



海上物流中相变储能材料的制备与热物性能分析

裴雯

(洛阳科技职业学院电子商务学院, 河南 洛阳 471000)

摘要: 相变储能材料具有较强的热存储与释放能力, 在海上物流运输中, 扮演着极为重要的角色。为保障海上物流项目的顺利开展, 针对相变储能材料的制备与热物性能展开研究。从潜热存储、热化学储能、显热存储三种不同的储能形式着手, 分析相变储能材料的具体制备方法, 并在此基础上, 细化研究相变储能材料的热物性能, 并对其在海上物流中的应用进行探讨。

关键词: 海上物流; 相变储能材料; 热物性能; 热存储; 热释放

doi: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2024.0126

中图分类号: O622.5

文献标志码: A

文章编号: 2095-4239 (2024) 03-844-03

Preparation and thermal properties analysis of phase change energy storage materials in marine logistics

PEI Wen

(Electronic Commerce College of Luoyang Vocational College of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan, China)

Abstract: Phase change energy storage materials have strong thermal storage and release capabilities and play an extremely important role in maritime logistics transportation. To ensure the smooth development of maritime logistics projects, research is conducted on the preparation and thermal properties of phase change energy storage materials. Starting from three different forms of energy storage, namely latent heat storage, thermochemical energy storage, and sensible heat storage, this paper analyzes the specific preparation methods of phase change energy storage materials, and based on this, further studies the thermal properties of phase change energy storage materials, and explores their application in maritime logistics.

Keywords: maritime logistics; phase change energy storage materials; thermal properties; hot storage; heat release

收稿日期: 2024-02-19; 修改稿日期: 2024-03-01。

作者简介: 裴雯 (1984—), 女, 硕士, 讲师, 从事设计艺术学、数字设计以及营销学研究, E-mail: peiprincess@126.com。

引用本文: 裴雯. 海上物流中相变储能材料的制备与热物性能分析[J]. 储能科学与技术, 2024, 13(3): 844-846.

Citation: PEI Wen. Preparation and thermal properties analysis of phase change energy storage materials in marine logistics[J]. Energy Storage Science and Technology, 2024, 13(3): 844-846.

相变储能材料作为一种能够在特定温度范围内吸收和释放大 量潜热的材料，为控制海况环境对货物运输造成的影响提供了新的思路。相变储能材料能够在环境温度升高时吸收热量，并在环境温度降低时释放热量，从而维持周围环境的相对恒温。在海上物流中，利用相变储能材料的这一特性，可以有效地减少货物在运输过程中因环境温度变化而产生的质量损失。不同的制备方法和工艺参数对相变储能材料的热物性能有着重要影响^[1]。因此，系统

地研究相变储能材料的制备工艺，以及制备过程中材料组分、微观结构和热物性能之间的内在联系，对于优化相变储能材料的性能，提高其在实际应用中的效果具有重要意义。

1 相变储能材料的制备方法

目前，制备相变储能材料主要参考热储能技术方法，通常分为潜热存储、热化学储能、显热存储三种方式，具体分类标准如表 1 所示。

表 1 相变储能材料制备方法分类			
Table 1 Classification of preparation methods for phase change energy storage materials			
分类	储能物质	储能原理	特点
潜热存储	相变材料	系统部件直接利用相变材料释放出的热量	热稳定性高、相变温度范围宽、潜热能力强
热化学储能	储能材料表面所发生的可逆化学反应	相变材料吸收或释放热量的过程能够长时间持续	能量吸收或释放量较大
显热存储	具有蓄热能量的相变材料	能量的存储或释放只表现在材料内部	储能过程中外界温度不发生明显变化

海上物流运输中，当温度达到一定数值标准后，相变储能材料可以发生物相变化，通过熔化、凝固、结晶等过程吸收或释放大量的热量，然而材料自身稳定性不会发生显著变化，这也是相变材料具有优异储能特性的主要原因。

制备过程中，相变材料的储能流程主要包括充电和放电两个过程，详细流程见图 1。

此外，相变储能材料还可以通过光化学分子异构实现光能到化学能的转化，从而实现光化学储能。这种储能方式涉及到相变材料的异构化储能反应，可以在光能的作用下实现从 trans 态到 cis 态的转化，从而实现光化学储能。

2 相变储能材料的热物性能研究

相变储能材料的热物性是其能够作为储能材料的重要特性，主要包括相变温度、相变潜热、热导率、比热容、膨胀系数等。这些性能参数直接影响材料的储能密度、吸放热速率、温度稳定性等方面。

其中，相变温度是指相变材料发生相变的温度点，是相变储能材料应用的关键参数之一。相变潜热是指材料在相变过程中吸收或释放的热量，是衡量相变储能材料储能密度的关键参数^[3]。热导率是指材料导热的能力，对于相变储能材料的散热和温度稳定性有重要影响。比热容是指材料吸收热量的能力，对于相变储能材料的储能密度和吸放热速率有直接影响。膨胀系数是指材料在受热或冷却时体积变化的程度，对于相变储能材料的稳定性和可靠性有重要影响。

对于上述热物性能参数的计算参考如下表达式：

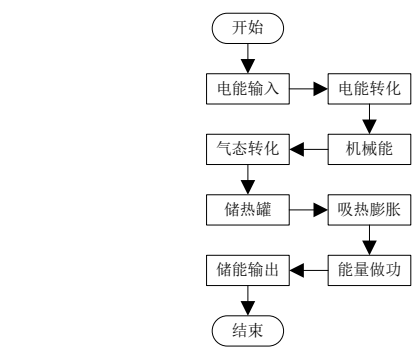


图 1 相变材料储能流程图
Fig. 1 Energy storage process diagram of phase change materials

在充电过程中，电能通过电力驱动压缩机转化为机械能，将液态工质压缩成高温气态工质。气态工质进入到下方的储热罐中，向固态的相变材料放热，相变材料吸热变为液体^[2]。这个过程实现了能量的储存。在放电过程中，被加压后的液态工质流经下方的储热罐，吸热蒸发膨胀，进入涡轮机中做功，实现发电。这个过程实现了能量的释放。

$$\left\{ \begin{array}{l} T = (T_1 - T_0) / \beta L \\ Q = \frac{1}{\chi^2} \sqrt{\rho |\Delta W|} \\ \eta = \frac{v_a}{v_s} \times 100\% \\ E = \tilde{k} \times |\Delta M| \\ x = \sqrt{\phi \frac{N' - N_0}{\sum_{i=1}^{\infty} t}} \end{array} \right. \quad (1)$$

式中, T 为相变温度, T_0 为初始温度值, T_1 为相变反应后的温度值, L 为相变材料的储能向量, β 为储能材料的相变反应参数, Q 为相变潜热, ΔW 为单位储热或放热量, ρ 为相变材料的储能密度, χ 为热量反应系数, η 为热导率, α 为散热值, v_a 为相变储能材料散热速率, δ 为储热值, v_s 为相变储能材料储热速率, E 为比热容, ΔM 为参与储能反应的相变材料质量, \tilde{k} 为相变储能材料的吸热特征, x 为膨胀系数, N_0 为相变材料初始体积, N' 为储能后的相变材料体积, ϕ 为受热或冷却变化向量, t 为储能时长, i 为储能过程中的相变反应系数。

在海上物流运输中, 需要综合考虑相变储能材料的各种热物性指标, 选择适合具体需求的材料。同时, 还需要对材料的制备工艺、成本、环保性等方面进行考虑, 以保证相变储能材料在实际应用中的可行性和经济效益。

3 相变储能材料在海上物流中的应用

相变储能材料在海上物流中具有多种应用形式, 主要涉及能源储存以及温度的管理。

(1) 能源储存。因其物化性质的特殊性, 相变储能材料能够储存大量的能量, 并在需要时缓慢释放。这种特性使它们可以用作可再生能源的储存介质, 例如太阳能、风能等。在海上物流中, 这些储存的能量可以在夜间或风力较弱的时候用于各种设备, 如照明、通信及导航系统。

(2) 温度管理。单位时间内, 相变储能材料能够吸收和释放大量的热量, 因此可以作为温度调节系统的一部分。在海上物流中, 这种特性可以用于保持货物的温度, 确保食物和其他需要冷藏或冷冻的物品在运输过程中能够长期维持新鲜状态。

(3) 优化船舶能源效率。一些新型的船舶设计使用相变储能材料作为推进系统的一部分。通过存

储和释放能量, 这些材料能够源源不断地提供动力, 也就减少了海上物流对传统燃料的依赖^[4]。此外, 相变储能材料也可以用于提高船舶的能源效率。例如, 可以用作船舶热管理系统的一部分, 通过调节船舶内部的温湿度水平, 以减少能源消耗量。

4 结论与展望

本文探讨了相变储能材料在海上物流中的重要性和应用潜力, 明确了其在保持货物恒温运输中的关键作用。通过合理的制备工艺, 可以获得具有优异热物性能的相变储能材料。这些材料能够在特定的温度范围内有效地吸收和释放热量, 从而为海上物流提供稳定的恒温环境。此外, 研究还发现材料的热物性能与其组分、微观结构等因素密切相关, 这为进一步优化相变储能材料的性能提供了明确的方向。

在未来的研究中, 可以继续关注相变储能材料在海上物流中的应用, 探索其在极端环境下的性能表现。与此同时, 还应该致力于开发新型的相变储能材料, 以适应不断发展的海上物流需求。相信随着相变储能材料的不断进步和完善, 其在海上物流领域的应用将更加广泛和深入。

参考文献

- [1] 李妍, 郭彦峰, 付俊, 等. 冷链物流中二元有机相变储能材料的制备与热物性能[J]. 复合材料学报, 2022, 39(6): 2679-2689.
LI Y, GUO Y F, FU J, et al. Preparation and thermophysical performance of organic phase change energy storage materials in cold chain transportation[J]. Acta Materiae Compositae Sinica, 2022, 39(6): 2679-2689.
- [2] 张超, 贾长杰, 何文俊, 等. 基于共享聚合相变储能系统的区域联合削峰填谷策略[J]. 电力科学与技术学报, 2022, 37(5): 25-34.
ZHANG C, JIA C J, HE W J, et al. Regional-joint peak-load shifting strategy based on the aggregated systems of sharing phase change material energy storage[J]. Journal of Electric Power Science and Technology, 2022, 37(5): 25-34.
- [3] 王刚, 庞仕承, 姜铁骝. 环形翅片对用于太阳能光热电站的相变储热罐蓄热性能的影响[J]. 热力发电, 2023, 52(2): 39-45.
WANG G, PANG S C, JIANG T L. Effect of annular heat transfer fin on charging performance of heat storage tank using phase change material for solar thermal power plants[J]. Thermal Power Generation, 2023, 52(2): 39-45.
- [4] 纪慧超, 王海鑫, 杨俊友, 等. 基于分布式固体电储热能量转移的电热联合系统优化调度策略[J]. 电机与控制学报, 2022, 26(12): 48-62.