

建筑节能用岩棉性能的研究

刘建, 路永华, 张鹏, 苏志杰

(北京工业大学 建筑工程学院, 北京 100124)

摘要: 根据国内外相关规范测试了4种不同规格岩棉的导热系数、抗拉强度、24 h与28 d部分浸泡的吸水量、潮湿环境中的强度保留率等宏观物理力学性能, 分析得出岩棉性能在外界条件改变下的变化规律。试验测试结果表明, 所测岩棉的各项性能指标均符合EN13500、EN13162及ETAG004规范的要求。并提出了岩棉作为外墙外保温材料应注意的事项, 可为工程应用提供一定的理论依据。

关键词: 外墙外保温; 节能; 岩棉; 性能

中图分类号: T55+1.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-702X(2013)05-0045-04

The properties research of the rock wool used for energy saving

LIU Jian, LU Yonghua, ZHANG Peng, SU Zhijie

(College of Architecture and Civil Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: According to the domestic and foreign related standards, we tested the thermal conductivity, tensile strength, short-term (24 h) part soaking water absorbing capacity, long-term (28 d) part soaking water quantity and strength retention in damp condition of 4 kinds of rock wool. Through the analysis of the physical and mechanical properties, we obtained the rock wool's performance change rule with the change of the external conditions. The conclusion shows that the various performance indicators of rock wool are all in line with EN13500, EN13162 and ETAG004's requirements. So this paper puts forward the notes when the rock wool is used in the exterior insulation system. What's more, it also provides some certain theoretical basis for the engineering practice.

Key words: exterior insulation; energy saving; rock wool; performance

岩棉作为一种经济、高效、耐火、实用的保温材料, 已经被广泛应用于保温板材制作^[1]。相对于EPS板、XPS板、喷涂硬泡聚氨酯等保温材料, 岩棉作为A级防火材料不但满足了国家建筑节能的要求, 同时也很好地解决了保温材料防火性能差、施工困难、造价高等问题。在我国, 岩棉作为防火材料用于外墙外保温系统虽已有应用, 但尚未普及, 其应用技术仍在探讨中。而在欧洲已经有几十年的发展历史, 拥有成熟的产品标准和系统认证指南。岩棉应用于外墙外保温, 其形式可以是墙体总体使用岩棉保温(使用岩棉板, 纤维平行于墙面), 同时具有外墙防火的作用; 也可以配合其它保温材料使用, 其中岩棉带起防火隔离的作用(称隔离带, 纤维垂直于

墙面)^[2]。

1 实验

1.1 原材料

由摆锤法生产的3种岩棉板和1种岩棉带, 见表1。

表1 岩棉实验原材料

岩棉名称	类别	密度/(kg/m ³)	文中简称
MW-100	岩棉板	100	MW-100A
MW-120	岩棉板	120	MW-120A
MW-160	岩棉板	160	MW-160A
MW-120	岩棉带	120	MW-120B

1.2 相关应用技术规范

EN 13500《岩棉外墙外保温复合系统(ETICS)标准》; EN 13162《Thermal insulation products for buildings factory made mineral wool(MW) products specification》; GB/T 10294—2008《稳态热阻及有关特性的测定—防护热板法》; EN 1607《Thermal insulating products for building applications determination

基金项目: 北京市建筑科技项目(K2009011201002)

收稿日期: 2012-09-28

作者简介: 刘建, 男, 1985年生, 河北沧州人, 硕士研究生, 主要从事新型土木工程材料研究。地址: 北京市朝阳区平乐园100号, E-mail: liujian20080721@163.com。

of tensile strength perpendicular to faces);EN 1609《Thermal insulating products for building applications determination of short term water absorption by partial immersion》;ETAG 004《Guideline for European technical approval of external thermal insulation composite systems with rendering》;EN 12087《Thermal insulating products for building applications determination of long term water absorption by immersion》。

2 岩棉板及岩棉带性能实验结果与分析

2.1 导热系数的测定实验结果及分析

根据 GB/T 10294—2008 的方法测试岩棉板及岩棉带的导热系数。热阻可以衡量材料抵抗热传递的能力,岩棉板及岩棉带的热阻可以用厚度除以导热系数来计算。实验采用 MW-100A、MW-120A、MW-160A、MW-120B 的 4 种不同类型岩棉板及岩棉带,试件尺寸均为 300 mm×300 mm,导热系数实验结果见图 1。

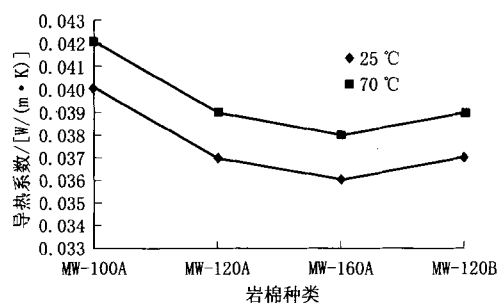


图 1 密度和温度对岩棉板及岩棉带导热系数的影响

从图 1 可以看出,各试件的导热系数均不大于 0.042 W/(m·K),满足 EN 13500 的要求。随着温度升高岩棉板及岩棉带的导热系数均有增大的趋势。这是由于随着温度升高,岩棉纤维和孔隙的辐射传热增大,导致导热系数增大,由 25 °C 升温至 70 °C 时,岩棉导热系数平均增大了 5.26%,表现出岩棉良好的热稳定性^[9]。岩棉板及岩棉带可以视为由岩棉纤维和孔隙组成的多孔固体材料,其导热系数受到密度、孔隙大小及特性、温度、湿度的影响。随着密度增大,岩棉纤维之间的孔隙缩小,孔隙中的空气对流传热降低,导热系数相应减小。当密度达到一定程度之后,导热系数变小的趋势减小,这是由于随着孔隙尺寸缩小,孔隙中空气对流越来越不明显,当孔隙尺寸缩小到一定尺寸时,孔隙接近真空状态,导热系数降到最低。如果孔隙尺寸继续缩小,导热系数由于受到岩棉纤维导热的影响反而增大。MW-120A 与 MW-120B 的导热系数相同,表明相同密度的岩棉板与岩棉带导热系数相同。

2.2 岩棉板及岩棉带抗拉强度实验及分析

岩棉板及岩棉带的抗拉强度按照 EN 1607 中的实验方

法进行。MW-100A、MW-120A、MW-160A 试件(尺寸均为 200mm×200 mm),不同密度的试件以及用 MW-100A 制成尺寸分别为 100 mm×100 mm、150 mm×150 mm、200 mm×200 mm 的试件进行抗拉强度实验。实验结果见图 2 和图 3。

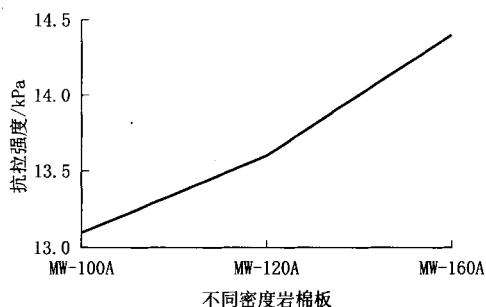


图 2 不同密度岩棉板抗拉强度变化

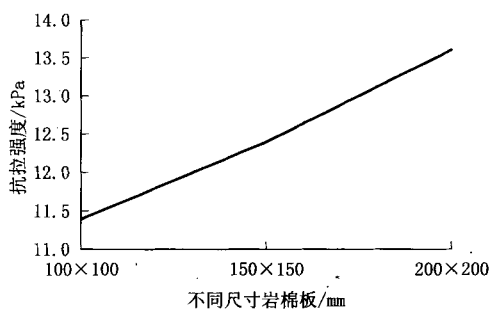


图 3 不同尺寸岩棉板抗拉强度变化

从图 2 和图 3 可以看出,MW-100A、MW-120A、MW-160A 的抗拉强度分别为 13.1 kPa、13.6 kPa、14.4 kPa,符合 EN 13500 中高于 7.5 kPa,低于 15 kPa 的规定,可以在外墙保温体系中使用,但是不能采用粘结固定的形式,适宜采用型材固定、加强锚栓、预埋钢筋等方式固定。MW-120B 的垂直表面抗拉强度为 104.3 kPa,高于规范 80 kPa 的要求,可以使用粘结固定。从图 2 可知,随着密度增大,岩棉板的抗拉强度随之增大,但是抗拉强度增大的幅度逐渐减小。密度由 100 kg/m² 增大到 120 kg/m² 时,密度增加了 20%,抗拉强度增加了 3.8%;当密度由 120 kg/m² 增大到 160 kg/m² 时,密度增加了 33%,强度仅增加了 5.9%。由图 3 可以看出,抗拉强度随着试件尺寸增大而提高。当尺寸由 100 mm×100 mm 增大到 150 mm×150 mm 时,抗拉强度增大了 8.8%;由 150 mm×150 mm 增大到 200 mm×200 mm 时,抗拉强度增大了 9.7%。

2.3 岩棉板及岩棉带短期部分浸泡实验及分析

按 EN 1609 的规定,测量试件部分浸泡 24 h 吸水量的方法与 ETAG004 的方法存在分歧,ETAG004 要求试件四周密封,只允许底面与水接触,然而 EN 1609 未要求密封。本实验采用以上 2 种方法并进行对比。MW-120A 和 MW-120B(尺寸均为 200 mm×200 mm)经部分浸泡 24 h 的吸水量,测试

MW-120A 密封、MW-120A 未密封、MW-120B 密封、MW-120B 未密封的试件,浸水 24 h 取出干燥 10 min,吸水量平均值分别为 0.331、0.394、0.350、0.410 kg/m²;浸水 24 h 取出干燥 24 h 后,吸水量平均值为 0。浸泡随时间变化的规律见图 4。

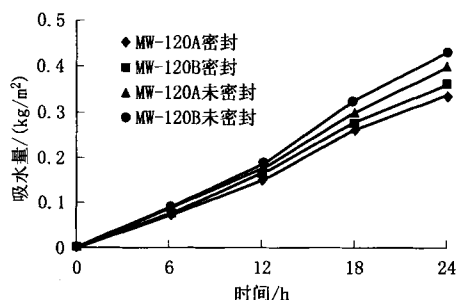


图 4 浸泡时间对岩棉板、岩棉带吸水量的影响

由图 4 可以看出:(1)岩棉板及岩棉带部分浸泡 24 h 吸水量低于 EN 13162 的规定值,两者 24 h 部分浸泡的吸水量均符合规定。(2)岩棉板及岩棉带通过蒸发散失水分,经 24 h 吸水之后于 24 h 内就几乎把其吸收的水分全部散失,表明其具有良好的透气性。(3)岩棉板及岩棉带试件四周是否密封对检测岩棉板及岩棉带 24 h 吸水量有很大的影响,其原因在于四周密封减小了岩棉板与水的接触面积,相应地减小了毛细作用的面积。(4)工程应用中,正常情况下岩棉板只能通过粘结面吸附砂浆渗透过来的水分,故而测量岩棉的吸水量还是四周密封为佳,以便与实际工程应用吻合。

2.4 岩棉板及岩棉带长期部分浸泡实验及分析

按照 EN 12087 的方法,对 MW-120A、MW-120B (200 mm×200 mm) 28 d 部分浸泡的吸水量进行测试。MW-120A 密封、MW-120A 未密封、MW-120B 密封、MW-120B 未密封,经浸水 28 d 取出干燥 10 min,试样吸水量平均值测试结果分别为 1.300、1.332、1.297、1.340 kg/m²;而浸水 28 d 取出干燥 24 h 后,吸水量平均值接近 0。浸泡时间对吸水量的影响规律见图 5。

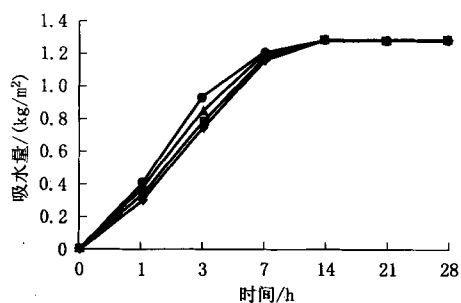


图 5 部分浸泡的时间对岩棉板、岩棉带吸水量的影响

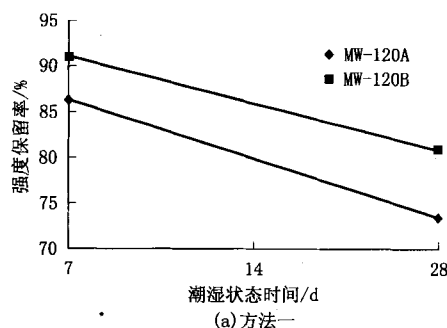
由图 5 可以看出:(1)岩棉板及岩棉带 28 d 部分浸泡吸

水量低于 EN 13162 的规定值。(2)MW-120A 密封试件与非密封试件实验结果相同,表明 MW-120A 经 28 d 部分浸泡其吸水量与四周是否密封的试件基本没有影响;MW-120B 密封试件与非密封试件实验结果相同,表明 MW-120B 及岩棉带 28 d 浸泡其吸水量试件与四周是否密封没有影响;MW-120A 密封试件与 MW-120B 密封试件实验结果相同,MW-120A、MW-120B 的 24 h 部分浸泡吸水量略有不同,但两者 28 d 的部分浸泡吸水量相同。(3)岩棉板及岩棉带试件四周密封对 24 h 部分浸泡吸水量影响比较明显,28 d 部分浸泡吸水量在浸水的前 7 d 略有差异,后期基本相同。(4)图 5 符合毛细吸水过程的规律,早期吸水速率大于蒸发速率,材料吸水,然后吸水速度逐渐降低,吸水速率也随之下降,当吸水速率等于蒸发速率时,材料的吸水量达到极值,然后维持不变。(5)岩棉板通过蒸发散失水分,在 28 d 吸水之后,经 24 h 干燥其吸收的水分几乎全部散失,表明其具有良好的透气性能。

2.5 岩棉板及岩棉带潮湿状态的强度保留率实验及分析

对 MW-120A、MW-120B (200 mm×200 mm) 进行岩棉板及岩棉带潮湿状态下强度保留率的试验。

实验采取了 2 种方法:方法一:将试件放置在 (70±2) °C、相对湿度 (95±5)% 的养护箱中分别养护 7 d、28 d,取出后放置在 (23±2) °C、相对湿度 (50±5)% 的环境中养护。当试件达到恒重后测量其抗拉强度,计算其强度保留率。方法二:第一阶段:准备一水槽,水温 (60±5) °C,在其上放置试件,试件应紧密放置(或者用泡沫材料填满试件之间的空隙),使得水蒸气不会从空隙间渗入试件。试件的另一表面覆盖一块铝板,四周也用泡沫材料包裹,保证水蒸气只从一个表面渗入试件。第二阶段:持续保持第一阶段中的状态 5 d,然后取出,用塑料袋密封放置在 (23±2) °C 环境中养护。待养护至 7 d、28 d,从塑料袋中取出试件并放置在温度为 (23±2) °C、相对湿度为 (50±5)% 的环境中,待试件恒重后测试其抗拉强度,计算其强度保留率。试验结果见图 6。



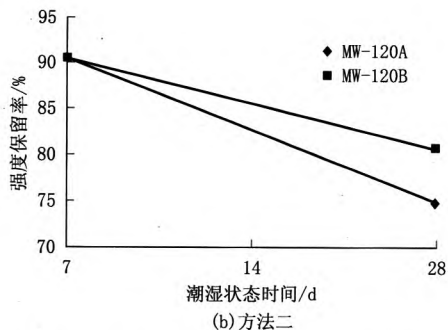


图6 岩棉板潮湿状态下强度保留率

由图6可知,(1)MW-120A、MW-120B 2种岩棉板7d、28d的强度保留率均符合ETAG 004中不应低于50%的要求。(2)方法一中潮湿状态下的MW-120A试件7d强度下降14.63%,28d强度下降26.48%,试件8~28d的强度下降11.85%,比前7d的强度下降率减小2.78个百分点;MW-120B试件7d强度下降10%,28d强度下降19%,试件8~28d强度下降了9%,较前7d减小1个百分点。方法二潮湿状态下MW-120A试件7d强度下降11.27%,28d强度下降25.01%,8~28d强度下降13.73%,较前7d的下降率增大2.46个百分点;MW-120B试件7d强度下降8.25%,8~28d强度下降9.22%,比前7d的强度下降率增大0.97个百分点。可见水分对岩棉强度的影响很大。(3)对于MW-120A试件,方法一比方法二的7d强度下降率增大3.36个百分点,28d强度下降率方法一比方法二增大1.47个百分点;对于MW-120B试件,7d强度下降率方法一比方法二增大1.75个百分点,28d强度下降率方法一比方法二增大1.53个百分点。对比2种试验结果相差很小,方法二操作简便,对实验仪器要求简单,故可以采取方法二代替方法一。(4)当岩棉板及岩棉

带长期处于潮湿环境中,强度在初期下降幅度很大,后期下降的幅度有所减缓。因此,控制岩棉板及岩棉带的吸水量是十分必要的。

3 结语

(1)MW-120A类岩棉板常温(25℃)时的导热系数为0.037 W/(m·K),抗拉强度13.6 kPa;MW-120B类岩棉带常温(25℃)时的导热系数为0.037 W/(m·K),抗拉强度104.3 kPa。MW-120A和MW-120B均符合相关规定要求。但是MW-120A的抗拉强度较低,不适用粘结固定,宜使用型材固定,或加强锚栓、预埋钢筋等方式固定;MW-120B的抗拉强度较高,可以使用粘结固定。

(2)岩棉板的吸水能力强;吸水之后强度下降。通过潮湿状态下的强度保留率实验发现,MW-120B及岩棉带吸水之后强度下降接近20%,但其强度仍在80 kPa以上,低强度的岩棉板MW-120A吸水之后强度下降较大约为25%。值得注意的是,潮湿状态下7d的强度下降率与8~28d的强度下降率基本相等,可见,一旦岩棉板吸水之后,短期强度下降较快,下降幅度较大,必须注意岩棉在保温工程中应用的防水问题。

参考文献:

- [1] 蔡凤武,姚文生,刘晓波.岩棉保温材料性能探讨[J].河北建筑工程学院学报,2011,29(1):49-52.
- [2] 李晓梅,曹玉柱,郑松青.建筑外墙外保温用岩棉性能及应用[J].辽宁建材,2011(2):41-45.
- [3] 张鹏.岩棉外墙外保温体系性能研究[D].北京:北京工业大学,2011:14-25. ▲
- [5] 鄢瑛,张会平.配有制冷背心的隔绝式防护服的传热模型[J].华南理工大学学报(自然科学版),2010,38(8):17-22.
- [6] 任晓亮,王立新,任丽,等.原位聚合法制备相变储热微胶囊[J].功能材料,2005,36(11):1722-1725. ▲

(上接第41页)

建筑材料,2011(6):83-86.

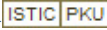
- [3] 徐哲,李建强.液体石蜡相变微胶囊的制备及性能表征[J].过程工程学报,2012,12(2):293-301.
- [4] 时雨荃,杜春霞,赵镇南,等.相变微胶囊壁材结构与力学强度及密封性的关系[J].高分子材料科学与工程,2005,21(5):188-192.

更正

本刊2013年第3期第59页《冷弯薄壁型钢-新型轻质混凝土组合结构体系节点性能研究》一文作者赵莹的单位应为:吉林建筑工程学院城建学院。

《新型建筑材料》杂志社

建筑节能用岩棉性能的研究

作者: [刘建](#), [路永华](#), [张鹏](#), [苏志杰](#), [LIU Jian](#), [LU Yonghua](#), [ZHANG Peng](#), [SU Zhijie](#)
作者单位: [北京工业大学建筑工程学院, 北京, 100124](#)
刊名: [新型建筑材料](#) 
英文刊名: [New Building Materials](#)
年, 卷(期): 2013, 40(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xxjzcl201305012.aspx