

砖木建筑中砖砌结构病害分析及加固方式研究

汪方勇 吴 真

(江苏筑玖营造科技有限公司, 江苏南京, 210019)

摘要 本文阐述了砖木建筑的现状及病害成因, 对国内现在常用的砖砌结构病害治理方式做解释、分析, 思考在对文物保护建筑木架构、砖砌结构部位修缮过程中如何做到不拆砌、尽最大可能保留建筑物历史信息, 且同时能够提升建筑物结构安全的加固保护方案。详细阐述了一种用于砖砌结构体内锚杆加固技术及方法, 通过对纵横墙的拉结, 提升建筑物的整体稳定性和安全性, 为我国砖木建筑砖砌结构加固提供借鉴、指导。

关键词 砖木建筑 文物保护建筑 结构加固 体内锚杆

引 言

文物建筑是我国历史文化的重要载体和见证, 体现了我国不同时代、不同建筑风格、不同施工工艺所造就的建筑艺术成就。在我国众多的文物建筑中, 绝大多数为砖木结构。按照《中国土木建筑百科全书》中的定义, 砖木结构建筑指“砖墙和木屋顶、木楼板混合构成承重结构的房屋”, 其有着较好的经济性、安全性以及就地取材等优势, 但因材料局限、承载的木构架糟朽、地基基础沉降、砖墙及砌筑材料风化, 以及人为破坏、地震等原因导致砖木建筑中砖墙产生各种结构病害。

1) 受古代、近代施工水平及条件限制, 砖砌墙体的砂浆和砖普遍存在强度过低的问题, 导致砖墙风化严重、砂浆及砖体脱落, 使得砖砌体整体性较差, 抗压、抗剪承载力不满足要求。砖砌体本身抗拉强度低, 抗裂性能差, 因此很多近代砖木结构都出现墙体开裂问题。

2) 地基基础的不均匀沉降、荷载变化、地震、材料热胀冷缩等原因都容易导致砖墙产生裂缝、歪闪、鼓胀等病害。

3) 后期加建、改建的墙体与原本墙体无法形成接槎, 墙体改动等均会影响结构的稳定性。

砖砌部位产生的裂缝、歪闪、鼓胀等破坏形式, 不仅破坏建筑外观, 严重的会导致建筑物局部或整体产生坍塌。病害的发生、发育严重影响建筑物及周边人员的安全, 尤其对建筑物表面各类历史遗存, 如砖石雕刻、彩绘壁画、泥塑造型等造成难以修复的破坏。因此做好砖木结构建筑保护利用、病害治理日趋重要。

1 砖木建筑砖砌体病害治理方法

针对砖木建筑中砖砌体出现的裂缝，多采用化学灌浆法进行修补，主要通过填缝法、压浆法进行。在填缝法中，主要采用改性环氧砂浆、改性氨基甲酸乙酯胶泥、丙烯酸树脂等作为填充材料。压浆法多采用无收缩水泥基灌浆料、环氧基灌浆料等。

对于由地基不均匀沉降引起的歪闪、倾斜等问题，通常采用注浆加固、静压桩、树根桩及扩大基础截面等方式加固地基。

对于砖砌体，通常采用钢筋网水泥砂浆面层、设置扶壁柱、墙内植筋、外包钢板及钢筋混凝土板墙等方式来增加墙体承载力和抗震能力。采用增设圈梁、构造柱等方式增强墙体整体性和刚度。

在对某一砖木建筑进行修缮加固的过程中，往往采用拆砌或者上述一种或多种修缮加固方式结合的办法进行。前者虽然彻底解决了建筑物所存在的问题，但也从根本上摧毁了建筑物本身所携带的历史文化信息，磨灭了其拥有的历史、文化、科学价值。而后者如若在加固方案设计中不慎重选择，则会对建筑的原结构、外观等造成影响，一定程度上破坏了建筑的真实性。

2 砖砌体内锚杆加固技术

除了上述修缮加固方法，体内锚杆加固技术在国际上被较多的国家所接受。体内锚杆加固技术由高强度、耐腐蚀的不锈钢杆件，以及包裹着易于流动且强度适中的无机水泥基灌浆料的衬套共同组成。不锈钢杆件在构件体内起到抗拉、抗剪的作用。衬套的使用能够很好地包裹住灌浆料中的粗骨料，同时允许水泥浆液穿过网眼，与实心基材进行有效的黏接，包裹浆液的衬套通过注浆压力在基材内部产生鼓胀，并与基材部分形成机械锁键连接。体内锚杆加固技术不仅能够通过在墙体竖向钻孔布杆增加墙体竖向承载力，同时通过横向设置锚杆增加纵横墙、内外墙的连接、拉结裂缝（图1），同时一定程度上充当“圈梁”，增加建筑物的整体性和稳定性。且在施工完成后采用原取芯恢复外墙面，实现对建筑物现状的最小干预。

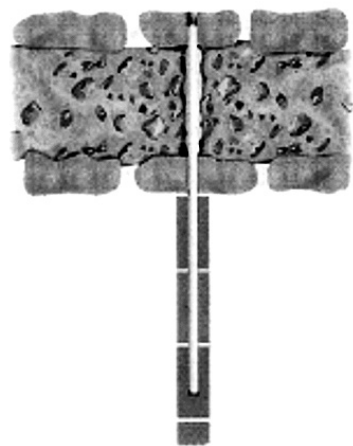


图1 锚杆纵横墙拉结示意图

现以天津某寺为例阐述体内锚杆技术在处理砖木结构中砖砌墙体病害中的应用。该寺建于明朝，为区文物保护单位（图2）。该建筑主体为单层木构架古建筑，硬山尖山式筒板瓦顶。东西两侧为耳房。面阔三间（不含耳房），尺寸分别约为3m、3.3m、3m，通面阔为9.3m；进深三间，尺寸分别约为1.5m、3.7m及1.5m，通进深约为6.7m；东、西两侧山墙、后檐墙厚度分别约为0.6m、0.55m、0.65m，均采用青砖、白灰浆糙砌。后檐墙为封护墙。

正殿木构架为五檁举架形式。共设置18根木柱，分别为檐柱8根、金柱8根及山柱2根；木柱分别为圆柱及方柱，圆柱柱径均约为0.25m，方柱一侧边长约为0.2m。

该寺正殿建筑始建于明代末年，迄今已近400年，该建筑木构件、墙体内砌筑浆料、台明部位的砖块，已明显出现严重的糟朽、风化、缺失等病害。建筑物整体稳定性受到影响，导致墙体局部

受力不均匀，出现局部裂缝、鼓胀、偏斜。且与寺相邻的污水管道顶管及沉井等地下工程施工对寺院结构稳定造成了一定的影响。

东、西侧山墙局部存在松散塌落、歪闪变形、局部存在沿灰缝竖向剪齿形开裂、砌体砖块松动或脱离、灰缝白灰浆松散粉化现象；东、西侧山墙南侧墀头缺失损坏（图3～图5）。



图2 正殿南侧立面图



图3 东侧山墙局部存在沿灰缝竖向剪齿形开裂、砖块松动脱落



图4 东侧山墙局部塌落、歪闪倾斜，砖块松动脱落、灰缝白灰浆松散粉化

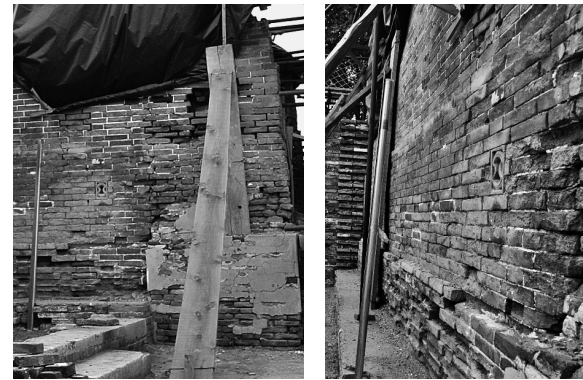


图5 西侧山墙倾斜、砖块松动、脱落，局部沿灰缝竖向开裂

由此可以看出，东西山墙的损坏严重，对其的修缮加固措施需要谨慎考虑，同时修缮加固需要遵循文物保护基本原则。修缮加固工作以保存文物建筑的价值为核心，严格遵守最小干预的原则，尽可能真实完整地保存文物建筑的历史原貌和建筑特色。对于文物建筑的残损和病害，认真分析原因，有目的性、针对性地采取合理措施，祛除病害，恢复其原来风貌。经过选择，采用“基础加固+墙体纠倾+体内锚杆加固+内墙钢筋网片水硬性石灰面层”方式对其进行修缮加固。

首先，采用压密注浆的方式对因不均匀沉降、冻胀或其他原因引起的墙下及柱下基础进行注浆加固，注浆材料采用水泥砂浆或改性环氧树脂浆液，该方法适合于对灰土基础的加固，不用大面积开挖，加固方法简单、经济、有效，不会对建筑本体造成损坏。

其次，上部屋架卸荷后，对东西山墙墙面分别做侧向顶压纠倾处理。

为增加纠倾后墙体的整体稳定性和安全性，对墙体内采用“体内隐形锚杆+内侧钢筋网片加水硬性石灰抹面”加固的方式。对于砌体建筑结构加固，增设圈梁、构造柱，提升墙体承载能力是加固首要考虑的。但对于该文物建筑而言，按照常规的方法体外添加圈梁、构造柱或拆除局部墙体增加圈

梁、构造柱，会对原建筑结构造成较大干预，甚至会破坏原有建筑的平面布局和原有建筑立面风格。

再次，根据该寺正殿的建筑特点，在后檐墙和山墙的底部和上部的墙内，沿墙体长度方向水平植入体内隐形锚杆，锚杆在注入的浆料凝固后，形成圈梁构件（图6~图8）。同时横向水平锚杆能够起到拉结东西山墙竖向裂缝的作用。

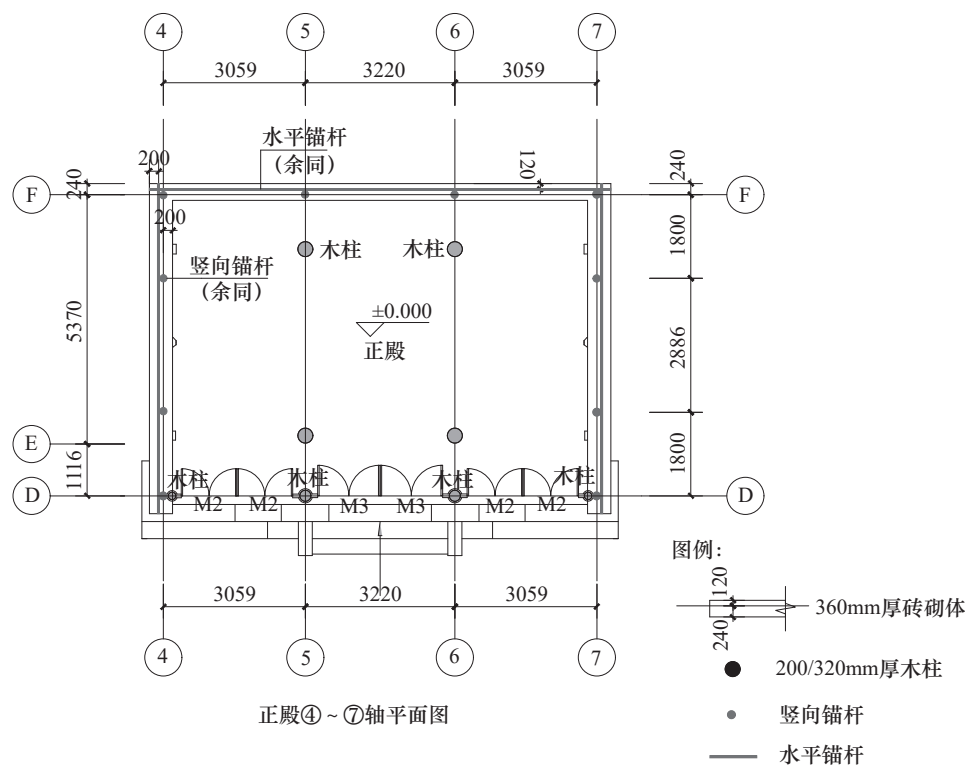


图6 正殿平面锚杆布置图
除建筑标高以米（m）为单位外，其他尺寸均以毫米（mm）为单位

为增强建筑物的竖向承载能力，在后檐墙和山墙的竖向方向植入体内隐形锚杆，形成构造柱构件。如图8、图9所示，砌体墙在竖向锚杆的作用下成为“约束砌体”，增强墙体的竖向承载力，上部荷载直接传至地基；体内隐形锚杆的植入不会对建筑物的立面和原有的历史风貌造成任何影响。

最后，为提升砌筑墙体的整体稳定性，内侧墙面采用钢筋网片加水硬性石灰抹面以替代原有已风化、剥落的内墙抹灰层。

通过体内锚杆隐形加固技术配合其他加固方式实现对该寺正殿东西山墙及后檐墙的加固，不仅能够解决其现存的病害及结构问题，同时能够最大可能地保留其原始风貌与历史文化信息，遵守文物保护的各项基本原则。

当然，体内锚杆加固技术在上文提到的“后期加建、改建的墙体与原本墙体无法形成接槎，墙体改动等都会影响结构的稳定性”的问题上也能发挥重大作用。下面以某名人故居为例简单阐述其作用。

该名人故居位于河北省唐山市，1976年唐山地震，故居遭受严重破坏，1977年、1978年对故居进行大规模维修。然而该故居在建设和维修时纵横向及内外墙间并未接槎砌筑，导致其多处普遍出现纵横墙交接处开裂的情况，根据鉴定机构出具的结构安全性鉴定报告：“在对结构整体性、节点与连接情况的检验中发现，纵横墙未接槎砌筑导致接缝处开裂，且对抗震不利。”因此需要采用加固措施增强建筑物纵横墙、内外墙的连接。锚杆布置如图10所示。

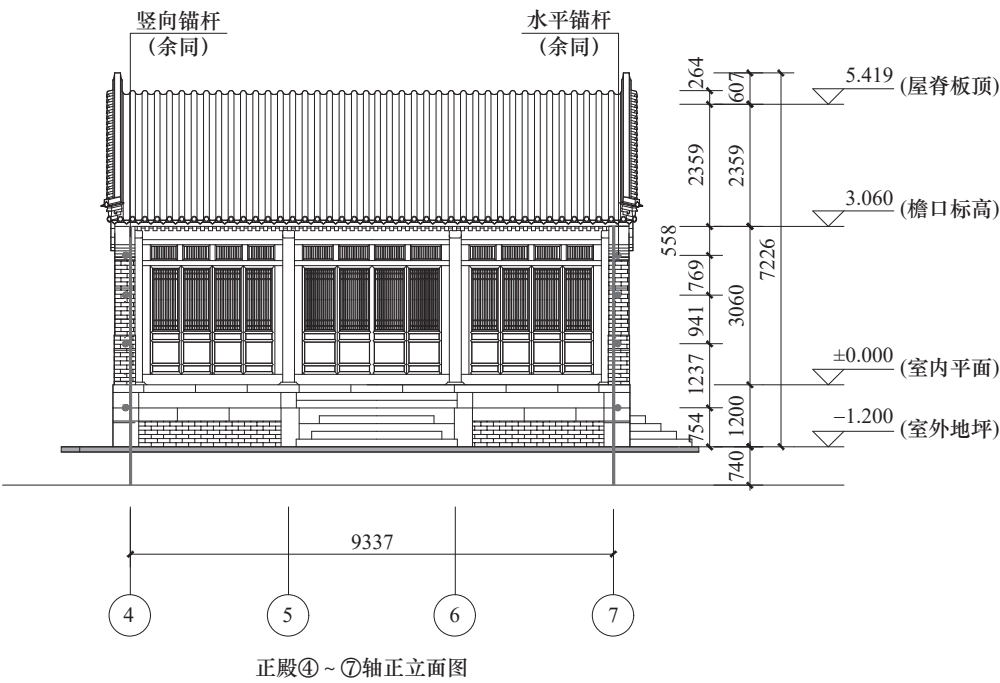


图7 正殿南立面锚杆布置图
(除建筑标高以米(m)为单位外,其他尺寸均以毫米(mm)为单位)

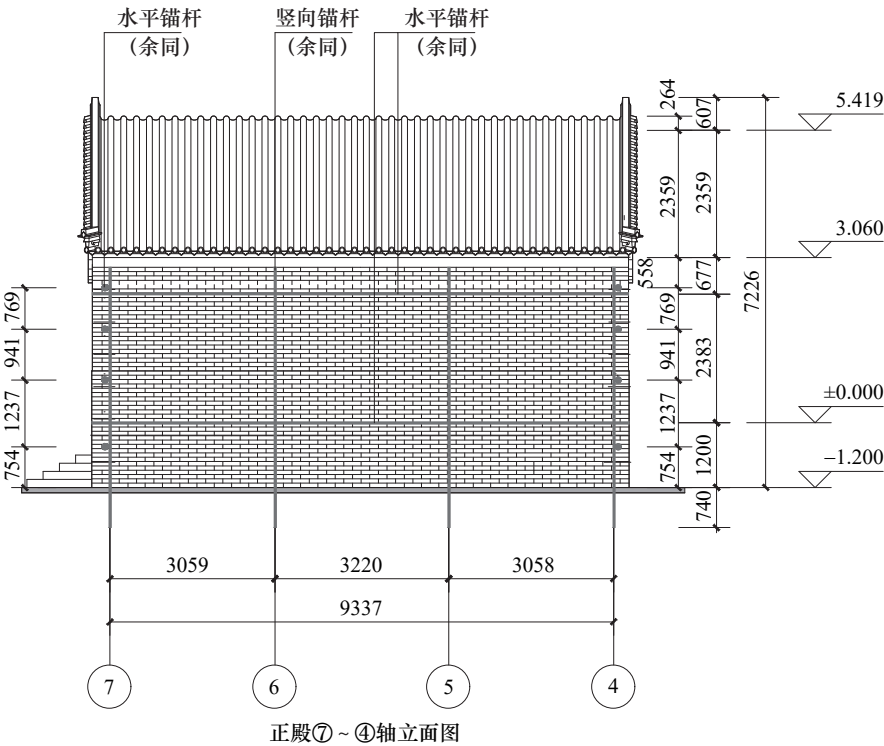
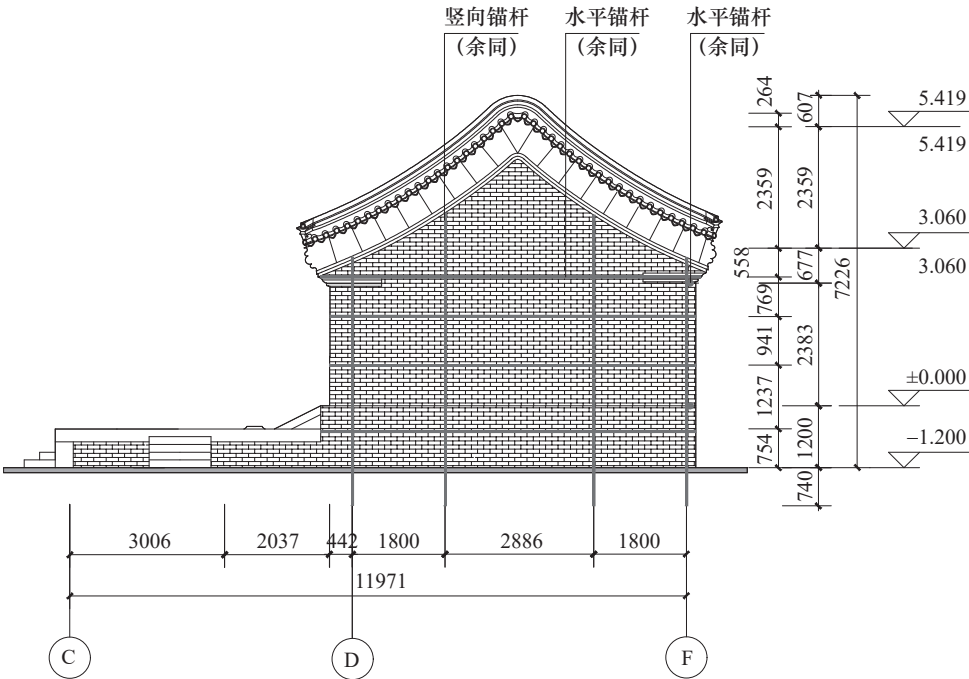


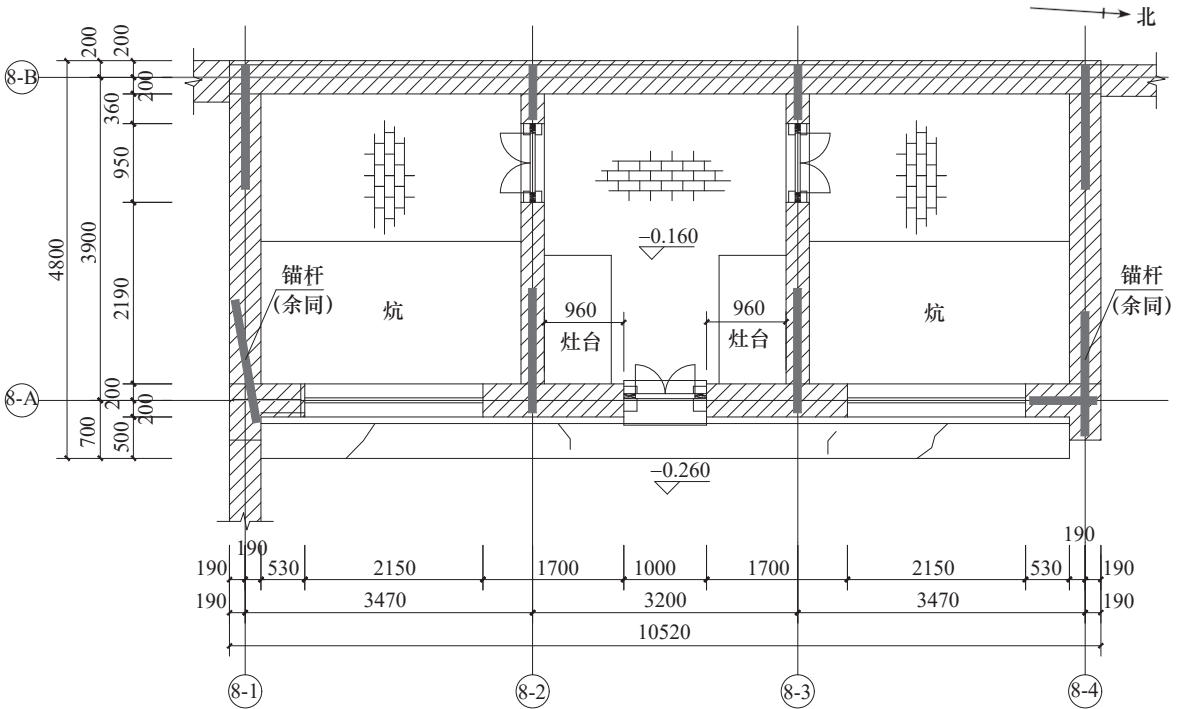
图8 正殿北立面锚杆布置图
(除建筑标高以米(m)为单位外,其他尺寸均以毫米(mm)为单位)



正殿 C ~ F 轴立面图

图9 正殿山墙锚杆布置图

(除建筑标高以米 (m) 为单位外, 其他尺寸均以毫米 (mm) 为单位; 竖向锚杆在基础内的植入深度不应小于基础埋深, 即不应小于室外地坪以下740mm; 锚杆宜选用GB20锚杆, 钻孔直径为50mm)



西厢锚杆平面布置图

图10 纵横墙、内外墙拉结锚杆布置

(除建筑标高以米 (m) 为单位外, 其他尺寸均以毫米 (mm) 为单位)

该方案通过在纵横墙、内外墙设置拉结锚杆，实现建筑物整体的连接，拉结裂缝防止其继续发育；同时增强其抗震能力和安全性。

结 语

体内锚杆加固技术能够有效实现对裂缝的拉结，增强结构的承载力和整体性，从而提高结构的抗震能力。搭配其他加固方法实现对砖木建筑砖砌结构各病害的有效治理。同时体内锚杆加固技术在砖砌构件体内完成，对文物建筑的历史原貌做到最有利的保存；加固方案是在不拆砌原建筑的情况下完成，对原建筑做到最小干预；所采用锚固杆件，仍可以采用同样的安装技术从构件本体内取出，完全符合文物保护的可逆性原则。

传统砖木建筑是我国文明发展中极为重要的历史文化遗产，但大量的砖木建筑并未受到足够的重视。随着我国传统文化保护及文物保护意识的增强，对砖木建筑的修缮加固方法和建筑保护工作也在日益加强完善。本文在工程实践的基础上探讨了体内锚杆加固技术在对砖木建筑中砖砌结构的加固保护中起到的重大作用，为传统文化和文物保护增添了一份力量。