

Environmental Problems and Resource Utilization of Boron Mud

Li Yueyue

Liaoning Normal University, Shenyang

Abstract: As borax industrial waste residue, boron mud will bring environmental problems such as natural accumulation, land alkalization, groundwater pollution, dust and sand. Therefore, this paper summarizes the research results of boron mud resource utilization, and puts forward suggestions for boron mud resource utilization. Boron mud contains a large number of boron and magnesium elements, which can be used to extract effective components to prepare chemical products, as well as raw materials for sintering materials, building engineering materials, water treatment flocculants and polymer composite materials. The comprehensive utilization of boron sludge is not simply to consume the boron sludge, but to study the boron sludge products and technology which can be used in large scale and build a circular economic ecosystem.

Key words: Boron mud; Environment; Resource utilization; Circular economy

Received: 2020-09-11; Accepted: 2020-09-22; Published: 2020-09-23

硼泥的环境问题及资源化利用

李月月

辽宁师范大学, 沈阳

邮箱: 2367802431@qq.com

摘 要: 作为硼砂工业废渣, 硼泥会带来自然堆积、土地碱化、地下水污染、尘土风沙等环境问题。因此, 本文综述了硼泥资源化利用的研究成果, 并提出了硼泥资源化利用建议。硼泥含有大量的硼镁元素, 可提取有效成分制备化工产品, 也可作为原料制备烧结材料、建筑工程材料、水处理絮凝剂和高分子复合材料等。硼泥的综合利用不是简单的把堆存的硼泥消耗掉, 而是需要结合物质迁移转化率等制约因素, 研究出可大规模资源化利用的硼泥产品及工艺, 构建循环经济生态圈。

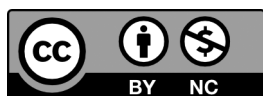
关键词: 硼泥; 环境; 资源化利用; 循环经济

投稿日期: 2020-09-11; 录用日期: 2020-09-22; 发表日期: 2020-09-23

Copyright © 2020 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



中国的硼矿资源丰富,目前已查明的硼矿有55处。硼矿是一种重要的化工原料,可直接用于生产硼砂和硼酸。本文重点关注硼资源形成硼砂过程中的环境问题,研究了硼砂工业废渣硼泥的资源化利用。

1 硼泥的环境问题

目前,硼砂多以硼镁矿为原料,采用碳碱法制备。碳碱法的优势在于流程短、 B_2O_3 收率、碱利用率高、资源消耗小、环境污染低,尤其适用于品位低于8%的硼镁矿的提取加工。碳碱法制备硼砂的工艺主要有三个步骤,即煅烧研磨、碳解反应和过滤提纯,其中,过滤提纯阶段会产生大量的硼泥废渣。硼泥在硼砂工业中的排放量是惊人的,通常生产1t的硼砂,会产生4~5t的硼泥。目前,硼砂厂产生的硼泥多自然堆放,不做任何处理。新产生的硼泥含有20~30%的水分,呈碱性,pH值为8~10,可使堆积的土地碱化而寸草不生,碱液渗透到地下,可造成地下水污染。另外,硼泥颗粒较细,粒径为200~350目,失去水分后,随风飞散形成粉尘,污染大气环境。硼泥堆积所带来的环境问题已成为一种急需解决的环境公害。通常,将硼泥资源再利用,是符合循环经济生态思维的最有效的方法。

2 硼泥的资源化利用

硼泥具有一定的黏结性,可塑性较好。由于硼镁矿产地和硼砂生产工艺不同,硼泥的化学组成稍有差异,基本组成如表1所示。由表1可知,硼泥含有大量的镁、铁、硼等元素,可通过资源化利用,将硼泥变废为宝,有效解决环境污染。多年来,世界各地研究者对硼泥的资源化利用做了大量的研究工作。国外的硼泥综合利用研究集中在土耳其,多用于建筑工程,制备砂浆混凝土等。在国内,硼泥的研究单位主要有中国地质大学(北京)、东北大学、大连理工大学、长春应用化学研究所等,综合利用涉及化工、土木、冶金等多个领域。

表 1 硼泥的化学组成

Table 1 The chemical composition of Boron

序号	成分	含量 (%)
1	MgO	23.0 ~ 43.4
2	SiO ₂	22.6 ~ 32.7
3	TFe	2.4 ~ 14.6
4	B ₂ O ₃	0.7 ~ 5.6
5	Al ₂ O ₃	0.1 ~ 5.0
6	CaO	2.1 ~ 5.9
7	R ₂ O	1.1 ~ 2.1
8	灰分	10.0 ~ 20.0

2.1 提取有效成分制备化工产品

根据硼砂的碳碱法制备工艺流程可知, 硼泥中镁元素主要以 MgCO₃ 和 Mg(OH)₂ 形式存在, 而硼元素则存在于原矿中没有充分反应的 B₂O₃。在资源化处理时, 镁和硼元素都采用酸浸的方法提取, 制备成 Mg(OH)₂、MgSO₄、MgCO₃、MgO 和 B₂O₃。研究发现, 使用硼泥制备含镁产品的关键步骤是酸浸, 酸浸的时间和固液比例是影响镁浸出率的重要因素。硼泥中镁的酸浸浸出率通常可达 88%, 综合回收率大于 80%。硼泥经过 700 ~ 800℃煅烧除去部分可燃杂质后再酸浸, 可进一步提高镁的浸出率。

2.2 作为原料制备材料产品

2.2.1 烧结材料

从表1的硼泥组成可知, 硼泥中含有大量的 MgO 和 SiO₂, 可用于制备砖、陶粒、玻璃和保温泡沫等烧结材料。

硼泥可与其他矿物粉体, 如煤矸石、粉煤灰、铁尾矿等, 按比例复配并高温烧结制砖。研究发现, 当硼泥混掺量达到 25% 时, 制得的硼泥砖的力学性能优于普通黏土砖。60% ~ 80% 的硼泥与掺合料、膨胀剂等复配制备陶粒, 其耐火度高, 保持在 1390 ~ 1700℃。以硼泥为原料, 通过浆料发泡法在 1050℃烧结 1 h, 可制得孔隙率高、密度低、强度高和保温隔热性能好的新型保温泡沫材

料,导热系数可达 $0.1866\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 。硼泥可与其他矿物烧结制备成 $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系微晶玻璃。硼泥用于制备烧结材料,是目前消耗硼泥的主要途径之一,但总体消耗量仍不足 50%。此外,制备烧结材料一般采用高温烧结,是一种高能耗的硼泥资源化再利用方法。

2.2.2 建筑工程材料

硼泥具有较好的粘结性能,可与水泥、砂子等掺合制备建筑混凝土。研究发现,将硼泥用作建筑砂浆中的掺合料,与水泥、煤渣和砂子混合,28 d 凝固后的抗压强度、软化系数和冷冻系数均高于相同质量配比的白灰混合砂浆。此外,硼泥有较好的粘结度和密实性,用水浇注后不透水。基于此特点,硼泥作为一种新型的粘结和填充材料,已用于多种工程和设施的修建中。修建运动场时,以硼泥、黏土和砂子夯实,六年后,场地仍完好无龟裂现象,且遇雨雪不吸水,可马上使用。

2.2.3 水处理絮凝剂

硼泥可作为吸附剂或絮凝剂,用于处理洗煤废水、制革废水、印染废水、食品加工废水等工业废水,亦可对浴池下水等生活废水进行处理。以硼泥为混凝剂,以聚丙烯酰胺(PAM)为絮凝剂,采用硼泥-PAM 联用方法处理洗煤废水,化学需氧量(COD)去除率达到 99.7%,沉降的污泥比阻值为 $0.887 \times 10^{10} \text{ cm/g}$ 。硼泥和改性淀粉联用处理印染废水,COD 的去除率为 82.4%,色度去除率为 76.7%,浊度去除率为 98.1%,处理后水 pH 为 9.5,废水处理效果较理想。此外,利用硼泥和赤泥为原料制备类水滑石,用于 TNT 红水处理,也具有较好的去除效果。

2.2.4 高分子复合材料

将工业废渣用作高分子材料的填充料,是废渣再利用的一个较好的途径。硼泥可直接应用在高分子中,用作填充剂。硼泥含有大量氧化镁,还可以通过改性处理制备成无机阻燃剂,用于制备阻燃高分子材料。硼泥填充 PVC 复合材料的力学性能与轻质碳酸钙填充 PVC 相近,具有一定的耐水性,同时降低了制备成本。以工业废料铝灰和硼泥制备水滑石类环保阻燃剂,并添加到丁苯橡胶(SBR)中,橡胶的氧指数可达到 32%。将硼泥制备成无机环保阻燃剂,并与有机蒙脱石(OMMT)复配使用添加到聚丙烯(PP)中,可使 PP 复合材料的氧指

数由 20.5% 提高到 27%。

2.2.5 其他

除了上述应用外, 硼泥作为辅助试剂的应用研究较多, 如硼泥在冶金工业上用作球团粘结剂和冶金熔剂。此外, 用硼泥制备硼镁肥用于农业生产的研究也有涉及。

3 结语

目前, 工业废渣硼泥的环境问题已经得到社会的关注, 其资源化利用也吸引人们越来越多的研究。总体来看, 硼泥的资源化利用还存在如下问题。一是硼砂的工业制备已经基本完善, 提高硼的利用率、减少环境风险, 仅依靠改进工艺流程来实现的空间较小, 但可以从产业链结构优化角度出发, 构建硼砂绿色生产生态圈, 降低废渣硼泥对环境的危害。二是人们已经对硼泥做了诸多资源化利用的研究, 但多应用到小规模烧制砖瓦、玻璃、陶粒等领域, 大部分研究还限于实验室, 尚未大规模工业化。若想硼泥的资源化利用快速发展并顺利打开局面, 则应从新的绿色工艺入手, 降低高能耗, 避免二次污染, 进一步提高产品的经济附加值。基于此, 硼泥的综合利用不是简单的把堆存的硼泥消耗掉, 而是需要结合物质迁移转化率等制约因素, 研究出可大规模资源化利用的硼泥产品及工艺, 构建循环经济生态圈。

参考文献

- [1] 聂立武, 韩古月, 周大伟. 硼泥耐火陶粒的研制 [J]. 新型建筑材料, 2009, 36 (7): 18-20.
- [2] 刘满刚, 叶俊伟, 贡卫涛, 等. 碱激发制备新型脱镁硼泥基泡沫材料的研究 [J]. 中国科技论文在线, 2011, 6 (6): 395-398.
- [3] 史培阳, 姜茂发, 刘承军, 等. 用铁尾矿、硼泥和粉煤灰制备微晶玻璃 [J]. 钢铁研究学报, 2005, 17 (5): 22-25.