

建筑史

第39辑

贾珺 主编



清华大学建筑学院 主办

中国建筑工业出版社

建筑史

第39辑

主编 贾珺



清华大学建筑学院 主办

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑史 第39辑 / 贾珺主编. —北京: 中国建筑工业出版社,
2017.3
ISBN 978-7-112-20410-6

I. ①建… II. ①贾… III. ①建筑史—世界—文集 IV. ①TU-091

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第027573号

《建筑史》原名《建筑史论文集》，是中国国内第一部专门发表建筑史研究论文的学术丛书，由清华大学创办于1964年，本书为第39辑。

本辑共收入论文15篇，内容涉及中国古代建筑营造技术、中国城市史、古典园林、乡土建筑、地域建筑文化、近代建筑、文物建筑保护、现代建筑理论等领域。

李陆斌和吴国源的论文探讨分析了中国古代早期建筑基址柱与地面连接方式的演变及受力特征；喻梦哲的论文从联系补强类构件入手，论述了10~14世纪木构建筑中串的普及与禅间的退化；林琳的论文分析了四种穿斗式大木结构类型，尝试初步建立穿斗式大木结构体系；王贵祥的论文对元代哈刺和林佛寺兴元阁的原状做了探讨；曹春平的论文对元代福建省石狮市的六胜塔展开研究；《明万历官造无梁殿与妙峰大师》一文探讨了无梁殿经历地域性发展到逐渐定型的发展规律和妙峰大师的贡献；《神祇的轿舆——故宫藏请神位龙亭初探》一文探讨了清故宫藏龙亭做法与功能之间的关系；李震、张兴国、姜利勇的论文归纳总结了南宋钓鱼城城墙在规划与构筑中对地域自然环境的适应性；宋维卿、王飒的论文探析了早期建州女真在桓仁境内的聚落特点与社会形态的关系；《初唐王绩绛州龙门园墅研究》一文对借助诗文研究唐代园林进行了有益的尝试；《〈弁山园记〉文字园林平面重构》一文借助诗文绘画，探讨了明代园林的复原研究方法；钱毅、魏青的论文从近代化与本土化的角度，论述了鼓浪屿建筑的发展；《“塔”字探源》一文全面梳理了“塔”在中国的产生过程；《〈菲拉雷特建筑学论集〉析读》介绍了一部欧洲文艺复兴时期理论名著的内容梗概，并重点探析其历史意义和建筑思想；《从“怪异罗马式”到“罗曼”、“罗马风”——一种建筑风格的汉译史》一文对风格术语的翻译进行了深入探析。

本书反映了近年来关于建筑史研究的最新成果，是一部具有学术代表性的重要文献，对于建筑历史的进一步研究、文化遗产保护与再利用等工作具有较高的参考价值，同时对于城市规划和建筑设计人员吸取历史经验、从事设计工作具有一定的指导作用。本书既可作为建筑历史专业工作者的研究资料 and 高等院校建筑学专业的历史理论教材，又可作为读者了解建筑演化与城市变迁的实用指南。

责任编辑：徐晓飞 张 明

责任校对：李欣慰 张 颖

建筑史

第39辑

主编 贾 珺

清华大学建筑学院 主办

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京锋尚制版有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本：880×1230毫米 1/16 印张：13 字数：352千字

2017年6月第一版 2017年6月第一次印刷

定价：48.00元

ISBN 978-7-112-20410-6

(29800)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

目录

01 中国古代早期建筑基址柱与地面连接方式的演变及 受力特征分析	李陆斌 吴国源	1
02 论10~14世纪木构建筑中串的普及与襻间的退化	喻梦哲	12
03 穿斗式大木结构类型的属性与构造	林 琳	20
04 元哈刺和林佛寺兴元阁可能原状探讨	王贵祥	30
05 福建省石狮市六胜塔	曹春平	46
06 明万历官造无梁殿与妙峰大师	朱馥艺	56
07 神祇的轿舆 ——故宫藏请神位龙亭初探	刘 畅 王之玮 刘楚婷 王丹青	70
08 南宋钓鱼城城墙营建的地域自然环境 适应性探析	李 震 张兴国 姜利勇	80
09 五女山东麓建州女真聚落考察与相关史料分析	宋维卿 王 飒	91
10 初唐王绩绛州龙门园墅研究	黄 晓 刘珊珊	105
11《弇山园记》文字园林平面重构	王笑竹 王丽方	125
12 近代化与本土化——鼓浪屿建筑的发展	钱 毅 魏 青	151
13 “塔”字探源	朱宇晖 张毅捷	162
14《菲拉雷特建筑学论集》析读	贾 珺	174
15 从“怪异罗马式”到“罗曼”、“罗马风” ——一种建筑风格的汉译史	黄 磊	189
《建筑史》来稿须知		202

中国古代早期建筑基址柱与地面连接方式的演变及受力特征分析

李陆斌 吴国源

(西安建筑科技大学建筑学院)

Analysis on Mechanical Performance of the Connections between Column and Base in Early Ancient Chinese Architecture and Its Evolution
LI Lubin, WU Guoyuan

of design. This study may provide a step stone more towards deeper qualitative analysis on the origin of Chinese timberwork.

Keywords: Early Ancient Architecture, Connection between Column and Base, Mechanical Performance

摘要: 深入整理中国早期建筑考古资料, 梳理并分析早期建筑柱与地面连接方式的演变过程, 并定性分析其受力特点, 对比发现柱与地面连接方式有一个形状由尖到平, 材料由简单到复杂, 埋深由深到浅的过程, 其受力性能也趋向于合理。进而认为, 随着这一结构环节的变化, 柱与地面连接方式趋于成熟稳定, 而柱与上部梁架连接方式逐渐成为后来建筑结构发展的主题。这一发现能够为中国木结构发展缘起提供一个更为深入的分析环节。

关键词: 古代早期, 柱与地面连接, 受力特征

Abstract: By in-depth sorting of the archeological material of early Chinese architecture and qualitative analyzing its loading features at the connections between column and the base and its evolution, the author found the connections had undergone a process from sharp to flat in shape, from singularity to diversity in material, from deep to shallow in depth, and a tendency of reasonable in mechanical performance. And it is believed that this change reflects maturity of the design and understanding which forms the basis for the connections at other locations such as column and the beam which later became the major focus

柱作为建筑中竖向承重的主要构件, 对建筑的稳定起着至关重要的作用。柱与地面的连接方式决定了柱所承载上部结构的荷载在最终传入地面的方式, 影响着建筑的整体构架形式以及建筑的稳定性。本文综合整理相关考古资料, 尝试对我国古代早期建筑(周代以前)柱与地面的连接方式进行探索总结, 对其引起的结构受力特点进行定性分析, 为深入理解早期建筑结构发展演变提供一个可靠的分析环节。

对于早期建筑遗址相关问题的考古信息, 已有的考古学和建筑史学研究成果多集中于柱洞、柱础的数量、位置以及柱网关系问题, 而对于影响结构关系的柱与地面连接方式则少有系统深入研究。建筑史学领域也多关注于柱网、柱础及柱洞构造所引起的建筑结构复原推测, 因而集中探讨的焦点在于柱与上部梁架的结构关系, 然而这类探讨多为推测, 更难提出建筑结构的力学定性分析问题。相对而言, 早期建筑遗址的这些信息, 更利于我们直接展开柱与地面连接方式的探讨和较为真实有效的受力分析, 在此基础上, 可以分类归纳把握这一分析环节的结构演变关系, 从而更为合理地推断早期建筑自下而上的结构逻辑发展可能性。

一 史前时期

本期的考古遗址很多，本文只选择其中有代表性且与本文主题相关的考古遗址，主要为：河姆渡遗址、半坡遗址、陕县庙底沟遗址。

1. 干阑式建筑

在6000~7000年以前的长江流域中下游地区，地下水位高，土质不够密实，一般不可能采用挖洞的办法来解决居住问题。主要是借助树木的支撑构成架空居住面的窝棚，即所谓“巢居”。推测“巢居”是在树上构巢，后发展为“干阑式建筑”。

长江流域中下游地区中最有代表性的就是河姆渡遗址。从发掘情况分析，河姆渡的居住建筑大体上可以分为三个发展阶段：第一阶段为栽桩架板的干阑式建筑，第二阶段为栽柱打桩式的地面建筑，第三阶段为栽柱式的地面建筑^[1]。

第一阶段的栽桩架板干阑式建筑，应是巢居建筑的发展。巢居的“柱子”是自然界生长的树木，与地面的连接形式是树木自身发达的根系，非常稳固，属于刚接。桩式干阑与巢居的原理基本相同，是在桩或“柱”的支撑下，在其上构建建筑，不同之处在于：“柱子”由自然生长的树木变为人工打击入地的桩子，树木是处于生长状态，而桩子是已经死亡的木材，容易腐蚀；且沼泽地带地质条件差，桩子不能稳固地与地面连接，容易发生松动，导致上部结构的破坏。

从考古发现推测，木桩打入生土层，其上置木龙骨、横木、竖桩、横板等构件。转角处的木桩直径较大，维护桩的直径较小。主要承重的大桩，入地150厘米，一般的桩入地60~80厘米^[2]。从以上信息可以推断：（1）栽桩干阑的桩有主要承重和辅助围合的区分，转角处是主要承重部位；（2）桩与上部的龙骨连接，也可认为是梁，其组合方式与梁柱框架式结构的原理相同；（3）梁也分大小，有可能是根据跨度的不同而作区分，也有可能分主次梁，由次梁传递荷载至大梁，再由大梁传递至桩。次梁与主梁连接还有增强结构稳定性的作用（图1）。

桩与板之上的建筑是如何构建起来的呢？一种是把干阑式建筑的构造分为两部分，下部是以排列有序の木桩上铺设地板，相当于建筑的基础部分，然后在地板上立柱架梁构筑房屋（图2）。另一种是在与排桩的同一轴线上或地板的外围，由以地面为基础的立柱直贯屋顶，排桩、龙骨（地梁）、地板只是屋内结构部分，并不是房屋的基座（图3）^[3]。



图1 余姚河姆渡出土桩尖
（图片来源：文献[6]）

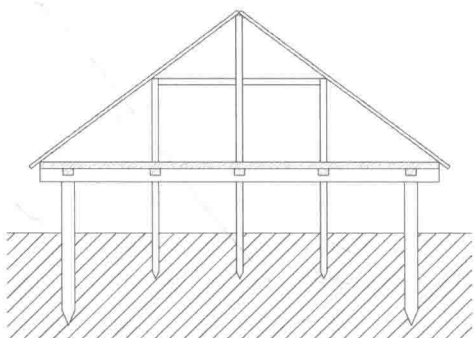


图2 桩上铺设地板干阑示意图
（图片来源：作者自绘）

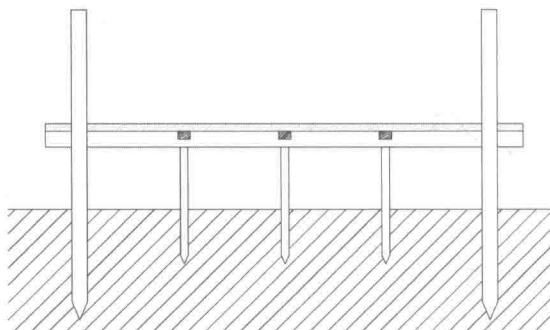


图3 立柱直贯屋顶干阑示意图
（图片来源：作者自绘）

第一种构筑方式中,上部结构的柱子与地面板、龙骨缺乏有效的连接,最多插入龙骨,柱脚所能抵抗的弯矩远远小于外力施加的弯矩大小,无法保证上部结构的稳固。即使上部结构能够形成一个整体,具有较强刚性,也无法保证与地面板的连接。我们知道,地面板距离地面有一定距离(80~100厘米),一旦上部结构偏移出地面板以外,整个建筑就会倒塌。且上部结构多用木材和茅草,自重较轻,建筑偏移的可能性非常大。针对第一种方式的缺陷,第二种构筑方式更为可信,在稳定性和连接方式上都能满足要求。只是桩的高度太高,打桩时没有足够高的工作平面,很可能用绑扎或榫卯连接的方法将桩木延长。

第二阶段为栽柱打桩的地面建筑,其柱下用木板作基础。其营造方法是先挖好柱洞,而后放入木垫板作基础,再立柱子(图4)^[1,4]。从柱的形式我们可以得到几点信息:(1)河姆渡文明的第二阶段已经认识到尖桩易下沉(图1),因而增加了垫板,增大柱子与地面的接触面积;(2)柱与垫板的连接方式不是简单的置于其上,而是柱子插入垫板。这种连接方式的好处是,在建筑受到侧推力的时候,柱与垫板成为一个整体,共同抵抗侧推力。

如图5所示,图A表示普通栽柱的情况,图B表示有垫板的情况。图A中侧推力 $F_{侧}$ 引起的弯矩由地下土层提供的抵抗力 F_1 来平衡,即 $F_{侧}h=F_1h'$;而图B中增加了垫板以后, $F_{侧}$ 引起的弯矩由土层对柱脚的抵抗力 F_1 和地面对垫板的抵抗力 F_2 共同平衡,即 $F_{侧}h=F_1h'+F_2a$ 。显然,增加垫板后能够承担更大的侧向弯矩。当然,柱与垫板之间的连接并不是完全意义上的刚接,不能如理论计算的数值一样承担弯矩,但是其抵抗侧向弯矩的作用一定比没有垫板的情况要大,这是可以肯定的。

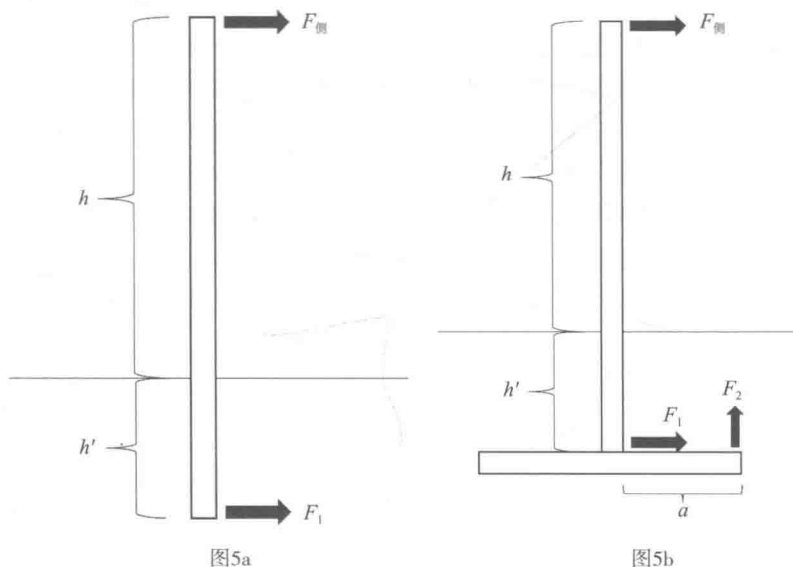


图5 普通栽柱与柱脚加垫板栽柱受力分析简图

(图片来源:笔者自绘)

第三阶段也是栽柱式的地面建筑。先挖好柱洞,然后放进红烧土块、黏土和碎陶片等,层层填实加固,形成“柱础”,于其上立木柱^[1]。这一情况可以提供几点信息:(1)放弃了第二阶段柱下木垫板的做法,而加入红烧土块等防水材料,说明这一时期对柱脚防水,即防腐有了认识;(2)层层填实加固的柱础,对防止柱子下沉也有积极作用。



图4 河姆渡遗址晚期木柱残段及木板柱脚

(图片来源:文献[6])

2. 穴居

黄河中游流域的穴居中，承重部分由墙体和柱子共同承担、只有墙体承担和只有柱子承担几种方式，根据建筑承重方式的不同，柱子在其中的作用也有区别。在墙体和柱子共同承重时，如半坡F37的情况（图6），柱子起到固定斜椽的作用，椽子的大部分重量是由半穴居的地面来承担。因为承重作用小，柱子只要能够保证在自然状态下不倒塌即可，所以柱子入地可以较浅。而在屋顶荷载全部由柱子承担的建筑中，柱子的稳定就决定着建筑的稳定，所以必须保证柱子与地面连接的稳固。其埋置深度、回填密实度就有比较高的要求。

在穴居建筑中木柱都插入柱洞内，属于栽柱方式，深度约为40~80厘米。柱洞底部，早期的不加处理，稍后有回填细土，内掺石灰质材料，类似三合土。晚期出现底部垫土夯实做法。还有在柱洞底垫石片、陶片的^[4]。

穴居建筑的早期掘坑栽柱以原土回填，柱基无特殊处理，是自然土层状态。柱洞尖底，说明柱子是削尖插入。这种方式只要保证柱子与地面的连接即可，对防潮、防腐蚀没有考虑。柱底削尖，应该是希望柱子埋深足够深，以保持稳定，而没有认识到承压面小易下沉的道理。

半坡遗址中较晚期的柱基，其回填土中掺有石灰质材料，对于柱脚的加固和防潮略有改善，如图7右F38。半坡遗址F21a第3号柱洞（图7左），底部垫有10厘米黏土层，柱脚侧部斜置两块扁砾石加固；周围回填土上部35厘米一段，分六层夯实。分层夯筑较一次回填压实提高了柱基周围土壤的密实程度。更重要的是柱底基础的改善，黏土、砾石的铺垫，对于当时人们的认识来说可能只是出于使基底变硬而防止柱受力下沉，但客观上却符合了扩大尖底柱脚承压面从而减小压应力的原理。^①

洛阳市王湾遗址F15的木骨泥墙为平铺的砾石基础，下垫“红烧土块”。特别值得注意的是庙底沟遗址301号、302号基址的中心柱，和安阳市后岗遗址F19柱5的下面，均已埋设了平置的砾石基础（图8）。

黄河流域穴居建筑柱与地面的连接方式的变化，可以总结为柱底由尖变平，柱洞由不加处理到加入不同的防水材料，最后采用比较平整的础石，且分层夯实。这种变化既体现了原始社会人类对材料性能认识的进步，能够合理利用材料的性能以达到防潮和稳定柱子

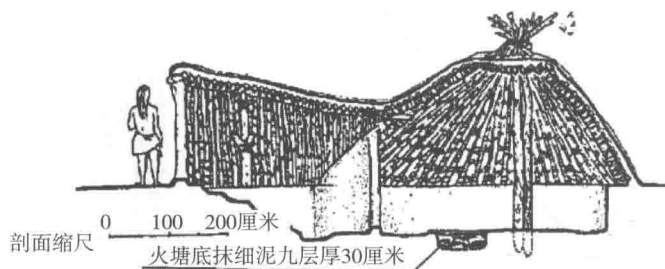


图6 半坡F37复原
(图片来源: 文献[12])

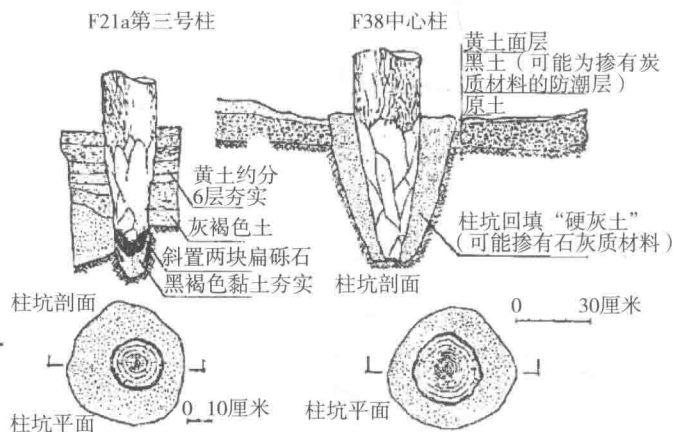


图7 西安半坡遗址柱基构造示意
(图片来源: 文献[12])

①文献[5]: 116-117.

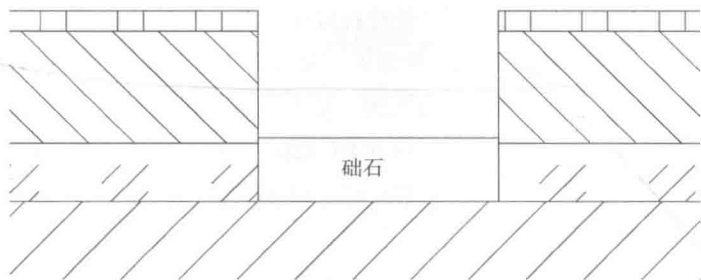


图8 河南陕县庙底沟F302, 2号柱洞做法

(图片来源:《庙底沟与三里桥》)

的效果。同时,也体现了柱子在建筑中的重要性。柱子与地面连接方式的演变,正是当时人们认识到柱子在建筑中的重要性以后,才不断探索,不断改进连接方式,以满足稳定、防腐蚀等要求。

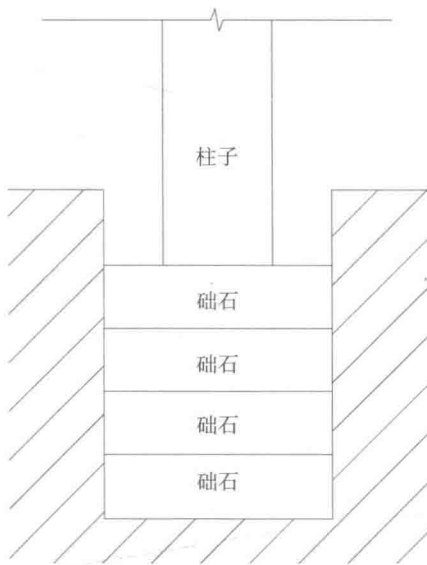
长江流域因实物有限,难以获知全貌。但至少可以确定,长江流域的河姆渡遗址已经采用了简单的框架结构。另外,对柱子的防潮也有一定认识。黄河流域的穴居采用的柱子都是栽柱,其特点是逐渐认识到柱底面积增大利于稳定,可以防止下沉,回填土的分层回填压实效果更好,柱底平置石块,即础石,有效组织柱子下沉,利于建筑稳定。采用栽柱使柱子与地面的连接牢固,减轻了上部结构的负担,缺点是木材埋入地层,容易腐朽。

二 夏、商时期

夏、商时期的宫殿大都是在台基筑成以后,再在上面重新挖出墙基槽或柱基坑,然后铺石础立柱或筑墙。此时的夯土技术已经普遍采用,所以地基的均匀密实性好,也能在一定程度上起到防潮的作用。本期所选的典型遗址包括:河南偃师二里头夏代一号宫殿遗址、二里头早商宫殿遗址、安阳小屯殷墟宫殿遗址。

二里头廊庑木骨在深40~70厘米的基槽内,在基槽立柱后,再回填土夯实(图9)。柱子下部均垫有石础,都是没经过加工的石料,多为不规则的方块形状。大柱础石铺垫一块,有的柱坑挖过深,则铺垫3~5块础石,厚达40厘米,这是为了找平柱基的做法。^①找平的做法体现了对木料长度的控制能力,也是对木材长度有了比较精细的要求。在结构上则体现了对材料受力均匀性的认识。不同埋深的柱子,其能够抵抗和承载的荷载是不同的,埋得越深,其稳定性越好,同时防腐能力也越弱。但是如果有的深,有的浅,会造成柱子承受荷载的能力不同,其受到外力时的形变量不能同步,容易造成建筑构件连接的破坏。

二里头夏代晚期一号宫殿遗址中的柱础石有红砂石和青石两种,均属没有再加工的石料^[7]。可以看出,此时对柱础石防止柱子下沉的作用已经有



①文献[6]: 58

图9 二里头廊庑叠石柱础示意

(图片来源:作者自绘)

①文献[5]: 157.

了认识,但是并没有进一步加工,可能是对石料加工的工作量比较大,也有可能是础石埋入地下,并不可见,只要起到应有的作用即可,没有必要进行美化。这一点从F4的2号柱础石可以看出,2号柱础石是平放在居住面上的,呈方块形,四边磨光^[8],显然经过加工。

二里头一号宫殿遗址中,除上文提到的F4中的2号柱础石,还有其他37个柱洞和20块夯土面上的柱础石。露在夯土面上的柱础石有的是柱子洞破坏以后暴露出来的,有的或许就是明础^[7、8]。

在安阳小屯殷墟宫殿遗址的北区甲十一基址中,在一列残存的25个柱础石上,发现11处使用了铜质的柱锺(图10)。铜锺露在地面上,柱子则直接立于铜锺之上。不作栽柱,利于柱脚防腐。^①如果是个别柱子露于地面,结构应当能够承担。如果整座建筑的柱子都采用这种做法,则是对柱子与地面刚接形式的放弃,而追求这种做法所带来的防腐的优势。但是如何解决结构上刚接的损失,则需要更先进的结构形式。如果整座建筑都采用露于地面的做法,推测上部结构具有较好的整体刚性,可以不依赖柱子的刚接所提供的稳定性。结合二里头一号宫殿中发现的明础,说明此时已经开始尝试柱础露于地面的做法,可见是认识到了栽柱对柱脚的破坏,转而采用露于地面的做法。从遗址中推测,此时建筑中应当是栽柱和明础同时使用,可见对明础做法所损失的与地面连接的稳定作用还没有找到替代方法。但是这种尝试正为之后的柱础做法提供了新的思路,是十分重要的案例。

这一阶段前期柱与地面的连接方式与史前时期都是栽柱,区别是此时柱立于夯土台基上,更加稳固。柱子大多数都落在础石上,增加了柱子的稳定。柱础多用天然砾石或河卵石,而没有统一采用加工过的平整石块,可见对柱子防水性的要求要高于对柱子平稳性的要求,体现出石材加工的难度,也可能是对不可见的构件没有必要作过多加工。

柱子的回填土并没有分层夯实,如图11所示。此时期分层夯土技术已经普遍采用,且原始社会的回填土就已经采用了分层夯实的做法(图7),那么,为什么不继续采用这种技术呢?可能的一个原因是分层夯筑耗费的工作量较大,此时柱子已经埋置在夯筑的平台上,可以保证基础的稳定,所以没有采用分层夯筑的做法。

后期出现的柱子直接立于铜锺,铜锺露在地面的做法,以及柱础石露在夯土面上,对柱子的防腐有积极作用,但是并不确定整座建筑都能够以这种方式建造。以目前的考古案例来看,是一次大胆的尝试。

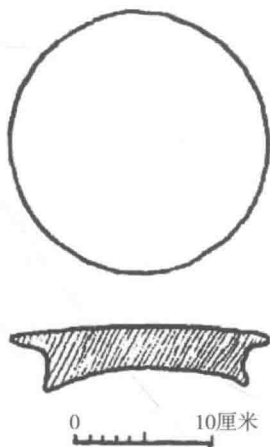


图10 河南安阳市小屯殷商宫殿遗址
甲十一铜锺
(图片来源:《商周考古》)

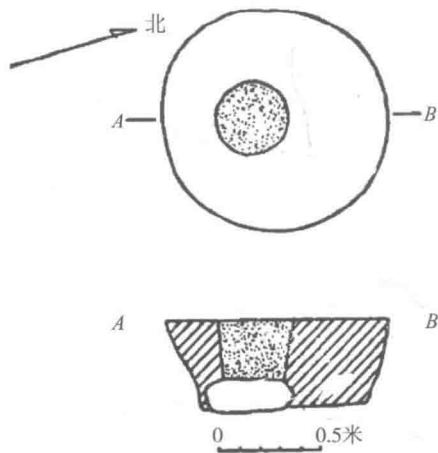


图11 河南郑州市商城宫室房基C8G16外柱17
号柱槽、柱础做法
(图片来源:《文物》1983年第4期)

三 两周时期

本期相关问题的主要考古遗址有：岐山凤雏村西周建筑群遗址、楚郢都济南城遗址、扶风召陈西周建筑群遗址、“燕”安杖子古城战国遗址。

陕西岐山凤雏村西周建筑群遗址始建于殷商末年，这时的周人还只是商王朝的附庸^[9]，所以凤雏村代表着商末周初的建筑形式。柱洞大部分底部置有柱础石，有的础石较大，有的用若干小石块或在较大石块四周填塞小石块，有的用碎石子搅拌白灰注入柱洞，做成砂粒柱础^[10]。说明对柱础的作用已经普遍有所认识，但做法并不统一。前堂中有的柱础已暴露于地表，与前文提到商代部分柱础露于地面一致。

楚郢都三十号宫室建筑遗址北墙基外12米及南墙基外14米处各有礅墩一列。其构筑方法为在已筑成之夯土台基上掘坑，填入陶片、瓦片、红烧土及黏合泥土，再经夯实^[11]。陕西扶风召陈西周中期建筑遗址中发现素夯土及掺有大砾石夯筑的柱基础做法，正是古文所谓的“礅”^①（图12）。礅的做法，增加了基础的深度，而减小了柱子的埋深。“在荷载较大的情况下，栽柱暗础的基底必须坐落在冻不透的土壤上才能确保无虞”^②，如果基础较浅，“春天解冻翻浆时柱脚仍要大幅度及不均匀沉降”^③。礅的做法增加了基础的深度，一般深180厘米，中央最大之柱下基础深240厘米。加上础石以下的夯土和砾石夯筑，使得基础更加稳定，防潮性能更好，对上部建筑的稳定性有很大的帮助，为柱子的浅埋甚至明础做法提供了必要的支撑。

事实上召陈中的柱子埋置深度已经大大减小，F7柱子埋深仅7厘米左右，F5中的柱子埋深14厘米左右，相比之前50厘米左右的埋深已经非常浅了。这种浅埋柱，土对柱子的约束力已经非常小了，甚至可以忽略，可以说已经与明础的受力没有太大差别了。只不过柱子与地面土接触，仍然无法避免腐蚀的问题。

简报认为这种做法是后来立柱于室内地面以上的过渡形式，较之商代建筑的“深埋式”方式大为进步^[13]。埋深减小能够体现建筑技术的进步，而支撑这一进步的原因是建筑上部能够减少对栽柱形式所提供约束的依赖，说明上部结构自身已经能够保持稳定。

燕“安杖子”古城战国F3建筑遗址中大部分础石已置于地面，但中列之中央四柱仍埋于地下，其柱洞口小底大。其础石则置于洞底，且面积较其他各柱为大^④（图13）。可见这一时期柱子在栽柱和立柱于地面以上两种方式进行选择。在主要受力承重的部位，柱子仍沿用之前的栽柱做法，以保证柱子的稳定。而在次要受力部位，础石已选择置于地面的做法，以达到防潮的效果。可以看作建筑由栽柱到立柱于地面以上过渡阶段的一个实例。

这一阶段已经普遍采用柱础石，可见已经认识到了柱础石的作用。有的已经采用了“礅”，是对基础和柱子稳定的更深刻的认识，对基础稳定和防潮都有很大的帮助，相比之

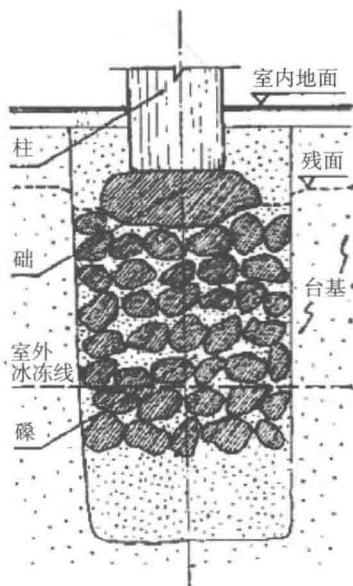


图12 扶风县召陈村西周中期建筑遗址F3柱下构造图

（图片来源：文献[12]，1987年）

①文献[12]：104.

②文献[12]：104.

③文献[12]：104.

④文献[14]：199-236+287-291，文献[5]：267.

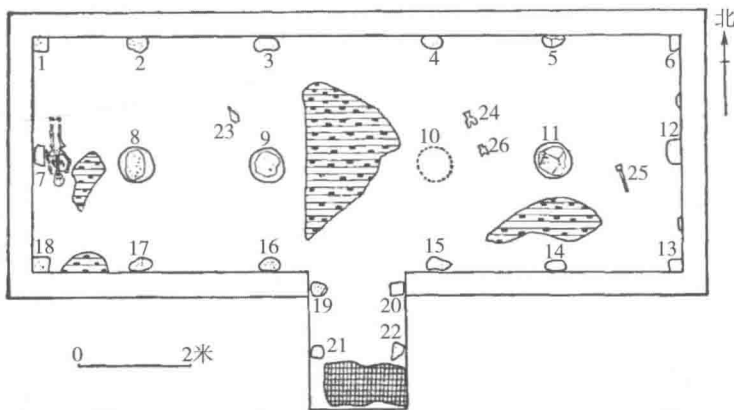


图13 辽宁凌源市“安杖子”古城战国F3建筑遗址平面图
(图片来源:《考古学报》)

前的浅基和柱础下不作处理的做法，是一个很大的进步。柱子埋置深度大大减小，甚至出现了置于地面的础石，以及立柱于地面以上的形式，但仍以埋于地下的为常见。浅埋柱与明础的同时出现，体现了柱子与地面连接方式的一种变化过程，也是对各种方式的尝试。这种做法是栽柱到立柱于地面的一个过渡阶段。

四 总结

从以上材料中提供的柱与地面连接方式的演变，我们可以看到中国古代早期结构中柱连接方式的演变过程，可以概括为以下几点：

1. 从形状上来看，柱子底部由史前早期的尖底（图1、图7）变为史前晚期的平底（图8），如表1所示，体现了史前前期要求柱子深入地面和史前后期避免柱子下沉的特点，也是史前前期敲柱入土栽柱技术的落后与史前后期开挖栽柱方式所体现的先进技术的一个对比。尖底柱子在使用过程中容易下沉而平底柱则相对稳定，是追求建筑稳定性的一个反映。

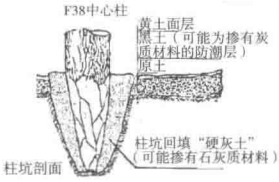
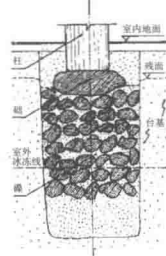
表1 柱底形状演变

时期	代表遗址	特点	图示
史前早期	余姚河姆渡、半坡遗址	尖底木桩、尖底柱	
史前晚期	河南陕县庙底沟	平底柱	

2. 从使用材料上来看，史前前期是木柱与土层直接连接，之后在柱与土之间逐渐增加了红烧土块、黏土和碎陶片等，还有回填细土，内掺石灰质材料的做法，之后又出现了碎石块、卵石，再到整块的砾石作为柱础，以及铜铎的出现，最后出现了礲的做法（表2）。

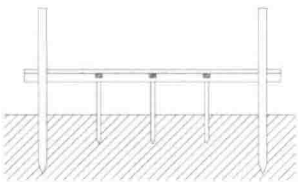
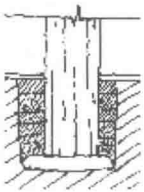
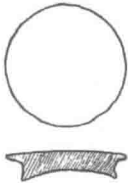
从使用材料和不同做法的演变来看，柱子与地面的连接中重点解决两个问题，一是防潮问题，二是稳定性问题。这种演变过程也可以明显看到防潮性能和稳定性能逐渐加强，体现了古人对影响柱子及整个建筑因素的认识，也体现了对不同材料性能的认识。

表2 柱与地面附加材料的演变

时期	代表遗址	特点	图示
史前早期	余姚河姆渡、半坡遗址	柱与土直接连接	
史前中期	余姚河姆渡、半坡遗址	柱洞中放入红烧土块、黏土和碎陶片、石灰质材料	
史前晚期	半坡遗址	柱洞底垫石片、陶片	
史前晚期、夏商时期	陕县庙底沟、二里头夏代晚期一号宫殿遗址	平整础石	
西周时期	扶风召陈村西周遗址	柱下置礅	

3. 从埋置深度上来看，总体上是由深到浅再到明础的过程（表3）。这种做法一方面是对柱子防潮性能的认识，即越浅越不容易受潮，柱底越不容易破坏。另一方面是其他结构技术的支撑。夯土地基的稳定，柱础石、礅墩提供的稳定支撑都是柱子能够浅埋乃至明础做法的必要条件。还有一个重要的条件就是柱与柱的连接的整体性增强，使地面以上的建筑部分成为一个整体。即使没有地面对柱脚的约束，建筑作为一个整体，也能够保持自身的稳定性。某一根柱子受到外力破坏的时候，建筑作为一个整体会共同承担以抵抗外力，大大避免了受破坏的可能性。由此我们也可以推测，柱与柱之间的连接要很稳定，也就是榫卯连接方式要十分成熟。且柱与柱之间不是简单的梁的连接那么简单，必然需要有多根构件形成纵横与高低位置的连接，以构成稳定整体。

表3 柱埋置深度的演变

时期	代表遗址	埋入深度 (单位: 厘米)	图示
史前前期	余姚河姆渡	一般桩入地60~80, 大桩入地150	
史前前期	半坡F37、F21	33~110	
史前晚期	陕县庙底沟	12~100	
夏	偃师二里头夏代宫室	40~75	
商	安阳小屯殷墟宫殿	明础	

由于已有考古资料信息的限制,上述对早期建筑遗址柱与地面连接方式的演变及受力特点问题仅为初步探索,但切实把握这一问题并通过建筑遗址考古资料信息的系统整理和深入探析,能够有效把握建筑结构早期关键环节的真实特征,从而为中国木构建筑技术发展演变的问题(尤其是从柱与地面连接到柱与上部梁架连接所引起的相关结构逻辑发展关系问题)提供一个更为细致可靠的分析基础。

参考文献

- [1] 河姆渡遗址考古队. 浙江河姆渡遗址第二期发掘的主要收获[J]. 文物, 1980(5): 1-15+98-99.
- [2] 浙江省文物管理委员会, 浙江省博物馆. 河姆渡遗址第一期发掘报告[J]. 考古学报, 1978(1): 39-94+140-155.
- [3] 吴汝祚. 河姆渡遗址发现的部分木制建筑构件和木器的初步研究[J]. 浙江学刊, 1997(2): 91-95.
- [4] 祁英涛. 中国早期木结构建筑的时代特征[J]. 文物, 1983(4): 60-74.
- [5] 刘叙杰. 中国古代建筑史(第一卷)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [6] 中国科学院自然科学研究所. 中国古代建筑技术史[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [7] 中国科学院考古研究所二里头工作队. 河南偃师二里头早商宫殿遗址发掘简报[J]. 考古, 1974(4): 234-248+278-281.
- [8] 方酉生. 河南偃师二里头遗址发掘简报[J]. 考古, 1965(5): 215-224+3-7.

- [9] 王恩田. 岐山凤雏村西周建筑群基址的有关问题[J]. 文物, 1981(1): 75-80.
- [10] 陕西周原考古队. 陕西岐山凤雏村西周建筑基址发掘简报[J]. 文物, 1979(10): 27-37.
- [11] 湖北省博物馆. 楚都纪南城的勘查与发掘(下)[J]. 考古学报, 1982(4): 477-507+535-540.
- [12] 杨鸿勋. 建筑考古论文集[M]. 北京: 文物出版社. 1987.
- [13] 尹盛平. 扶风召陈西周建筑群基址发掘简报[J]. 文物, 1981(3): 10-22+97.
- [14] 李恭笃, 高美璇. 辽宁凌源安杖子古城址发掘报告[J]. 考古学报, 1996(2): 199-236+287-

291.

论10~14世纪木构建筑中串的普及与 襻间的退化^①

①本文为国家自然科学基金项目（项目批准号51408475）的相关成果。

喻梦哲

（西安建筑科技大学建筑学院）

On the Correlational Phenomena of the Quick Spread of Chuan and Gradual Declination of Panjian in Chinese Wooden Architecture during the 10-14th Centuries

YU Mengzhe

摘要：涉及我国木构建筑体系发展历程的研究，在选择切入点时多强调构架整体性的增强趋势，考察对象集中于柱、梁、铺作等结构构件层面。本文从联系补强类构件入手，通过比较10~14世纪木构建筑中串和襻间这两类辅助性构件此消彼长的使用情况，从另一个侧面论述建筑技术不断进化的事实。

关键词：联系补强构件，此消彼长，串，襻间

Abstract: Previous studies on the development of ancient Chinese wooden framework mostly concentrated on the increasing stability in history, among which the major structural components such as columns, beams and dougong have been observed. However, this paper discusses the fact of tectonic improvement from another side by comparing reinforcing timber components of Chuan and Panjian, as well as revealing their relevant growth and declination in the application in the architectures built during 10-14th centuries.

Keywords: Reinforcing timber Component, Growth and Decline, Chuan, Panjian

傅嘉年先生在《试论唐至明代官式建筑发展的脉络及其与地方传统的关系》一文中对我国木构建筑的发展历程做过经典总结。实际上，时代越晚，木构建筑整体性越强、越倾向厅堂式构架体系、柱梁交接越趋直接和紧密的事实，在多个方面均有体现，除了此文提到的几点外，联系补强构件的种类变化也是一条重要的线索。由此出发，本文考察了串和襻间的异同及其搭配使用的规律，以期从另一个视角考察我国建筑技术的历时性发展。

— 《营造法式》语境下的顺身构件 及其层次

“顺身”与“顺楸”作为一对概念同时出现，顺身构件脱胎于纵架，起联系纵向柱列、承托椽子、维系各缝梁架平行的作用，大致可分作四类：

一是榑。榑除了承托椽、望外，还可联系各缝梁架，在一定程度上阻止横架扭闪，尤其在转角造中能起到类似圈梁的作用。

二是枋。包括组织于铺作中的枋子，以及随榑使用的襻间枋。前者将各朵外檐枋栱织成整体，后者则辅助相邻各榑接缝牢固，且间接增大了榑截面，令其强度提升。两者虽然形态类似，但位置不同：前者位于铺作层中，后者模仿檐柱缝扶壁栱而升至各道榑下。

三是串。串的断面往往小于或等于一足材，仅与枋子相仿，且单独用在榑或楸下。细小的截面限制了抗拔能力，但支顶在两缝梁架或前后内柱之间时，却可以有效阻止柱

身向内倾塌的危险，这是木材顺纹受压强度大于斜纹受剪强度的特性决定的。就榫卯而论，串构件以用直榫穿蜀柱或驼峰者居多，这同样暗示了其受力状态系以支顶撑持为主，而非抗拉防脱。因此，串的作用或许并不在于为建成后的木构提供长久抵御变形的能力，而是与“瞬时性”的建造过程相关——立架时为保障梁枋间的隔承构件安勘准确，而以细小方木穿插其间，以用作临时校准与稳固措施。最初仅限于从立柱到安榑的极短时段内使用，此后逐渐在房屋建成后被保留，最终与蜀柱、驼峰等构件组合使用，进而产生样式追求，出现了模仿襻间隔间相闪及作丁头拱或模仿普拍枋翻转横置等多种表现。大概而言，串的重要性在以“间缝用梁柱”为特色的厅堂构架中最为显著。

四是额。额在《营造法式·大木作制度二》中单列条目，不同于串之附丽于“侏儒柱”条下，其重要性当更有过之。又因需承托补间铺作，断面亦较大，有时还需加以装饰。总体来说额的功用较为复合，既受压又受拉，与榑类似。

榑立于整个木构架的最上层，通过替木、襻间与其下的柱子间接关联；枋同样不与柱直接交接；额用于串联柱列，除由额外，皆自柱端开卯口以纳榑头，因此可以使用各种包含肩口的形式，提供有效的抗拔脱机制；与额相反，除顺楸串外，串大多用在隔承构件上且以直榫为主，卯口位置亦较随意。这四者自下而上分层排布，在各自的柱列上，额位置最低、枋次之、串较高、榑最高。综上所述，从构造必要性的角度出发，大致可以得出榑>额>枋≥串的排序。

二 襻间与串在不同构架体系中的施用情况

上举顺身构件中，以枋/襻间与串在不同构架体系中的使用差别最为明显，大抵前者作为榑下补强构件在殿堂中表现得更加发达，而后者作为柱间联系构件在厅堂中运用得较为丰富。

早期殿堂如佛光寺东大殿，各柱间并无串类牵拉，榑下因草作而较简略，仅脊榑与上平榑下用捧节令拱。到《营造法式》卷三—殿堂图样中，柱间仍不见用串，襻间处理却已极为考究且多样。

南方早期遗构往往具有殿堂装饰化的倾向，但原生的穿斗传统使其柱间联系构件远较北方发达，同时襻间也不甚繁复。试以华林寺大殿与保国寺大殿举例：前者各排内柱间以多道额、串连接^①，襻间形态简略；后者开启了用顺楸串之先河，并设有顺脊串、承椽串等，使串的种类和层次更趋丰富，而襻间仍使用单、重拱捧替木的基本形式。

较晚的南方厅堂中，这种重视额、串而轻视襻间的趋势更为明显。环太湖流域的方三间厅堂均在柱身高度重点使用串类构件，其上的屋架部分则保持简素^②，串的层次和数目虽有限，但因断面增大、榫卯加强（用燕尾或锲口鼓卯），反而更加高效。华南的厅堂实例中的串构件存在内额化的倾向（如莆田元妙观三清殿，其诸内柱间各联系构件均上承驼峰、隔架料拱，已非单纯的串），且几乎不用襻间。

北方的情况则截然相反——在以龙门寺大雄殿为代表的诸多宋金方三间小殿中，其内、外柱间完全缺乏串联，而于屋架部分的补强却颇为用心：一方面逐榑下用单材甚至两材襻间，另一方面在蜀柱、驼峰间加有大量额串，使上部构架穿插牢固（图1）。总的来说，北方的匠作传统更为重视襻间，额、串等加固措施基本应用在屋盖层而非柱框层上，这是其与南方匠作传统的主要差别所在。

①华林寺大殿前内柱间自下而上分别用阑额和顺身串两道，上道串与次间柱头枋齐高、下道串过柱后做成丁头拱，串身皆饰有与柱头枋相同的团窠图案，暗示了两者的同源性；后内柱间只用屋内额一道。襻间做法为脊榑下不用、上平榑下用重拱捧节，以下逐榑皆只用单拱捧替木。孙闻：《华林寺大殿大木设计方法探析》[D]。北京：清华大学，2010。

②以角直保圣寺大殿为例，四内柱间于柱头位置使用阑额交圈，丁楸、后乳楸下用顺楸串，而榑下只用通长替木，在与梁枋交接处施以单拱或重拱，而不用“出半拱在外、半拱连身对隐”的单材襻间形式。张十庆：《角直保圣寺大殿复原探讨》[J]。《文物》，2005（11）：75-87。