

碱渣治理与资源化利用探讨

程鹏

中核生态环境有限公司

摘要:对于纯碱企业和氨碱厂而言,碱渣所带来的污染问题不仅限制了企业的长效发展,同时也对生态环境造成了极大的破坏。而从氨碱厂角度出发,碱渣的综合治理及资源化利用也面临着极大的技术性挑战。而受自身物理学特性的影响,碱渣也能在建筑行业、化工行业、环保行业以及农渔业领域得到高效应用。基于此,本文将以连云港市为例,在全面分析其碱渣的产生以及堆体现状的基础上,对该区域内碱渣的治理以及资源化利用进行全方位探讨,为相关单位提供参考。

关键词:碱渣;治理;资源化利用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.01.113

引言

所谓碱渣,也就是碱白泥。碱渣之所以产生,主要是因为利用氨碱法制碱过程中,氯化钠和氧化钙等原料在特定工艺条件下,会在制备纯碱的同时产生一定的副产品,而这些副产品也就是碱渣。而从工业角度出发,依托于氨碱法制备纯碱时,每生产一吨纯碱,由此而产生的碱渣可高达300千克。现阶段,大部分碱厂会通过就地堆放的方式对碱渣进行处理,这种处理方式不仅会致使碱渣大量堆积,甚至还会导致土地出现盐渍化的状态。而就目前形势来看,碱渣的危害性也较强。经过风化后碱渣会渗入地下,从而对地表和地下水造成不同程度的污染,甚至导致土壤及地表植物出现细菌,真菌以及相关微生物。除此之外,由于碱渣的粒径相对细小,所以其通常会涌入空气中被人体吸入,进而导致人体健康受损。最后,若碱厂未对碱渣进行科学处理,便将其直接排入海中,则海水资源便会面临极大的污染,水中的动植物的正常生长也会受到影响。因此,探讨碱渣治理的优化方式,对其资源化的利用进行全方位研究,也具有极强的现实和理论意义。

一、碱渣的物理及化学性质

从物理性质角度来看,碱渣大多以白色颗粒状形式存在,因此,其别名又叫“白泥”。一般情况下,碱渣的含水量会保持在60%~70%范围内,且其颗粒相对细小。而正是因为其力度较小,比表面积较大,因此其具有明显的溶胶性质。与此同时,碱渣固相沉积较慢,脱水也相对困难。而从化学性质角度来看,煎茶的主要化学成分为无毒无机化合物。在应用氨碱法制作纯碱时,不同氨碱厂所选用的流程工艺大多大同小异,但其所应用的原料比例并不完全相同,原料性质也存在一定差异,因此最终所产生的碱渣的化学组分也可能存在不

同。而在制备原料等因素的影响下,碱渣中的元素组成种类相对多样化,其中,钙、氯、硅是碱渣的主要构成元素。因此,在进行碱渣治理和资源化利用时,相关人员便可针对其化学性质,将其制作成钙镁多元复混肥料以及土壤改良剂。

二、碱渣的治理和资源化利用

落实碱渣的综合治理和利用,不仅能有效减少有碱渣所带来的环境污染问题,同时还能实现资源的回收,在变废为宝的基础上提升其带来的经济及社会效益。而就目前形势来看,碱渣的治理和资源化利用主要表现在以下领域。

(一) 工业建筑领域

1. 用于普通硅酸盐水泥的生产

碱渣主要是由 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaO 、 SiO_2 等组成,因此,其可在水泥生产中得到有效应用。早在20世纪70年代,天津碱厂便进行了废渣制水泥的试验和试生产。而在利用碱渣进行普通硅酸盐水泥生产过程中,氧化物的脱除对技术人员而言是一大技术难点,除此之外,其较高含量的美颜也是技术人员需关注的重点。若选择通过水洗法进行氧化物的脱除,则不仅要耗费大量的水资源,同时也需依托于庞大设备的帮助,因此其成本相对较高。若选用真空过滤法进行氧化物的脱除,则其需面临较高的能源要求,其投入的经济成本也相对高昂。而现阶段,市面上尚未推出高效率的镁盐脱除技术,在利用废渣进行普通硅酸盐水泥的生产制作时,技术人员只能最大程度降低高含量镁盐所产生的负面影响。

2. 用于制作碱渣土和填垫材料

1975年,天津碱厂协同市政工程研究所,对碱渣煅烧后用作筑路材料的情况进行了试验,并得出煅烧后的碱渣系水硬性石灰的结论。而此类石灰与土壤之间的相互作用,也能发挥较为稳定的加固效果。制碱渣土及甜点材料的主要原理在于:随着碱渣与粉煤灰、增钙粉以及水泥等材料的拌合,碱渣土便会由此形成。但进入实际制备阶段后,可溶性氯化物等盐类含量过高也为该技术的应用造成了一定的困境。若氯离子含量过高,则钢筋混凝土中的钢筋便会面临一定的腐蚀风险。而在长期临洗环境下,可溶性盐类极易出现溶解流失,由此而导致的塌陷问题,也会严重危害工程质量。除此之外,碱渣土的触变性较大,极易出现风干粉化等问题,因此,其应用过程中很可能导致工程局部地基出现软化现象,这也在一定程度上降低了工程的强度和承载力。

3. 用于生产碱渣砖

碱渣用于生产碱渣砖的主要技术原理为：通过合理应用原状湿碱渣和原状湿排粉煤灰等原料，并根据相应的科学比例要求，完成辅料的添加，便可实现碱渣砖的生产制造。龙山化工厂曾在过滤洗涤废渣的基础上，辅以生石灰，炉渣以及石灰石等将其挤压成型，而当其含水量降至40%，借助二氧化碳将其进行碳化，最终所得的成品则拥有优于普通红砖的抗压和抗折强度，但其单重相对较大。在利用废渣进行碱渣砖的生产时，其面临的主要技术难点便是碱渣中含有极高含量的可溶性氯化物等盐类物质。而此类氯化物的存在不仅容易致使产品出现较为严重的泛霜现象，同时还会让产品的使用价值大打折扣，因此该技术的应用也受到了一定的限制。

4. 用于制作沥青混合料填料

在公路交通事业高速发展的今天，作为沥青填料的石灰石的消耗量不断增加，由此而带来的资源紧缺问题更不容忽视。而需注意的是，碱渣的主要成分为碳酸钙，因此，相关单位也可利用碱渣代替石灰石进行沥青混合料填料的制作。碱渣的应用不仅能有效提升沥青混合料的高温稳定性，同时还能充分改善其抗剥落性能，让其功能作用得到更好的展现及发挥。

5. 用于建筑抹灰砂浆的制作

再利用碱渣进行抹灰砂浆制作过程中，其主要的技术原理便是借助碱渣膏代替石灰膏，这样便能顺利生产抹灰砂浆。但在应用该技术过程中，技术人员也需对可溶性氯化物等盐类含量过高的问题引起充分重视。碱渣中的可溶性氯化物往往是导致墙体表面出现泛霜现象的主要原因，而若情况过于严重的话，甚至会出现墙体剥落问题。

6. 用于填海造地和筑坝堆积

通过自动板框压滤机进行碱渣浆液的脱水之后，让其和黏土等工业垃圾进行有效混合，便能将其应用于填海造地工作。我国大化集团曾在大化厂区以及造船新厂之间的海域构建了一条长达2千米的大坝，并通过吹填方式，让坝南的海底碱渣淤泥在坝北的池内造地活动中得到了有效应用。而将碱渣用于填海造地，不仅能有效减少因碱渣大量堆积而导致的土地污染问题，同时还能优化土地面积的利用效率。

（二）化工领域

1. 用于烟气脱硫

在自身成分及性质等因素的影响下，碱渣也可在烟气脱硫中得到广泛应用。根据相关研究可发现：碱渣的粒度将直接影响脱硫率，当其粒度超出一定区域后，碱渣的脱硫效率也将明显提升。但需注意的是，若将碱渣单独作为脱硫剂使用，则其中的碳酸钙便无法全面发挥其作用。若将电石渣和碱渣按照1:1的比例进行有效混合，则脱硫效率也将进一步提升，其脱硫效率甚至堪

比纯氢氧化钙。作为成本相对低廉的废渣，将电石渣和碱渣应用于脱硫剂的制作，不仅可以有效缓解废渣堆存的压力，同时还能展现其利用效率和经济效益。而从技术原理角度出发，用碱渣进行脱硫剂的制作，主要是发挥了碱渣中碳酸钙和氧化钙等物质的作用，相比石灰石而言，其孔隙度以及比表面积物理特性都具有更加的优势。但需注意的是，在实践操作过程中，脱硫效率不高、碱渣应用带来的二次污染和设备腐蚀问题也相对明显。一般情况下，碱渣中的氯离子会在一定程度上腐蚀所利用的机械设备，再加上脱硫后的碱渣依然属于固体废物，其还会产生CaSO₄、MgSO₄等诸多二次污染物。

2. 用于氯化钙和再制盐的生产

再制盐可返回制碱系统进行二次应用，也可实现进一步的加工精制。而在冷冻剂，道路防滑剂以及干燥剂等产品的生产制作过程中，氯化钙等产品的应用相对常见。借助安检会议进行绿化带的制作不仅能有效减少生产成本，同时还能提高产品的生产质量。虽然氯化钙的生产对废渣进行了有效应用，但该方式无法从根本上解决碱渣的堆存问题。

3. 用于制作橡胶填料

在橡胶填料的制作领域应用碱渣，不仅能有效减少硫化时间，同时还能提高其伸长率和扯断强度。除此之外，其还具有飞尘较少、操作便捷度较高等优势，相比轻质碳酸钙而言，将碱渣应用于橡胶制品的生产，不仅能优化资源利用效率，同时还能减少环境污染。更重要的是，借助碱渣制作的橡胶填料的生产成本相对较小，其所拥有的市场前景更为广阔。但就目前形势来看，其生产技术仍有待完善。

（三）农渔业领域

碱渣具有明显的碱性特征，因此，其可有效替代石灰起到改良微酸性和酸性土壤pH值的作用，从而减少土壤交换性酸和交换性铝的含量，让土壤中的钙镁养分保持在合适的比例范围内。除此之外，碱渣中还包含大量有益于农作物生长的微量元素，因此，其能为土壤补充营养，推动助力有机质的分解。

1. 用于制作土壤改良剂或钙镁复混肥

借助相关试验装置，对碱渣进行脱氯后，便能制成相应规格的土壤改良剂。而通过水洗法降低碱渣中的氯含量，将其降至6%以下后，再通过应用添加剂将碱渣中的氯含量降到2%以下，此时便可将其作为钙镁肥使用，此类肥料与酸性土壤的适配度极高。在将碱渣应用于钙镁肥或土壤改良剂的生产时，其应用的主要技术原理为：将碱渣配以适量的尿素、KCl，便能顺利制成钙镁多元复混肥料或者土壤改良剂。而该技术应用的技术难点在于碱渣中的高碱性氯离子含量较高，因此，最终生产的产品也只能在酸性或弱酸性土壤中得到有效应用，并不是所有土壤类型以及植物蔬菜都能适用于此类肥

料,其应用具有明显的局限性。

2. 用于制作水质改良剂

此前,中国科学院海洋研究所曾与青岛碱厂协同开发出了将碱渣应用于水体微环境治理的相关技术。通过改性处理后,碱渣便能用于制作性能表现较为优良的海水养殖池底和水质改良剂。此类改良剂不仅有极佳的灭菌效果,而且其活性硅酸及钙镁含量相对较高,其应用也能对有效降低池塘渗漏问题出现的概率,让水体的酸碱度得到合理调节,进而有效减少水产业的生产成本,降低水生动植物的发病率。

(四) 胶凝材料制备领域

包括 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaCl_2 、 CaSO_4 等在内的元素为碱渣的主要化学成分,因此其溶解于水后,往往能够形成碱性环境。而 CaCl_2 、 CaSO_4 也可以激发剂的形式作用于火山灰质材料。因此,碱渣在胶凝材料的制备方面也展现出了巨大的应用前景和空间。

1. 用于碱渣、矿渣复合胶凝材料的制备

炼铁过程中所排出的废渣便是矿渣,而对矿渣进行急冷处理后,便会形成以玻璃体结构形式存在的粒化高炉矿渣,此类矿渣在碱性环境下具有潜在的胶凝活性,可作为代表性的火山灰质材料。而碱渣则可单独激发矿渣微粉的潜在胶凝活性,不过,碱渣不同化学组成成分对矿渣的激发效果也会有不同的影响,因此,其早期抗压强度表现可能不佳。而为了进一步优化碱渣单独激发矿渣所制备凝胶材料的性能,有效改善低碱度碱渣激发效果不佳的现象,研究人员可选择在碱渣和矿渣的复合体系中添加相关激发剂。如今,碱渣和矿渣复合胶凝材料的制备已开始淤泥治理工作中展现出其应用价值。

2. 用于碱渣、粉煤灰复合胶凝材料的制备

作为一种常见的火山灰质材料,粉煤灰已开始在水泥混凝土行业得到大规模应用,而为了进一步提升粉煤灰的附加价值,可借助碱性激发剂以及活性剂激发粉煤灰的潜在胶凝活性,让其水化反应活性得到更直观的展现。而在此基础上,由碱渣和粉煤灰复合体系制备的胶凝材料也得到大众关注。纯碱渣的应用可对粉煤灰的潜在胶凝活性产生一定的激发作用,而随着碱渣用量的变化,也会对粉煤灰的力学性能产生较为明显的影响。而在碱渣和粉煤灰复合体系中引入氢氧化钠、石膏等外加活化剂,也可进一步优化碱渣粉煤灰复合胶凝材料的力学性能。

3. 用于碱渣、矿渣、粉煤灰复合胶凝材料的制备

矿渣和粉煤灰同属于火山灰质材料,但矿渣属于高钙型火山灰质材料,而粉煤灰则属于高硅高铝型材料。而从理论角度出发,将此类化学成分特征存在差异的两种材料进行复配利用,也能有效改善材料的性能表现。业界学者曾将23%的矿渣、30%的粉煤灰以及30%的碱渣进行融合并添加了5%的复配激发剂以及12%的脱硫石

膏,制备出了碱渣、矿渣以及粉煤灰于一体的复合胶凝材料。在制备此类胶凝材料过程中,脱硫石膏的应用比例对胶凝材料的性能产生了较大的影响。

(五) 环境保护领域

为减少大气污染,煤炭燃烧所产生的烟气在正式排放之前必须做好脱硫处理工作,而现阶段,石灰石和石灰是应用频率最高的脱硫吸收剂。而碱渣也具有明显的高碱性特征,碱渣中的高含量 CaCO_3 可与烟气中的二氧化硫产生化学反应并生成石膏,进而实现烟气脱硫的目标,因此,碱渣在环境保护领域也具有较为明朗的应用前景。而在业界学者的研究中:若电石渣和碱渣的质量比例为1:1,则其脱硫效果可满足95%的工业脱硫标准要求。除此之外,碱渣还可应用于赤潮和水华的治理。根据相关研究来看:若将改性百里碱渣和淡水或海水进行混合,便能形成均匀的悬浮液,将此类悬浮液喷射到引起赤潮以及水华的海藻表面,便能让自然水体的pH值明显降低,进而减少区域内海藻的生长。最后,碱渣还可应用于杀菌保健产品的制作。

结语

综上所述,随着科学技术的不断发展,碱渣治理和资源化利用的途径和方式趋于多元化。但有些技术方式却对碱渣脱水和脱氯提出了较为严格的要求,而相比其他操作而言,脱水脱氯的技术成本较为高昂,这也会在一定程度上降低碱渣资源化利用的经济效益,且其推广难度也相对较高,再加上部分技术的研发应用尚未成熟,因此,碱渣治理和资源化利用的效率并不高。在此基础上,相关单位必须加大碱渣治理及资源化应用的研究力度,不断探索碱渣在各行业领域的高效应用方式。而就目前形势来看,借助碱渣进行工程土的制备,通过碱渣进行土壤改良剂的生产和制作,都能够有效减少碱渣所带来的生态环境污染问题。所以,在进行碱渣治理和利用过程中,建设单位以及相关政府部门必须要严格遵循因地制宜的原则,从不同角度、不同层面,选用更创新高效的方式,实现碱渣的优化治理和综合应用,让碱渣污染问题得到有效解决。

参考文献

- [1] 吴蓬,张涛,耿玉倩,黄诗博,王温心,吕宪俊.碱渣的理化性质及应用研究进展[J].中国粉体技术,2022,28(01):35-42.
- [2] 胡磊.碱渣聚合物填垫土特性及其应用技术研究[D].河北工业大学,2018.
- [3] 庞云泽.采空区充填碱渣注浆材料的特性研究[D].河北工业大学,2017.
- [4] 王连斌.碱渣固化重金属污染土的工程性质试验研究[D].合肥工业大学,2016.
- [5] 杨良佐,李永丹,张立红.碱渣的综合治理与利用[J].环境保护科学,2008(02):70-73.