

【试验研究】

硅藻土制备硅酸钙板的研究

梁兴荣¹, 张英英¹, 向 兴¹, 薛 俊¹, 曹 宏^{1,2}

(1. 武汉工程大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉 430074;

2. 国家磷资源开发利用工程技术研究中心, 湖北 武汉 430074)

【摘 要】我国硅藻土资源丰富, 由于其具有多孔性、密度小、强度高的特点, 用来制备轻质保温建筑材料具有较好的发展前景。本文以硅藻土、水泥、木纤维为原料, 流浆成型后经180℃(1MPa)蒸汽养护8h获得了硅酸钙板, 并探讨了硅藻土、木纤维的添加量对所制备硅酸钙板性能的影响。结果表明, 通过改变硅藻土的加入量可以制备出性能指标达到D0.8~1.3-II、D0.8~1.3-III类别的硅酸钙板, 其导热系数均小于0.16W/(m·K)、吸水率与硅藻土加入量呈线性关系; 但通过改变木纤维的加入量来制备不同类别硅酸钙板的尝试不具可行性。

【关键词】硅藻土; 硅酸钙板; 导热系数; 吸水率

【中图分类号】P619.265; TU522.3

【文献标识码】A

【文章编号】1007-9386(2014)05-0015-03

Preparation of Calcium Silicate Board by Using Diatomite

LIANG Xing-rong¹, ZHANG Ying-ying¹, XIANG Xing¹, XUE Jun¹, CAO Hong^{1,2}

(1. School of Material Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;

2. National Engineering Research Center of Phosphate Resources Development and Utilization, Wuhan 430074, China)

Abstract: Diatomite has the characteristics of the porosity, low density and high strength that are rich in our country, which owns a bright prospect for development in preparation of lightweight thermal insulation building materials. In this paper, the calcium silicate boards were produced by blending the raw materials diatomite, cement and wood fiber, and which were obtained by autoclaved curing for 8h at 180℃(1MPa) after pulp molding. In the meanwhile, the effect of diatomite or wood fiber content on property of the prepared calcium silicate board was discussed. The results showed that: calcium silicate board of this two performance indicators reached D0.8~1.3-II, D0.8~1.3-III can be prepared by various diatomite content, among which its thermal conductivity is less than 0.16W/(m·K) and water absorption linearly increase as the increasing amount of diatomite; it is unsuccessful to prepare different types of calcium silicate board by the method of changing the amount of wood fiber.

Key words: diatomite; calcium silicate board; thermal conductivity; water absorption

1 引言

硅酸钙板/纤维水泥板作为一类新型绿色环保建材, 它是以优质高标号水泥为基体材料, 并配以天然纤维增强, 经先进生产工艺成型、加压、高温蒸养等特殊技术处理而制成, 除具有传统石膏板的功能外, 更具有优越的防火、防潮、耐久、变形小等特点, 目前已广泛应用在房屋建筑和工业建筑领域。在房屋建筑领域, 此种板材主要应用于室内隔墙墙面、吊顶、天花板、地面铺设等。经专门加工制造并经表面涂装后, 可以用作外墙挂板或外墙贴面板等, 并可用于内外墙保温及永久性模板。在工业建设领域, 此种板材可以用于发电厂烟道、锅炉、化工管道保温、工业用干燥窑炉等设备的炉壁以及轮船的隔舱板等^[1-4]。

硅藻土的矿物成分主要是蛋白石及其变种, 其次是粘土矿物(水云母、高岭石)和其他矿物碎屑。矿物

碎屑有石英、长石、黑云母及有机质等, 有机物含量从微量到30%以上。硅藻土的颜色为白色、灰白色、灰色和浅灰褐色等, 有细腻、松散、质轻、多孔、吸水性和渗透性强、熔点高、隔热、吸声、折射率低、化学性能稳定等特点^[5]。

夏惠凤^[6]以硅藻土部分替代石英砂, 进行了纤维增强硅酸钙板生产的试验。本文则以硅藻土作为全部的硅质原料, 分别研究了硅藻土加入量、木纤维加入量对硅酸钙板性能的影响, 制备出的产品具有低容重、低导热系数的特点, 符合绿色建材的要求。

2 试验

2.1 原料

水泥: P·O 42.5级华新水泥。

硅藻土: 武汉高凯化工有限公司, 颜色为白色,

【基金项目】国家科技支撑计划项目(编号:2013BAB07B05); 国家自然科学基金青年科学基金项目(编号:71303180)。

表观密度 $0.538\text{g}/\text{cm}^3$ ，硅藻土XRD物相分析见图1，可知主要矿物成分为蛋白石(Opal)。激光粒度仪所测粒径分布如图2所示，粒径分布于 $0\sim 200\mu\text{m}$ 之间， $d_{50}=43.92\mu\text{m}$ 。

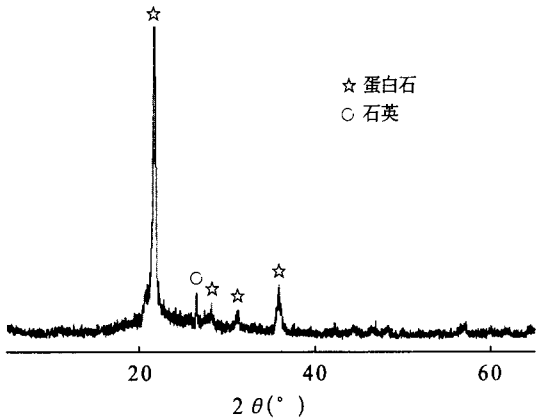


图1 硅藻土XRD图谱

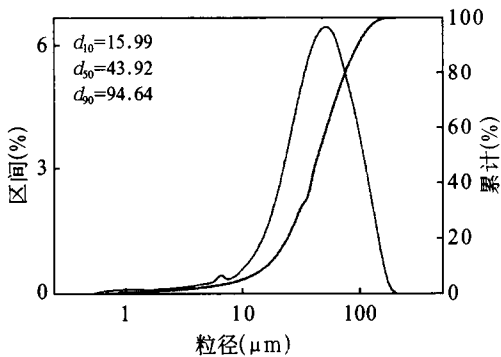


图2 硅藻土粒径分布

木纤维：安徽宁国市东南木业有限公司出产，由天然木材经过化学处理、机械加工而成。

2.2 试验工艺

试验工艺流程(如图3所示)：①将木纤维称量打浆；②将水泥、硅藻土分别称量并混合均匀；③将①和②物料混合打浆；④将浆料流浆成型制备试块；⑤将试块在 180°C (1.0MPa 压力)条件下蒸压养护 8h ；⑥将蒸压养护试块烘干后进行性能测试。

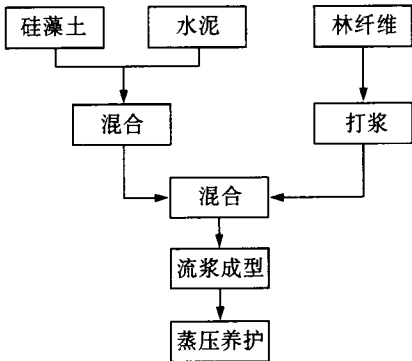


图3 试验工艺流程

3 结果与讨论

3.1 硅藻土含量对性能的影响

试验原料按照木纤维(3%)、硅藻土(27%、37%、47%、57%)、其他为水泥，做4组对比试验。试验测试结果如图4所示。

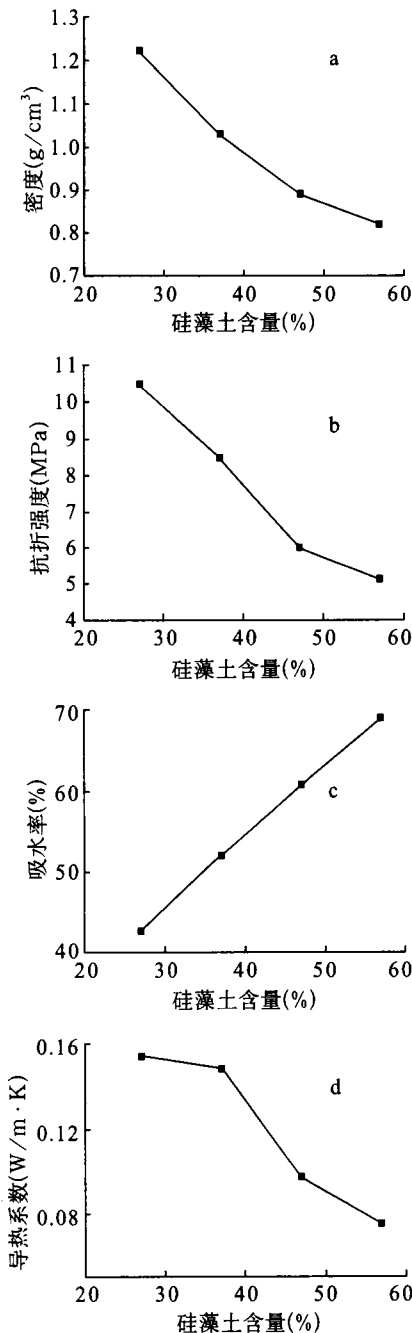


图4 硅藻土含量对性能的影响

从图4a、图4b可以看出通过改变硅藻土的加入量可以制备出密度为 $0.89\sim 1.22\text{g}/\text{cm}^3$ ，对应其抗折强度 $6.0\sim 10.46\text{MPa}$ ，性能指标至少达到JCT 564.1-2008《纤维增强硅酸钙板第1部分：无石棉硅酸钙板》D0.8~1.3-II、D0.8~1.3-III类别的要求。图4c中可以看出硅藻土的加入量跟吸水率呈线性关系，回归分析其线性方程为 $y=19.3+87.7x$ ，其

中 x 为硅藻土加入百分比， y 为吸水率。图4d中可以看出其导热系数 $<0.16\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，导热系数远远低于国标要求的 $0.25\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，因此该硅酸钙板保温节能效果较好。

比强度(抗折强度/密度)可反应相同密度物质强度的大小，下表为不同硅藻土加入量的试样比强度值。从表中可以看出随着硅藻土用量的增加，比强度值从 $0.008\text{6N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ 下降到 $0.006\text{2N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ ，总体呈下降趋势。

硅藻土掺量对硅酸钙板比强度值影响				
项目	指标			
硅藻土加入量(%)	27	37	47	57
比强度($\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$)	0.008 6	0.008 2	0.006 7	0.006 2

3.2 纤维含量对性能的影响

试验原料按照水泥(60%)、木纤维(2%、3%、4%、5%)、其他为硅藻土，做4组对比试验。试验测试结果如图5所示。

从图5a、图5b可以看出通过改变木纤维的加入量可以制备出密度为 $1.08\text{g}/\text{cm}^3$ 对应其抗折强度 9.54MPa 、 $1.03\text{g}/\text{cm}^3$ 对应其抗折强度 8.47MPa 的极材产品，性能指标至少达到JCT 564.1-2008《纤维增强硅酸钙板第1部分：无石棉硅酸钙板》D1.1-II、D1.1-III这两种类别的要求。图5c、图5d中随着木纤维含量的增多，抗折强度由 9.54MPa 降低到 1.54MPa 、吸水率由 52% 增大到 60% 、导热系数由 $0.15\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 降低到 $0.09\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。随着木纤维加入量的增多，抗折强度递减严重，当木纤维添加增大到3%以上时，硅酸钙板强度将不能达到国标的要求，因此通过改变木纤维含量来制备不同类别的板材不具有可行性。

4 结论

(1) 通过改变硅藻土的加入量可以制备出多类别符合标准的硅酸钙板产品，尤其可以用来制备低容重(密度 $<0.95\text{g}/\text{cm}^3$)、低导热率(导热系数 $<0.16\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)的产品。

(2) 通过改变木纤维的加入量可以使得制备硅酸钙板的容重从 $1.08\text{g}/\text{cm}^3$ 降到 $0.94\text{g}/\text{cm}^3$ ，缺点是硅酸钙板抗折强度从 9.54MPa 降低到 1.54MPa ，强度递减比较显著，吸水率 $>50\%$ 。通过改变木纤维的加入量来制备不同类别的硅酸钙板不具有可行性。

【参考文献】

[1]朱芝兰. 长石粉防火硅酸钙板研制[J]. 非金属矿, 1999, 22(6): 26-28.
[2]ASAMI T, IWANAGA T, ODA M, et al. Calcium silicate board and method of manufacturing same: U.S. Patent 6,139,620[P]. 2000-10-31.

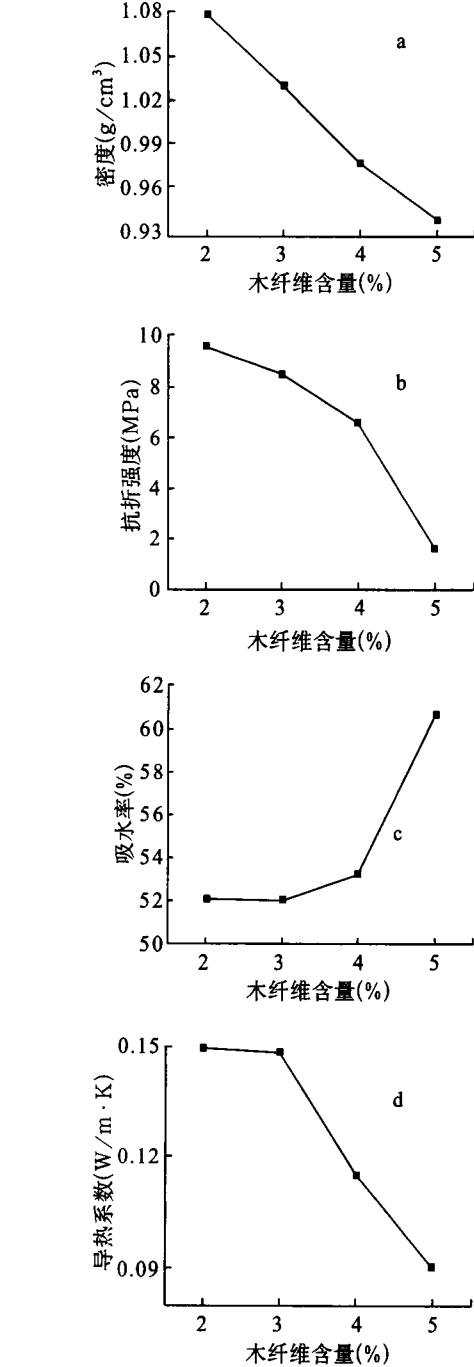


图5 木纤维加入量对性能的影响

[3]HAMILTON A, HALL C. Physicochemical characterization of a hydrated calcium silicate board material[J]. Journal of Building Physics, 2005, 29(1): 9-19.
[4]李清海, 沈荣熹. 白云母鳞片作增强材料制硅酸钙板的研究[J]. 新型建筑材料, 2000(5): 34-37.
[5]刘洁, 赵东风. 硅藻土的研究现状及进展[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(5): 104-106.
[6]夏惠凤. 硅藻土用于纤维增强硅酸钙板生产的试验研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2014(2): 87-89.
[7]HARPER S. Developing asbestos-free calcium silicate building boards[J]. Composites, 1982, 13(2): 123-128.
[8]DO C T, BENTZ D P, STUTZMAN P E. Microstructure and thermal conductivity of hydrated calcium silicate board materials [J]. Journal of Building Physics, 2007, 31(1): 55-67.

【收稿日期】2014-05-06