

# 相变储能材料在新能源领域的应用

周文凯, 王赛羽

(西藏大学, 西藏拉萨 850000)

**摘要:** 为了使相变储能材料在新能源领域中得到更广泛的应用, 我们需要更高效地储存和利用新能源, 以缓解不可再生资源逐渐枯竭和环境污染问题。深入探讨了相变储能材料的特点和意义, 分析了其分类依据, 并详细介绍了相变储能材料在太阳能热利用系统、燃料电池系统、电力系统等领域的应用。同时, 我们对相变储能材料的发展进行了展望, 并建议我国加大对其研究开发的力度, 积极制定相关应用计划, 以推动我国新能源储存技术的发展。这不仅能促进新能源领域的发展, 还能为我国的可持续发展做出重要贡献。

**关键词:** 新能源; 相变储能材料; 储能技术; 相变过程

**中图分类号:** TB34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6490 (2024) 02-0091-03

## Phase-Change Energy Storage Material' Application in the Field of New Energy

ZHOU Wenkai, WANG Saiyu

**Abstract:** To promote the wider utilization of phase-change energy storage materials in the new energy sector, it is necessary to enhance the efficiency of storing and utilizing new energy. This will alleviate the gradual depletion of non-renewable resources and environmental pollution. This paper discusses the characteristics and significance of phase-change energy storage materials, analyzes the basis for their classification, and provides a detailed introduction to the application of these materials in various fields such as solar thermal utilization system, fuel cell system, and power system. Furthermore, we anticipate the future development of phase-change energy storage materials and recommend that China should increase research and development efforts, actively formulate relevant application plans, and foster the advancement of new energy storage technology in the country. These initiatives will not only propel the growth of the new energy industry but also facilitate the sustainable development of our nation.

**Keywords:** new energy; phase change energy storage materials; energy storage technology; phase transition process

随着全球能源需求的逐渐增长, 资源的日渐匮乏, 环境的日益污染, 新能源的开发和利用逐渐成为了全球性问题<sup>[1]</sup>。然而, 新能源具有随机性、不稳定性等特点, 需要高效地储存和利用技术。其中, 相变储能材料 (PCM) 作为一种重要的储能介质, 因其高效、环保、可逆的特性, 在新能源领域具有广泛的应用前景。相变储能材料是一种能够在温度变化时发生相变, 从而吸收或释放能量的材料。这种材料的特性使得它在新能源领域具有重要的作用。首先, 相变储能材料可以有效地储存和释放太阳能, 提高太阳能利用效率; 其次, 相变储能材料也可以用于储存和释放风能, 提高风力发电的稳定性; 此外, 相变储能材料还可以用于储存和释放海洋能, 如潮汐能等。为新能源的储存和利用提供了新的可能性。

### 1 相变储能材料

#### 1.1 相变储能材料基本概念

相变储能材料 (PCM) 是指能够在外界条件变化时发生相变的材料; 例如温度和压强的变化会使其发生相变。它的基本原理是利用材料的物态变化吸收或

释放能量。在热量的吸收和释放过程中, 相变储能材料开始对热能进行储存和释放。当材料在吸收热量时, 温度升高, 状态由固态变为液态<sup>[2]</sup>; 而当材料释放热量时, 温度降低, 状态由液态变为固态<sup>[3]</sup>。

#### 1.2 相变储能材料特点

##### 1.2.1 高效储能

相变储能材料能够在不消耗其他能源的情况下, 将储存的能量用于需要的地方, 同时能够利用自身的相变特性, 将热能高效地储存和释放, 避免了传统电池等储能技术中的能量损失。

##### 1.2.2 可逆性

相变储能材料的储能过程是可逆的, 可以多次循环使用, 寿命长, 并且可以在反复使用中保持其性能, 无需频繁更换, 并且易于维护。

##### 1.2.3 环保性

相变储能材料能够在较小的体积和质量下吸收或释放大量的能量, 并且能够在较短的时间内完成相变过程, 同时在相变过程中不会产生有害物质, 对环境友好。

##### 1.2.4 温度调节

相变储能材料可以作为建筑物的调温材料, 通过吸收和释放热量, 较容易地调节室内温度。

收稿日期: 2023-11-14

作者简介: 周文凯 (2001—), 男, 甘肃康县人, 本科在读, 主要研究方向为材料物理。

### 1.3 相变储能材料分类

相变储能材料(PCM)作为一种重要的储能介质,它具有高效、环保、可逆的特性,在新能源领域具有广泛的应用前景,为新能源的储存和利用提供了新的可能性。近年来,相变储能材料种类繁多,分类依据也有许多。见图1,相变储能材料可以按材料性能、相变形式、相变温度为分类依据对其分类。

#### 1.3.1 按材料性能划分

相变储能材料在以材料性能为依据分类时,可分为无机类相变储能材料,目前使用较广泛的材料;有机类相变储能材料,目前性能较稳定的材料;复合类相变储能材料,目前集优点于一身的材料和金属基相变储能材料<sup>[4]</sup>。

无机类相变储能材料导热率高、熔化潜热高,但有“过冷”和“相分离”的状况<sup>[5]</sup>;结晶水合盐、熔融盐是目前最具有代表性的两大类无机相变储能材料。

有机类相变材料的性能较稳定、导热率偏低、也没有“过冷”和“相分离”的情况;主要有石蜡、脂肪酸等。

单一相变储能材料存在很多不足,目前出现了复合相变储能材料,它集齐了其他相变储能材料的优点,摒弃了缺点<sup>[6]</sup>。

对于金属基相变储能材料,它的不足在于极易被氧化和被腐蚀;但它的优点是具有较大的导热系数、较大的储热量及较小的相变体积;主要有金属基复合材料和镁基合金相变材料等。

#### 1.3.2 按相变形式划分

相变储能材料在以相变形式为依据分类时,可分为固-固相变储能材料<sup>[7]</sup>,目前广泛利用的储能材料;固-液相变储能材料,目前可循环多次使用的材料;固-气相变储能材料和液-气相变储能材料。

固-固相变储能材料首先具有较高的能量密度,可以储存大量的能量;其次固-固相变储能材料在储能和释放能量过程中的能量转换效率较高,能够高效地将储存的能量释放出来;再次,固-固相变储能材料通常具有较长的寿命,能够循环多次使用而不出现明显的衰减;最后相比于其他储能材料,固-固相变储能材料通常具有较高的安全性,不易发生火灾或爆炸等危险。但是固-固相变储能材料通常比较重,因为它们需要更多的物质来储存相变所需的能量;相变材料的体积往往较大,这可能对其在某些应用中的可行性造成限制;变温范围也有限,不同的相变材料具有不同的相变温度范围,这可能限制了其在宽温度范围内的应用;最后随着循环使用次数的增加,固-固相变储能材料需要周期性更换或修复,耗资巨大;主要有多元醇、高分子材料等。

固-液相变储能材料首先具有较高的能量密度,可以储存大量的能量<sup>[8]</sup>;其次,相变温度和释放温度可以通过调整固体和液体的组成进行控制,便于实现

灵活的能量储存和释放;再次,当储能材料接触到液体时,相变过程通常很快,从而可以实现快速的能量储存和释放;最后,固-液相变储能材料通常具有较高的循环寿命,能够循环多次使用而不出现明显的衰减。但是固-液相变储能材料需要与特定的液体接触才能发生相变,所以其储能和释放过程受到液体的影响。这可能会对材料的稳定性和使用环境提出一定的要求;固-液相变储能材料通常需要与液体接触,因此需要使用特定的容器进行储存和释放。这可能会增加系统的复杂性和成本;固-液相变储能材料的相变温度通常是固定的,可能会限制它们在不同温度范围内的应用;最后,如果相变材料涉及到液体的蒸发,可能会导致能量的损失和材料的衰减;主要有盐类、金属合金、脂肪烃等。

#### 1.3.3 按相变温度划分

相变储能材料在以相变温度为依据分类时,可分为220℃以内的低温相变储能材料、220℃-420℃之间的中温相变储能材料和420℃以上的高温相变储能材料。

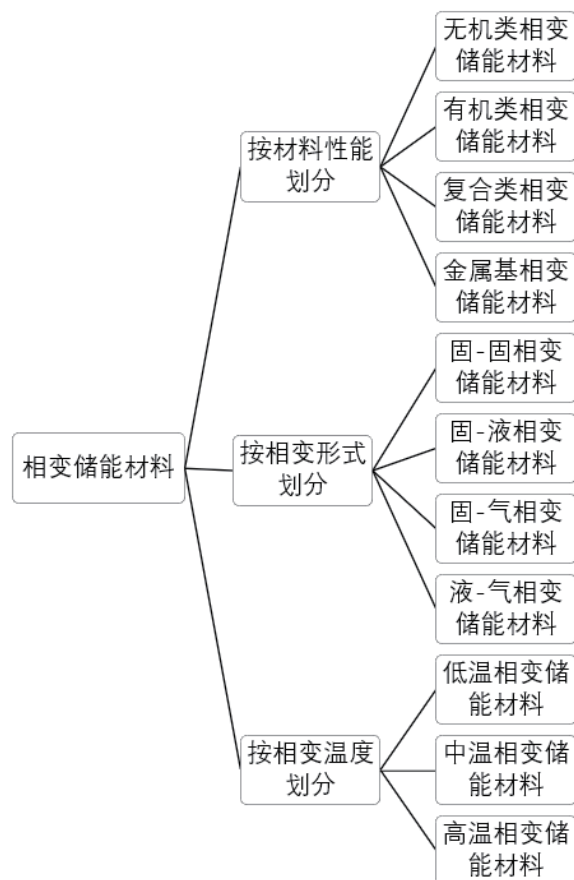


图1 相变储能材料的分类

### 1.4 相变储能材料意义

随着新能源技术的不断发展,太阳能、风能等可再生能源的利用越来越广泛<sup>[9]</sup>。然而,这些新能源具有不稳定性,如太阳辐射强度、风力强弱等。为了提高新能源的利用率和稳定性,储能技术成为了一个重要的研究方向。相变储能材料作为一种高效、环保的

储能介质，具有重要的应用价值，在新能源领域具有广泛的应用前景，为新能源的储存和利用提供了新的可能性。

2 应用

2.1 能量储存和回收

相变储能材料可以用作能量储存和回收装置。在新能源系统中，如太阳能、风能等不稳定能源的产生过剩时，可以利用相变储能材料吸收多余的能量，并在能源需求高峰时释放出来，提供稳定的能源输出，以实现能量的高效利用。

2.1.1 太阳能热利用

相变储能材料可以用于太阳能热利用系统中。当太阳能光伏板吸收到太阳能后，相变储能材料可以将多余的热量吸收并转化为潜热能，实现能量的储存和利用。这样，在无法直接获取太阳能时，储存的能量可以作为备用能源供应给家庭或工业用途。具体系统结构见图2。

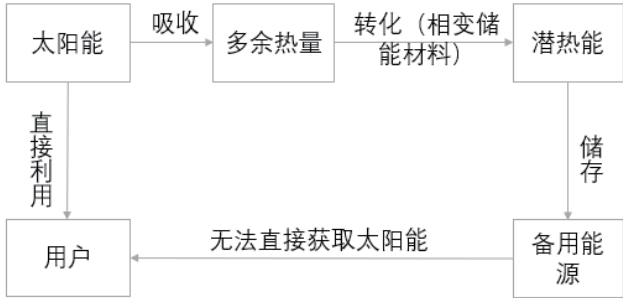


图2 太阳能热系统结构图

2.1.2 风能储存

相变储能材料在风能储存方面也得到了广泛应用。例如，相变材料可以储存风力发电产生的多余能量，并在需要时释放，从而优化电网运行。

2.2 燃料电池系统

相变储能材料可用于燃料电池系统中，帮助稳定燃料电池的工作温度并提高其效率。通过利用相变过程中释放或吸收的热量来控制燃料电池的温度，保持在最佳工作温度范围内，提高燃料电池的输出功率和寿命。同时，可用于提高电动汽车的续航能力，将相变材料集成到电池组中，通过相变过程吸收和释放能量，从而提高电池的储能密度和效率，因此，相变储能材料在电动汽车行业也备受重视。就拿国内燃料电池汽车销量来看，正处在蓬勃发展状态。见表1。

表1 中国燃料电池汽车销量数据

年份	2018	2019	2020	2021	2022
销量 / 辆	1527	2737	1182	1586	3789

2.3 电力系统调峰填谷

相变储能材料可以应用于电力系统中的调峰填谷技术。在强电负荷需求较高时，相变储能材料可以以低峰谷电价时段吸收电网过剩的电能量，将其转化为相变潜热储存起来。当电力需求增加时，可以释放储存的潜热能量，供应给电网，平衡电力供需差异。

2.4 LED灯光节能

相变储能材料可以应用于LED灯光系统中，通过吸收并转换过多的热量来降低发光二极管(LED)的工作温度，减少能源的浪费和发热带来的温室气体排放。

3 总结与展望

总的来说，相变储能材料(PCM)在新能源领域的应用具有广泛的前景和重要的意义。作为一种高效、环保、可逆的储能介质，相变储能材料能够提高新能源的利用效率和稳定性，对推动全球能源结构的转变具有重要的作用。未来，随着相变储能材料技术的不断发展和完善，其应用领域也将不断扩大，同时，相变储能材料的研究和应用将朝着更高效、更环保、智能化的方向发展。随着相变储能材料在新能源的储存和利用中越来越受到世界各国的重视，建议我国加大对相变储能材料方面的研究开发，积极制定相变储能材料在新能源领域的应用计划，使我国新能源储存技术得到快速发展。

参考文献

[1] 崔志鹏. 二氧化锡基金属氧化物微纳结构的可控制备、电化学性能和气敏性能研究 [D]. 青岛: 青岛大学, 2020.

[2] 王文楷, 董震, 赖艳华, 等. 相变储能材料的研究与应用进展 [J]. 制冷与空调 (四川), 2020, 34(1): 91-103.

[3] 张征标, 许日鹏, 王双成, 等. 石墨烯改性腈纶调温纤维的制备及性能表征 [J]. 合成纤维, 2018, 47(6): 10-13.

[4] 黄港, 邱玮, 黄伟颖, 等. 相变储能材料的研究与发展 [J]. 材料科学与工艺, 2022, 30(3): 80-96.

[5] 陈颖, 姜庆辉, 辛集武, 等. 相变储能材料及其应用研究进展 [J]. 材料工程, 2019, 47(7): 1-10.

[6] 马晓光, 张晓林, 李俊升, 等. 相变材料的复合及其热性能研究 [J]. 材料科学与工艺, 2008, 16(5): 720-723.

[7] 李晓辉. 相变储能材料的研究进展 [J]. 河北省科学院学报, 2012, 29(2): 58-62.

[8] 李文君. 聚苯胺包覆电纺纳米碳纤维的制备及其超级电容性能 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.

[9] 薛小代, 梅生伟, 林其友, 等. 面向能源互联网的非补燃压缩空气储能及应用前景初探 [J]. 电网技术, 2016, 40(1): 164-171.