

砖混结构大空间改造工程的检测鉴定与加固设计

姜勇*

重庆市建筑科学研究院有限公司, 重庆 400016

摘要 : 本文详细介绍了某砖混结构底层变大空间的加固与改造以及 π 截面梁和微型桩在该工程中的应用, 指出在房屋改造前应首先对原有建筑物进行全面的检测鉴定, 并在此基础上进行研究, 本文将重点探讨砖混结构大空间改造工程的检测鉴定与加固设计

关键词 : 砖混结构; 大空间改造工程; 检测鉴定; 加固设计

Testing, Appraisal and Reinforcement Design of Brick Concrete Structure Large Space Renovation Project

Jiang Yong*

Chongqing Institute of Building Science Co., Ltd., Chongqing 400016

Abstract : This article provides a detailed introduction to the reinforcement and renovation of the enlarged space at the bottom of a brick and concrete structure, as well as the application of π - section beams and micro piles in the project. It is pointed out that a comprehensive inspection and appraisal of the original building should be carried out before the house renovation, and based on this, research will be conducted. This article will focus on exploring the inspection, appraisal, and reinforcement design of the brick and concrete structure large space renovation project

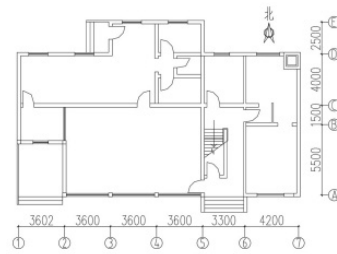
Key words : brick concrete structure; large space renovation project; testing and identification; reinforcement design

一、工程概况

上海市长宁区的一座单层和局部二层砖混结构的住宅楼, 1991年, 这座房子的初始设计和建造被定为生活楼, 主要用于餐厅、厨房、浴室和更衣室的功能, 现在则被用作档案室。在1991年, 这栋建筑的最初规划与施工是一个居住区, 其主要职责包括餐厅、厨房、洗手间以及更衣间, 现在已经转变成了一个文件存储空间。图1揭示了住宅的全局设计, 其建筑构造接近于矩形, ①至⑦的轴线长度大概是 21.9米, 而南北方向的轴线长度则大概是 13米。5米的高度, 其整体的占地面积大概是 350平方米。图1展示了房屋的总体布局, 其建筑平面近似矩形, ①~⑦轴线的长度大约为 21.9米, 而南北向的轴线长度大约为 13.5米, 总的建筑面积大约为 350平方米。一层的楼层大概有 3.9米, 二层的楼层大概有 3.6米。我们在无人居住的地方采取了柔性防水混凝土水箱。如图2所示^[1]。



> 图1 房屋概况图



> 图2 房屋一层平面布置图

图2展示了一层的平面设计, 该建筑采用了纵向和横向的混凝土承载结构, 是一个全层和一些二层的砖石混凝土建筑。这座房屋的地基是条形的天然地基, 其深度为 -1.6米。在暗浜的位置, 我们安装了短木桩, 而其他地方则是天然地基。这座房子的承重墙壁厚度为 240mm, 是用 75 # 烧结砖建造的, 地面下方是用水泥砂浆建造的, 而地面上方则是用 50# 混合砂浆建造的。在房子的一楼, 我们使用了预制的空心板作为屋顶, 这些预制的板材主要是按照东西方向进行布置的。二楼的地面使用了预制的混凝土^[2]。

二、现有房屋抗震检测鉴定

根据《现有建筑结构检测与评价准则》(DG/TJ08-804-2005)^[3]、《房屋质量检验程序》(DG/TJ 08-79-2008)^[4], 以及《建筑抗震鉴定准则》(GB 50023-2009)^[5]等相关的标准与流程, 我们将对房子实施抗震性能的测试与评估。通过与委托人以及相关部门的协作, 我们掌握了房子的建设 [3]、翻新状态, 同时也对

* 作者简介: 姜勇 (1988-), 男, 汉, 重庆市奉节县, 结构高级工程师, 硕士。主要研究方向: 结构检测、鉴定、设计

其运营状态做出了研究，还对其建筑、结构以及部分安排做出了重新审视与测量。我们对房屋的倾斜、建筑部分的破损、主要材料的强度以及部分的钢筋配置等方面进行了实地的检验和测试^[9]。

（一）建筑结构复核测绘与完损检测

在实地考察中，我们采用了 DISTO A5 型的手持激光测距仪器和钢卷尺，对房屋的中心尺寸、建筑的坐标、结构布局以及各个部分的规格进行了深入的检查与测定。根据重新测量的数据，我们发现房子的中心线大小与初始设计图纸相当匹配。原始设计蓝图与建筑物的建造和结构布局基本一致。原始设计蓝图与建筑的高度一致；原始设计蓝图与建筑部件的大小基本一致。依据实地的损坏检查数据，我们观察到该建筑的屋顶表层存在着极其严重的损坏^[9]。

对于严重的漏水问题，尤其在西边一层的房顶上，目前的防护方法已经彻底无法执行。二层的东边有一些地方的屋顶出现了露出的钢筋和腐烂的情况。在以上的破损情况之外，主体的支撑部分并没有观察到显著的结构破坏或者持久破坏。图3和图4展现了房子的常见破损状态^[9]。



>图3 墙体屋面渗漏严重



>图4 楼屋面板底锈胀开裂剥落

（二）对建筑物的结构材质进行强度评估以及对钢筋硬度进行评定

在实地操作中，我们采用了砖弹性仪器来评估烧制砖的硬度。在工地上，我们采用 SJY800B 型砂浆注射器进行砌筑砂浆的硬度测试。在实地操作中，我们采用 HT-225T 型一体化数字回弹仪，对梁、柱、板等部位的混凝土硬度进行了随机检验。依照测试数值，我们将房子的墙壁烧制成的普通砖的强度等级确认为 MU15。在参考初步的设计信息，对其负荷能力进行核实的过程中，我们选择了 MU7.5 作为砖的强度等级。依照测试结果，房屋砌筑砂浆的抗压能力转化后的值在 2.2 ~ 5.0 MPa 之间，其平均水平是 3.3 MPa，因此，整体来看，房屋砌筑砂浆的抗压能力是 2.9 MPa^[7]。在进行承载力测试时，我们选择了实际测量的 m2.9 代表了房屋砂浆的强度级别。经过现场随机检测和碳化检测的校正，我们观察到构件混凝土的强度转换值最高可达 39.8 MPa，最低为 21.8 MPa。同时，检验批混凝土的强度转换平均值为 29.1 MPa，平均方差为 5.6 MPa。c20 的混凝土强度等级被预测，已经满足了最初的设计强度等级 C18。

三、抗震加固设计方案

（一）工艺改造需求

我们打算把这座建筑物重新装修为一间电脑室，以便能够适应生产线上的各种设备配置。因此，我们必须拆除④轴交~轴以及④~⑤轴的承重墙，进一步把~轴室内变成一个宽敞的空间^[8]。

（二）结构加固设计方案

依据原始设计蓝图和现场测试数据的分析，改造区域的屋顶采用预制空心板，并且沿着东西方向进行布局，预制板的跨度为预制板被安装在 3.6 米的④轴线与⑤轴线之间，并且固定在④轴线的墙壁上。

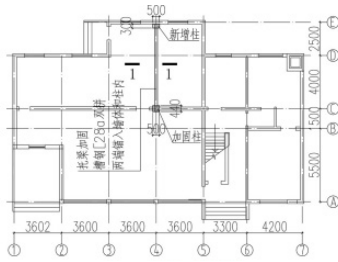
⑤轴墙体上方。通过详细的调查和现场勘查，我们发现 ACK 轴交④~⑤轴的承重墙体能够直接被移除，同时也提出了采用静力切割的技术来完成拆卸工作。请在清理的时候，避免对⑤轴部分的原有墙壁造成破坏。研究表明，④轴的交叉~轴墙负责③~④轴的交叉~轴区和④~⑤轴的交叉~轴区的屋顶的持久负荷。同时，上层的屋顶负荷和墙壁本身的负荷则通过墙壁以线性负荷的方式传递到矩形的基座。在进行拆除墙壁和支撑梁的改建时，我们必须特别关注并处理如下问题：

（1）原有的线性负荷传输模式已经转变为由两端的集中力量向基础传递。尽管墙壁本身的负重有所降低，但是因为上层负重的传输模式发生了转变，还是要计算出地面与底座的负重^[9]。

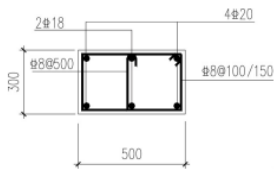
（2）按照拆卸墙壁和加固支撑的优先级，可以将加固计划划分为两种。首个常规的加固策略是先进行支撑，然后拆除墙体，最后进行加固。主要的步骤包括移除压力，强化左右两侧的地基与柱体，同时借助脚手架以稳定左右的楼层。随后，我们将对墙体进行破碎，并采取扩大截面的方法以提升支撑梁的硬度。一旦达到了预设的强度，就可以移除支撑，从而实现整个加固过程。这种方法的核心控制技巧是，在使用托梁底部的纵向钢筋时，应优先选择预应力钢筋，或者在使用普通钢筋的过程中，要注意提前进行拱形处理。在建设过程中，我们必须紧盯着支柱与两边的地板的下滑变化，并且严谨地管理它的变化，这样才能避免给建筑物的表层结构带来破坏。因为混凝土的老化阶段，这种施工方法的周期相对较长。为了减少周期并且更便于浇筑，我们需要在使用高强度灌浆料的过程中加入骨料。同时，我们建议在强度达到 100% 以上后，才能进行支撑的拆除。在拆除支撑的过程中，我们需要测量两侧楼板的下沉变形，并检查托梁的弯曲程度是否在规定的范围内，以确保结构部分的安全性和加固效果。另一种强化策略是首先进行强化，然后再进行墙壁的拆卸。首要任务是卸下负荷，并强化两边的底座和柱子。在墙的顶部两边，我们使用了槽钢进行强化。具体的槽钢尺寸是由我们的计算结果决定的^[10]。这些槽钢会被拉紧并与周围的梁或者墙壁相结合，从而构建出一个完整的组合梁。然后，这些槽钢的两边会被嵌入到原有的墙壁或者柱子里，从而构建出一个简单的支撑节点。此刻，我们可以逐步拆除墙壁，并在槽钢梁的底部用扁钢焊接连接形成封闭的截面。最后，我们进行加固，全部拆除承重墙体，从而构建出大型的空间结构。

考虑到实施的便利性、工程进度的缩减、结构改造的成本以

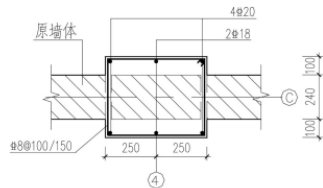
及变形的控制，我们选择了第二种方案，即先进行加固，然后再进行拆除。根据两端支撑的方法对基础进行了重新审查和计算，原始的基础已经达到了拆除墙体和梁的承重能力，因此无需再次加强。图5~8展示了具体的加固节点。



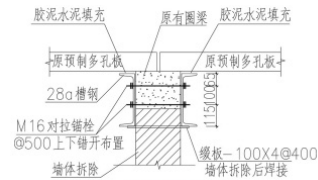
>图5 加固平面布置图



>图6 墙体内侧新增柱加固施工图



>图7 围套加固柱施工图



>图8 槽钢加固托梁施工图

采取优先强化后移除的方法，我们已经达到了工业生产对广阔区域的要求。为了保障房屋的全方位安全并增强屋顶的防水能力，我们对墙体进行了双面或单面钢筋网水泥砂浆的加固处理，同时对屋顶实施了全面浇筑的方式进行强化。这样大幅度提升了房屋的整体抗震能力，确保了房屋的安全性。

四、加固方案

根据工程的具体状况，针对该房屋各个部分的特性，分别制定加固计划。在策划阶段，应全面考虑建筑的结构特性和使用状况，避免对房屋的使用性能产生重大影响。依据审查报告，我们已经决定在现有的砖石混凝土建筑的墙壁两侧增加钢筋混凝土的加固表面，同时，预制的混凝土楼板底部也需要额外添加 CF 以增强其稳定性，并且还需要对某些区域的洞口进行密封。由于东侧的主体建筑是框架式的，因此我们需要新建一个电梯，所以我们必须在某些地方打孔。通过实施上述的加固方案，两座建筑物已经具备了新的使用功能。关键和挑战在于，这个工程的加固设计

需要考虑到新旧砖混结构墙体在加固后的整体承载能力以及预制混凝土楼板在添加 CF 布后的整体承载能力是否能满足新的使用需求。接下来我们将对这两个关键问题进行详细阐述。

(一) 墙体加固及验算

(1) 墙体加强计划。根据评估报告的数据，当前的砂浆强度等级只达到 M0.4，这与《砌体结构设计规范》对“烧结普通砖最低砂浆强度等级为 M2.5”的规定相违背。因为砂浆的强度不够，导致了砌体的承重能力下降，因此我们选择在墙体的两侧添加钢筋混凝土作为加固面层，这样可以增强内外墙的承重能力，同时也可以提升建筑的全面抗震性。针对新旧墙体的粘结问题，我们的主要策略是先去掉现存的涂装层，然后进行全面的清理，最终采取 YJ-302 混凝土界面处理剂进行处理。选定了 Φ8@150 的水平分布筋。

在垂直方向上，我们选择了 Φ8@150 的钢筋，而在水平方向上，我们选择了 Φ6@450x450 的拉结钢筋。m10 级别的砂浆具有高强度。在墙壁上，钢筋的排列需要和周围的建筑物如楼板、大型支撑、混凝土柱子等保持稳定的联系。同时，底部的钢筋需要延伸到室内地面以下 500 毫米，且需要和基座保持稳定的联系，详细的操作步骤请参考图 2。(2) 对钢筋网加固后的墙体进行抗剪承载力的计算。对于墙体的抗剪承载力，在进行面层加固之后，存在许多影响因子，其中最重要的是顶部墙壁的压力应力、砂浆的硬度以及其对剪力的抵抗能力。如果在砖混建筑的墙壁两边添加钢筋混凝土作为加固的表层，那么这将能够将墙体的总体抗剪能力提升一倍。

(2) 采用 CF 布对预制混凝土板进行加固，能够显著提高预应力混凝土多孔板的性能，无论是抗裂性还是承载力都能得到明显的提升，增长幅度大概在 30%~40%。

(3) 执行了前述的强化计划，成功地消除了这个项目中的安全风险，显著地减少了建设时间，并获得了优秀的强化成果和经济收益。

五、结语

从这个强化案例来看，在进行砖混建筑的强化设计时，需要依据强化部分的独特性质，同时考虑到它们在整体建筑中的关键性，以便灵活地选择强化方法。唯有如此，我们才可以在强化成效和经济对照之间找到最佳的均衡。

参考文献

- [1] 东南大学. 混凝土结构 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [2] 同长旺, 刘曙光. 碳纤维布在预应力混凝土空心板加固工程中的应用 [J]. 科技与技术, 2016.
- [3] 中国工程建设标准化协会标准. 碳纤维片材加固混凝土结构技术规程 (2023 版).
- [4] 连永良. 既有建筑物改造中的主体结构整体置换技术 [J]. 建筑施工, 2012, 34(8): 818-820.
- [5] 李狼虎, 张健全, 方红松. 在建筑内部进行结构原位置换的施工技术 [J]. 建筑施工, 2017, 39(3): 377-378.
- [6] 张铭. 既有建筑整体结构置换的关键技术研究 [J]. 建筑施工, 2023, 35(10): 919-921.
- [7] 杨延清. 孙吴县某办公楼承重墙体托换加固改造设计与施工要点 [J]. 黑龙江科技信息, 2009 (24): 281.
- [8] 魏赏廷, 张建华. 托换技术在砌体结构改造工程中的应用 [J]. 广东土木与建筑, 2008 (3): 59-61.
- [9] 王艳武, 张志勇. 砖混改底框中墙体的托换设计与施工 [J]. 工程设计与设计, 2018 (19): 218-220.
- [10] 王琦, 刘敏雄. 砖混结构中的托梁拆墙改造 [J]. 浙江建筑, 2001, 104(1): 22-23.