门间的技术边界与衍化关系。

关键词：建构逻辑、下昂斜率设计方法、壁画建筑形象、技术边界

Abstract: The oblique angle of the *Ang* element directly affects the organization of the *tou-kong* system, thus the relevant part, such as the alignment of *Gong* and *Fang* element, the tenon and mortise work process principle, the Angle algorithm, are all crucial to discriminate the regional, period and genealogical differences of massive cases. This article focus on the intercomparison of wooden structures constructed in Tang and Liao dynasties, as well as the architectural images left over in the Dunhuang frescoes, analyzes the border and the evolution trait between different craftsman's traditions, which relies on two significant indexes listed below: Firstly, wether the stacked artifact of *tou-kong* components are in perfect alignment or not. Secondly, wether the *Jiaohudou* element located on the axes and the terminal of a group of *tou-kong* are horizontal or not.

Keywords: Tectonic logic, The design procedures of the oblique angle of the *Ang* element, Architectural images in the frescoes, Border of the technical style

一、引言

既有研究认为纵贯壁体、杠杆受力的下昂发端自斜柱、斜撑，且据赋文可知，其在汉末已相当发达，如《景福殿赋》"檝枊相承""飞枊鸟踊"之类词句皆可旁证[①]。

至五代以降，随着遗存实例渐多，昂的地域特征也倍受关注，不同用昂体系的技术边界逐渐清晰，内容涉及样式、受力、加工等方面。大致来说，昂的长度、斜率计量方法（算法规则）和榫卯骈接逻辑（构造规则）构成昂制的主要内容，能够作为"工法基因"长久沿袭，亦是我们廓清不同匠门间技术分野，判断实例亲缘关系的重要依据。

围绕唐辽时期的殿阁遗构和壁画图像，可以探讨铺作中的下昂斜率生成机制，分析该时段内不同案例间的亲缘衍化关系，以期归纳出诸匠系间的技术边界，并逐渐接近核心"算法"。

二、昂制设计的关键控制点分析

下昂为单元化的材栔格网带来不甚确定的斜向要素，进而赋予工匠逐铺调节跳距之自由，由于该"线段"前后端均用枓、栱压跳形成"杠

作者：
喻梦哲，西安建筑科技大学建筑学院副教授；
惠盛健，山东同圆设计集团股份有限公司助理建筑师。

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）资助。

杆”，故关于下昂的设计、制备与安勘原则主要受到下列因素影响：①昂身首尾两端的分位选择及其截断栱、方后造成的榫卯关系；②勾高、股长的比例设计与计算公式。

① 涉及斜昂自身的起讫位置，关键点位有二，一是昂头下支点，二是昂身过扶壁栱处支点。在五代宋初的北方实例中，昂自交互科口内伸出的“古制”仍被遵循，几何制约条件表现为：头跳下昂下皮卡在其下交互科内横栱外皮下棱或交互科平外沿[②]处。两者基本等效，即便将昂从科平外沿内移至横栱外皮下棱处，在4分°科耳区间内也不足以垫高昂身到引发交互科分位变化的程度，此时华头子缩在科槽内，并未实际抬升下昂端头，也不存在驱动头跳昂上交互科与里跳科归平的有效措施。至于下昂穿过柱缝的位置，同样存在两种选择（在实例中分别联动于前述两类做法），一是令下昂下皮延长线与泥道素方下棱相合，二是略高于素方下棱。

然而，唐辽至五代宋初案例中多有采用七铺作者，此时头跳或下两跳偷心，这赋予了工匠重新分配跳距的自由，使得下道昂的起算位置不再重要——在双昂斜率大致确定的前提下（便于估算卯口位置与章材实长，同时因应屋架举折变化），既可以维系昂端位置不变来调节昂身穿入扶壁处位置（此时卯口深浅需要随宜调整），也可以在优先保障昂身与扶壁栱边棱直交的前提下微调昂端自交互科口内伸出的距离（甚至更改跳距或交互科大小以消解微差），两种做法都能凑出所需的“斜势”。正因为调节余地大、途径多，使得我们怀疑，在唐辽殿阁铺作中，下道昂头的起始位置对于控制昂身斜率是否具有决定性意义？

反之，上道昂下的交互科却总与施于里跳者归平，且耍头上皮与第二跳上慢栱外侧上棱重合。这意味着以此科为界，其上两跳恒升高一足材，即跳距相同时，每道昂上的交互科分位均较卷头造时下降半足材，这一特征几乎涵括了北方所有金以前的七铺作双下昂实例（平遥文庙大成殿除外）。正如学者们提出的，唐辽建筑中的下昂斜率可以借用勾股比例表述[③]，而最关键的几何约束条件即隐藏在上道昂与其上栱方的组合关系中，控制的目的在于：使用单材下昂（便于其上下缘与扶壁或跳头栱方齐缝正交）时确保昂上交互科隔跳归平，以此排除各跳头横栱前后错缝、相互遮蔽的可能。

至于②，则以刘畅结合宋金实例精测数据撰写的《算法基因》系列文章最为经典。前节已经提到个案虽千差万别，却也存在着一种控制昂斜生成的基本范式。[④]

三、昂端交互科隔跳归平的形式动因

交互科隔跳归平是唐辽殿阁铺作中的一个普遍构造现象，它直接导致跳头横栱与扶壁素方的边缘对齐，由此维系井干壁体（呈“I”字形露明排布）与出跳栱方间的简明视线关系。而对于《营造法式》来说，情况是截然相反的——其昂上交互科下降份数不一，必然引发各跳横栱间相互遮掩，昂身穿过扶壁的位置更是随意，并无与素方边缘或中线取齐的意图。重栱计心造在北宋中后期逐渐成为主流，既有木作工具日益精密、施工技术不断提升的客观条件支撑[⑤]，也有装饰趣味倾向增繁弄巧、崇尚构件前后遮掩造成复杂层次（此时按V字形布列的遮椽版掩盖了扶壁部分，减轻了错缝导致的视觉紊乱）的主观审美诱导，并且适应于外檐补间铺作趋于繁密、发达的现实。

若殿宇不设出跳补间铺作，则仅需确保各柱头的下昂斜率一致，无论逐跳上横栱边缘对缝与否，均无碍素方贯通兜圈，那么跳头交互科是否归平也就无关紧要。然而，中晚唐的官造殿阁中早已普及了补间铺作，它有两个特征：①只用卷头造（确保稳定抬升跳高，排除斜昂带来的不确定性）；②至多出两跳，且起算分位高过柱头一层，即减铺而不减跳（以造成节律变化）。

以佛光寺大殿为例，其补间铺作外跳令栱与柱头铺作第二跳上重栱共同承托罗汉方，交互科隔跳归平的匠心在此清晰呈现：平行望去，柱头昂端令栱、二跳上慢栱、扶壁隐刻慢栱与补间铺作跳头令栱彼此上下缘取齐，望之整饬如一；单组铺作的投形关系中，长栱（柱头慢栱）与短栱（补间令栱）、短栱（柱头瓜子栱）与异状栱（补间翼形栱），以及素方上隐出的长栱（柱头慢栱）与短栱（补间泥道栱）、短栱（柱头令栱）与长栱（补间慢栱）间节奏互补，富于韵律。

唐辽殿阁在外檐采用不同形态的柱头与补间铺作间隔排列，主从明确、变化生动，这一传统符合魏晋以来“多样化斗栱体系”的美学原则，甚至未必局限于下昂造。反观《营造法式》，因优先追求柱头铺作和补间铺作外跳形式的均一，也就无需考虑柱头用下昂造而补间铺作用卷头造导致栱方无法贯通（华栱、下昂起算高度不一）的问题，进而失去了驱使交互科隔跳或逐跳归平的内在动力。

直言之，唐辽建筑尚未发育成熟的补间铺作形态及完全露明的扶壁结构构成了交互科内外归平的形式动因。较之柱头铺作，补间铺作的形式与构造都欠发达，这导致前者（下昂造）必须迁就后者（卷头造），为了契合华栱逐层伸出产生的材栔格网，昂头分位亦随之固定，即或调整也只能按一足材（如肇庆梅庵大殿）或半足材（如佛光寺大殿）的幅度有序升降。体现在外观上，便是交互科隔跳归平（或逐跳归平，但铺作总高不再增加）。

四、昂端交互科隔跳归平的构造动因

唐辽殿阁中，单材昂身的摆放方式同时受到跳头交互科与扶壁齐心科严格对位的约束，昂、栱、方均需边线对齐，因此斜置的下昂同样符合栱、方单元层叠的组织逻辑。仍以佛光寺大殿为例，若分别连接其第二跳瓜子栱与柱头第三道素方（投影相差一足材）的外侧棱线，所得轮廓线即是下道昂身边缘（跳头重栱恰居外跳中

线，使得昂上交互科内外归平）。

井干的本质是周期性重复，表现为逐层节点的自相似性。卷头造诸多分件在榫卯形态上的重复周期为一足材，下昂造同样如此。交互科隔跳归平正是这一周期性重复的结果，体现为平出两跳抬升一足材，这意味着昂身与所有栱、方间的交接关系以每两跳为一节次不断再现，即或单个周期内存在多种榫卯做法，若累铺数多亦会循环往复，便于成组制备，一定程度上避免了逐根开刻卯口带来的繁难与低效（图 1）。

到了北宋末年，铺作的组织方式已发生质变——为了释放下昂“调节铺作总高、因应屋架举折”的能力，《营造法式》令华头子大幅外伸以替代交互科承昂，这解除了昂身起算位置与材梨网格间的固定关联；同时，华栱减跳和交互科下移使得情况更趋复杂，栱、方、昂的榫卯交点因此失去了周期性回归的可能，横、斜杆件间自唐辽以来建立的约束关系彻底瓦解。

总括来说，唐辽殿阁的下昂构造仍遵循井干逻辑，通过周期性重复的方式受容于铺作固有的材梨网格，表现为交互科隔跳归平（空间特征）与榫卯做法归一（实体特征），与《营造法式》述录的匠作体系间存在本质差别，因此唐辽、宋金昂制或许分属于两个不同的技术体系。

五、唐辽昂制的衍化去向

敦煌壁画中的高等级建筑多配用七铺作双杪双昂，栱、昂可分为两组，于组内酌情增减各自跳距。斗栱构造细节在诸如盛唐第 172 窟南北壁、中唐第 201 窟南壁、148 窟东壁南、五代 61 窟南壁、100 窟药师经变等图像中皆可详细观察，尤其在第 172 窟南、北面壁画殿阁图像中，展示了另一种交互科归平的策略（图 2）。

画面前方殿宇柱头用七铺作双杪双昂计心造，下两跳重栱造、其上单栱造，扶壁为两组单栱素方交叠；补间较其减去两

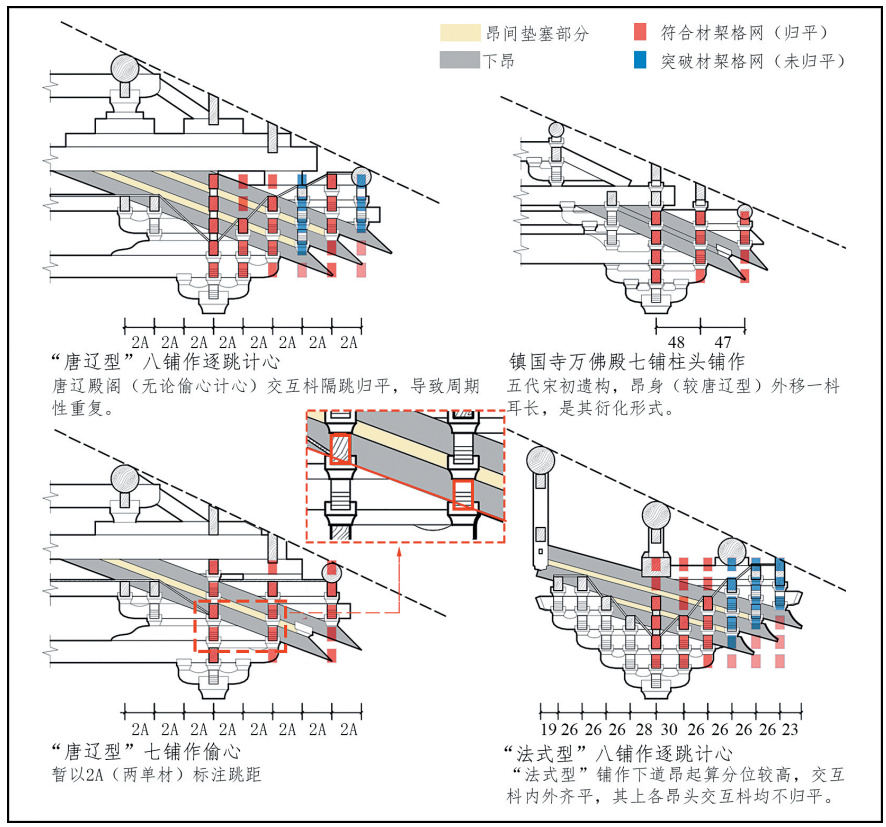

图 1：唐辽殿阁与《营造法式》铺作中交互科的周期性归平特征比较

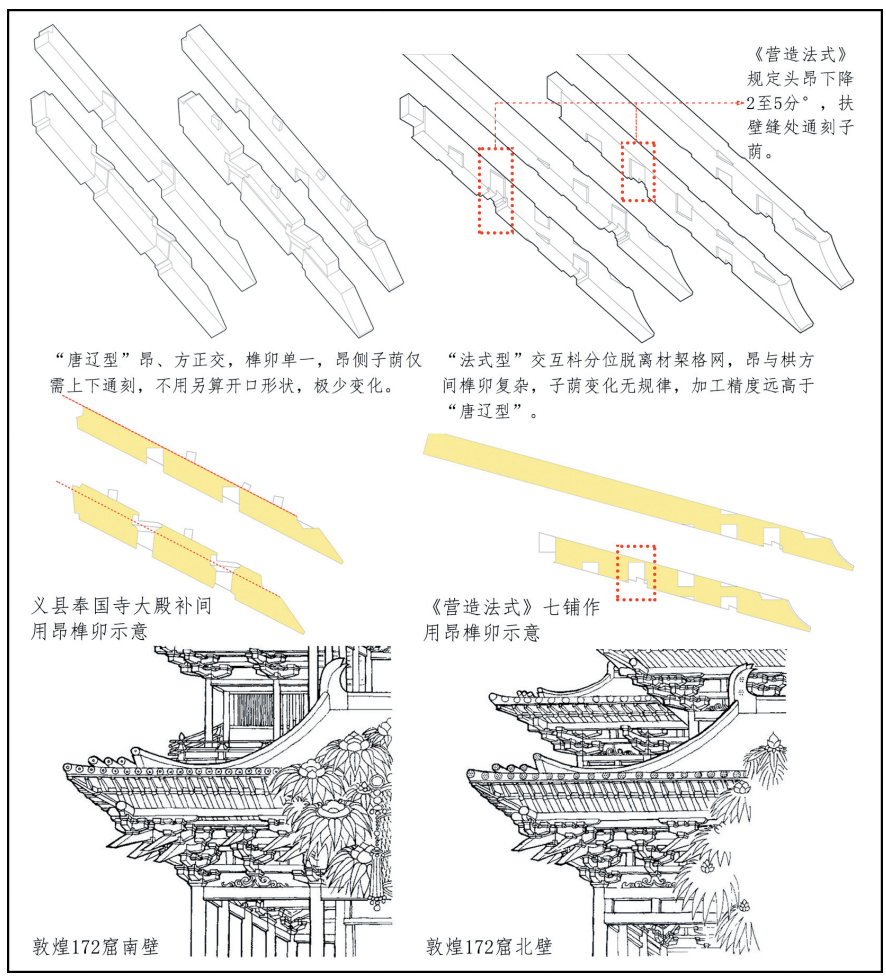

图 2：交互科分位对于昂身榫卯影响示意

铺（第一、四跳），自下道素方上伸出后连出两杪承罗汉方。因逐跳计心做法突破了常规[6]，昂头交互枓不再归平，第三跳上“多出”的单栱投影至第二跳重栱上，势必互相遮蔽，扰乱视觉秩序。所幸画师以细腻笔法记录了解决方案：南、北两壁图像中下道昂的垂高都显著讹大，它明显宽于栱、方与上道昂，这应当不是笔误（其他各处笔法高度精密）或强调（此处并非特殊位置）所致，其本意就是为了表现上道昂用单材（边缘与瓜子栱上下皮取齐）、下道昂用足材（上缘贯线越过了慢栱下皮）的变通做法[7]。这表明，在昂斜简易可控的前提下，通过增大下道昂垂高（并缩减第三跳跳距），可以令第三跳头的交互枓重新内外归平，进而将跳头令栱、第三跳上瓜子栱、第二跳上慢栱、补间跳头令栱等诸多分件重新调整至同一高度，以令外观均齐。此时，虽然交互枓的归平次序较惯常情形发生了颠倒，但下昂造周期性重复的特征再次呈现（七铺作时二昂归平、头昂下降半足材，八铺作时头昂及三昂归平、二昂下降半足材）。

显然，当控制栱、方下棱取齐且令交互枓底外侧下棱合于昂身上皮时，与首次归平处相差两跳之昂将再次与里跳趋平，反之，额外的干预措施仅在欲使末跳交互枓不归平时才有必要施加（此时需改变上道昂垂高，或将交互枓调离昂嘴外缘）。这种天然的归平倾向是与唐代“减铺不减跳”的补间简配习惯相伴随的，因此，当补间形制逐渐向柱头看齐后，情况也发生了变化。

以敦煌 148 窟药师净土变相图为例，其佛殿柱头七铺作双杪双昂（下两跳偷心、上两跳单栱计心），扶壁两重令栱素方交叠，补间则用六铺作单杪双昂（华栱直接自下道素方伸出，双昂与施于柱头上者齐平）。由于下两杪偷心，上道昂头交互枓归平后虽可与扶壁上齐心枓对位，但泥道令栱与下道昂头横栱的投影仍无法重合，意味着驱动交互枓归平的形式动因缺席。此时可适当缩短第三跳跳距并略微推抬头昂上交互枓分位，以避免两昂上横栱相互遮蔽，从而消解掉两者间半足材的高差，使得扶壁素方与跳头横栱由错缝半交重新变为边缘对齐[8]。148 窟图像既展现了唐辽铺作的多样性，又反映出补间与柱头趋同的倾向，似是《营造法式》斗栱形式之雏形（图 3）。

与唐辽遗构与壁画图像相似，华南实例中也长期存在着限制下昂斜率、令其服从跳头与扶壁间材栔格网的倾向，表现形式较为特殊，可概括为下述三种：

①柱缝遍用齐心枓。华南建筑的普遍特征是承继了较多早期特征，如内、外柱列上（或柱身间）密布串、方，扶壁栱发达。虽然昂身垂高不局限为单材广，其边棱也未必与栱方对齐，但尾端受齐心枓约束却从未改变，齐心枓亦未退化为隐枓，反而存在越晚近越增大的趋势。

②出昂不出跳。这在散布于闽粤沿海的漳州文庙、漳浦文庙、漳州比干庙、潮州东山关帝庙等处遗构中是普遍存在的现象，即平出一跳后，其上各昂只在同一分位竖向堆叠而不再挑出，仅通过逐层增出昂头来模仿逐铺出跳的假象，这种缩短檐出尺度、多重下昂在同一跳距上反复叠压以增强撩风槫稳定性的做法有助于防风，同时铺作深陷檐口之内也夸大了出檐距离。同样坚持昂、方对齐传统的广府地区则未曾采用此种做法（减跳不减铺），相反刻意加长了下昂跳距，令每跳下降一足材整，使得上部诸昂过度低垂以诱发交互枓归平（图 4）。

③栱昂相间配置（图 5）。栱上置昂是被普遍施行的“铺作次序”，但在闽浙沿海地区也存在打散分组、间隔安放栱、昂的情况。诸如景宁时思寺大殿与钟楼、连江仙塔、福清瑞云塔、莆田广化寺塔、长乐三峰寺石塔等例的外檐铺作，均被分作两组“栱 + 昂”单元后相续使用，导致昂上续出卷头，出昂也较短促，这或许是为了避免单杪跳距过短以致下昂过度垂斜（如泉州文庙大成殿上檐）而做出的调整。此类遗构用昂虽多，却并未打乱材栔格网，栱、昂配置仍延续井干叠方思路，相较唐辽殿阁更加原始，实物年代却可晚至清初。

六、两折屋面的启示——唐辽下昂与屋架设计间的联动关系

无需赘言，交互枓隔跳归平的现象反映了唐辽殿阁下昂造遵从井干逻辑的事实，水平堆叠枓、栱形成的材栔格网是矛盾的主要方面，倾斜的下昂则从动于前者。这一原则不但体现在扶壁与外跳跳头间，同样也发生在昂身插入室

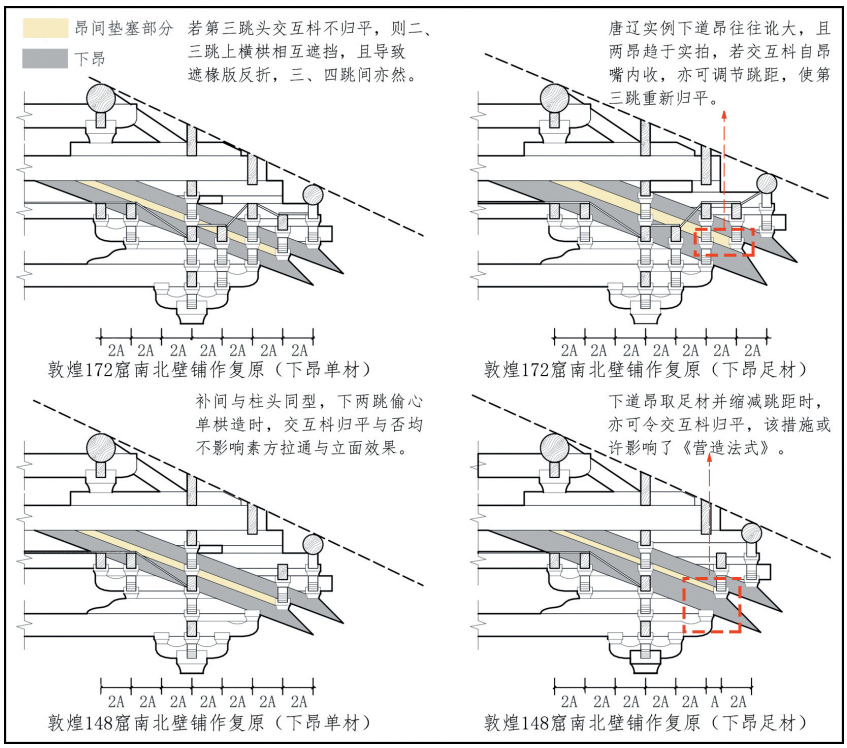

图3：敦煌莫高窟172及148窟壁画铺作形制复原

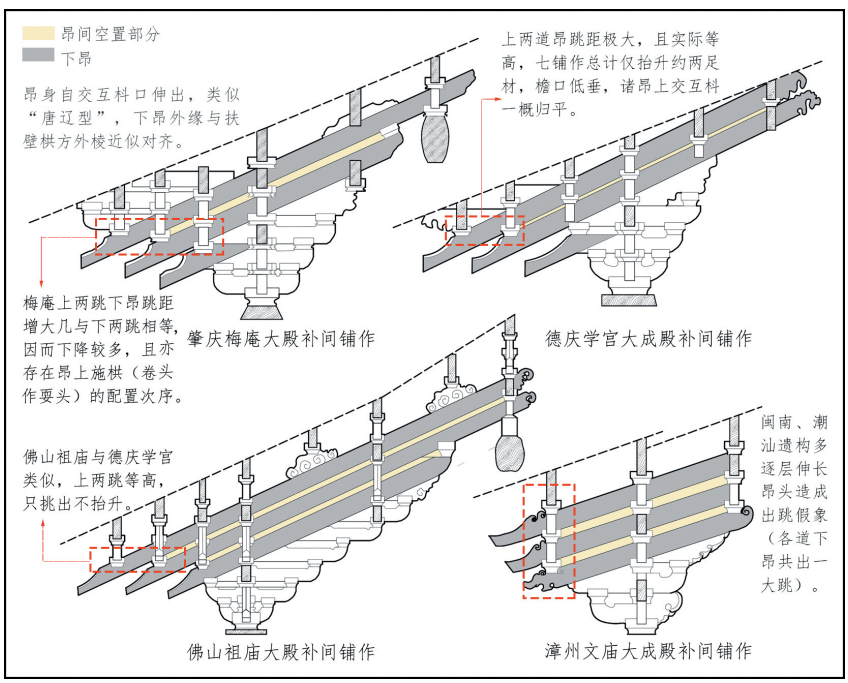

图4：华南地区差异化的下昂出跳方式举例

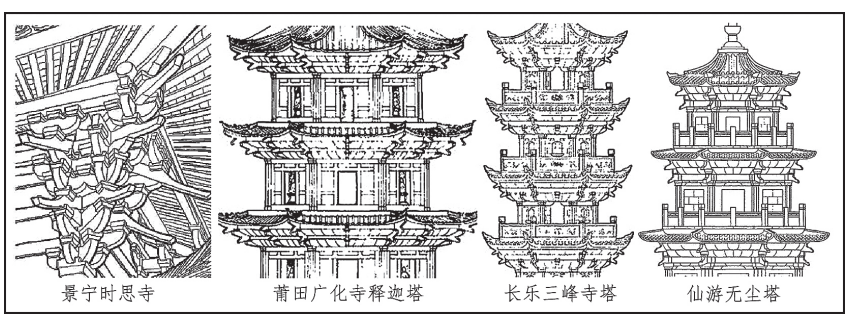

图5：闽浙地区高等级铺作“昂栱相间”做法举例

内的部分，即昂尾在上彻内柱头铺作后，屋架的竖向构成关系仍需服从材栔单元组合。

现存唐辽遗构多位于华北，下昂往往内伸不过一椽即被压在草栿之下，因此较少参与屋架的生成。反观日本通用六铺作双杪单昂的和样殿、塔，其下昂大多内伸两椽长后绞入内柱头上井干壁，下平槫上的荷载则通过墩添之矮柱传递至昂身中段——它仍然起着斜梁的作用，与之相似的是具备“殿阁装饰化”倾向的方三间江南厅堂，如保国寺、保圣寺等遗构。[9]

法隆寺金堂及玉虫厨子的两折反映了南北朝以来的建造传统[10]，“缀屋根”的歇山生成方式与以四内柱为核心筒体向心旋转生成的“江南井字立架厅堂”类似，都是围绕两坡殿身的内筒空间向四面增出副阶而成（图6）。

两坡间陡峻的转折使得屋面在檐柱缝上发生断裂，为便于铺瓦，需令上架椽以较大折角压在下架椽上，再于两椽窝角处横铺柴砦，或在外圈梁栿上另立草架以减缓折势，这将大幅增加下架椽的荷载，导致斜昂不堪重负，中、日工匠的应对策略亦判然相别——在华北，自晚唐后草栿即不断降低高度（直到与衬方头紧贴），截断并压缩下昂后尾，使之与屋面的举折设计脱钩（即或与屋架夹角甚大也不致穿透屋面），同时大量采用双昂以弥补单根昂身受力的不足；日本则继承了或许源自南朝的“大椽”传统，最终借由“桔木”倒挂椽子，使其不再受力，并以“小屋组”灵活调整屋面斜势，彻底消解斜昂的承重功能，使之仅限于牵拉内外柱列上的井干壁，这样一来，制作双昂的动力也随之消失，和样六铺作配置固化为双杪单昂或许正源于此（图7）。

汉宝德与傅熹年均从加大出檐与屋架转折的需求出发，认为昂应源自南方多雨地区，与北方井干思维引发的卷头造各有所本，通过南朝-百济的文化传播线路进入日本后所遗留的飞鸟、奈良建筑中，大量存在着两种要素初步交融

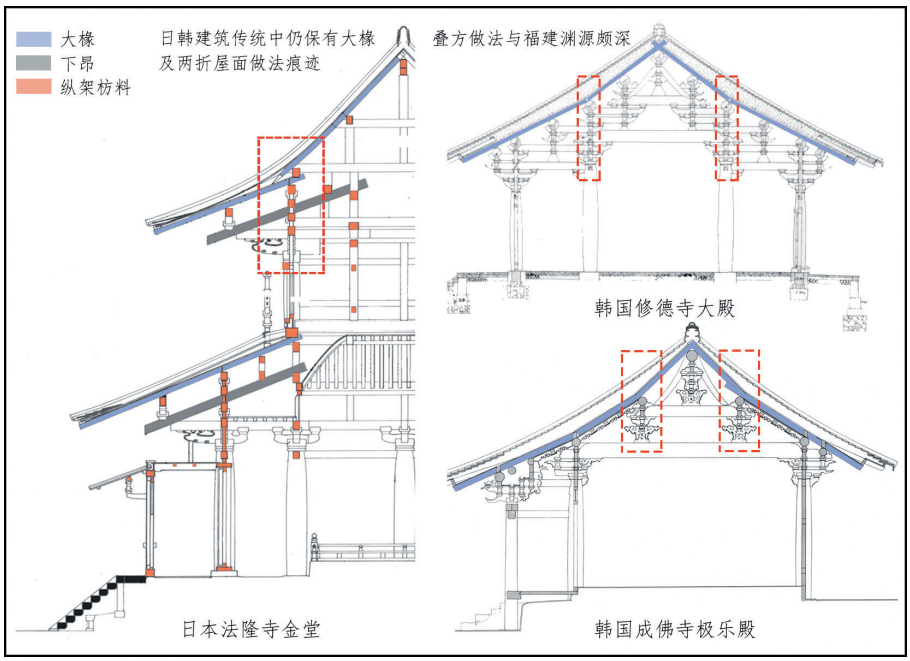

图6：日韩折屋面做法示意

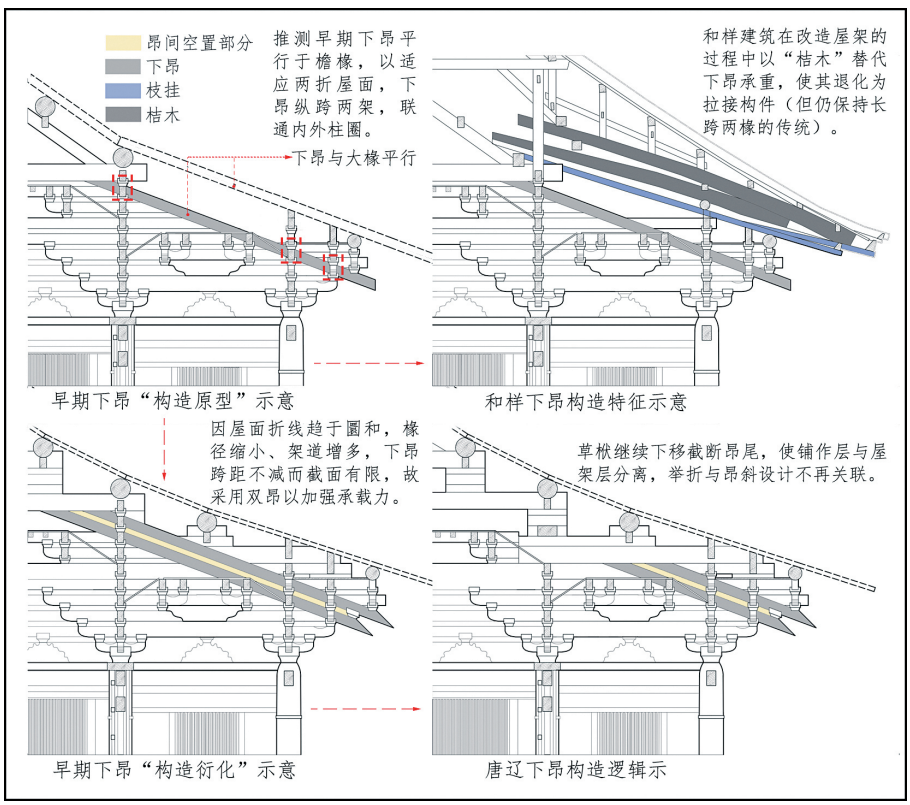

图7：“唐辽型”昂制衍化脉络示意

的线索，其涵化过程虽不尽明了，但至迟在敦煌盛唐壁画中已出现完全契合材架格网的下昂形象，意味着斜率及构造设计受到纵架强力干预、“他治性”突出的“唐辽型”昂制已步入成熟的阶段，其简明的组织原则与周期性归平的构成规律均彰显出井干思维造成的长期影响。与之相反，《营造法式》的昂制不再坚持交互科按一定节律归平，意味着放弃了栱方单元网格对下昂摆放方式的构造约束，体现出更为复杂、灵活的定斜原则，呈现出鲜明的“自治性”特征。

七、小结

作为一个易于观察的样式线索，昂端交互科的对内归平与否真实反映着铺作组织的基本逻辑，它在唐辽殿阁与受《营造法式》影响的诸多遗构间有着不同的表现，揭示了分化的逻辑思维导致的不同技术路线。

总的来说，唐辽遗构与壁画图像反映出的昂制相对简单，其下昂做法（包括榫卯开法、对齐原则等）调节余地甚小。作为一种逻辑自律的体系，它的构造约束条件更为彻底，构件样式类别单一，技术边界也更明晰。反观《营造法式》对于下昂的记录，则更类似一种多元杂糅的产物。举华头子为例，李诫仅规定了露明份数的大致范围，具体取值却可以灵活调整，同样的情况也存在于诸如交互科下降份数、昂身与扶壁交接位置等内容中。显然《营造法式》并不强调过于确定的构造关系，放宽选项有利于提升施工的灵活性，但能否实现还需依赖材分制度的精确协调。显然，在工具、算法都更为原始的唐辽技术体系下，严格限定构造节点是更易操作选择。

在处理铺作下昂斜率时，“唐辽型”殿阁体现出“构造”与“形式”的高度统一，形式服从、追随以及表现着构造需求，通过交互科的隔跳归平，材架格网同时控制着整组铺作的正面造型与侧面结构。《营造法式》则不同，它体现出显著的形式优先倾向，构造反过来迁就、服务于形式——为了实现柱头、补间铺作外观的均一并普及更具视觉感染力的重栱计心做法，放弃了昂、方边缘对齐的传统，又为了掩盖栱、方错缝的参差不齐而大量使用遮椽版，尽量遮蔽趋于无序的扶壁部分，正是在此过程中，各跳上交互科受到有意识的调整而在 2~5 分°范围内轻微地上下错位。

最后，在塑造外檐形象方面，两者亦是泾渭分明。唐辽殿阁铺作中广泛存在的跳头与扶壁栱方周期性归平的现象，体现出单元重复的早期观念，这和扶壁栱更倾

向于单栱素方交叠是一致的；扶壁栱方与斗子蜀柱的组合内恰于整体材栔格线，辅以卷草驼峰与栱眼壁版彩画，形成素平的“饰带”，与突出于檐下的柱头铺作互补对偶，图底映衬、疏朗开阔的审美颇得魏晋遗韵。《营造法式》的檐下构图趣味则已发生改变，强调铺作本身绵密排布、整饬均衡，柱头与补间形态趋同后，分级跳跃的节奏感转变为均质齐整的静定感。两相比较，前者富于平面“绘画性”，后者满含立体“雕塑感”，单组铺作内跳头与柱缝栱方齐平的需求已然让位于相邻各组铺作间同一高度分位上横栱间的均齐或长短有序搭配，初衷的丧失也催发了交互枓隔跳归平传统的消亡。

由此可见，唐、宋两代的营造传统虽有交叉传承的因素，但至少在下昂的安放逻辑方面，仍存在极为根本的区别。

注释

① 赋以翔实描摹事物为宗旨而区别于其他文体，具有一定的可信度，如《文心雕龙》“诠赋篇”称：“＜诗＞有六义，其二曰赋。赋者，铺也，铺采擢文，体物写志也……夫京殿苑猎，述行序志，并体国经野，义尚光大……赞曰，赋自诗出，分歧异派。写物图貌，蔚似雕画。抑滞必扬，言旷无隘。风归丽则，辞翦荑稗。”

② 前者实例有镇国寺万佛殿，后者有崇明寺中佛殿，见参考文献[3][4]。

③ 关于早期建筑“昂制”的研究，多围绕其与屋架举折的互恰关系、其“份数”的生成原则等内容展开，如参考文献[5][6]。

④ 以勾长两材广、股高一材广的五举三角形为基础，以材广厚最简公因数为折变单元，增减勾股长度得到类似四举、四二举、四五举之类的简洁比例，详见参考文献[7]。

⑤ 《营造法式》规定昂头交互枓在2~5分°范围内自由降高，导致每道昂、方间的榫卯开刻位置、深浅均不尽相同，且大概率与边棱相距畸零份数/寸数，这种复杂的微调措施只有在精密的材分控制及精细的框锯解材动作下才能实现。

⑥ 在唐辽遗构中，隔跳单栱计心是更常见的情况（如佛光寺大殿），此时七铺作三、四跳合计升高一足材，第三跳仅允许升高半足材。

⑦ 双昂材广取值不一并非特例，在华北遗构中颇为常见，尤以独乐寺观音阁上下两昂之尺寸差异最大，几与敦煌壁画所见情形相酹。非止下昂，某些案例（如南村二仙庙寝殿）各跳华栱的材广取值亦有区别。

⑧ 《营造法式》八铺作单栱造时录有相似做法，或是因循唐制的结果。

⑨ 江南方殿多以前、后内柱缝为界，分成近似殿堂、厅堂的不同空间，其内柱升高后承托素方，压跳长跨两椽的下昂后尾，使之完整地“厦”出两头——联络内外柱列上并干壁的下昂也因此成为界定空间属性的一个标识。

⑩ 如德阳汉代画像砖、牧马山崖墓明器、莫高396窟北周壁画等处所见。

参考文献

[1] 王鲁民.说“昂”.古建园林技术[J].1996 (04) .37-40.
[2] 梁思成.《营造法式》注释[M].北京.中国建筑工业出版社，1981.
[3] 刘畅，刘梦雨，王雪莹.平遥镇国寺万佛殿大木结构测量数据解读[M].（王贵祥主编）中国建筑史论汇刊（第伍辑）.北京：中国建筑工业出版社，2012：101-148.
[4] 徐扬，刘畅.高平崇明寺中佛殿大木尺度设计探析[M].（王贵祥主编）中国建筑史论汇刊（第捌辑）.北京：中国建筑工业出版社，2013：257-279.
[5] 刘畅，刘梦雨，张淑琴.再谈义县奉国寺大雄殿大木尺度设计方法——从最新发布资料得到的启示[J].故宫博物院院刊.2012 (03)：72-88.
[6] 陈彤.《营造法式》与晚唐官式栱长制度比较[M].（王贵祥主编）中国建筑史论汇刊（第壹拾叁辑）.北京：中国建筑工业出版社，2016：81-91.
[7] 喻梦哲，惠盛健.晋南宋金时期斗栱下昂斜率的生成机制及其调节方式研究[J].建筑史（第45辑）.2020：41-48.
[8] 吕舟，刘畅（等）.佛光寺大殿建筑勘察研究报告[M].北京：文物出版社，2011：124-125.
[9] 温静.论多样化外檐斗拱的外观与布局——日本和样佛堂与中国北方辽宋金建筑的比较研究[M].（王贵祥主编）中国建筑史论汇刊（第拾辑）.北京：清华大学出版社，2014：291-316.
[10] 萧默.敦煌建筑研究[M].北京：文物出版社，1989.
[11] 中国敦煌壁画全集（九.敦煌五代宋）[M].沈阳：辽宁美术出版社，2006.
[12] 敦煌石窟全集（二十一.建筑画卷）[M].上海：商务印书馆，2001.
[13] 曹春平.闽南建筑的殿堂型构架[J].建筑史（第35辑）.2014：49-71.
[14] 袁艺峰.肇庆梅庵大殿大木作研究[D].广州：广州大学，2013.
[15] 曹春平.闽南传统建筑[M].厦门：厦门大学出版社，2006.
[16] 喻梦哲.宋元样式还是宋元实物？——时思寺大殿建成年代考察[J].华中建筑.2013 (02)：156-161.
[17] 曹春平.福建仙游无尘塔[J].建筑史（第23辑），2008：111-118.
[18] 谢鸿权.福建唐五代及宋之石塔浅述——比较于欧洲中世纪石构塔楼[J].建筑史（第21辑），2005：132-143.
[19] （日）中川武.建築様式の歴史と表現[M].东京.彰国社.1987.
[20] （韩）전봉희，이강민.3간×3간：한국 건축의 유형학적 접근[M].首尔.首尔大学出版社.2006.

图片来源

图1：底图改自参考文献[2][3]
图2：底图引自参考文献[9]
图3：自绘
图4：底图改自参考文献[13][14][15]
图5：底图引自参考文献[16][17][18]
图6：底图引自参考文献[19][20]
图7：自绘