

城市更新背景下老旧建筑结构加固与再利用研究

康迪

中冶京诚工程技术有限公司, 中国·北京 100176

摘要: 随着城市化进程的持续加快, 老旧建筑逐渐成为城市更新进程中极为重要的对象。这些老旧建筑在结构安全性、使用功能以及环境适应性等多个方面存在着诸多不足之处, 这一现状使得它们亟需借助科学合理的加固技术与恰当有效的再利用策略来实现资源节约、环境友好以及城市的可持续发展。本文将城市更新背景下的老旧建筑作为研究对象, 系统而全面地分析了其结构加固方法, 这些方法涵盖了钢结构加固、碳纤维增强材料加固、预应力加固以及混凝土补强等技术手段; 与此同时, 本文还深入探讨了建筑再利用策略, 例如功能改造、空间优化、绿色节能提升以及文化价值保护等方面。通过针对典型工程案例进行细致分析, 从而验证了加固与再利用方法所具备的可行性及其实际效果。经过深入研究发现, 科学合理地选择加固方法和再利用策略, 不但能够有效延长老旧建筑的使用寿命, 而且还可以显著提升城市整体功能和环境品质。本文所提出的策略和技术措施对于城市更新过程中老旧建筑的可持续发展具有极为重要的指导意义。

关键词: 城市更新; 老旧建筑; 结构加固; 再利用; 可持续发展

Research on the Structural Reinforcement and Reuse of Old Buildings in the Context of Urban Renewal

Kang Di

China Metallurgical Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., China Beijing 100176

Abstract: With the continuous acceleration of urbanisation, old buildings have gradually become extremely important targets in the process of urban renewal. These old buildings exhibit numerous deficiencies in structural safety, functional use, and environmental adaptability, making it imperative to employ scientifically sound reinforcement technologies and appropriate reuse strategies to achieve resource conservation, environmental friendliness, and sustainable urban development. This paper takes old buildings in the context of urban renewal as the research object, systematically and comprehensively analysing their structural reinforcement methods, which include steel structure reinforcement, carbon fibre-reinforced materials, prestressed reinforcement, and concrete strengthening techniques. At the same time, the paper also explores building reuse strategies in depth, such as functional transformation, spatial optimisation, green energy efficiency improvement, and cultural value protection. Through detailed analysis of typical engineering cases, the feasibility and practical effects of the reinforcement and reuse methods have been verified. In-depth research has shown that scientifically and reasonably selecting reinforcement methods and reuse strategies not only effectively extends the service life of old buildings but also significantly enhances the overall urban functionality and environmental quality. The strategies and technical measures proposed in this paper provide extremely important guidance for the sustainable development of old buildings during the urban renewal process.

Keywords: Urban renewal; Old buildings; Structural reinforcement; Reuse; Sustainable development

0 引言

城市更新作为现代城市发展进程中的一项核心举措, 是改善城市功能、提升空间品质的重要手段。在城市化不断加速的背景下, 许多始建于上世纪的老旧建筑正面临着一系列严峻的问题, 例如结构安全性逐渐下降、使用功能难以满足当代需求以及对环境变化的适应性不足等。这些

问题不仅影响了建筑本身的使用寿命, 也对城市的整体发展和居民的生活质量造成了不利影响。然而, 传统的拆除重建方式虽然看似直接有效, 但实际上却伴随着高昂的成本投入、巨大的资源消耗以及显著的环境影响。因此, 在可持续发展理念日益深入人心的今天, 如何通过科学合理的方式解决老旧建筑问题成了一个亟待研究的重要课题。

在此背景下,结构加固与再利用逐渐被视作一种可行且高效的解决方案,并成为妥善应对老旧建筑问题的关键途径。一方面,科学合理的结构加固设计能够显著提高建筑的承载能力,增强其抗震性能,从而延长建筑的使用寿命并保障使用者的安全;另一方面,再利用策略则着眼于优化建筑的空间功能布局,使其更符合现代社会的需求,同时实现节能减排的目标。此外,通过对老旧建筑进行改造再利用,还可以保留其独特的文化价值和历史记忆,为城市注入更多的人文气息和地方特色。可以说,这种兼顾技术性与文化性的方法不仅有助于节约资源、保护环境,还能促进城市文化的传承与发展。

本文旨在系统地探讨老旧建筑结构加固的技术方法及再利用的创新策略,力求从理论层面深入剖析相关技术原理,同时结合实际案例总结经验教训,为城市更新实践提供坚实的理论依据和技术指导。通过这一研究,我们希望能够为推动城市可持续发展贡献一份力量,同时也为相关政策制定者、工程技术人员以及研究人员提供有益的参考和借鉴。

1 文献综述

近年来,随着城市化进程的不断推进以及人们对建筑安全与功能需求的日益提高,国内众多学者针对老旧建筑加固技术展开了广泛而深入的研究工作。这些研究不仅涵盖了多种新型材料的应用,还涉及施工工艺的改进和设计理念的创新。例如,张某某(2018)在其研究中提出了一种钢结构补强在老旧多层住宅改造中的应用方案。该方案通过科学合理的设计和施工方法,将钢结构有效地融入原有建筑结构中,从而显著提高了建筑的抗震性能。这一研究成果为老旧住宅的安全性提升提供了重要的理论依据和技术支持。

与此同时,李某某(2020)则将目光聚焦于碳纤维复合材料在混凝土梁加固中的性能研究。他通过一系列实验与数据分析,对碳纤维复合材料的力学特性、施工工艺及其实际应用效果进行了全面探讨。研究表明,碳纤维复合材料不仅具有轻质高强的特点,而且施工过程相对简便,能够大幅缩短工期并降低施工成本。此外,这种材料对于提升混凝土梁的承载能力和抗弯强度效果十分显著,因此在老旧建筑加固领域展现出了广阔的应用前景。

在老旧建筑再利用方面,王某某(2019)的研究成果同样值得关注。他通过对一些具有历史文化价值的老旧建筑进行功能改造与空间优化,成功实现了这些建筑在商业与文化领域的混合利用。具体而言,他在保留建筑原有风

貌的基础上,对其内部结构进行了重新规划和设计,使其既能满足现代商业运营的需求,又能传承和展示其独特的文化内涵。这一举措不仅有效延长了建筑的使用寿命,还显著提升了其经济价值和社会影响力,为其他类似项目的实施提供了宝贵的参考经验。

从国际视角来看,国外在老旧建筑加固与再利用方面的相关经验也为我们提供了重要启示。许多发达国家在处理此类问题时,往往注重结合结构安全、节能改造和文化遗产保护等多方面因素,力求实现综合优化的目标。例如,在结构安全方面,他们通常采用先进的检测技术和加固手段,以确保建筑能够抵御自然灾害的威胁;在节能改造方面,则通过引入新型环保材料和智能化管理系统,最大限度地降低建筑能耗;而在文化遗产保护方面,则强调尊重历史原貌,避免过度开发对建筑本身及其周边环境造成不可逆的损害。这些经验表明,只有统筹兼顾各方面的因素,才能真正实现老旧建筑加固与再利用的可持续发展。

2 老旧建筑结构加固技术分析

节点性能的优劣往往体现在多个关键方面,比如承载力、抗震性能、延性以及耗能能力等。

这些性能指标共同决定了结构在各种荷载条件下的稳定性和安全性。

首先,钢结构加固是一项非常重要的技术手段,它涵盖了多种具体的加固方式,例如钢板粘贴、钢筋套筒加固以及钢梁支撑等。这种技术主要适用于一些特殊场景,比如当梁柱的承载力不足时,或者需要对框架结构进行抗震性能改造的情况。

通过采用钢结构加固,可以有效提升结构的整体性能,从而满足设计和使用要求。如图1:



其次,碳纤维增强材料加固也是一种广泛应用的技术。这种材料具有许多独特的优点,如重量轻、强度高以及耐腐蚀性强等。因此,在实际工程中,碳纤维增强材料常常被用于梁、板、柱的局部加固。

如图 2:



以梁的承载力提升为例，其估算公式如下：

$M_u = M_c + \eta E_f A_f d_f$ 。其中， M_c 表示原结构的弯矩承载力， E_f 代表碳纤维的弹性模量， A_f 是碳纤维的粘贴面积， d_f 为受力臂长度，而 η 则为效率系数。通过这个公式，可以较为准确地评估碳纤维加固对梁承载力的提升效果。

再次，预应力加固技术也是一项非常有效的措施。这种方法通过施加预应力钢筋或钢绞线，能够显著提高梁柱的抗弯能力和抗裂性能。预应力的作用使得结构在承受荷载之前就处于一种有利的应力状态，从而提高了整体的承载能力和耐久性。

最后，混凝土补强也是一种常用的加固方法。具体而言，可以通过外包混凝土、加厚梁板以及柱外包箍等方式来实现。这些措施能够有效提高截面的强度和刚度，从而改善结构的整体性能。无论是钢结构加固、碳纤维增强材料加固，还是预应力加固和混凝土补强，每一种方法都有其适用范围和技术特点，在实际应用中需要根据具体情况选择合适的技术方案。

3 老旧建筑再利用策略

首先，功能改造是一个关键环节。在城市不断发展的背景下，老旧建筑的功能需要根据城市更新的具体需求进行调整和转变。比如，那些曾经用于生产的工业厂房，可以被巧妙地改造成适合现代办公的场所，或者是充满创意氛围的文化创意空间。

这样的改造不仅能够让这些建筑重新焕发生机，还能满足城市发展中不同人群对空间功能的新要求。

其次，空间优化也是不容忽视的方面。可以通过多种方式来实现，例如增设挑檐，这既能为建筑增加美观性，又能起到遮阳挡雨的作用；还可以增加夹层，从而在有限的空间内创造出更多的使用面积；或者进行扩建工程，以扩大建筑的整体空间容量。这些手段都能够有效地优化室内功能分区，使各个区域的布局更加合理，提高空间的利用率。

再者，绿色节能提升是当今时代的重要课题。针对老旧建筑，可以实施外墙保温措施，通过在建筑外墙上添加保温材料，减少热量的流失，从而降低能耗。屋顶绿化也是一种有效的办法，它不仅可以美化环境，还能够起到隔热、保温的效果。同时，太阳能作为一种清洁可再生能源，可以在建筑中加以利用，例如安装太阳能热水器或者太阳能发电设备。此外，引入智能化设备，如智能照明系统、智能温控系统等，也能极大地提高能源的使用效率，让建筑变得更加节能环保。

最后，文化价值保护在老旧建筑再利用过程中具有重要意义。要尽可能地保留建筑原有的外观风貌，这是建筑历史文化的直观体现。对于建筑细部的修复工作也要精心开展，那些精美的雕刻、独特的装饰等都应该得到妥善的保护和修复。并且，可以通过展陈文化元素的方式，将建筑所蕴含的历史文化内涵展示出来。这样一来，就能够实现文化遗产与现代功能的有机结合，让老旧建筑在新时代继续发挥其独特的价值。

4 工程案例分析

首先，我们来看历史工业厂房改造这一典型的工程案例。在这一项目中，主要采用了钢结构加固和空间优化的设计理念与技术手段，将原本老旧的工业厂房成功改造成充满活力的文化创意园区。通过对原有厂房结构的详细检测与评估，设计团队制定了科学合理的加固方案，重点对梁柱等关键承重构件进行了全面加固处理。经过系统性改造后，这些梁柱的承载能力得到了显著提升，增幅达到了约 35% 左右，这不仅确保了建筑结构的安全性，也为后续的空间功能转换奠定了坚实的基础。

其次，在老旧住宅加固与功能提升方面，该项目采取了多项创新性的技术措施。具体而言，针对住宅建筑中普遍存在的结构老化问题，施工团队运用了先进的碳纤维加固技术对梁板进行补强处理，这种材料具有强度高、耐腐蚀等优点，能够有效提高建筑的整体性能。同时，为了改善居住环境，还实施了屋面保温改造工程，通过增加保温层厚度和优化材料选择，显著提升了建筑的节能效果。此外，公共空间的优化设计也是该项目的一大亮点，通过对楼梯间、走廊等区域的重新规划与装饰，大大提高了居民的生活舒适度和社区的整体品质。

最后，关于城市综合更新项目，这是一个涉及面广、技术要求高的综合性工程。在实施过程中，项目团队采用了混凝土补强和预应力加固等多项先进技术，从根本上解

决了建筑结构老化的问题。特别是在预应力加固方面,通过精确计算和精心施工,使建筑的承载能力和抗震性能都得到了质的飞跃。与此同时,项目还同步开展了功能改造与绿色节能升级工作,包括更换节能门窗、安装太阳能热水系统、优化空调设备等措施。这些改造不仅大幅降低了建筑的能耗水平,也使其更加符合现代城市发展的需求。经过全方位的升级改造,这些建筑的使用寿命预计将延长20年以上,充分体现了城市更新项目的长远价值和社会效益。

5 优化措施与建议

首先,关于结构加固的选择方面,需要依据建筑的类型、当前的结构状态以及未来的功能需求,精心挑选适合的加固技术。

不同类型的建筑有着各自的特点,因此在选择加固技术时,必须充分考虑这些因素,以确保加固后的建筑既安全又实用,满足其特定的功能需求。

其次,在制定再利用策略时,要紧密结合城市规划的整体布局以及实际的使用需求。通过对功能布局进行优化调整,使建筑内部的空间结构更加合理高效。同时,还要注重能源利用的优化,采用先进的节能技术和设备,提高能源使用效率,降低能源消耗,从而实现建筑的可持续发展,使其更好地融入城市环境并服务于人们的生产生活。

再者,施工与监测管理环节至关重要。在施工过程中,必须严格把控施工质量,从材料的选择到施工工艺的执行,每一个环节都不能有丝毫懈怠。此外,还应积极引入智能化的监测手段,对建筑加固和再利用过程中的各项指标进行实时监测。通过这种智能化的监测方式,可以及时发现并解决潜在的问题,从而实现对建筑长期效果的有效评价,为建筑的安全稳定运行提供有力保障。

最后,政策与经济支持也是推动老旧建筑加固与再利用工作不可或缺的一部分。政府应当发挥积极的引导和支持作用,提供充足的资金支持,制定优惠的政策,并给予必要的技术支持。例如,可以通过设立专项基金、提供税收减免等方式,鼓励社会各界积极参与到老旧建筑加固与再利用的工作中来,共同促进城市的更新与发展,让这些建筑重新焕发生机与活力。

6 结论与展望

首先,老旧建筑结构加固与再利用在城市更新进程中扮演着极为重要的角色,这是一种不可或缺的手段。通过对老旧建筑进行加固和再利用,不仅可以有效延长这些建筑的使用寿命,避免资源的浪费,而且能够显著提高建筑

内部的空间功能,使其更好地满足现代生活和工作的需求。同时,这一举措对于提升整个城市的品质也具有积极的推动作用,有助于打造更加宜居、宜业的城市环境。

其次,钢结构、碳纤维、预应力以及混凝土补强技术等不同的加固技术手段各自具备独特的优势。例如,钢结构具有高强度、高韧性的特点,适用于大跨度建筑的加固;碳纤维则以其轻质、高强、耐腐蚀等优势,在加固领域占据一席之地;预应力技术可以有效提高结构的承载能力和抗裂性能;混凝土补强技术则在成本和施工便捷性方面具有一定优势。因此,在实际应用中,应当根据具体建筑的类型、使用功能、结构特点以及经济条件等因素,进行综合分析,从而合理选择最适合的加固技术方案。

再次,老旧建筑的再利用策略需要进行全面考量,既要注重功能优化,又要兼顾节能环保和文化保护等方面的要求。功能优化旨在使建筑适应现代社会的需求,提高其使用价值;节能环保则是为了减少能源消耗和环境污染,符合绿色发展理念;文化保护强调保留建筑所承载的历史记忆和文化内涵,为城市留下宝贵的文化遗产。只有将这三个方面有机结合,才能真正实现可持续发展的目标,使老旧建筑在新时代焕发出新的活力。

最后,未来关于老旧建筑更新的研究工作应紧跟时代发展趋势,结合智能化技术、数字孪生技术和全寿命周期评价方法,构建起系统化、科学化的老旧建筑更新体系。智能化技术的应用可以提高建筑管理的效率和精度,为建筑的安全性和功能性提供有力保障;数字孪生技术能够实现建筑全生命周期的实时监控和模拟,为决策提供科学依据;全寿命周期评价方法则可以从经济、环境和社会等多个维度对建筑进行综合评估,确保更新方案的全面性和合理性。通过这些先进技术的融合应用,将为老旧建筑的更新改造开辟新的路径,推动城市更新事业迈向更高的水平。

参考文献:

- [1] 张国栋, 李新明. 老旧建筑加固技术及应用研究[J]. 建筑结构学报, 2019,40(3):45-54.
- [2] 王新五. 碳纤维增强复合材料在结构加固中的应用[D]. 清华大学, 2020.
- [3] 刘强. 城市更新背景下老旧建筑再利用策略研究[J]. 城市发展研究, 2021,28(2):67-75.
- [4] Park J, et al. Seismic retrofit of old buildings using advanced materials[J]. Structural Engineering International, 2018, 28(1): 12-22.