

# 论碳十四测年技术测定中国古代建筑建造年代的基本方法<sup>\*</sup>

## ——以山西万荣稷王庙大殿年代研究为例

徐怡涛(北京大学考古文博学院 副教授)

### 一 稷王庙大殿历史及研究概况

稷王庙位于山西省运城市万荣县城西北约6公里的南张乡太赵村内,是第五批全国重点文物保护单位。庙内现存大殿、戏台各一座。其中,大殿面阔五间,进深三间,单檐庑殿顶,为早期木构建筑遗存。大殿明间面阔5.01、次间面阔3.76、梢间面阔3.8米,通面阔20.13、通进深12.62米(图一)。大殿斗拱五等材,单材高20~21厘米。五铺作,偷心造,补间铺作逐间一朵,柱头铺作双抄,补间铺作及转角铺作作为单抄单下昂,华拱出做假昂,补间铺作第二跳用真昂,下昂后尾作挑斡,昂头皆上平下卷式。大殿梁架为厅堂结构,六架椽屋前后乳楹用四柱,平槽下用单材襻间,隔间不闪,脊槽下用捧节令拱,平梁上大叉手入蜀柱上栌斗斗口与捧节令拱相交。

2007年以前,关于稷王庙大殿的年代问题

主要有两种观点:一种是金代建筑<sup>[1]</sup>,其主要依据为大殿斗拱用材大、手法古朴、布局疏朗,屋顶举折平缓等;另一种看法是元代建筑<sup>[2]</sup>,其主要依据为大殿内元至元二十五年(1288年)重修题记。

2007年,北京大学考古文博学院文物建筑专业对稷王庙进行了田野调查,依据其建筑形制,初步判定大殿为北宋建筑,早于国保单位名录所公布的金代。若这一观点成立,则稷王庙大殿将是已知仅存的一座北宋庑殿顶建筑。其后,北京大学考古文博学院文物建筑专业师生又从建筑形制类型学、建筑材料等方面,对临汾、运城、韩城、河南等地区的宋元建筑进行了系统梳理,多角度论证了稷王庙大殿主体为北宋木构建筑遗存<sup>[3]</sup>。

2010年,北京大学考古文博学院联合山西省古建筑保护研究所等四家单位,以万荣稷王庙大殿为研究对象成功申报了国家文物局“指

\* 本文为国家文物局“指南针计划”中国古建筑精细测绘——万荣稷王庙大殿课题成果(课题批准文号:国家文物局文物博函[2010]736,项目任务书编号:20100308)。



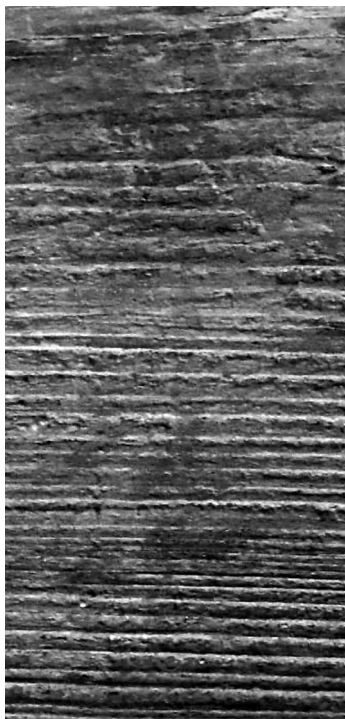
图一 稷王庙大殿正面

南针计划”中国古建筑精细测绘课题。课题组针对山西南部早期古建筑修缮工程已计划对稷王庙大殿进行落架修缮的现状,对稷王庙大殿开展了修缮前、修缮中和修缮后的三次测绘。在主体修缮基本完成后的测绘中,于大殿前檐明间下平榑间枋外皮上发现了一处很淡的墨书痕迹,经表面湿处理后,可确认题记

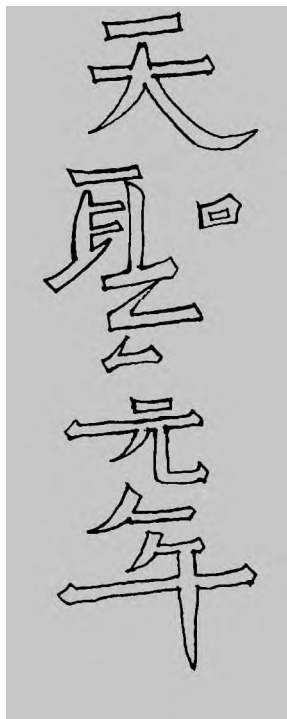
为“天圣元年(1023年)”(图二、三)<sup>[4]</sup>。这一题记的发现,为这座建筑提供了准确的建造年代下限,确证了其作为北宋庀殿顶木构建筑遗存,为进一步认识这座建筑所蕴含的历史、科学和艺术价值夯实了年代基础。

稷王庙大殿的建筑形制,有见于《营造法式》或同期建筑者,如偷心造、梁枋加工规整和

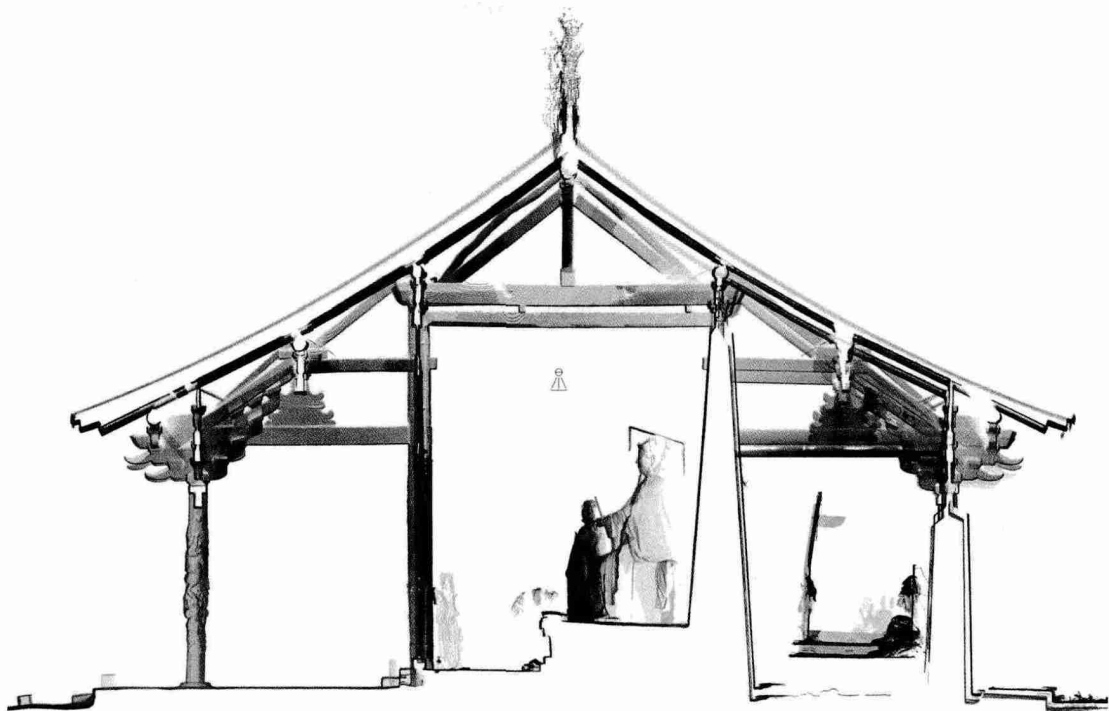
普遍采用松木等;亦有不见于《营造法式》或其他唐宋辽金建筑者,如续角梁与椽后尾的榫卯交接方式、承昂尾挑斡的鞞楔拱、足材拱与散斗的插接方式等。这座不晚于天圣元年的北宋庀殿顶建筑使我们认识到,北方地区在早于《营造法式》80年的木构建筑上已有如厅堂构架(图四)、下昂后尾挑斡、蚂蚱头形耍头和暗栿等与《营造法式》记载相吻合或接近的形制做法,以上构件形制证明了《营造法式》中所著录的建筑形制与今山西南部北宋建筑存在明显的渊源关系<sup>[5]</sup>。而大殿上颇具特色的上平下卷的昂头形制,则揭示出流布于四川、甘肃、河南等地晚期建筑上相似形制的早期渊源,为研究北宋以来建筑形制的区域流布关系提供了重要资料。



图二 “天圣元年”题记局部



图三 “天圣元年”题记摹本



图四 稷王庙大殿三维点云模型剖面图

## 二 稷王庙大殿碳十四采样及测年报告

通过对稷王庙大殿建筑形制、纪年和材料等方面的研究,我们可以判断出稷王庙大殿上的原构构件和后期更换构件。在此基础上,课题组分别从梁、柱、斗拱等不同部位和尺度的构件,以及原构或更替构件上,系统采集了21个碳十四测年样本,以期通过碳十四测年技术进一步验证稷王庙大殿的年代问题,并通过对碳十四测年数据的多学科综合分析,探索出碳十四测年技术应用于测定古代建筑年代的基本方法。

### 1. 采样标准

针对中国古代木构建筑的建造和遗存特点,结合北京大学考古文博学院文物建筑专业在山西平顺回龙寺大殿等年代鉴定案例中所获得的经验<sup>[6]</sup>,课题组制定了如下取样标准。

(1) 取样部位尽可能接近构件所用原木的外皮。

(2) 取样应覆盖斗拱、梁架上不同尺度和

位置的构件。

(3) 取样应利用建筑形制类型学研究结论,重点选择原构构件并兼顾具有典型特点的晚期构件。

### 2. 碳十四测年报告

根据以上取样标准,课题组在稷王庙大殿上获取了斗、拱、昂、梁袱、枋、柱等21个样本,采样时注意了采样部位——圆木取外皮、方木取角,使之尽可能接近原始木料的外皮,现场采样后,立刻进行封装、签注。所有样品交由北京大学考古文博学院第四纪年代测定实验室及北京大学加速器质谱实验室,分两批次进行检测,报告如下(表一、二)。

## 三 基于建筑形制类型等研究成果的碳十四测年数据分析

根据碳十四测年结果与天圣元年的偏离关系,21个样本可分成四组(图五),其中三组早于天圣元年,一组晚于天圣元年。由8、10~12、14、18号构成的C组偏差最小,其下限仅早于

表一 北京大学加速器质谱(AMS)碳十四测试报告一

Lab 编号	序号	采样位置	碳十四年代 (BP)	树轮校正后年代(BC)	
				1 $\sigma$ (68.2%)	2 $\sigma$ (95.4%)
BA110069	1	东北角柱	1250 $\pm$ 25	685AD(54.6%)755AD 760AD(13.6%)780AD	670AD(95.4%)870AD
BA110070	2	前檐东次梢间普拍枋	1295 $\pm$ 35	665AD(44.8%)715AD 740AD(23.4%)770AD	650AD(95.4%)780AD
BA110071	3	3组一层正心栱	1310 $\pm$ 25	660AD(48.6%)710AD 740AD(19.6%)770AD	650AD(95.4%)780AD
BA110072	4	3组一层昂	1290 $\pm$ 30	670AD(42.8%)720AD 740AD(25.4%)770AD	660AD(95.4%)780AD
BA110073	5	27组二层北向昂	1215 $\pm$ 25	770AD(68.2%)870AD	700AD(11.4%)750AD 760AD(84.0%)890AD
BA110074	6	26组里转鞞楔拱	1210 $\pm$ 30	775AD(68.2%)875AD	690AD(12.2%)750AD 760AD(83.2%)900AD
BA110075	7	25组蚂蚱头(乳栱)	1210 $\pm$ 25	775AD(68.2%)870AD	710AD(7.9%)750AD 760AD(87.5%)890AD
BA110076	8	东南角老角梁	1160 $\pm$ 25	780AD(3.4%)790AD 810AD(49.9%)900AD 920AD(14.9%)950AD	770AD(95.4%)970AD
BA110077	9	后上金东5补间大斗	1290 $\pm$ 30	670AD(42.8%)720AD 740AD(25.4%)770AD	660AD(95.4%)780AD
BA110078	10	明间东平梁	1120 $\pm$ 25	890AD(9.4%)905AD 910AD(58.8%)970AD	870AD(95.4%)990AD
BA110079	11	明间东平梁下顺梁	1140 $\pm$ 25	880AD(18.3%)905AD 915AD(49.9%)970AD	780AD(1.4%)790AD 810AD(94.0%)990AD
BA110080	12	脊东2前下叉手	1120 $\pm$ 25	890AD(9.4%)905AD 910AD(58.8%)970AD	870AD(95.4%)990AD
BA110081	13	脊东4蚂蚱头	930 $\pm$ 25	1040AD(12.5%)1060AD 1070AD(55.7%)1160AD	1030AD(95.4%)1160AD
BA110082	14	西山下金南一椽	1140 $\pm$ 25	880AD(18.3%)905AD 915AD(49.9%)970AD	780AD(1.4%)790AD 810AD(94.0%)990AD
BA110083	15	西次间方脊椽	1225 $\pm$ 30	710AD(12.3%)750AD 760AD(55.9%)870AD	680AD(25.5%)750AD 760AD(69.9%)890AD
BA110084	16	续角梁(上开榫置椽)	810 $\pm$ 70	1160AD(68.2%)1280AD	1030AD(95.4%)1300AD
BA110085	17	椽(尾开榫口)	1205 $\pm$ 25	775AD(42.4%)830AD 835AD(25.8%)870AD	720AD(4.6%)750AD 760AD(90.8%)890AD

注:表中所用碳十四半衰期为5568年,BP为距1950年的年代(表二同)。

表二 北京大学加速器质谱(AMS)碳十四测年报告二

Lab 编号	序号	采样位置	碳十四年代 (BP)	树轮校正后年代(BC)	
				1 $\sigma$ (68.2%)	2 $\sigma$ (95.4%)
BA110774	18	前檐明间东金柱	1120 ± 35	890AD(68.2%)975AD	810AD(95.4%)1020AD
BA110775	19	前檐明间西金柱	1270 ± 30	685AD(36.9%)730AD 735AD(31.3%)775AD	660AD(94.4%)820AD 840AD(1.0%)860AD
BA110776	20	后檐明间西乳枨	710 ± 30	1265AD(68.2%)1295AD	1250AD(83.6%)1310AD 1360AD(11.8%)1390AD
BA110777	21	后檐明间东乳枨	750 ± 35	1225AD(2.6%)1235AD 1240AD(65.6%)1285AD	1215AD(95.4%)1295AD

天圣元年数年;由1、5~7、15、17、19号构成的B组,下限早于天圣元年约130年;由2~4、9号构成的A组早于天圣元年约240年;由13、16、20、21号构成的D组又可分为两部分,其中13、16号上限仅晚于天圣元年数年,下限不晚于金代,而20、21号晚于天圣元年200余年,且两个样本的时代很一致,其交集为公元1250~1295年,正好涵盖了大殿上元至元二十五年重修题记的年代。

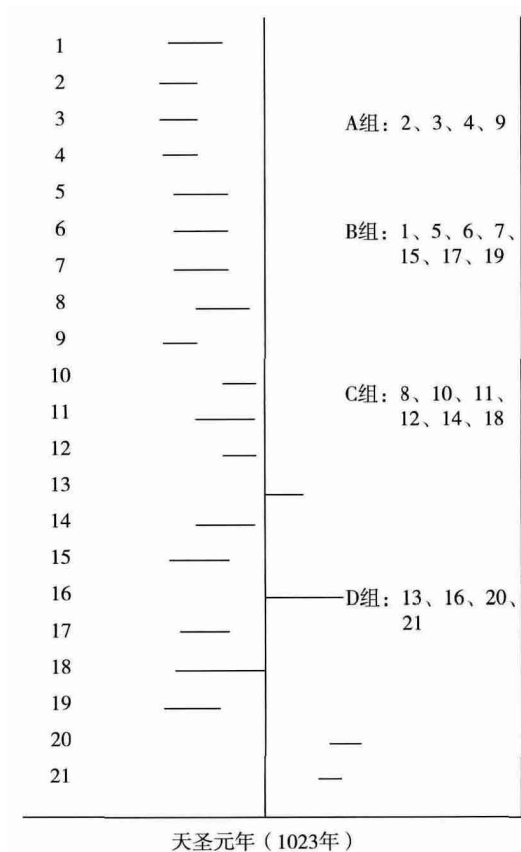
由上述数据可知,如果没有构件形制类型学、建筑材料和“天圣元年”题记相互印证的前期研究,仅凭碳十四测年结论,想证明稷王庙大殿为晚唐、五代、宋乃至金、元时期的建筑,似乎都可以从报告中找到依据。由于古建筑存在建造和遗存的复杂性,如木料采伐后经历一段不等的时间才使用、使用旧料盖新房、修缮中更换晚期构件、史料纪年材料多时代层叠、取样部位不同造成的误差等,若未能有效地过滤古建筑上的各类影响因素,碳十四技术的测年结果将极易产生误导或困扰。所以,截至目前,碳十四技术在古建筑建造年代的研究上,始终未得到广泛而有效地应用。

在此,本着树木死亡之后才加工为建筑构件的事实,我们可推导出构件的文字纪年与碳十四测年数据之间关系的规律,即构件的建造纪年,不早于其碳十四测年区间的上限。在稷王庙大殿的21个碳十四测年数据中,“天圣元年”位于样本中全部17个原构件碳十四年代所构成的年代区间之后,而“至元二十五年”,也

不早于20、21号样本的碳十四年代区间上限。

碳十四测年结果在天圣元年之后的共有4个样本——13、16、20、21号构件(即D组),经形制比对确认均为后期更换构件。其中,13号构件为脊榑西端推山部位的丁华抹额拱,此类构件的形制为南北双向作蚂蚱头,但13号构件仅在其南侧蚂蚱头下出一道刻槽,而北侧蚂蚱头下不出刻槽,脊榑推山东端及上平榑下的同类构件,在南北双向蚂蚱头下均出刻槽。另外,13号上有咬合栌斗斗耳的榑口,而脊榑东端的同类构件无此榑口。13号构件的形制与同类构件形制不符,其前后不对称的处理方式,在山西西南部多见于宋末至金元时期,恰与13号构件的碳十四测年结果相符<sup>[7]</sup>。16号构件为延至脊榑西端的续角梁,梁身开承椽口,口内以铁钉钉椽尾,与17号原构件尾部开榑的形制相异,且16、17号碳十四检测年代无交集,16号明显偏晚,故16号可确认为后期更换构件。20、21号构件是后檐明间西、东乳枨,其梁身呈椭圆形,与其他大殿上多数乳枨的矩形断面明显不同,乳枨延至铺作外跳均做耍头,但20、21号乳枨的耍头为足材、下部不做刻槽,这与其他矩形断面乳枨耍头的单材、下部刻槽的形制存在明显差异。

在分析A、B、C三组构件的类型后,我们发现,各组样本之间存在一定的规律性,即与天圣元年最为接近的C组,均为梁、柱、榑、叉手等容易取到接近圆木外皮样本的大料。B组的年代区间与天圣元年的距离居中,组内混合了昂、



图五 稷王庙大殿构件碳十四年代数据分析图

拱、椽等小料，亦有柱、榑、乳袱等大料。A组的年代区间距离天圣元年最远，均为昂、斗、拱枋、普拍枋等小料。由此可见，构件的尺度与“天圣元年”题记之间的时差呈现出一定的正向关系。

上述碳十四测年数据与被测木构件尺度的规律性关系说明：在运用碳十四测年结论时，不能仅检测斗拱等小尺度构件，其检测结果可能偏早100~200年；应重视梁、柱等大料构件，其结论更易接近真实的营造年代。另外，在B、C两组与B、D两组中，均出现了构件类型重合的现象，这提示我们，若要获得更准确的数据，则每种类型的构件不能仅测一个样本，要多获取同类构件的数据。同时，对于具有重要形制意义的样本，例如稷王庙大殿的昂及与厅堂造做法相关的乳袱、金柱等，应重点予以检测，以便与形制研究等成果相互印证。

#### 四 古代建筑碳十四测年的基本方法

在结合中国古代建筑营造及遗存特点综合分析碳十四测年数据时，我们发现，无论古建筑上存在何种复杂因素，木构件在进行营造加工时，其木料必然已经死亡，即木料的死亡时间必早于木料的营造时间。但具体早多少年，却可能因多种因素的影响而有所不同。所以，必须将同座建筑上更多构件的碳十四测年数据综合起来分析，才能找到更合理的营造年代区间。综上，中国古代建筑运用碳十四测年的基本方法如下：

1. 需在建筑形制类型等研究成果的基础上，注重构件的位置、尺度和时代等因素，科学选取足够数量的代表性检测样本。

2. 根据同座建筑原构共时性<sup>[8]</sup>及木料死亡时间必早于木料营造时间的原理，在碳十四测年数据中，出现最晚的原构构件的年代上限，即是建筑建造年代区间的上限；考虑到古建筑在建造中存在晒料等问题，所以建筑建造年代区间的下限应适当晚于碳十四测年报告中最晚原构构件的年代下限。

据上述理论，若仅以碳十四测年数据分析，并假设民间建筑储料时间不超过20年，则万荣稷王庙大殿的建造年代区间为870~1040年，这一区间涵盖了天圣纪年所代表的实际建造年代下限。

#### 五 结语

万荣稷王庙碳十四研究成果说明，在综合运用多学科方法和科学分析的前提下，碳十四测年技术可以应用于历史时期的建筑断代研究。但需特别指出的是，通过正确的建筑形制类型学研究方法<sup>[9]</sup>，可将稷王庙大殿的建造年代区间定为北宋中前期，下限不晚于北宋熙宁元年（1068年）<sup>[10]</sup>。显然，通过形制类型学研究所获得的建造年代区间，优于碳十四测年技术所获得的年代区间，这也再次证明，碳十四测年技术无法取代考古学传统的形制类型学研究方法，在文物建筑的年代问题上，只有将传统研究方法与不断涌现的新技术方法有机结合，取得互证，才能获得更好的研究成果。（下转第70页）

## On the Silver Multi-lobed Dou-Stemmed Bowl Unearthed from the Tomb of the Warring-States Period at Xixin—Also on the Similar Artifacts Unearthed in China

Li Ling

The silver multi-lobed dou-stemmed bowl unearthed from the tomb of the Warring-States Period at Xixin is an early silverware in China. Silverwares appeared in China rather late, not only later than bronzes but also later than gold wares. As early as in the Erlitou Period, gold objects have emerged in present-day Ningxia. As for the real gold vessels, they emerged suddenly around the transitional time between the Spring-and-Autumn and Warring-States Periods, which was much later than that of the Near East. The real silver vessel emerged, even much later, at the mid Warring-States Period, or late Warring-States. Among the metalwork techniques of China, bronze casting is the unique one and so developed that other metalwork techniques, such as gold and silverwork, hammering(*repoussé*) and lost-wax (*cire perdue*), were overwhelmed. On this point, the views of the people in China and the West were different; in the so-called “treasures” in China, the favorite metal was bronze and the favorite non-metals were cowry and nephrite. These were sharply different from the view of the Western people, whose favorites were gold, silver and gemstones. It has been an issue worthy of further discussion and exploration that what relationships the gold and silver wares had with the Eurasia Steppes, the Central Asia and the Near East; the discovery of the silver multi-lobed dou-stemmed bowl is a valuable clue.

(上接第96页)

附记:课题组成员为北京大学考古文博学院、山西省古建筑保护研究所、北方工业大学建筑工程学院及北京科达诚业空间技术有限公司。本项研究得到了国家文物局资助,山西省文物局、运城市文物局和万荣县文物局予以大力支持,在此一并致谢。

- [1] 柴泽俊《平阳地区古代戏台研究》注5,《柴泽俊古建筑文集》,文物出版社,1999年;第五批国家重点文物保护单位名录;国家文物局主编《中国文物地图集·山西分册》(下),第1087页,中国地图出版社,2006年;曹书杰《后稷传说与稷祀文化》,第403页,社会科学文献出版社,2006年。
- [2] 冯俊杰《山西神庙剧场考》,第136页,中华书局,2006年。
- [3] 形制断代研究参见徐新云《临汾、运城地区的宋金元寺庙建筑》,北京大学硕士学位论文,2009年;建筑材料研究参见彭明浩《山西南部早期建筑大木作选材研究》,北京大学硕士学位论文,2011年。

- [4] 徐怡涛、任毅敏《仅存的北宋庑殿顶建筑——山西万荣稷王庙大殿》,《中国文物报》2011年7月15日。
- [5] 笔者认为:运城地区与陕西、河南隔黄河相望,历史上与陕西关中地区和河南洛阳、开封等唐宋的文明中心区存在便捷的交通联系,长期受唐宋文化中心的影响,以此反推,稷王庙大殿所表现出的一些符合《营造法式》性质的特点,实际上是《营造法式》与稷王庙大殿共同受唐宋文化中心建筑形制影响的反映。
- [6] 北京大学考古文博学院《山西平顺回龙寺大殿测绘调研报告》,《文物》2003年第4期。
- [7] 宋末斗拱形制不对称的现象可参见徐怡涛、苏林《山西长子慈林镇布村玉皇庙》,《文物》2009年第6期。
- [8] 徐怡涛《文物建筑形制年代学研究原理与单体建筑断代方法》,《中国建筑史论汇刊》第二辑,清华大学出版社,2009年。
- [9] 同[8]。
- [10] 徐新云《临汾、运城地区的宋金元寺庙建筑》,北京大学硕士学位论文,2009年。

(责任编辑:戴 茜)