

The Research Review of Ecological Cement

Ke Li

School of Materials Science and Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

Abstract: Ecological cement refers to use solid wastes as raw materials, in accordance with the scientific formula, after calcination and grinding, made of cement, is a new type of green building materials. This article from three aspects: the source of the brief introduction of the solid wastes, namely: the construction waste concrete, slag waste, municipal solid waste; And the brief analysis of its feasibility. The ecological cement based on solid waste, to achieve energy saving, the purpose of protecting the environment.

Keywords: Ecological cement; Solid waste; Construction materials; Environmental protection and energy saving

生态水泥的研究综述

李科

重庆交通大学 材料科学与工程学院, 重庆 400074

摘要: 生态水泥主要是指用固体废弃物当做原料, 按照科学的配比, 经过煅烧并研磨之后, 制作成的水泥, 或者作为一种外掺料混合入水泥中, 是一种新型的绿色建材。本文将从三个方面简要介绍固体废弃物的来源, 即: 建筑废弃混凝土、矿渣废弃物、城市固体废弃物; 并简要分析其可行性的原因。通过对固体废弃物配制生态水泥, 以达到节约能源, 保护环境的目的。

关键词: 生态水泥; 固体废弃物; 建筑材料; 环保节能

1 引言

随着我国现代化进程的加速, 以及城市化进程也不停的加快。新老建筑物不断地更替换代, 这就使得拆除的废弃建筑物大量堆积, 造成用地的浪费, 也会使环境污染。冶金行业将会产生大量的废渣, 造成巨大能源的浪费, 在处理废矿渣时将会造成环境的污染。我国是人口大国, 大城市的数量位于世界前列, 伴随的问题就是会产生大量的城市垃圾, 而且我国城市垃圾的处置是一个严峻的问题。针对这些迫在眉睫的问题, 水泥工业因具备协同处置废弃物的特点, 将逐渐演变为环保产业链的一员, 随着科学生产技术的革新, 环保型生态水泥的工艺技术、生产设施以及产品性能的将得到提升。这样生态水泥应运而生, 这是非常可观的处理这些固体废弃物的一条有效途径^[1]。

2 传统处理方法的问题

固体废弃物的传统处理措施主要是临时堆放、填埋、焚烧或堆肥。大量的未做特殊处理的固体废弃物基本上都被输送到城郊和乡间空地做简单的堆放或填埋, 这些处理方都比较简单, 而且费用低, 但是占用

大量耕地, 且含有塑料或者金属的固体废物, 经过填埋后会造成环境的破坏^[2]。而对于广泛采用的堆肥处理方式, 对于固体工业废物而言, 必须进行妥善的分离处理, 不然其含有的有害物质进入土壤, 导致土壤环境的污染, 进而对植被和水质造成破坏。焚烧会对空气造成污染, 放出有害气体, 造成温室效应和酸雨, 而且焚烧的投资较大, 较少采用。因为固体废物量的产量巨大, 便会对其他工业处理方法也造成巨大压力。所以要对固体废弃物进行加工改良, 生产出环境适应型, 资源节约型的新型材料—生态水泥。

3 固体废弃物配制生态水泥

3.1 建筑废弃物

建筑物废弃物是建筑物拆毁或者工地上所产生的建筑废弃料, 主要是指混凝土。由于混凝土的主要组成是由粗集料、细集料及水泥石, 其主要的化学成分是 CaO 、 SiO_2 和 Al_2O_3 , 契合水泥的化学组分, 是完全可以制成水泥的^[3]。

王朝均^[4-5]等用废弃混凝土配制再生水泥熟料的研究当中, 采用完全替换石灰石和粘土 (或页岩、砂

岩)的方法,制备水泥熟料的设计方法为废弃混凝土在生料中占 95%-99%的比重;将石灰石和砂岩作为原材料制备的水泥熟料与再生熟料进行性能对比,对比结果:

材料成分:两种熟料的 XRD 特征峰位几乎无差异,说明两种熟料的矿物组成相似;

安定性:经过对再生熟料的 f-CaO 含量测试结果显示再生熟料的安定性满足要求。

强度:再生熟料水泥的 3d 强度略低,28d 强度较好,强度发展可达 42.5 级。

王二飞^[6]等的研究中,将建筑废弃物磨细,细度介于 I 级粉煤灰和 II 级粉煤灰之间的磨细粉末。以粉煤灰和磨细粉取代水泥,取代掺量各为 10%、20%、30%、40%,制备水泥胶砂,进行 3d、7d 和 28d 的抗折强度以及抗压强度试验。得出的结果是:

水泥胶砂的抗折强度随建筑废弃物磨细粉与粉煤灰掺量的增多程逐渐降低的趋势。

水泥胶砂的抗压强度随建筑废弃物磨细粉或粉煤灰取代率的增多程逐渐降低的趋势。

前期强度:建筑废弃物水泥胶砂强度高于粉煤灰水泥胶砂强度;后期强度:因粉煤灰与水泥后期再次产生水化反应,强度有所提升,高于掺建筑废弃物磨细粉的水泥胶砂强度。

这就说明了使用建筑废弃料来配置水泥,不管是用做水泥的原材料,还是将废弃料看做“外掺料”取代部分水泥,在某些工程应用上是可以得到实现的。

3.2 矿渣废弃物

对冶金矿渣的处理方法中,在制备生态水泥方面,已经得到较为普遍的运用。这里是指将矿渣当做原材料与其他原材料按一定的配比一起煅烧成熟料,是由于冶金矿渣的化学元素 CaO-SiO₂-Al₂O₃ 体系起到代替粘土和石灰的作用,可作为水泥原材料,在水泥生产时复合掺入。冶金矿渣一般是经过高温或者急冷处理,存在较多的玻璃态物质和对应的生态物质,这些物质在水泥熟料煅烧过程中促使液相的产生。并且冶金废渣中,存在少量的可充当矿化剂的镁元素、硫元素和氟元素,在熟料的煅烧的过程中,可以辅助对生料的煅烧,从而使熟料煅烧的温度有所下降,提高水泥熟料的品质。将冶金矿渣中产量最高的高炉矿渣以及钢渣与石灰进行配比,然后在 1350°C 的温度条件下煅烧一小时,制出生态水泥^[3]。

王一靓^[7]等表明锰铁合金渣具有潜在水硬性,在一定的条件下激发后可增强其水化活性。以锰铁合金渣磨细粉取代一定比例的水泥熟料,制备生态水泥,不仅降低成本,降低原材料的耗费,而且促进资源的循环利用。

徐健康^[8]的研究表明电解金属锰渣中富含 SO₃,用以代替天然石膏作为水泥的缓凝剂,有效延长水泥的硬化时间,有助于水泥后期强度的提升。体现资源多元化利用,也可节省石膏资源。

明阳^[9]的研究表明用锰渣、石灰石部分替代矿渣制备复合生态水泥,对水泥具有缓凝作用,安定性良好;并且得出了 P·C42.5 水泥的复合掺量配合比,能够减低水泥的生产成本,同时实现了资源的充分利用,对生态保护具有积极意义。

D.Higgins^[10]的研究试验表明:磨细矿渣混凝土抗氯离子渗透能力较好;当磨细矿渣的掺量为 65%时,混凝土的氯离子扩散系数要比普通硅酸盐水泥混凝土的氯离子扩散系数要低很多。表明磨细矿渣粉在混凝土的耐久性方面具有积极作用。

3.3 城市固体废弃物

城市固体废物主要是指城市垃圾焚烧残留物和下水道、净水厂的污泥。这些废物中含有大量的病原体和重金属有害物质,如果处理不当将会污染城市环境,直接影响到城市居民的健康安全。城市垃圾可以作为熟料煅烧时的燃料,以达到节约燃料能源的目的,而且煅烧技术采用回转窑,由于回转窑温度高,可以将垃圾充分燃烧,使之有毒物质分解,是一石二鸟的处理方法,避免单独处理垃圾要高效得多。城市废物垃圾中含有大量的无机物,其焚烧后的成分是 CaO、SiO₂、Al₂O₃ 和 Fe₂O₃,从成分上看都符合水泥原料中的化学成分,因此废弃物从理论上说是可以用来制备水泥的^[11]。再有通过高温的煅烧之后,所含的重金属将会被熟料包裹吞噬,防止其扩散和渗透污染水质和土壤。而且水泥熟料的煅烧是在碱性条件下进行的,可有效地减少酸性物质的产出,使废弃物中有毒害作用的氯、硫和氟等在窑内被碱性物质所中和,生成无毒的 CaCl₂、CaSO₄ 和 CaF₂,并固化吸收在水泥熟料中,达到降低有毒物质排放的目的^[12]。

城市固体废物配制生态水泥的制备生产工艺有两条^[13]:

第一条工艺:用城市脱水污泥和焚烧垃圾残留物

作为原料,用石灰石、赤泥等作为补充原材料,用以填补废弃物中的缺少成分。然后将这些原料一同制成水泥生料后,在干法回转窑中煅烧生成生态水泥的熟料,加入石膏等缓凝剂共同磨细成比表面积为 400-500m²/Kg 的粉末状产品,即成了生态水泥。

第二条工艺:垃圾焚烧残留物和水泥熟料煅烧一体系,即将垃圾残留物直接倒入水泥回转窑,经 1450-1700℃ 的高温煅烧,使垃圾残留物与其他原料在高温带通过固液相反应生成水泥熟料,在掺入一定配比的石膏粉磨成生态水泥。

4 发展趋势及存在的问题

本文介绍了生态水泥三个方面的实现方式,有效的利用了常见的固体废弃物,节约了传统水泥制备工艺的原材料,很大程度上处理了污染物治理存在的环境问题。具有很大程度的优势,但尚存在一些有待解决的问题:

对于建筑废弃物:目前我国对于使用废弃建筑混凝土作为再生水泥原材料的研究较少,不够系统化。而用废弃料配制生料时既难磨有难烧,磨细时间较长^[4]。废弃物再生水泥熟料的率值与生料的化学成分分析计算的率值差别明显,没有比较明确的解释,需要在以后的研究中找寻原因,目前只能通过调整生料的率值,使得烧制的熟料率值符合相应的设计标准^[4]。

对于矿渣废弃物:我国是一个钢铁大国,每年产出超过 6000 万吨工业矿渣,对使用矿渣制备生态水泥是一个对资源综合利用的有效途径。在对废渣的处理过程中应该对废渣质量实施有效控制,提高废渣的活性,使其保证水泥的性能,增大其使用量。并且要保证建筑物的质量,需要注重工业废渣对水泥混凝土耐久性影响的研究,特别针对高性能水泥的影响^[12]。

对于城市固体废物:将城市固体废物作为水泥原材料,是一种极好的资源节约型产品,有效的解决城市环境的问题,促进城市固体废弃物的资源利用和无害处理,是值得大力推广的技术模式,对城市净化

具有积极意义。但是城市固体废弃物中含有大量的氯离子,容易造成钢筋的锈蚀,在这方面还需有待深入的研究。所以普遍应用素混凝土工程、砌筑和粉刷砂浆、软地基固化工程、公路路基工程、水泥基墙体工程等无筋或少筋工程领域。大坝和海洋工程等。而且对于城市废弃物的处理也是一门技术难题,我国的城市垃圾管理较差,对于垃圾的分类比较欠缺,而对于生产此类生态水泥要做垃圾处理的预先准备是不可避免的。所以预先准备的费用较高,造成生产生态水泥的成本比普通水泥要高。国家应该在政策上补偿企业的废弃物处理费,在税收上也应该有所减免^[13],以此鼓励企业的积极性。

References (参考文献)

- [1] 韩仲琦. 新型绿色环保水泥的研究与发展[J]. 水泥技术, 2016(4):23-27.
- [2] 李泽, 马翠英. 工业废弃物在生态水泥中的应用进展研究[J]. 耐火材料, 2015(6):470-474.
- [3] 王贵兵. 资源化利用固体废弃物研发生态水泥[J]. 资源节约与环保, 2016(12):206-206.
- [4] 万朝均, 李腾, 陈旭, 等. 废弃混凝土再生水泥熟料的配制与性能[J]. 土木建筑与环境工程, 2012, 34(2):143-148.
- [5] 万朝均. 水泥熟料及其制备方法[J]. 技术与市场, 2009, 16(3):70-70.
- [6] 王二飞, 曾德升, 马健康, 等. 建筑废弃物磨细粉对水泥胶砂强度影响分析[J]. 中国建材科技, 2016, 25(4):26-28.
- [7] 王一靓, 陈平, 马帅, 等. 锰铁合金渣在水泥中应用的研究进展[J]. 铁合金, 2010, 41(2):33-36.
- [8] 徐健康. 电解锰渣用作水泥缓凝剂的试验研究[J]. 福建建材, 2012(9):12-14.
- [9] 明阳, 陈平, 李玲, 等. 锰渣-石灰石部分取代矿渣制备复合生态水泥[J]. 铁合金, 2011, 42(6):34-38.
- [10] Higgins D, Uren M. THE EFFECT OF GGBS ON THE DURABILITY OF CONCRETE[J]. Concrete, 1991, 25.
- [11] 谢丹. 生态水泥生产的关键技术、设备及其系统研究[D]. 武汉理工大学, 2004.
- [12] 梁平, 马粤英. 水泥工业利用固体废弃物的研究[J]. 广东建材, 2007(2):94-98.
- [13] 黄少文, 郭灿贤. 生态水泥--城市固体废物资源化的新途径[J]. 江西建材, 2005(1):6-8.
- [14] 万惠文, 钟祥凰, 水中和. 利用废弃混凝土生产绿色水泥的研究*[J]. 建材世界, 2005, 26(2):1-2