

郑州宋代开元寺塔形制与特征研究

Research on the Style and Feature of Zhengzhou Kaiyuan Pagoda of Song Dynasty

韦峰 | WEI Feng 孙畅 | SUN Chang 温而厉 | WEN Eri

中图分类号: TU-092 文献标志码: A 文章编号: 1001-6740 (2023) 05-0097-07 DOI: 10.12285/jzs.20220724002

摘要: 郑州开元寺塔建于北宋开宝九年(976年),高十余丈,为八边形13层楼阁式砖塔。民国时期,日本学者常盘大定和中国古建筑学家杨廷宝、刘敦桢曾先后对此塔进行过详细的调查、测绘与摄影。1944年该塔毁于兵燹。作为郑州城内延续近1000年的最高建筑物,开元寺塔具有极高的历史与景观价值,以“古塔晴云”之名位列乾隆“郑州八景”之一。本文依据相关历史遗留照片、调查测绘资料等文献,结合唐宋时期典型楼阁式砖塔案例特征,运用视觉还原、Sketch Up建模等辅助分析手段,对开元寺塔进行形制与特征解析。本文研究可为基于历史遗留照片、调查测绘资料等可靠历史文献进行宋代典型楼阁式砖塔复原案例提供参考,研究结论可为唐宋楼阁式砖塔建造特征与风格演变提供借鉴。

关键词: 开元寺塔、楼阁式砖塔、形制与特征、宋塔、原型、复原研究

Abstract: The Kaiyuan pagoda was built in the ninth year of Kaibao in the Northern Song Dynasty (976). It is a more than ten zhang high, octagonal, and 13-storey pavilion-style brick pagoda. During the period of the Republic of China, Japanese scholar Tokiwa Daijo (1921) and Chinese ancient architects YANG Tingbao and LIU Dunzhen (1936) conducted detailed surveys and photographs of the pagoda. Kaiyuan pagoda was destroyed by Japanese Air Force in 1944. As the tallest building in Zhengzhou for nearly 1000 years, the Kaiyuan pagoda has a very high value of history and viewing. It was listed as one of the "Eight Scenes of Zhengzhou" in Qianlong with the name of "Guta Qingyun". This article studies on the form and characteristics of Kaiyuan pagoda according to relevant historical documents and photos, explores and analyzes the original form of the pagoda by using "the visual restoration method", modeling by SketchUp and combines the style and feature of the relevant ancient pagodas from the Tang to Song Dynasty. The research method can provide a reference for the restoration of typical pavilion-style brick pagodas in the Song Dynasty based on reliable historical documents. The research conclusions can provide reference for the construction feature and style evolution of the pavilion-style brick pagodas in the Tang and Song Dynasties.

Keywords: Kaiyuan pagoda, Pavilion-style brick pagoda, Style and feature, Pagoda of Song Dynasty, Original form, Restoration research

作者:
韦峰 (通讯作者), 郑州大学建筑学院副教授、硕士生导师;
孙畅, 郑州大学建筑学院硕士研究生;
温而厉, 同济大学建筑与城市规划学院。

录用日期: 2022-10

一、开元寺塔概况

1. 开元寺塔的建造与历史价值

郑州开元寺位于郑州老城州治东(图1),今管城区东大街路北郑州市第一人民医院院内,创

建于唐开元年间(713—741年),明永乐十八年(1420年)由僧人明福重建^[1]。舍利塔在头门内,唐时建,康熙《郑州志》谓“头门内唐建舍利塔一座”^[2]。该塔宋初开宝九年(976年)重建,以后迭经兴废屡有修葺,但均延续了宋初砖塔的建筑风格。1944年春,日军飞机轰炸,在古代郑

州民众的精神生活和世俗生活中承担重要作用的开元寺塔最终毁于兵燹。1947年,在东大街开元寺旧址,建设了河南省立郑州医院。1977年4月,郑州市博物馆配合基建工程,对塔基进行抢救性发掘,出土碑记、佛像等文物。根据塔下地宫石棺盖记载,佛塔施主是“预超妻王氏赞贝新妇惠氏孙儿合子孙女花哥伴姐”。另外,棺座铭文还记述了建塔的组织人员、其他施主、施舍物品以及各种“舍利”“佛胸骨”“佛牙”共339粒^[3]。开元寺塔在存续的近1000年的时间里,一直是郑州城内最高的建筑物,成为历代文人墨客歌咏的对象。由于塔高十余丈,登塔观景也是古代郑州官员和民众日常的游赏活动之一,该塔也以“古塔晴云”(图2)之名列乾隆“郑州八景”之一^[4],具有很高的历史价值和景观价值。

开元寺塔的相关文献主要有三部分。一是分布于地方志和《历代咏郑诗选》中,关于塔的位置高度的记述,光绪十一年(1885年)的《修葺古塔记碑》,以及历代官员、文人游赏或登临开元寺塔时所写的诗文或游记。二是20世纪二三十年代中外古建筑学者实地调研后的文字和图像资料。日本学者常盘大定^[5,6](1921年)和中国古建筑学家杨廷宝^[7]、刘敦桢^[8]

(1936年)等,先后对开元寺塔的形制特点有过详细的记载,并留有塔身及细部照片,这些文献资料是对开元寺塔原型进行研究最为直接有力的依据。三是20世纪70年代以后由文物考古工作者完成的考古清理资料^[3,9],对开元寺塔的地宫形式、特点及出土文物均作了详细的记载。

2. 开元寺塔的历史与景观价值

景德四年(1007年)2月17日,宋真宗在祭拜祖陵、游玩西京后驻蹕郑州,“幸开元寺”观新塔《宋会要辑稿·礼52》)。书法家张维随行,撰写“郑州开元寺新塔碑”“真一时之绝也”(《书史会要·卷6·宋》)。明代宣德二年(1427年)郑州知州林厚在《郑州怀古》^[10]一诗中写道:“泮水丰碑犹峙立,禅林僧塔半欹倾。”明人孙子观塔后也曾有“荒城日落重门闭,古寺烟消石塔危”^[10]的说法。上述两人用“半欹倾”“石塔危”描写开元寺塔,一方面可以烘托塔的高耸,以流动的白云为背景,站在塔下仰望,看到似乎要倾倒的效果;另一方面,也可能明代的开元寺塔已经有所倾斜。

雍正十一年(1733年)郑州训导韩定仁在《郑州开元寺塔》^[4]一诗中,详细描

述了站在塔顶,“足底鸟雀飞,人在林木杪”,向下“俯瞰城郭小”,远看“黛抹二室山,黄河流浩渺”。诗人登塔远眺,南面位于登封的嵩山太室、少室二山和北面的黄河尽收眼底。乾隆三年(1738年)郑州知州张钺在“絮黏连不断”的早春时节登塔,看到“背郭炊烟起,常将霁霭俱”^[4]的景色。清咸丰元年(1851年)清军与太平军在郑州交战,塔内梯棚毁于战火,塔身成一空筒。清同治十二年(1873年),知州张暄曾予倡修,“刻日兴作,不数日而址基完固”,光绪元年(1875年)“张公移任去,事遂寝”^[11]。由于知州张暄移任,修塔工程进行了一部分便告终止,古塔没有得到全面、彻底的维修,实为可惜。光绪二十年(1894年)郑州学正朱炎昭描述当时的开元寺塔,“闲云片片度晴晖,缥缈偏从断塔归。颓顶疑磨苍盖漏,无心乱化白衣飞”^[11]。这表明清代末年,开元寺塔上部已颓,成为“断塔”“颓顶”。

1931年民国旅行家孙肖泉在郑州逗留十天,曾慕名参观开元寺塔,说“塔中有梯可登塔顶,立其上,则郑州全景悉入眼底。塔之周围皆石栏,夕阳西下后,倚栏小立,亦乘凉之良好去处也”^①。可见1931年的开元寺塔尚能登临,对文人骚客具有较强的吸引力。

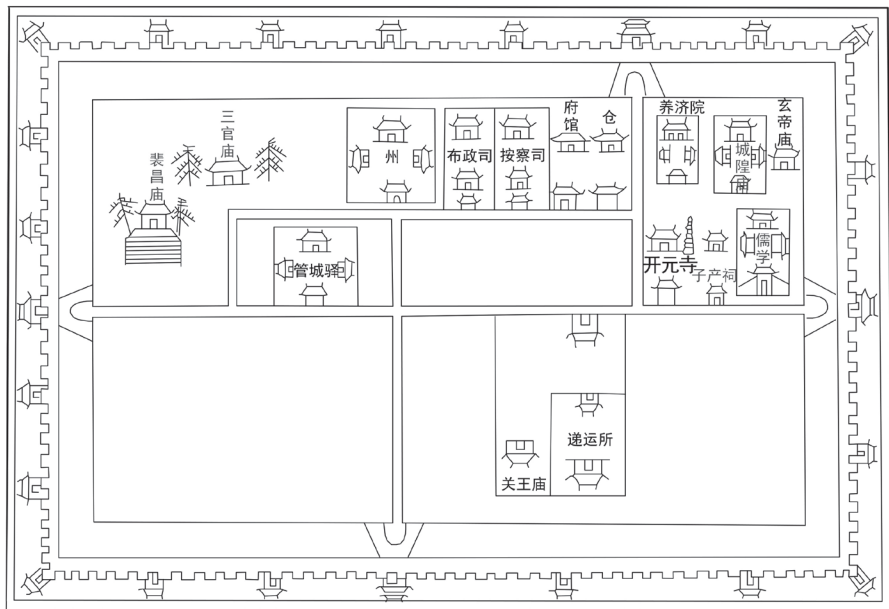


图1: 开元寺在明嘉靖《郑州志》舆图中的位置



图2: “古塔晴云”

(3) 出檐迭涩式, 据残坏处所示, 檐角皆参加木骨。

(4) 各层出檐上, 另有砖砌之莲瓣多层。

(5) 各层在东、南、西、北四面, 辟有圆券。券之结构, 第一层三伏三券, 第二层二伏二券, 以上皆一伏一券。又第一、二两层, 仅最下之券呈半圆形, 以上均为弓形券。

(6) 第一层仅南、北二门, 余二门封塞。第二层南、北封塞。以上诸层依次调换, 疑非原创。

(7) 塔内设八角形小室, 壁面向内斜收, 直达上部, 各层无迭涩。据县志载, 此塔创于唐开元间, 其结构手法疑点甚多, 遽难论断, 大约至晚亦为北宋遗物也。

刘敦桢先生除了对开元寺塔的基本形制和塔身细部进行了详细描述, 还据此推断了塔的建造年代和比例关系, 这为进一步研究开元寺塔的形制提供了珍贵资料。

三、形制与特征解析

1. 地宫形制

根据考古资料, 地表以下 0.7m 处发现了残存的古塔基础, 基础底部东西宽 15.5m, 南边因工程关系未探到边, 已知南北长 13m、深 2.5m。塔基的砌筑方法与结构是: 先在最底层平整夯实, 然后在基础内平铺一层石条, 石条粗略加工, 不甚规整, 一般长 1m、宽 0.55m、厚 0.25m。在基础正中又用同样的石条垒砌起一个方形的墙圈, 南北长 6.4m、东西宽 5.6m、高 2.3m。墙圈之外均用五花土夯填, 形成了砖塔的下部基础。

墙圈中间为地宫, 由墓门、甬道、墓室三部分组成。地宫平面呈八角形, 顶部用加工较细致的石条呈辐射状砌筑, 石条接缝处凿凹卯, 用长 17.5cm、宽 5.5cm、厚 3cm 的细腰铁棒加填石灰扣合, 在石条空隙中用土夯填 (图 5a)。南面辟门, 墓门用青石, 素面可开关。门框上刻牡丹、石榴、花朵, 门楣上刻双羊奔逐, 门上部

有半圆形门额, 上有释迦说法像浮雕。门内有短小甬道, 长 1.1m、宽 0.78~1.05m、高 1.66m, 两壁白灰抹墙, 青砖铺地。门和甬道上部用楔形石块拱券, 券顶抹白灰 (图 5b)。甬道之后的墓室呈方形, 长宽各 2.15m, 用石块垒砌, 白灰抹墙, 白灰中夹有铜钱, 亦青砖铺地。墓室四角上部出砌一个石雕的 2 层斗拱支撑墓顶, 拱高 0.6m。墓顶用长 0.7~0.97m、宽 0.45m 左右、厚 0.15~0.17m 的梯形石板平砌, 构成八角形, 共 7 层, 由底向上逐层错缝内收叠砌, 各层八角边长递减 0.1m, 最顶部用一块八角形石板封盖, 石板内面雕刻莲花藻井^[3]。

2. 塔身形制

开元寺塔为楼阁式砖塔, 高 13 层, 平面八角形, 边长 6.3m, 砖砌台基, 外出 1.12m。底层外径 15.1m, 壁厚 4.7m, 内径 5.7m。塔底层东、西、南、北四面均辟有圆券门洞, 宽约 1.95m^[7], 可通内部八角小室。塔的各层高度不等, 第一层最高, 以上逐层递减, 收分和缓, 顶部轮廓略呈抛物线型, 整体轮廓刚直挺拔, 刘敦桢先生认为塔的比例“位于嵩岳寺塔与大雁塔之间”^[8]。

每层东、西、南、北四面均辟有圆券, 用于采光、通风和眺远, 沿袭了北魏以来的古制。第一层为半圆形三伏三券, 第二层为弓形二伏二券, 其上均为弓形一伏一券。塔内设八角形小室, 壁面向内斜收, 直达上部, 各层均无叠涩^[8]。“塔壁较厚 (4.7m), 略小于塔室直径 (5.7m), 如

嵩岳寺塔之内部二层以上”^[9]。塔刹毁坏应早于光绪二十年 (1894 年), 由于缺乏文献资料和图像信息, 所以其准确的形制无从考证。

塔身简洁, 各层壁面无梁柱、斗拱, 檐下用砖二层挑出, 略似普拍枋。每层的出檐与平座都用砖砌叠涩, 叠涩与反叠涩成内凹曲线, 出檐较远, 做法与西安大雁塔相似。平座平面尺寸较小, 无勾栏, 亦无游人通行之功能, 只起装饰作用^[9]。平座下用砖砌莲瓣多层。

3. 塔身总高度

开元寺塔现有两个确定的尺寸: 一是首层边长 6.30m, 二是首层门洞宽 1.95m。选取拍摄于 1936 年的角度正的一张照片 (图 6), 从最大限度上减少透视、塔身倾斜等客观因素对塔身高度估算结果的影响。设 11 层塔高为 A, 首层边长为 B, 设照片上 11 层塔高为 a、首层边长为 b, 依据公式 $A : B = a : b$; 已知 $B = 6.30m$, 计算出 $A = 41m$, 以此估算出塔理论高度 (13 层, 不含塔刹) 为 45m, 即 14 丈左右。

模拟当时拍摄的站点 (45m) 和视高 (1.5m), 运用“视觉透视还原法”计算出各层层高的比例关系, 再取 13 层理论高度 45m, 即可求出各层的理论高度。然后借助 SketchUp 软件进行建模, 按照原照片的站点和视高, 设定相机位置, 最后渲染出塔身框架图。再将此图与照片进行对比, 找出有差别的部位进行数据微调, 最终达到模型与塔身照片完全重合 (图 7)。最后确定塔身总高度为 46m (合 14.4 丈,

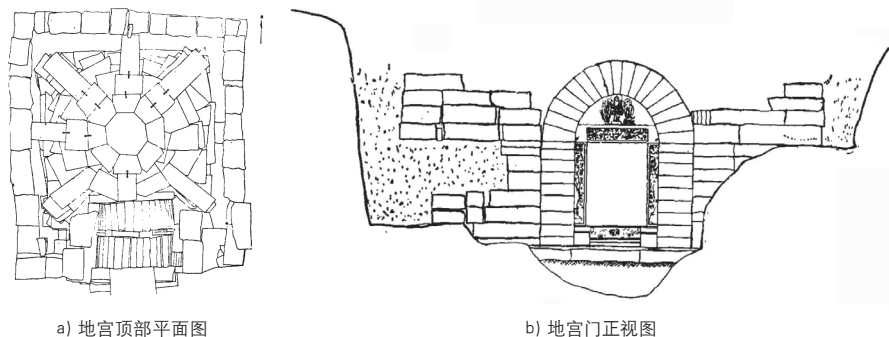


图 5: 开元寺塔地宫

不含塔刹)。

4. 与嵩岳寺塔和大雁塔的对比

刘敦桢先生认为，开元寺塔的比例介于嵩岳寺塔和大雁塔之间。嵩岳寺塔始建于北魏正光年间（520—525 年）^[12]，为十二边形密檐式砖塔，塔高 36.78m，基座高 0.85m^[13]，塔身之上施叠涩檐 13 层，是我国现存时代最早的砖塔。大雁塔始建于唐永徽三年（652 年），为 7 层四边形楼阁式砖塔，总高 63.25m，塔体高 59.05m，基座高 4.2m^[14]。笔者将三塔的相关数据进行了搜集整理和计算筛选，并进行对比（表 1）。结果表明，开元寺塔在总高度与首层直径、顶层直径、基座高度、首层高度的比值等关键数据上，完全介于嵩岳寺塔和大雁塔之间，证明了刘敦桢先生判断的正确性。

5. 与大雁塔和风台寺塔的对比

新郑凤台寺塔位于新郑市南关凤台寺旧址上，为 9 层六边形楼阁式砖塔，总高 19.10m，建于北宋中叶^[16]，与郑州开元寺塔同属北宋时期的砖塔，且均位于郑州市域内，南北相距不足 40km。因此，将郑州开元寺塔与西安大雁塔、新郑凤台寺塔三者进行对比，可以反映唐代至北宋楼阁式砖塔形制的某些变化。

选取三塔平面形式、尺寸、塔高、层数、出檐、登临形式等相关数据进行特征对比（表 2、图 8），可以得出：整体尺度上，塔的高度、平面尺寸，由大雁塔至凤台寺塔尺度变小，反映了由唐代至北宋中期，由于建造主体、建造目的以及所处位置的不同，佛塔的规模尺度趋于实用；平面形式上，从大雁塔的四边形到开元寺塔的八边形，再到凤台寺塔的六边形，反映了由唐代至北宋中期楼阁式砖塔平面趋于成熟；出檐上，三塔都采用砖叠涩出檐，叠涩层数越来越少，但出檐比例越来越大，反映了由唐代至北宋中期楼阁式砖塔叠涩出檐手法的成熟；门洞开设方式上，

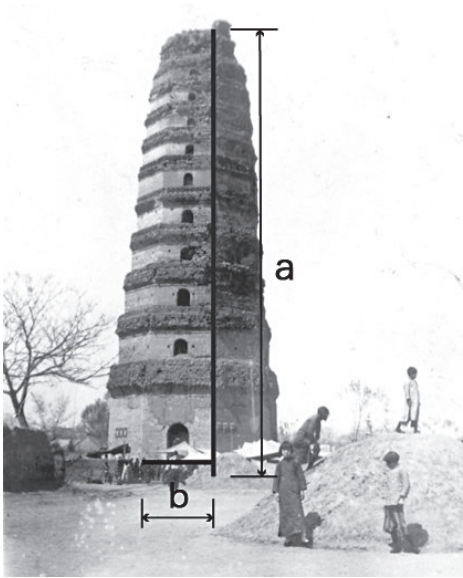


图 6：开元寺塔全景（1936 年）

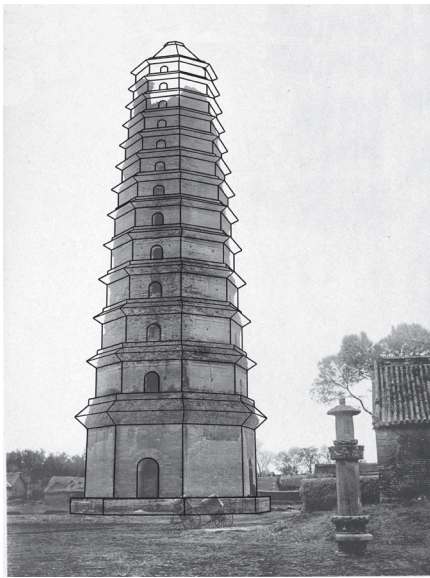


图 7：模型框架与照片（1921 年）的对比

开元寺塔与嵩岳寺塔、大雁塔对比						表 1
塔名	总高度 / 首层直径	总高度 / 顶层直径	总高度 / 基座高度	总高度 / 首层高度	各层比例（设一层高为 100）	
嵩岳寺塔	3.42	9.47	45.20	4.29	100 : 18 : 18 : 18 : 17 : 17 : 17 : 16 : 15 : 15 : 14 : 13 : 13 : 11 : 15	
开元寺塔	3.40	6.89	40.80	4.88	100 : 51 : 45 : 41 : 37 : 33 : 28 : 26 : 25 : 23 : 22 : 21 : 20	
大雁塔 ^[15]	2.48	4.47	15.06	5.15	100 : 71 : 69 : 64 : 65 : 62 : 51	

开元寺塔与大雁塔、凤台寺塔形制特征对比				表 2
对比	大雁塔	开元寺塔	凤台寺塔	
建造年代	唐永徽三年（652 年）	北宋开宝九年（976 年）	北宋中叶	
类型	楼阁式塔	楼阁式塔	楼阁式塔	
平面形式	四边形（边长 25.5m）	八边形（边长 6.3m）	六边形（边长 2.72m）	
平面尺寸	底层边长 25.5m	底层直径 15.1m	底层直径 5.44m	
高度	63.25m	46m	19.1m	
层数	7 层	13 层	9 层	
首层叠涩出檐层数	叠涩 16 层	叠涩 15 层	叠涩 11 层	
塔刹	宝瓶，宝葫芦	形式不详	形式不详	
登临形式	中筒，栈道式梯道，壁内折上	中筒，楼梯楼板，盘旋而上	二层起中筒，室壁凹砌脚蹬至第八层	
地宫形式	形式不详	八边形	六边形	

大雁塔、开元寺塔均东西南北四面开洞，后期开元寺塔为了结构稳定，首层封砌东西两门，第二层封砌南北两门，以上各层逐层替换位置。而凤台寺塔单面辟门，且自二层以上洞口交替错开，来增强塔体结构的稳定。这一变化反映了由唐至北宋中

期，砖塔建造者对塔体结构的掌控趋于成熟；登临方式上，大雁塔内部有栈道式梯道，壁内折上到达各层，开元寺塔内部有楼梯楼板，可以盘旋而上，而凤台寺塔受限于塔体尺寸，采用室壁凹砌脚蹬的方式。登临方式的变化是对砖塔规模尺度变

小的一种适应，由此也导致了登塔观景变得愈加困难。

为了能更清楚地说明大雁塔、开元寺塔及凤台寺塔整体造型方面的演变，以大雁塔为参照，对另外两塔进行等比例缩放，使三者高度一致，方便对塔身轮廓进行对比（图9）。由此可以清楚地看到，开元寺塔与大雁塔类似，自下而上收分较为显著，塔身轮廓硬朗，整体呈角锥状，说明北宋早期楼阁式砖塔在整体造型上对唐

塔形制的部分沿袭。而凤台寺塔的塔身下部收分和缓，上部有明显的收分弧度，出檐比大雁塔和开元寺塔更为深远，相较于两塔雄壮的风格，呈现出更加精巧秀美的面貌。大雁塔基座高大，除了能更好地承载塔身外，还给人以庄重宏伟的视觉感受。而开元寺塔的基座尺度介于两者之间，凤台寺塔又进一步缩小。基座所占比例的缩小使得塔身整体风貌也更具有亲和力。

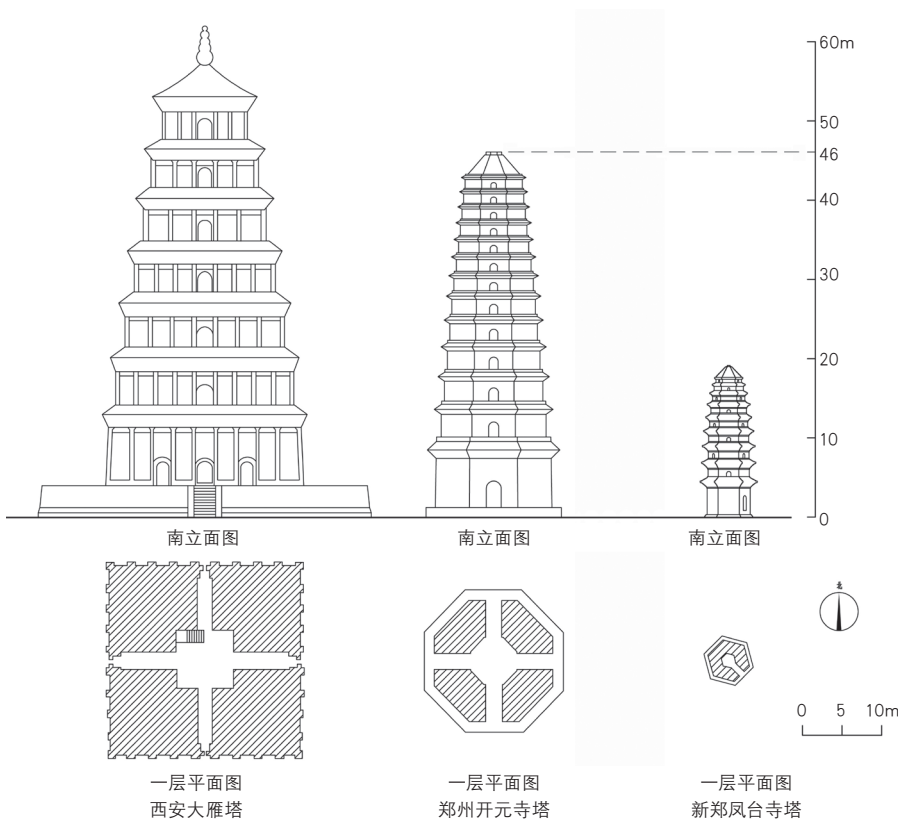


图8：三塔平面、立面对比图

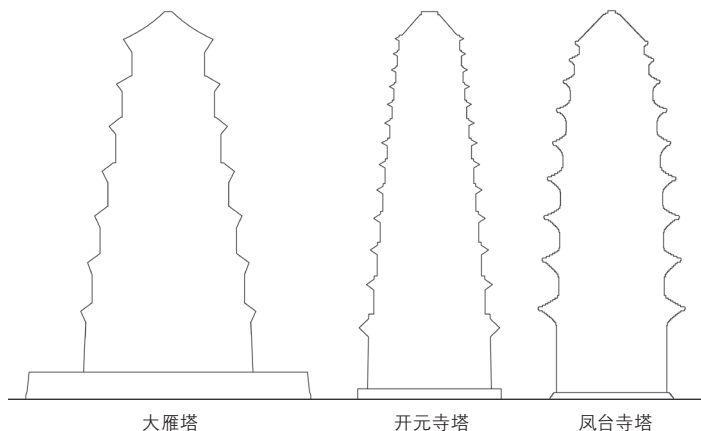


图9：三塔轮廓对比图

四、结论与讨论

1) 承唐

结构形式。楼阁式塔最主要的功能之一就是登高眺望。北魏洛阳永宁寺塔建成后，灵太后胡氏于神龟二年（516年）“躬登九层浮图”（《魏书·崔光传》），说明登塔远眺已经十分普遍。唐宋之后，登塔游览之风更盛^[17]。内部可以登临的唐代楼阁式砖塔，保留了木楼阁塔在塔中心设木梯，木梁板做楼层分隔的做法。塔体结构因采用单一中筒形式，上下贯通的中筒空间，与四面对开门窗相互配合，使得塔内、塔外景色浑然一体；与辽宋以后普遍采用内外双筒结构，并由此带来的壁内折上、穿心、穿壁绕平座、旋梯等多种复杂登塔形式相比，体现了结构、功能与空间的统一。

窗洞设置。唐塔门窗洞口多为每层东、西、南、北四面对开，有利于采光通风，并能在一定程度上缓和风的阻力。开元寺塔承袭唐塔做法，四面均设圆券，有利登临眺望的同时，对砖砌体抗震不利，塔体易出现垂直裂缝。为减小这一结构不利影响，采取塔身门洞隔层交替封堵的补救措施，来增强结构稳定性。所以，刘敦桢先生在考察开元寺塔后，发现“第一层仅南、北二门，余二门封塞。第二层南、北封塞。以上逐层依次调换”^[8]的做法。其后宋塔门洞开辟方式进行了改进，或设假窗，或采取“逐层变换方位”^[18]的方式显然更加合理。

2) 启宋

塔身平面。唐代砖塔平面基本上都是正方形^[19]，仅有少数八边形砖塔，且一般多为墓塔，体积不大。比如，建于唐玄宗天宝五年（746年）的河南登封会善寺净藏禅师塔，塔高3层约9m，是现存八边形砖塔最古的一例^[20]。两个世纪以后的北宋初年，塔高13层46m的郑州开元寺塔落成，成为八边形楼阁式砖塔的典型代表，以至于宋真宗在巩县拜祖之后驻蹕郑州，“幸开元寺”观新塔（《宋会要辑稿·礼52》），此后八边形平面自然成为最

为普遍的塔的平面形式^[19]。

构造做法。唐代砖塔一般底层较高，素面砖墙砌筑，其上各层外壁逐层收进，并隐起柱枋、斗拱，覆以腰檐，不施平座。每层檐下都用砖做成简单的斗拱，斗拱上面再加叠涩出檐。开元寺塔在承袭唐塔部分构造做法的基础上，有所创新。比如，塔身腰檐上用砖砌莲瓣承托平座，是宋代初期使用平座挑出塔身构成回廊的初始做法^[18]；另外，每层檐下设拔檐砖层，起到了“圈梁”的作用，这种做法，在此后宋塔（如新郑凤台寺塔）上经常可以看到^[16]。

3) 过渡型风格

唐宋时期是我国佛塔营建的高潮期，宋代又是砖石塔发展的高峰期^[19]。开元寺塔作为一座北宋初年的楼阁式砖塔，表现出比较鲜明的“过渡型”特征。比如，塔身上下收分一致，二层以上层高逐层递减，塔身呈角锥状，轮廓硬朗、刚劲雄伟。此后宋塔下层收分平缓，上层收分弧度明显，而呈现抛物线形；再加上基座缩小，一层塔身占比增大，叠涩层数减少而出檐比例加大等建筑手法的运用，整体呈现出优雅秀丽的风格^[21]。

开元寺塔存续近 1000 年，一直是郑州城内最高的建筑物，具有极高的登临与景观价值。从雍正年间韩定仁的诗文描述中可知，登上开元寺塔，目力所及，向南可达登封嵩山的太室、少室二山，向北可以看到黄河，郑州城内的景色更是尽收眼底。但是通过原型研究发现，登塔观景并非轻松惬意。首先是平座出挑较小，不能通行，各层只能通过门洞向外观景，视野大受限制。其次是经过层层收分，到顶层即第 13 层总高度仅有 1.8m，门洞的宽度、高度仅为 0.5m 和 0.6m，如此狭小的空间，观景者只能爬行，显然不能完全满足惬意

观景的需要。

开元寺塔的破坏因素主要是地震、自然和人为原因。郑州虽然地震发生的频率较低，但据相关资料，郑州地区在元至正三年（1343 年）、清嘉庆十八年（1813 年）均发生过地震^[22]，其中以后者最为严重，中心强度达到 6 级，地震可能造成了塔体的微倾或塔刹的损坏；自然原因主要是风吹雨淋日晒，年久失修，尤其是塔刹的破损加剧了上部两层的破坏速度；人为因素主要是战乱破坏，如太平天国战争中大火烧毁了塔内的木板木梯，抗日战争时期最终毁于日军的轰炸。

注释

- ① 孙肖泉. 郑州旬日[J]. 旅行杂志, 1931, 5(10): 61-64.
- ② 王新泉.《中国文化史迹》及其作者[J]. 河南土木建筑, 2016 (01): 4.
- ③ 贺美芳. 解读近代日本学者对中国建筑的考察与图像记录[D]. 天津: 天津大学, 2014.
- ④ 原文为日文, 由作者自译.

参考文献

- [1] 徐恕修. 王继洛纂. 嘉靖郑州志[M]. 郑州: 中州古籍出版社, 2002.
- [2] 何锡爵修. 徐杜纂. 康熙郑州志[M]. 郑州: 中州古籍出版社, 2000.
- [3] 于晓兴. 郑州开元寺宋代塔基清理简报[J]. 郑州: 中原文物, 1983 (01): 14-18.
- [4] 张钺修. 毛如洗纂. 乾隆郑州志[M]. 郑州: 中州古籍出版社, 2005.
- [5] 常盘大定, 关野贞. 支那文化史迹解说(五)[M]. 京都: 法藏馆, 1941.
- [6] 常盘大定, 关野贞. 支那文化史迹图版(五)[M]. 京都: 法藏馆, 1941.
- [7] 杨廷宝. 汴郑古建筑游览纪录[J]. 中国营造学社汇刊, 1936, 6 (03): 1-16.

- [8] 刘敦桢. 河南古建筑调查笔记. 刘敦桢文集(三)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987.
- [9] 张玉功, 邢薇薇. 郑州开元寺塔建筑分析[J]. 郑州: 文物建筑, 2015 (00): 103-107.
- [10] 司绍晞选注. 郑州市地方志编纂委员会编. 历代咏郑诗选[M]. 郑州: 河南新华二厂, 1986.
- [11] 周秉彝修. 刘瑞璘纂. 民国郑县志[M]. 郑州: 中州古籍出版社, 2005.
- [12] 杜启明. 登封嵩岳寺塔勘测简报[J]. 中原文物, 1987 (04): 9-22.
- [13] 郑州市嵩山历史建筑群申报世界文化遗产委员会办公室编著. 嵩山历史建筑群[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [14] 杨鸿勋. 破解唐慈恩寺大雁塔原状之谜[N]. 中国文物报, 2004-12-3 (007).
- [15] 蔺小虎, 姚硕强, 马润霞等. 基于海量点云数据的大雁塔三维重建[J]. 文物保护与考古科学, 2017, 29 (03): 67-72.
- [16] 杨焕成, 汤文兴. 凤台寺塔建筑结构与年代考略[J]. 中原文物, 1981 (02): 51-56.
- [17] 王阿秀. 唐代楼阁式佛塔造型研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
- [18] 杨焕成. 河南古塔研究. 杨焕成古建筑文集[M]. 北京: 文物出版社, 2009.
- [19] 刘敦桢. 中国古代建筑史[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980.
- [20] 郑州市文物志编辑委员会编. 郑州市文物志[M]. 北京: 中华书局, 2013.
- [21] 王东涛. 河南宋代楼阁式砖石塔研究[D]. 开封: 河南大学, 2004.
- [22] 郑州市地方志编纂委员会编. 郑州市志(一)[M]. 郑州: 中州古籍出版社, 1999.

图表来源

- 图 1: 根据参考文献[1]: 奥图绘制
 图 2: 参考文献[11]: 29.
 图 3: 参考文献[6]: 41.
 图 4: 参考文献[7]: 13.
 图 5: 参考文献[3]: 14, 15.
 图 6: 参考文献[7]: 图版拾壹.
 图 7: 底图为参考文献[6]: 41, 框架为作者建模成果.
 图 8: 作者自绘.
 图 9: 作者自绘.
 表 1: 参考文献[12]~[15].
 表 2: 参考文献[14]~[16].