

再生建筑材料在结构加固修复中的应用思考

苏焕东, 李金峰*, 郝天琪, 吴欣航, 达瓦, 代志敏
西藏大学, 西藏 拉萨 850000

摘要: 随着可持续发展理念的普及与环保意识的提高, 再生建筑材料在结构加固修复中的应用得到了广泛的关注。再生建筑材料通过回收废弃材料或资源, 经过加工处理后得到的新材料。再生建筑材料分为: 再生混凝土、再生钢筋、再生纤维、再生木材、再生塑料等。具有可持续性、环保性和经济性等优势, 在结构加固修复中可以发挥重要作用。

关键词: 再生建筑材料; 结构加固修复; 可持续性; 环保性; 经济性

Consideration On The Application Of Recycled Building Materials In Structural Reinforcement And Restoration

Su Huandong, Li Jinfeng*, Hao Tianqi, Wu Xinhang, Da Wa, Dai Zhimin
Tibet University, Lhasa, Tibet 850000

Abstract: With the popularization of the concept of sustainable development and the improvement of environmental protection awareness, the application of recycled building materials in structural reinforcement and restoration has been widely concerned. Recycled building materials New materials obtained after processing by recycling waste materials or resources. Recycled building materials are divided into: recycled concrete, recycled steel, recycled fiber, recycled wood, recycled plastic and so on. It has the advantages of sustainability, environmental protection and economy, and can play an important role in structural reinforcement and restoration.

Keywords: recycled building materials; structural reinforcement and repair; sustainability; environmental protection; economy

引言

随着我国城市化进程的快速提升和人们生活质量的提升, 对建筑物的功能需求和安全要求日趋严格。对现有建筑物的升级改造是社会发展的必然趋势, 其中建筑物的结构加固显得尤为重要。现阶段全球变暖的趋势愈发严峻, 同时“十四五”期间又是我国节能减排的关键时期, 采用再生建筑材料对建筑物进行结构加固具有很深的研究意义与应用前景。

一、再生建筑材料的概念和分类

(一) 再生建筑材料的概念

再生建筑材料是指通过回收和再利用废弃材料或资源, 制造出具有一定性能和品质的建筑材料。这些材料可以包括废弃的混凝土、砖块、木材、钢铁、玻璃等。再生建筑材料的制造过程通常会减少原材料的消耗和对环境的影响, 同时降低废弃物的产生和处理成本。再生建筑材料的使用有助于减少对自然资源的依

赖, 促进可持续发展, 并减少建筑行业对环境的负面影响^[1]。

(二) 再生建筑材料的分类

1. 再生骨料混凝土: 如图1图2所示再生骨料混凝土是通过回收和再利用废弃混凝土制成的材料。在结构加固修复中, 再生骨料混凝土可以用于补充或替代传统混凝土, 用于修复受损的混凝土结构。再生骨料混凝土具有与传统混凝土相似的力学性能, 同时减少了对原材料的需求, 降低了碳排放。通过设计处理, 再生骨料混凝土可以有效地提高结构的强度和耐久性。

作者简介:

苏焕东(1999—), 男, 汉族, 河南省开封市人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 防灾减灾及防扩工程。

郝天琪(1999—), 男, 满族, 辽宁省阜新市人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 桥梁与隧道工程。

吴欣航(2000—), 女, 汉族, 重庆人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 道路交通安全。

达瓦(2000—), 男, 藏族, 西藏日喀则市人, 工学硕士, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 道路运输。

代志敏(1997—), 男, 汉族, 湖南省郴州市宜章县人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 岩土体稳定性及工程环境效应。

通讯作者: 李金峰(1998—), 男, 汉族, 甘肃天水人, 研究生在读, 单位: 西藏大学工学院, 研究方向: 岩土工程。

本项目由西藏大学研究生“高水平人才培养计划”项目资助, 2022-GSP-S012。



>图1



>图2

2. 再生钢筋：如图3图4所示再生钢筋是通过回收和再利用废弃钢铁制成的材料。在结构加固修复中，再生钢筋可以用于替代传统的钢筋，对于受损或老化的钢筋结构进行加固。再生钢筋具有良好的机械性能，同时减少了对原材料的需求和能源消耗。采用再生钢筋可以有效地延长结构的使用寿命，并且节约了资源。



>图3

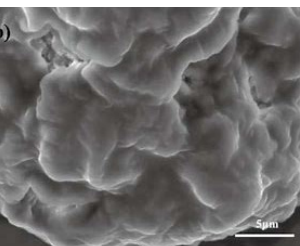


>图4

3. 再生纤维：如图5图6再生纤维是指通过回收和再利用废弃纤维材料制成的材料，常见的有再生玻璃纤维和再生碳纤维等。在结构加固修复中，再生纤维的应用可以有效增强和改善结构的力学性能。



>图5



>图6

4. 再生木材：再生木材是通过回收和再利用废弃木材制成的材料。在结构加固修复中，再生木材可以用于替代传统的新木材，用于修复受损的木结构或增加结构的承载能力。再生木材具有良好的强度和稳定性，同时减少了对原木资源的需求和森林砍伐的压力。采用再生木材可以实现结构的可持续发展和环境保护。

5. 再生塑料：再生塑料是通过回收和再利用废弃塑料制成的材料。在结构加固修复中，再生塑料可以用于制造增强板、支撑材料或填充材料，用于提高结构的强度、稳定性和耐久性。再生塑料具有轻质、耐腐蚀和可塑性强的特点，同时减少了对新塑料原料的需求和能源消耗。使用再生塑料可以有效地降低结构加固修复的成本，并实现废弃塑料资源的循环利用。

二、再生建筑材料在结构加固修复中的应用

（一）再生骨料混凝土在结构加固中的应用

再生骨料混凝土可以充分利用废弃混凝土中的有用成分，减

少对新型材料的需求，达到节约资源的意义。同时再生骨料混凝土的抗压性能优于传统混凝土，可以满足建筑物的加固要求^[2]。同时再生骨料混凝土的抗裂性能优于传统混凝土，可以更有效的防止建筑物出现裂缝。

在建筑结构加固修复过程中，墙体结构的加固尤为重要，传统的墙体加固需要在墙体表面布置钢筋网，然后再进行抹灰等施工工序，较为繁琐，而采用再生骨料混凝土，对墙体结构进行加固修复，不仅可以缩短工期，还能保证墙体的强度和稳定性。

在建筑结构中，柱子是建筑物承重结构的核心部件，柱子的稳定性及其强度直接影响建筑物的安全性。采用再生骨料混凝土对柱子进行加固，可以提高柱子的抗裂性能和抗压性能，有效的保证了建筑物的整体稳定性和安全性。

在建筑结构中，地面的稳定性，直接影响建筑物整体的稳定性，其稳定性与强度是极其重要的。采用再生骨料混凝土对地面进行加固，可以提高地面的抗压性能和抗裂性能，有效的防止地面出现裂缝和坍塌等问题^[3]。

（二）再生钢筋在结构加固修复中的应用

再生钢筋在结构加固修复中，可以对混凝土结构进行修复，对于已经损坏的混凝土结构，可以在结构表面或内部加固层中使用再生钢筋，恢复结构的完整性和承载力。同时再生钢筋可以对已经损坏或承载能力不足的梁和柱子进行加固修复，可以在其受拉或受压区域使用再生钢筋进行加固，通过再生钢筋与原结构钢筋进行连接或覆盖，可以增加结构的承载能力与抗震性能^[4]。

在建筑结构中，梁柱的节点位置是整个结构中较易发生破坏的位置。使用再生钢筋通过套筒连接、焊接、粘接的方式将再生钢筋同原结构钢筋进行连接，这种加固形式可以节点的承载能力与抗震性能。

地基是建筑物的重要支撑，如果地基承载力不足或者存在沉降问题，可以使用再生钢筋加固地基。可以在地基下方设置钢筋网格，提供额外的支撑和增强效果，以增加地基的稳定性和承载能力。

（三）再生纤维在结构加固修复中的应用

再生纤维在结构加固修复中可以在混凝土结构、钢筋结构、木结构中发挥一定的优势。

1. 加固混凝土结构：再生纤维可以与环氧树脂等粘合剂结合，形成纤维布或纤维片，用于加固混凝土结构。通过将纤维布或纤维片粘贴在混凝土表面或内部，可以提高混凝土结构的抗裂、抗震和抗拉强度。再生玻璃纤维和再生碳纤维都可以作为加固材料，它们具有高强度、耐久性和良好的黏结性能，能够有效增强混凝土结构的承载能力^[5]。

2. 加固钢筋结构：再生纤维也可以用于加固钢筋结构，特别是在受锈蚀或损伤的钢筋上。通过将再生纤维与环氧树脂等粘合剂结合，包覆在钢筋周围，可以提高钢筋的抗腐蚀性能和抗拉强度。再生纤维的使用还可以延缓锈蚀的进一步发展，延长钢筋的使用寿命。

3. 加固木结构：再生纤维也可应用于加固木结构建筑，特别是在老化、腐朽或受损的木材上。通过将再生纤维与适当的粘

合剂结合，粘贴在木材表面或内部，可以提高木材的抗弯强度和刚度。

（四）再生木材在结构加固修复中的应用

在木结构建筑物中，再生木材同样可以对结构进行加固修复。在梁和柱结构中，再生木材通过需要进行削减、雕刻和连接用来适应所需要的加固结构的形状和尺寸。将再生木材与原木材结构进行粘接或螺栓连接，来增加结构的承载能力和稳定性^[6]。

在墙体结构中，对于已经开裂或承载力不足的墙体，可以使用再生木材进行加固修复。可以将再生木材制成加固板或加固框架，通过胶粘剂或螺栓固定在墙体表面或内部。再生木材的强度和稳定性可以提高墙体的抗震和抗侧向荷载能力。

在地板结构中，对于受损的地板结构，可以使用再生木材进行修复。再生木材可以替换或覆盖受损的地板板材，通过连接或粘贴固定，恢复地板的平整度和强度。

（五）再生塑料在结构加固修复中的应用

再生塑料在结构加固修复中，有着很大的发展前景。对于已经损坏或承载力不足的柱子，我们可以使用再生塑料进行加固。再生塑料可以制成加固板或管道等形状，通过螺栓连接或胶粘剂固定在结构上，提高结构的承载能力。再生塑料具有轻量、耐候性和可塑性等特点，适用于各种不同形状和尺寸的梁柱结构的加固修复^[7]。

对于已经开裂或承载力不足的墙体，可以使用再生塑料进行加固修复。可以将再生塑料制成加固板或网格等形状，嵌入墙体内部，通过胶粘剂或夹紧等方式固定，增加墙体的强度和稳定性。再生塑料的耐候性和抗腐蚀性性能比较好，可以适应不同的墙体材料，如混凝土、砖石等。

结论

再生建筑材料在结构加固修复中的发展前景是巨大的，它们不仅能够满足结构加固修复的需求，还能够促进可持续发展和资源循环利用。

再生建筑材料具有良好的性能：再生建筑材料经过适当的处理和加工后，可以具备与传统建筑材料相当甚至更好的性能，如强度、耐久性、抗震性等。这使得它们成为结构加固修复的理想选择。

再生建筑材料的环保性：再生建筑材料采用废旧材料回收再利用，减少了对原始资源的需求，降低了能源消耗和环境污染。通过使用再生建筑材料，可以减少建筑业对自然资源的开采和废弃物的产生，实现可持续发展。

再生建筑材料的经济性：尽管再生建筑材料的生产成本可能较高，但由于其可回收利用的特性，可以降低结构加固修复的成本。

参考文献：

- [1] XIAO J Z, WANG C H, DING T, et al. A recycled aggregate concrete high-rise building: Structural performance and embodied carbon footprint [J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 199: 868-881.
- [2] 肖建庄, 夏冰, 肖绪文. 工程结构可持续性设计理论架构 [J]. 土木工程学报, 2020, 53 (6): 1-12.
- [3] 李惠, 关新春, 郭安新, 戚贵军, 欧进萍. 可持续土木工程结构的若干科学问题与实现技术途径 [J]. 防灾减灾工程学报, 2010, 30 (S1): 387-393.
- [4] 邓寿昌. 林区道路再生混凝土配合比设计新方法及全再生钢筋混凝土构件应用实验研究 [D]. 导师: 罗迎社. 中南林业科技大学, 2019.
- [5] 赵涛. 再生混凝土和再生纤维混凝土力学性能试验研究 [D]. 导师: 王社良; 谢龙学. 西安建筑科技大学, 2014.
- [6] 池颖. 中国废旧木材资源与再生纤维利用概况 [J]. 林产工业, 2020, 57 (03): 65-67.
- [7] 马殿光. 淤泥再生废弃泡沫塑料轻质混合土试验研究 [D]. 导师: 朱伟. 河海大学, 2005.