

# 轻质保温隔墙板的制备及性能研究

陈光剑<sup>1</sup>, 陈珉<sup>1</sup>, 张龙<sup>1</sup>, 陈建良<sup>2</sup>, 曾碧榕<sup>1</sup>, 罗伟昂<sup>1</sup>, 许一婷<sup>1</sup>, 戴李宗<sup>1\*</sup>

(1. 厦门大学材料学院, 福建省防火阻燃材料重点实验室, 福建省固体表面涂层材料技术开发基地, 福建 厦门 361005;

2. 福建鑫晟新型建材有限责任公司, 福建 长泰 363900)

**摘要:** 建筑节能理念已受到普遍关注, 轻质保温隔墙板作为一种节能材料且多功能化而成为研究开发的热点. 由发泡聚苯乙烯(EPS)颗粒保温砂浆制备而成的芯材是轻质保温隔墙板的重要组成部分, 对隔墙板性能起决定性作用. 现有的保温隔墙板虽质轻, 但强度较弱. 为获得密度低、抗压强以及粘结性好的 EPS 保温砂浆芯材, 以干表观密度对导热系数和抗压强度的影响为引导, 研究了粉煤灰、发泡剂、甲基纤维素醚等对芯材抗压强度及粘结性能的作用规律; 对芯材的压缩应力-应变曲线进行了分析, 并讨论了增韧原因; 初步试生产制得了综合性能良好的轻质保温隔墙板.

**关键词:** 轻质保温隔墙板; 发泡聚苯乙烯(EPS); 粉煤灰; 抗压强度; 粘结性能; 增韧

中图分类号: TU 55; TU 599

文献标志码: A

文章编号: 0438-0479(2012)03-0366-06

建筑节能理念已受到世界各国的普遍关注. 建筑节能能源利用率低的主要原因是房屋建筑围护结构的保温性和密闭性较差, 致使大量能源浪费. 为此, 开发保温隔热性能好、热容量大的建筑材料成为节能的关键<sup>[1]</sup>. 近年来, 发泡聚苯乙烯(EPS)保温砂浆由于具有导热系数低、耐候性好、施工方便等优点而成为研究我国建材节能材料的切入点<sup>[2-4]</sup>. 轻质建筑围护材料既能有效减少结构自重, 保证建筑物的隔热保温性能, 又可有效降低运输及工厂生产预制件的成本<sup>[5]</sup>. 因此, 开发非承重性轻质保温隔墙板材料具有很好的研究意义和应用价值.

现有的保温隔墙板虽然质轻, 但还存在抗压强度低的问题. 由于外层的硅酸钙板的力学性能及单位面积内质量通常维持在一个特定的范围, 因此芯体(加气混凝土与 EPS 复合)的密度、隔热性能以及与硅酸钙板之间的粘结性成为本研究的关键内容. 轻质保温隔墙板的结构如图 1 所示, 两片硅酸钙板中间夹杂包裹了 EPS 的加气混凝土为主体的芯材, EPS 起到提高芯材保温、隔音性能的作用. 芯材密度一般为 450~750 kg/m<sup>3</sup>. 与传统砌块墙体相比, 轻质保温隔墙体的优点为<sup>[6]</sup>: 1) 质轻, 质量仅为砌块砖墙的 1/3, 减少了梁柱

基础承重; 2) 隔音、保温性能好; 3) 施工方便、运输成本低; 4) 施工环保, 现场施工不需大量调配砂浆, 减少了建筑垃圾.

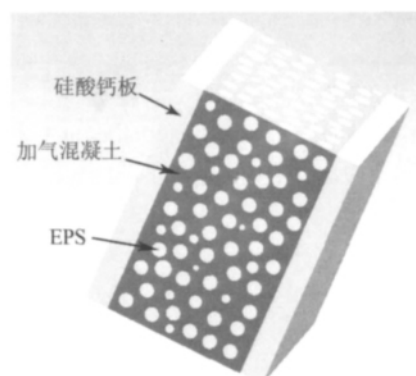


图 1 轻质保温隔墙板模型示意图

Fig. 1 The model of lightweight thermal insulation wall panel

## 1 实验部分

### 1.1 原材料

原材料配比、筛选及优化是实现 EPS 保温浆料高性能的关键. 本研究应用的原材料包括可再分散乳胶粉、甲基羟丙基纤维素醚、华润 42.5 R 水泥、发泡剂、减水剂、粉煤灰、PS 发泡颗粒、自来水和其他助剂等.

### 1.2 密度测定

用 40 mm×40 mm×40 mm 的钢板模具制作芯材材料, 用电子天平称量养护硬化后的芯材质量  $m$ , 根据公式  $\rho = m/V$ , 测得干表观密度  $\rho$ , 取 5 组样品测定

收稿日期: 2011-12-09

基金项目: 福建省重大科技平台建设项目(2009J1009); 福建省科技计划重大项目(2010H6021); 福建省自然科学基金项目(2010J01306, 2011J05137); 厦门市科技计划项目(3502Z20103004).

\* 通信作者: lzdai@xmu.edu.cn

后求其平均值。

### 1.3 抗压强度测定

将试件置于试验机承压板上,使试件的轴线与试验机压板的压力中心重合,以 1 mm/s 的速度加荷,直至试件破坏,记录最大破坏荷载  $P$ ,横截面积为  $A$ ,则抗压强度为  $\sigma = P/A$ ,取 3 组以上样品测定后求其平均值。

### 1.4 软化系数测定

软化系数  $K$  是体现耐水性的参数。将隔墙板小块放置水中浸泡 1 d 使其水饱和,用湿毛巾擦干试件表面水分,用万能测试机测定抗压强度记为  $f$ ,测定干燥状态下试件的抗压强度记为  $F$ ,则  $K = f/F$ 。测 5 组数据,取平均值。

## 2 分析与讨论

### 2.1 芯体干表观密度与抗压强度

芯体的干表观密度直接关系到芯体的抗压强度与保温性能。通常,在芯体密实度一定的情况下,干表观密度越小,导热系数越低,隔热性能越好;但是,干表观密度越小,抗压强度也越低<sup>[7]</sup>,使芯材抗压性能不佳。因此,为获得既有一定抗压强度又有较低干表观密度的轻质保温隔墙板,如何合理调配芯体各组成的比例成为研究关键。通常,降低材料干表观密度的方法有以下几种:

1) 提高 EPS 在砂浆中的比例,或是使用不同粒径的 EPS 形成级配以部分填补大粒径 EPS 形成的间隙,级配原理如图 2 所示,单位体积内,固有的 EPS 由于小粒径 EPS 的混入,填补了大粒径 EPS 形成的间隙,从而提高了单位体积内 EPS 的体积比。

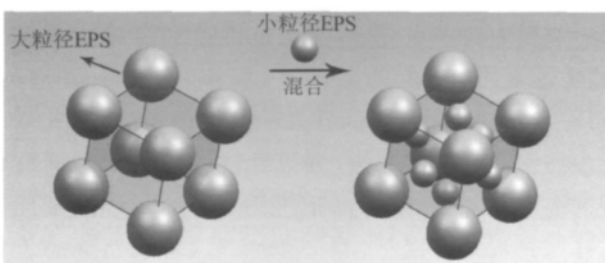


图 2 不同粒径 EPS 级配方式模拟图

Fig. 2 Simulate the gradation of different particle size EPS

2) 降低组成浆料的粉料密度,如添加粉煤灰、火山渣、木屑、珍珠岩等轻质骨料<sup>[8]</sup>。

3) 通过加入发泡剂,使其在机械搅拌下产生大量

的泡沫或用压缩空气的方法形成气泡分散于砂浆中。发泡剂对材料干表观密度的影响不大,但大量气泡的产生会降低材料力学性能<sup>[9]</sup>。在大部分工程中,通过调节水灰比减少气泡的产生并控制气泡产生的孔隙。

但是,单一提高单位体积内 EPS 的体积比会使水泥包覆量变得不足,导致密实度不足,从而使结构松散且工作性下降,影响抗压强度。所以,我们在保证一定比例 EPS 的情况下,综合采用改变胶粉料中无机胶凝料的组分来降低粉料密度,或通过加入发泡剂及其他外加剂在砂浆中形成微孔来降低芯体的干表观密度。前期实验结果表明,将  $m(\text{水泥}) : m(\text{EPS}) : m(\text{助剂}) : m(\text{水}) = 150 : 2 : 3 : 90$  作为基础配比;可制得干表观密度为  $600 \text{ kg/m}^3$ ,且抗压强度达  $0.64 \text{ MPa}$  的芯材。

### 2.2 粉煤灰对砂浆力学性能的影响

粉煤灰具有潜在的化学活性,颗粒微细,且含有大量玻璃体微珠,掺入干拌砂浆中可以发挥活性效应、形态效应及微粒填充效应。

在活性二氧化硅、三氧化二铝和三氧化铁等活性物质的质量分数超过 70% 时,尽管它们单独不具有水硬性,但在氢氧化钙和硫酸盐的激发作用下,可生成水化硅酸钙、钙矾石等物质,使强度增加,尤其使水泥后期硬化过程中强度得到明显增加<sup>[10]</sup>。

采用粉煤灰替代水泥,即用一定的粉煤灰取代相同质量的水泥,替代量分别为 10%,20%,30% 和 40% 时制备的芯材(对应序号 1~4)的抗压强度和干表观密度如图 3 所示。

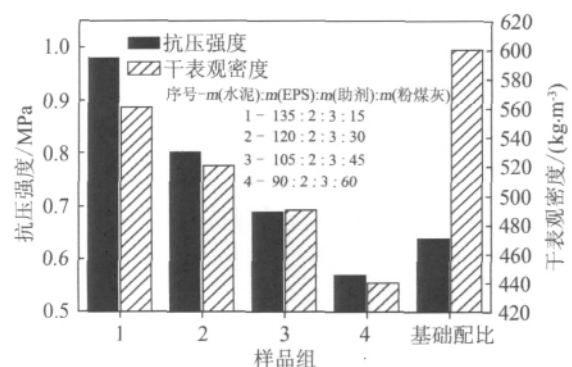


图 3 不同配比样品的抗压强度与干表观密度的对比

Fig. 3 The compressive strength and density of samples with different ratio

以基础配比作为对照,可以看到,在相同的养护龄期内,粉煤灰适当取代水泥,可使材料的抗压强度有所提高,且干表观密度下降。当粉煤灰替代水泥量 10% 时,芯材的干表观密度和抗压强度分别是  $560$

kg/m<sup>3</sup> 和 0.98 MPa。但是,随着粉煤灰替代掺入比例的提高,水泥胶凝料比例也相对下降,导致材料的抗压强度逐步下降,在粉煤灰替代水泥量 40% 时,其抗压强度(0.57 MPa)已低于基础配比强度(0.64 MPa)。实验结果表明,水泥 120 份,粉煤灰 30 份,即粉煤灰替代水泥比例为 20% 时,制得芯材的综合性能良好,即干表观密度低(520 kg/m<sup>3</sup>),抗压强度高(0.8 MPa)。

### 2.3 发泡剂的影响

发泡剂的主要作用为:1)改善干拌砂浆的和易性,大量的微气泡如同滚珠一样,减少了骨料颗粒间的摩擦阻力;2)降低干拌砂浆的强度,由于大量气泡的存在,减少了砂浆的有效受力面积,使混凝土强度有所下降,但水灰比的降低,使强度得到一定的补偿;3)提高砂浆的抗渗性、抗冻性;4)发泡剂的加入会降低砂浆的密度,节省材料,增加施工面积。常用的发泡剂有松香树脂类、烷基和烷基芳烃磺酸盐类、脂肪醇磺酸盐类、皂类、蛋白质盐类和非离子型表面活性剂。松香树脂类起泡力与稳泡性均较低,阴离子表面活性剂虽然起泡力很好但稳泡性太差,蛋白质盐类发泡剂稳定性好却起泡力低,故本研究所采用的发泡剂为多元复合型发泡剂。

水灰比原先为水泥浆、砂浆、混凝土拌合料中拌和用水与水泥的质量比,但矿物掺合料已经成为高性能混凝土不可缺少的组分,因此,现在水灰比通常指水/(水泥+矿物掺合料)的质量比。一般硬化水泥孔的孔结构取决于混凝土的水灰比和水泥的水化程度,水灰比越小,水泥石中的孔体积越小,强度越高。但加气混凝土的孔结构受水灰比与气泡引入量两者决定<sup>[11]</sup>,一方面,水灰比的降低能减少空洞,提高强度,另一方面,发泡剂产生的气泡会降低强度<sup>[7]</sup>。故调整好水灰比与发泡剂用量是决定加气混凝土强度的重要因素。实验中,保持胶凝料中水泥与粉煤灰的质量比不变,调整发泡剂的量制得具有不同干表观密度与抗压强度的芯材,结果如表 1 所示。

实验表明,材料的干表观密度随着发泡剂的增加而降低,抗压强度总体上也随发泡剂的增加而下降。但因为发泡剂具有一定的减水作用,会使强度得到一定的补偿,如表 1 中样品 3 比样品 2 的抗压强度略有上升,这可能是由于发泡剂的增加,发挥了减水效果,使得实际水灰比降低,使抗压性能有所提升。但是,过量的发泡剂将使水泥砂浆松散,稠度下降,抗流挂性不足,导致最后抗压强度明显下降。因而发泡剂的掺量应严格控制,可以通过试验砂浆含气量、施工性能和相关

表 1 发泡剂掺入量对芯材性能的影响

Tab. 1 The performance comparison of incorporation of air-entraining agent

样品序号	$m(\text{胶凝料}) : m(\text{EPS}) : m(\text{助剂}) : m(\text{发泡剂})$	$\rho / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$	$\sigma / \text{MPa}$
1	150 : 2 : 3 : 0.6	510	0.787
2	150 : 2 : 3 : 0.8	480	0.751
3	150 : 2 : 3 : 1.0	460	0.767
4	150 : 2 : 3 : 1.2	430	0.592

强度来确定最佳添加量。

### 2.4 粘结性能

本研制产品由两片面板夹杂芯材而成为一体,故面板与芯材之间的粘结强度决定了产品在使用过程中或切割状态下是否发生面板剥离脱落。水泥等无机粘结剂对材料的粘结是通过机械嵌固的原理达到,即水硬性的浆料渗透到其他材料的空隙中,逐渐固化,最后像钥匙嵌在锁中一样将砂浆抓附在材料表面,粘结强度主要依赖于材料表面的粗糙度与孔隙率。而聚合物的粘结机理不同,聚合物是以分子间作用力与其他材料表面进行粘结,而不依赖于表面的空隙,这一点在有机物基面的情况下表现更为突出。如乙烯/醋酸乙烯酯共聚类可再分散乳胶粉对有机基面特别是同类材料(聚氯乙烯、聚苯乙烯等)的粘结力更为突出<sup>[12]</sup>。由于 EPS 颗粒为憎水性非极性高分子,用它作为主要轻骨料配制 EPS 保温砂浆时,如果将之直接与水泥砂浆拌合,则水泥砂浆对其不润湿,导致施工和易性差,难于施工。为了解决该问题,我们选择乙烯与醋酸乙烯酯共聚胶粉(VAC/E)作为再分散乳胶粉,同时通过添加甲基纤维素醚提高砂浆的湿粘性、保水性及稠度<sup>[13]</sup>。实验发现,甲基纤维素醚的加入使砂浆稠度上升,抑制了发泡剂的泡沫产量,但泡沫稳定性得到提高。将  $m(\text{水泥}) : m(\text{EPS}) : m(\text{助剂}) : m(\text{粉煤灰}) : m(\text{发泡剂}) = 120 : 2 : 3 : 30 : 1$  的砂浆样品标记为 A;在此基础上添加了 0.6 份粘结剂(分散性乳胶粉与甲基纤维素醚的混合料)的砂浆样品记为 B。将 A, B 号砂浆样品与硅酸钙板复合成型,养护 28 d 后,对成型样品进行抗拉破坏,破坏情况如图 4 所示。

图 4 实验结果显示, A 号样面板表面仅仅嵌固上一层薄薄的水泥, B 号样面板沾满了芯体材料,且水泥与 EPS 颗粒表面粘结牢固。这说明,单纯依赖于水泥无机胶凝料嵌固面板,其粘结性能远远不足;分散性乳胶粉、甲基纤维素醚等聚合物的加入,不仅提高了水泥

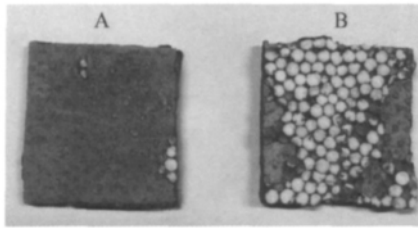


图 4 样品的面板粘结破坏情况  
Fig. 4 Bond destruction of the panels

与面板的粘结性能,且有效提高了 EPS 与水泥的粘结力,其粘结强度 $\geq 0.3$  MPa. B 号样芯体的干表观密度和抗压强度分别为  $480 \text{ kg/m}^3$  和  $0.770$  MPa,与表 1 中 3 号样芯体性能(干表观密度  $460 \text{ kg/m}^3$ ,抗压强度  $0.767$  MPa)相比,B 号样砂浆稠度上升使得泡沫量受到抑制,芯材砂浆干表观密度略有上升,同时抗压强度稍有提高但不明显.

### 2.5 导热系数

导热系数是衡量保温材料保温性能的重要指标.导热系数与材料的干表观密度有着重要的关系,干表观密度越小,导热系数就越小<sup>[14]</sup>.我们经过上述对干表观密度与抗压强度关系的研究,确定了较佳的配比,即  $m(\text{水泥}) : m(\text{EPS}) : m(\text{助剂}) : m(\text{粉煤灰}) : m(\text{发泡剂}) : m(\text{粘结剂}) = 120 : 2 : 3 : 30 : 1 : 0.6$ ,根据《GB 10297—1998 非金属固体材料导热系数的测定方法 热线法》进行导热系数测定,测得导热系数为  $0.08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ,通常市面上产品的导热系数为  $0.12 \sim 0.15 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ,可见我们研制的产品的导热系数得到明显降低,隔热性能好.

### 2.6 吸水率与软化系数

隔墙板吸水率过大,会使容重上升,热导率上升,保温性能下降,且在寒冷环境下,会因冻融循环造成强度损失,这对于加起混凝土芯材的耐久性十分不利.热导率上升的原因有两方面,一是水分的渗入,替代了多孔材料空隙中的空气,水的热导率要比空气大;另一方面,由于多孔介质中毛细管作用,高温区的水分向低温区迁移,由此而产生热量传递,使湿材料的表观热导率增大<sup>[15]</sup>.

吸水率通过两种模式实现<sup>[16]</sup>:毛细孔渗透和连通孔渗透.毛细孔即水泥硬化的最初阶段生成互相连接的毛细孔隙.连通孔的成因:一是在泡沫混凝土过程中,液膜在重力和表面张力排液以及料浆挤压的双重作用下产生不均匀扩散,从而导致封闭的泡沫孔产生缺陷,凝结后表现为不完整的孔;二是在泡沫混凝土水灰比较大条件下,由泌水产生的泌水通道.

目前市面上隔墙板产品干表观密度为  $480 \text{ kg/m}^3$  时测其吸水率约  $31.6\%$ .而本研究产品与之相比,在干表观密度相同时其吸水率明显降低,为  $25.1\%$ .这可能是一方面由于 EPS 为疏水性颗粒,水分不容易进入 EPS 微球内部,也不容易吸附于其表面,从而减少水泥中水分渗入;此外,VAC/E 分散乳胶粉的疏水性能明显优于通常使用的聚乙烯醇(PVA)、聚醋酸乙烯酯(PVAc),乳胶粉溶解及水泥搅拌过程中,吸附在胶凝料基体或 EPS 表面形成疏水保护层,从而起到降低吸水率、增稠、提高初粘力的作用,稳定了本研究产品的软化系数( $K=0.86$ ).

### 2.7 应力-应变曲线分析

由 EPS 颗粒保温砂浆制备而成的芯材的抗压应力-应变曲线与普通混凝土相比较有两个明显的特征,如图 5 所示.

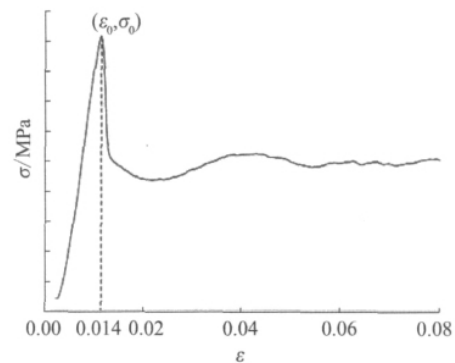


图 5 芯材抗压应力-应变图  
Fig. 5 Concrete stress-strain diagram

1) 通常混凝土应力极限峰值所对应的应变平均  $\epsilon_0$  值基本上在  $0.002$ <sup>[17]</sup>,而本实验对芯材抗压测定所得到的峰值应变  $\epsilon_0$  基本在  $0.012 \sim 0.014$ ,使得峰值应变  $\epsilon_0$  出现点延长  $5 \sim 6$  倍.

2) 通常混凝土表现为脆性断裂,在峰值应力  $\sigma_0$  出现后表现出明显的下降段,在反弯点之后出现收敛段,应力下降的速度减慢;而本实验结果显示,在峰值应力  $\sigma_0$  出现后有明显的下降段,而在反弯点后应力有所上升,呈波浪起伏,犹如屈服台阶(或流幅).

上述 2 个特征出现的原因可归结为:

1) EPS 分散在混凝土中,可将 EPS 视为分散相,混凝土视为连续相.与混凝土相比,EPS 的弹性模量非常低,可将其视为弹性体.当芯体受到正应力压缩时,EPS 可作为应力集中体,诱发大量的剪切带,从而耗散掉外面作用于芯材的能量,使得峰值应变  $\epsilon_0$  延迟出现,达到增韧效果.

2) 当正应力达到峰值  $\sigma_0$  后, 剪切带使得混凝土内部产生裂缝并扩大, 使得试验机载荷减少,  $\sigma$  值急剧下降, 但由于 EPS 的分散, 使得混凝土内部的裂缝分散而并没有贯通起来, 只是局部性的断裂破坏. 故在混凝土内部仍能产生剪切带, 再破坏, 如此循环, 出现类似金属材料的“屈服平台”, 等裂缝逐渐贯通, 应力  $\sigma$  下降, 趋于稳定的残余应力.

### 3 生产工艺

本研究的轻质隔热墙板的加工工艺如图 6 所示, 其工艺流程如下:

- 1) 将水泥、粉煤灰及添加剂加入搅拌机预先干拌均匀;
- 2) 将水加入预制的干拌物料中, 充分搅拌;
- 3) 将水浸渍过的 EPS 颗粒混入砂浆中, 同时引入由发泡剂产生的泡沫, 并进行搅拌, 使得 EPS 颗粒表面能包覆水泥砂浆; 将 EPS 保温砂浆浇入预先准备好的模具内, 振捣, 初凝后脱模养护. 最终产品如图 7 所示.

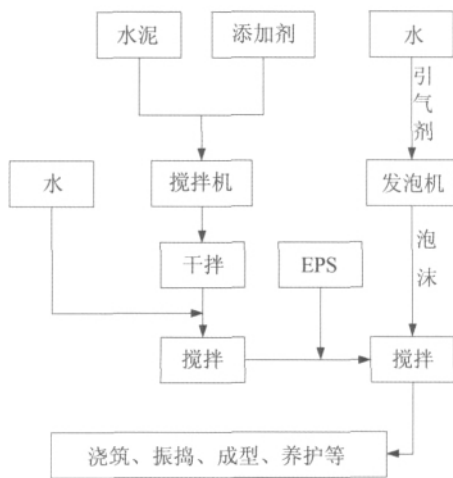


图 6 轻质隔热墙板的加工工艺图

Fig. 6 The processing of lightweight thermal insulation wall panel

### 4 结论

本文研究了粉煤灰替代水泥比例、发泡剂、甲基纤维素醚及乳胶粉等粘结剂对包裹 EPS 砂浆的芯材抗压强度及粘结性能的影响. 结果表明, 粉煤灰取代部分胶凝料可使材料的抗压强度有所提升, 但随着取代量的增加, 抗压强度反而下降, 粉煤灰最佳取代量为

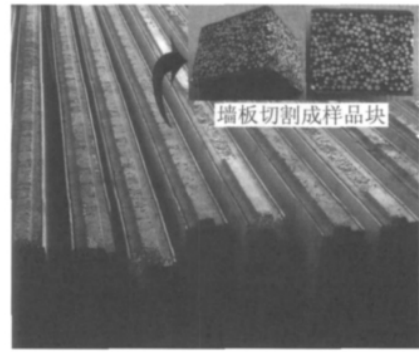


图 7 实际产品图

Fig. 7 The actual products

10%~30%. 发泡剂的适当加入可以产生一定量的泡沫, 降低材料的干表观密度, 且不影响抗压性能; 但是过量的发泡剂会使水泥砂浆结构松软, 抗压性能明显下降. 甲基羟丙基纤维素醚与可分散乳胶粉等聚合物以分子间作用力与硅酸钙板表面进行粘结, 其粘结性能优于水泥或胶粉, 并且提高了水泥与 EPS 的粘结力及发泡剂泡沫的稳定性; 但当甲基羟丙基纤维素醚掺量过大, 超过水的溶解度, 甲基羟丙基纤维素醚会在表面析出, 导致浸水后的芯材的抗压强度有较大降低, 同时由于稠度与粘度的提高, 导致泡沫量减少, 但泡沫稳定性有所提高. 在  $m(\text{水泥}) : m(\text{EPS}) : m(\text{助剂}) : m(\text{粉煤灰}) : m(\text{发泡剂}) : m(\text{粘结剂}) = 120 : 2 : 3 : 30 : 1 : 0.6$  下制得产品的导热系数低, 起到良好的隔热作用, 且抗压性能良好, 吸水率低. 同时根据应力-应变图分析, EPS 对混凝土有一定的增韧效果. 总之, 本研究工作有助于开发低干表观密度、高抗压强度和高粘结性能的 EPS 保温砂浆, 有利于轻质保温隔热墙体的产业化应用和实施.

### 参考文献:

- [1] 杨静. 建筑材料与人居环境[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001: 2-10.
- [2] 曾珍, 张雄. 建筑保温材料的发展[J]. 上海建材, 2005, 4: 28-30.
- [3] 邵继荣. 建筑体外墙外保温施工工艺及其优化方案分析[J]. 中国高新技术企业, 2009, 9: 181-182.
- [4] 邓初晴. EPS 保温砂浆性能影响因素研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [5] 易松林, 郭玉顺. 高性能胶粉聚苯颗粒保温浆料的组成及性能研究[J]. 新型建筑材料, 2006, 10: 35-37.
- [6] Madandoust R, Ranjbar M M, Yasin Mousavi S. An investigation on the fresh properties of self-compacted lightweight concrete containing expanded polystyrene [J]. Construction and Building Materials, 2011, 25 (9): 3721-

- 3731.
- [7] Wu Hwaichung, Sun Peijiang. New building materials from fly ash-based lightweight inorganic polymer [J]. Construction and Building Materials, 2007, 21(1): 211-217.
- [8] Kan A, Demirbog̃a R. A novel material for lightweight concrete production [J]. Cement & Concrete Composites, 2009, 31(7): 489-495.
- [9] 赵云雁. 提高泡沫混凝土抗压强度的研究[J]. 中国科技信息, 2005, 15: 134-156.
- [10] 王新民, 李颂. 新型建筑干拌砂浆指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004: 54-56.
- [11] Şahin R, Polat R, İcelli O, et al. Determination of transmission factors of concretes with different water/cement ratio, curing condition, and dosage of cement and air entraining agent [J]. Annals of Nuclear Energy, 2011, 38(7): 1505-1511.
- [12] Chen Bing, Liu Juanyu. Mechanical properties of polymer-modified concretes containing expanded polystyrene beads [J]. Construction and Building Materials, 2007, 21(1): 7-11.
- [13] Betioli A M, Gleize P J P, Silva D A, et al. Effect of HMEC on the consolidation of cement pastes: isothermal calorimetry versus oscillatory rheometry [J]. Cement and Concrete Research, 2009, 39(5): 440-445.
- [14] Mihlayanlar E, Dilmac S, Guner A. Analysis of the effect of production process parameters and density of expanded polystyrene insulation boards on mechanical properties and thermal conductivity [J]. Materials and Design, 2008, 29(2): 344-352.
- [15] Babu D S, Babu K G, Wee T H, et al. Effect of polystyrene aggregate size on strength and moisture migration characteristics of lightweight concrete [J]. Cement & Concrete Composites, 2006, 28(6): 520-527.
- [16] 贺彬, 黄海鲲, 杨江金. 轻质泡沫混凝土的吸水率研究[J]. 墙材革新与建筑节能, 2007, 12: 24-28.
- [17] 张良成, 翟爱良. 混凝土结构(上册)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004: 13-23.

## Study on the Preparation and Properties of Lightweight Thermal Insulation Wall Panel

CHEN Guang-jian<sup>1</sup>, CHEN Min<sup>1</sup>, ZHANG Long<sup>1</sup>, CHEN Jian-liang<sup>2</sup>, ZENG Bi-rong<sup>1</sup>,  
LUO Wei-ang<sup>1</sup>, XU Yi-ting<sup>1</sup>, DAI Li-zong<sup>1\*</sup>

(1. Fujian Provincial Key Laboratory of Fire Retardant Materials, Fujian Provincial Technology Development Base of Solid Surface Coating Materials, College of Materials, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. Fujian Xin Sheng New Building Materials Co., Ltd., Changtai 363900, China)

**Abstract:** As energy-saving material, lightweight thermal insulation wall panel has been highly favored by the market and has received many interests because it has good performance such as sound insulation, easy construction and so on. The "core" part of lightweight thermal insulation wall panel was prepared by expanded polystyrene (EPS) insulation mortars, and it played a key role in improving performance of products. In order to obtain low density, high strength and high bond properties of EPS insulation mortar, the relationship between the dry apparent density of the core material with the thermal conductivity and compressive strength was investigated. The compressive stress-strain curve of the core material was analyzed and the reason for toughening was discussed. Finally, lightweight thermal insulation wall panel with good performance was produced by the given construction processing. Our research will be helpful for the development and industrialization of EPS insulation mortar with low density, high compressive strength and high bond properties.

**Key words:** lightweight thermal insulation wall panel; expanded polystyrene (EPS); fly ash; compressive strength; bond properties; toughening