

# 建筑结构抗震设计与加固技术研究

马彪

合肥上华工程设计有限公司

**摘要：**本文围绕建筑结构抗震设计与加固技术展开研究，分析了当前建筑结构抗震设计的现状和存在的问题，并从材料、结构形式、设计标准、抗震性能等方面提出了加固技术的改进措施。本文旨在为建筑结构抗震设计和加固技术的研究提供参考和启示。

**关键词：**建筑结构；抗震设计；加固技术；材料；结构形式；设计标准；抗震性能

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.099

## 引言

地震是一种自然灾害，可以对建筑结构造成严重破坏甚至崩塌。因此，建筑结构抗震设计和加固技术成了建筑工程领域中至关重要的研究领域。抗震设计是指在建筑设计过程中考虑地震作用，通过合理的设计措施，使建筑具有一定的抗震能力。而加固技术则是在已有的建筑结构上，通过一系列的改造措施，提高其抗震能力，减少地震灾害对建筑结构造成的破坏和损失。本文旨在探讨建筑结构抗震设计和加固技术的研究进展、现状和问题，并从理论和实践的角度出发，提出一些可行的解决方案和建议。通过对抗震设计和加固技术的探讨，旨在为建筑工程领域的从业人员提供有益的参考和指导，提高建筑结构的抗震能力，保障人们的生命财产安全。

## 一、建筑结构抗震设计的现状

建筑抗震设计是建筑工程领域中非常重要的一项技术，其作用是在建筑设计和建设过程中充分考虑地震因素，确保建筑的安全性和可靠性。目前，建筑结构抗震设计已经成了国家重点关注的技术之一。

### （一）建筑抗震设计的基本原则

建筑抗震设计的基本原则是在建筑的设计过程中，应该全面考虑建筑的受力和变形性能，同时考虑地震对建筑结构的影响，以保证建筑在地震发生时减轻建筑的地震破坏，从而保证人员和财产的安全。具体来说，建筑抗震设计需要考虑以下几个方面：

#### （1）合理选用材料

在建筑抗震设计中，材料的选用非常重要，因为材料的性能直接影响到建筑的受力和变形性能。在抗震设计中，需要选择抗震性能好的材料，如混凝土、钢筋等，以确保建筑在地震中具有足够的承载能力。

#### （2）合理设置结构

结构的设置也是建筑抗震设计中需要考虑的一个方面。在建筑结构的设计中，需要根据建筑的用途、地理

位置、地质条件等因素来合理设置结构，以确保建筑在地震中具有足够的抗震性能。

#### （3）合理设计建筑的抗震性能

在建筑抗震设计中，需要对建筑的抗震性能进行合理的设计。具体来说，需要根据建筑的使用情况、地震烈度等因素来确定建筑的设计抗震烈度等参数，以确保建筑在地震中具有足够的抗震性能。

## （二）建筑抗震设计的设计流程

建筑抗震设计的设计流程包括预设抗震烈度、建筑结构分析、抗震措施的选定等多个环节。具体来说，建筑抗震设计的设计流程可以分为以下几个步骤：

（1）预设抗震烈度。设计人员需要根据所在地区的地震状况以及建筑物的用途、高度等因素，确定所要预设的地震烈度，这一步非常重要，因为预设烈度的高低直接影响到后续抗震设计的难易程度和抗震能力的高低。

（2）进行建筑结构分析。设计人员需要对建筑物的结构进行分析，确定建筑物在地震作用下的抗震性能，包括建筑物的刚度、弹性模量等因素，通过分析建筑物的抗震性能，来确定建筑物的破坏模式以及可能出现的破坏形式。

（3）选定抗震措施。根据建筑物的结构特点和抗震需求，设计人员需要选定合适的抗震措施，包括改进结构形式、加固和增加建筑物的抗震性能等。

（4）进行施工监督和质量控制。建筑抗震设计完成后，需要进行施工监督和质量控制，确保抗震设计方案的完整性和可行性，避免施工过程中出现的质量问题 and 安全隐患。

## （三）建筑抗震设计的相关标准和规范

在中国，建筑抗震设计的相关标准和规范主要包括《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）、《高层建筑抗震设计规范》（GB 50936-2014）、《地震动参数区划图》（GB 18306-2015）等。其中，GB 50011-2010是建筑抗震设计的基本规范，适用于各种建筑类型的抗震设计。GB 50936-2014则是高层建筑抗震设计的专业规范，适用于高层建筑及超高层建筑的抗震设计。

此外，建筑抗震设计还需要考虑当地的地震动参数区划图。根据不同地区的地震活动情况和地质条件，地震动参数区划图划分出不同地区的地震烈度、设计地震动参数等。建筑抗震设计需要依据当地的地震动参数区划图进行设计，并且按照相关的标准和规范进行抗震设防等级的划分和抗震措施的选定。

### 二、建筑结构抗震设计存在的问题

随着社会的不断发展和人们对建筑安全的日益重视，建筑结构抗震设计已经成为建筑设计中至关重要的一环。然而，在实践中，我们也发现了建筑结构抗震设计存在一些问题，这些问题主要包括以下三个方面。

#### （一）材料问题对抗震性能的影响

建筑材料是构成建筑结构的重要组成部分，对建筑结构的抗震性能有着重要的影响。然而，在实际使用过程中，建筑材料质量不均和材料韧性不足等问题，都会对建筑结构的抗震性能产生负面影响。比如，一些低质量的钢筋、混凝土等建筑材料，容易导致建筑物在地震发生时产生不可逆性破坏，进而对人们的生命财产造成极大威胁。因此，如何选用高质量的建筑材料，提高材料的韧性和抗震性能，是当前建筑结构抗震设计亟待解决的问题之一。

#### （二）结构形式对抗震性能的影响

建筑结构形式是结构的另一个重要组成部分，对建筑结构的抗震性能同样有着重要的影响。目前，建筑结构形式的多样化趋势在不断加强，因此，建筑结构抗震设计也需要不断地适应不同的结构形式。但同时，各种结构形式也存在一些缺陷和不足之处，比如，有些结构形式过于复杂，难以在抗震设计中得到充分考虑；有些结构形式的设计计算方法还不够完善，难以准确评估其抗震性能。因此，在建筑结构抗震设计中，如何选用合适的结构形式，准确评估其抗震性能，也是亟待解决的问题之一。

#### （三）设计标准对抗震性能的影响

建筑抗震设计的设计标准是保证建筑结构抗震性能的重要保障，但目前在一些地区的建筑抗震设计中，还存在着标准执行不够严格的问题。一些地区的建筑设计单位为了降低设计成本，往往会忽略抗震设计中的一些细节问题，如基础的选取、结构构件的截面尺寸等，从而导致建筑结构的抗震性能不达标。同时，由于地震灾害通常是一种突发事件，建筑设计单位往往难以考虑到地震等特殊情况，因此在一些地区建筑抗震设计标准的制定和执行方面，还有一定的提高空间。

### 三、建筑结构加固技术的改进措施

建筑结构加固技术是提高建筑物抗震能力的关键。在现有建筑物中，通过采用先进的加固技术，能够有效提高建筑物的抗震性能，从而保障人民生命财产的安全。下面分别从材料、结构形式和设计标准三个方面进行探讨。

#### （一）材料方面的改进

在材料方面，目前国内外都有不少新型材料在建筑结构加固方面得到了广泛的应用。其中，纤维增强复合材料（FRP）是一种具有优异性能的材料，可以提高结构的承载能力和刚度，改善结构的抗震性能。另外，隔

震橡胶等新型材料也可以在加固工程中发挥重要作用，通过降低地震能量输入、缓冲震动、降低结构受力等方式来提高建筑物的抗震能力。

#### （二）结构形式方面的改进

在结构形式方面，加固可以采用增加墙体、加固柱子、加固梁等方式来提高结构的抗震性能。另外，结构加固还可以采用新型的耗能器等装置，通过在地震中起到缓冲和吸能的作用来提高建筑物的抗震能力。此外，也可以采用将钢结构加固在混凝土结构之内、复合结构等多种结构形式，来提高建筑物的抗震性能。

#### （三）设计标准方面的改进

在设计标准方面，加固工程需要遵循国家相关的抗震设计规范和标准。同时，设计人员也需要根据不同的建筑物类型、建筑结构形式和地震区域等因素，进行详细的抗震性能分析和评估，制定出科学、合理的加固方案。除此之外，还需要在实际施工过程中，严格按照设计方案的要求进行施工，保证加固工程的质量和效果。

### 四、建筑结构加固技术的应用案例

#### （一）建筑结构加固技术在地震中的应用

地震是一种破坏性非常大的自然灾害，对建筑物的破坏也是最为严重的。为了增强建筑物的抗震能力，建筑结构加固技术得到了广泛的应用。在地震发生后，很多建筑结构加固技术被应用到建筑物的抢险和修复中，如新增加筋、外包加固、内部加固等。例如，在2008年汶川地震中，四川省抗震救灾指挥部采取了一系列措施，对受损建筑物进行了全面的加固和修复，将大量的建筑结构加固技术应用于实际工作中，保障了受灾地区的建筑物安全和灾后重建的顺利进行。

#### （二）建筑结构加固技术在历史建筑保护中的应用

历史建筑是人类文化遗产的重要组成部分，其保护和修复一直是社会关注的焦点。建筑结构加固技术在历史建筑保护中的应用，可以保护历史建筑不被自然灾害和人为因素破坏，同时保证其文化价值和历史价值的完整性。例如，在中国传统建筑中，传统木结构建筑是受抗震能力限制最严重的建筑类型之一。为了保护这些历史建筑，建筑结构加固技术被应用于传统木结构建筑的修复和保护中，如采用钢筋混凝土等新型材料加固木构架，在保证传统建筑文化特色的基础上，提高其抗震能力。

#### （三）建筑结构加固技术在城市更新中的应用

随着城市的发展和变化，一些老旧建筑需要进行结构加固以保证安全和可持续发展。建筑结构加固技术在城市更新中的应用可以帮助改善城市环境，提高城市建筑的使用寿命，并且能够为城市带来更多的经济效益。

在城市更新中，结构加固技术主要应用在老旧建筑的保护和改造中。例如，在中国广州的荔湾区，一些具有历史价值和文化遗产价值的老建筑得到了保护和修

缮。采用了结构加固技术和现代化材料,使得这些老建筑能够满足现代人的使用需求,同时又不影响其历史和文化价值。

另外,在城市更新中,结构加固技术还可以应用于大型公共建筑的改造。例如,在某些地区,政府需要进行城市中心区域的更新和改造,以适应城市的发展需求。而这些公共建筑的加固和改造是不可避免的一环。采用结构加固技术可以帮助这些建筑增加抗震能力,延长使用寿命,从而节省大量的资金和资源。

## 五、建筑结构抗震性能的评价方法

### (一) 建筑结构抗震性能的指标体系

建筑结构抗震性能的评价需要建立一套完整的指标体系,以定量评价建筑结构在地震作用下的抗震能力。建筑结构抗震性能的指标体系包括基本指标和扩展指标两个方面。基本指标包括地震动输入、结构响应和结构破坏性能三个方面,其中地震动输入包括地震烈度和地震波时间历程两个参数,结构响应包括加速度反应谱和位移反应谱两个参数,结构破坏性能包括屈服破坏和极限破坏两个阶段。扩展指标则包括人员安全度、财产损失度、服务能力恢复度、可持续性等多个方面,从不同角度综合评估建筑结构抗震性能。

### (二) 建筑结构抗震性能的评价方法

建筑结构抗震性能的评价方法有静力弹性分析、动力时程分析、容量谱法等多种方法。其中,静力弹性分析是一种简化的方法,适用于对于结构体系抗震能力较弱的建筑进行评估。动力时程分析是一种比较精确的评估方法,可以考虑地震作用时间历程的非线性性和结构体系的非线性响应。容量谱法则是一种结构抗震性能评估的常用方法,通过建立结构的屈服与极限容量谱,可以对结构的抗震能力进行定量评估。此外,还有多项自然频率、减震措施和非线性分析等方面的评估方法可供选择。

## 六、建筑结构抗震设计和加固技术的发展趋势

### (一) 建筑结构抗震设计和加固技术的现状分析

在建筑结构抗震设计和加固技术领域,目前已经有了较为成熟的理论和技术,但在实际应用过程中还存在一些问题。例如,很多建筑的抗震性能仍然无法满足要求,同时一些历史建筑等文物保护也需要更多专业技术的支持。因此,需要进一步研究和改进现有的建筑结构抗震设计和加固技术,以满足实际需求。

### (二) 建筑结构抗震设计和加固技术的发展趋势

随着科技的不断进步和应用,建筑结构抗震设计和加固技术也将得到进一步发展。一方面,新型材料的发展将为建筑结构抗震设计提供更多选择。例如,高性能混凝土、钢纤维混凝土等新型材料的应用已经被证明可以显著提高建筑的抗震性能。另一方面,随着数字化技

术的广泛应用,建筑结构抗震设计和加固技术将更加智能化和精细化,例如建筑结构的数值模拟、数据采集和处理等技术将为建筑结构抗震设计和加固技术提供更多支持。

### (三) 建筑结构抗震设计和加固技术未来的研究方向

未来的建筑结构抗震设计和加固技术研究方向主要包括以下几个方面:

(1) 材料的研究和开发,不断寻求新的、更好的材料用于建筑结构抗震设计和加固。

(2) 结构形式的研究和创新,例如钢筋混凝土框架结构、桥式结构等的研究和应用。

(3) 数字化技术的应用,例如基于物联网和人工智能的建筑结构抗震监测技术的研究和应用。

(4) 新型抗震措施的研究和开发,例如增加减震装置、提高建筑结构的抗震性能等技术的研究和应用。

### 结论:

本文对建筑结构抗震设计与加固技术进行了综述,探讨了该领域的现状和未来发展趋势。通过对文献和案例的分析,我们发现,当前的建筑结构抗震设计与加固技术已经非常成熟,能够有效提高建筑物的抗震能力和安全性,但仍然存在一些问题和挑战,需要持续不断地进行研究和探索。

(1) 当前的建筑结构抗震设计与加固技术主要依赖于经验和规范,缺乏科学的理论基础和精确的计算方法。因此,我们需要继续深入研究建筑结构的抗震机理和性能,开发更加精确和可靠的计算方法和评价标准,提高建筑结构抗震设计和加固技术的科学性和可靠性。

(2) 由于建筑结构抗震设计和加固技术的成本较高,许多建筑物尚未得到有效的加固和改造,仍然存在安全隐患;另一方面,由于地震预警技术和建筑结构监测技术的不断发展,我们需要进一步探索如何将这些新技术应用到建筑结构抗震设计和加固技术中,提高建筑物的安全性和智能化水平。

综上所述,建筑结构抗震设计与加固技术的研究和发展具有重要的意义和价值,我们需要加强理论研究、完善技术标准、推动实际应用,为保障人民生命财产安全和促进经济社会发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 孙宁虎,李芯月. 建筑结构抗震设计若干问题[J]. 黑龙江科学, 2017, 8(10): 170-171.
- [2] 高继红. 高层建筑结构抗震设计中的不足及对策分析[J]. 门窗, 2019(16): 147.
- [3] 马永佳. 现代建筑结构抗震设计及加固处理研究[J]. 产业与科技论坛, 2021, 20(22): 52-53.