

既有建筑外墙保留内部结构置换关键技术研究

方林, 李承铭

华东建筑设计研究院有限公司, 上海

收稿日期: 2023年6月12日; 录用日期: 2023年7月3日; 发布日期: 2023年7月17日

摘要

本文以某六层既有砌体结构为例, 开展了既有建筑外墙保留内部框架结构置换关键技术研究。在内部结构先不拆除的情况下, 提出采用边拆边建的设计思路和结构置换方法, 并进行了施工模拟分析; 针对既有房屋基础和结构布置特点, 提出适宜的基础及底部墙体托换技术, 验证了双梁夹墙技术的可行性; 采用锚板与锚筋将原砌体墙与新增框架梁柱拉结, 验证墙体自身受压承载力、锚筋抗剪承载力, 保证外墙的稳定性, 确保保留外墙与新建框架的变形协调; 框架柱先浇筑, 提出墙体凿除和楼板临时支撑设计方法, 考虑框架梁柱两次先后施工的影响, 设计梁柱连接节点加强做法。研究成果可为类似工程提供参考借鉴。

关键词

既有砌体结构, 框架结构, 外墙保留, 结构置换

Research on Key Technology of Replacing Internal Structure and Retaining Exterior Walls of Existing Building

Lin Fang, Chengming Li

East China Architectural Design & Research Institute Co., Ltd., Shanghai

Received: Jun. 12th, 2023; accepted: Jul. 3rd, 2023; published: Jul. 17th, 2023

Abstract

In this paper, a six story existing masonry structure is taken as an example to carry out the research on the key technology of replacing internal structure and retaining exterior walls of the existing building. Under the condition that the internal structure is not demolished first, the design idea and structure replacement method of demolishing while building are proposed, and

文章引用: 方林, 李承铭. 既有建筑外墙保留内部结构置换关键技术研究[J]. 土木工程, 2023, 12(7): 955-963.

DOI: 10.12677/hjce.2023.127109

construction simulation analysis is performed. According to the characteristics of existing building foundation and structure layout, the appropriate underpinning technology of foundation and bottom walls is proposed, and the feasibility of double beam sandwich wall technology is verified. Anchor plates and anchor bars are used to tie the original masonry walls with the newly added frame beams and columns to verify the compressive bearing capacity of the walls and the shear bearing capacity of anchor bars, so as to ensure the stability of the external walls and the deformation coordination between the external walls and the new frame. The frame columns shall be poured first, and the design method of wall chiseling and temporary floor support shall be put forward. Considering the influence of two successive constructions of frame beams and columns, the strengthening method of beam column connection joints shall be designed. The research results can provide reference for similar projects.

Keywords

Existing Masonry Structure, Frame Structure, Retaining Exterior Walls, Replacing Internal Structure

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在经济新常态下,我国房地产行业正处在转型发展阶段,从以增量为主的发展模式转变为存量和增量并重的发展时期。在土地利用日益集约节约的约束条件下,城市内涵式发展、有机更新和既有建筑改造将成为未来中国城市发展的主要路径,存量房地产更新和既有建筑改造将有广阔的市场前景。在城市更新过程中,有部分整体保留价值较低的历史建筑往往面临一个难题,即如何在其结构与功能更新的需求下保存建筑有价值的部分并延续建筑环境原有的历史风貌。针对部分有价值的历史建筑改造,如何采用针对性的技术措施,在内部结构进行置换改造的要求下保存并修缮建筑外墙,有必要进行详细研究。

现有文献资料表明[1]-[8],相关专家学者针对既有建筑外墙保留内部结构置换加固改造开展了部分研究,也根据具体的工程案例提出了相应的结构加固和施工控制方法。但对既有建筑外墙保留内部结构置换加固改造中,在内部结构先不拆除的情况下,采用边拆边建设计思路所遇到的技术难点,还未见系统全面的研究。

本文以某具体工程实例,详细研究既有建筑外墙保留内部结构置换加固改造中基础及底部墙体托换技术、结构加固改造拆除施工流程及相应的设计方法适用性、保留外墙与新增框架结构的连接技术等其他关键节点连接技术,以经济合理的方式获得最大的经济、社会和环境效益,并满足现行规范各项指标要求,以为类似工程提供参考借鉴。

2. 工程概况

上部原结构为典型的砖混结构,共6层,层高为3.3m,房屋为内廊式布局,内走廊居中布置,详见图1。房屋各层承重砖墙均采用240mm厚普通粘土砖和混合砂浆砌筑。底层设有架空板,各层楼(屋)面板大部分区域采用预制混凝土空心板,仅在室内局部区域(如卫生间)、阳台采用现浇板。房屋各层内外墙均设有混凝土圈梁,未设置构造柱。

改造后的结构只保留原结构A、F轴的外墙,但不作为承重墙,其余原砖墙及楼(屋)面均拆除。新结

构的层数与层高均与原结构一致。上部结构采用框架结构体系。框架柱截面尺寸为 500×500 和 500×600 两种, 框架梁为 300×600 、 300×500 等若干种。上部新增楼板板厚主要为 120 mm , 南侧教室内的楼板板厚为 200 mm 。顶部较大跨空间平面采用钢梁, 钢梁与混凝土梁柱铰接连接(图 2)。

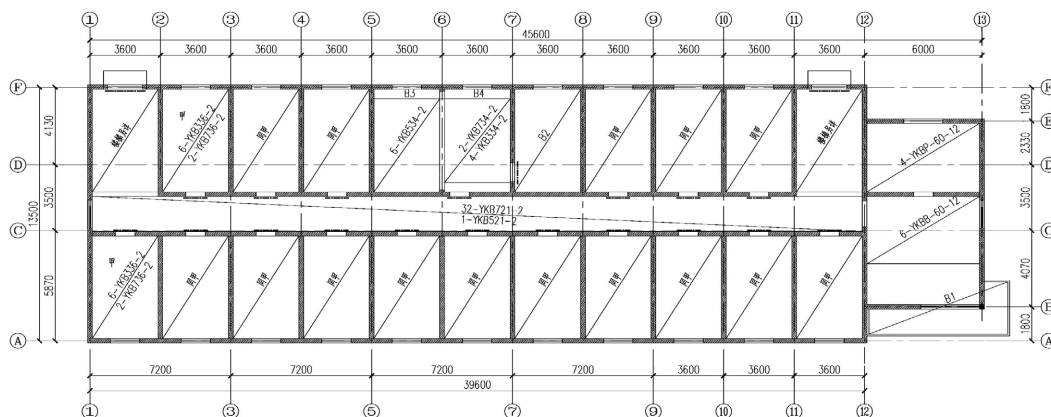


Figure 1. Standard floor plan before reconstruction of the building

图 1. 房屋改造前的标准层平面图

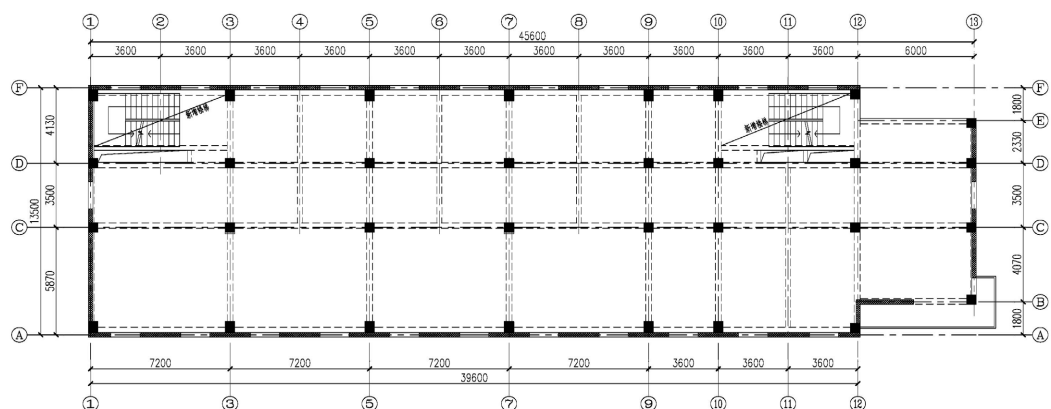


Figure 2. Standard floor plan after reconstruction of the building

图 2. 房屋改造后的标准层平面图

3. 结构加固改造施工模拟

3.1. 施工步骤简介

该房屋加固改造, 虽然外墙保留内部结构全部拆除, 但并非是完全拆除之后才建造新结构, 采用边拆边建, 在拆建过程中利用了老结构作为临时支撑, 具体施工步骤如下:

- 1) 考虑预留施工操作平台, 故先施工范围 1 (轴 1~轴 7), 再施工范围 2 (轴 7~轴 13), 范围 1 从以下第 2 步至第 7 步施工完后, 再按相同步骤施工范围 2, 最后施工步骤 8。
- 2) 挖开基础筏板上的土, 筏板上设置锚杆, 钻洞, 施打锚杆静压桩。
- 3) 施工筏板上新增的基础承台, 位于承台位置处的砌体砖墙采用临时结构托换。
- 4) 从屋顶从上往下拆除要设置框架柱位置处的原砌体墙体及其上搁置的预制板, 每拆完一层前应先做好被拆除区域周边砌体墙体的临时支撑后再拆除下一层, 一直拆到底层。

- 5) 从基础往上浇筑框架柱, 直到 6 层顶, 并预留与框架柱相连的梁板钢筋, 每浇筑完一层的框架柱应设置临时支撑与周围墙体拉结牢靠后方可施工上一层, 框架柱一直做到顶层。
- 6) 拆顶层原楼板及砌体墙, 然后从顶层往下浇筑梁板, 浇筑完一层方可拆除下层的原有的梁板墙。周边的框架梁柱浇筑前应在外砖墙上预埋锚筋, 让锚筋锚入新增的框架梁柱内。框架梁板一直做到底层。
- 7) 室内从基础顶面设置或利用原地垄墙, 回填土至室外地坪标高, 地垄墙顶搁置预制板。
- 8) 从底层往上做轻质隔墙, 直到顶层。结构部分完工。

3.2. 施工模拟分析

本次施工属于边拆除边施工新结构, 采用 ANSYS 单元生死功能(kill、alive)直接指定构件施工次序(未考虑时间依存的材料非线性效果), 计算的施工步骤总计为 22 步。

为比较其对结构的影响, 补充计算了正常的施工模拟 3 (分层刚度分层加载的模型, 共 6 个施工步)和一次加载(即形成整体模型后一次加恒载, 有 1 个加载步)的两种情形进行对比, 包括底层框架柱、顶层框架柱、各层框架梁的跨中及支座处进行对比。典型的梁柱对比的结果详见图 3~5, 图中的 MX 及 MY 均为绕整体坐标轴 X 及 Y 轴的梁柱弯矩, FZ 为沿 Z 轴的柱的竖向压力, 横轴坐标均为为施工步, 竖轴坐标为 MX、MY、FZ, 单位分别为 kN·m 或 kN。

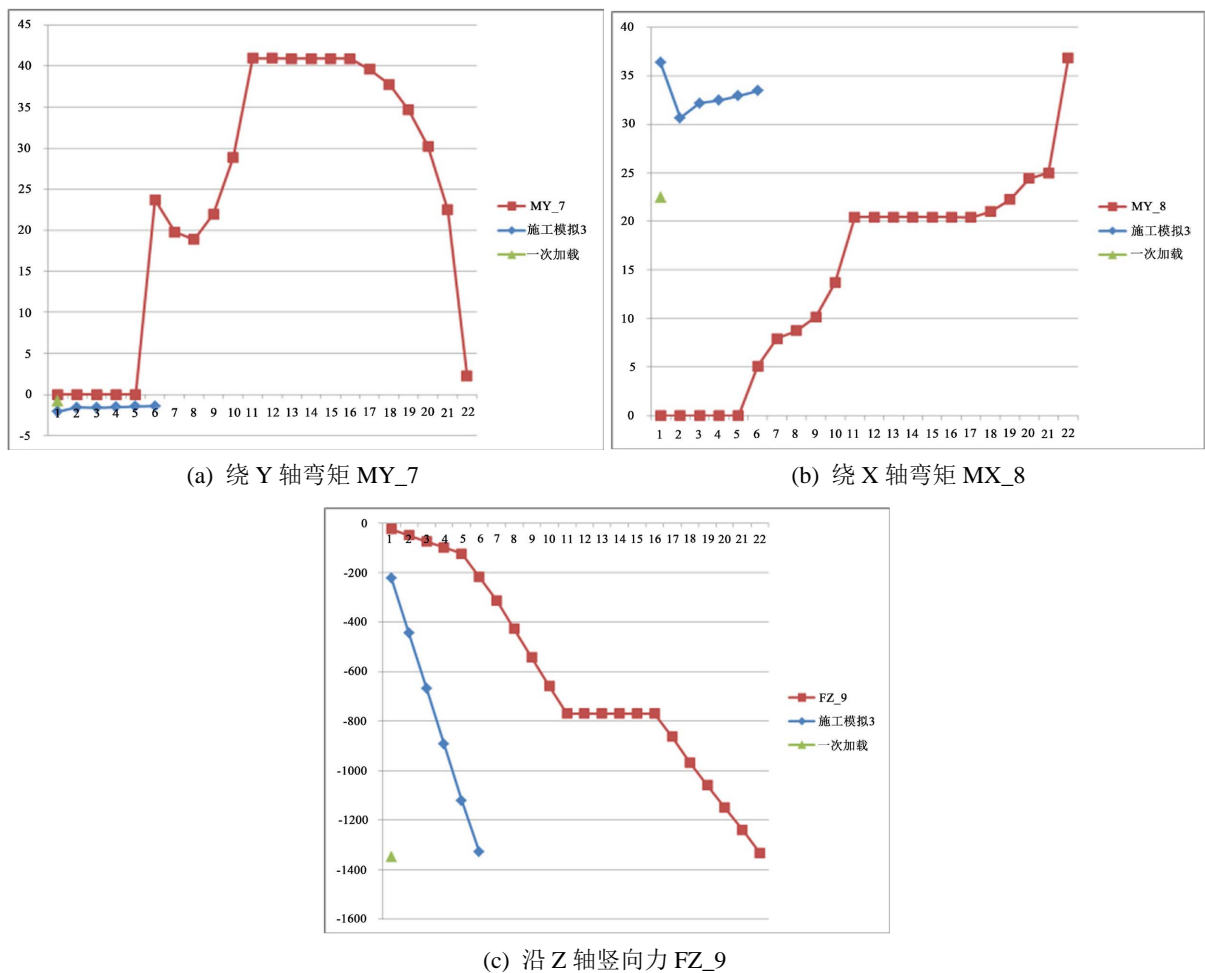


Figure 3. 7/A-axis frame column on the first floor

图 3. 底层 7/A 轴框架柱

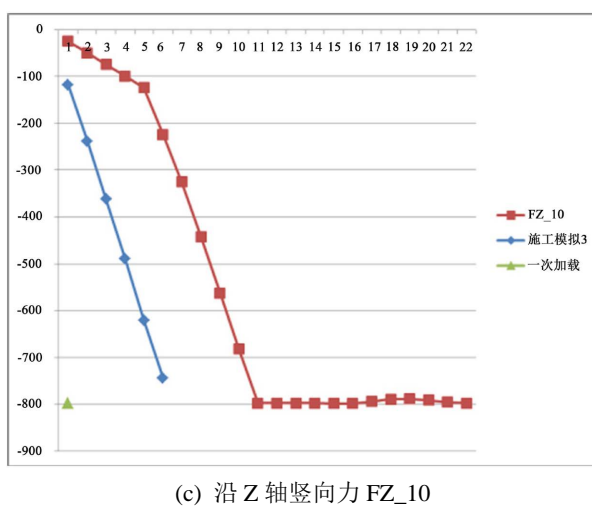
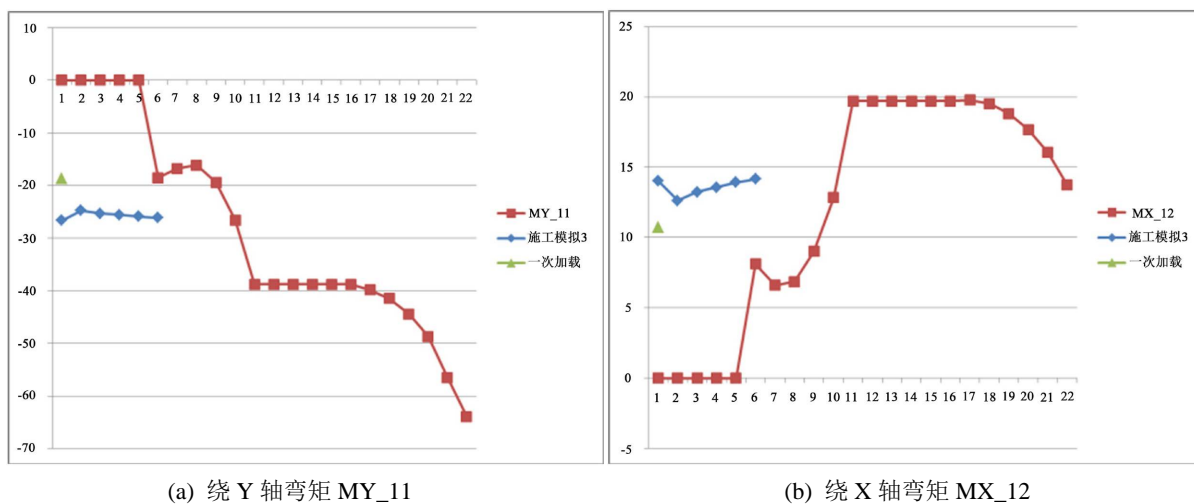


Figure 4. 1/A-axis frame column on the first floor
图 4. 底层 1/A 轴框架柱

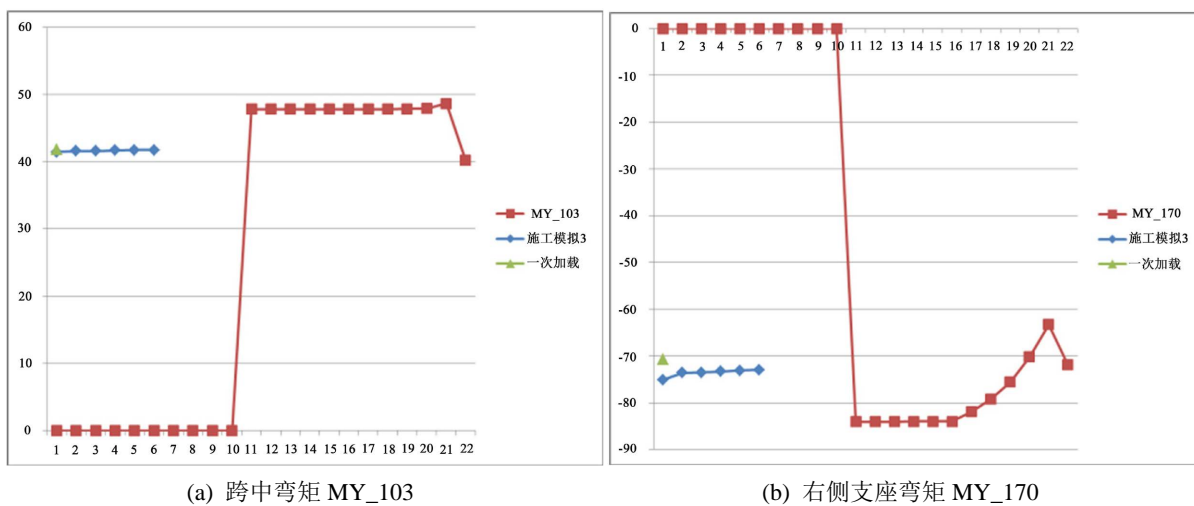


Figure 5. 5~7/A-axis frame beam on the second floor
图 5. 二层 5~7/A 轴框架梁

计算结果表明, 与正常的从底层一层一层往上造的施工模拟 3, 按实际的施工计算下来的恒载影响比较大。对于底层框架柱, 7 轴处的框架柱影响最大, 主要是 7 轴为 2 个施工区域分界线, 左右两侧框架梁施工未同步而引起, 特别是对于 MY, 影响最大。另外角柱双向弯矩也影响较大; 对于顶层框架柱也是越靠近 7 轴分界线的框架柱, MY 影响较大, MX 影响较小; 对于框架梁, 相对于框架柱, 不管是支座还是跨中, 整体影响幅度较小, 与施工模拟 3 比较接近。

计算结果表明, 按实际施工步骤计算的大部分的框架梁柱恒载的弯矩均大于按正常的施工模拟 3 计算的结果, 也大于按一次加载的情形。总体上框架柱的影响大于框架梁, 中间分段区域构件的影响大于两侧构件。

按实际施工模拟计算的内力与后期整体模型考虑其他荷载工况组合(如地震作用)进行对比分析发现, 因实际施工模拟计算时仅考虑结构构件(梁板柱)自重及施工荷载(2 kN/m^2), 计算结果梁柱弯矩虽然按实际的施工模拟计算大于常规的施工模拟 3 (绝大多数都控制在 $100 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 以内), 但其计算结果基本上也不起控制作用, 后期施工图设计可按常规计算即可。

4. 基础及底部墙体托换技术

房屋原采用筏板基础, 厚度为 350 mm 。本次改造, 原有的筏板基础不拆除, 上部结构采用框架结构, 对应于新框架柱的位置下重新设置柱下桩基承台, 承台底部位于原有的筏板基础的顶面, 接触面凿毛, 同时预先在筏板基础上凿开孔洞并于孔洞周边植入锚杆用于锚杆静压桩的施工, 如下图 6 所示。

基础承台施工时, 因承台施工位置与原砌体墙体位置有重合, 因此需临时托换砌体墙体, 采用双梁夹墙技术, 梁侧紧贴砌体墙面, 在墙中凿若干孔使得双梁梁侧局部连通与砌体墙形成一体, 通过两端新增混凝土柱传至原筏板基础上, 并采用有限元软件对底部墙体托换方法进行了验证分析, 保证托换时上部承重墙、托换结构承载力满足要求。等新增的夹墙梁柱达到设计强度后方可凿除双梁下部的砖墙, 然后再施工承台, 具体详见下图 7。

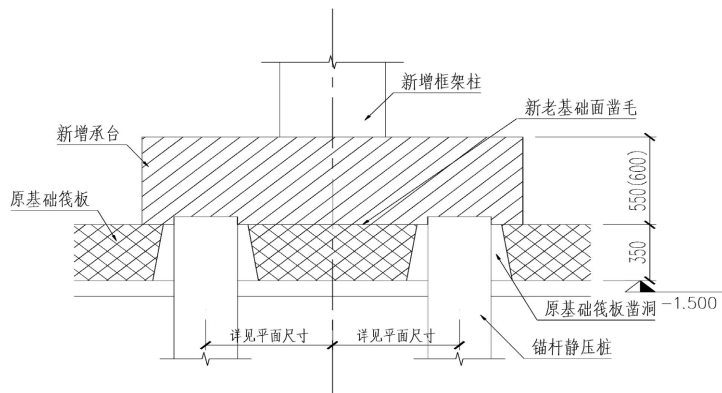


Figure 6. Foundation drawing of the new structure

图 6. 新结构基础图

5. 外墙稳定性控制方法

内部砖墙及楼板均拆除, 只保留 A 轴、F 轴外围砖墙。通过在原砖墙外侧上钻孔设置直锚筋, 锚筋在外侧与锚板采用 T 形焊接(压力埋弧焊), 内侧锚入新增混凝土梁柱内, 从而使得原砌体墙与新增框架梁柱每层都能拉结, 将保留墙体改造后与框架形成整体, 保留墙体自身受压承载力、锚筋抗剪承载力满足规范要求, 保证外墙的稳定性, 确保保留外墙与新建框架的变形协调, 具体做法如下图 8 所示。

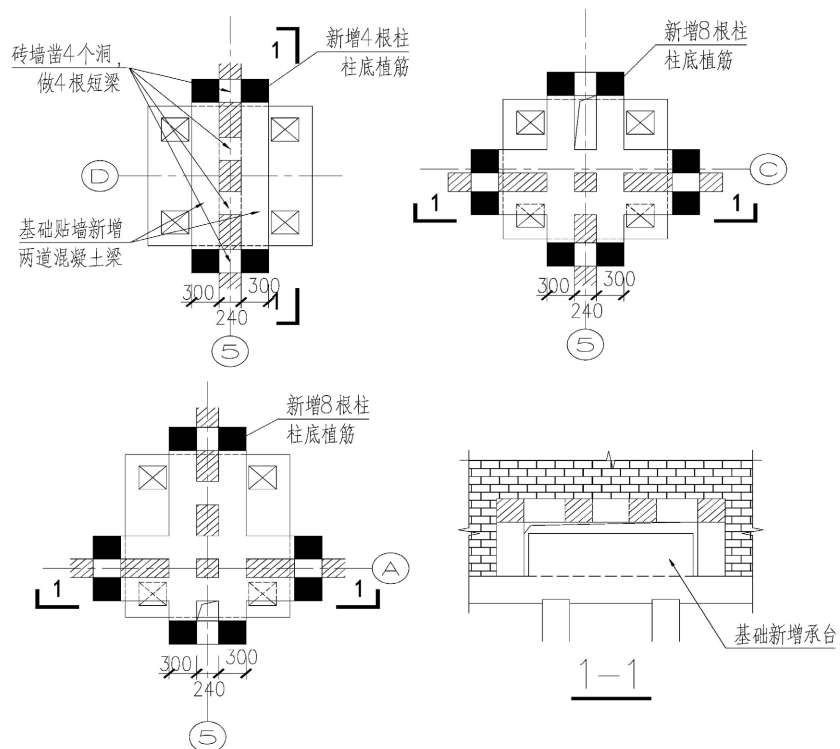


Figure 7. Masonry wall underpinning details with construction of foundation cushion caps
图 7. 基础承台施工砌体墙体托换详图

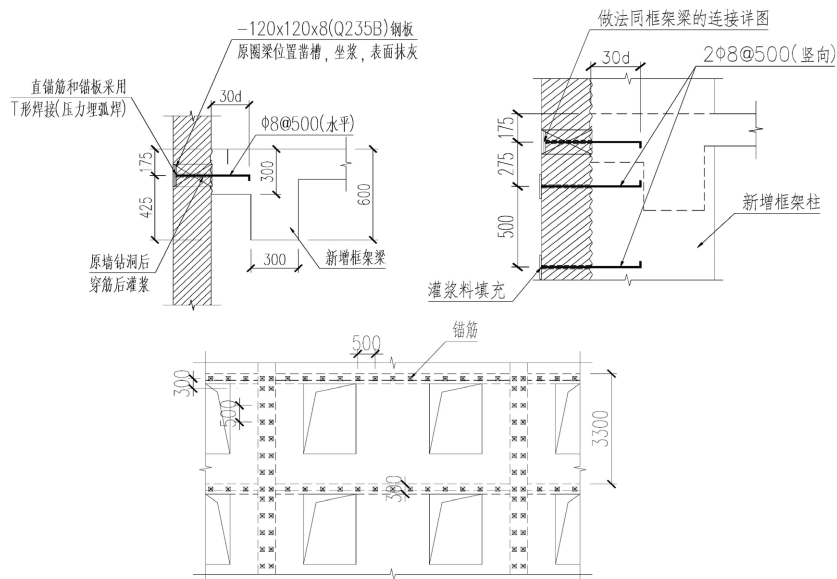


Figure 8. Connection details of existing masonry wall and new frame beam column and elevation of anchor bars
图 8. 原有砌体墙与新增框架梁柱连接详图及锚筋立面图

锚筋抗剪承载力按下式计算:

$$V_u = 0.8n f_{vy} S \geq l f_{vt}$$

式中, V_u 为锚筋抗剪承载力设计值, n 为相邻框架柱间设置的锚栓数量, f_{vy} 为锚筋抗剪强度设计值, S 为单根锚筋面积, l 为相邻框架柱间保留墙体的长度(扣除窗洞宽度), t 为保留墙体厚度, f_v 为保留墙体抗剪强度设计值。

6 墙体凿除和楼板临时支撑设计

从上往下拆除要新设置框架柱位置处的原砌体墙体及其上搁置的预制板, 包括屋面层 A 轴与 F 轴位置处、二层~六层, 每拆完一层应先做好被拆除区域周边砌体墙体的临时支撑后再拆除下一层。从基础往上浇筑框架柱, 直到 6 层顶, 并预留与框架柱相连的梁板钢筋, 每浇筑完一层的框架柱应设置临时钢筋支撑与钢梁拉结牢靠后方可施工上一层。墙体凿除和楼板临时支撑节点示意图如下图 9 所示。

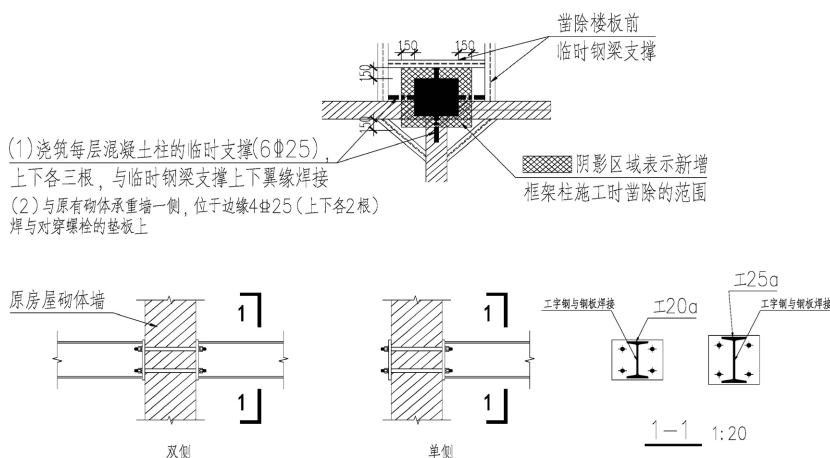


Figure 9. Schematic diagram of wall chiseling and temporary floor support

图 9. 墙体凿除和楼板临时支撑示意图

7. 结论

本文以某六层既有砌体结构为例, 开展既有建筑外墙保留内部框架结构置换关键技术研究, 得出如下主要结论:

1) 在内部结构先不拆除的情况下, 提出采用框架柱先浇筑、楼板和混凝土梁从顶到底边拆边建的设计思路和结构置换方法, 在拆建过程中利用老结构作为临时支撑。

2) 针对既有房屋基础和结构布置特点, 提出适宜的基础及底部墙体托换技术, 验证了双梁夹墙技术的可行性。

3) 采用锚板与锚筋将原砌体墙与新增框架梁柱拉结, 使保留墙体改造后与内部框架形成整体, 验证墙体自身受压承载力、锚筋抗剪承载力, 保证外墙的稳定性, 确保保留外墙与新建框架的变形协调。

4) 框架柱先浇筑, 提出墙体凿除和楼板临时支撑设计方法, 考虑框架梁柱两次先后施工的影响, 设计梁柱连接节点加强做法。

参考文献

[1] 袁凯. 历史保护建筑保留外墙改造加固技术探究[J]. 新型工业化, 2021, 11(1): 168-170.
 [2] 吴兵. 南京东路 179 号街坊美伦南楼外墙保留方案设计实践[J]. 工程与建设, 2020, 34(4): 724-727.
 [3] 韩煜. 历史风貌区旧建筑局部结构置换的探索[J]. 建筑施工, 2019, 41(9): 1698-1700.
 [4] 蔡颖倩. 历史建筑保护修缮中的技术创新——以上海美丰洋行历史建筑保留外墙改造为例[J]. 遗产与保护研究,

2018, 3(6): 107-113.

- [5] 魏春明, 刘忠华, 赵辉, 刘柳. 历史建筑保留外墙施工过程中的安全管理[J]. 建筑安全, 2016, 31(1): 21-23.
- [6] 朱臻阶. 近代文物保护单位建筑圣三一教堂结构置换和计算分析[J]. 住宅科技, 2015, 35(8): 50-56.
- [7] 张铭. 既有建筑整体结构置换的关键技术研究[J]. 建筑施工, 2013, 35(10): 919-921.
- [8] 徐杨斌, 朱林辉, 王宇, 凌旭辉. 历史保护建筑保留外墙改造加固技术[J]. 建筑结构, 2012, 42(S1): 592-595.