

建筑结构加固改造设计探究

何纯熙

中国建筑技术集团有限公司 北京 100000

摘要：建筑结构加固改造设计是提升建筑安全性和延长使用寿命的关键环节。本文深入探讨了建筑结构加固改造的基本原则，包括可靠性鉴定、受力状态分析、最小化损伤和经济合理性等。同时，介绍了常用的加固技术与方法，如粘贴碳纤维加固、粘贴钢板加固、增大截面加固等，并通过具体案例分析展示了加固改造设计在实际应用中的有效性和重要性。

关键词：建筑结构；加固改造；设计

引言：建筑结构加固改造设计是应对建筑老化、功能变更及灾害修复等需求的重要手段。随着城市化进程加速，大量既有建筑面临功能升级与安全加固的双重挑战。本文旨在深入探究建筑结构加固改造的设计理念、原则、方法及技术应用，通过分析不同加固技术的特点与适用范围，结合具体案例，为提升建筑结构的可靠性、耐久性和适用性提供科学指导，促进建筑行业的可持续发展。

1 建筑结构加固改造的基本原则

1.1 可靠性鉴定原则

(1) 结构可靠性鉴定的重要性：结构可靠性鉴定是加固改造工作的基石。通过对建筑结构进行全面的检测和分析，可以准确了解结构的当前状态，识别存在的安全隐患，为后续的加固设计提供可靠依据。这一步骤不可或缺，因为它直接关系到加固改造的成效和建筑物的长期安全。(2) 加固设计方案依据鉴定结论确定：加固设计方案应严格基于可靠性鉴定的结论来制定。设计师需根据鉴定报告中的数据和分析，结合建筑物的使用需求和环境条件，选择适当的加固方法和材料，确保加固改造后的结构满足安全性和耐久性要求。

1.2 受力状态分析原则

(1) 考虑结构实际受力状况：在进行加固改造时，必须充分考虑结构的实际受力状况。这包括掌握结构在不同荷载作用下的受力特点、传力路径和可能的薄弱部位。通过对受力状态的深入分析，可以确保加固措施能够针对结构的关键部位进行，从而提高加固效果。(2) 截面面积采用实际有效截面积：在计算结构的承载力和制定加固方案时，应采用实际有效截面积而非名义截面积。这有助于更准确地评估结构的实际承载能力，确保加固措施的有效性。

1.3 最小化损伤原则

(1) 加固过程减少对原有结构的破坏：加固改造应尽量避免对原有结构造成不必要的损伤。这要求设计师和施工人员在制定方案和实施过程中，充分考虑结构的特点和加固需求，选择对结构影响最小的加固方法和施工方式。(2) 充分利用原有结构承载能力：加固改造的目的不是完全替代原有结构，而是在保留其尽可能多承载能力的基础上进行增强。因此，在加固过程中，应充分利用原有结构的承载能力，通过合理的加固措施使其与新增部分协同工作，共同承担荷载。

1.4 经济合理性原则

(1) 技术可靠且经济合理的加固方案：加固改造方案应在确保技术可靠性的基础上，兼顾经济合理性。选择性价比高的加固材料和技术，可以降低加固成本，提高项目的经济效益。(2) 考虑施工便捷性及对生产生活的影响：在制定加固方案时，还应充分考虑施工的便捷性和对生产生活的影响。通过优化施工方案和流程，可以减少对周边环境和生产生活的影响，提高施工效率和质量。

2 建筑结构加固改造的常用技术与方法

2.1 粘贴碳纤维加固技术

(1) 技术原理与特点。粘贴碳纤维加固技术是一种采用高性能碳纤维布或板，通过专用结构胶粘贴在建筑结构表面，以达到加固目的的方法。该技术利用碳纤维材料的高强度和良好的耐久性，显著提升结构的承载力和抗震性能。其特点是施工速度快、重量轻、耐腐蚀性强，且对原结构外观影响小。(2) 应用范围与优势。粘贴碳纤维加固技术广泛应用于桥梁、梁板、柱、墙体等混凝土结构的加固。其优势在于加固效果显著，且对原结构损伤小，无需大型施工设备，便于在狭窄空间内操作。(3) 耐高温性能限制及保护措施。虽然碳纤维材料本身具有较高的强度，但其耐高温性能有限。在高温环

境下,碳纤维材料的性能会大幅下降。因此,在需要承受高温的结构中使用,应采取适当的保护措施,如添加隔热层或使用耐高温的结构胶。

2.2 粘贴钢板加固技术

(1) 施工流程与操作方法。粘贴钢板加固技术的施工流程包括表面处理、钢板裁剪与钻孔、胶粘剂涂抹、钢板粘贴与固化等步骤。在施工前,需对结构表面进行清理,确保无油污、尘埃等杂质。然后,根据加固需求裁剪并钻孔钢板,涂抹专用胶粘剂后粘贴在结构表面,最后进行固化处理。(2) 提高结构承载力效果。粘贴钢板加固技术能够显著提升结构的承载力和刚度,特别适用于需要承受较大荷载的构件加固。加固后,结构的整体稳定性得到增强,抗震性能也有所提升^[1]。(3) 不耐火与易腐蚀问题及其解决方案。粘贴钢板加固技术存在的局限在于钢板的不耐火性和易腐蚀性。为解决这些问题,需对钢板进行防火和防腐处理。例如,可以涂抹防火涂料或采用镀锌钢板等措施,以提高钢板的耐高温性能和抗腐蚀性能。

2.3 增大截面加固法

(1) 技术特点与适用范围。增大截面加固法通过增加结构截面面积和增设钢筋来提升承载力。该方法施工简便,加固效果显著,特别适用于梁、板、柱等混凝土构件的加固。同时,增大截面加固法还适用于需要提高结构刚度和抗裂性能的场景。(2) 新旧混凝土结合面受力分析。在增大截面加固法中,新旧混凝土结合面的受力性能至关重要。为确保结合面的牢固性,需对结合面进行特殊处理,如凿毛、涂刷界面剂等,以提高新旧混凝土的粘结力。同时,在加固设计中还需考虑结合面的剪切和拉拔承载力,以确保结构的整体稳定性。(3) 现场湿作业量大及养护时间长的影响。增大截面加固法的缺点在于现场湿作业量大,施工周期长,且加固后需要长时间的养护。这会对建筑物的正常使用造成一定影响,因此在选择该方法时需充分考虑施工周期和使用需求^[2]。

2.4 外包钢加固法

(1) 以型钢外包于构件四角或两角的加固方式。外包钢加固法通常采用角钢或槽钢作为外包材料,将其焊接或螺栓连接在结构构件的四角或两角。通过这种方式,型钢能够有效地承担额外的荷载,提高结构的整体承载力。同时,型钢的包裹还能增加结构的刚度,减少变形,提高抗震性能。(2) 受力可靠性与施工简便性。外包钢加固法的受力可靠性高,因为型钢与结构构件之间形成了紧密的连接,能够有效地传递荷载。此外,该方法的施工简便性也是其显著优点之一。型钢的裁剪、

焊接或螺栓连接等施工过程相对简单,不需要复杂的施工设备和大量的劳动力^[3]。(3) 钢材用量大及成本高的局限性。尽管外包钢加固法具有诸多优点,但其局限性也不容忽视。首先,由于需要使用大量的型钢材料,因此钢材用量相对较大,这会增加加固成本。其次,型钢的包裹可能会对结构外观造成一定影响,特别是在对美观性要求较高的建筑中,这一点需要特别注意。

2.5 预应力加固技术

(1) 预应力手段改变结构内力分布。预应力加固技术通过施加预应力来改变结构的内力分布,使结构在承受外荷载时能够产生有利的应力状态。这有助于提高结构的承载力和刚度,减少变形和裂缝的产生。(2) 卸载与改变结构内力的三重效果。预应力加固技术具有卸载、改变结构内力和增加结构刚度的三重效果。卸载作用能够减小结构的原有应力水平,从而延缓结构的损伤和破坏;改变结构内力能够优化结构的受力状态;增加结构刚度则能够提高结构的整体稳定性和抗震性能。(3) 不适用于高湿度环境下的混凝土结构。预应力加固技术在高湿度环境下的混凝土结构中应用受限。因为高湿度可能导致预应力筋的腐蚀和预应力损失,从而影响加固效果。因此,在选择该方法时,需考虑结构的使用环境和湿度条件。

2.6 置换混凝土加固法与裂缝修补技术

(1) 修复结构开裂降低使用功能的方法。置换混凝土加固法主要用于修复因混凝土劣化、严重开裂或强度不足而导致的结构损伤。该方法通过凿除受损混凝土部分,然后用新的高性能混凝土进行置换,以恢复结构的完整性和使用功能。裂缝修补技术则针对结构中的裂缝进行修复,以防止裂缝进一步发展,影响结构的安全性和稳定性^[4]。(2) 有针对性的修补方法与材料选择。在置换混凝土加固法中,选择合适的修补材料和修补方法至关重要。新混凝土的性能应与原混凝土相匹配,以确保加固后的结构整体性能。同时,修补材料的耐久性也应考虑在内,以确保加固效果的持久性。在裂缝修补技术中,根据裂缝的宽度、深度和产生原因,可以选择不同的修补方法,如表面封闭法、压力灌浆法等。修补材料的选择也应根据裂缝的具体情况来确定,以确保修补效果的最佳化。

3 建筑结构加固改造设计的案例分析

3.1 砖混结构房屋抗震加固设计

(1) 基础抗震设计与结构类型选择。砖混结构房屋在地震中易受损,因此基础抗震设计至关重要。在设计时,应优先考虑地基的承载力与稳定性,选择适当

地质条件的基础类型，如桩基、扩大基础等。同时，为了提高结构的整体性，可采用圈梁、构造柱等构造措施，将墙体与楼板、屋顶形成整体框架，增强结构的抗震性能。（2）减轻结构自重与地基处理措施。减轻结构自重是提升砖混结构抗震性能的有效手段，这可以通过优化承重墙材料、采用轻质隔墙板等方式实现。此外，针对地基软弱或不均匀沉降问题，需采取地基加固措施，如注浆加固、桩基加固等，以提高地基的承载力和均匀性。（3）设置沉降缝与伸缩缝的要求。为减少因地基不均匀沉降或温度变化引起的结构破坏，砖混结构房屋应合理设置沉降缝和伸缩缝。沉降缝应设置在基础转角处、地基土质变化处或墙体高度、荷载差异较大处；伸缩缝则应根据房屋长度、温度变化等因素确定，以确保结构在温度变化时能够自由伸缩，避免裂缝产生。

3.2 钢筋混凝土结构房屋抗震加固措施

（1）抗震柱的设计与调整。钢筋混凝土结构房屋的抗震柱是支撑整个结构的关键构件。在加固设计中，应根据原结构的抗震能力评估结果，对抗震柱进行合理的设计与调整。这包括增加柱子截面尺寸、提高配筋率、采用高性能混凝土等措施，以增强抗震柱的承载力和变形能力。（2）框架结构的变形能力与破坏机制。框架结构在地震中的变形能力与破坏机制是影响其抗震性能的关键因素。在加固设计中，应注重提高框架节点的连接强度，确保框架在地震作用下能够形成有效的耗能机制。同时，通过增设耗能减震装置，如阻尼器、耗能支撑等，进一步提升框架结构的抗震性能。（3）增设钢筋混凝土抗震墙与钢支撑。增设钢筋混凝土抗震墙或钢支撑是提高钢筋混凝土结构房屋抗震性能的有效手段。抗震墙能够显著提高结构的侧向刚度，减少地震作用下的层间位移；而钢支撑则能够吸收和耗散地震能量，减轻结构损伤。在加固设计中，应综合考虑结构布局、荷载分布等因素，合理布置抗震墙和钢支撑。

3.3 古建筑与历史遗迹的加固改造

（1）保护历史风貌与结构安全。古建筑与历史遗迹

的加固改造设计需兼顾历史风貌保护与结构安全。在加固过程中，应尽量保留原有结构形式和建筑材料，避免对古建筑造成不可逆的损害。同时，通过科学评估结构安全性能，采取适当的加固措施，确保古建筑在自然灾害中的安全性。（2）加固材料与技术的选择限制。古建筑加固改造中，加固材料的选择受到严格限制。应优先考虑使用与古建筑材料相兼容的加固材料，如传统砖瓦、木材等，以保持古建筑的历史风貌。此外，加固技术也应遵循最小干预原则，采用可逆性加固技术，以便于未来可能的维修和更换。（3）加固设计与施工的文化价值考量。古建筑加固改造设计不仅关乎结构安全，更承载着深厚的历史文化价值。在设计与施工过程中，应充分考虑古建筑的历史背景、文化意义以及当地社会文化习俗，确保加固改造方案能够体现古建筑的历史风貌和文化内涵。同时，加强与相关部门和利益相关者的沟通协作，共同推动古建筑保护事业的健康发展。

结束语

综上所述，建筑结构加固改造设计不仅是对既有建筑性能的提升，更是实现资源节约与环境保护的重要途径。通过科学合理地运用各种加固技术和方法，我们能够有效地解决建筑结构的安全隐患，满足社会发展和人民生活的多元化需求。未来，随着材料科学、信息技术的不断进步，建筑结构加固改造领域将迎来更多创新与发展，为构建安全、绿色、可持续的建筑环境贡献力量。

参考文献

- [1]朱旭峰.既有建筑结构加固改造技术研究[J].工程技术研究,2020,(07):67-68.
- [2]黄乐英.浅谈建筑结构加固改造的技术探究[J].绿色环保建材,2020,(08):74-75.
- [3]王刚.建筑工程结构加固改造技术的应用分析[J].工程建设与设计,2021,(04):41-42.
- [4]袁柳根.房屋建筑结构加固设计及加固施工技术的应用[J].砖瓦,2020,(12):103-104.