

湿法烟气脱硫石膏在胶结尾砂充填的应用

陈云嫩, 梁礼明

(南方冶金学院, 江西 赣州 341000)

摘要:利用脱硫石膏的胶凝性能,将之与火电厂废弃物按一定比例混合后,能产生与水泥水化产物相似的成分。在保证充填体抗压强度的情况下,脱硫石膏能取代10%~12%的水泥以胶结尾砂充填,从而降低充填成本。并对脱硫石膏胶结尾砂的作用机理进行了探讨。

关键词:脱硫石膏;胶结剂;胶结充填

中图分类号:X781.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-6532(2005)01-0042-04

湿法烟气脱硫石膏是指用吸收剂(CaO 或 CaCO_3)洗涤含 SO_2 的烟道废气所产生的

- [1] 佟丽红. 镓的生产及需求[J]. 有色金属工业, 2002(6): 57~58.
- [2] 依健桃, 黄瀚. 超细氧化镓的制备[J]. 稀有金属, 2003, 27(1): 186~187.
- [3] Hyo Sook Lee, Chul Woo Nam. A study on the extraction of gallium from gallium arsenide scrap[J]. Hydrometallurgy, 1998, 49: 125~133.
- [4] Sturgill J A, Swartzbaugh J T, Randall P M. Pollution prevention in the semiconductor industry through recovery and recycling of gallium and arsenic from GaAs solid wasters[J]. Clean Products and Processes, 1999, 1: 248~256.
- [5] Sturgill J A, Swartzbaugh J T, Randall P M. Pollution prevention in the semiconductor industry through recovery and recycling of gallium and arsenic from GaAs polishing wasters[J]. Clean Products and Processes, 2000, 2: 18~27.
- [6] Adams A R 著. 周章文, 孙同年译. 砷化镓的性质[M]. 北京: 科学出版社, 1990, 3~4.
- [7] 张大维, 杨绍文, 杨卉芃, 张云, 等. 刚玉渣回收镓、铁、铝的试验研究[J]. 矿产综合利用, 1997(3): 14~17.
- [8] 许孙曲. 从拜耳法母液中回收镓[J]. 轻金属, 1993(5): 15~16.

A Study on the Preparation of Gallium Oxide from Gallium Arsenide Scrap

ZHANG Xiang-jing¹, LIU Ying-xiang¹, TIAN Xue-fang²

(1. Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang, Hebei, China;

2. Hebei Vian Co. Ltd., Shijiazhuang, Hebei, China)

Abstract: Gallium oxide was prepared from gallium arsenide scraps through a series of steps such as leaching, purifying, neutralization, precipitation and calcination. Optimal operating conditions were determined from these experiments, obtained gallium oxide products contained Ga_2O_3 of 99.2% with yield of 73.2%.

Key words: Gallium oxide; Gallium arsenide; Scrap; Recovery

收稿日期: 2004-02-24

作者简介: 陈云嫩(1970-), 女, 工程师, 环境工程硕士, 主要从事大气污染治理与废物资源化研究。

万方数据

副产物。为了减少废气中 SO₂ 对环境造成的危害,各国政府相继规定排硫设备必须进行烟气脱硫,由此而产生大量脱硫石膏。国外一些国家如日本、美国、德国、英国等在脱硫石膏的利用方面做了大量的研究工作,如用于水泥缓凝剂、路基回填、石膏板材等^[1]。我国由于脱硫设备及技术的落后、脱硫石膏含量较低(85%~90%)^[2],再加上我国石膏资源较丰富,因此大部分脱硫石膏均被废弃,这不可避免地引起二次污染,如地下水体 COD 的升高、土地碱化以及扬尘等。随着我国脱硫石膏数量的增加,有效利用脱硫石膏成为一个迫切需要解决的问题。

将脱硫石膏与火电厂废弃物按一定比例

混合发现,该混合物中含有大量的胶凝成分,其水化产物与水泥水化产物相当。本文通过脱硫石膏胶结尾砂的试块单轴抗压强度试验,进一步考察了脱硫石膏的胶凝性能,并对其胶结尾砂的作用机理进行了探讨。

1 试验材料和研究方法

1.1 试验材料

脱硫石膏来源于南方冶金学院环境与建筑分院脱硫实验室;添加剂为某火电厂废弃物(以下称为 A 物料);分级尾砂及棒磨砂来自于某矿山;拌和用水为南方冶金学院自来水,pH 值在 7.2~7.6 之间。表 1 为脱硫石膏及 A 物料的主要化学成分。

表 1 脱硫石膏及 A 物料的主要化学成分/%

项 目	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	S	Cu	游离水
脱硫石膏	3.28	2.77	40.54	<0.1	12.87	21.41	<0.01	13.21
A 物料	59.36	9.69	1.65	24.18	2.98	0.05	<0.001	2.07

1.2 研究方法

本试验采用人工拌和;采用规格为 7.07cm×7.07cm×7.07cm 普通铁模成型,每组浇注试块 12 个;试验温度为常温 20±5℃;湿度为自然湿度 70±5%;稻草覆盖浇水养护 3d、7d、28d 后,在 WED-2 型电子万能测试机上测试其单轴抗压强度。

2 结果与讨论

2.1 单因素试验

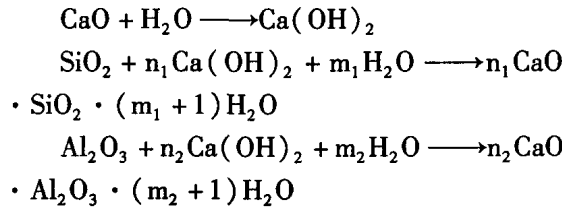
重量浓度、灰砂比、骨料配比、养护时间等试验条件固定不变,脱硫石膏与 A 物料在不同配比条件下制得胶结充填试块的抗压强度值如表 2 所示。

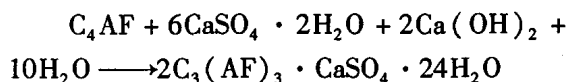
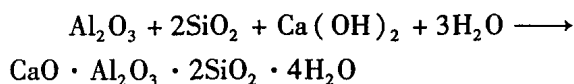
表 2 单因素试验结果

脱硫石膏:A 物料	R ₃ /MPa			R ₇ /MPa			R ₂₈ /MPa		
2:1	1.06	0.98	1.05	1.59	1.53	1.56	2.39	2.45	2.42
1:1	1.12	1.11	1.13	1.77	1.82	1.79	2.98	2.89	2.94
1:0	1.01	0.97	1.02	1.27	1.31	1.28	2.31	2.26	2.28
0:1	1.10	1.09	1.09	1.51	1.56	1.53	2.21	2.23	2.23

从表 2 可以看出,脱硫石膏与 A 物料之比 1:1 所得胶结试块的早期强度高于其他三者,后期强度更是高出 30% 左右。这是由于脱硫石膏、A 物料二者成分上的互补,以 1:1 的比例混合后其水化产物正好与水泥水化产物相当。从下列主要水化反应式中也可反映

出来:





2.2 多因素试验

由于脱硫石膏中某些微量元素的含量随着烟气脱硫时添加剂(阻垢剂)的种类和数量的不同而不同,为了考察微量元素以及不同灰砂比条件下脱硫石膏+A物料替代水泥的百分比对胶结充填试块抗压强度的影响,进行了10组试验。试验结果(取均值)如表3所示。

表3 多因素试验结果

灰砂比	脱硫石膏+A物料替代水泥量/%	R ₃ /MPa	R ₇ /MPa	R ₂₈ /MPa
1:4	10(1 [#])	1.412	2.015	5.301
1:4	10(2 [#])	1.406	1.985	5.242
1:4	12(1 [#])	1.287	1.769	4.785
1:4	12(2 [#])	1.279	1.760	4.779
1:4	0	1.425	2.020	5.094
1:6	10(1 [#])	0.835	1.309	2.808
1:6	10(2 [#])	0.834	1.304	2.797
1:6	12(1 [#])	0.828	1.298	2.673
1:6	12(2 [#])	0.823	1.286	2.651
1:6	0	0.836	1.299	2.633

注:脱硫石膏:A物料=1:1。1[#]、2[#]分别表示烟气脱硫时添加剂(阻垢剂)为1[#]药剂、2[#]药剂。

从表3得知:(1)烟气脱硫时添加剂的种类对胶结充填试块的抗压强度值影响很小。(2)用净水泥作胶结剂制备的尾砂胶结试块,比用添加了脱硫石膏制备的尾砂胶结试块具有较高的早期强度,但后者的28d抗压强度却比前者的大。

2.3 尾砂胶结充填的技术分析

从水化反应式可以看出,脱硫石膏水化过程中,会生成大量溶解度低、并以胶体微粒析出的硅酸钙凝胶(CSH)水化产物。水化产物所包裹的未水化物质及二水石膏颗粒作为微集料填充于粗颗粒骨料——分级尾砂及棒磨砂的孔隙中,使其结构更为致密、均匀。再

加上脱硫石膏及A物料都是粒径较小的材料,它们能均匀地填充于骨料孔隙中,减少颗粒之间的间隙,这样既能提高充填体的容重,又能改善整个充填料的粒级组成;既能降低水泥用量,又能使水泥均匀分布于充填体中,从而增大其抗压强度^[3]。

由于在烟气脱硫时加入了一定量的阻垢剂(1[#]和2[#]药剂均是大分子有机物,它们在水中能电离出含亲水基团——羧基的阴离子),使得脱硫石膏中不仅含有聚合物,而且含有一定量的表面活性剂。聚合物不但可以填充界面空隙,使界面过渡区密实,还可增强水泥与骨料之间的粘结,使界面过渡区强化^[4];而表面活性剂具有使空气在水中乳化的能力,能使水润湿胶结充填体的固体成分,提高胶结充填体的均质性,从而提高胶结充填体的质量^[5]。而含有CaO的物料制备的混合物试块的典型特性是强度增长速度比较缓慢,因此脱硫石膏胶结尾砂试块的后期强度高于用净水泥作胶结剂制备的尾砂胶结试块。

2.4 尾砂胶结充填的经济分析

胶结充填采矿法是一种经营费用较高的采矿工艺,其充填成本占采矿成本的1/3左右,充填成本中充填材料又占80%以上。昂贵的胶结充填成本严重制约了胶结充填采矿法的应用和发展。而脱硫石膏和A物料都是企业废弃物,价格便宜。据各种原材料的价格(含运费、加工费等)进行经济分析,与水泥胶结充填成本相比,用脱硫石膏替代10%的水泥作充填胶结材料可降低胶结剂成本3.48元/m³。

3 结 语

在保证充填体抗压强度的情况下,湿法烟气脱硫石膏取代10%~12%的水泥以胶结尾砂充填,无论是理论上还是实践上均具可行性。这既降低了尾砂胶结充填的成本,又实现了脱硫石膏的“变废为宝”;同时还能

影响煤矸石烧结砖生产工艺因素的探讨

刘家弟, 刘凤春, 丁东业, 董风芝
(山东理工大学资源与环境工程学院, 山东 淄博 255049)

摘要:探讨了煤矸石原料性质、粒级分配、搅拌及搅拌水分、可塑性及成型要求、码坯、干燥和烧成等各类因素对煤矸石烧结砖生产工艺的影响,提出了煤矸石烧结砖生产的最佳工艺要求。

关键词:煤矸石; 烧结砖; 成型; 码坯; 干燥; 烧成

中图分类号:X752 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2005)01-0045-04

1 前言

煤矸石是煤炭生产和加工过程中产生的固体废弃物,目前我国煤炭年产量已突破16亿吨,居世界第一位,全国现有煤矸石山1500多座,累计堆存煤矸石30多亿吨,占地

约1.2万公顷,并且以每年1.2~1.5亿吨的速度增长。煤矸石已是我国排放量最大的工业固体废弃物之一。煤矸石的长期堆存,不但占用大量土地,同时造成自燃、场尘和渣液渗滤,从而污染大气和地下水水质。

煤矸石是一种可以利用的资源,用其替

促进矿山胶结充填采矿工艺和湿式烟气脱硫工艺的发展,为充填胶凝材料的研究开辟了新的思路。

参考文献:

- [1]川崎重工业株式会社. 日本脱硫石膏利用现状和中国脱硫石膏利用前景[J]. 新型建筑材料, 1999(12):37~40.
- [2]李传炽. 烟气脱硫技术及脱硫石膏的应用[J].

新型建筑材料,1999(9):44~46.

- [3]刘可任. 充填理论基础[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.
- [4]张承志. 建筑混凝土[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [5]林永达,李干佐,等. 表面活性剂在水泥和沥青混凝土中的应用[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001.

An Experimental Study on FGD -Gypsum Cementing Filling -Tailings

CHEN Yun-nen, LIANG Li-ming

(Southern Institute of Metallurgy, Ganzhou, Jiangxi, China)

Abstract: By using the gel property of FGD -gypsum, mixing it with waste material from thermal power plant in a certain proportion can generate a component similar to hydrated product of cement. In the case of assuring the compressive strength of filling -object, desulfurization gypsum can replace 10~12 percent of cement to cement filling -tailings so that reduce the cost of filling. The paper has discussed the mechanism of desulfurization gypsum cementing tailings as also.

Key words: Desulfurization gypsum; Cementing agent; Cementing filling

收稿日期:2004-04-05

作者简介:刘家弟(1960-),男,教授,主要从事环境工程的教学和研究。