

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.02.028

基于聚苯乙烯泡沫塑料的室内设计中保温材料应用

刘夏滢¹, 姜广策²

(1. 河南机电职业学院人文与设计学院, 河南新郑 451192; 2. 河南农业大学理学院, 郑州 450002)

摘要: 全面分析了聚苯乙烯泡沫塑料的压缩性能、热导率和吸水率, 从基本的特性上分析了其作为保温材料的优点。同时, 结合现代建筑室内设计, 从屋顶、地面和墙面结构保温设计中分析了聚苯乙烯泡沫塑料在其中所起到的作用, 为聚苯乙烯泡沫塑料在建筑保温中的应用研究提供了一定的参考价值。

关键词: 聚苯乙烯; 泡沫塑料; 压缩性能; 热导率

中图分类号: TG174.2+3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)02-0143-04

Application Research of Insulation Materials in Interior Design Based on Styrofoam

Liu Xiaying¹, Jiang Guangce²

(1. The school of Humanistic Culture and Design, Henan Mechanical and Electrical Vocational College, Xinzheng 451192, China;

2. College of Science, Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The compression properties, thermal conductivity and water absorption of polystyrene foams were analyzed comprehensively, and the advantages of them as insulation materials are analyzed from the basic characteristics. At the same time, the role of polystyrene foam in the design of roof, floor and wall structure insulation in combination with modern architectural interior design were analyzed. It provided a certain reference value for studying the application of polystyrene foam in building insulation.

Keywords: polystyrene; foam plastic; compression performance; thermal conductivity

近年来随着高分子材料的快速发展,其在日常生活中的应用也越来越广泛。樊星^[1]详细地介绍了现阶段建筑市场上的泡沫塑料发展现状,阐述了市场对于建筑保温材料的强烈需求。与此同时,市场上的保温材料种类繁多。唐启恒等^[2]和王正洲等^[3]分别研究的聚丙烯/竹纤维保温复合材料、石墨可发性聚苯乙烯/水泥复合泡沫材料在保温性能上也能达到很好的效果。而市场上在考虑经济效应^[4]和相应的制备工艺^[5]时,更多的选择是聚苯乙烯泡沫塑料板。聚苯乙烯泡沫塑料复合材料作为新型的可回收^[6]、绿色环保^[7]、节能^[8]保温材料在市场上的占有率越来越高。王红丽等^[9]研究发现:聚苯乙烯泡沫塑料与普通的塑料相比,具有很好的防潮和保温性能,且易于加工,力学性能和化学稳定性能也表现良好。扬中文等^[10]分析了现代建筑外墙中聚苯乙烯泡沫塑料的阻燃技术发展状况,并阐述了其作用的机理。其它文献研究还发现,现阶段建筑外墙外保温领域内热固性和热塑性的聚乙烯保温材料应用也很广泛^[11-14]。

以聚苯乙烯泡沫塑料作为研究对象,对其不同的压缩性能、耐火性能和热导率等分析其独特的化学和物理性能。同时,结合现代室内设计中屋面、地面和屋顶结构中保温材料的应用,阐述了聚苯乙烯泡沫塑料应用与室内设计保温材料的可行性和其发展前景。

1 聚苯乙烯泡沫塑料性能分析

随着现代建筑节能的要求,现阶段在室内设计中往往需要考虑建筑材料的节能。聚苯乙烯泡沫塑料作为一种新型的高分子保温材料在建筑的室内设计中得到了很广泛的应用^[15]。刘喜山等^[16]、郭颜风^[17]、王永垒等^[18]分别对聚苯乙烯泡沫塑料的阻燃性能进行了深入的研究。聚苯乙烯泡沫塑料的性能主要表现在以下几点。

1.1 压缩性能

图1为聚苯乙烯泡沫塑料的压缩强度与密度线性拟合的关系图^[19]。从图1可以看出,当聚苯乙烯泡沫塑料的密度逐渐增加时,其压缩强度也呈现增加的趋势。当聚苯乙烯泡

通讯作者: 刘夏滢, 讲师, 硕士, 主要研究方向为新材料开发应用等 E-mail: ffhj5505@163.com

收稿日期: 2019-11-20

引用格式: 刘夏滢, 姜广策. 基于聚苯乙烯泡沫塑料的室内设计中保温材料应用[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(2): 143-146.

Liu Xiaying, Jiang Guangce. Application research of insulation materials in interior design based on styrofoam[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(2): 143-146.

沫塑料的密度从 65 kg/m^3 增加到 80 kg/m^3 时,其压缩强度的变化趋势为 348 MPa 到 365 MPa ,此时聚苯乙烯泡沫塑料的压缩强度随着其密度的增加呈现增加的趋势。当其密度在 80 kg/m^3 到 93 kg/m^3 之间时,聚苯乙烯泡沫塑料的压缩强度基本保持不变。当聚苯乙烯泡沫塑料的密度从 93 kg/m^3 增加到 110 kg/m^3 时,其压缩强度也随着密度不断增加。通过相应的拟合可以得出聚苯乙烯泡沫塑料压缩强度与其密度的关系式。

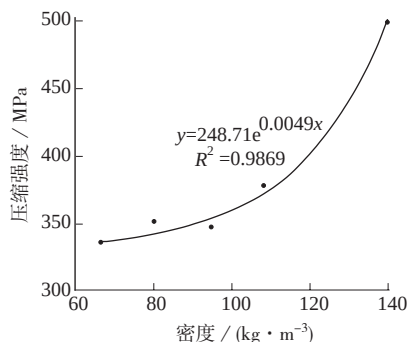


图1 聚苯乙烯泡沫塑料密度与压缩强度之间的关系

从图1中的拟合曲线可以看出,聚苯乙烯泡沫塑料的压缩强度与其密度呈现正相关的变化趋势。泡沫材料的物理性能中一个很重要的性能是压缩性能。当外界的力作用于聚苯乙烯泡沫塑料上时,随着其密度的逐渐增加,其压缩强度能保持增加的趋势,故综合考虑可以选用相对较大密度的聚苯乙烯泡沫塑料,以使其能够很好地发挥抵抗外力的作用。

1.2 热导率

为了能够很好地了解材料的保温性能,研究了材料的热导率。图2为聚苯乙烯泡沫塑料的热导率随着其密度变化的趋势^[19]。通过不同的测量值可以发现,随着聚苯乙烯泡沫塑料的密度逐渐增加,其热导率也基本保持着线性变化的趋势。

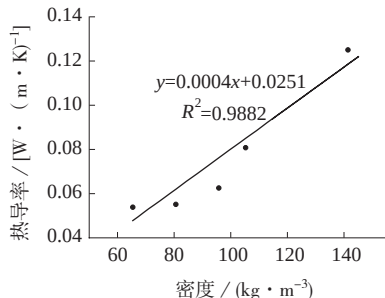


图2 聚苯乙烯泡沫塑料密度随热导率变化趋势

从图2的拟合曲线可以看出,聚苯乙烯泡沫塑料的热导率与其密度呈现同比例增减的变化趋势。热导率对于材料保温性能来说是一个很重要的参数。聚苯乙烯泡沫由于其独特的孔洞结构导致其能够有很大的透气性能,在相同的密度情况下,其能够表现很好的导热传递性能。同时,随着

其密度逐渐增加,聚苯乙烯泡沫塑料的热导率不断增加,其保温隔热性能相应的降低。

1.3 吸水率

聚苯乙烯的吸水率对于建筑的防火性能有着很大的影响^[19]。泡沫塑料的吸水率与其密度呈相反的变化趋势。聚苯乙烯材料属于易燃的物质,在使用其作为保温材料的过程中需要结合其吸水率的特性考虑其防火和安全性能^[20-21]。聚苯乙烯泡沫塑料在吸水的过程中,其孔隙率逐渐变小,热导率却不断的增加。图3为聚苯乙烯泡沫塑料的热导率随着吸水率的变化趋势^[19]。

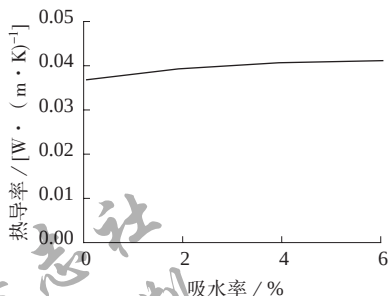


图3 吸水率与热导率的关系

2 聚苯乙烯泡沫塑料保温材料特性

聚苯乙烯泡沫塑料按照其成型方式划分可以分为:模塑、挤塑聚苯乙烯泡沫塑料。这两种材料相对于普通的泡沫塑料有着很低的吸水率,同时由于其结构为蜂窝状,导致其导热性能也很低。由于泡沫塑料的普遍耐火性能不强,现阶段还没有很好的方式能够完美的解决其防火安全性能。聚苯乙烯泡沫塑料特殊的蜂窝结构决定了其内部的通气性能良好,在空气中能够不断地补充氧气,火灾发生时不易扑灭。因此,现阶段的聚苯乙烯泡沫塑料用于室内设计保温时往往需要增加相应的耐火涂料或阻燃技术。苏云辉等^[22]和周莹^[23]分别研究了在新疆地区和栽培种植管理相同的全聚苯乙烯泡沫板墙体(200 mm)日光温室不同情况下聚苯乙烯泡沫塑料在建筑墙体中的保温效果。

刘素芳等^[24]研究发现,挤塑聚苯乙烯泡沫塑料相对于模塑聚苯乙烯泡沫塑料有更加明显的优点:其在潮湿的氛围下吸水性很差,从而满足了在特定情况下的使用。同时,挤塑聚苯乙烯泡沫塑料能够在保温隔热的前提下达到抵抗水蒸气侵蚀的效果。

3 聚苯乙烯泡沫塑料保温材料在室内设计中的应用

在现代建筑室内设计中,为了满足节能和工程成本的要求,保温材料中大量地使用了聚苯乙烯泡沫塑料。同时,聚苯乙烯泡沫颗粒和酚醛树脂泡沫颗粒进行适当的混合应用在建筑中起到很好的阻燃效果^[25-27]。主要从墙体、地面和屋顶三个方面的保温材料的使用阐述聚苯乙烯泡沫塑料的应用状况。

3.1 墙体保温

在砌体建筑结构中墙体普遍使用的是普通的黏土砖或者烧结砖,当温度很低时,其保温性能很差,不能很好地隔绝室内和室外的温差。现今在室内设计墙体中很多会使用复合墙体。张双喜等^[28]、孙春荣^[29]研究的新型门窗和外墙保温材料都含有一定的聚苯乙烯泡沫塑料。其主要包含普通的承重结构和相应的保温复合材料。其中使用最广泛的就是聚苯乙烯泡沫塑料。聚苯乙烯泡沫塑料能够根据不同的墙体形态进行特定的制取,当室内外温差不大时可以直接在墙体喷涂聚苯乙烯泡沫塑料复合浆体保温材料^[30-31]。

3.2 地面保温

室内地面在设计之初有多种选择,普通的保温材料不能满足全部材质的选择,但聚苯乙烯泡沫塑料能够针对不同的地面具有很好的保温效果。在北方由于气温的影响,对于建筑室外的渠道都会考虑相应的保温效果^[32-33]。刘群昌等^[34]通过研究聚苯乙烯泡沫塑料板,分析了其针对北方渠道和室外地面的保温效果。

聚苯乙烯泡沫塑料的压缩性能优越,能够适应于室内地板的荷载,同时还能保持一定的保温隔热性能。通常在室内地面上使用聚苯乙烯泡沫塑料的厚度为30~80 mm,能够很好地与地面地板结合,达到抗压和保温双重效果。

3.3 屋顶保温

以往屋顶设计中在考虑保温效果时一般采用的是双层通风屋顶和高反射率的屋面隔热涂料作为保温层,同时在其上方加铺一层防水材料^[35]。这样的设计由于屋顶最上的防水层外于暴露的状态,长时间的作用下其防水效果极易破坏。同时,防水层的破坏还会导致屋顶的水分慢慢地渗透到保温层中,对屋顶的保温效果起到很大的负面影响。

以节能和安全性能来考虑屋顶的设计时,需要注意以下两点:一是保温层的相对承重结构的质量不能太大,对承重体系会产生影响;二是屋顶材料的吸水效果应很低,吸水性能好的屋顶材料会加重屋顶结构的质量,同时还会影响整个系统的稳定性能。相比于传统的屋顶保温材料,聚苯乙烯泡沫塑料既能够作为保温层又能够作为防水层。其密度小、吸水率低、保温隔热效果好,使用年限能够达到50年以上。

4 结语

聚苯乙烯泡沫塑料由于其独特的性能可很好地应用于室内设计中墙体、屋顶和地面的保温隔热。在墙体保温中主要是将聚苯乙烯泡沫塑料制作为特定的保温浆体喷涂在墙体中组成复合的保温隔热墙体;在屋顶保温中主要是由于其密度小、吸水率低、保温隔热效果好,直接作为保温和防水层;在地面保温中能够很好地与地面地板结合,达到抗压和保温双重效果。

参考文献

- [1] 樊星. 化学工业, 2016, 34(5):25-28.
Fan Xing. Chemical Industry, 2016, 34(5):25-28.
- [2] 唐启恒,等. 木材工业, 2018, 32(2):45-48.
Tang Qiheng, et al. China Wood Industry, 2018, 32(2):45-48.
- [3] 王正洲,等. 高等学校化学学报, 2018, 39(5):1 098-1 104.
Wang Zhengzhou, et al. Chemical Journal of Chinese Universities, 2018, 39(5):1 098-1 104.
- [4] 王恩洪,等. 工程塑料应用, 2019, 47(9):28-34.
Wang Enhong, et al. Engineering Plastics Application, 2019, 47(9):28-34.
- [5] 张森,等. 工程塑料应用, 2017, 45(6):42-45, 69.
Zhang Miao, et al. Engineering Plastics Application, 2017, 45(6):42-45, 69.
- [6] 李志杰,等. 再生资源与循环经济, 2019, 12(7):30-32.
Li Zhijie, et al. Recyclable Resources and Circular Economy, 2019, 12(7):30-32.
- [7] 吕晓娟,等. 塑料工业, 2016, 44(1):29-31, 66.
Lyu Xiaojuan, et al. China Plastics Industry, 2016, 44 (1):29-31, 66.
- [8] 华昕若. 混凝土, 2016(11):123-125, 129.
Hua Xinruo. Concrete, 2016(11):123-125, 129.
- [9] 王红丽,等. 合成树脂及塑料, 2018, 35(1):98-102.
Wang Hongli, et al. China Synthetic Resin and Plastic, 2018, 35(1):98-102.
- [10] 杨中文,等. 上海塑料, 2016(2):1-7.
Yang Zhongwen, et al. Shanghai Plastics, 2016(2):1-7.
- [11] 李刚,等. 建设科技, 2018(11):67-69, 73.
Li Gang, et al. Construction Science and Technology, 2018(11):67-69, 73.
- [12] 陈钦元. 山西能源学院学报, 2018, 31(6):139-142.
Chen Qinyuan. Journal of Shanxi Institute of Energy, 2018, 31(6):139-142.
- [13] 牛洪涛. 塑料工业, 2018, 46(2):140-143.
Niu Hongtao. China Plastics Industry, 2018, 46(2):140-143.
- [14] 任海洋. 塑料工业, 2015, 43(12):5-8.
Ren Haiyang. China Plastics Industry, 2015, 43(12):5-8.
- [15] 姬静,等. 塑料工业, 2017, 45(10):152-155, 95.
Ji Jing, et al. China Plastics Industry, 2017, 45(10):152-155, 95.
- [16] 刘喜山,等. 材料工程, 2019, 47(6):101-107.
Liu Xishan, et al. Journal of Materials Engineering, 2019, 47 (6):101-107.
- [17] 郭颜凤. 合成树脂及塑料, 2019, 36(1):96-98, 102.
Guo Yanfeng. China Synthetic Resin and Plastic, 2019, 36(1):96-98, 102.
- [18] 王永垒,等. 化工新型材料, 2015, 43(3):140-142.
Wang Yonglei, et al. New Chemical Materials, 2015, 43(3):140-142.

- [19] 崔崱,等. 中国安全生产科学技术,2017,13(6):47-52.
Cui Yu, et al. Journal of Safety Science and Technology,2017,13(6):47-52.
- [20] 谭睿婕,等. 中国公共安全:学术版,2014(3):62-64.
Tan Ruiqi, et al. China Public Security:Academic Edition,2014(3):62-64.
- [21] 李明,等. 农业工程学报,2016,32(1):200-205.
Li Ming, et al. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2016,32(1):200-205.
- [22] 苏云辉,等. 施工技术,2017,46(16):40-43.
Su Yunhui, et al. Construction Technology,2017,46(16):40-43.
- [23] 周莹. 河南农业科学,2017,46(3):152-155.
Zhou Ying. Journal of Henan Agricultural Sciences,2017,46(3):152-155.
- [24] 刘素芳,等. 塑料工业,2016,44(12):95-98.
Liu Sufang, et al. China Plastics Industry,2016,44(12):95-98.
- [25] 孙洪伟,等. 塑料科技,2015,43(11):40-44.
Sun Hongwei, et al. Plastics Science and Technology,2015,43(11):40-44.
- [26] 孙铭,等. 建筑节能,2017,45(3):73-76,128.
Sun Ming, et al. Building Energy Efficiency,2017,45(3):73-76,128.
- [27] 张九红,等. 沈阳建筑大学学报:自然科学版,2016,32(5):838-845.
Zhang Jiuhong, et al. Journal of Shenyang Jianzhu University :Natural Science Edition,2016,32(5):838-845.
- [28] 张双喜,等. 青岛理工大学学报,2018,39(6):75-80,121.
Zhang Shuangxi, et al. Journal of Qingdao University of Technology,2018,39(6):75-80,121.
- [29] 孙春荣. 当代化工,2018,47(11):2297-2300.
Sun Chunrong. Contemporary Chemical Industry,2018,47(11):2297-2300.
- [30] 刘向伟,等. 湖南大学学报:自然科学版,2017,44(9):182-187.
Liu Xiangwei, et al. Journal of Hunan University:Natural Science Edition,2017,44(9):182-187.
- [31] 熊燕,等. 合成树脂及塑料,2018,35(3):87-89,95.
Xiong Yan, et al. China Synthetic Resin and Plastic,2018,35(3):87-89,95.
- [32] 吉晔,等. 水利与建筑工程学报,2018,16(5):168-171.
Ji Ye, et al. Journal of Water Resources and Architectural Engineering,2018,16(5):168-171.
- [33] 魏鹏,等. 石河子大学学报:自然科学版,2018,36(3):385-391.
Wei Peng, et al. Journal of Shihezi University:Natural Science Edition,2018,36(3):385-391.
- [34] 刘群昌,等. 水利与建筑工程学报,2018,16(4):1-5.
Liu Qunchang, et al. Journal of Water Resources and Architectural Engineering,2018,16(4):1-5.
- [35] 王海涛,等. 农业工程学报,2018,34(19):276-283.
Wang Haitao, et al. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2018,34(19):276-283.

(上接第142页)

- [16] Wang Tao, et al. Int J Clin Exp Pathol,2015,8(6):6636-6645.
- [17] Straccia M, et al. Marine Drugs,2015,13(5):2890-2908.
- [18] Zhou Qian, et al. Carbohydr Polym,2018,197:292-304.
- [19] Liu He, et al. RSC Advances,2018,8:7533-7549.
- [20] Patil P S, et al. Acta Biomater,2016,36:164-174.
- [21] Zhao Xin, et al. Biomaterials,2017,122:34-47.
- [22] Xia Guixue, et al. J Mater Chem B,2017,5:3172-3185.
- [23] Jung H S, et al. Carbohydrate Polymers,2018,193:205-211.
- [24] Garg H G, et al. Chemistry and biology of hyaluronan[M]. Elsevier:Oxford,2004.
- [25] Dicker K T, et al. Acta Biomaterialia,2014,10(4):1558-1570.
- [26] Wang Chenggui, et al. Theranostics,2019,9(1):65-76.
- [27] Hsu Y Y, et al. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics,2019,135:61-71.
- [28] Lei Hong, et al. J Mater Sci:Mater Med,2018,29.DOI:1007/s10856-018-6158-x.
- [29] Wu Song, et al. J Biomater Appl,2017,31(10):1380-1390.
- [30] Yoon D S, et al. Acta Biomaterialia,2016,38:59-68.
- [31] Lin S P, et al. Cellulose,2017,24(11):4927-4937.
- [32] Najwa M, et al. Drug Deliv Transl Re,2019,9(2):444-452.