

# GRC 隔墙板的改进与 SRC 隔墙板的研制

烟台大学土木系 徐惠忠

**摘要:**本文详细地分析了 GRC 隔墙板的的企业标准和生产中存在的问题,并提出了改进措施。如规范产品的质量标准,完善监督检验制度,并按照质量标准调整产品规格和板材结构,生产与 GRC 板材配套的玻璃纤维织物,改进产品配方,严格操作制度等。为了解决原料供应渠道不畅和运输距离的限制,研制成生产成本比 GRC 板低,而力学强度比 GRC 板高的 SRC 圆孔隔墙板。

**关键词:**GRC 圆孔隔墙板 玻璃纤维 钢纤维 SRC 隔墙板

**Abstract:** This article analyzes the enterprise standard of GRC partition plane, problems in its production. Some improvement measures have been provided such as standardizing the standard for products qualities, perfecting the rules of supervision and check, adjusting the products specification and the panel structure according to quality standard, producing the glass fiber textile in series with GRC panel, improving the product formulas, performing the operating rule strictly, etc. In order to solve supplying materials insufficiently and limiting in transportation range, SRC partition panel with hole has researched and manufactured successfully. The production cost of SRC panel is lower, and its mechanical properties are higher than GRC panel.

**Keywords:** GRC partition panel with hole, glass fiber, steel fiber, SRC partition panel.

## 一、前 言

GRC 圆孔隔墙板,是以 I 型低碱硫铝酸盐水泥为胶结料,膨胀珍珠岩为轻骨料,耐碱玻璃纤维织物为增强材料,采用铺浆工艺制成的一种集质轻、隔热、吸声、耐水、抗冲击、耐火、耐蚀等优良性能和安装方便、生产工艺简单的非承重墙体材料。目前,该产品正在全国各地推广,生产企业愈千家。但因该产品技术来源复杂,又无统一的行业标准,致使企业间产品性能相差悬殊,有些企业与建筑部门发生质量争议,或工程不能通过正常验收,严重影响产品的声誉。因此,迫切需要从技术上给予指导,使生产得以改进和提高。

## 二、GRC 隔墙板质量问题剖析

目前,GRC 隔墙板存在的主要质量问题大体上有三种类型:(1)产品性能不符合建筑设计要求。表现为墙体抗折荷载不足,抗冲击性不良,隔声效果差。在工程验收时,经脚蹬或圆木撞击后,墙板出现裂纹或折断。隔声不良,房间串音,达不到住宅三级隔声标准;(2)墙体在两

板结合处出现竖向裂缝,影响抹面质量和墙体外观;(3)产品在同一批次中出现较大的质量波动。这表现为密度相差悬殊,含水率过大,部分产品出现翘曲变形、缺棱掉角、蜂窝麻面、表面返碱等缺陷。

通过研究发现,出现上述问题的主要原因有以下几条:

### 1. 采用的产品质量标准与工程的施工验收规范不协调

目前,对 GRC 板的工程验收标准虽没有明确规定,但至少应满足基本的使用要求,例如能承受人力的奋力脚蹬或原木的猛烈碰撞。隔声指数至少不低于 JGJ11-82 规定的最低限值标准,即三级隔声指数不小于 40 dB。然而,许多企业在制定企业标准时,都要求偏低。例如北京地区比较流行的如图 1 的装置,要求抗折荷载大于 1 000 N,建设部推荐的如图 2 装置,要求抗折荷载不小于板材自重的 1.75 倍(含自重)。从试验装置上看,支距 1.2 m 显然与墙板安装后的受力状态有很大差别。从荷载要求看,显得不足,尤其用原木撞击时很容易顶断。

### 2. 对原材料的选择不当或检验不准

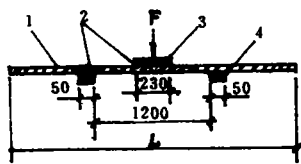


图1 抗折试验装置

1—板试件;2—毛布(厚10 mm);3—刚性平板;4—支座

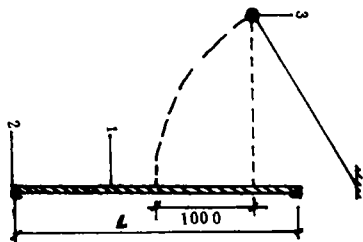


图2 抗冲击试验装置

1—板试件;2—固定件;3—砂袋(重10 kg)

GRC板所用的增强材料必须是耐碱玻璃纤维或耐碱的涂塑玻璃纤维织物,而且其纵向抗断强度不应小于300 kN。然而,有些企业由于缺乏检测手段,或一味追求降低成本,而选用中碱或低碱玻璃纤维。这种纤维因受到水泥的腐蚀,一个月内强度即开始下降,三个月后强度将明显下降,甚至丧失强度。

### 3. 配合比选择不当

有些企业为了提高板材的力学指标,不认真研究砂浆配合比,往往增加水泥用量,减小水灰比,引入外加剂等。但实验表明,墙板的抗折荷载和抗冲击次数主要取决于玻璃纤维的抗拉强度及用量,而几乎与砂浆标号无关。增加水泥用量,不仅会增加成本,而且其密度增大,隔热和吸音效果下降,且干燥收缩值大,板面易龟裂。降低水灰比,即常常引起板面粗糙、蜂窝麻面和缺棱、掉角。外加剂选择更应谨慎。当引入含碱的外加剂时,往往会引起玻璃纤维的腐蚀和膨胀珍珠岩的碱—骨料反应,从而导至板材的力学性能和耐久性能大大下降。

### 4. 生产操作不当

如果膨胀珍珠岩采用质量法计量,常因含水量变化而引起计量不准;当采用机械搅拌时,

膨胀珍珠岩被磨细而使砂浆体积减小,用料量增加从而使制品密度增大;当坯体尚未终凝即抽芯,导致板面陷落;硬化不足就脱模,会造成边缘缺损;芯管不直,当转动芯管时,会形成纵向裂纹等。

## 三、GRC隔墙板的改进措施

### 1. 尽量完善产品质量标准

目前,产品质量高低不一的主要原因是产品质量标准不统一。建设部起草的《住宅内隔墙用条板》行业标准(第五稿),有值得商榷之处:(1)6.3.3条空气隔声量要求不小于30 dB,与JGJ11-82不符,应以不低于三级隔声,即40 dB为宜;(2)7.4.6条抗弯破坏荷载测定不符合内墙板实际可能遇到的破坏荷载,当以中部集中加荷为宜;(3)6.3.6条对抗弯荷载的要求,宜提出一个最小限值为好,这样既可保证满足使用要求,又便于板材的轻质化,建议最小抗弯荷载不应低于1300 N;(4)针对玻璃纤维易受水泥腐蚀这一情况,为确保建筑质量,应对板材使用一年或三年后墙体的抗冲击性能作出规定,这样可以避免企业的弄虚作假行为;(5)为保证该板在厕所、厨房、地下室等潮湿环境中的使用,应对板材的软化系数、吸水膨胀率、抗渗性作出限定。

### 2. 按照质量标准调整板材规格、板材结构和原材料要求

研究表明,GRC隔墙板的抗弯强度和抗冲击强度主要取决于玻璃纤维的拉断强度和纤维与砂浆的粘结力。而玻璃纤维的拉断强度又与纤维直径、纤维支数和纤维趋向有关,而纤维与水泥的粘结力主要与纤维的表面情况有关,涂塑或涂浸润剂的玻璃纤维,与砂浆粘结不强,破坏时表现为分层和掉皮。采用5 mm×5 mm玻纤网增强时,抗弯荷载可达1000 N,而采用10 mm×10 mm玻纤网时,抗弯荷载一般为700 N左右。采用10 mm×10 mm涂塑网,虽然抗弯荷载可达1000 N,但冲击试验时,均表现为掉皮破坏。另外,当采用板厚60 mm,10个Φ32 mm圆孔时,隔声指数一般为35~37 dB,而采

用板厚 80 mm, 13 个  $\Phi 40$  mm 圆孔呈品字型排布时, 隔声指数可大于 40 dB。因此, 建议板材应以 80 mm 厚, 13 个  $\Phi 40$  mm 圆孔作为主规格, 采用 5 mm  $\times$  5 mm 非涂敷型抗碱玻璃纤维网格布作为 GRC 板增强材料。

### 3. 合理确定砂浆配合比, 慎重选择外加剂

砂浆配合比直接影响板材的密度、吸水率、软化系数、隔声指数、导热系数、抗渗性、抗冻性和干燥收缩值等物理性能。一般来说, 水泥/膨胀珍珠岩越高, 板材的吸水率越小, 抗冻性、抗渗性、耐水性越强, 但密度增大, 导热系数变小, 干燥收缩值增大, 成本提高; 相反, 减少水泥用量, 会提高制品的隔热、吸声性能, 但膨胀珍珠岩过多, 则会使板材外观变差、蜂窝麻面和缺棱掉角严重。

合理的无机填料和适当的外加剂可以改变砂浆的工作度和节约主材用量, 但选择时一定要避免引入大量的碱性物质。如果选择不当或用量不合理, 将严重影响产品质量, 如引入建筑石膏或水玻璃造成假凝; 如引入硫酸钠则表面返碱, 引入 107 胶则产生气孔等。

### 4. 严格操作程序, 注意总结经验

许多产品缺陷是由操作不当引起的。例如膨胀珍珠岩采用质量计量时, 常因含水率变化而引起配合比的变化, 而采用体积计量即可解决; 在砂浆搅拌时采用水  $\rightarrow$  外加剂  $\rightarrow$  填料  $\rightarrow$  水泥的加料程序, 先制备净浆, 最后加入膨胀珍珠岩的搅拌程序可避免膨胀珍珠岩被细化。另外应总结经验, 摸索出不同温度下的最佳转芯、抽芯和拆模时间, 以减轻边角不整等缺陷。

### 5. 注意安装施工方法

(1) 上墙的墙板, 含水率不应大于 10%;

(2) 接缝砂浆应为干硬性 107 胶水泥砂浆, 并掺入少量麻刀或玻纤丝。另外, 可加少量石膏粉(水泥量的 8%), 以防止砂浆收缩;

(3) 抹灰前, 先用水润湿抹灰处, 并刷涂一层水泥净浆, 然后抹满砂浆, 两板挤紧, 企口对齐;

(4) 刮掉挤出砂浆后, 在两板形成的企口处贴一层粘满水泥净浆的玻璃纤维带, 然后用砂

浆抹平, 待砂浆半干后再做饰面层。

## 四、SRC 隔墙板的研制

经改进后的 GRC 隔墙板虽然具有良好的性能, 但其原材料均有特殊要求, 受产地的限制, 不便于在全国各地推广, 除非靠近原料基地, 其墙体造价也难于与砖墙竞争。

为此, 我们在 GRC 板的基础上, 研制成功了新一代产品 SRC 圆孔隔墙板。

SRC 圆孔隔墙板的生产工艺与 GRC 圆孔隔墙板完全相同, 不同之处是原料更加广泛, 产品质量更容易保证, 生产成本更低。

在原材料方面, SRC 板用普通硅酸盐水泥取代了 GRC 板的特种低碱水泥; 用普通钢丝网代替特种抗碱玻璃纤维网格布; 轻骨料不但可用膨胀珍珠岩, 而且还可采用木屑、刨花、棉秸、麻杆、麦糠、稻壳等农业废料以及废旧的泡沫塑料等。

由于钢丝网的抗拉强度远高于玻璃纤维网格布, 因此, 只要对钢丝直径和网眼尺寸选择得当, 即可确保墙板的力学指标合格。试验表明, 当采用  $\Phi 0.2$  mm, 网眼尺寸为 10 mm  $\times$  12 mm 的钢丝网时, 板材的抗折荷载可达 1 400 N, 10 kg 砂袋, 落差 500 mm, 100 次不断裂。

板材的物理性能和使用功能主要取决于砂浆的配合比。为了达到板材既质轻、绝热, 又耐水抗渗的目的, 配合比设计可采用绝对体积法, 首先让轻骨料作最紧密堆积, 一级空隙由廉价的无机填料填充; 二级空隙由水泥填充; 毛细空隙由防水剂填充。具体步聚如下:

(1) 先测定水泥密度  $\gamma_c$ , 无机填料的松散密度  $\gamma_f$ ; 轻骨料的表观密度  $\gamma_b^0$  和松散密度  $\gamma_b$ 。

(2) 计算板材的实体积

$$V_{\text{实}} = V_{\text{板}} - V_{\text{孔}}$$

(3) 确定骨料体积

$$V_b = f \cdot V_{\text{实}}$$

式中 机械搅拌时  $f = 1.1$

人工搅拌时  $f = 1.0$

换算为质量

$$Q_b = V_b \cdot \gamma_b^0 / (1 - \text{含水率})$$

(4) 计算轻骨料的空隙率

$$P_b = (1 - \frac{\gamma_b}{\gamma_b^k}) \times 100\%$$

(5) 确定水泥用量

$$Q_c = V_b \cdot P_b^2 \cdot \gamma_c$$

(6) 确定无机填料用量

$$Q_t = V_b \cdot (P_b - P_b^2) \cdot \gamma_t$$

(7) 确定用水量

$$Q_w = \rho \cdot Q_c + Q_b \cdot W_1 + Q_t \cdot W_2$$

式中  $\rho$  为有效水灰比,机械搅拌时取 1.55,人工搅拌时取 1.60

$W_1$ 、 $W_2$  为轻骨料和无机填料的 20 mm 吸水率。

(8) 复合外加剂 GX 用量

$$Q_j = Q_c \cdot (3\% \sim 5\%)$$

(9) 板材面密度

$$\gamma_{板} = (1.15Q_c + Q_b + Q_t + Q_j) / (\text{板长} \times \text{板宽})$$

配合比中使用了一种复合外加剂 GX,它是由几种化工原料配制而成,其作用是防止钢筋锈蚀、水泥缓凝、植纤霉变和板材的干燥收

缩。当生产厨房、厕所专用板时,还需加入一定量的防水剂。

实施例:现已投产的 SRC 板厂,其产品规格为 2 900 mm × 600 mm × 60 mm,10 个 Φ32 mm 圆孔和 2 900 mm × 600 mm × 80 mm,13 个 Φ40 mm 圆孔。钢丝网为 Φ10 mm 钢丝编织,径距 10 mm,纬距 12 mm。

其砂浆配合比见表 1。

表 1 SRC 圆孔隔墙板的砂浆配合比(kg)

项目	普硅水泥	粉煤灰	碎玉米芯	有机乳液	GX	水
60 板	25	10	0.09 m <sup>3</sup>	1.0	5.0	35
80 板	29	12.5	0.10 m <sup>3</sup>	1.2	6.0	40

注:GX 为复合外加剂。

其生产工艺为:玉米芯破碎(2~5 mm)→混合料搅拌(3 min)→两网三浆铺放→凝固(3.5 h)→抽芯→凝固(2.5 h)→脱模→凝固(2 h)→起板→浇水养护(3 d)→阴凉养护(4 d)→堆放(21 d)→成品

产品测试结果如表 2。其中抗折荷载系采用 2.4 m 简支集中荷载,抗冲击试验为 10 kg 砂袋落差 500 mm 冲击不断裂次数。

表 2 SRC 隔墙板技术性能

项目	面密度(kg/m <sup>2</sup> )	抗折荷载(N)	抗冲击(次)	吸水率(%)	软化系数	导热系数(W/(m·K))	隔声指数
60 mm 板	30~32	1 450~1 500	>100	35~37	0.95~1.0	0.22~0.23	37~38
80 mm 板	35~38	1 500~1 600	>100	32~35	0.92~0.95	0.20~0.21	41~42.5

表 3 SRC 和 GRC 隔墙板成本对比(烟台市市场价)

项目	单价(元)	60 SRC 板(元)	80 SRC 板(元)	60 GRC 板(元)	项目	单价(元)	60SRC 板(元)	80 SRC 板(元)	60 GRC 板(元)
水泥	0.24	6.0	6.96	18.20*	工资及附加	2.0	2.0	2.0	2.0
粉煤灰	0.03	0.3	0.38	0.30	电费	0.45 元/kW·h	0.09	0.09	0.045
玉米芯	40	3.6	4.0		折旧费	10%	0.70	0.70	0.70
膨胀珍珠岩	100			9.0	流资利息	15%	0.62	0.73	0.62
防水剂	1.6	1.6	1.92	1.6	办公费	1.0	0.5	0.5	0.5
GX	0.6	3.0	3.6		销售费		1.0	1.0	1.0
水	0.001	0.035	0.04	0.035	合计		29.27	32.37	40.96
钢丝网	1.8 元/m	10.45	10.45		1m <sup>2</sup> 造价		16.82	18.60	23.54
玻纤网	1.2			6.96	1m <sup>2</sup> 售价		50	60	50

\* 为每块 GRC 板低碱度水泥费用

按年产 5 万 m<sup>2</sup> 计算,年利润为:60 mm 厚 SRC 板为 165.9 万元,80 mm 厚 SRC 板为 207

# 新型硅藻土陶粒的研制

清华大学土木系 冯乃谦  
地质矿产部地质所 黄成彦

**摘要:**本文介绍了作者为开发利用我国储量丰富的中低品位硅藻土资源,研制的非煅烧性硅藻土陶粒及其所配制的轻质多孔混凝土的生产工艺和产品性能。

**关键词:**硅藻土陶粒 非煅烧性陶粒 轻质多孔混凝土

开展中低级品位硅藻土的应用研究是我国硅藻土行业中一个急待解决的问题,它不仅对我国硅藻土行业的发展有十分重要的实际意义,对我国发展轻型建材的资源多元化也很重要。

我们以福建省漳浦县境内的低品位硅藻土为主要原料,掺入部分钙质材料和硅酸钠凝胶,经成球、养护而成非煅烧性硅藻土陶粒,其干密度为 750~800 kg/m<sup>3</sup>,筒压强度 5.0 MPa。以此陶粒为主要原料,可配制出密度为 1 200 kg/m<sup>3</sup>左右,抗压强度为 7.5~10 MPa 的轻质多孔混凝土。本文就此产品的工艺流程和产品性能概述于下。

## 一、原材料及工艺流程

### 1. 原材料

万元,GRC 板为 132.3 万元。

SRC 板建厂投资情况如下:

建简易厂房情况下,一班生产需厂房 400 m<sup>2</sup>,需资金 12 万元;库房 200 m<sup>2</sup>,需资金 8 万元;养护场 300 m<sup>2</sup>,需资金 1.5 万元;台座 150 个,资金 1.2 万元;模具 75 套,资金 2.25 万元;搅拌机 1 台,0.28 万元;破碎机 1 台,资金 0.3 万元;工具 10 套,0.03 万元;合计 25.56 万元。如果两班生产,厂房面积和台座可以减半,但养护场要加大 100 m<sup>2</sup>,资金增加 0.5 万元,这样,建厂投资只要 19.46 万元。如果为露天生产,则建厂投资还可减少,有 17 万元左右就够了。

### (1) 硅藻土

漳浦县硅藻土的化学组分:SiO<sub>2</sub> 40%~51%,平均 45%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19%~34%,平均 23%,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.13%~6%,平均 2%,TiO<sub>2</sub> 0.5%~1.8%,平均 0.8%。粘土矿物主要是白云石、高岭石和方解石,碎屑矿物有石英、钾长石和钠长石。

此矿中主要硅藻种类是直链藻属,在各矿层中的壳体含量有所变化,最低为 30%左右,最高可达 70%左右。

### (2) 钙质材料

选用 CaO 含量 ≥ 80% 的石灰。

### (3) 硅酸钠凝胶

水玻璃,模数为 2.8。

### 2. 工艺流程

将粉碎好的硅藻土粉和石灰粉以及硅酸钠

另外,为减少手工作业,可采用半机械化或全机械化生产,采用半机械化生产时,另加设备费 7 500 元,全机械化生产时,需设备费 11.5 万元。

从以上分析可知,SRC 板生产工艺与 GRC 板相同,均为投资少,见效快的项目,但与 GRC 板相比,原材料更廉价易得,产品性能更加优越,生产成本更低。

作者地址 164005 山东省烟台市

收稿日期 二稿 1996-01-08