

建筑工程混凝土结构的加固技术探讨

罗永山

湖南宇山建设工程有限公司，湖南省长沙，417009；

摘要：钢筋混凝土结构的混凝土质量关系着整个结构的承载强度和可靠性，同时，混凝土结构质量也是施工阶段的重点控制工作之一。本文以某高层住宅结构加固处治项目为案例，详细阐述了混凝土住宅结构的加固处治技术，为类似项目开展工程加固提供了借鉴。

关键词：房建工程；混凝土结构；加固处治

DOI：10.69979/3029-2727.24.12.032

引言

随着建筑工程转型发展的不断深入，针对既有钢筋混凝土结构住宅开展加固处治，在保证其正常使用的前提下，最大限度延长使用年限成为未来房建工程发展的重点。目前，钢筋混凝土住宅结构的加固处治技术已相对成熟，其对修复以钢筋混凝土结构局部破损为代表的非结构性病害及提升结构的承载强度和安全性两方面，均效果显著。

1 建筑混凝土结构的加固方法

建筑混凝土结构的加固方法主要包括以下几种：

(1) 增大截面法：通过增加构件的截面尺寸，如梁的高度和宽度、柱的截面厚度等，来提高构件的抗弯、抗剪能力。这种方法虽然施工工艺相对复杂，但效果可靠。

(2) 置换混凝土法：适用于承重构件受压区混凝土强度偏低或有严重缺陷的局部加固。通过剔除构件受压区原有混凝土，然后浇筑比原有混凝土更高等级的新混凝土，以提高构件受压区的抗压强度²。

(3) 外包型钢法：在原构件四周包裹型钢，如角钢、槽钢等，并用缀板或螺栓连接。这种方法可以提高构件的整体性和承载能力，适用于梁柱等构件的加固。

(4) 粘贴钢板法：将钢板采用高性能的环氧类胶粘剂粘结于混凝土构件的表面，使钢板与混凝土形成统一的整体，利用钢板的抗拉强度增强构件的承载能力。适用于对钢筋混凝土受弯、大偏心受压和受拉构件的加固。

(5) 粘贴纤维复合材法：利用纤维复合材（如碳纤维布）粘贴到钢筋混凝土构件表面，与混凝土共同作用，提高构件的承载能力。适用于对钢筋混凝土受弯、大偏心受压和受拉构件的加固。

(6) 体外预应力加固法：以粗钢筋、钢绞线或高强度型钢等钢材，对钢筋混凝土构件施加体外预应力，以其产生的反弯矩抵消部分外荷载产生的内力，从而提高构件的极限承载能力。适用于连续梁和大跨简支梁、一般简支梁以及柱的加固。

(7) 增设剪力墙加固法：对于纯框架结构既有建筑，若因侧向刚度偏小、抗震能力不足等，可新增一定数量剪力墙，用以提高结构侧向刚度和抗震能力。新增剪力墙需沿房屋周边对称布置，并满足相关构造要求。

(8) 绕丝法：在混凝土构件外部缠绕钢丝或钢带，以增强构件的抗拉强度和整体性。适用于小型构件或局部加固。

(9) 锚栓锚固法：通过在混凝土中安装锚栓，将外部构件（如钢板或型钢）固定在混凝土结构上，以提高结构的整体性和承载能力。

(10) 增加支撑加固法：通过增设支撑结构来调整荷载传递路径，增强结构的稳定性和承载能力。适用于需要临时加固或改造的建筑。

选择合适的加固方法需要根据工程实际情况和加固需求进行综合考虑。

2 工程概况

某住宅结构主体为钢筋混凝土现浇形式，总建筑层高约 87m，共 21 层，竖向承重柱及承重墙体采用 C45 级混凝土现浇，圈梁及板采用 C35 级混凝土现浇，因施工不当，在 11 层浇筑过程中，施工人员误将 C35 级混凝土浇筑至承重墙模板内，致使该层承重柱及承重墙混凝土强度不达标。为及时解决安全隐患，需对 11 层墙柱混凝土结构进行必要加固，确保其强度满足设计要求。

3 住宅混凝土结构加固处治方案设计

3.1 加固处治方案制定

制定加固处治方案前，应开展详实的现场勘查，明确加固处治位置，结合项目实际给出具体可行的加固方案，本文针对本项目给出混凝土结构置换处治技术。

3.2 承重柱置换处治方案设计

(1) 为保证承重柱的替换要求，需先对承重柱卸载，现场支设预应力临时支撑体系，代替承重柱承载；

(2) 对预应力临时支撑体系进行强度验算，并按照 1.2-1.5 倍裕度标准设计，在承重柱两侧布设千斤顶，辅助完成承重柱卸载；

(3) 采用强度等级 C45 的混凝土重新浇筑承重柱，承重柱结构有效截面积 13.60mm^2 ，实际高度 3.57m ，为提前掌握结构在置换施工过程中的力学行为，项目现场依托 PKPM 工具建立承重柱模型，通过受力分析可知，最大轴向荷载达 3460kN ，承重柱弯矩值较小，置换施工过程不予考虑，仅将其视为竖向受压构件。构件置换，混凝土达到对应龄期后，检测其强度指标是否满足设计要求；

(4) 为保证承重柱置换施工的顺利进行，需由临时支撑钢管配合预应力钢绞线共同完成，其中，预应力钢绞线两侧锚固至住宅结构的剪力墙中，确保预应力张拉有效，经实测，预应力钢绞线张拉力为 1115kN ，临时钢管采用强度为 Q235 级，直径为 160mm ，壁厚为 17mm 的薄壁钢管，平均承载强度为 586.25kN ，置换施工示意图 1 所示：

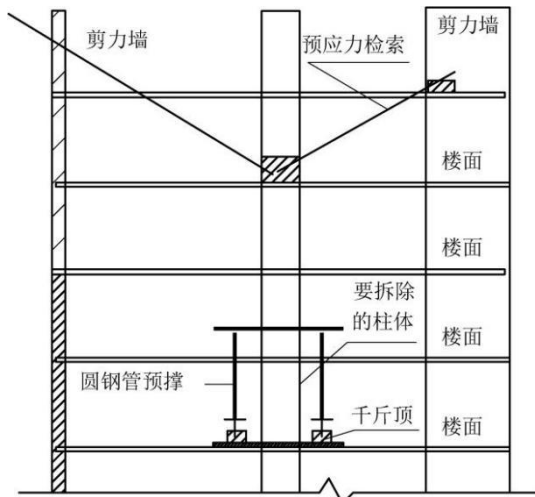


图 1 承重柱现场置换施工示意

3.3 承重柱置换加固法的构造设计

(1) 为满足置换后承重柱的强度要求，替换构件强度设计指标应大于原构件设计标准，具体设计按混凝土强度标号至少大于一个等级标准设计；

(2) 用于置换圈梁或板的混凝土构件，其混凝土浇

筑有效厚度不应低于 45mm ，混凝土强度等级不低于 C35 级；

(3) 置换构件制作采用现场支模和现浇混凝土方式，做好混凝土振捣密实，同时严格控制浇筑厚度，现场测定指定龄期下的混凝土强度，确保实测强度满足加固设计要求；

4 住宅混凝土结构加固施工工艺

4.1 混凝土构件置换加固处治工艺概述

具体加固处治工艺流程见下图 2：

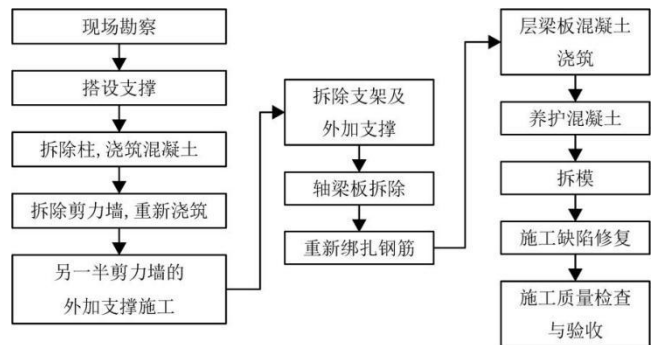


图 2 置换加固法施工流程

4.2 混凝土构件置换加固处治施工过程

(1) 经项目实地勘查后，编制脚手架搭设方案，满足施工人员作业要求；

(2) 脚手架采用满堂支架形式，为保证支架强度，不允许出现接头，支架高度及强度应满足施工作业空间及人数要求；

(3) 为保证支架在纵向和横向的抗变形刚度，应设置 X 型“剪刀撑”，X 型杆体搭接长度应满足规范要求，搭接长度不低于 1.1m ，搭接区域布设至少 3 套扣件，确保在荷载条件下的稳定性。

(4) X 型“剪刀撑”与加固构件间增设钢制顶托，“剪刀撑”及钢制顶托布设示意图 3、4：

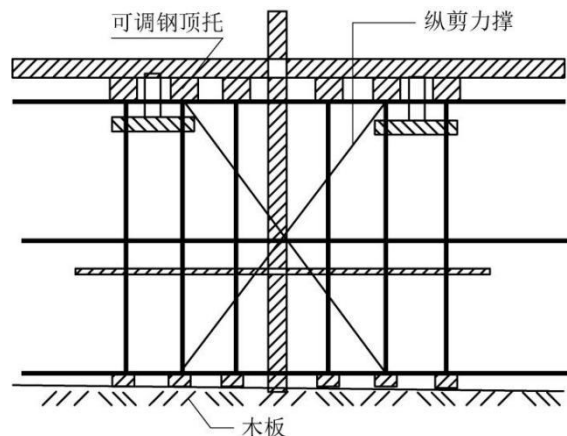


图 3 加固施工脚手架支设示意

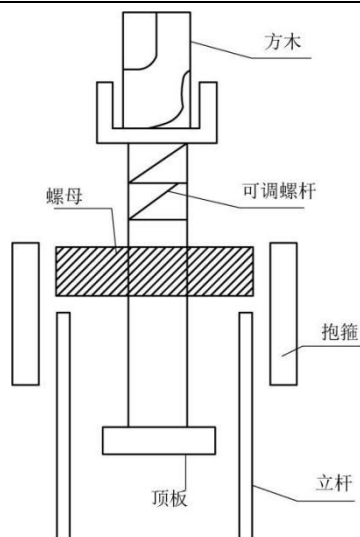


图4 钢制顶托布设大样图

4.3 承重柱置换加固施工过程

(1)为满足混凝土住宅结构整体的稳定性和承重功能,在置换前应先进行临时支撑设施的搭设施工,预应力钢绞线张拉至指定荷载强度,确保原有承重柱拆除后混凝土框架结构的稳定性;

(2)在钢绞线张拉控制的基础上,通过布设千斤顶代替原有承重柱,形成新的支撑系,新的支撑系由千斤顶和预应力钢绞线组成;

(3)为满足预应力钢绞线张拉需求,需将锚固段提前埋设至承重柱内部,并采用高强螺栓紧固,确保预应力张拉有效,同时避免预应力损失。

4.4 混凝土框架结构剪力墙置换施工过程

本次混凝土结构加固施工过程中,剪力墙结构加固施工过程如下:

采用千斤顶、钢梁搭设临时支撑系,以满足剪力墙原承载要求;

(2)经现场勘查发现,该住宅混凝土结构剪力墙局部存在混凝土破损病害,受混凝土保护层缺损影响,剪力墙内钢筋出现锈蚀病害,现场采用冲击钻对局部破损混凝土进行清理,对锈蚀钢筋进行打磨除锈。

(3)混凝土浇筑:①支设承重柱混凝土浇筑模板,顶部预留浇筑孔道;②当剪力墙后浇混凝土强度达到设计标准的80%后,拆除模板并对浇筑孔附近的混凝土进行打磨,保证混凝土结构表面的平整性;

(4)采用钢制顶托紧固剪力墙两端后,拆除模版。

4.5 住宅结构混凝土梁、板置换加固施工过程

(1)拆除12层梁、板结构,在结构外侧按2.1m间隔布设临时支撑系,满足结构整体承载要求,再增设剪力墙作为永久支撑结构。临时支撑系施工完毕后,按“先板后梁”的顺序拆除梁、板结构,为方便拆除,可将横梁切割为多段,分别移除。

(2)对11层梁、板结构进行加固处治,增设钢制承托满足支撑要求,在原有结构基础上支设模板,下钢筋笼后现浇混凝土,混凝土强度较原结构高一个等级,浇筑完工后,养护12d后拆模。

(3)拆除12层梁、板结构,在增设的剪力墙底部预埋尺寸为 $1.1\text{m}\times 1.1\text{m}\times 6\text{mm}$ 的钢板,并与剪力墙底部连接。

5 结论

综上所述,随着服役年限的增长,在荷载、外部环境的长期影响下,混凝土住宅结构容易出现各类结构性和非结构性病害,不同程度地影响住宅的正常使用,采用合理的加固处治工艺,能够保证住宅在满足基本居住功能的前提下,最大程度延长使用寿命。本文以某住宅加固处治项目为案例,重点介绍了构件置换法在住宅加固中的应用,并得到以下结论:

(1)构件置换法能够从根本上解决混凝土住宅的结构性病害,采用强度等级更高的构件代替原有构件,对于提高住宅整体的承载强度和荷载稳定性具有重要意义;

(2)置换法施工难度小、处治效果显著,但容易在新旧构件交界面出现新病害;

(3)置换法需加强临时支撑系的可靠性,避免因卸载引发结构整体失稳,造成严重事故。

参考文献

- [1]于建荣.混凝土建筑结构施工质量控制与加固改造技术[J].中国建筑金属结构,2025,24(04):187-189;
- [2]王立民.混凝土结构中的新型加固材料及相关技术研究[J].居舍,2025,(04):64-66;
- [3]徐斌,刘坤,王佳姿.粘贴纤维复合材进行混凝土受弯构件正截面加固技术分析[J].工程建设与设计,2025,(01):13-15;