



新型相变储能材料在建筑工程中的应用

鞠杰¹, 陈瑞芳², 魏钢³

(¹河南应用技术职业学院, 河南 郑州 450042; ²郑州城市职业学院, 河南 郑州 452370;

³中建六局华北建设有限公司, 北京 100037)

摘要: 相变储能材料是一类利用在某一特定温度下发生物理相态变化以实现能量存储和释放的储能材料, 具有储热密度高、放热速率快、蓄热温度分布均匀等优点。在建筑工程应用中, 它可以有效降低建筑结构中的温度波动, 达到节能减排的目的。为了提高新型相变储能材料在建筑工程中的应用成效, 本文对基于淀粉、纤维素、木质素为载体的新型相变储能材料特性展开研究, 对其在屋顶隔热、墙体保温、玻璃暖房、太阳能光伏发电等领域的应用也进行了分析, 还对其未来的发展方向提出了展望和见解。希望能更好地促进新型相变储能材料与其他建筑节能技术相结合, 进一步提升相变储能材料的应用范围和应用效果。

关键词: 相变储能材料; 节能环保; 淀粉; 纤维素; 木质素; 建筑工程

doi: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2023.0810

中图分类号: TK 01

文献标志码: A

文章编号: 2095-4239 (2023) 12-3883-03

Application of new phase change energy storage materials in building engineering

JU Jie¹, CHEN Ruifang², WEI Gang³

(¹Henan Vocational College of Applied Technology, Zhengzhou 450042, Henan, China; ²Zhengzhou City Vocational College, Zhengzhou 452370, Henan, China; ³North China Construction Co., Ltd., China Construction Sixth Bureau, Beijing 100037, China)

Abstract: Phase change energy storage materials is a type of energy storage materials that utilize physical phase changes at a specific temperature to achieve energy storage and release. They have the advantages of high heat storage density, fast heat release rate, and uniform distribution of heat storage temperature. In the application of building engineering, it can effectively reduce temperature fluctuations in building structures and achieve the goal of energy conservation and emission reduction. However, there is still a long way to go in the research of its specific application effects. In order to improve the application effectiveness of new phase change energy storage materials in construction engineering, the article conducts research on the characteristics of new phase change energy storage materials based on starch, cellulose, and lignin as carriers. It also analyzes their applications in roof insulation, wall insulation, glass greenhouses, solar photovoltaic power generation, and other fields. It also puts forward prospects and insights for its future development direction. I hope to better

收稿日期: 2023-11-11; 修改稿日期: 2023-11-18。

基金项目: 河南应用技术职业学院“首席技师”资助项目(2022-SXJS-JZ03)。

第一作者及通信联系人: 鞠杰(1985—), 女, 硕士, 讲师, 研究方向为建筑工程, E-mail: 1809532748@qq.com。

引用本文: 鞠杰, 陈瑞芳, 魏钢. 新型相变储能材料在建筑工程中的应用[J]. 储能科学与技术, 2023, 12(12): 3883-3885.

Citation: JU Jie, CHEN Ruifang, WEI Gang. Application of new phase change energy storage materials in building engineering[J]. Energy Storage Science and Technology, 2023, 12(12): 3883-3885.

promote the integration of new phase change energy storage materials with other building energy-saving technologies, and further enhance the application scope and effectiveness of phase change energy storage materials.

Keywords: phase change energy storage materials; energy conservation and environmental protection; starch; cellulose; lignin; construction engineering

相变储能技术是一种将能量在微观尺度下转变成可存储的、可调节的热能,然后利用热储存技术将其释放出来的技术,相变储能技术依靠相变储能材料来实现。相变储能材料主要分为两类:一类是以石蜡、脂肪、石蜡混合物为载体的传统相变储能材料,另一类是以淀粉、纤维素、木质素等为载体的新型相变储能材料。传统相变储能材料具有较高的潜热,可以在短时间内释放大量能量,但是其过冷和相分离问题限制了其在建筑工程中的应用。因此,对新型相变储能材料在建筑工程中的应用进行总结和分析具有重要的意义。

1 新型相变储能材料特性

目前,以淀粉、纤维素、木质素等为载体的新型相变储能材料的研究已取得一定进展,已有不少学者通过改变其结构和形貌改善其性能,从而提高相变储能材料在建筑工程中的应用。通过掺杂不同物质改善其性能也是目前研究的热点,如在淀粉中掺杂硅、铝等金属或氧化物以及纳米材料等。

1.1 淀粉

淀粉是一种由碳原子构成的链状高分子化合物,在自然界中广泛存在,具有来源丰富、价格低廉、化学稳定性好等优点。在实际应用中,淀粉颗粒常作为无机或有机相变材料的载体。目前,淀粉作为载体的相变储能材料已有很多研究成果。如任婉婉等^[1]提出了一种利用乳化机理制备淀粉膨胀石墨相变复合材料的方法,以石蜡、膨胀石墨和淀粉为原材料,制备淀粉膨胀石墨相变复合材料,并对其性能进行研究,实验结果表明:石蜡、膨胀石墨和淀粉之间是物理结合,没有新物质生成,但当膨胀石墨掺量为 8.4% 时,相变复合材料的储热性、导热性和稳定性表现最佳。赵亮等^[2]制备了以石蜡为芯材、糊化面粉中的淀粉为壁材的相变微胶囊,掺入到石膏基体中制备成相变石膏建材,并用于建筑工程墙体保温中,应用结果表明该相变石膏建材具有一定的调控温度效果。

1.2 纤维素

纤维素是一种由大量葡萄糖分子组成的淀粉质聚合物,其分子结构是线性的 β -1,4-葡聚糖。纤维素是植物细胞壁的主要成分,具有使细胞保持形态、防止透水和提供支撑性的功能。纤维素是自然界中最丰富的天然高分子聚合物,是一种可再生资源,具有良好的力学性能和化学稳定性,也是一种较理想的相变储能材料。但纤维素结晶度高、表面自由能大,在与其他物质混合后会发生相分离现象,降低相变储能材料的使用寿命和热稳定性。因此,一些学者进行了大量研究以提高纤维素相变储能材料的性能。如潘娜娜等^[3]提出了一种高储能纤维素基 Pickering 相变乳液的制备方法,以胺化木质素改性 TEMPO-纳米纤维素(TEMPO-CNF)作为复合乳化剂,石蜡作为油相和相变剂,制备一种新型的 Pickering 相变乳液,应用于建筑工程中具有高储能、相变过程稳定以及优良剪切变稀等特性。

1.3 木质素

木质素是一种含碳氢化合物,主要由 α -碳和 β -碳两种官能团构成。木质素是植物次生壁的主要成分之一,具有保护和维持细胞的结构完整性、耐腐蚀性、防止蒸发和抵抗寒冷等功能。一些学者也对此进行了研究,如李靖等^[4]对木质素基碳纤维复合材料在储能元件中的应用进展进行了总结。总之,木质素可通过多种途径制备:①木质素酸水解:以浓硫酸作为催化剂,采用酸水解法将木质素转化为可溶于水的产物;②木质素磺化:以浓硫酸作为催化剂,将木质素转化为磺酸基含量高、可溶于水的产物;③木质素改性:采用木质素磺酸盐、丙烯酸树脂等对木质素进行改性,制备出具有较高导热性能和优良化学稳定性的木质素相变材料;④木质素与其他物质混合:将木质素与其他相变材料混合,制成具有良好热性能和储能性能的建筑材料。

2 应用方式

建筑热环境的改善对建筑节能意义重大,而相

变储能材料在建筑工程中的应用可以有效地改善建筑的热环境。目前,相变储能材料已经被应用于屋顶隔热、墙体保温、太阳能光伏发电等建筑领域。

2.1 屋顶隔热

屋顶是建筑物的主要散热途径,其隔热性能对建筑节能有重要影响。隔热材料应具有较高的导热系数。导热系数越大,热传递速度越快,保温效果越好,在长期高温下保持性能稳定,不会发生老化或分解,否则保温性能会下降。如果隔热材料在高温下保持稳定,则在低温时可以吸收或释放热量。相变储能材料作为屋顶隔热层,可以有效地减少室内温度的变化,进而减少空调能耗,实现建筑节能。目前,在建筑工程屋顶隔热中应用较多的相变储能材料是石蜡/脂肪酸类、膨胀珍珠岩和膨胀蛭石3种。石蜡/脂肪酸类相变材料的储热性能较好,同时具有良好的热传导性和较高的蓄放热性能,因此最适合作为建筑屋顶隔热材料。膨胀珍珠岩和膨胀蛭石虽然具有较高的熔点和良好的热传导性,但是其储热性能相对较差。因此,将膨胀珍珠岩和膨胀蛭石作为屋顶隔热层需要经过一些特殊处理。

2.2 墙体保温

相变墙体材料是指以相变材料为储能介质,并将其应用于墙体结构中,用于隔热、蓄热和调节室内温度的一类新型节能墙体材料。相变材料用于墙体保温中,利用相变材料的相变潜热来实现能量的贮存和利用,有助于减少室内空调或地暖的使用量,达到节能减排的效果。与传统的节能墙体材料相比,相变墙体材料具有以下优点:①相变墙体利用相变储能墙体的储热功能,实现对室内温度的控制。相变墙体能吸收和释放热量,减少空调和暖气能耗,可改善建筑热环境,提高建筑舒适性和节能效果。②相变墙体能有效减少建筑物外墙和屋顶的热损失,降低室内温度波动幅度,减少建筑物能耗。③相变墙体能有效提高墙体材料的隔热性能,特别是在夏热冬冷地区,具有较好的保温隔热效果。④相变墙体具有较高的耐久性,能在室外大气环境中长期使用而不变质,从而延长其使用寿命。

2.3 玻璃暖房

玻璃暖房是一种利用玻璃作为围护结构,来达到保温、隔热、调温等目的的玻璃房间。在玻璃上喷洒一层相变储能材料,可对玻璃暖房进行调温。在夏季的时候,玻璃暖房内部的温度会比较高,但

是在冬季时,玻璃暖房内部的温度会比较低,而相变储能材料具有蓄热功能,可使得玻璃暖房内部的温度达到均衡。

2.4 太阳能光伏发电

太阳能光伏发电系统是利用太阳辐射的能量,将太阳能直接转换成电能的系统,可实现对清洁能源的充分利用,具有重要的社会意义和经济效益。将相变储能材料应用于太阳能集热器中,在夏季和冬季利用相变储能材料吸收太阳能并存储下来,从而提高太阳能的利用率。

3 展望

相变储能材料可以通过调节温度来实现对热能的储存和释放,是一种能够在建筑工程中广泛应用的新型节能材料,具有储热密度高、放热速率快、蓄热温度分布均匀等优点,但由于过冷和相分离的问题,限制了其在建筑工程中的应用。因此,在未来的发展方向上,应该从以下几方面进行努力:第一,根据相变储能材料的特点选择合适的相变储能材料;第二,应采用合适的制备方法对新型相变储能材料进行优化,提高其在建筑工程中应用效果;第三,研制出更加高效、稳定、绿色环保的新型相变储能材料;第四,将新型相变储能材料与其他建筑节能技术结合,如太阳能、地热能等,充分发挥其在建筑节能领域中的优势。

参考文献

- [1] 任婉婉,张东.淀粉膨胀石墨相变复合材料的制备及性能研究[J].功能材料,2019,50(3):3207-3214.
REN W W, ZHANG D. Preparation and properties of starch expanded graphite phase change composites[J]. Journal of Functional Materials, 2019, 50(3): 3207-3214.
- [2] 赵亮,王岩,王刚,等.石蜡@糊化面粉相变微胶囊及其在建材中的应用[J].化工进展,2022,41(5):2566-2573.
ZHAO L, WANG Y, WANG G, et al. Application of paraffin@gelatinized flour phase change microcapsule in building materials[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2022, 41(5): 2566-2573.
- [3] 潘娜娜,范春霖,全琦,等.高储能纤维素基Pickering相变乳液的制备及性能[J].林业工程学报,2023,8(5):101-112.
- [4] 李靖,沈聪浩,郭大亮,等.木质素基碳纤维复合材料在储能元件中的应用研究进展[J].化工学报,2023,74(6):2322-2334.
LI J, SHEN C H, GUO D L, et al. Research progress in the application of lignin-based carbon fiber composite materials in energy storage components[J]. CIESC Journal, 2023, 74(6): 2322-2334.