



助磨剂对泡沫玻璃配合料粉磨效率的影响

田英良, 郭曙光, 吴德龙, 王剑锋

(北京工业大学 材料科学与工程学院, 北京 100124)

摘要:采用干法粉磨工艺,选取丙三醇、硅酸钠、三异丙醇胺、三乙醇胺、木质素磺酸钠 5 种助磨剂,研究助磨剂对泡沫玻璃配合料粉磨的影响;改变助磨剂掺量,以粉体粒度评价助磨剂对配合料粉磨效率影响。结果表明:随着助磨剂掺量的增大,粉磨效率提高,但是粉磨效率存在一个极值,该极值与助磨剂的种类和用量相关;泡沫玻璃配合料的最佳助磨剂为三乙醇胺,最佳掺量(质量分数)为 0.04%,粉磨后平均粒径为 13 μm ,比未用助磨剂的配合料平均粒径减小 43%。

关键词:泡沫玻璃;助磨剂;三乙醇胺;粉磨效率

中图分类号:TB321,TB44

文献标志码:A

文章编号:1008-5548(2015)04-0067-04

Effect of Grinding Aids on Grinding Efficiency of Foam Glass Batch

TIAN Yingliang, GUO Shuguang,
WU Delong, WANG Jianfeng

(College of Materials Science and Engineering,
Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: Using dry grinding process, the effect of five kinds of selected grinding aids such as glycerol, sodium silicate, triisopropanolamine, triethanolamine, and sodium ligninsulfonate on grinding efficiency of foam glass batch was researched. By changing the dosages of grinding aids, grinding granularity of the foam glass batch was used to assess the effect of the grinding aids to grinding efficiency of foam glass batch. The results show that the grinding efficiency improves with the increase of aid dosage. But there is an extremum for the grinding efficiency, which is associated with kinds and dosages of the grinding aids. Triethanolamine is the best aid of the foam glass batch and the best dosage (mass fraction) is 0.04%. Average particle size of the foam glass batch is 13 μm , which decreases by 43% compared with the blank.

Keywords: foam glass; grinding aid; triethanolamine; grinding efficiency

配合料粉磨是泡沫玻璃生产过程中的关键环节,配合料的颗粒大小直接影响泡沫玻璃的性能^[1],同时配合料的粉磨能耗也将影响泡沫玻璃的生产成本。单

体罐式球磨机是目前粉磨泡沫玻璃配合料的主要设备,粉磨能耗大,因此提高配合料的粉磨效率对优化泡沫玻璃生产工艺具有积极意义。助磨剂是一种提高粉磨效率的添加剂,多为表面活性物质^[2],已在水泥熟料的粉磨中普遍应用^[3-4],但是在泡沫玻璃行业中的应用还少有报道。Hasegawa 等^[5]研究了多羟基有机物对泡沫玻璃主要成分二氧化硅粉磨的影响,结果表明,多羟基有机物可以优化二氧化硅粉磨后的粒径分布,减小比表面积。

本文中几种在水泥行业较为常用的单一组分助磨剂,对不同种类助磨剂的掺量以及配合料粉磨效率之间的关系进行探讨。

1 实验

1.1 实验原料

泡沫玻璃的配合料主要包括:玻璃粉、稳定剂、助熔剂、供氧剂、发泡剂等。三乙醇胺、丙三醇、木质素磺酸钠、硅酸钠、三异丙醇胺 5 种助磨剂的纯度(质量分数)分别为 98%、98%、98%、99%、95%,掺量(质量分数)分别为 0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.10%。

1.2 实验过程

取经过破碎、清洗、烘干、再次破碎后的碎玻璃 25 kg,颗粒粒径控制在 1~5 mm。将碎玻璃装入磨机,加入发泡剂和各种助剂,然后加入所用助磨剂,启动磨机,每运转 1 h,停机打开磨机盖口,将磨机盖口处的料粉进行清理,避免配合料以及助磨剂在磨机盖口处堆积而造成实验误差,然后关闭磨机盖口,继续粉磨。为了避免在取料粉时未磨细的大颗粒料造成的实验误差,先将料粉用 120 目(粒径 120 μm)筛进行筛分,取筛下的料粉进行粒度测试,主要包括激光粒度分析和负压筛析。

实验设备包括干粉激光粒度分析仪、振筛机、FSY-150 型水泥细度负压筛析仪(按照国家标准 GB 1345 选取标准筛,筛框直径为 150 mm,筛框高度为 25 mm,筛孔直径为 0.080 mm)、小型滚筒式球磨机、ACS-30 型电子秤、AL104 型分析天平。

收稿日期:2014-11-03,修回日期:2014-11-24。

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划项目,编号:2012BAJ20B02-03。

第一作者简介:田英良(1969—),男,博士,副教授,研究方向为新型节能建材。E-mail:tianyl@bjut.edu.cn。

2 结果与讨论

2.1 时间对配合料粉磨效率的影响

碎玻璃料加入到磨机中, 分别粉磨 2、4、6、8、10、12 h, 取粉磨后的料粉进行激光粒度分布测试, 测试泡沫玻璃配合料粒径的变化, 确定合适的粉磨时间。设 d_{10} 、 d_{50} 、 d_{90} 是累积体积分数达到 10%、50%、90% 时的颗粒粒径; d_{av} 为颗粒的平均粒径。泡沫玻璃配合料的粒度与粉磨时间的关系如图 1 所示。由图可知, 随着粉磨时间的延长, 配合料料粉粒径逐渐减小。粉磨 6 h 后, 减小趋势变缓, 而此时料粉的粒径已经可以进行发泡。由于加入助磨剂后, 还可以提高磨机的粉磨效率, 粉磨后料粉的粒径还会有所减小, 因此将对比空白样以及加入助磨剂时的粉磨时间定为 6 h, 以此来探究助磨剂不同种类以及不同掺量时对泡沫玻璃配合料粉磨效率的影响。

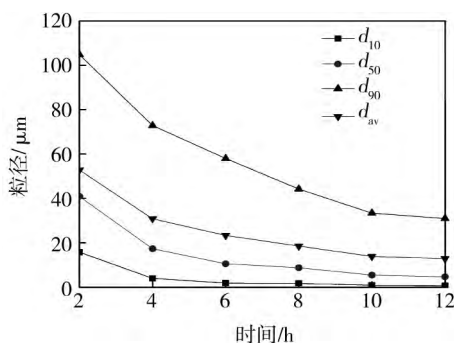


图 1 泡沫玻璃配合料粒度与粉磨时间的关系

Fig. 1 Relation between particle size of foam glass batch powders and grinding time

2.2 5 种助磨剂对配合料粉磨效率的影响

2.2.1 三乙醇胺

助磨剂为三乙醇胺时, 泡沫玻璃配合料料粉的粒度如图 2 所示。由图可知, 当粉磨时间为 6 h 时, 配合料粒径有较大幅度减小。当掺量为 0.04% 时, 三乙醇胺的助磨效果最好, 与空白样相比, 配合料的平均粒径减小 43%。继续增加助磨剂掺量, 料粉的粒径

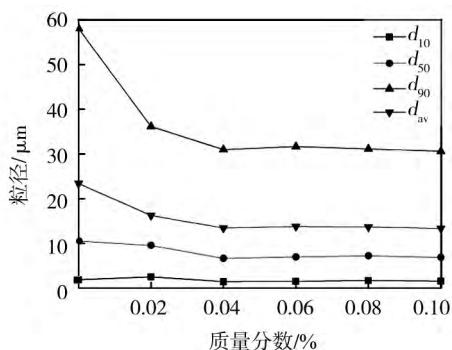


图 2 三乙醇胺用量对泡沫玻璃配合料料粉粒度的影响

Fig. 2 Effect of triethanolamine on particle size of foam glass batch powders

几乎不再改变。由此可知, 助磨剂三乙醇胺的最佳掺量为 0.04%。

2.2.2 丙三醇

助磨剂为丙三醇时, 粉磨后泡沫玻璃配合料料粉的粒度如图 3 所示。由图可知, 加入助磨剂丙三醇后, 粉磨时间相同时, 与空白样相比, 配合料料粉的粒径均有所减小。与空白样相比, 丙三醇掺量为 0.02% 时料粉的平均粒径减小 35%, 再增加丙三醇掺量时, 配合料粒径基本不再发生变化。由此可知, 丙三醇的最佳掺量为 0.02%。

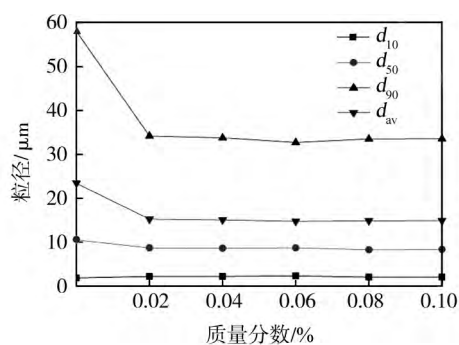


图 3 丙三醇用量对泡沫玻璃配合料料粉粒度的影响

Fig. 3 Effect of glycerol on particle size of foam glass batch powders

2.2.3 木质素磺酸钠

助磨剂为木质素磺酸钠时, 粉磨后泡沫玻璃配合料料粉的粒度如图 4 所示。由图可知, 木质素磺酸钠具有良好的助磨效果, 粉磨相同时间时, 与空白样相比, 配合料料粉的粒径有较大幅度的减小。木质素磺酸钠助磨剂的掺量增加时, 配合料料粉粒径的变化不大。由此可知, 助磨剂木质素磺酸钠的最佳使用量为 0.02%, 泡沫玻璃配合料料粉的平均粒径比空白样的减小 33%。

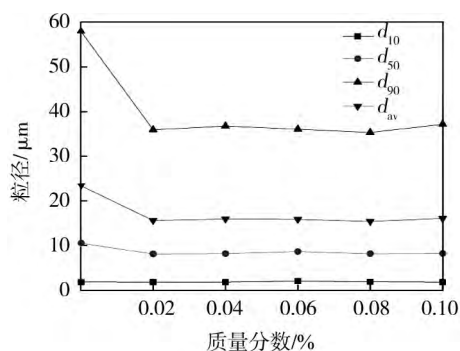


图 4 木质素磺酸钠用量对泡沫玻璃配合料料粉粒度的影响

Fig. 4 Effect of sodium ligninsulfonate on particle size of foam glass batch powders

2.2.4 硅酸钠

助磨剂为硅酸钠时, 粉磨后泡沫玻璃配合料料粉的粒度如图 5 所示。由图可知, 硅酸钠也有一定的助

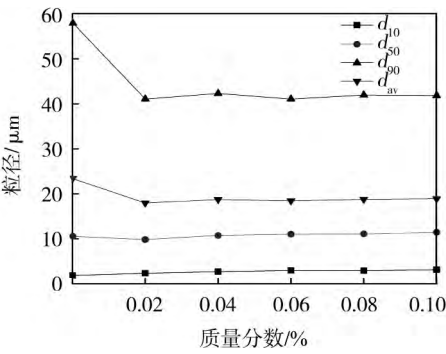


图 5 硅酸钠用量对泡沫玻璃配合料粉粒度的影响
Fig. 5 Effect of sodium silicate on particle size of foam glass batch powders

磨效果,但是助磨效果比其他几种助磨剂的差。粉磨后配合料粉粒径在整体上虽然呈现减小的趋势,但是 d_{10} 、 d_{50} 略微变大。助磨剂硅酸钠的最佳掺量为 0.02%,与空白样相比,配合料的平均粒径减小 23%。

2.2.5 三异丙醇胺

三异丙醇胺作为助磨剂时,粉磨后泡沫玻璃配合料粉粒度的粒度如图 6 所示。由图可知,三异丙醇胺的助磨效果十分显著,粉磨 6 h 时,泡沫玻璃配合料粉粒径有较大幅度的减小。掺量为 0.06%时,配合料粉粒的粒径最小,再增加掺量时,三异丙醇胺的助磨效率达到峰值,配合料粉粒的粒径达到最小,料粉的平均粒径比空白样的减小 36%。

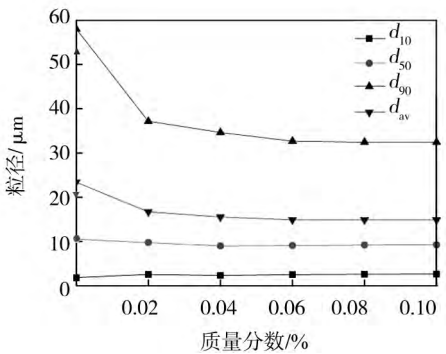


图 6 三异丙醇胺用量对泡沫玻璃配合料粉粒度的影响
Fig. 6 Effect of triisopropanolamine on particle size of foam glass batch powders

2.3 负压筛析测试

取 5 种助磨剂最佳掺量时,粉磨后泡沫玻璃配合料粉进行负压筛析,测试结果如表 1 所示。可以看出,负压筛析的筛余结果与激光粒度分布具有较好的一致性。配合料负压筛析筛余越小的料粉在激光粒度分布测试结果中的平均粒径越小。负压筛析结果也表明,助磨效果最佳的助磨剂是三乙醇胺。

表 1 5 种助磨剂掺量最佳时料粉的负压筛析
Tab. 1 Powder vacuum sieve at optimum dosages of five kinds of aids

空白样及助磨剂	最佳掺量/%	筛余质量分数/%
空白样	0	0.52
三乙醇胺	0.04	0.10
丙三醇	0.02	0.15
木质素磺酸钠	0.02	0.15
硅酸钠	0.02	0.19
三异丙醇胺	0.06	0.13

2.4 5 种助磨剂最佳掺量时的助磨效果对比

表 2 所示为 5 种助磨剂在最佳掺量时对配合料粒径和负压筛余的影响。由表可知,对泡沫玻璃配合料粉粒的粒径所进行的各项测试结果具有较好的一致性,测试结果表明,效果最佳的助磨剂为三乙醇胺。

泡沫玻璃配合料的原材料为废弃碎玻璃,主要成分也是石英,因此醇类、醇胺液体有机物对泡沫玻璃及其相近材料也应有一定的助磨效果。

助磨剂加入到配合料粉中,首先会被配合料粉吸附,减小配合料粉表面能,使配合料粉易于破碎。另外,根据 Reh binder 效应^[6-9],配合料粉磨时会产生裂纹,助磨剂能进入裂纹内部,减弱配合料裂纹的愈合,加速配合料内部价键断裂。按照 Reh binder 效应,助磨剂的自由分散能力与其进入裂纹的数量有一定关系,相比之下,液体助磨剂的自由扩散能力更强,因此理论上来说,固体类助磨剂的助磨效率不如液体类助磨剂的。

表 2 5 种助磨剂最佳掺量时助磨效果对比

Tab. 2 Grinding aid effect contrast of five kinds of aids at optimum dosages

空白样及助磨剂	最佳掺量/%	平均粒径/μm	平均粒径减小比例/%	负压筛余质量分数/%
空白样	0	23	0	0.52
三乙醇胺	0.04	13	43	0.10
丙三醇	0.02	15	35	0.15
木质素磺酸钠	0.02	16	33	0.15
硅酸钠	0.02	18	23	0.19
三异丙醇胺	0.06	15	36	0.13

· 粉体加工与处理 ·

在所选择的 5 种助磨剂中,三乙醇胺、三异丙醇胺这 2 种助磨剂是同种类型,两者的分子结构相同,在极性的强弱上三异丙醇胺强于三乙醇胺的。助磨剂的极性越强,与裂纹表面的吸附能力越强,阻止裂纹愈合的能力越强,助磨效果越好。实验结果显示,三乙醇胺对泡沫玻璃配合料的助磨效果优于三异丙醇胺。2 种助磨剂中,三乙醇胺为液体,三异丙醇胺为固体,这说明液体助磨剂的助磨效果优于固体助磨剂的。

介稳性是玻璃的特性之一,成分相同时,玻璃类材料的内能大于具有晶体结构的物质的,因此泡沫玻璃配合料在粉磨时的相互粘附以及与介质的粘附现象较其他材料严重。只有有效改善配合料料粉的分散,减少粘附,才能有利于提高粉磨配合料的效率。助磨剂能在配合料表面发生吸附,屏蔽配合料表面的静电荷,降低了配合料表面的静电吸引效应,静电效应减弱后,粉磨过的物料的聚集能力、聚集机会就会减少,物料的分散度提高,粘球现象减少^[10-12]。另外,助磨剂也能减弱配合料料粉与磨球、磨衬等磨内介质的粘附,使磨球对配合料的撞击力比存在粘附时大得多,机械能的利用率因而增大,磨机的粉磨效率提高^[13]。

本文中的研究还表明,助磨剂的掺量存在一个最佳值,该最佳值与所选助磨剂的种类有关。这与宋宪伯等^[14]提出的助磨剂单分子层吸附理论相一致。

3 结论

通过研究不同助磨剂对泡沫玻璃配合料粉磨效率的影响,得到以下结论:

1) 液体助磨剂对泡沫玻璃配合料的助磨效果优于固体助磨剂的。

2) 在所选用的 5 种助磨剂中,助磨效果最佳的为三乙醇胺,最佳掺量为 0.04%。

3) 助磨剂的用量存在一个最佳值,该最佳值的大小与助磨剂的种类有关,助磨剂的掺量超过此值后磨机的粉磨效率不再提高。

参考文献 (References):

- [1] 沈青峰, 张生辉, 沈承金, 等. 辅助添加剂对泡沫玻璃性能的影响[J]. 材料导报, 2008, 12(22): 336-338.
- [2] 朱孔赞, 陈怀成, 夏宗艳, 等. 国内外水泥助磨剂的发展现状与趋势[J]. 中国水泥, 2010(3): 64-66.
- [3] 杜高翔, 王海荣, 柴红勇, 等. 粉体制备中助磨剂的应用研究现状[J]. 化工矿物与加工, 2004(10): 6-9.
- [4] 李纛, 黄凤萍. 陶瓷助磨剂的开发与应用[J]. 陶瓷, 2007(1): 31-34.
- [5] HASEGAWA M, KIMATA M, SHIMANE M, et al. The effect of liquid additives on dry ultrafine grinding of quartz[J]. Powder Technology, 2001, 114: 145-151.
- [6] KUNIO U. The effect of surfactant on ultrafine grinding done simultaneously with surface treatment of magnetite particles[J]. J Soc Powder Technol, 1990, 27(3): 165-169.
- [7] GAO M, FORSSBERG E. The influence of slurry rheology on ultrafine grinding in a stirred ball mill[J]. Int J Miner Process, 1993, 37(2): 237-244.
- [8] 卜景龙, 沈毅. 高效有机助磨剂[J]. 陶瓷, 2000, 146(4): 31-32.
- [9] 屈彬, 刘波. 助磨剂在陶瓷粉体机械粉碎过程中的助磨作用[J]. 中国陶瓷, 2008, 38(4): 53-55.
- [10] 张成祥, 蒋永波, 黄曙. 助磨剂原理及应用(一)[J]. 新世纪水泥导报, 2002(1): 10-14.
- [11] KATSIOTI M, TSAKIRIDIS P E, GIANNATOS P, et al. Characterization of various cement grinding aids and their impact on grindability and cement performance[J]. Construction and Building Materials, 2009, 23: 1954-1959.
- [12] 杨华明, 邱冠周. 超细粉碎过程助磨剂的作用机理[J]. 中南工业大学学报, 2000, 31(5): 400-402.
- [13] 袁玉乔, 张伟. 水泥助磨剂的作用原理与研发思考[J]. 中国水泥, 2007(8): 62-63.
- [14] 朱宪伯, 吕忠亚, 张正峯. 水泥助磨剂的作用机理——薄膜假说[C] // 水泥助磨剂研究与应用论文集, 2005: 60-62.

浙江力普纳米碳酸钙粉碎分散成套生产线荣获专家认定证书

日前,在 2015 年全国碳酸钙行业年会上,国家高新技术企业、中国粉碎技术领航者——浙江力普粉碎设备有限公司研发的“低成本、节能和无污染纳米级碳酸钙的粉碎成套生产线”荣获中国无机盐工业协会碳酸钙行业分会、中国碳酸钙协会行业专家组联合颁发的专家认定证书,被一致认定为“纳米碳酸钙粉碎分散成套生产线为碳酸钙生产节能降耗技术和设备”。这是该生产线获得国家发明专利,列入浙江省新产品和省科技创新项目之后的又一殊荣。

纳米碳酸钙因其在磁性、催化性、熔点以及光热阻等方面表现出极大的优势,已经广泛应用到日用化工、密封材料、塑料、橡胶、油墨、医药、食品等领域。近年来,我国碳酸钙产品结构性产能过剩问题突出,产品结构不太合理,其中重钙产能过剩,而纳米钙、专用钙仍需进口。行业专家建议“十三五”期间碳酸钙行业必须从淘汰落后产能、推广清洁生产和开发高附加值精品等方面入手,进一步优化产品结构,提高技术创新能力,促进行业向专业化、精细化、功级化、规模化方向发展。

浙江力普推出的低成本、节能和无污染纳米级碳酸钙的粉碎成套生产线,正是顺应了这一潮流。该生产线的创新之处在于自主研发了旋风粉碎机、分级机、集料装置、除尘装置、回料回风装置等设备,优化布置组成用于纳米碳酸钙粉碎的成套生产线,实现了粉料超细粉碎的连续、高效和清洁生产。该生产线能耗低、噪声小,其解聚后的纳米碳酸钙的粒径分布均匀。核心技术已申请 7 项国家专利保护,处于国内领先水平。整条生产线集粉碎、分级、集料、除尘于一体,处于封闭状态下完成,不会产生粉尘污染,清洁环保,实现纳米钙的规模化生产。

(丁文)

咨询热线:13806745288、13606577969 传真:0575-83152666 <http://www.zjleap.com> E-mail:zjleap@163.com