

房屋建筑结构加固设计及施工技术应用分析

何焱亮

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化由大规模的新建向以存量更新为主的发展趋势转变,对既有建筑进行加固改造的需求逐渐增多。建筑物经过较长时间的使用后,由于建筑材料的老化、环境因素的影响以及使用功能的变化或是提高抗震设防的要求等都会使建筑物原有的结构性能下降从而带来一定的危险性。而结构加固是改善建筑物的使用寿命、安全性和抗震能力的有效方法,因此结构加固的设计及施工的质量直接影响到整个加固工程是否成功。本文以结构加固技术在房屋建筑工程中应用为基础,针对目前加固施工过程中存在的问题进行探讨,对结构整体性设计、基于性能的间接加固设计、砖混结构优化等方面的设计要点进行介绍,并对混凝土构件加固、外包型钢与粘钢加固、碳纤维复合材料加固、地基基础加固及刚柔结合防水等施工技术进行论述,以期为类似项目起到一定的借鉴意义。

[关键词]结构加固;整体性设计;碳纤维复合材料;外包型钢;施工技术

DOI: 10.64635/ja.2026.1089

中图分类号: TU746

文献标识码: A

Analysis of Reinforcement Design and Construction Technology Application in Building Structures

He Yanliang

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang 050000, Hebei, China

Abstract: With the shift in urbanization from large-scale new construction to a development model focused primarily on the renewal of existing building stock, the demand for the reinforcement and renovation of existing buildings has been steadily increasing. After a long period of service, the original structural performance of buildings may deteriorate due to material aging, environmental influences, changes in functional requirements, or the need to enhance seismic fortification performance, thereby creating certain safety risks. Structural reinforcement is an effective means of improving the service life, safety, and seismic resistance of buildings. Therefore, the quality of reinforcement design and construction directly affects the success of the entire reinforcement project. Based on the application of structural reinforcement technology in building engineering, this paper discusses the problems currently existing in the reinforcement construction process, introduces key design points such as overall structural integrity design, performance-based indirect reinforcement design, and the optimization of brick-concrete structures, and further elaborates on construction technologies including reinforcement of concrete members, encased steel and bonded steel reinforcement, carbon fiber composite reinforcement, foundation reinforcement, and rigid-flexible combined waterproofing. The study is intended to provide useful reference for similar projects.

Keywords: structural reinforcement; overall integrity design; carbon fiber composites; encased steel; construction technology

引言

随着建筑物使用时间的增长,房屋结构也会出现由于材料老化、性能下降而带来的问题,会对建筑物安全性和稳定性造成影响。而且由于地震等自然灾害频繁发生,对建筑物提出更高的抗震要求。另外由于建筑技术和规范不断提高和完善,旧有的建筑很难达到现在新的安全要求以及功能和外观的要求,在这种情况下,结构加固就显得十分重要,它不仅可以让恢复及提高已损坏或质量较差建筑物

结构强度,还可以让建筑符合新要求。通过对科学合理加固,可以使建筑物使用寿命得到延长,避免由于建筑物结构破坏所带来的危险性与经济上的损失,使得人们生活在一个更安全舒适环境中。本文主要对房屋建筑结构加固设计以及施工技术进行研究探讨,在此基础上总结经验教训并提出建议,以便更好地应用于实际工作中。

1 结构加固技术在房建工程中的作用

结构加固技术对于房屋建筑工程具有重要作用。第

一，加固可以有效提高建筑物安全性和耐久性。由于时间久远，建筑物中部分材料已经老化，构件出现不同程度破坏，在此基础上进行加固后可以使建筑物具备更好安全性以及更长寿命。第二，加固可以解决因改变用途或者提高抗震设防标准造成的原有建筑不能达到新要求的问题，合理加固可以使建筑得以重新利用。结构加固不仅可以恢复及改善已有建筑物结构性能，增加其承重以及抗震性能，还可以使建筑物符合新的设计标准及使用功能要求。从整体来看，结构加固是符合节约资源以及绿色发展理念的。相比于拆除重建，加固可以大大降低建筑废弃物的数量，节省建筑材料，有明显的经济效益和社会效益，在某种程

度上，结构加固不只是一个技术问题，也是为了使建筑物能够被有效利用以保护人民的生命财产安全。

2 建筑结构加固施工中存在的问题

虽然结构加固技术日益完善，但是在实际工程中仍然有许多因素影响加固效果，在设计、施工、管理等各个环节都存在这些问题并且互相关联，从而导致加固效果不佳甚至产生新的隐患。设计不合理主要是由于对原有建筑物了解不够全面，假设条件与实际情况不符；施工人员技术水平差体现了专业培训不到位，施工管理不严包括监管不到位以及落实情况差。下面列举了几种常见的加固施工中存在的主要问题及其表现和带来的危害。

表 1 建筑结构加固施工中存在的问题分析

问题类型	具体表现	可能导致的后果
设计不合理	计算模型与现场实际情况不符；节点构造内容不足；未考虑新旧结构共同工作的能力	加固后受力路径不明确；新旧结构连接失效；承载力提升达不到预期
施工人员技能不足	未按要求做界面处理；钢筋植筋深度不够；加固材料施工方法不当	加固层空鼓、剥离；锚固失效；结构存在安全隐患
施工管理不严	材料保存不好造成性能降低；工序混乱（比如未卸载就进行加固等）；缺少质量管理等。	材料性能不达标；施工期间存在安全风险；加固效果难以保证

3 房屋建筑结构加固设计要点

3.1 结构整体性设计

结构整体性是加固设计基本原则，在此基础上进行新旧结构协同工作整体受力体系设计。加固不是单纯增加某一部分强度或者刚度问题，而是从整个结构出发，分析结构在荷载作用下整体反应情况。在整体性设计中，应使用结构分析软件建立整体模型，对加固后结构进行计算，找出其中薄弱部位^[1]。对于刚度过低结构，可采用增加钢筋混凝土剪力墙、加大剪力墙与框架柱截面面积等方法来增强结构刚度及承载能力，但应注意改变刚度比值，防止由于局部加强引起刚度变化而产生新的薄弱层。结构设计整体性思维方式以及具体的手段方法对于开阔结构工程师们在实际工程设计中的思路具有一定的指导作用，在整体性设计中还应注意地基基础与上部结构共同作用问题，加固后结构自重增大可能会给地基带来更大的负担，应验算其地基承载力，必要时应对地基同时进行加固处理。

3.2 基于性能的间接加固设计

基于性能的加固设计理念已广泛应用于工程中，即根据不同震级对结构提出的要求，有针对性地进行加固，使得结构在多遇地震、设防地震以及罕遇地震下满足一定的功能要求。而间接加固方法就是一种有效的途径，通过对结构传力路线或者增加辅助件等来改善整个结构的抗震性能而不是单纯地增强某一部分的抗力大小。间接加固设

计的重点就是明确原有结构受力状态并正确选择新添加部件的比例。在性能化设计中，可采用“小震下采用综合抗震能力指数+构件抗震承载力验算、大震下进行性能化结构设计”的方式保证结构在不同烈度地震下的安全，在设计中还应考虑新加部件与原有结构之间的连接节点以使二者在地震作用下发挥协同作用，达到加固目的。

3.3 砖混结构与承重体系的设计优化

砖混结构是我国现有建筑物数量最多的一种类型，在对其进行加固时难度较大、要求较高。此类建筑一般都存在混凝土梁柱与砌块墙之间结合部位较弱以及二者之间的硬度相差较大等问题，而且抗震能力较差，因此在进行加固设计时应主要考虑如何使两者共同工作的问题，也就是砌块墙片与混凝土构件之间能够共同受力。对承重墙体加固可以采用钢筋混凝土板墙或者钢筋网水泥砂浆方法提高其抗剪能力和延性，但是板墙必须与原有的墙体有可靠连接才能保证新旧部分整体一致。现有砖混结构房屋大空间改造过程中不可避免的要拆除部分砖砌体承重墙体，使一部分砖墙承重结构转变为梁、柱承重框架结构而改变原有受力模式，在这种情况下就需要有可靠加固方法保证新形成的承重梁及柱子安全使用^[2]。对于需要拆除承重墙的大空间改造项目可以采用夹梁托换法，在新增加托梁下部支撑两根柱子上部荷载防止墙肢悬空，同时也要考虑对砖混结构进行加固时要校验其基础承载能力，因为经过加

固后墙体自重增大,可能会给地基带来较大压力,所以有时还要加厚或加深基础。

4 房屋建筑结构加固施工关键技术分析

4.1 混凝土构件加固施工技术

混凝土构件加固是传统的、最常见的加固方式,主要有增大截面法及置换混凝土法,可用于梁、柱、墙等各种构件加强。增大截面法是在原有构件外部增加新的混凝土并在其上布置钢筋来提高构件承载能力和刚度,在混凝土框架结构中使用增大截面法可以达到对结构构件刚度和承载能力提升的效果,而且由于框架本身固有频率发生变化从而提高其整体稳定性因此通常用于混凝土结构中的柱子、梁、板部位,在施工时应注意对构件进行清理工作,原有混凝土必须打磨并清洗干净之后再涂刷界面剂以便保证新旧混凝土之间粘结良好;新浇筑混凝土强度等级应高于原构件一个等级,增加截面尺寸需符合相关规定。置换混凝土法用于部分混凝土强度较低或者存在较大缺陷区域,在施工过程中必须做好临时支撑工作,分区分片进行拆除与浇筑,防止结构发生意外情况,拆除范围边缘要加工成规则形状,新老混凝土结合面应清理干净并且涂抹界面剂。混凝土加固完成之后要进行保养,使混凝土强度正常增长直至满足设计强度要求才能移除支撑。

4.2 外包型钢与粘钢加固技术

外包型钢加固法是在构件外面包角钢或钢板,和原有结构形成一个整体受力,简单易操作并且效果显著。外包型钢加固法是可靠而且可以大幅度增强原结构承载能力和抗震能力一种方法。在外粘型钢加固中,角钢厚度不能少于5mm,角钢边长对于梁来说至少为50mm,对于柱来说至少为75mm。沿梁、柱轴向每隔一段距离设置一块由扁钢制成的缀板与角钢焊接固定,缀板宽度不应低于40mm,厚度不应低于4mm,其间距不宜大于500mm,在节点处须加密。外包钢两端要可靠连接及锚固,柱角钢单边插入基础内,另一边延伸至上一层楼板底;梁角钢与柱角钢焊接连接。施工前需对原有构件棱角进行倒钝处理,以方便型钢与混凝土接触后能够粘接^[3]。粘钢即是采用在混凝土表面粘贴钢板进行加固,粘钢操作简便、施工设备较少,只需一定的施工技术以及工具即可完成施工并且具有良好的抗剪、抗拉性能。粘钢施工时混凝土强度等级不应低于C15,表面抗拉粘结强度不应小于1.5MPa,钢板粘贴前必须除锈,用高强度环氧类粘合剂,使混凝土与钢板成为一体。

4.3 碳纤维复合材料(CFRP)加固技术

碳纤维复合材料是一种新型结构加固材料,其质量

轻、强度高、防腐蚀、施工方便等特点,在结构加固中被广泛采用。碳纤维布粘贴法相比于其他加固方法可以最大限度减少对原有结构的影响,在满足设计要求的情况下与原结构一起承受外力作用;而且自身质量轻、体积小、施工简单快捷,在施工上较为简单快速。在对结构进行加固时,在碳纤维受拉方向或者与裂缝垂直方向涂刷环氧树脂粘结剂后粘贴到构件相应位置上,从而构成一个新的受力整体,使原来的钢筋混凝土结构构件以及碳纤维材料一起抵抗外力的作用,从而使结构具有更好的抗剪能力和防裂缝能力。试验显示,用碳纤维加固的构件相比于钢筋混凝土梁的开裂、屈服以及极限载荷分别增加了64.7%~152.9%,105.7%~192%,65.4%~131.2%。对CFRP加固施工的重点是做好界面工作,在此基础上打磨原有的混凝土表面使之成为坚固的基础并修补损坏处之后,再涂刷底层涂料和平整剂,最后铺设碳纤维布并赶出其中的空气使浸渍液完全渗透到纤维中去;如果需要多层贴合则要在前一层手指触摸干燥后再继续下一道工序。

4.4 地基与基础加固技术

地基基础加固是房屋加固的重点也是难点,施工场地狭窄,地下情况不明,难度大,要求高,需严格把握。常用的基桩基础加固方法有扩大基础法、锚杆静压桩法、注浆加固法等,要结合现场实际情况选择合适的加固方案。注浆法是将一定固结剂注入土层空隙或者裂缝中,改变其物理力学特性,起到止水、堵漏、加固及纠偏的作用;当地基承载力不足或存在较大不均匀沉降时可采取复合托换的方式,在原有基础上增设微型桩群后增大旧基础尺寸,从而使微型桩、旧基础以及增大部分成为一个整体,共同增强基础的整体性和地基承载力。基础加固施工必须注意施工顺序以及速度,做好沉降观测工作,保证建筑物的安全。

4.5 辅助技术:刚柔结合防水技术在加固中的应用

在结构加固工程中,防水常被忽略,而渗水会对加固成果以及结构耐久性造成不良影响,在地下室、屋面上等地方,防水的质量直接影响到加固的效果。刚柔结合防水技术可有效解决加固工程中的防水难题,它是把刚性防水和柔性防水结合起来,各取所长,形成一道道防线的多层次防水措施^[4]。相比于传统的单一防水方法,刚柔结合防水更具有耐老化性能优异、抗腐蚀能力良好、与基层粘结牢固、施工便捷等特点,特别适合加固工程中一些复杂的接头处或者有较大位移的地方进行防水处理。在加固工程中使用刚柔结合防水应注意与新添加结构层配合,使防

水层能够适应结构变形而不破坏，刚性防水层要密实平整，柔性防水层要搭接牢靠，在阴角、阳角部位要做加强措施等。表2列出了几种常用加固方法的主要优缺点。

表2 主要加固施工技术对比分析

技术名称	主要原理/材料	核心优点	主要局限性	适用场景举例
混凝土构件加固	增大截面、置换混凝土	刚度提升明显；工艺成熟可靠	湿作业多；增加自重较大；工期长	梁、柱、墙承载力严重不足
外包型钢加固	角钢/钢板包裹原构件	承载力提升快；施工简便周期短	需防腐防火处理；节点处理要求高	柱加固；梁斜截面加固
碳纤维复合材料加固	环氧树脂粘贴碳纤维布	轻质高强；耐腐蚀；不影响净空	不耐火；弹性模量相对较低	梁板抗弯抗剪；抗震加固
地基基础加固	注浆法、复合托换等	从根源解决沉降问题；效果显著	地下施工难度大；成本较高	不均匀沉降；承载力不足

5 结语

房屋建筑结构加固是复杂工作，包括检测鉴定、设计优化、选材、施工等。从文中可以看出，结构加固对提高建筑物安全可靠度、满足使用要求以及节约资源等方面起到很大作用，在城市更新与旧有建筑改造中起着至关重要的作用。而在实际加固施工过程中存在设计不合理问题、施工人员技术水平不高、管理不到位等情况，因此要从加强勘察设计工作、提高从业人员业务水平、严格质量管理等方面入手进行改进。在设计上，要注重结构整体性和采用以性能为目标的间接加固方法，对如砖混结构等特殊类型进行适当处理。从施工角度，混凝土加固、外包型钢、碳纤维复合材料、地基基础加固、刚柔结合防水等方法都有各自优点及适用场合，在实际工程中应结合实际情况选择合适的方法。今后应更加注重加固理论与工程应用相结合，

使加固技术更趋于标准化、精细化、绿色化，促进我国建筑业的发展。

[参考文献]

- [1]王来祥.房屋建筑结构加固设计及施工技术的应用研究[J].房地产世界,2024(03):158-160.
 - [2]张雷.房屋建筑结构加固设计与施工技术的应用[J].居舍,2022(11):65-67.
 - [3]浦绍武.房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用[J].工程建设与设计,2020(14):23-24.
 - [4]刘文艳.房屋建筑结构加固设计与施工技术研究[J],工程抗震及加固改造,2023,45(06):180.
- 作者简介：何焱亮（1993.11—），毕业院校：唐山学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：九易庄宸科技（集团）股份有限公司，职务：工程师，职称级别：中级。