

既有建筑结构抗震加固技术的发展趋势

王俊东

密山盛合工程材料检测有限公司 黑龙江密山

【摘要】随着地震灾害频发,既有建筑结构的抗震加固技术成为研究热点。本文探讨了该领域的发展趋势,旨在提高建筑物的抗震能力,减少地震带来的损失。分析了当前抗震加固技术中存在的主要问题,如材料老化、施工难度大等。随后介绍了几种新兴的加固技术,包括高性能混凝土的应用、碳纤维增强复合材料的使用以及智能监测系统的集成,这些技术不仅提高了加固效果,还降低了成本和施工周期,通过持续的技术创新和跨学科合作,可以显著提升既有建筑的抗震性能。

【关键词】抗震加固;高性能混凝土;碳纤维增强复合材料;智能监测系统

【收稿日期】2024 年 12 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 29 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.202500020

The development trend of seismic strengthening technologies for existing building structures

Jundong Wang

MiShan ShengHe Engineering Material Testing Co., Ltd., Mishan, Heilongjiang

【Abstract】 With the frequent occurrence of earthquake disasters, the seismic strengthening technologies for existing building structures have become a research hotspot. This paper explores the development trends in this field, aiming to improve the seismic resistance of buildings and reduce the losses caused by earthquakes. The main problems existing in the current seismic strengthening technologies, such as material aging and high construction difficulty, are analyzed. Subsequently, several emerging strengthening technologies are introduced, including the application of high-performance concrete, the use of carbon fiber reinforced composites, and the integration of intelligent monitoring systems. These technologies not only improve the strengthening effect but also reduce the cost and construction period. Through continuous technological innovation and interdisciplinary cooperation, the seismic performance of existing buildings can be significantly enhanced.

【Keywords】 Seismic strengthening; High-performance concrete; Carbon fiber reinforced Composites; Intelligent monitoring system

引言

地震作为自然界最具破坏力的灾害之一,对人类社会造成了巨大的威胁。尤其对于那些未按照现代抗震标准建造的既有建筑而言,其在地震中的脆弱性尤为突出。为了减轻地震带来的生命财产损失,探索和发展有效的抗震加固技术显得尤为重要。随着新材料、新技术的不断涌现,为既有建筑的抗震加固提供了新的思路和方法。本文将重点介绍这一领域的最新进展,并对其发展趋势进行展望,以期

为相关研究和实践提供参考。

1 既有建筑结构抗震加固面临的主要挑战

既有建筑结构在面对地震威胁时显得尤为脆弱,这不仅因为许多建筑物建造年代久远,未采用现代抗震设计标准,还因为随着时间的推移,建筑材料逐渐老化,结构性能下降。特别是在一些历史悠久的城市中,许多标志性建筑和住宅区由于其文化和历史价值而不能轻易拆除重建,这就要求对这些既有建筑进行有效的抗震加固。在实际操作中,

加固工作面临诸多挑战。传统的加固方法如增加混凝土厚度或添加钢结构虽然能够增强建筑的整体强度,但往往需要较大的施工空间,并且会对原有建筑的功能造成影响^[1]。对于一些具有特殊建筑风格或文化价值的建筑而言,传统加固方法可能会破坏其原有的外观风貌,这对加固方案的设计提出了更高的要求。

老建筑的原始材料可能无法与现代加固材料良好结合,导致加固效果不理想。新材料的应用也需考虑其与既有结构的兼容性问题。高性能混凝土和碳纤维增强复合材料等新型材料虽具有优异的力学性能,但在实际应用中如何确保它们与老旧建筑的有效结合是一个亟待解决的问题。加固过程中还需要考虑到建筑物所在地的具体环境条件,如地质状况、气候因素等,这些都会对抗震加固的效果产生重要影响^[2]。在制定加固方案时,必须综合考虑材料特性、施工技术以及现场实际情况,以确保加固措施既能有效提升建筑的抗震能力,又不会对其外观及使用功能造成不良影响。

理想的加固方案应在保证加固效果的前提下尽量减少成本和施工周期。在实际操作中,为了达到预期的抗震目标,往往需要采用较为复杂的施工工艺和昂贵的新材料,这无疑增加了项目的总成本。加固工程通常需要在不影响建筑物正常使用的前提下进行,这对施工队伍的技术水平和管理能力提出了更高要求。为了解决这些问题,研究人员正在探索更加高效、经济的加固技术和方法,如利用智能监测系统实时评估建筑结构的安全状态,从而实现精准加固,避免不必要的资源浪费。通过不断优化加固策略和技术手段,有望在未来显著提高既有建筑的抗震能力,保护人们的生命财产安全。

2 新兴抗震加固技术及其应用案例

在抗震加固领域,随着科技的进步和材料科学的发展,一系列新兴技术逐渐应用于既有建筑的加固中,显著提升了建筑物的抗震能力。高性能混凝土(HPC)作为一种新型建筑材料,因其卓越的力学性能和耐久性,在抗震加固工程中得到了广泛应用。这种材料具有高强度、高韧性和良好的抗裂性能,能够有效改善老旧建筑结构的承载能力和延性。在某历史建筑的加固项目中,通过局部替换原有混凝土结构并使用 HPC 进行加固,不仅大幅提高了

该建筑的抗震性能,还保留了其原有的风貌特征,实现了加固与保护的双重目标。HPC 的应用减少了后续维护的需求,为业主节省了长期成本。

碳纤维增强复合材料(CFRP)是另一种在抗震加固中表现优异的新材料。由于其重量轻、强度高且易于施工的特点,CFRP 广泛用于对既有建筑的柱、梁等关键部位的加固。在一个典型的加固案例中,某多层住宅楼采用了 CFRP 布包裹柱体的方式进行加固,这种方式无需大幅度改动原有结构,既保证了施工期间居民的正常生活不受影响,又有效增强了建筑的整体稳定性^[3]。智能监测系统的集成也是近年来抗震加固技术的一大亮点。通过安装传感器实时监测建筑结构的状况变化,可以及时发现潜在的安全隐患,并根据监测数据调整加固方案。

除了上述技术,还有一些创新型解决方案正在逐步走向实际应用。采用隔震技术和能量耗散装置来提升建筑的抗震性能。隔震技术通过在建筑基础或底层设置隔震层,使地震波传递到上部结构的能量大大减弱;而能量耗散装置则能有效地吸收和消耗地震输入到结构中的能量,从而减少结构损伤^[4]。这些新技术的应用案例表明,现代抗震加固技术不仅能显著提高建筑物的抗震能力,还能兼顾美观和经济性,满足不同客户的需求。随着更多研究的深入和技术的成熟,未来将有更多高效、环保的加固方法被开发出来,进一步推动抗震加固技术的发展。

3 抗震加固技术的成本效益分析与优化策略

在实际项目中,如何平衡加固效果与经济投入是决策者面临的关键问题。从材料成本来看,采用高性能混凝土或碳纤维增强复合材料等新型材料虽然初期投资较高,但这些材料具有优异的耐久性和较长的使用寿命,长远来看可以减少维护和修复的成本^[5]。在一些地处地震活跃区域的建筑加固项目中,尽管使用了价格相对昂贵的高性能材料进行加固,但由于其卓越的抗震性能,大大降低了未来可能因地震造成的损失风险,实现了长期经济效益的最大化。新材料的应用往往伴随施工工艺的改进,能够有效缩短工期,降低人力成本和对周围环境的影响。

优化策略对于提高抗震加固项目的整体效益至关重要。在设计阶段,通过精确的风险评估和结构分析,制定出最适合目标建筑的加固方案显得尤

为重要。利用现代计算机模拟技术,工程师可以在虚拟环境中测试不同加固措施的效果,从而选择最经济有效的方案。这种方法不仅能确保加固后的建筑达到预期的抗震标准,还能避免不必要的资源浪费。考虑到施工过程中可能出现的各种不确定性因素,如天气条件、材料供应等,合理的施工计划和灵活的应对策略也是实现成本控制的关键^[6]。采取分阶段施工的方式,既可以保证建筑正常使用不受干扰,又能根据实际情况调整资金投入,提高了项目的灵活性和适应性。

除了技术和管理层面的优化,政策支持和社会参与也是影响抗震加固成本效益的重要因素。政府出台的相关补贴政策和激励措施能够显著减轻业主的经济负担,促进更多既有建筑积极进行抗震加固。公众对抗震安全意识的提升有助于形成良好的社会氛围,鼓励社会各界共同参与到抗震加固工作中来。在某些地区,社区组织联合专业团队开展抗震加固项目,不仅解决了资金和技术难题,还增强了居民的安全感和归属感。通过多方合作,可以更有效地整合资源,最大化地发挥每一笔投入的价值,为推动抗震加固技术的发展提供坚实的基础。这种综合考虑技术、管理和政策层面的优化策略,对于实现抗震加固项目的可持续发展具有重要意义。

4 绿色材料与智能化设计的融合应用

绿色材料与智能化设计的融合正在为既有建筑结构的抗震加固开辟新路径。在追求高效抗震能力的如何减少对环境的影响成为当前研究的重点方向之一。利用可再生资源制造的绿色建筑材料,如竹材、回收钢材和生态水泥等,在保证足够强度和耐久性的前提下,显著降低了碳足迹。某些项目中使用了由工业废料制成的生态水泥进行加固,这种材料不仅减少了废弃物对环境的压力,还因为其特殊的物理性能而增强了建筑物的延展性和抗震性。绿色屋顶和垂直绿化等技术也被应用于加固工程中,它们不仅能改善建筑物的微气候条件,还能通过增加额外的质量来提高建筑的稳定性。

智能化设计则通过引入先进的传感技术和数据分析手段,实现了对抗震加固过程的精准控制。智能传感器可以实时监测建筑物的状态变化,包括应力分布、裂缝发展和位移情况等关键参数。这些数据经过处理后,能够为加固方案提供科学依据,

确保每一项措施都能精确针对潜在风险点。在一个大型商业综合体的加固项目中,工程师们安装了一套完整的智能监测系统,该系统能够 24 小时不间断地收集建筑结构信息,并通过云平台进行分析,及时反馈给施工团队以便调整加固策略^[7]。这种方式极大地提高了加固工作的效率和安全性,同时也降低了因过度加固或不当操作带来的资源浪费。

将绿色材料与智能化设计有机结合,不仅可以提升既有建筑的抗震性能,还能促进可持续发展目标的实现。未来的发展趋势是开发更多既环保又高效的新型材料,同时不断提升智能系统的预测能力和响应速度。研究人员正在探索利用纳米技术和生物基材料开发出更加轻质且高强度的新一代建筑材料,这些材料有望进一步优化加固效果^[8]。随着物联网技术的进步,未来的智能监测系统将更加智能化,不仅能自动识别风险并提出解决方案,还能与其他城市管理系统互联互通,形成全方位的城市安全防护网络。

结语

综上所述,既有建筑结构的抗震加固技术正朝着高性能材料应用、智能化设计及绿色可持续方向快速发展。通过采用创新的加固技术和优化策略,不仅能够显著提升建筑物的抗震能力,还能兼顾环境保护与经济效益。随着新材料和智能技术的不断进步,加固方案将更加高效、经济且环保。跨学科的合作与技术创新对于实现这一目标至关重要,也为保护人类生命财产安全提供了坚实保障。推动这一领域的发展,需要社会各界共同努力,共建更加安全、智慧的城市环境。

参考文献

- [1] 项炳泉,李瑞林,徐丹,等.既有建筑结构抗震加固技术研究综述[J].安徽建筑,2024,31(10):43-47+54.
- [2] 吴刚,曹徐阳,冯德成.面向城市更新的外附子结构式既有建筑抗震性能提升技术研究进展[J].建筑结构, 2024, 54(19):21-34.
- [3] 关洪成,唐曹明,王兵,等.基于性能的既有框排架厂房增层改造加固设计[J/OL].建筑结构,1-8[2025-03-22].
- [4] 翟帅虎.既有框架结构外附斜拉子结构抗震加固技术研究[D].北京建筑大学,2021.

- [5] 鲁松,李爱群,徐文希.既有混凝土结构抗震性能提升技术的研究与应用[J].建筑结构,2020,50(24):48-55.
- [6] 舒蓉,李俊杰.隔震技术在既有砌体建筑抗震加固中的应用研究[J].工程质量,2019,37(12):52-58.
- [7] 尹保江.既有建筑外加子结构加固技术与工程应用[J].城市与减灾,2019,(05):30-34.

- [8] 苗启松,李文峰,閻东东.既有建筑装配化外套加固成套技术研究与应用[J].中国勘察设计,2018,(08):82-87.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS