

Discussion on Resource Utilization of Magnesium Slag

Hongan Wei

Yulin Environmental Science and Technology Consulting Service Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

China's raw magnesium production is huge, and the output of magnesium slag is correspondingly large. China's magnesium slag production is large but low utilization rate, a large amount of magnesium slag output is discharged into the environment, which increases the environmental burden. In order to improve the utilization rate of magnesium slag, many experts and scholars have done a lot of experimental research in recent years, and explored some ways of comprehensive utilization of magnesium slag. Based on this background, this paper uses the literature method and the investigation method to explore the resource utilization method and the utilization status of magnesium slag. The first part briefly analyzes the production process and main components of magnesium slag; The second part mainly discusses the resource utilization methods of magnesium slag, indicating that China mainly uses magnesium slag for active mixed materials, calcined cement clinker and gel material; The third part briefly explores the problem of emission reduction of magnesium slag for reference.

Keywords

magnesium slag; resource utilization; utilization of technology

镁渣的资源利用途径探讨

魏红安

榆林市环境科技咨询服务有限公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘 要

中国原镁产量巨大, 镁渣的产量也相应较大。中国镁渣产量大但利用率低, 大量镁渣产出后被排放到环境中, 加重了环境负担。为提高镁渣利用率, 近些年许多专家学者做了大量实验研究, 探索出了若干镁渣综合利用的路径。论文立足这一背景, 运用文献法、调查法等对镁渣的资源利用途径、利用现状等展开探究论述。文章第一部分简要分析了镁渣的生产过程及主要成分; 第二部分着重论述了镁渣资源化利用途径, 指出目前中国主要将镁渣用于活性混合材料、煅烧水泥熟料及凝胶材料, 在脱硫剂方面也有尝试; 第三部分从减轻环境负担的角度出发简要探究了镁渣减排的问题, 以供借鉴参考。

关键词

镁渣; 资源利用; 利用技术

1 引言

镁渣对环境、人体、动物等具有一定危害。镁渣若不经专业处理直接堆放在自然环境中, 会对大气、土壤、水体等产生污染, 使环境质量大大下降。如镁渣有着较强的吸潮性, 融入土壤后会导致土壤肥力、湿度等下降, 引发土壤板结、土壤盐碱化等问题, 导致土壤利用率下降。调查研究发现, 长期堆放镁渣的地块, 几乎已不具备生产能力, 无法再用于农业生产。对人体而言, 镁渣属粉尘物质, 在空气中悬浮时难以沉降, 若人体吸入含有镁渣的空气, 就会导致呼吸道感染或患上其他呼吸道疾病^[1]。因此, 目前必须加快研究与发展镁渣利用技术, 通过对镁渣的合理利用降低镁渣对环境、人体及动物的危害, 保护环境与生物安全。下面结合

实际, 对镁渣资源利用途径及相关问题做具体分析。

2 镁渣的生产与成分分析

镁渣是金属镁厂在炼镁过程中排放的固体废物。金属镁的生产工艺为: 白云石为原料, 在温度为 1150 ℃~1250 ℃ 的回转窑内将白云石煅烧, 将煅烧后的白云石研磨成粉将萤石粉、硅铁粉与白云石粉按一定比例加以混合、制球, 将混合球体送入钢还原罐内, 在还原炉中以 1190 ℃~1210 ℃ 的温度及 1.33~10 Pa 真空条件下还原制取粗镁, 再经过熔剂精炼、铸锭、表面处理, 最终得到金属镁锭, 剩余的残渣为镁渣^[2]。镁渣的主要化学成分为 CaO 与 SiO₂, 还有部分未被还原的 MgO。另外研究表明, 镁渣的成分主要与金属镁的生产工艺、生产条件有关, 所以各镁厂产出的镁渣, 成分会存有差异(见图 1)^[3]。

3 镁渣的资源利用途径

目前, 中国主要将镁渣用于活性混合材料、煅烧水泥

【作者简介】魏红安(1985-), 男, 中国河北石家庄人, 硕士, 工程师, 从事环境影响评价、清洁生产、排污许可等研究。

熟料及凝胶材料。



图1 镁渣示意图

3.1 利用镁渣做活性混合材

有学者研究了利用镁渣做活性混合材的可能性, 研究表明, 镁渣的活性高于矿渣, 将镁渣作为原材料制作活性混合材具有一定可行性。此外通过研究发现, 镁渣不仅具有高于矿渣的活性, 而且其的易磨性也要优于矿渣与熟料。将镁渣作为一种原材料制作水泥, 可有效提升水泥综合性能与产量, 降低水泥生产生本。研究表明, 在镁渣掺量 $\leq 30\%$ 时, 采用 52.5 等级熟料, 能够生产安定性合格的 42.5 R 型镁渣水泥; 在混合材掺量一定的情况下, 镁渣与矿渣比单掺镁渣或矿渣好^[4]。有学者研究了将镁渣用于复合硅酸盐水泥的生产。研究结果表明, 镁渣中含有一定量的矿物, 具有较好的火山灰活性, 在制备复合硅酸盐水泥时于混合料中加入适量镁渣, 可有效改善材料性能, 提高复合硅酸水泥的抗压强度及抗折强度, 使复合硅酸盐水泥具有更好的工程应用性能。

有学者研究了镁渣在沥青混合料生产中的应用, 研究表明, 在沥青生产中加入适量镁渣, 可使沥青的黏结性得到改善, 让沥青综合性能有所提高。且该项研究表明, 沥青黏结性会受到镁渣掺量与细度的影响, 随着镁渣掺量的增加与细度的提高, 沥青的黏结性也会有更明显的改善。研究表明, 影响改性沥青性能的最大因素是粉胶比, 其次是镁渣取代率, 之后是镁渣的平均粒径。

3.2 利用镁渣煅烧水泥熟料

将镁渣运用于水泥熟料的制作中, 可取代部分黏土与石灰石, 为水泥提供 CaO 与 SiO_2 , 使水泥具有更好的性能。在水泥熟料的制作中, 也可将镁渣作为一种矿化剂加入其中, 起到改善水泥熟料性能, 提高水泥熟料质量, 提升镁渣综合利用率等作用。有学者研究了镁渣在水泥熟料煅烧中的可用性, 研究结果表明, 镁渣中含有钙元素, 钙元素以矿物形式存在, 因此在煅烧水泥熟料时加入适量镁渣, 带入生料中一定量的 CaO 与 MgO , 从而减少了部分 CaCO_3 、 MgCO_3 分解所吸收的热量。同时通过研究发现, 镁渣中还有一些初级矿物, 如果 CF 、 C_2S 等, 因此在水泥熟料煅烧过程中,

镁渣能减少部分氧化物固相反应所需的热量。研究表明, 在水泥熟料煅烧工艺中加入适量镁渣, 可让生料的易烧性得到改善, 让熟料的热耗得以降低, 从而在提高水泥熟料性能质量的同时也提高机立窑的产量, 提高生产速度。

有学者做了这样一组实验: 在煅烧水泥熟料时, 于其中掺入 $10\%\sim 15\%$ 的镁渣, 熟料矿物的组成因此发生改变, 熟料中硅酸盐矿物与 C_3S 的总和明显增加, 同时 C_4AF 含量降低, 熟料晶形更加完整, 熟料各龄期的强度都有大幅提高, 熟料的烧成耗热有明显降低, 水泥生产成本的大大下降而产量显著提高^[5]。由此可见, 将镁渣应用于水泥熟料生产是一条可行的利用路径。

3.3 利用镁渣做凝胶材料

镁渣做凝胶材料也是当前回收利用镁渣的一种重要方式。通过研究发现, 镁渣有着较低的活性系数, 将适量镁渣与碱性系数小的粉煤灰进行混合, 则可调和混合料的活性系数与碱性系数, 使混合料的活性系数与碱性系数不会偏高或偏低。在凝胶材料制作中, 镁渣与粉煤灰能相互补充、相互促进, 使最终生产出的混合材料具备更好的综合性能。另外有学者经过研究发现, 在将镁渣作为一种原材料用于凝胶材料制作中时, 于材料中加入适量的激发剂, 能够让镁渣凝胶材料的性能得到明显改善, 让凝胶材料的实用性更好。在凝胶材料中掺加激发剂时, 最关键的是控制好激发剂的用量, 若激发剂用量太少可能达不到效果, 用量太多则可能对凝胶材料的性能产生破坏。

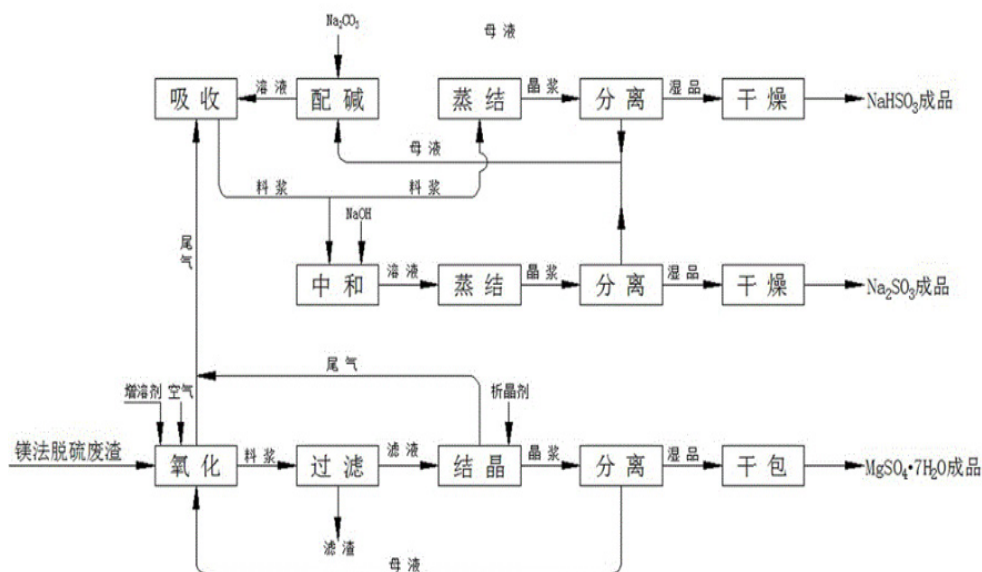
3.4 利用镁渣做脱硫剂

目前也尝试将镁渣作为一种脱硫剂使用。研究表明, 循环流化床锅炉脱硫技术主要运用氧化钙进行脱硫, 而镁渣中氧化钙的含量比较丰富(氧化钙含量约 50%), 因此将镁渣作为一种脱硫剂使用, 也可获得较好的生产效益, 同时也能将镁渣对环境的污染降低。研究表明, 镁渣的脱硫效果主要受粒径、孔隙率及温度等因素影响。通常情况下, 在脱硫温度正常合理的情况下, 孔隙率高、粒径小的镁渣会获得更好的脱硫效果(见图2)。

4 镁渣处置与利用的思考

4.1 调整产业结构, 减少镁渣排放

近几年, 中国在加快推进产业结构调整与能源结构改革中虽取得了一定成果, 但与部分发达国家相比, 中国多地的能源结构与工业产业结构仍比较传统落后, 再加之一些行业工艺设备落后, 所以镁渣的产量仍然较大。在此情况下, 必须持续推进工业产业结构调整与能源转型, 从根本上减少镁渣排放, 提高镁渣治理成效。有关部门要在保证地区经济不受过大震荡的情况下逐步淘汰掉一些高耗能、高污染的产业。在加快调整产业结构的同时, 也要在全面实施清洁生产技术改造, 制定完善镁渣排放标准, 规定重点地区的镁渣排放上限, 执行污染物专项排放限值标准。



4.2 优化企业行为，减少镁渣排放

要想降低含镁渣排放量，提高镁渣治理成效，政府部门还需企业这一具体的单位入手来提升镁渣治理水平，实现最终的治理目标。经调查发现，当前部分企业的领导人、管理层平时仍以发展经济为中心，对国家的一些环保政策、减排要求等不是十分关注。针对此，有关职能部门有必要开展教育与宣传工作，向企业宣传环保知识、镁渣处理知识等，让企业从意识层面提高对环保工作及镁渣处理工作的重视度，然后在行为上有所转变。有关部门要督促、约束、激励与引导企业以减轻污染、保护环境等为目标，对企业现有的环境目标做出调整，并以调整后的目标为基础组织开展各项生产活动与环境保护工作，以此改变企业原本落后的生产模式与发展理念，让企业更适应当代的环保潮流。企业根据环保理念以及国家减排要求，科学制定镁渣排放管控方案，划分与落实管理责任，切实提高管理水平。

4.3 加强镁渣排放与处置监管

在当前背景下，应运用现代信息技术，提高政府监管水平，让政府更好地开展“事前控制”。数据库技术、地理编码技术等具有强大的信息采集与处理功能，能为政府提供真实、全面且及时的镁渣产排信息，便于政府开展预防与管理工作。同时计算机处理系统、数据库技术等也能辅助政府更准确地吸收信息、甄别信息与筛选信息，使政府的决策更加准确，镁渣监管方案更加科学。有关部门可在镁渣全流程监管工作中运用现代信息技术、数字技术，大大提高镁渣监管工作的精准化与数字化程度，弥补传统监管模式的弊端。在传统监管模式中，人员的检查、巡视是最主要的手段，检查结果的精确程度会受多方因素影响，监管效能也比较迟缓。而在运用现代信息技术后，监管人员可运用现代智能

监测设备、计算机信息系统等完成镁渣信息的采集与处理工作，也可运用现代在线监测技术对区域内的镁渣信息进行自动监测，这样就大大减少了人为失误，提高了镁渣监管的精准化与数字化程度。具体如工作人员可利用现代信息技术、数字技术对区域内的镁渣排放信息、分布信息、处理信息及污染信息等进行调查与管理，为监管方案的制定提供参考依据。工作人员可运用大数据、云计算等技术调查分析所辖区域的人口密度、工业结构、工厂分布、镁渣污染源分布与排污量等，把握区域环境监管重心与要求。可采用实时远程监控技术、物联网监控技术、定位技术、视频识别技术等，对镁渣污染现场情况进行捕捉记录，获取真实数据，为镁渣的处置提供参考依据。

5 结语

综上所述,中国镁渣产量大,但利用率整体较低,导致环境负担加重。镁渣虽是生产废物,但仍有一定的利用价值。目前应进一步深入研究镁渣的成分与可利用性,研究与发展更先进的镁渣利用技术,全面提高镁渣有效利用率。

参考文献

- [1] 孙睿, 郭兆杰, 王栋民, 等. 超细镁渣微粉-水泥复合胶凝材料的性能及水化机理[J/OL]. 材料导报: 1-20[2022-08-11].
- [2] 庞英会, 张振清, 王开山, 等. 镁渣配料煅烧水泥熟料的成功经验[J]. 水泥, 2022(4): 32-33.
- [3] 袁傲, 杨靖, 张庆, 等. 煤气化细渣资源化利用途径及发展趋势[J]. 应用化工, 2022, 51(3): 891-896+900.
- [4] 刘浪, 阮仕山, 方治余, 等. 镁渣的改性及其在矿山充填领域的应用探索[J]. 煤炭学报, 2021, 46(12): 3833-3845.
- [5] 郭静静. 镁渣的综合利用现状及存在的问题和对策[J]. 造纸装备及材料, 2021, 50(8): 64-65.