

我国膨润土的特性以及应用现状

于飞, 效志怡, 吴同, 梁雷*

辽宁大学环境学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2023年11月6日; 录用日期: 2023年12月5日; 发布日期: 2023年12月18日

摘要

膨润土是一种用途非常广泛的天然矿物材料, 主要是以蒙脱石为矿物成分的一种非金属矿产。正因为它的优良特征以及性能, 便使它很好的应用在铸造、冶金、石油化工、钻探、轻工、农林牧业和建筑等一些领域, 至此它便有了被大家称为“万能粘土”的美誉。目前, 我国关于跟膨润土有关的产品能够达到300种以上。本文我将从膨润土资源的主要分布情况、特性, 以及膨润土在矿业领域、农业、环保业和化学品行业以及其他领域上的应用现状进行综述, 并在此基础上分析当前膨润土在我国的应用现状上存在的相关问题, 提出相关对策建议, 能够为后续研究学者提供一些借鉴。

关键词

膨润土, 资源现状, 应用现状

Characteristics and Application Status of Bentonite in China

Fei Yu, Zhiyi Xiao, Tong Wu, Lei Liang*

School of Environment, Liaoning University, Shenyang Liaoning

Received: Nov. 6th, 2023; accepted: Dec. 5th, 2023; published: Dec. 18th, 2023

Abstract

Bentonite is a widely used natural mineral material. It is a non-metallic mineral with montmorillonite as the main mineral component. Based on its excellent performance, it is widely used in metallurgy, casting, drilling, petrochemical, light industry, agriculture, forestry and animal husbandry, construction and other fields, and enjoys the reputation of “universal clay”. At present, there are more than 300 kinds of bentonite-related products in China. This paper summarizes the distribution and characteristics of bentonite resources, as well as the application status of bento-

*通讯作者。

nite in agriculture, chemical industry, water purification and sewage treatment, machinery industry and other fields. On this basis, it analyzes the related problems existing in the current application status of bentonite in China, and puts forward relevant countermeasures and suggestions to provide reference for follow-up research scholars.

Keywords

Bentonite, Resource Status, Application Status

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

膨润土的主要成分是蒙脱石，它是含水粘土岩，它具有良好的悬浮性、吸水性、触变性、粘结性、吸附性、离子交换性、稳定性和无毒性等一些特殊性能，被誉为是“万能粘土”。正是因为蒙脱石是它的主要成分，所以它的很多特性是取决于蒙脱石的。 $[E_x+(Al_{2-x}Mg_x)(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O]$ 是蒙脱石的一般晶体化学式，其中E为层间可以交换的阳离子，通常是钙离子、钠离子等，也可以是钾离子、锂离子等阳离子或有机分子。在根据蒙脱石交换阳离子的种类、含量等因素，我们把膨润土分为钠基膨润土和钙基膨润土等。本文通过对我国膨润土的资源利用情况进行调查和讨论以及分析，对其特性和它的应用现状对我国的膨润土进行相关介绍，并对其现状提出一些对策。

2. 膨润土简介

膨润土(Bentonite)又称为班脱岩或膨土岩，是应用较为广泛的矿物粘土，属于硅酸盐类非金属矿物。70年代末，在辽宁、吉林、河北、浙江、山东等省几个矿区进行评价，发现了钙基膨润土矿和钠基膨润土矿。在1974年估算膨润土含量有35~40万吨。70年代末至今，相继发现了膨润土矿床，几乎都有钠基膨润土资源。据现有资料显示[1]，2022年我国膨润土产量在210万吨左右。

目前，膨润土常被用作增稠剂、吸收剂、絮凝剂、吸附剂填料、洗涤剂、催化剂、触变剂、稳定剂和填充剂等，广泛应用于机械制造、日用化工、环保、建材和农业等多个领域[2]。相比于工业，膨润土在农业方面的研究起步较晚，近年来逐渐在土壤改良剂、高吸水树脂、肥料的添加剂等方面开始应用[3]。

3. 膨润土的分类

根据蒙脱石含量和结晶化学性质等，我们可以将膨润土分为以下几种典型类型：钙基膨润土(是以钙离子占大部分的膨润土)、钠基膨润土(是以钠离子占大部分的膨润土)、有机膨润土(利用蒙脱石的层状结构在水或有机溶剂中分散成交替级粘粒特性)、冶金球团膨润土(铁矿球团粘结剂，具有很强的粘结性和高温稳定性。)除此之外还有铸造膨润土、造纸膨润土、水性涂料专用膨润土、医药专用膨润土、钻井专用膨润土、化妆品专用膨润土等等[4]。

4. 膨润土的应用现状

4.1. 膨润土在矿业领域上的应用

目前，膨润土在矿业领域上大部分被用作无机粘结剂、增稠剂，取得了良好的效果，主要应用以下

几个方面。

4.1.1. 石油钻井

用钠基膨润土用来制造泥浆并作为添加剂来使用,能够润滑、封堵井壁,可达到平衡地压的效果[5]。2019年孙梦莹等采用微波法改性钙基膨润土配置钻井液体系,并研究出改性膨润土最佳实验条件[6](8 g 膨润土、1 g 十二烷基苯酸钠、碳酸钠 1.5 g、50%无水乙醇 40 mL、蒸馏水 20 mL、磁力搅拌 3 min、微波照射 2 min、温度为 40°C、微波功率为 200 W)。马旭研究了膨润土粒度和浓度对流变性能的影响[7],最终得到粒度为 38 μm 和 63 μm 的膨润土进行配浆,在 5.0%膨润土浓度下可以满足 API 和 OCMA (1975) 中对性能的要求。

4.1.2. 铸造工业

王文中[8]研究了改性膨润土在铸造中的应用情况。结果表明:新改性可提高膨润土的铸造使用性能,降低膨润土用量,提高铸件的品质。徐庆柏[9]研究了含碳膨润土在湿型砂中的应用。结果表明:含有改性碳的铸型材料能较快地制备,并在含水量较低时有较高的强度。目前,国内的铸造行业还不太先进,我们应该更加注重此方面。

4.1.3. 冶金工业

周平等研究了碱度为 0.8、膨润土配比为 1.5%来生产碱性全钒钛球团矿性能较好[10]。冯惠敏等[11]研究了膨润土在铁矿球团中的作用机理,结果表明:膨润土作为球团黏结剂作用机理十分复杂,每个阶段的机理都不一样。

综上所述,膨润土在矿业领域应用较为广泛,日后我们更应该注重矿业领域膨润土任务。

4.2. 膨润土在日用化工领域上的应用

徐文峰等[12]开展了含膨润土充填料浆泌水特性的试验研究,认为料浆浓度对总泌水率的影响最大,其次是膨润土掺量,灰砂比最小。何廷树等[13]研究反映出羧系减水剂的加入可以明显提升料浆的流动性能,并且提高硬化后充填体的强度。张友锋等[14]开展了多次冲击下掺膨润土胶结充填体力学特性的试验研究,得出充填体的抗冲击次数随膨润土掺量增加呈先降后增趋势,并且掺膨润土的充填体动态抗压强度增强因子均大于未掺膨润土充填体。

4.3. 膨润土在环保行业上的应用

环保行业上,废水处理中膨润土用来作为吸附剂和絮凝剂来使用,例如可通过改性膨润土用来处理一些印染废水,在处理过程中能够有效发挥吸附染料的作用[15]。在固体废物处理方面上,通过以膨润土作为主要原料,生产了柔性地下防渗帷幕。该项技术可以在垃圾场建设和旧垃圾场改造时进行使用[16]。除了在固体废物和水处理中能够运用,在空气净化方面也可以发挥膨润土的作用,可以通过与钴化物结合通过 800°C 以上的高温进行焙烧,通过此技术,可以制作催化剂,用作内燃机废弃净化[17]。

王丝雨[18]等用十二烷基三甲基溴化铵膨润土处理低浓度(UVD)废水,最终得到当 pH 值 4.0、改性膨润土用量 0.1 g (mg/L)、吸附时间 240 min,此条件下铀去除率大于 99%。单文杰等[19]研究以聚丙烯酰胺和四甲基溴化铵作为改性剂,对钠基膨润土进行改性。结果表明,当改性膨润土用量为 7.5 g/L 时,对含油废水的吸附效果可达 85.7%。马飞[20]等人用铝改性膨润土,在 pH 值为 6 的条件下处理苯酚废水,在经过 45 min 后,苯酚的去除率可达 86.9%。

4.4. 膨润土在建材行业的应用

在建材行业中,我们通过膨润土的吸水性将它与沥青为主体的介质进行结合,能够制造出胶泥,由

于它遇水可以膨胀, 可被用于填充混凝土接缝中。现在也研制出了膨润土膨胀珍珠岩, 例如浙江省建筑科研采用膨润土去取代水玻璃来做粘结剂, 用来生产新型保温隔热的材料, 主要被应用在管道上, 用来保温[21]。膨润土还可以用来做涂料, 像一些材料厂, 掺入膨润土后制造成膨润土乳化沥青防水涂料, 现如今被广泛应用在屋面防水。

秦鸿根等[22]在砂浆中掺入适量膨润土后, 砂浆的稠度有所下降, 抗压强度、保水性提高, 在某些方面, 砂浆的表观密度和热传导率得到了提高, 肖佳等[23]在水泥基材料中加入膨润土, 提高了水泥基材料的抗低温硫酸盐侵蚀性能。Anirudhan [24]采用直接插层聚合技术制备了具有胶官能团的新型聚丙烯酰胺-膨润土复合材料, 膨润土的添加使该材料吸附能力明显增强。

4.5. 膨润土在农业上的应用

膨润土可以改良土壤, 作为农药的载体。提高药效。与化肥掺在一起时, 可以达到固氮的作用, 这样就能对肥料起缓冲作用, 提高土壤水分保持能力[25]。王莉等研究了质量分数为 0.5%膨润土(B1)、2.0%膨润土(B4)及 2.0%膨润土+1.0%有机肥(BF4)的添加显著提高了风沙土含水率 19.4%~21.9% [26]。张兰英等[27]用秸秆配施膨润土处理能不同程度提高 0~40 cm 土层土壤碳库活度、碳库活度指数、碳库指数及碳库管理指数, 这是因为秸秆配施膨润土处理能够向土壤输送大量活性有机碳, 使土壤稳定态碳含量减少, 促进有机碳的循环。

4.6. 膨润土在其他领域上的应用

结合膨润土的性质也有一些新型产品, 例如生活中用到的一些高效电池, 还有灭火剂之类的等一系列产品。还有像我们在食品方面上的, 通过膨润土的部分可以去取代 50%~60%的面粉和淀粉。还有像森林发生火灾时, 我们可以将膨润土悬浮液喷洒到林里, 在一定的短时间内, 可以达到灭火的效果。

5. 开发以及利用的对策和建议

如今, 膨润土的应用领域越来越广泛, 大到制造领域、小到生活应用方面; 要提升资源利用率, 防止资源被“吃干喝净”, 同时也要继续寻找膨润土产区, 提供后续资源相关保障[28]。相关部门要及时优化膨润土行业, 积极采取有效措施。深入提高膨润土行业发展, 早发现早解决。优化技术, 攻破难关, 提升膨润土产品附加价值。创新市场, 开展膨润土新消费领域。注意人才引进, 吸引高质量人才, 争取培养出一批高技术人才, 开展更高学术领域, 造就科研团队, 为后续膨润土行业的发展更上一层楼。

致 谢

感谢我的指导教师梁雷(教授)老师, 从定题目到最后定稿, 不断的帮我找方向, 最终才能使这篇期刊顺利完成。

基金项目

本项目得到以下几个项目的支持; 国家自然科学基金项目(编号: 52170163); 辽宁省教育厅面上项目(编号: LJKZ0092) 2022 年度沈阳市科学技术计划科研立项。

参考文献

- [1] 《2022-2028 年中国膨润土行业市场竞争策略及未来发展潜力报告》[Z]. <https://www.cir.cn/3/10/PengRunTuHangYeXianZhuangJiQianJing.html>
- [2] 吕庆阶. 万能材料-膨润土的自述[J]. 南方自然资源, 2023(6): 52-54.
- [3] 姚淑卿, 邢书明, 宋新丰, 等. 钠膨润土在复杂分散体系中的悬浮行为[J]. 硅酸盐学报, 2010, 38(5): 938-942.

- [4] 苏成政. 膨润土的改性及吸湿性能研究[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2023(3): 55-57.
- [5] 李作武, 张小林, 张磊, 等. 新疆奇台县黄羊山晶质石墨矿地质特征及资源潜力分析[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2019(S1): 25-34.
- [6] 孙孟莹, 张传盈, 郭明哲, 等. SDBS/Na₂CO₃ 改性膨润土及其在钻井液中的应用研究[J]. 应用化工, 2019, 48(10): 2378-2382.
- [7] 马旭. 膨润土粒径及浓度对钻井液流变性能的影响研究[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(7): 110-112+119.
- [8] 王文中. 膨润土的改性及应用[J]. 铸造技术, 2017(5): 1210-1213.
- [9] 徐庆柏. 含碳膨润土在湿型砂中的应用[J]. 材料与工艺, 2017(1): 10-12.
- [10] 张汉泉. 膨润土在铁矿氧化球团中的应用[J]. 中国矿业, 2009, 18(8): 99-102.
- [11] Li, X., Li, C. and Xu, Y. (2019) Representation of Volume Change for Bentonite in Saline Solution Based on Modified Effective Stress. *KSCE Journal of Civil Engineering*, **23**, 2065-2073. <https://doi.org/10.1007/s12205-019-0789-4>
- [12] 徐文峰, 饶文章, 李尚辉, 等. 含润充填料浆泌水特性分析[J]. 黄金科学技术, 2019, 27(3): 433-439.
- [13] 何廷树, 蔡梦茜, 等. 羧基减水剂对不同种类尾砂充填材料性能的影响[J]. 硅酸盐通报, 2015, 34(1): 280-285.
- [14] 张永锋, 付玉华, 余姚. 多次冲击下掺润土胶结充填体力学特性试验研究[J]. 矿冶工程, 2022, 42(1): 30-34.
- [15] 彭振华, 徐灏龙. 新型有机膨润土用于印染废水处理的实验研究[J]. 广州化工, 2010, 38(9): 70-73.
- [16] 董雷, 等. 柔性地下防渗帷幕[J]. 环境卫生工程, 2000, 8(4): 141-142.
- [17] 王丝雨, 等. 十二烷基三甲基溴化铵膨润土处理低浓度废水试验研究[J]. 中国有色冶金, 2022, 51(5): 128-136.
- [18] 单文杰, 等. 双改性膨润土处理含油废水的研究[J]. 化工新型材料, 2019, 47(10): 268-271.
- [19] 马飞, 赵永华, 石城, 等. 铝柱撑膨润土的制备及应用研究[J]. 辽宁工业大学学报, 2016, 36(2): 127-130.
- [20] 蒋正武. 膨润土在建材工业中的应用研究进展[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2004(1): 16-18.
- [21] 周磊. 改性膨润土对科尔沁沙地土壤改良效应及机制研究[D]: [博士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2019.
- [22] 秦鸿根, 胜斌, 郭伟. 膨润土对炉底渣渣质保温浆性的影响[J]. 建筑材料学报, 2010, 13(3): 418-420.
- [23] 肖佳, 孟庆业, 郭明磊, 等. 海土改善泥基材料抗低温的盐侵生[J]. 建筑材料学报, 2016, 19(1): 156-161.
- [24] Aniruhan, T.S., Suchithrap, S. and Rjith, S. (2008) Amine-Modified Polyacrylamide-Bentonite Composite for the Adsorption of Humic Acid in Aqueous Solutions. *Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects*, **326**, 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2008.05.022>
- [25] Alghamdi, A., et al. (2018) Impact of Biochar, Bentonite, and Compost on Physical and Chemical Characteristics of a Sandy Soil. *Arabian Journal of Geosciences*, **11**, Article No. 670. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3939-y>
- [26] Dong, Q.G., Yang, Y., Yu, K., et al. (2018) Effects of Straw Mulching and Plastic Film Mulching on Improving Soil Organic Carbon and Nitrogen Fractions, Crop Yield and Water Use Efficiency in the Loess Plateau, China. *Agricultural Water Management*, **201**, 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.01.021>
- [27] Han, B., Weatherley, A., Mumford, K., et al. (2021) Modification of Naturally Abundant Resources for Remediation of Potentially Toxic Elements: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, **421**, Article ID: 126755. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126755>
- [28] 舒锋, 宋双艳. 我国膨润土开发利用现状和对策建议[J]. 矿产资源, 2021(7): 24-26.