

# 新型复合材料在建筑结构中的应用与耐久性研究

陈一虹

无锡城市职业技术学院，江苏无锡，214100；

**摘要：**新型复合材料兼具轻质、高强、抗腐蚀等特性，可弥补传统建筑材料在性能上的短板，逐步成为建筑结构领域的重要替代与补充材料。建筑结构的耐久性直接决定使用寿命与安全性能，新型复合材料在应用中需应对环境侵蚀、荷载作用等多重影响，其耐久性表现成为应用推广的核心考量。本文梳理新型复合材料的核心类型与性能优势，分析其在建筑结构中的主要应用方向，探究提升复合材料建筑结构耐久性的关键技术，为新型复合材料在建筑领域的合理应用与长期安全保障提供思路。

**关键词：**新型复合材料；建筑结构；材料应用；结构耐久性；耐久性提升

**DOI：**10.64216/3080-1508.26.01.010

## 引言

建筑结构的核心作用是承受荷载、保证空间安全，材料性能是决定结构质量和使用时间的基础。传统建筑材料有不少缺点：自重太大、抗腐蚀能力弱、容易老化。在复杂环境（比如海边、潮湿地区）或者大跨度建筑里，性能会慢慢下降，需要经常维修，还可能有安全风险。随着材料技术发展，新型复合材料慢慢用到建筑结构的设计和施工里。它能减轻结构重量、提高抗腐蚀能力，符合现代建筑“更轻、更耐用、更安全”的要求。不过，建筑结构长期暴露在自然环境中，风吹雨淋、日晒、温度变化都会影响材料。新型复合材料能不能抵抗这些影响，直接关系到结构的长期安全。所以，研究新型复合材料在建筑结构里怎么用，以及如何提高它的耐久性，对推动建筑材料升级、让结构质量更好，意义重大。

## 1 新型复合材料的核心类型与性能优势

适合建筑结构使用的新型复合材料，按基体材料不同分成几类，每类都有自己的优点，能满足建筑的不同需求。

### 1.1 核心类型

新型复合材料主要有三类，适配的建筑场景各不相同。第一类，纤维增强复合材料。以树脂为基础，加入玻璃纤维、碳纤维等增强材料，做成既有韧性又有强度的材料。按增强材料不同，还能再细分：玻璃纤维的成本低、强度中等，适合荷载不大的结构；碳纤维强度很高，但价格贵，适合荷载大、跨度大的建筑；玄武岩纤维兼顾强度和成本，很多场景都能用。第二类，金属基复合材料。以铝、钢等金属为基础，加入陶瓷颗粒或纤

维，既保留了金属的延展性，又提高了抗磨损、抗腐蚀能力。比纯金属更耐用，适合那些既需要强度又要耐候的结构部位，比如海边建筑的外墙骨架、露天的连接件。第三类，无机非金属基复合材料。以水泥、陶瓷等无机材料为基础，加入矿物纤维或纳米颗粒，能减少开裂、防止渗水。解决了传统水泥、陶瓷容易开裂的问题，适合做建筑的墙体、楼板等构件。

### 1.2 关键性能优势

和传统建筑材料比，新型复合材料的优势主要在三方面，正好满足建筑结构的核心需求。第一，轻质高强。相同强度要求下，新型复合材料比传统材料轻很多。比如碳纤维材料的重量只有钢材的五分之一到八分之一，玻璃纤维材料比混凝土还轻。重量减轻，能大幅降低建筑整体荷载，基础和承重构件（梁、柱）的尺寸可以变小，既节省成本，又能增加建筑内部使用空间。同时，轻的结构抗震、抗风能力更强，适合大跨度建筑（比如体育馆、桥梁）和高层建筑。第二，抗腐蚀能力强。新型复合材料化学性质稳定，能抵抗雨水、海水、空气中有害气体的侵蚀。不会像钢材那样生锈，也不会像混凝土那样开裂、剥落。在海边、潮湿地区、工业污染区等环境里，性能下降慢，不用经常维修，能减少维护成本，延长结构寿命。第三，抗老化、抗疲劳性能好。长期暴露在阳光下、温度变化中，新型复合材料性能下降慢。比如用了10–20年，强度下降通常不超过10%，而传统钢材5–10年就可能下降15%–20%。在反复荷载作用下（比如桥梁承受车辆碾压、体育馆承受人群活动），也不容易出现疲劳损伤，使用寿命更长，维护周期可以从

传统材料的3-5年延长到10-15年。

## 2 新型复合材料在建筑结构中的主要应用方向

根据新型复合材料的性能优势，结合建筑不同构件的需求，主要有三个应用方向，能全面提升建筑结构的质量和性能。

### 2.1 承重构件应用

承重构件（梁、柱、桥梁拉索等）是建筑的“骨架”，新型复合材料用在这里，能提高承载能力、减轻重量、延长寿命。一是梁、柱等常规承重构件。新建建筑中，可用纤维增强复合材料替代部分钢材或混凝土，做成组合构件。比如在混凝土梁里加碳纤维筋，替代部分钢筋，能提高梁的抗弯、抗剪强度，同时减轻重量，梁的截面可以变小，增加使用空间；在钢柱外面包一层玻璃纤维材料，能防止钢柱生锈，延长使用寿命，适合海边、工业污染区的建筑。二是大跨度结构的承重体系。体育馆屋顶、桥梁、会展中心等大跨度建筑，可用纤维增强复合材料做桁架、拉索。比如体育馆屋顶的桁架用碳纤维材料做，比传统钢桁架轻50%以上，能减少屋顶对墙体和柱的压力，而且不用经常刷防腐涂料，维护成本降低60%；桥梁的拉索用玻璃纤维材料做，比钢拉索轻40%-50%，不会生锈，桥梁使用寿命能从50年延长到80年以上。三是既有建筑的加固修复。老旧建筑（比如老住宅楼、厂房）的承重构件受损后，可用新型复合材料加固。比如混凝土梁开裂了，在梁的受拉区贴一层碳纤维布，能快速恢复甚至提高承载能力，施工简单，不用拆梁，对建筑使用影响小；钢柱生锈了，用玻璃纤维管包裹，里面灌水泥浆，能修复强度，防止进一步生锈，延长老建筑的使用寿命。

### 2.2 围护构件应用

围护构件（墙体、屋面、门窗）是建筑的“外衣”，新型复合材料用在这里，能提高防护性能、节能效果，延长装饰寿命。一是墙体构件。用无机非金属基复合材料做预制墙板，能抗裂、抗渗，还能加入保温材料，让墙板既有强度，又能保温、隔音。比如“水泥+矿棉纤维+纳米颗粒”做成的外墙板，不会因温度变化开裂，能防止雨水渗进室内，导热系数低，保温效果比传统混凝土墙板好很多，隔音量也能达到40分贝以上。安装时不用像传统墙体那样“砌墙、做保温、做防水”多道工序，施工更快。二是屋面与外墙装饰构件。屋面装饰瓦

用金属基复合材料做，比传统陶瓦、水泥瓦轻50%以上，抗紫外线、抗雨水，不会开裂、褪色，装饰寿命能达到30年以上（传统陶瓦只有15年左右）；外墙装饰板用纤维增强复合材料做，能做出石材、木纹等各种纹理，装饰性强，长期暴露在室外不会褪色、脱落，维护成本低，适合住宅、写字楼的外墙装饰。三是门窗框架构件。用新型复合材料做门窗框，替代传统木材或铝合金。外层纤维增强材料保证强度和抗腐蚀，内层加保温泡沫，能减轻重量（比铝合金窗框轻30%），隔热效果好，减少室内外热量传递。同时密封性能优异，能减少空气渗透，降低门窗能耗（门窗能耗占建筑总能耗的30%-40%，复合材料门窗能降低20%-30%），符合绿色节能要求。

### 2.3 特殊场景结构应用

在传统材料难以应对的特殊场景里，新型复合材料能发挥独特优势，解决应用难题。一是恶劣环境建筑。海边港口、沙漠地区、化工园区等环境侵蚀强，用抗腐蚀的新型复合材料做构件，能防止性能下降。比如海边码头平台用金属基复合材料做，能抵抗海水腐蚀，不用经常维修；沙漠地区建筑用纤维增强复合材料做墙体，能抗风沙、抗紫外线，延长结构寿命。二是临时或可拆卸建筑。临时建筑（比如工地宿舍、活动展厅）需要便于运输和安装，用轻质的新型复合材料做构件，重量轻、安装快，还能重复利用，减少建筑垃圾，符合绿色建筑理念。三是异形结构。曲面屋顶、造型墙体等异形建筑，对材料的成型性能要求高。新型复合材料容易加工，可以按设计做出各种形状和截面，既保证结构性能，又能满足建筑美学需求，适合现代建筑多样化的设计风格。

## 3 新型复合材料建筑结构的耐久性提升关键技术

要提高新型复合材料建筑结构的耐久性，需要从材料、设计施工、后期维护三个环节一起发力，从源头打好基础、过程避开问题、后期及时维护，这样才能抵抗环境影响，延缓性能下降，让结构更耐用、更安全。

### 3.1 材料本身性能优化

从材料生产源头优化性能，是提升耐久性的基础，主要做好配方和生产工艺两方面。配方设计上，要根据材料类型和使用环境，加针对性的添加剂，同时让基体和增强体结合更紧密。比如纤维增强材料里加紫外线吸收剂，防日晒老化；金属基材料里加耐腐蚀合金，抗雨

水、海水腐蚀；还要处理好增强体表面，让它和基体粘得更牢，减少缝隙，防止水、空气等从缝隙渗进去，导致材料分层、性能变差。生产工艺上，要严格控制温度、压力、时间等参数，减少材料内部的小孔、杂质和裂缝，让材料更密实。比如纤维增强材料成型时，温度、压力要刚好，固化时间要足够，避免内部有孔；金属基材料熔炼时，要过滤杂质，防止杂质成为腐蚀的突破口；这样材料密实了，外界的水、空气就难渗进去，耐久性自然更好。

### 3.2 结构设计与施工管控

科学设计和规范施工，能提前避开耐久性问题，具体分设计和施工两步。设计时，要结合材料特点和环境情况，做好三方面：一是选合适的构件形状和连接方式，比如纤维增强材料梁用工字形截面，减少应力集中，连接用柔性方式，避免变形开裂；二是加防护构造，比如室外构件预留防护层空间，连接部位用密封胶封好，防止水渗进去；三是考虑温度变形，新型材料热胀冷缩和传统材料不一样，要预留伸缩缝，避免温度变化导致构件开裂。施工时，要严格把控质量：一是材料进场要检查，看型号、性能是否达标，抽样复检，不合格的不用；二是按规范操作，比如粘贴复合材料时，表面要清理干净，粘结剂涂均匀，确保粘得牢；安装墙板时，控制好垂直度和缝隙，做好防水；三是完工后做好防护，清理构件表面，涂好抗紫外线、防水的防护层，确保防护层完整无破损。

### 3.3 后期维护与监测

做好后期维护和实时监测，能及时发现问题、解决问题，延长结构寿命。维护方面，要定期检查、及时修复：一是定期看构件外观，查有没有开裂、分层、腐蚀，连接部位松不松，防护层坏没坏，小问题马上修，大问题找专业机构处理；二是定期补修防护层，防护层快到使用年限，即使没坏也要补，局部坏了立即修；三是根据环境调整维护时间，海边、沙漠等恶劣环境，维护间隔要短，状态好的话可以适当延长。监测方面，要在关键部位装传感器，实时测材料强度、应变，还有环境温湿度、有害气体浓度，数据传到平台分析。如果发现性能下降快，快到安全底线，就及时维护或加固，从“等

问题出现再修”变成“提前预防”，确保结构安全。通过这一套“材料优化—设计施工—后期运维”的完整流程，新型复合材料建筑结构的耐久性就能得到全方位保障，既发挥了材料本身“轻、强、抗腐蚀”的优势，又弥补了长期暴露在自然环境中的潜在短板。无论是新建建筑的材料选型，还是既有建筑的耐久性升级，都可以按这套方法推进。比如海边的复合材料构件，既要在生产时加足耐腐蚀成分，设计时做好密封防护，后期也要缩短维护间隔，重点检查防护层和连接部位；而内陆干燥地区的构件，可侧重抗紫外线优化，维护时多关注防晒涂层状态。这种全周期的耐久性管控思路，不仅能让新型复合材料建筑结构的使用寿命大幅延长，还能减少频繁维修带来的成本和麻烦，真正适配现代建筑“长寿命、低运维”的需求，推动新型复合材料在建筑领域的更广泛应用。

### 4 结语

新型复合材料凭借轻质高强、抗腐蚀等优势，在建筑结构的承重、围护及特殊场景中展现出广阔应用前景，其耐久性则是保障结构长期安全的核心。通过材料本身性能优化、结构设计施工管控、后期维护监测的协同发力，可有效提升新型复合材料建筑结构的耐久性，破解其应用中的核心顾虑。未来，随着材料技术与管控技术的持续发展，新型复合材料的性能将进一步提升，其在建筑结构中的应用将更广泛、更深入，推动建筑结构向轻量化、长寿命、绿色化方向发展，为建筑行业高质量发展注入新动能。

### 参考文献

- [1] 张相悦. 建筑结构施工质量水平与结构安全性能研究[J]. 建设科技, 2023, (21): 101-103.
- [2] 张斌文. 建筑结构施工质量水平与结构安全性能探讨 [J]. 产品可靠性报告, 2023, (09): 113-114.
- [3] 赵晓东. 建筑结构设计的复杂性和安全性[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (16): 178-180.
- [4] 李木子. 建筑结构设计技术优化的研究与应用 [J]. 工程建设与设计, 2023, (05): 35-37.
- [5] 梁庞. 纤维增强复合材料在建筑结构加固工程中的应用研究 [J]. 合成材料老化与应用, 2022, 51(01): 117-119.