

Research on Strategies for Complete Recycling of Concrete Materials

Zhongqiang Gu

Energy Engineering College, Jiangxi Vocational College of Industry & Engineering, Pingxiang, Jiangxi, 337000, China

Abstract

Concrete, as one of the most commonly used materials in construction and infrastructure construction, its complete recycling is a hot research topic in the sustainable development of the construction industry today. Therefore, this paper provides an overview of the connotation and methods of complete recycling of concrete materials, as well as specific measures for the reuse of different solid waste new materials. It further elaborates on the three implementation strategies for the current complete recycling of concrete materials: producing recycled cement from waste concrete, producing recycled aggregates from waste concrete, and implementing a closed-loop material cycle between cement and concrete. And by analyzing the shortcomings of the current strategy, a series of improvement measures were proposed, aiming to promote the complete recycling of concrete materials and provide scheme references and technical support for the sustainable development of the construction industry.

Keywords

concrete materials; recycling; strategy

混凝土材料完全循环利用的策略研究

古忠强

江西工业工程职业技术学院能源工程学院, 中国·江西 萍乡 337000

摘 要

混凝土作为建筑和基础设施建设中最常用的材料之一, 其完全循环利用是当今建筑行业可持续发展的研究热点内容。因此, 论文通过概述混凝土材料完全循环利用内涵、方式以及不同固废新材料再利用的具体措施, 进一步详细阐述了当前混凝土材料完全循环利用的三种应用实施策略: 用废弃混凝土制造再生水泥、用废弃混凝土制造混凝土再生骨料、水泥一混凝土物质循环的闭路化。并通过分析当前策略的不足之处, 提出了一系列改进措施, 旨在促进混凝土材料的完全循环利用, 为建筑行业的可持续发展提供方案参考和技术支撑。

关键词

混凝土材料; 循环利用; 策略

1 引言

随着全球可持续发展目标的提出和资源回收利用意识的增强, 混凝土材料的循环利用日益成为建筑领域关注的焦点之一。传统上, 混凝土是建筑和基础设施建设中最常用的材料之一, 但其生产和使用过程中产生的大量废弃物给环境带来了严重影响^[1]。因此, 实现混凝土材料的完全循环利用是当今建筑行业可持续发展的重要课题之一。通过探索混凝土材料的完全循环利用策略, 可以推动混凝土材料的全面再利用, 为建筑行业的可持续发展贡献力量。

2 混凝土材料完全循环再利用概述

2.1 混凝土材料

混凝土作为古老而重要的建筑材料, 经历了漫长的发展历程。现代混凝土由水泥、粗骨料、细骨料、外加剂和水混合而成, 具有多种技术性质。包括和易性、强度、变形和耐久性等方面。和易性涉及拌合物的稠度、流动性和可塑性, 以及抗分层离析和易抹面性能。强度主要指抗压、抗拉、抗剪、抗弯等力学性能。变形方面包括弹性变形、塑性变形、化学收缩、干湿变形和温度变形等。耐久性考虑了长期受外界和内部因素影响下的结构完整性, 包括抗冻、抗渗、抗蚀和抗碳化等能力^[2]。

2.2 混凝土材料完全循环再利用的方式

混凝土材料的完全循环再利用是通过多个步骤实现的: 收集废弃混凝土, 分选回收材料, 清洗、破碎和筛分处理, 然后再用于生产新的混凝土。这种方式有利于保护环境完整

【作者简介】古忠强 (1998-), 男, 中国江西吉安人, 硕士, 从事混凝土材料研究。

性,减少废弃物处理量,降低环境污染,改善环境质量。同时,循环再利用还能降低能源消耗和碳排放,提高生产过程的能源效率和环境友好性。

2.3 不同固废新材料在混凝土材料中的再利用

废弃混凝土通过回收其中的胶结材料、混合材料和硬化后的骨料,再次用于制造新的混凝土,实现了循环再利用。同时,利用其他固废材料如粉煤灰、混合砂、矿渣和钢渣掺入混凝土中,提高了混凝土的性能并实现了资源的综合利用。粉煤灰改善混凝土性能和抗氯离子渗透性,降低了成本;混合砂可根据工程要求选择合适的粒径和配比,用于混凝土中;矿渣微粉和钢渣提高了混凝土的抗压性和抗裂性,增加了流动性和耐磨性。

3 混凝土材料完全循环利用的应用策略分析

3.1 用废弃混凝土制造再生水泥

混凝土作为重要的建筑材料,在其生产过程中产生的废弃物可通过再生水泥的高效利用得以有效处理。如表 1 所示,通过对比普通混凝土和再生水泥的化学成分,发现它们在 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO、MgO 和 SO₃ 等关键成分上具有相似性^[3]。此外,将再生水泥与普通水泥制成的混凝土进行性能对比,如表 2 所示,显示它们在配合比为 1 : 2 : 4 时,抗压强度分别为 34MPa 和 35MPa,工作性均表现良好,再生水泥制成的混凝土性能与普通水泥制成的相当。因此,再生水泥作为一种高效利用废弃混凝土的策略,具有良好的应用潜力,不仅能有效处理混凝土废弃物,能满足混凝土的性能需求,实现资源的最大化利用和循环再生。

表 1 再生水泥混凝土与普通水泥混凝土化学成分的比较

混凝土化学成分	再生水泥化学成分
SiO ₂ : 21.5%	SiO ₂ : 23.8%
Al ₂ O ₃ : 6.3%	Al ₂ O ₃ : 7.2%
Fe ₂ O ₃ : 3.1%	Fe ₂ O ₃ : 3.5%
CaO: 62.8%	CaO: 60.5%
MgO: 1.4%	MgO: 1.3%
SO ₃ : 2.6%	SO ₃ : 2.8%

表 2 再生水泥混凝土与普通水泥混凝土性能比较

混凝土配合比与性能	普通水泥混凝土性能	再生水泥混凝土性能
配合比	1 : 2 : 4	1 : 2 : 4
抗压强度 (MPa)	35	34
工作性	良好	良好

再生水泥制造的普通强度和高强混凝土与普通水泥制造的混凝土性能基本相同,它们在相同的配合比和外加剂用量下表现出相似的工作性和抗压强度。这表明,利用混凝土作为水泥原料制造的再生水泥具有优良的性能,能够满足混凝土在不同强度等级下的需求。

3.2 用废弃混凝土制造混凝土再生骨料

在混凝土结构废弃后,采取了破碎、筛分、干燥等处

理工艺,将混凝土块体转化为再生骨料,用以取代部分或全部天然骨料^[4]。再生骨料取代天然骨料制备混凝土后,测定该混凝土的坍落度和硬化混凝土的强度,检查不同再生骨料比例对混凝土性能的影响。如表 3 所示,再生粗骨料掺量不超过 50% 时,对混凝土的抗压强度并无明显不利影响。随着再生骨料掺量的增加,混凝土的坍落度和表观密度略有降低,完全再生粗骨料混凝土的单位用水量增加约 10kg/m³。为了达到规定的流动度,需要增加单位用水量或者掺加减水剂。

表 3 再生骨料物理性能表

再生骨料比例	抗压强度 (MPa)	坍落度降低 (mm)	表观密度变化 (kg/m ³)	单位用水量增加 (kg/m ³)
0%	30	0	2400	0
10%	28	5	2380	2
20%	25	10	2360	5
30%	22	15	2340	8
40%	20	20	2320	10
50%	18	25	2300	12

3.3 水泥—混凝土物质循环的闭路化

通过废弃混凝土的处理和再生利用,可以将其制备成再生骨料,用于替代部分或全部天然骨料制备新的混凝土,实现了资源的再次利用。再生骨料的物理性能如堆积密度、表观密度、含水率、粒径分布等对混凝土的性能影响显著。如表 4 所示,废弃混凝土回收利用是通过破碎、筛分等方式将废弃混凝土中的再生骨料回收利用,用于制备新的混凝土,从而实现原材料的再利用^[5]。通过表格数据的分析,可以更清晰地了解再生骨料对混凝土性能的影响,为水泥与混凝土的物质循环闭路化提供了重要参考。

表 4 水泥与混凝土物质循环闭路化参数表

废弃混凝土回收利用情况	再生骨料用量	废弃混凝土回收的水泥浆体用量	使用替代材料情况
每年回收量 (t)	每立方米混凝土中的百分比	每年回收量 (t)	使用量及替代比例

4 当前策略的不足之处及改进措施

4.1 不足之处

混凝土材料完全循环利用面临着技术复杂多变、质量控制规范不完善以及环境污染问题难以解决等挑战。技术难题主要体现在废弃混凝土中水泥浆体的有效分离,影响再生细骨料质量和性能。质量控制方面存在稳定性和可控性挑战,市场认可度不高,规范标准不完善,限制了再生混凝土的应用推广。环境污染问题包括处理过程中的噪音、粉尘和有机物排放,以及能源和资源消耗带来的温室气体排放和废物处理对环境造成的影响。这些挑战制约了混凝土材料完全循环利用策略的实际推广和应用。

4.2 改进措施

针对混凝土材料完全循环利用中的技术难题、质量控制规范不完善以及环境污染问题，可以采取以下改进措施：

①针对技术复杂多变的问题，可以加大科研投入，推动水泥浆体分离技术的研发与创新，提高分离效率和再生骨料的质量稳定性。同时，加强工艺流程优化，探索新的水泥浆体处理方法，降低成本和能耗。此外，建立技术标准和行业规范，加强技术培训与交流，提升从业人员的技术水平。②针对质量控制规范和标准不完善的问题，需要加强相关部门的监管和规范制定，建立完善的再生骨料混凝土质量检测体系，确保产品符合标准要求。同时，加强与市场主体的沟通合作，提高再生骨料混凝土的市场认可度，推动其在建筑行业的广泛应用。③针对环境污染问题，应采取环保措施，如加强废弃混凝土处理过程中的排放治理，利用先进的净化设备降低环境污染物排放。推动废弃混凝土资源化利用，减少对原始材料的开采，降低环境负荷。因此，通过技术创新、加强质量管理、规范制定以及环境保护措施的综合施策，可以有效解决混凝土材料完全循环利用中存在的各项问题，推动该策略在实践中的更广泛应用。

5 结语

论文系统性地探讨了混凝土材料完全循环利用在建筑行业可持续发展中的重要性和现状。概述了混凝土材料完全循环再利用的内涵和方式，强调了其对资源利用和环境保护的重要作用。并详细介绍了实现混凝土材料完全循环利用的具体措施，以期推动混凝土材料的完全循环利用在建筑行业的广泛应用，为可持续发展提供技术支持和实践方案。

参考文献

- [1] 陆智斐.土木固废新材料在混凝土中的循环利用[J].合成材料老化与应用,2022,51(3):177-179.
- [2] 刘忠良.基于水工混凝土材料及修复利用[J].水科学与工程,2018(5):67-69.
- [3] 王子明,黄显智,裴学东.混凝土材料完全循环利用的探讨[J].房建材料与绿色建筑,2009,9(8):447-452.
- [4] 杨尚进,董同冈.混凝土材料的完全循环利用技术[J].中国建材科技,2003(5):20-23.
- [5] 谢国帅,孔亚宁,徐志惠,等.废弃玻璃利用现状及其在混凝土材料领域的应用[J].混凝土,2012(6):80-82+85.