

不同成型压力对纤维水泥板性能的影响研究

龙 飞 王丽娜 李 阳 刘吉红

武汉建筑材料工业设计研究院有限公司 430073

摘 要: 在其他工艺参数不变的条件下,通过改变压机压制成型的压力,测试不同成型压力下蒸压纤维水泥板物理性能,并结合XRD和SEM结果,探讨纤维水泥板强度来源。结果表明:纤维水泥板强度主要由水泥水化产物以及水泥中氧化钙与石英砂表面反应产物提供,与水泥体系相似,对板坯施压的作用是使基体结构致密,增大纤维与基体界面粘结力,增强纤维的桥接作用从而优化板材的力学性能。

关键词: 纤维水泥板; 硅酸钙板; 成型压力; 力学性能; 性能影响

前言

随着国民经济的快速发展和城市化进程的加快,根据国家节能减排以及绿色环保的政策要求,硅酸钙/纤维水泥板因其绿色环保、轻质高强、保温隔热、耐久性好等一系列优点,作为新型建筑材料被大量做建筑外墙装饰板以及复合墙板。中国混凝土与水泥制品协会硅酸钙水泥板分会2017年度行业发展报告指出:截至2017年下半年,国内生产纤维水泥板/硅酸钙板的厂家约95家,2017年国内硅酸钙/纤维水泥板产能约为8亿平方米。

面对如此庞大的市场,国内尚未建立关于纤维水泥板/硅酸钙板的标准化生产工艺,致使纤维水泥板/硅酸钙板生产线的配方和工艺参数的确定主要依靠经验进行调试,缺乏有力的理论支撑且试错成本高。

纤维水泥板是指以为水泥为主要胶凝材料,有机/无机纤维为增强材料,经过成型、加压(或非加压)、蒸压

(或非蒸压)养护制成的板材^[1]。

国内外学者^[2-4]对蒸压硅酸钙/纤维水泥制品性能影响因素进行分析,大多认为:原材料的种类、钙硅比、增强纤维种类与掺量、成型工艺、养护制度等均会影响硅酸钙/纤维水泥制品产物的形成、种类和数量,从而影响制品的性能。

《蒸压材料工艺学》一书中指出:“聚集材料的强度取决于胶结物质的内聚力、骨料的颗粒以及胶结物质对骨料表面的粘结力;蒸压处理能保证聚集体中化学活性原料变成新的物质。”除了原料性质、蒸压制度,成型压力的变化也会对胶结物质内聚力、骨料表面粘结力产生影响,故本文拟通过改变成型压力探讨其对纤维水泥板性能的影响。

本文分析研究了行业内某公司产品,在保持原料和其他工艺参数不变的前提下,不同成型压力对纤维水泥板性能的影响,结合微观分析手段和后期对其他因素的研究,推断纤维水泥制品反应原理,制定科学化、标准化硅酸钙/纤维水泥板生产制度,科学指导生产。

收稿日期: 2018-4-25

1 原材料与试验方法

1.1 原材料

水泥：中国葛洲坝集团有限公司生产的P·II 52.5硅酸盐水泥，其基本物理力学性能和化学组成分别见表1和表2。石英砂： $SiO_2 \geq 90\%$ ，200目筛余8%~15%，石英砂的化学组成见表3。纸浆：扣解度25~30SR，纸浆纤维检测结果见表4。

1.2 试验方法

本研究采用行业内某公司流浆法纤维水泥板生产线，在保证原料、配方和其他工艺参数一致的前提下，改变板材的成型压力，测试不同成型压力改变对成品板材物理力学性能及成分及微观形貌的影响。

2 性能表征

物理性能：按照GB/T 7019-2014《纤维水泥制品试验方法》测定纤维水泥板的物理力学性能。

矿物组成：采用岛津6100型X射线衍射仪对产物进行分析，扫描角度为 $4^\circ/\text{min}$ 。

微观形貌分析：采用日立SU3500扫描电子显微镜观察纤维水泥板的围观形貌。

3 结果与讨论

3.1 成品板材的物理力学性能

不同成型压力下板材的物理力学性能见表5。

表1 水泥的物理力学性能

比表面积 m^2/kg	初凝时间 min	终凝时间 min	安定性 (沸煮法)	抗压强度 (MPa)	
				3d	3d
369	194	252	合格	6.8	36.3

表2 水泥的化学组成

MgO	f-CaO	SO ₃	氯离子	碱离子	烧失量
2.39	0.56	2.66	0.018	0.56	1.14

表3 石英砂的化学组成

Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	PbO	烧失量
0.35	98.52	0.03	0.06	0.07	0.24	0.02	0.34	0.02	0.34

表4 纸浆纤维检测结果

浓度 %	扣解度 SR	湿重 g	纤维长度 mm	纤维宽度 μm	弯曲扭结 指数	帚化率 %
3.5	25	11.85	1.76	30	1.43	10.22

表5 板材物理力学性能

编号	含水率 %	吸水率 %	表观密度 g/cm^3	孔隙率 %	湿涨率 %	气干抗折 MPa	饱水抗折 MPa	拉拔强度 MPa
A	13.06	32.39	1.33	50.53	0.19	12.7	9.8	0.82
B	11.33	27.27	1.45	39.03	0.17	16.4	13.0	1.51
C	11.85	27.61	1.42	39.12	0.16	14.3	10.5	1.15

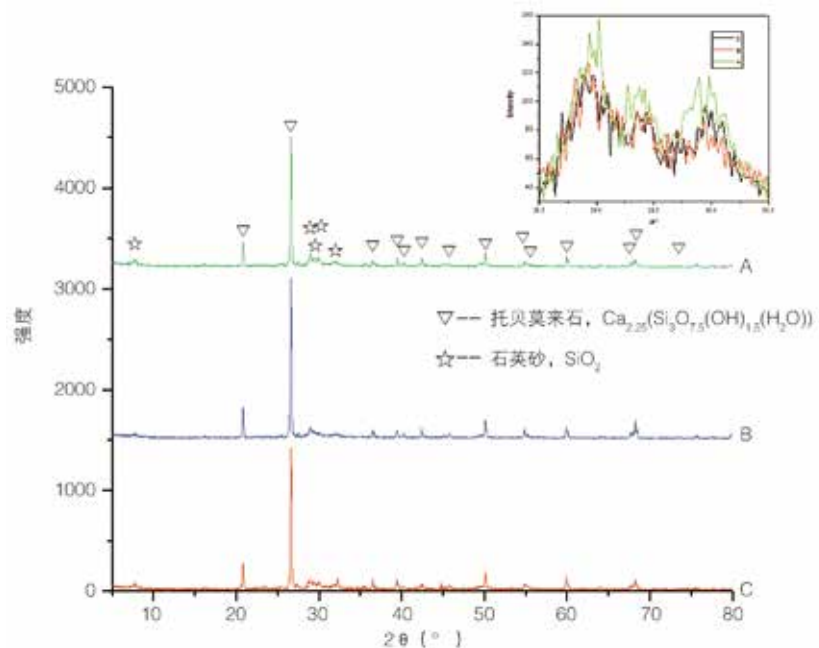


图1 板材的矿物组成

3种编号板材,成型压力从大到小分别为: B>C>A。由表5结果可知,随着板材成型压力的增大,板材表观密度由1.33g/cm³增大到1.45g/cm³,气干抗折强度由12.7MPa增大到16.4MPa;同时,随着成型压力的增大,成品板材的吸水率、孔隙率随减小。说明对板坯施压,压力作用下会使板坯结构致密,纤维与基体间界面粘结力大,增强

纤维的桥接作用,从而优化物理力学性能。

板坯进入蒸压釜后,随着温度的升高,板坯孔隙中的水分和空气会逐渐膨胀,使板材内部产生压力,当内部压力大于外部蒸汽压力时,容易在板材内部产生结构缺陷,导致板材结构疏松。加压过程挤出湿坯中的部分水分,降低板材孔隙,优化板材性能。

3.2 成品板材矿物组成分析

成品板材的矿物组成如图1所示。

3种纤维水泥板XRD图谱中的主要衍射峰对应氧化硅和合成托贝莫来石的特征衍射峰,即主要晶体成分为未完全参与反应的石英砂以及少量水化产物托贝莫来石,托贝莫来石的含量远小于氧化硅含量。

由标准PDF卡片可知,3个样品中托贝莫来石的特征峰主要在8°左右和30°左右位置,从图中衍射峰的相对强度可以推断,A纤维水泥板中生产的托贝莫来石晶体多于C,B中生成的托贝莫来石晶体最少。

结合A、B、C的3种成品板材物理性能检测结果显示:B板具有最高的抗折强度,但产物中的托贝莫来石相对含量最少。可以推断:纤维水泥板的强度并非仅由托贝莫来石提供。

3.3 矿物的微观形貌分析

编号为A、B、C的3种成品板材的SEM结果分别如图2~图4所示。

从图2~图4中可以看出,3种成品板材中纤维均匀分布于基体中,纤维形貌良好,证明纸浆纤

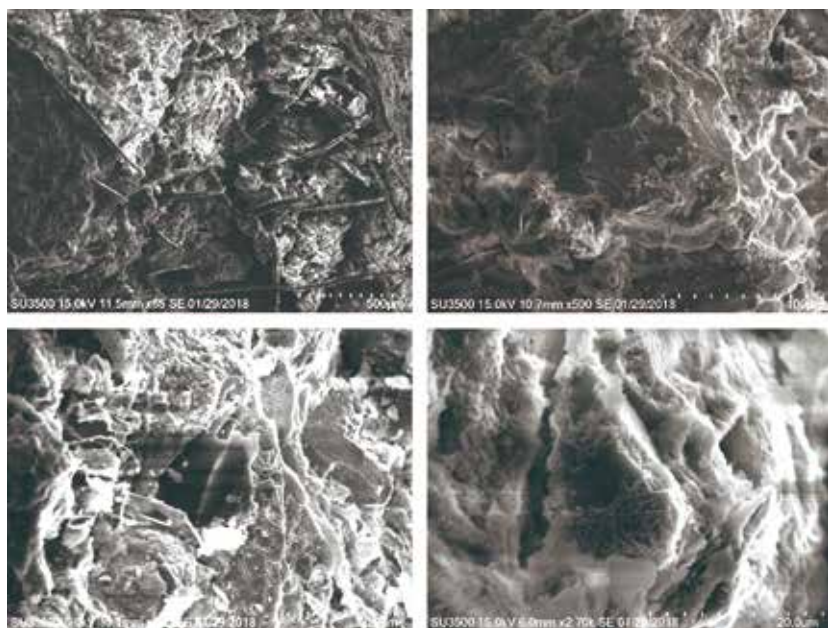


图2 成品板材A微观形貌

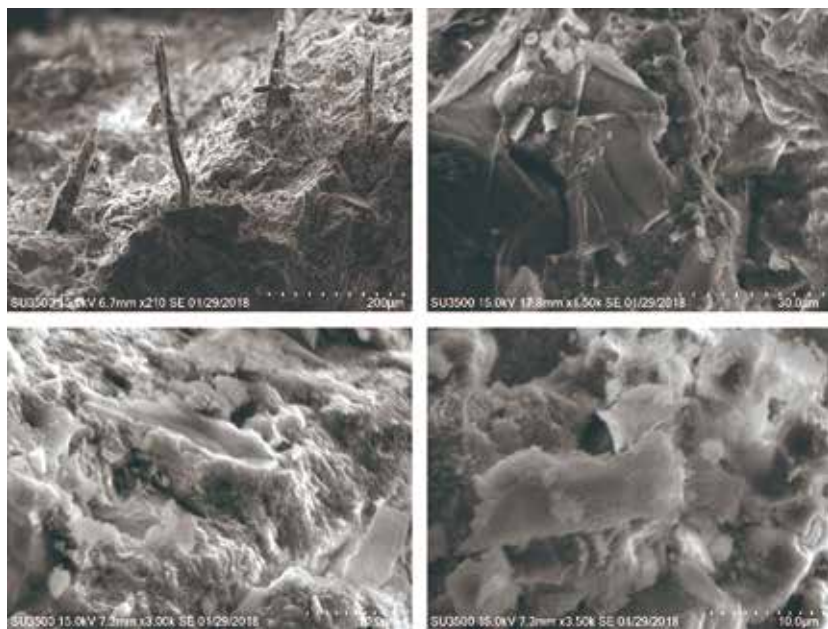


图3 成品板材B微观形貌

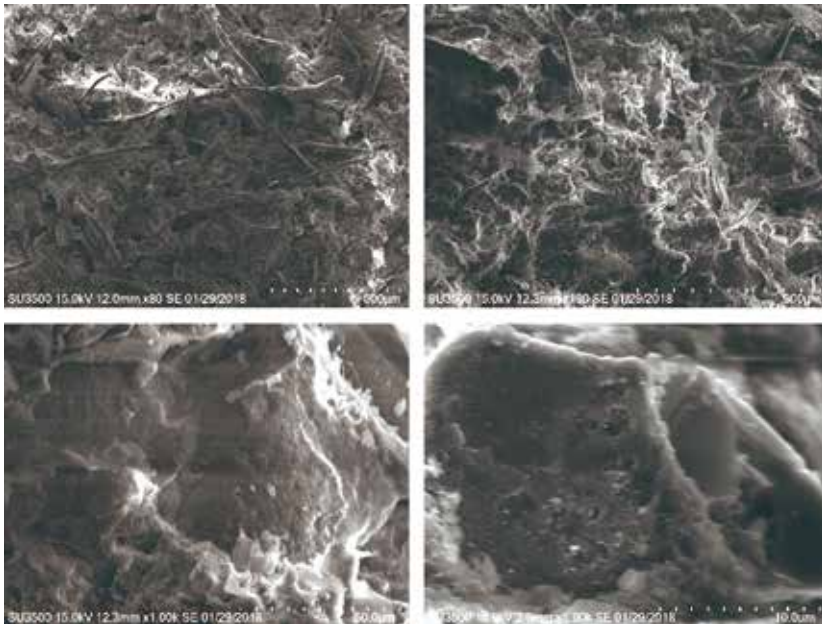


图4 成品板材C微观形貌

纤维在蒸压养护条件下,未进行氧化分解,从断面纤维状态可看出纤维多为拔出状态,纤维与基体的相容性较好。

样品A基体结构较之样品B、C疏松,3个样品中均能观察到大量颗粒晶体和大量片状或絮状的水泥水化产物,通过XRD和SEM结果推测大量颗粒晶体为未完参与反应的结晶氧化硅。

对比A、B、C的3种成品板材的微观形貌,发现B板材中片状和絮状的水化产物数量多于其他两种,结合板材的物理力学性能检测结果可以推断:板材的强度与水化产物的总数量有关。在一定范围内,板材的抗折强度随着水化产物总量的增加而提高。

结论

(1) 纤维水泥板强度的主要提供者水泥水化产物以及水泥中氧化钙与石英砂表面反应产物提供,成品板材的性能与水化产物的数量、种类和形貌有关,在一定范围内,板材的抗折强度随水化产物总量的增加而提高。

(2) 纸浆纤维作为增强纤维用于蒸压纤维水泥板

中,能均匀分布于基体中且经由蒸压养护纤维形貌良好,且断面多为拔出,证明纸浆纤维能较好与水泥基和工艺制度相适应。

(3) 对板坯施压,能排出其中部分水分从而降低板材含水率和孔隙率,致使板坯基体结构致密,增大纤维与基体界面粘结力,增强纤维的桥接作用,减小蒸养过程中板材内部产生的应力,从而提高板材性能。

(4) 纤维水泥板原料以及其他工艺参数对板材性能的影响有待进一步研究。□

参考文献:

- [1] 冯立平, 俞锋. 纤维水泥板与硅酸钙板的性能比较及标准解析[J]. 混凝土与水泥制品. 2017(8): 46-50.
- [2] 叶启汉, 张明勇, 陈桂琴, 等. 硅酸钙形成机理及影响其强度的因素与混合纤维增强硅酸钙板性能的研究[C]. 见: 纤维水泥制品行业编. 纤维增强水泥及其制品论文选集(1). (1960~2009). 332-341.
- [3] T.-H.Song, S.-H.Lee, B.Kim. Recycling of crushed stone powder as a partial replacement for silica powder in extruded cement panel [J]. Construction and Building Materials, 2014, 52: 105-115.
- [4] 柯昌君, 王淑英, 王浩, 等. 蒸压硅酸盐制品水化产物的结晶度分析[J]. 分析测试学报, 2012, 31(3): 327-331.
- [5] 波任诺夫. 蒸压材料工艺学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985.

作者简介

龙飞, 1985年生, 高级工程师, 主要从事新型建材工程设计、工艺技术开发及相关的研究工作。

地址: 武汉市光谷大道77号光谷金融港A12栋

邮编: 430074

电话: 18627808958

E-mail: whjcyjzsx@126.com

