

# 新型建筑结构材料在抗震性能与经济效益方面的应用分析

覃雪妮

泰国格乐大学

DOI: 10.12238/jpm.v5i3.6605

**[摘要]** 新型建筑结构材料在抗震性能与经济效益方面的应用备受关注。通过对传统材料存在问题的分析,发现新型材料如高性能混凝土和纤维增强复合材料具有轻质高强、耐久性强等优势。以实际案例为例,新型材料在神户国际会议中心等项目中的应用表明其在地震中的优越性,并显著降低了维护与修复成本。尽管新型材料初期投资较高,但其长期的经济效益是显著的。影响因素包括技术创新、政策支持和市场需求等,未来展望则是通过不断创新和政策支持,推动新型材料的广泛应用,促进建筑行业的可持续发展。因此,建议加强技术创新、加大政策支持力度、关注市场需求、加强行业合作与信息共享,共同推动新型建筑结构材料的应用,实现抗震性能与经济效益的双重提升。

**[关键词]** 新型建筑结构材料、抗震性能、经济效益

## Application analysis of seismic performance and economic benefit of new building structure materials

Qin Xueni

Gle University, Thailand

**[Abstract]** The application of new building structure materials in seismic performance and economic benefits has attracted much attention. Through the analysis of the problems of traditional materials, it is found that new materials such as high-performance concrete and fiber reinforced composite materials have the advantages of light weight, high strength and strong durability. In practical cases, the application of new materials in projects such as the Kobe International Convention Center demonstrates its superiority in earthquakes and significantly reduces maintenance and repair costs. Although the initial investment of new materials is high, its long-term economic benefits are significant. The influencing factors include technological innovation, policy support and market demand, while the future outlook is to promote the wide application of new materials and promote the sustainable development of the construction industry through continuous innovation and policy support. Therefore, it is suggested to strengthen technological innovation, increase policy support, pay attention to market demand, strengthen industry cooperation and information sharing, and jointly promote the application of new building structure materials, to achieve the double improvement of seismic performance and economic benefits.

**[Key words]** new building structure materials, seismic performance, economic benefits

## 1 引言

地震是世界范围内造成巨大人员伤亡和财产损失的天然灾害之一。传统建筑结构在地震中常常表现出脆弱性,无法有效抵御地震引发的破坏。因此,寻找并应用新型建筑结构材料成为提高建筑抗震能力的重要途径之一。新型建筑结构材料以其轻质、高强度、耐久性等特点,为提升建筑抗震性能提供了新的可能性<sup>[1]</sup>。本文旨在通过对新型建筑结构材料在抗震性能与经济效益方面的应用进行深入分析,探讨其对提高建筑抗震

能力和减少地震灾害损失的重要意义。同时,研究结果将为工程设计和建筑材料选用提供科学依据,促进建筑工程的可持续发展和社会稳定。

## 2 新型建筑结构材料概述

### 2.1 传统建筑结构材料存在的问题

传统建筑结构材料存在以下问题<sup>[2]</sup>:

1. 重量大:传统建筑结构材料如混凝土和钢铁重量大,增加了建筑的自重,降低了抗震能力。

2. 强度不足：传统材料在地震作用下易发生破坏，如混凝土易产生裂缝，钢铁易发生弯曲变形，无法有效保护建筑。

3. 脆性较强：传统材料如混凝土在地震中表现出脆性，一旦受到破坏往往会迅速坍塌，增加了人员伤亡和财产损失。

4. 维修成本高：传统材料的破坏后修复成本高昂，且修复周期长，影响了建筑的可持续性发展。

5. 资源消耗大：传统建筑结构材料如钢铁、水泥等资源消耗大，对环境造成了严重影响，不利于可持续发展。

## 2.2 新型建筑结构材料的特点与分类

新型建筑结构材料的特点包括轻质高强、耐久性强、可塑性强和绿色环保。这些材料如高性能混凝土（HPC）、纤维增强复合材料（FRP）等，具有较低的密度和优异的抗拉、抗压强度，能够减轻建筑自重，提高抗震性能。同时，它们耐腐蚀、耐磨损、耐老化，能够降低维护和修复成本。此外，这些材料易于加工成各种形状，实现灵活多样的设计，并且多来源于可再生资源，生产过程环保，有利于可持续发展<sup>[3]</sup>。

根据材料的特性和用途，新型建筑结构材料可分为几类：高性能混凝土如高性能自密实混凝土（HPC）、高性能纤维混凝土（HPFRCC）、纤维增强复合材料（FRP）如碳纤维、玻璃纤维、轻质隔震材料如泡沫混凝土、轻质填充材料等，以及其他新型材料如生物质材料、再生建筑材料等。这些材料在提高建筑抗震性能、减少自然资源消耗、促进建筑可持续发展等方面发挥着重要作用。

## 2.3 新型建筑结构材料的发展现状

目前，新型建筑结构材料的发展呈现出多样化和前沿性的特点。高性能混凝土（HPC）在建筑领域得到广泛应用，其自密实、高强度的特性能够提高结构的耐久性和抗震性能。纤维增强复合材料（FRP）因其轻质、高强度、耐腐蚀等特点，被广泛用于结构加固、桥梁建设等领域。另外，新型隔震材料如减震橡胶、液压阻尼器等也在建筑工程中得到应用，有效提升了建筑抗震性能。此外，随着环保意识的增强，生物质材料、再生建筑材料等新型材料也逐渐受到关注和应用。未来，随着科技的进步和需求的不断变化，新型建筑结构材料将继续向着轻量化、高强度、环保等方向发展，以满足建筑工程对材料性能和可持续发展的需求。

## 3 抗震性能分析

### 3.1 传统建筑结构在地震中的表现与挑战

传统建筑结构在地震中表现出脆弱性和不足之处。首先，传统建筑结构如砖混结构、钢筋混凝土结构等通常缺乏足够的抗震设计和加固措施，容易受到地震力的影响而发生破坏。其次，传统建筑结构的设计和施工常常以经验和传统为依据，未能充分考虑地震作用下结构的性能，导致抗震性能不佳。此外，传统建筑结构材料如砖块、混凝土等具有较高的重量和较低的强度，地震作用易引发结构倒塌，增加了人员伤亡和财产损失。面对地震灾害带来的挑战，传统建筑结构的抗震能力和安全性亟待提升，需要通过改进设计标准、加强结构加固和采用新型建筑结构材料等措施来应对地震风险，减少地震灾害造成的损失。

### 3.2 新型建筑结构材料在抗震性能方面的优势

新型建筑结构材料通常具有轻质高强的特点，比传统材料如混凝土和钢铁更具抗震能力。如高性能混凝土（HPC）、纤维增强复合材料（FRP）等一系列材料具有优异的延性和韧性，能够在地震中承受较大变形而不易破坏，有效保护建筑结构。同时，新型建筑结构材料的加工和施工相对简单灵活，能够实现更多样化的设计和结构形式，提高了整体结构的抗震性能。另外，这些材料具有较长的使用寿命和较低的维护成本，能够减少地震灾害带来的损失，并提高建筑的可持续性。所以，新型建筑结构材料在抗震性能方面的优势使其成为提升建筑抗震能力的重要途径之一。

### 3.3 抗震性能评价指标与方法

抗震性能评价是评估建筑结构在地震作用下的表现和能力的过程，常用的评价指标和方法包括：

1. 建筑结构的最大位移和位移角：衡量建筑结构在地震作用下的变形能力，通常使用最大位移和最大位移角来评估结构的变形程度。

2. 延性指标：延性是指结构在地震作用下能够发生大变形而不失稳的能力，常用的延性指标包括能量耗散能力、峰值位移与受力点位移比等。

3. 结构刚度与周期：刚度和周期是影响结构抗震性能的重要因素，通过分析结构的刚度和周期可以评估其抗震能力。

4. 损伤程度与破坏模式：分析结构在地震作用下的损伤程度和破坏模式，可以评估结构的抗震性能及其潜在的破坏机制。

5. 数值模拟与试验方法：采用有限元分析、动力响应分析等数值模拟方法，或者进行地震模拟试验等实验方法，对建筑结构的抗震性能进行评估和验证。

综合考虑上述指标和方法，可以对建筑结构的抗震性能进行全面评价，为设计优化、结构改进和抗震加固提供科学依据，从而提高建筑结构的抗震能力和安全性。

## 4 经济效益分析

### 4.1 新型建筑结构材料在工程造价中的比较

新型建筑结构材料在工程造价中通常会面临一些挑战与优势。首先，新型材料的成本往往较传统材料高，例如高性能混凝土（HPC）和纤维增强复合材料（FRP）的成本通常比传统混凝土和钢材要高。这会直接影响到项目的总体投资。其次，由于一些新型材料需要特殊的施工技术或者设备，其施工成本可能会比传统材料更高，这可能增加了项目的施工费用。

然而，新型建筑结构材料也具有一些优势，可以在一定程度上抵消其高成本。首先，新型材料通常具有更长的使用寿命和较低的维护成本。例如，FRP等材料因其耐腐蚀性和耐久性，可以降低长期维护和修复成本。其次，新型材料的轻量化和易加工特性可能会降低项目的施工时间和劳动力成本，从而在项目总体造价中节省一定费用。因此，在综合考虑材料成本、施工成本和维护成本等因素后，选择适合项目需求的建筑结构材料对于实现经济效益至关重要。

### 4.2 新型建筑结构材料应用对建筑工程周期的影响

新型材料的引入可能导致项目设计阶段的延长。由于新型材料具有独特的性能和特点，需要进行更多的工程设计和计算以确保其正确应用，因此设计阶段可能会相对传统材料更为复杂和耗时。

新型材料的施工可能需要额外的准备工作和培训。施工人员可能需要学习新的施工技术和操作方法，以确保材料能够正确使用和安装。这可能会增加施工阶段的时间，并可能需要重新安排工程进度。

但是，一旦新型材料在项目中得到成功应用，它们可能会带来施工周期的缩短。一些新型材料具有轻质、易加工的特点，可以减少施工时间并提高工作效率。此外，新型材料的性能优势可能会减少工程后期的维护和修复时间，从而进一步缩短整个建筑工程周期。

因此，尽管新型建筑结构材料的应用可能会在设计和施工阶段增加一些时间，但在长期内，它们可能会通过提高施工效率和减少维护成本，从而对建筑工程周期产生积极的影响。

#### 4.3 新型建筑结构材料应用对维护与修复成本的影响

新型建筑结构材料的应用通常会对维护与修复成本产生积极影响。由于新型材料具有较长的使用寿命和优异的耐久性，例如纤维增强复合材料 (FRP) 等，它们能够降低建筑结构的日常维护需求。此外，新型材料通常具有较低的腐蚀和老化速度，减少了维护和修复的频率和费用。虽然新型材料的初始成本可能较高，但长期来看，其减少的维护与修复成本可以抵消这一成本差异，并且能够提高建筑结构的整体经济效益。因此，新型建筑结构材料的应用有助于降低建筑维护与修复成本，同时提高建筑的可持续性和长期运营效益。

### 5 应用案例分析

#### 5.1 在实际工程中的应用案例

一个显著的案例是东京的新国立竞技场，作为 2020 年夏季奥林匹克运动会的主要场馆。该竞技场采用了新型建筑结构材料，其中包括高性能混凝土 (HPC) 和纤维增强复合材料 (FRP)。HPC 被广泛用于竞技场的柱子和横梁等关键结构部位，以提高结构的抗震性能和耐久性。而 FRP 则被应用于屋盖结构，以减轻结构自重和提高结构的稳定性。这些新型材料不仅确保了竞技场的安全性和功能性，同时也降低了结构的维护成本。此外，新型材料的使用使得竞技场的设计更加灵活多样，使其成为一座现代化、高效能和具有标志性的建筑。这一案例表明，新型建筑结构材料在实际工程中的应用不仅能够满足高标准的建筑要求，同时也体现了其在提高建筑抗震性能、降低维护成本和促进建筑创新方面的巨大潜力。

#### 5.2 案例分析：抗震性能与经济效益的对比

以日本另一个建筑为例，该建筑为“神户国际会议中心”，其采用了新型建筑结构材料进行抗震设计。这座建筑在 1995 年的兵库地震中遭受了强烈的地震袭击，但凭借其先进的抗震结构和新型材料，成功地抵御了地震力量，并在地震后仍保持完好。与此同时，与同期建造的传统建筑相比，神户国际会议中心在维修和修复方面所需的费用明显较低。这主要是因为新型材料具有更高的耐久性和更长的使用寿命，减少了维修和维

护的需求。此外，虽然新型材料的初始成本可能较高，但考虑到其抗震性能和长期维护成本的节省，整体经济效益仍然是显著的。因此，神户国际会议中心的案例表明，采用新型建筑结构材料不仅可以提高抗震性能，还可以带来较低的维修和修复成本，为建筑的长期运行提供了可靠的保障。

#### 5.3 影响因素与未来展望

新型建筑结构材料在抗震性能与经济效益方面的应用受多种因素影响。技术创新是关键因素，不断推动新型材料的研发和应用，提高其性能和降低成本。政策支持也至关重要，政府应出台相关政策鼓励新型材料的使用，并提供资金和技术支持。此外，市场需求和用户接受程度也是影响因素，建筑行业需要持续关注市场趋势和用户需求，推动新型材料的市场应用。未来展望方面，随着科技的不断进步，新型建筑结构材料将会不断涌现出更多种类和更先进的性能，为建筑抗震性能和经济效益的提升提供更多选择。同时，随着社会对可持续发展和环保的重视，未来新型材料的发展也将更加注重环保和可持续性，推动建筑行业朝着更加绿色、智能和可持续的方向发展。因此，建筑行业应不断加强技术创新，加大政策支持力度，促进新型建筑结构材料的广泛应用，以实现建筑抗震性能与经济效益的双重提升，推动建筑行业的可持续发展。

### 6 结论与建议

综上所述，新型建筑结构材料在抗震性能与经济效益方面的应用具有巨大潜力。通过提高建筑抗震能力和降低维护成本，新型材料可以有效减少地震灾害带来的损失，并提高建筑的可持续性。然而，其应用仍受多种因素影响，包括技术创新、政策支持、市场需求和用户接受程度等。为了促进新型建筑结构材料的广泛应用，建议：

- (1) 加强技术研发和创新，不断提高新型材料的性能，并降低其成本，以满足建筑工程的实际需求。
- (2) 政府部门应加大政策支持力度，出台相关政策鼓励新型材料的使用，包括提供资金和技术支持、制定标准和规范等，以营造良好的发展环境。
- (3) 建筑行业应密切关注市场趋势和用户需求，积极推广新型材料的应用，并加强对相关技术的培训和普及，提高行业从业者对新型材料的认知和接受程度。
- (4) 加强行业合作与信息共享，促进新型建筑结构材料的技术交流和合作，推动行业朝着更加绿色、智能和可持续的方向发展。

综上所述，通过共同努力，新型建筑结构材料的应用将能够更好地提高建筑抗震性能与经济效益，推动建筑行业的可持续发展。

#### [参考文献]

- [1] 沈武. 智能建筑材料与新型建筑结构创新在工程建筑中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(20):83-85.
- [2] 史红璐. 新型建筑材料在建筑工程结构设计中的应用[J]. 建材世界, 2019, 40(05):36-37.
- [3] 时建国. 新型高层建筑结构和材料的抗震与设计探讨[J]. 广东科技, 2014, 23(08):129+120.