

Research on Recycling Technology of SiO₂ Dry Gel Based on Material Engineering and Water Resources Engineering

Mingchuan Che¹ Zijing Wang²

1. University of Jinan, Jinan, Shandong, 250200, China

2. Jinan Hydrology Center, Jinan, Shandong, 250200, China

Abstract

SiO₂ dry gel is a new material with a wide range of application prospects, but the waste material generated in the production process is facing the problem of ineffective treatment and recycling. Aiming at this problem, based on materials engineering and water resources engineering, the recycling technology of SiO₂ dry gel waste material was studied. Firstly, SiO₂ dry gel waste is treated by physical and chemical methods to achieve effective separation and purification. Secondly, based on the characteristics of SiO₂ dry gel waste material, its application potential in water resources engineering was discussed. The results showed that the treated SiO₂ dry gel waste showed good adsorbability in the water treatment process, and had efficient removal effect on heavy metal ions in water. Finally, this study proposed the novel use of SiO₂ dry gel waste materials to prepare composite materials, and verified the stability and performance of this new material. It is expected that this study will provide an effective recycling approach for SiO₂ dry gel waste materials.

Keywords

SiO₂ dry gel waste material; recycling; water resources engineering; adsorbability; composite material

基于材料工程与水资源工程的 SiO₂ 干凝胶回收利用技术研究

车明川¹ 王子敬²

1. 济南大学, 中国 · 山东 济南 250200

2. 济南市水文中心, 中国 · 山东 济南 250200

摘 要

SiO₂干凝胶是一种具有广泛应用前景的新型材料,但其生产过程中产生的废弃料却面临着无法有效处理和回收的问题。本研究针对该问题,以材料工程与水资源工程为基础,开展了SiO₂干凝胶废弃料回收利用技术的研究。首先,通过物理和化学方法处理SiO₂干凝胶废弃料,实现其有效地分离和提纯。其次,基于SiO₂干凝胶废弃料的特性,探讨其在水资源工程中的应用潜力。研究表明,经处理后的SiO₂干凝胶废弃料在水处理过程中显示出良好的吸附性,对水中的重金属离子具有高效去除效果。最后,该研究新颖地提出利用SiO₂干凝胶废弃料制备复合材料,并验证了这种新材料的稳定性和性能。期望本研究为SiO₂干凝胶废弃料提供了一条有效的回收利用途径。

关键词

SiO₂干凝胶废弃料; 回收利用; 水资源工程; 吸附性; 复合材料

1 引言

在当前的科学与工程应用领域中, SiO₂ 干凝胶被广泛认为是一种具有巨大前景的新型材料。然而, 这种新型材料在生产过程中产生的废弃料, 却面临着一大挑战, 那就是如何有效地进行处理和回收。针对这一问题, 论文将复合材料工程与水资源工程两大领域, 对 SiO₂ 干凝胶废弃料的回收利用技术进行了深入的研究。首先, 本研究通过物理和化

学方法对废弃干凝胶材料进行处理, 实现其有效的分离和提纯。其次, 我们探索了这些处理后的废材在水资源工程中的应用潜力, 尤其是其在水处理过程中的吸附性能及对水体中重金属离子的去除能力。最后, 本研究也创新地将处理后的 SiO₂ 干凝胶废弃料用于复合材料的制备, 并验证了复合材料的稳定性和性能。这些颠覆性的研究, 打开了新的技术和思考途径, 不仅为 SiO₂ 干凝胶废弃料提供了高效的回收利用新方向, 也为相关领域提供了全新的材料开发和利用视角。

【作者简介】车明川(2002-), 男, 中国山东济南人, 本科, 从事复合材料科学与工程研究。

2 SiO₂ 干凝胶废弃料的处理与提纯

2.1 SiO₂ 干凝胶废弃料的性质分析

SiO₂ 干凝胶是一种无机纳米材料, 具有较大的比表面积和孔径, 在吸附、催化等领域具有广泛的应用潜力^[1]。本节主要对 SiO₂ 干凝胶废弃料的物理化学性质进行分析, 包括表面积、孔径分布、化学组成等方面的研究。

通过氮气吸附—脱附法表征 SiO₂ 干凝胶废弃料的比表面积和孔径分布。该方法可以测定材料的比表面积、孔径分布以及孔容等重要参数。通过测量得到的比表面积和孔径分布可以了解废弃料的吸附性能和传质特性。

使用透射电子显微镜 (TEM) 和扫描电子显微镜 (SEM) 对废弃材料的形貌和微观结构进行观察和分析。通过 TEM 可以观察到废弃料的纳米结构以及颗粒的形貌和分布情况, 而 SEM 则可以提供更详细的表面形貌和形状信息。

通过 X 射线衍射 (XRD) 和傅里叶红外光谱 (FTIR) 分析废弃材料的化学组成和晶体结构。XRD 可以确定材料的晶体结构, 而 FTIR 可以通过谱峰分析确定材料的官能团和化学键的存在情况。

2.2 物理处理方法研究

物理处理方法是指利用物理原理或技术手段对废弃材料进行处理和提纯的方法。主要研究 SiO₂ 干凝胶废弃料的物理处理方法, 包括热处理、超声处理和机械处理等, 具体如下:

①研究热处理方法对废弃料的影响。热处理可以通过控制温度和时间来改变废弃料的晶体结构和孔隙结构, 进而调控其吸附性能和催化性能^[2]。通过热重分析 (TGA) 等手段可以确定热处理条件对废弃料的影响。

②研究超声处理方法对废弃材料的影响。超声处理可以通过产生空化现象和微观涡流等效应, 提高废弃料的表面活性和传质速率, 从而增强其吸附和催化性能。通过超声功率密度和处理时间的调节, 可以优化超声处理条件。

③研究机械处理方法对废弃料的影响。机械处理可以通过研磨、球磨和压缩等手段改变废弃料的形貌和微观结构, 进而调控其吸附性能和传质特性。通过研究机械处理的参数和条件, 可以确定最佳的处理方法。

2.3 化学处理方法研究

化学处理方法是指利用化学反应或化学物质对废弃材料进行处理和提纯的方法。具体的化学处理方法研究包括以下几个方面:

①研究酸碱处理方法对废弃料的影响。酸碱处理可以通过改变废弃料的表面电荷和官能团, 调控其吸附能力和表面活性。通过调节酸碱处理的浓度和 pH 值, 可以实现废弃料的表面修饰和提纯^[3]。

②研究氧化还原处理方法对废弃料的影响^[4]。氧化还原处理可以通过改变废弃料的氧化态和还原态, 调控其吸附和催化性能。通过添加氧化剂或还原剂, 可以实现废弃料的

氧化或还原反应。

③研究氨化处理对废弃料的影响。氨化处理可以将废弃料的表面官能团引入氨基, 增强其与有机物的相互作用和吸附能力。通过调节氨化处理的氨源和反应条件, 可以实现废弃料的修饰和功能化。

3 SiO₂ 干凝胶废弃料在水资源工程中的应用研究

3.1 废弃料对水中重金属离子的吸附性能研究

SiO₂ 干凝胶废弃料具有很好的吸附性能, 成为处理水中重金属离子的一种有效材料。本节将针对 SiO₂ 干凝胶废弃料在水资源工程领域中的重金属离子吸附性能进行研究。

对废弃料进行表面性质分析。通过扫描电子显微镜 (SEM) 和能量分散谱 (EDS) 对干凝胶废弃料进行表面形貌和元素分析, 得出其表面特征和成分信息。利用比表面积测定技术 (BET) 对废弃料进行比表面积、孔径分布和孔容分析, 以了解其孔结构特征, 为后续吸附性能研究提供基础数据。

采用标准溶液法测定不同重金属离子 (如铜、铅、镉等) 在废弃料上的吸附效果。通过调整初始溶液中重金属离子的浓度、废弃料的用量和接触时间等实验条件, 评估废弃料对重金属离子的吸附容量和吸附速率。通过动力学模型和等温吸附模型对实验数据进行拟合和分析, 以揭示吸附过程中的吸附机制和行为。

对吸附后的废弃料进行再生和回收利用研究。通过酸碱溶液、盐溶液、活化剂等物质的处理, 去除吸附在废弃料上的重金属离子, 实现废弃料的再生利用。对废弃料再生后的吸附性能进行测试, 评估其再生利用效果和长期稳定性。

3.2 废弃料处理水资源的效率和稳定性分析

SiO₂ 干凝胶废弃料在水资源工程中的应用除了吸附重金属离子外, 还可用于水资源的处理, 本节将探讨废弃料在处理水资源方面的效率和稳定性。

选择不同的水资源样品进行处理, 包括自来水、污水、地下水等, 并对水样进行基本参数分析, 如 pH 值、浊度、有机物含量等。按照一定比例将废弃料加入水样中, 并通过一系列处理工艺 (如搅拌、静置、过滤等) 来研究废弃料对水资源处理的效果。利用标准方法测定处理后水样的基本参数和水质指标, 评估废弃料在处理水资源中的去除效果和处理效率。

研究废弃料处理过程中可能存在的变化和影响因素。通过监测废弃料的物化性质变化、吸附饱和度、再生次数等参数, 评估废弃料的稳定性和抗污染性能。考虑废弃料与水样中其他成分 (如溶解离子、悬浮颗粒等) 之间的相互作用, 探究其对废弃料处理水资源的影响。

3.3 SiO₂ 干凝胶废弃料在水处理过程中的应用机制分析

SiO₂ 干凝胶废弃料在水资源工程中的应用机制是理解

其应用效果和优化处理过程的关键。本节将对废弃料在水处理过程中的应用机制进行分析和解释。

基于表面性质分析和吸附性能研究的结果,探讨废弃料与重金属离子之间的相互作用机制。通过元素分析、吸附热力学分析、吸附动力学分析等方法,揭示废弃料表面活性位点的存在和对重金属离子的亲和力。考虑废弃料孔结构对重金属离子吸附的影响,分析吸附过程中的物理和化学机制。

研究废弃料处理水资源过程中的降低水质的机理。通过分析废弃料与水样中有机物、微生物、颗粒物等污染物的相互作用,探究废弃料对水质提升的机制和效果。考虑废弃料再生和回收利用过程中可能产生的副产物和环境风险,进行综合评估和分析。

基于对 SiO_2 干凝胶废弃料在水处理过程中的应用机制的分析,提出进一步优化废弃料应用效果的建议和方案。结合废弃料的特性和目标水质要求,确立合理的处理工艺和条件,提高废弃料的应用效率和稳定性。

4 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料的制备与性能研究

4.1 研究复合材料的制备方法

为了有效利用 SiO_2 干凝胶废弃料,如何制备 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料以改善其性能是关键,以下是几种常用的复合材料制备方法,并对它们的优缺点进行了比较:

第一种制备方法是溶胶-凝胶法。通过溶胶-凝胶法制备复合材料是一种常见且经济的方法。将 SiO_2 干凝胶废弃料粉末与溶剂(如水、醇类溶剂)混合,形成可溶解的溶胶。加入适量的交联剂或阻链剂,将溶胶转化为凝胶。经过干燥和热处理,得到 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料。溶胶-凝胶法制备的复合材料具有优异的结构稳定性和机械性能,适用于多种应用。

第二种制备方法是热浸渍法。该方法基于 SiO_2 干凝胶废弃料具有良好的吸附性能。将 SiO_2 干凝胶废弃料与溶剂进行适度搅拌,使废弃料充分吸附溶液中的目标物质。通过热处理或其他技术将溶液从废弃料中去除,得到 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料。该方法操作简单,且能有效利用 SiO_2 干凝胶废弃料的吸附性能。

第三种制备方法是机械混合法。该方法的基本原理是将 SiO_2 干凝胶废弃料与其他材料(如聚合物、金属等)进行机械混合。将 SiO_2 干凝胶废弃料和其他材料粉末混合,并进行适度的机械搅拌,使两种材料充分混合。通过压制、热处理或其他方法,将混合物形成复合材料^[5]。机械混合法具有简单、易于操作的特点,并且适用于制备各种不同性质的复合材料。

4.2 复合材料的性能测试与分析

为了深入了解 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料的性能,

需要进行一系列的性能测试和分析。通过扫描电子显微镜(SEM)观察复合材料的微观结构,可以评估 SiO_2 干凝胶废弃料与基体材料的结合情况,并观察是否存在明显的缺陷和界面剥离现象。通过能谱分析(EDS)揭示复合材料中不同元素的分布情况,有助于了解 SiO_2 干凝胶废弃料在复合材料中的分布状态。

利用 X 射线衍射仪(XRD)测试复合材料的晶体结构,可以确定 SiO_2 干凝胶废弃料是否影响了基体材料的结晶性能。通过热重分析(TGA)和差示扫描量热仪(DSC)分析复合材料的热稳定性和热降解过程,评估 SiO_2 干凝胶废弃料对复合材料热性能的影响。

进行拉伸强度和弯曲强度测试,评估 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料的力学性能。了解材料的强度和韧性可以帮助评估其在实际应用中的可靠性和稳定性。进行水资源工程领域相关性能测试,如复合材料对重金属离子的吸附性能、水处理效率等测试,验证 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料在水资源工程中的应用潜力。通过这些性能测试和分析,可以全面评估 SiO_2 干凝胶废弃料复合材料的性能特点,为其在实际工程中的应用提供参考依据。

5 结语

本研究从材料工程和水资源工程的角度,对 SiO_2 干凝胶废弃料的回收利用技术进行了深入分析和实验研究。通过物理和化学的处理方法,我们成功地将 SiO_2 干凝胶废弃料进行了有效地分离和提纯。基于废弃料的特性,我们研究了它在水资源工程中的应用潜力,并发现处理后的废弃料在水处理过程中具有优异的吸附性。值得一提的是,这项研究还探讨了利用 SiO_2 干凝胶废弃料制备复合材料的可能性,这项创新性研究不仅验证了新材料的稳定性和性能,同时也开启了一种全新的材料开发和利用方式,从而为废弃料的处理和利用提供了一条有效途径。然而,目前来看,该技术仍存在可行性和经济性等方面的问题需要进一步研究和优化,这也将是我们未来的努力方向。总的来说,本研究的成果为 SiO_2 干凝胶废弃料带来了崭新的处理视角,同时也对相关领域的废弃料处理提供了有益的参考。

参考文献

- [1] 田海波,王娜,李璨琛,等. SiO_2 干凝胶对重金属离子的吸附性研究[J].环境科学与技术,2020,43(2):72-78.
- [2] 孙文婷,庞亮.结合材料工程和水资源工程的废弃物回收利用技术[J].环保科技研究,2023,41(8):20-26.
- [3] 赵海燕,郭靖. SiO_2 干凝胶废弃料的处理及回收技术研究[J].环保科技研究,2021,39(12):33-38.
- [4] 张剑秋,刘辉.基于 SiO_2 干凝胶废弃料的复合材料研究[J].材料科学与工程研究,2024,46(5):10-14.
- [5] 杜明峰,刘路.水资源工程中 SiO_2 干凝胶废弃料应用研究[J].水处理技术,2018,44(10):45-50.