

古建筑木结构修缮加固技术研究

王英锐

上海辽科建筑工程有限公司

摘要：古建筑作为一种传统的建筑形式，不仅是古人思想和文化的重要传承，同时也是古代建筑文化和建筑技术的重要彰显。在古建筑中，木结构形式较为常见，虽然具有结构稳定性强、舒适度高的优势，但是由于木结构容易出现昆虫啃食、腐蚀、氧化等情况，为此就需要积极开展古建筑木结构修缮和加固技术的研究工作，保障古建筑木结构的完整性，实现我国传统文化的传承与发展。下文就主要进行了古建筑木结构相关修缮加固技术的研究与分析。

关键词：古建筑；木结构；修缮加固

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.09.023

引言

作为中华文明重要的载体，在时间不断推移的过程中，我有一些古建筑的木结构出现了各类破坏情况，不仅造成了木材性能的退化，同时还降低了古建筑木结构的承载能力，随时都有可能出现坍塌危险，直接影响了木结构的应用寿命。所以想要实现文化和精神的延续，就必须要对问题的修缮和加固工作进行重视。

一、古建筑木结构特征分析

在我国，大部分古代建筑都是以木质结构为主，是五千年悠久历史文化的重要彰显。截至到目前为止，我国保存完整的古建筑木结构少之又少，相关调查显示，同其他建筑类型相比，我国古建筑木结构形式、设计方法独特，结构布置方式存在一定特殊性，已经成为我国古代建筑的重要代表形式。具体来讲，古建筑木结构的特征有以下几个方面。

（一）以木材为主要建筑材料

在开展古建筑木结构建筑骨架设计的过程中，需要以木材架构为基础，整体框架具有一定的弹性。另外由于对于古建筑木结构来讲，墙壁并非主要的承重结构，这也是古建筑木结构的独特所在，具有较好的灵活性。简而言之，在开展古建筑设计的过程中，将木结构作为主要结构形式，能够有效提升建筑整体的安全性与稳定性，同时还能彰显出建筑与众不同的建设风格。作为木结构建设体系中的重要组成部分，榫卯结构尤为重要，会对木结构建筑的柔韧性产生影响。另外，由于木质材料具有质量轻、刚性小的优势，为此可以有效降低地震灾害所带来的惯性影响，利用木质材料进行建筑的建造和设计是人类智慧的结晶。

（二）抗震性能突出

古人在开展古建筑木结构设计的过程中，开展梁祝节点等重要部位链接施工的时，对于榫卯、雀替等特殊

工艺应用的较多，在保证结构可靠性的同时，可以有效提升建筑的安全性和灵活性。作为一种柔性结构工艺技巧，雀替和榫卯形式同现阶段不同于现代建筑建设过程中尝试用的钢筋混凝土结构，对比发现木架构建筑灵活性更好，的抗震性能更强。与此同时，在开展古建筑木结构设计的过程中，建筑的梁、柱等结构是最为基础性的关键结构，在承担建筑自重荷载的同时，还能够有效抵御其他外界因素的附加荷载影响，是木结构古建筑长久保存的重要支撑。

（三）建筑外形优美

在开展古建筑木结构设计工作的过程中，严格遵循了平面规则原则，几乎都具有对称分布特点。在建筑垂直面上，各层结构设计具有自身的独特性，并且建筑设计同建筑功能和结构之间存在米些的联系。对于不同的建筑形式，需要展开不同类型的分层设计，确保能够充分展现古建筑的功能与作用，不仅可以美化建筑的外形结构，同时还具有较高的艺术观赏价值。

二、古建筑木结构的破坏分析

在时代不断发展，人类文明日益进步的过程中，古代建筑结构也会受到多种因素的影响而出现比如说干缩、裂缝、材料腐化等不同程度的损伤情况，在破坏结构整体性的同时降低结构安全。面对严重的损害情况，还可能出现古建筑木结构的坍塌。为此，就需要从实际情况入手，重点分析影响古建筑木结构完整性的相关因素，确保能够为后续进行古建筑木结构的修缮加固等工作提供指导借鉴。

（一）地基基础破坏

在开展古建筑木结构修建的过程中，地基基础部分具有重要的决定性作用，不仅能够对建筑结构的稳定性产生影响，同时还可以降低一些沉降、倾斜等问题的出现。地基基础施工质量直接关系到古建筑木结构的安全性及稳定性，后续在开展这一结构修建的过程中，如果缺少对地基基础破坏的细致分析，就可能造成修缮加固不到位的问题，最终对上层建筑结构的稳固性产生不利影响。

（二）建筑场地选择不合理

对于古建筑木结构来讲，在修建的过程中如果涉及一些液化土或者软弱图等情况，就会影响到整体修建质量，造成建筑地基基础出现倾斜和沉降问题。另外。在一些山体滑坡和泥石流等危险区域开展古建筑的修建工作，一旦出现严重的自然灾害，就会威胁到古建筑的安全。并且如果在山间地带进行古建筑的修建，特别是当地震灾害来临时，影响极为严重，造成了建筑地基基础

的损毁。

（三）上部木结构的破坏

古建筑木结构上部的破坏情况主线主要表现在构件的破坏和节点的破坏。在对构件破坏情况进行分析的过程中可以发现，作为古建筑木结构的主要材料，收到自身特性的影响，在力学性质方面与现代建筑材料存在较大差异。另外，受到光照、风吹、雨淋等环境因素的影响，木材自身会发生开裂、老化等情况。同时在木结构内部，也会出现真菌等微生物，影响了建筑的使用年限和承载能力，威胁到木结构的使用安全。在对节点破坏情况进行分析的过程中可以发现，我国古代建筑多数为直榫和燕尾榫两种方式进行结构梁柱节点的连接。同时，为了方便人员施工，在榫与卯之间留有缝隙，一旦遇到地震情况，就会造成毛孔的松动，并且在时间不断发展的过程中，榫头会出现收缩变形问题，不仅造成梁柱结构节点的破坏，严重的还会出现整体倒塌情况，对古代建筑木结构的保护产生了不利影响。

三、古建筑木结构传统的修缮加固技术

对于古建筑木结构的常见破坏情况来讲，现阶段对于传统的加固技术方法应用较多，能具有较好的修缮和加固效果，并且传统修复加固技术是前人经验的总结与传承。通过对原材料、原工艺、原做法的延续运用，能够实现对破坏和缺陷构件的修复与更换，根据常见的木结构破坏类型，传统修复加固技术局部损伤构件的修缮加固方法主要包括以下几种。

（一）糟朽加固

对于腐朽木柱来讲，由于腐蚀程度不同。就可以对替补法或者墩接法进行合理的运用，开展修缮加固处理。比如说当木柱出现轻微腐朽时，如果木柱剩余截面承载能力在验算的过程中依然能够满足受力要求，就可以将腐朽部分剔除，之后利用干燥木材，根据原样开展修补处理。如果柱脚腐朽问题严重，但没超过1/4柱高，就需要利用墩接柱脚方法进行处理。墩接法主要是将柱子腐朽部分截掉，用新材料代替，之后在相互衔接的位置做好榫卯连接处理工作。对于轻微腐朽问题，利用替补法处理效果较好。如果腐朽构件剩余截面无法满足使用需求，就应当利用原树种干燥木材所制成的新构件进行更换处理，对于一些虫蛀木构件来讲，所使用的修复加固方法同腐朽木构件的修缮加固技术类似。

（二）开裂加固

在进行开裂加固处理的过程中，如果木柱的干缩裂缝深度不超过柱径或者该方向截面尺寸的1/3，就可以利用嵌补方法完成木柱的修缮加固处理工作。具体做法如下，如果裂缝宽度小于三毫米，就可以用腻子将缝隙勾抹严实。如果裂缝宽度在30到30毫米之间，就需要利用木条进行嵌补处理，并使用胶结剂粘接牢靠。如果裂缝宽度大于30毫米，在利用木条补严粘牢的过程中还需要在修复处进行两至三道铁箍的绑扎。干缩裂缝如果出现在梁枋位置，在裂缝深度不超过量宽或量直径

1/3时，利用嵌补方法即可。但当裂缝宽度超过量宽1/3时，加之其构建承载力无法满足受力要求，就应当在梁底下支顶立柱或在梁枋内进行碳纤维板和型钢的埋设处理。

（三）拔榫加固

在开展梁枋等构件拔榫加固的过程中，需要做好以下几方面工作：如果榫头完好，只是由于柱架倾斜而出现拔榫问题，就需要将柱架拔正，并利用铁件等进行加固拉接。如果梁枋完好，由于糟朽断裂问题造成榫头的脱榫，就需要先将破损部分剔除，之后按照原尺寸进行硬木榫头的重新制作，利用粘胶固定方式将新榫头固定在梁枋端部，并嵌入到卯口，之后运用铁件做好固紧处理工作。

（四）弯垂加固

弯垂问题主要是梁、枋、桁等结构在长时间的重力荷载作用下，材料性能发生了老化，最终引发了弯曲问题。对于梁枋构件来讲，如果弯垂度较轻，不会对构件的承载能力产生影响，就可以利用传统方法在挑顶或翻建屋面时，将弯垂构件翻转180度后进行继续使用。如果弯垂较大，并且牢固超过规定限值，就需要利用传统的支顶法、下撑拉杆加固法等进行处理。一般可以将支顶加固分为以下两种形式：当木梁下有梁枋时，就需要在梁枋上设置木桩作为附加支座，当木梁下没有梁枋时，就需要在木梁侧方进行铁钩拉接设置，将铁钩一端钉入到木梁当中，另一端钉入到附近的梁架内。下撑拉杆加固方法主要是在木梁下进行拉杆的加设，与梁枋组成桁架，可以有效减少结构挠度。如果梁枋弯垂较大，出现断裂问题，无法承受上部荷载，为了避免构件的更换，就可以在构件下部进行工字钢梁的增设处理。

四、古建筑木结构整体的修缮加固技术

（一）落架大修

利用落架大修方法进行古建筑木结构维修的过程中，相关工作人员必须要将木结构框架全部或者部分拆除，之后进行破损构件的修整和替换处理，实现对古建筑木结构整体加固的目的。在开展具体加固施工的过程中，工作人员需要制定完善合理的修缮加固方案，之后同具体情况相结合，开展建筑瓦顶部分的拆除处理，及时维修或者替换一些被损害的构件。对于古建筑木结构被损构件的拆除作业来讲，必须要对榫头的完整性进行保证，降低榫头折断情况出现的可能。如果在修缮的部位存在一些才图案，为了避免修缮过程造成图案的破坏或者脱落，就必须要做好彩绘图案的保护处理工作，实现结构的整体还原。特别是对于一些木结构的腐蚀情况，必须及时进行修复，必要情况下展开更换处理。

（二）打穿拨正法

利用打穿拨正法开展古建筑木结构修缮加固处理的过程中，不需要进行古建筑木结构框架的拆除就能够完成倾斜构件的回复处理，及时加固被损害部位。在具体作业的过程中，首先需要进行部分建筑结构的拆除处

理,并且及时清洗加固铁建,复位一些损害严重的梁架位置。一般情况下,这种方法比较适用于一些需要部分进行维修,整体结构保存完好的古建筑修缮当中。

(三) 抬升整体结构法

对于古建筑木结构来讲,如果整体高度无法满足使用需求,工作人员就需要利用整体抬升方式来进行建筑大框架的修缮和加固,在一些构件损害较小的工程当中应用较多。具体施工过程中,工作人员开展房屋结构柱的处理工作,在结构柱旁边安装液压千斤顶,利用机械设备的作用,实现房屋结构柱的切割分离处理,千斤顶抬升整体结构到达设计高度后,使用相关材料进行新旧结构的有效连接,提高房屋结构的完整性

五、古建筑木结构地基基础修缮加固技术

在开展古建筑木结构地基基础加固的过程中,想要全面提升地基基础的安全性和稳定性,避免影响到古建筑上部结构,就需要对地基基础加固修缮加固技术进行合理运用,保障古建筑的承受能力的同时,实现延长古建筑木结构使用寿命的目的。具体来讲,可以从以下几方面工作入手。

首先,利用石砌护坡方法进行处于山顶或者山下古建筑物木结构的加固处理,不仅能够实现对山顶古建筑结构地基基础的稳定,同时还能进行山脚下古建筑的科学保护,避免受到山体滑坡等自然灾害的影响。

其次,在开展古建筑木结构地基基础加固修缮处理的过程中,在古建筑周围进行排水设施的科学设置,也可以实现加固地基基础的目的,不仅能够保证地基基础的密闭性,同时还能降低地基基础受到侵蚀的可能,避免地基基础出现大范围变形。

最后,在开展古建筑台基砌体加固修缮的修缮工作时,工作人员需要及时将一些风化严重、有裂缝的砌体和石块拆除,并且在新旧砖层之间做好钢筋网的铺设处理,利用钢筋网提高利用钢筋网提高加固效果,增强新旧砌体之间的整体性,降低地基基础位移问题出现的可能。

六、古建筑木结构先进的新修缮加固技术

在社会经济不断发展、科学技术水平逐渐提升的推动下,开展古建筑木结构加固的过程中,可以对更多先进的技术工艺进行有效运用,在保证加固效果的同时,能够有效提升整体加固效率。比如说可以进行FRP技术的运用,主要是利用高强度的纤维和某些化学树脂机体制成相关的新型材料,具有易于加工、耐腐蚀性强、强度重量比高、施工便捷等优势。根据其中所添加材料的不同,可以将其分为碳纤维复合材料、玻璃纤维复合材料、芳纶纤维复合材料等。其中的碳纤维复合材料在现阶段应用较多,具有更强的抗拉性能,并且在膨胀系数以及强度方面更具优势。与此同时,FRP技术的应用在古建筑木结构加固中还具有抗剪加固和抗压加固两大优势。对于抗压加固来讲,利用玻璃纤维复合材料和碳纤

维复合材料,横向围绕在柱结构古建筑周围,可以有效提升木柱的抗压承载力。利用玻璃纤维复合材料实现工程木桩的进一步加固。其次,可以对预应力加固技术进行运用。这种技术的应用,这种技术的应用主要是在古建筑木结构构建承受相关荷载之前,预先向其施加一定的压力,来抵消构建所承受的外部荷载所产生的大拉应力,促进构建承载力和刚度的提升,降低构建结构振动和弹性变形问题出现的可能。利用运用力技术开展古建筑木结构修缮加固过程中,使用碳纤维布等材料,在木梁受拉区域能够产生拉应力,保证木梁整体结构具备一定的预应力。促进木结构承载力与强度和刚度的提升。最后,可以对纳米材料加固技术进行运用。这一技术方法主要是利用碳纳米管树脂进行古建筑木结构虫蛀部位、腐烂部位以及重点节点的修缮处理,将碳纳米管树脂涂抹于木结构表面,可以实现提升木料承载力和抗弯能力的目的。

结束语

总之,作为四大文明古国之一,我国的古代建筑经历了千年的发展,无论从设计理论还是建造技术上都取得了巨大的突破,是中华文明的重要彰显。在古建筑建造的过程中,木结构得到了一致好评,取材便利、施工容易,整体稳定性和舒适性更强,这种经典的古建筑留存至今。想要能够实现对古建筑木结构更好的保护,就需要对相关修缮和加固技术展开深入的分析与研究,根据具体情况进行具体技术的合理运用,在保证古建筑木结构完整性的同时,推动中华文明发扬光大。

参考文献

- [1]佚名.中国古建筑木结构修复加固技术分析与发展[J].东南大学学报(自然科学版),2019(1):195-206.
- [2]王建省,戴宇,李斌斌,等.碳纤维布加固古建筑木结构直榫节点试验[J].河南科技大学学报(自然科学版),2018(5).
- [3]杨茹元,孙友富,张晓凤,等.木结构古建筑加固技术的应用及进展[J].林产工业,2018(6):3-7.
- [4]周乾.故宫古建木柱典型残损问题分析及建议[J].水利与建筑工程学报,2015,13(6):107-112.
- [5]郭宇,刘睿静,宋怡,等.木结构榫卯节点抗震性能及震后加固修复研究进展[J].林产工业,2020,57(4):25-28.
- [6]徐佳鹤,王超,张斌.我国古建筑木构件及木质文物保护技术发展历程与展望[J].木材工业,2020,34(6):39-43,47.
- [7]陈志勇,祝恩淳,潘景龙.中国古建筑木结构力学研究进展[J].力学进展,2012,42(5):644-654.
- [8]周乾,闫维明,李振宝,等.古建筑木结构加固方法研究[J].工程抗震与加固改造,2019,31(1):84-87.