

既有建筑物抗震加固技术的实际效果评价

张 斐

(甘肃天栋建设工程有限公司, 甘肃 酒泉 735000)

摘 要 深入聚焦既有建筑物抗震加固技术的实际效果评价,系统梳理既有建筑物抗震加固所采用的各类技术,如结构体系加固、构件加固、基础加固等技术的原理、适用范围及施工要点;详细探讨了用于评价抗震加固技术实际效果的多维度方法,涵盖基于结构力学的理论分析、借助计算机模拟的数值分析以及依托现场检测的试验分析等;全面剖析了影响既有建筑物抗震加固实际效果的诸多因素,包括既有建筑物的原始状况、抗震加固设计的合理性、施工质量以及后期维护等;结合实际工程案例,对不同抗震加固技术的应用效果进行综合评估与深入分析,旨在为提升既有建筑物的抗震性能提供借鉴,进而保障人民生命财产安全,推动土木工程行业在既有建筑抗震加固领域的持续发展。

关键词 既有建筑物; 抗震加固技术; 土木工程; 抗震性能

中图分类号: TU74

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.26.037

0 引言

随着社会的发展与进步,既有建筑物在城市建设中占据着重要地位。然而,诸多既有建筑物由于建造年代久远,设计标准较低,未充分考虑抗震要求,加之长期受到自然环境侵蚀、使用过程中的结构损伤等因素影响,在面对地震灾害时,存在较大的安全隐患。地震作为一种极具破坏力的自然灾害,会对建筑物结构造成严重损害,危及人们的生命和财产安全。对既有建筑物进行抗震加固,提高其抗震性能,成为减轻地震灾害损失、保障社会稳定发展的关键举措。准确评价既有建筑物抗震加固技术的实际效果,能够为抗震加固方案的优化、施工质量的把控以及后续维护管理提供科学依据,对于推动土木工程领域既有建筑抗震加固技术的发展与应用具有重要的现实意义,已成为土木工程领域的研究热点与重点之一。

1 既有建筑物抗震加固技术概述

结构体系加固旨在优化既有建筑物的整体结构受力性能,提高结构的稳定性和抗震能力。常见的结构体系加固技术包括增设抗震墙、支撑体系以及改变结构传力途径等。增设抗震墙可增加结构的侧向刚度,分担水平地震力,有效提高结构的抗侧力能力。支撑体系的增设能够增强结构的空間稳定性,改善结构的受力状态,将水平地震力更好地传递到基础。改变结构传力途径,例如通过设置转换梁、转换桁架等方式,调整结构的受力分布,使结构在地震作用下的传力更

加合理。在实施结构体系加固时,需充分考虑既有建筑物的结构特点、场地条件以及抗震设防要求,精心设计加固方案,确保新增加的结构构件与原有结构能够协同工作,共同承受地震荷载。

既有建筑的构件加固技术围绕梁、柱、板开展,致力于全方位提升构件的承载、延性及耗能水平。梁加固手段丰富,增大截面法从加大尺寸与配筋着手,增强梁的抗弯、抗剪性能;粘贴纤维复合材料法凭借纤维的高强度优势,粘贴于梁表面强化抗拉;粘贴钢板法在梁受拉区粘贴钢板,二者协同提升承载。在柱加固方面,增大截面加固法可提升抗压、抗弯能力;外包钢加固法通过包裹型钢,增强承载与延性;螺旋箍筋加固法改善柱的约束,提升其变形能力。板加固时,粘贴纤维复合材料利用其特性提升承载,增设叠合层能有效增强板的承载与抗裂性能,全面维护既有建筑的结构稳固^[1]。在既有建筑的抗震加固中,基础加固技术举足轻重。基础加宽通过扩大底面,减小基底压力,提升承载能力。基础加深能让基础扎根更坚实土层,增强稳定性。增设桩基础可将上部荷载传至深层稳定土,提高承载与抗拔力。基础托换用于处理不良地质或基础改造,借托换结构转移荷载。施工前,全面掌握既有基础类型、地质状况和周边环境是关键,只有这样,才能确保加固后的基础在地震时为建筑提供稳固支撑。

结构节点是保证结构整体性和协同工作的关键部位,节点加固技术对于提高既有建筑物的抗震性能具

有重要意义。节点加固方法主要有增设节点连接件、加大节点核心区截面以及对节点进行局部加强等。增设节点连接件,如采用螺栓连接、焊接连接等方式,增强节点处构件之间的连接强度,确保节点在地震作用下能够有效传递内力。加大节点核心区截面,通过增加节点核心区的混凝土面积和配筋,提高节点的承载能力和变形能力。对节点进行局部加强,如在节点处粘贴纤维复合材料或增设钢板,增强节点的抗剪和抗弯能力。节点加固应根据既有节点的构造形式、受力特点以及抗震要求,选择合适的加固方法,确保节点的加固效果。

2 既有建筑物抗震加固技术实际效果评价方法

基于结构力学的理论分析是评价既有建筑物抗震加固技术实际效果的重要方法之一。通过建立合理的结构力学模型,运用结构力学、材料力学等理论知识,对加固前后建筑物的受力状态进行分析^[2]。在模型建立过程中,充分考虑既有建筑物的结构形式、构件尺寸、材料性能以及加固措施的影响。采用静力分析方法,计算结构在重力荷载、风荷载以及地震作用下的内力和变形,评估结构的承载能力和刚度。运用动力分析方法,如反应谱法、时程分析法等,分析结构在地震作用下的动力响应,包括加速度、速度和位移等,判断结构的抗震性能是否满足设计要求。理论分析能够为抗震加固效果评价提供理论依据,指导加固设计和施工。

随着计算机技术的飞速发展,借助计算机模拟的数值分析方法在既有建筑物抗震加固技术实际效果评价中得到广泛应用。利用有限元分析软件,如ANSYS、ABAQUS等,对既有建筑物进行三维建模,模拟加固前后结构的力学行为。在模型中,对结构构件、连接节点、基础以及加固措施等进行详细模拟,考虑材料的非线性特性、几何非线性以及接触非线性等因素。通过施加不同的荷载工况,模拟结构在地震作用下的响应,分析结构的应力、应变分布,评估结构的破坏模式和抗震性能。数值分析能够直观地展示加固效果,对不同加固方案进行对比分析,优化加固设计,为实际工程提供参考。

依托现场检测的试验分析方法是评价既有建筑物抗震加固技术实际效果的最直接方法。通过在既有建筑物上进行现场试验,获取结构的实际力学性能数据。常见的现场试验包括动力特性测试、荷载试验以及损伤检测等。动力特性测试通过测量结构的自振频率、

阻尼比等参数,评估结构的整体刚度和耗能能力。荷载试验分为静载试验和动载试验,静载试验可测定结构在静力荷载作用下的承载能力和变形情况,动载试验则模拟地震作用,测试结构在动态荷载下的响应。损伤检测通过无损检测技术,如超声检测、回弹检测等,检测结构构件的损伤程度和缺陷情况。现场检测试验能够真实反映既有建筑物加固前后的实际性能,验证理论分析和数值模拟的结果,为抗震加固效果评价提供可靠的数据支持。

3 影响既有建筑物抗震加固技术实际效果的因素

既有建筑物的原始状况对抗震加固技术的实际效果有着重要影响。建筑物的结构类型、建造年代、设计标准以及既有损伤情况等因素,决定了加固的难度和重点。不同结构类型,如砖混结构、框架结构、剪力墙结构等,其受力特点和抗震性能各异,需要采用不同的抗震加固技术。建造年代较早的建筑物,由于当时的设计规范和施工技术水平限制,可能存在结构体系不完善、构件强度不足等问题,增加了抗震加固的复杂性^[3]。既有建筑物存在的损伤,如裂缝、变形、腐蚀等,会削弱结构的承载能力和抗震性能,在加固前需要对损伤进行详细检测和评估,并采取相应的修复措施,否则会影响加固效果。

抗震加固设计是保证加固技术实际效果的关键环节。合理的加固设计应充分考虑既有建筑物的结构特点、抗震设防要求以及场地条件等因素,选择合适的加固技术和方案。加固设计需进行详细的结构分析,准确计算结构在地震作用下的内力和变形,确定加固构件的尺寸、材料和连接方式。设计过程中要注重新老结构的协同工作,确保加固后的结构具有良好的整体性和抗震性能。若加固设计不合理,如加固方案选择不当、加固构件设计强度不足、新老结构连接不可靠等,将导致加固效果不佳,甚至可能降低结构的抗震性能。

施工质量直接关系到既有建筑物抗震加固技术实际效果的实现。在施工过程中,严格按照加固设计要求和相关施工规范进行操作至关重要。对于结构体系加固,施工时要确保新增结构构件的定位准确、安装牢固,与原有结构的连接可靠。在构件加固施工中,如粘贴纤维复合材料、粘贴钢板等,要保证粘贴质量,确保加固材料与原构件之间具有良好的粘结性能。基础加固施工需保证基础的施工质量,如基础加宽、加深的尺寸符合设计要求,桩基础的施工工艺满足规范

标准。施工过程中的质量控制包括材料检验、施工过程监督、隐蔽工程验收等环节,任何一个环节出现质量问题,都可能影响加固效果,降低结构的抗震性能。

4 既有建筑物抗震加固技术实际效果案例分析

选取某既有框架结构建筑物作为案例进行分析。该建筑物建造于 20 世纪 80 年代,设计时未考虑抗震设防要求,经过多年使用,结构出现了一定程度的损伤。为提高其抗震性能,采用了多种抗震加固技术。对结构体系进行加固,增设了部分抗震墙,调整了结构的受力分布。对梁、柱构件采用粘贴纤维复合材料和增大截面法进行加固,提高构件的承载能力和延性^[4]。对基础进行了加宽处理,增强基础的承载能力。加固完成后,采用基于结构力学的理论分析、借助计算机模拟的数值分析以及依托现场检测的试验分析等多种方法对加固效果进行评价。理论分析结果表明,加固后的结构在地震作用下的内力和变形成得到有效控制,满足抗震设计要求。数值模拟直观地展示了结构在地震作用下的响应,验证了加固方案的合理性。现场检测试验结果显示,结构的自振频率、阻尼比等动力特性参数得到改善,结构构件的承载能力和变形能力明显提高。综合评价结果表明,该建筑物通过采用合理的抗震加固技术,抗震性能得到显著提升,验证了既有建筑物抗震加固技术实际效果评价方法的有效性,为类似工程提供了有益的参考经验。

5 既有建筑物抗震加固技术实际效果评价的发展趋势

随着科技的不断进步,既有建筑物抗震加固技术实际效果评价将呈现多学科交叉融合的发展趋势。土木工程、材料科学、计算机科学、地震工程等学科的知识将进一步融合,为评价方法的创新提供支撑。例如:材料科学的发展将为抗震加固材料的性能测试和评估提供更先进的技术手段;计算机科学中的人工智能、大数据分析等技术将应用于结构性能监测和评价,实现对既有建筑物抗震性能的实时、精准评估;地震工程学的研究成果将为地震作用模拟和抗震设计方法的改进提供理论依据,使抗震加固效果评价更加符合实际地震情况。

未来,既有建筑物抗震加固技术实际效果评价将更加注重视动态监测与实时评估。通过在建筑物上安装各类传感器,如加速度传感器、应变传感器、位移传感器等,实时采集结构在使用过程中的响应数据^[5]。

利用物联网技术将传感器数据传输到数据处理中心,借助数据分析软件对数据进行实时分析,评估结构的抗震性能变化情况。当结构出现异常响应或损伤时,能够及时发出预警,为结构的维护和加固提供决策依据。动态监测与实时评估能够及时发现结构在长期使用过程中出现的问题,保障建筑物的安全使用,提高抗震加固技术的应用效果。

既有建筑物抗震加固技术实际效果评价将逐渐向全生命周期评价方向发展。全生命周期评价不仅关注加固后的短期效果,还将考虑建筑物在整个使用寿命周期内的性能变化、维护成本、环境影响等因素。从加固设计阶段开始,对建筑物在不同使用阶段的抗震性能进行预测和评估,制定合理的维护计划和加固策略。在建筑物的使用过程中,持续监测结构性能,根据实际情况调整维护和加固措施,实现建筑物在全生命周期内的安全、经济、环保运行。全生命周期评价能够为既有建筑物抗震加固提供更全面、科学的决策依据,促进抗震加固技术的可持续发展。

6 结束语

既有建筑物抗震加固技术实际效果评价对于提高既有建筑物抗震性能、保障人民生命财产安全具有重要意义。通过对既有建筑物抗震加固技术的梳理、评价方法的探讨、影响因素的分析以及案例分析,为土木工程领域提供了全面的技术支持。在未来的发展中,应持续关注多学科交叉融合、动态监测与实时评估、全生命周期评价以及标准化与规范化建设等发展趋势,不断完善既有建筑物抗震加固技术实际效果评价体系,提高评价的准确性和科学性,推动既有建筑物抗震加固技术的不断进步,为社会的稳定发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 李明,王强.既有建筑结构体系抗震加固技术研究[J].建筑结构学报,2020,41(03):156-163.
- [2] 赵刚,孙悦.构件加固对既有建筑抗震性能提升的影响分析[J].土木工程学报,2021,54(05):77-84.
- [3] 陈华,周洋.基于有限元模拟的既有建筑抗震加固效果评估[J].工程力学,2022,39(07):185-192.
- [4] 刘畅,吴宇.既有建筑物抗震加固设计的关键要点与案例分析[J].建筑设计管理,2023,40(04):68-74.
- [5] 张峰,郑宏.施工质量对既有建筑抗震加固效果的影响及对策[J].施工技术,2024,53(06):117-122.