

硅酸钙板的制备及纤维增强分析

赵尚明

新疆北新建材工业集团有限公司

DOI:10.32629/bd.v4i6.3330

[摘要] 硅酸钙板的主要成分是硅酸盐水合物,具有强度高、导热系数低、使用温度高、隔音隔热效果好、使用安全等优点。硅酸钙板应用十分广泛,室内主要用于隔墙、吊顶、天花板、写字楼的防火墙和地面铺设等;室外主要用作外墙挂板和外墙贴面。但在实际应用中硅酸钙板常常表现为破损率高、表面平整度差、易产生裂缝和起皮、吸水率过高,吸水后板材强度急剧下降,导热系数急剧升高,最终导致硅酸钙板的耐久性下降。因此对于提高硅酸钙板的性能极为迫切。基于此本文对硅酸钙板的制备及纤维增强进行分析。

[关键词] 硅酸钙板; 生产; 纤维增强

1 硅酸钙板的制备过程分析

合成硅酸钙板的主要原料是硅质材料和钙质材料,最常用的是石英砂和熟石灰。在实际生产中,一般会加入少量的水泥来代替熟石灰,有利于硅酸钙板的成型。由于水泥的加入使得整个反应体系更加复杂,因此在实际的水热合成反应中,不仅仅是 $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 三元反应体系,由于水泥中含有铝酸钙和石膏,而石英砂中也有氧化铝等物质,因此可能是四元反应体系 $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 或者是五元反应体系 $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ 。因此最后的水热合成产物也不只是托贝莫来石和低碱度的硅酸钙水合物 CSH(B) ,可能还会存在石榴石和其他一些含有铝的硅酸钙水合物。由于硅酸钙板的结晶性较好,性能也很稳定,因此硅酸钙板最主要的物质是托贝莫来石型硅酸钙水合物,并有少量的 CSH(B) ,这样才能保证得到物理和力学性能良好的硅酸钙板。在所有的硅酸钙水合物中,硬硅钙石的收缩性最小,弯曲强度最高,但是与托贝莫来石型硅酸钙水合物相比,其合成温度更高,所需要的水热合成时间也较长,因此在实际生产过程中,当形成以托贝莫来石型硅酸钙水合物为主产物时,就可以停止反应。

硅酸钙板在进蒸压釜之前先要进行预养护阶段,紧接着将板材放入蒸压釜

中,此时硅酸钙板中含有30%的水分,这些水分在氢氧化钙和二氧化硅颗粒表面形成一层水薄膜,该薄膜主要是由氢氧化钙和二氧化硅的饱和溶液组成。因此氢氧化钙和二氧化硅的反应主要是在该水相中进行的,其反应的特点是在固定的液相中进行的。

在蒸压养护的初期,氢氧化钙和二氧化硅反应生成高碱度的水化硅酸钙 C_2SH ,随着反应的进行,生成了大量的 C_2SH 凝胶,因此氢氧化钙和二氧化硅不断地溶解,最终氢氧化钙被二氧化硅全部反应,由于高碱度的水化硅酸钙不稳定,会继续与二氧化硅反应生成低碱度的硅酸钙水合物 CSH ,因此只要有氢氧化钙存在, C_2SH 凝胶就会不断的析出,从而不能转变成低碱度 CSH 凝胶,最终生成托贝莫来石型硅酸钙水合物。随着反应的进一步进行,硅酸钙水合物凝胶之间出现接触点,使不同地方的晶粒连接成一个骨架,填充于基料间,硅酸钙板由此形成了一定的强度。

2 增强纤维的研究

2.1 增强纤维腐蚀机理

(1) 化学腐蚀机理:认为在合成硅酸钙板和水泥板的过程中,始终有氢氧化钙等碱性物质电离出 OH^- ,而玻璃纤维等主要是由硅氧链 $(-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-)$ 构成, OH^- 与硅氧链 $(-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-)$ 反应,破坏了纤维

内部的网状结构,导致纤维自身的韧性和强度下降。

(2) 微结构变化腐蚀机理:认为纤维强度和韧性下降的原因主要是原料中的氢氧化钙在纤维空隙中进行沉积与结晶,使得纤维与硅酸钙体系中的固体物质之间的紧实度增加,两者之间的黏性增加,使得纤维在无阻碍空间中的韧性变得僵硬,从而无法在硅酸钙板断裂时起到连接的作用,最终导致板材易于断裂。

(3) 应力腐蚀机理:认为玻璃纤维本身存在着一定的缺陷,而在硅酸钙板的制备过程中,基体中的氢氧化钙等物质在纤维表面的缺陷中进行沉淀,从而加重了这种缺陷的程度,最终导致纤维易断,并失去韧性。

2.2 增强纤维的选择分析

随着硅酸钙板的发展,人们逐渐认识到硅酸钙板中的石棉纤维产生的粉尘对人体有害,因此1969年许多国家相继颁布石棉使用量的规定。尽管许多制造厂家开始减少对石棉的使用,但是由于石棉的这种特殊性质,其他纤维很难代替。为了克服这些困难,越来越多的学者开始研究用于硅酸钙板中的增强纤维。石棉纤维有以下几点优点:

(1) 纤维在水中必须具有较好的分散性,并且在纤维表面形成一层水膜,石棉同时具有以上两种性质。因此其他的

替代纤维也必须具有类似的性质。

(2)纤维在pH值为12-14的碱性溶液中具有有良好的耐腐蚀性,具有耐高温高压性。

(3)在经过水热条件后,纤维与硅酸钙基体纤维应具有良好的兼容性,同时具有较好的强度和韧性。

(4)随着硅酸钙板越来越多的应用到防火板,因此其抗高温性能应高达1100℃。

由于硅酸钙板在加热过程中会收缩,而石棉纤维具有良好的物理化学稳定性,向硅酸钙板中加入石棉之后可以有效的控制这种收缩性。许多学者研究了其他的许多纤维,结果明显说明石棉是最为合适且独特的一种增强纤维,其他任何一种纤维都没有办法代替,但是也有一些纤维的性能较接近石棉的性能。

大多数的纤维具有非常严重的缺陷,例如其耐碱能力较差,耐高温高压条件差。其他能耐高温高压的纤维与硅酸钙基体兼容性较差,并且增强性能较差。研究发现纤维素纤维和碳纤维有良好的增强特性。而两者在价格上面相差很大,纤维素纤维的成本相对较低。但是研究发现纤维素纤维在经过水热条件以后,当温度大于150℃时会发生降解。一些学者认为是由于硅酸钙基体的碱性太强,另一些则认为是水热条件下生成的水蒸气导致的,纤维素纤维只能在较短的时间内具有抵抗高温高压的能力。因此纤维素纤维在碱性较强的条件下长时间的经受高温高压则会被腐蚀。而纸浆纤维

各方面的性能都较好。在硅酸钙基体中,相比于其他纤维,纸浆纤维和石棉纤维具有明显的优点,当纸浆纤维的体积分数为12%时,纤维的增强性能达到最高。一般纤维素增强硅酸钙板的纤维含量在2%-10%之间,其确切的含量取决于最后板材的质量以及生产方法。而且当纤维长度较短时起不到一定的增强效果,并且板材易碎。相反当纤维长度较长时,其增强效果一般,而且成本也较高。对于抗碱玻璃纤维,由于在水热高温高压条件下易遭受严重的腐蚀,因此增强效果也并不明显。

国际上公认用现有的湿法工艺(抄取法、流浆法)制造非石棉硅酸钙板与蒸压纤维水泥板,最适宜的石棉代用纤维是经化学处理(硫酸盐处理)的木浆纤维。这主要是:(1)经磨浆后的木浆纤维(指经化学处理的木浆纤维,以下均是)具有与松解后的石棉纤维相似的工艺性能,即料浆的过滤性与对粉状粒子的吸附性;(2)此种纤维具有一定的抗拉强度(松解后温石棉的抗拉强度为500-700Mpa,磨浆后木浆纤维的值为500-600Mpa);(3)磨浆后木浆纤维的长度处于一定范围内(长度为1-6mm的纤维含量为60%-70%)与松解后的中长温石棉大致相近;(4)耐高湿高温性好,与温石棉一样均可经受蒸压处理。同时木浆纤维与温石棉相比,既对人体健康无害,又是可再生的天然资源。

我国生产硅酸钙板的企业多数使用

进口的经漂白与化学处理的木浆纤维,生产蒸压纤维水泥板的企业则多数使用进口的未经漂白、经化学处理的木浆纤维(即专用的牛皮纸纤维)或同时使用此2种纤维。进口纤维的价格不仅较高且经常波动,制造此类板材所用的木浆纤维应立足于国内。这就需要我国生产此类板材的行业与林业、造纸等行业开展必要的协作,尤应注意使用可速生树种制得的木浆纤维。回收的废纸纤维经适当的打浆处理也可用以替代部分木浆纤维。

3 结语

硅酸钙板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,是一种具有优良性能的新型建筑和工业用板材。本文对硅酸钙板的制备过程进行分析,并对其增强纤维进行探究,以期相关工作者加强此方面的研究,使硅酸钙板更好的服务于建筑行业。

[参考文献]

- [1]本刊讯.纤维增强硅酸钙板2项行业标准发布[J].墙材革新与建筑节能,2018(07):42.
- [2]梁兴荣.利用磷渣、磷尾矿制备硅酸钙板的研究[D].武汉大学,2015.
- [3]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(08):46-51.