

一种新型的植物纤维水泥复合生态墙板

孙成栋,岳云龙

(济南大学,济南 250022)

植物纤维水泥复合板是一种新型的生态墙板。该墙板以木材或农作物秸秆(如棉秆、玉米秆、麦草、高粱秆、麻秆、烟秆等)为增强材料,以水泥为粘合剂加上特种添加剂经冷压或热压成板。该板解决了植物中大量萃取物对水泥造成的缓凝和阻凝的技术关键,突破了界面粘结的技术难关。经国内外联合检索和专家鉴定,该技术属国内外首创,并达到国际先进水平,属 21 世纪绿色新型装修材料和房建材料。曾获首届中国科学技术博览会金奖和 94 美国华盛顿国际发明与专利博览会金奖。2008 年成功应用于国家科技部科技支撑计划项目“临沂市农村生态抗震示范住宅工程”中。

1 植物纤维水泥复合板的原材料

1.1 植物纤维

植物纤维在植物纤维水泥复合板中起增强作用。植物纤维水泥复合板中选用的植物纤维是指一年生植物纤维,农作物秸秆(如玉米秆、麦秆、棉花秆、麻秆等)多属此类。它们的生命期较短,枯死后没有太大用途。这些农作物秸秆经切断锤碎后形成窄而薄的纤维碎料状态,其宽度在 1~2 mm,长度在 1~15 mm。碎料状态的植物纤维在与水泥、添加剂充分拌合后经气流铺装形成界面不明显的三层结构,各种尺寸纤维碎料在 PRC 板纤维总量中所占比例分别为,短纤维(1~5 mm)占 20%左右,中纤维(5~10 mm)占 60%左右,长纤维(10~15 mm)占 20%左右。一年生植物代替木材作植物纤维水泥复合板增强材料,在使用过程中无有害物质和有害气体生成。

1.2 胶结料

胶结料选用硅酸盐水泥,其在植物纤维水泥复合板中是基体材料。

1.3 添加剂

添加剂在植物纤维水泥复合板制作过程中的作用

是抑制植物纤维萃取物对水泥阻凝(缓凝)的影响。其由 2 种无机材料组成,使用过程中无有害物质和有害气体生成。

植物纤维对水泥的抑制指数较高,在冷、热水和碱性溶液中浸泡将有许多萃取物(如冷水抽出物、热水抽出物、1%NaOH 抽出物、聚戊糖和淀粉等)渗出,残留在细胞腔和微毛细孔中的萃取物部分阻止水泥凝固,造成植物纤维(碎料)和水泥界面结合不牢固。在植物纤维(碎料)中加入适当的复合添加剂,第一,可有效地中和某些萃取物;第二,使萃取物反应不灵敏;第三,添加剂自身生成的粘稠状物质“堵塞”了植物细胞腔或微毛细孔,阻止了萃取物渗出,降低了抑制指数,防止了萃取物对弯曲强度的不良影响。

2 植物纤维水泥复合板的生产工艺

目前,植物纤维水泥复合板的生产主要有冷压法和热压法两种工艺。为了减少水污染、节省能源,冷压法采用的是干法冷压。

2.1 冷压法生产

(1)将植物纤维(如麦草)切断、破碎、筛分后,风送至料仓待用;将普通硅酸盐水泥送入料仓待用;将添加料粉碎、筛选后送入料仓待用;将助剂溶解成水溶液待用。

(2)将麦草、添加料混合搅拌,加入助剂溶液再搅拌,5min 后再加入水泥,搅拌 4~5min 后,经皮带输送机送入气流铺装机中铺层。

(3)上述混合料经气流铺装机铺装后形成渐进的三层结构,由机械手整齐的堆放在锁模装置的下底模块上,在堆放若干张后,压上压模块,由滚台送入大开挡压机,对正、闭合、升压,在达到规定压力后,保持该压力 10~15min,由锁模系统将周边锁紧,压机释放压力,张开压机,模块被锁紧装置锁紧,通过滚台送往烘房加热养护。

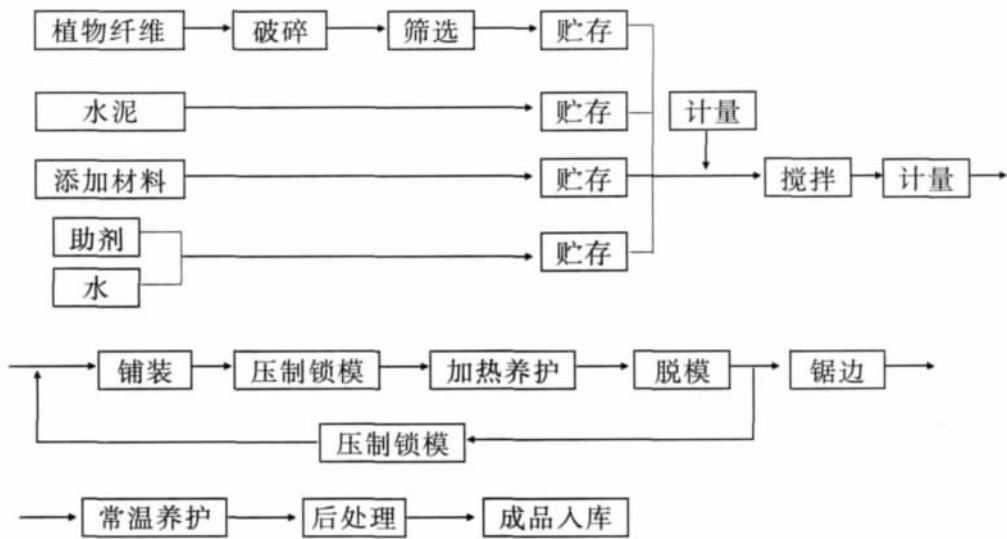


图1 植物纤维水泥复合板冷压法生产工艺流程图

(4)烘房温度在 70~1000C 内变化,依据原料不同,温度略有差别,经 6h 养护后,小车运出烘房,送入卸模工段。

(5)卸模分两段进行,其一是将被锁紧的压模由卸模机打开锁紧装置,然后将上模块吊起,送到堆垛、装模工序;其二是由真空吸盘,将初步凝固的板坯送入卸板滚台上,进入板坯升降机,然后由叉车送到堆放场地,自然养护。

(6)在板坯堆放一周后再一次加热养护(降低板材含水率),然后再锯边、砂光、入库,库存 28 天后(达到最终强度的 95%)即可出厂。

植物纤维水泥复合板冷压法生产工艺流程见图 1

2.2 热压法生产

热压法又称短周期生产法,它是将冷压法生产水泥硬化周期从 7~8 小时缩短到十几分钟,既省去大量锁模设备,又能保证板材的厚度均匀,国际上短周期通常是充 CO₂,采用新专利仅是改变配方,达到同样效果,因此可以在普通生产刨花板淘汰的热压机上生产,或者既生产刨花板又同时生产水泥复合板,从而降低了建厂投资和产品成本。热压法与冷压法除个别原料和设备(压机)不同外,生产工艺流程略同。

3 植物纤维水泥复合板的性能

3.1 物理力学性能

植物纤维水泥复合板兼具有木材和水泥的特性,具有优良的力学特性,见表1

表1 植物纤维水泥复合板物理力学性能

测试项目	单位	标准	数据
含水率	%	<12	8.1
吸水厚度膨胀率	%	≤ 1.5	0.94
静弯曲强度(抗折强度)	MPa	>6	11.3
密度(容重)	g/cm ³	<1.35	1.1~1.3
垂直平面抗拉强度	MPa	>0.3	>0.34
可钉、可锯、可拧木螺钉握钉力	N	>800	~1000
抗冻性:强度保有率(-18℃下,18次循环)	%	>80	89

3.2 保温节能性能

1991年在济南大学(原山东建材学院)内建成的植物纤维水泥复合板实验楼至今完好。经中国建筑科学院物理研究所(北京)测试结论如下:

(1)外墙 12cm厚墙体的总热阻满足《民用建筑热工设计规程》对济南地区外墙最小热阻及其附加值的有关规定。

(2)与 24cm粘土砖墙相比,12cm厚的植纤复合板外墙板,可节能一倍左右,节能量远远超出《民用建筑节能设计标准》的要求。

3.3 环境声学性能

植物纤维水泥复合板之所以能降噪吸声,主要原因是植物纤维属多孔性纤维材料,它在吸收声能后,其纤维间隙内空气发生振动,由于紧靠纤维表面的空气同纤维的粘性摩擦阻力,使这部分空气无法产生振动,从而使声能的一部分转为热能释放掉,声能得到衰减。经中国建筑科学研究院物理研究所测试,植物纤维水泥复合板制作的试验楼外墙 R_w=41dB,完全达到三级分户隔声量 R_w=40dB 的要求。植物纤维水泥复合板是

一种优良的环境声学材料。

3.4 安全防火性能

评价建筑材料安全性有 3 点,首先是建材与人体的相容性。即人们在长期接触这些材料的过程中,是否对健康造成危害;其次,建材中某些放射性元素的含量是否超标;第三,建材中释放的挥发性有机物的含量是否超标。植物纤维水泥复合板不象某些石材制品、油性涂料、喷塑等化学建材,它的原材料是植物纤维和几种无机材料,不会对人体造成任何危害。

防火性能如何是衡量建材产品性能的重要指标,植物纤维水泥复合板的防火阻燃性能已经达到国家规定的难燃 A 级防火标准,其耐火极限可达 1.5~2.0 h,被明火烧灼时无有害气体生成。

3.5 建筑工艺特点

植物纤维水泥复合板已成功地应用于多例建筑物,其制品反映出的特点兼具有混凝土和木材二者的特性。

(1)主要物理力学性能好,可锯、可刨、可拧木螺钉,机械加工性能好;

(2)防火、防水、防虫蚁,隔音、隔热、化学稳定性好,使用中无有害气体挥发;

(3)装配方便,适合于各种装饰。安装操作工艺:墙体定位放线→安装龙骨→面板就位、找平、螺钉固定→质量检查→打磨板缝→嵌缝处理→贴防裂胶带→基层刮腻子→打磨处理→满刮第一遍腻子→打磨处理→满刮第二遍腻子→打磨处理→找补阴阳角→面层装修→质量检查→成品保护。

3.6 抗震性能

利用植物纤维水泥复合板,中间填以保温材料(如草泥)芯层组成复合墙体再与框板组合成框板式结构,共同承受房屋所受到的外力,使房屋具有了良好的抗震性能。这种结构的节能量达到建设部颁布的“二级节能标准”以上,抗震能力在 7.5 级以上。具体的结构形式:

(1)框架

首选“H”型钢框架,其次是钢筋混凝土框架,这两种框架形式都有良好的抗震性能。

(2)楼板和楼梯

因不影响房屋的整体的保温隔热,遵照习惯,采用

钢筋混凝土现浇楼板和楼梯。

(3)内外墙体

由轻钢、植物纤维水泥复合板和草泥芯层共同组成的轻钢(骨架)复合墙体,既保温隔热又环保,既便宜又无建筑垃圾,施工简单。特别是内外墙体与框架相连,在立柱和圈梁不倒时,墙不会倒。所以抗震性能很好。

(4)屋顶架和屋面板

屋顶架与常用的钢屋架相同,但仅有檩条,而无椽子。屋面板用螺栓与檩条相连。屋面板是植物纤维水泥复合板的大板构件,它是由轻钢骨架和上下植物纤维水泥复合板用金属螺钉相连,中间填以在常温下发泡的水泥,强度大、刚度好,重量轻,只有钢筋混凝土重量的 1/4—1/3,为其良好的抗震性能奠定了基础。

4 结束语

汶川大地震将人们震醒了,在这之前,人们总认为日本才是地震多发国家,其实并非如此,据资料介绍,20 世纪以来,中国共发生 6 级以上的地震近 800 次,死于地震人数达 55 万之多,占同期全球地震死亡人数的 53%,中国常以占世界 7%的土地,养活占世界人口 22%而自豪,而不知我们以 7%的土地承受全球 33%大陆强震,是世界上大陆强震最多的国家。中国人抗震意识薄弱是我国和日本、美国最大的差别。资料介绍,我国高层建筑有较为完善的抗震标准。对于低层房屋的抗震标准,从无到有标准也在不断提高,从邢台地震到唐山地震的标准已有提高。目前抗震房的结构大都是框架结构配以剪力墙(即薄壳结构),剪力墙的优点是受力好,最大缺点是保温隔热较差,要达到建设部制定的节能标准,就要复合像聚苯板等高价保温材料,从而使房屋的造价居高不下,特别是农村将很难接受。目前在国家科技部科技支撑计划项目“临沂市农村生态抗震示范住宅工程”中利用植物纤维水泥复合板中间填以草泥芯层组成复合墙体与框板再组合形成框板式结构,其造价仅为 700 元/平方米。这种结构形式抗震节能、价格低廉、生态环保,可以做为范例加以推广。