

日光节能温室相变墙体材料应用的前景分析

李 南 南

(黑龙江省农业科学院 园艺分院, 黑龙江 哈尔滨 150069)

摘 要: 面对资源的枯竭以及日益恶化的环境, 提高能源使用效率和开发再生能源成为全球性研究方向。设施园艺在我国农业发展进程中占据着重要地位, 发展前景非常广阔, 同时也是国家农业发展水平的标志。该文从日光温室墙体改革方向阐述了相变材料的应用前景, 并提出了进一步研究的方向。

关键词: 设施园艺; 相变材料; 应用前景

中图分类号: S 625.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2011)16-0077-02

20 世纪 70 年代初期, 在世界范围内爆发了能源危机, 当时西方发达国家正处于高速发展时期, 其国内各个领域都遭受到了巨大冲击, 但危机的爆发也促进了社会和工程界对新型储能材料和建筑节能技术的重视。相变材料以其自身特性, 引发了各国科学家的探讨, 从而使其理论和应用研究得到了长足的发展。目前, 相变材料在建筑领域的应用已经成为其最重要的利用途径之一, 可以相信, 在今后相当长的时间里, 相变储能材料在环境材料和建筑节能等领域都将扮演极其重要的角色。

1 我国日光温室的发展概况

近年来, 设施园艺的快速发展解决了我国北方地区冬季新鲜蔬菜供应的难题, 目前冬季蔬菜 90% 以上都由设施园艺生产, 极大地丰富了人民生活。在我国各种园艺设施形式中, 日光温室由于设备简单、造价低、生产效益高, 在我国北方地区得到了广泛的应用。

以我国北方高纬度地区为例, 日光温室在使用过程中普遍存在夏季的通风降温困难和冬季能耗大等问题。相关数据显示, 我国温室全年用于加温和降温的能耗占总运行成本的 1/2, 能源消耗过大成为了温室进一步发展的瓶颈。日光温室的能源消耗, 是影响温室生产效益的直接因素, 而提高温室的保温性能, 则直接影响着温室的能耗。一般情况下是通过加大采光面积和采取合理的角度, 来获得最大的太阳辐射热能; 夜间采用活动保温被覆盖, 加强温室的保温。而节能温室由于受采光面的限制, 前屋面可改变的空间较小, 因而对于日光温室的保温设计, 在加强温室前屋面保温设计的基础上, 加强和改进围护结构的保温性能至关重要。

日光温室是充分利用太阳能的节能型建筑, 墙体对温室热环境有直接的影响。不仅要让墙体具有承重和隔热的功能, 还要具有良好的保温性能和储热功能, 白天要大量的蓄热, 夜间要源源不断地向室内放热。因此, 需要对日光温室围护墙体的保温蓄热性能、结构形式和材料特性进行研究, 寻找性能优越的墙体材料和墙体组合形式, 提高温室保温蓄热效果, 减少冬季加温和夏季降温的损耗, 进而提高生产效益。

2 相变材料的应用原理

相变材料是指随温度变化而改变形态并能提供潜热的物质。相变材料由固态变为液态或由液态变为固态的过程称为相变过程。相变材料以相变过程中吸收或释放大量的潜热, 而自身温度变化幅度很小的特性来储热的^[1]。

如何充分利用相变材料的相变潜热, 使现有能源的使用效率提高和更好地开发可再生能源, 一直是国内外材料科学领域和能源学领域中的一个前瞻研究^[2]。相变材料的特性就是在一定温度范围内, 其物理状态会发生改变。当相变材料所处环境温度低于其冷凝温度时, 相变材料会从液态变为固态, 并将其储存的热量散发到周围环境中; 当环境温度达到其熔点温度时, 相变材料会从固体转变为液体, 同时相变材料会吸收并储存大量的热量。在 2 种状态交互变化的过程中, 相变材料虽然本身吸收和释放的热量很大, 但是其自身的温度变化确很小, 从而产生一个较宽的温度平台。

以最普通的相变材料—水为例, 当冰融化为水时, 吸收的热量约为 335 J/g; 当水继续加热, 每升高 1℃, 其所吸收的热量约为 4 J/g, 由此可见, 当水由固体变为液体时所吸收的热量比其在液体状态下吸收的热量高 80 多倍。

日光温室冬季生产在阳光充足的条件下, 白天温室内部的温度通常高于作物的生长温度, 需要采取通风的办法来降低温室内的温度与湿度; 夜间如果不加温, 又低于作物的生长温度。这样的做法即浪费能源

作者简介: 李南南(1983-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 在读硕士, 研究实习生, 现主要从事设施园艺新型建筑材料研究工作。E-mail: ln163@163.com。

收稿日期: 2011-04-26

又对温室内二氧化碳施肥的效果产生影响。如果采用相变材料就可以利用其特性,日间吸收大量的太阳辐射热,夜间再释放出来,使得温室内作物始终处于一个较适宜的温度、湿度条件下,减少温室的温差,有利于作物的生长。

开展相变储能理论及其在设施园艺中的应用研究不仅能节约能源、减少环境污染而且具有很高的学术价值,对于保护环境、提高温室生产效率,有重大现实意义^[3]。

3 墙体相变材料的选择

相变材料根据其不同的物理性质改变可分为4类:固体转液体类、固体转固体类、固体转气体类及液体转气体类相变材料。其中固体转气体类和液体转气体类相变材料在物理性质变化的过程中会产生大量气体,相变材料自身体积变化较大,而且不易于控制,不宜在温室建设中使用;固-固类相变材料多为多元醇类或矿类等,多元醇类易挥发,使用时需要密封条件;矿类产生相变时需要温度较高,这种材料更适用高温范围内的控温。所以,目前固体转液体类相变材料在日光温室能源利用的研究中应用较多。同时,应用于温室的相变材料应具有以下几种特点:相变过程可控性、可逆性好,体积变化较小,无过冷或者过热现象;相变潜热高,能储存和释放较多的热量;导热系数大,比热大;相变材料应无毒、无害,不影响周边环境,成本低廉,易于制造。

在国外,已有用十水硫酸钠、十水碳酸钠、三水醋酸钠作相变材料,用硼砂作过冷抑制剂,用交联聚丙烯酸钠作防相分离剂,可制成相变温度为20℃用于日光温室的保温蓄热材料^[4]。日本学者Kurklu制备了2种溶解温度不同的十水硫酸钠复合相变材料,一种溶解温度为22~25℃,另一种约为8℃。前者用以吸收夏季高温时的太阳辐射热,降低温室内气温;后者用以防止冬季过冷时室内结冰,从而使复合相变材料兼备储热和除湿双重效果,对改善温室生产环境有着重大意义^[5]。

4 相变材料应用的制约因素

自然界中存在着多种相变材料,到目前为止,被人

们了解的天然或者合成的相变材料就有500多种,这其中只有一小部分可以在温室建筑中使用,而且在使用过程中,还要几种相变材料配合使用,才能达到预期效果。例如十水硫酸钠($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)等结晶水合盐类材料,其物理特性是具有较高的熔点,导热系数较大。但是通常也存在着问题:一是过冷现象,即晶体的温度到达冷凝点时并不结晶,而是需要进一步降温才开始结晶,同时结晶后,晶体的温度马上回升至冷凝点,使相变材料不能及时产生相变;二是通过吸热晶体产生相分离,变为无机盐和水时,有些盐类不溶于结晶水,而是沉淀在容器底部,从而形成多层物质,造成相变材料储能下降。只有通过几种相变材料的优缺点互补,才能达到改善温室环境的目的。

5 相变材料的应用前景

我国在将相变储热技术应用于温室建筑方面的研究处于起步阶段,当前的主要研究内容是多种相变材料在不同纬度地区的日光温室内应用的适用条件;开发新型物理性能稳定、性价比较高的适宜温室应用的相变材料;研究相变材料与温室建筑材料混合后的相容性以及有利于温室建筑应用的特性等方向。理想的相变材料应该能有效改变相变储热材料以单一的形式存在的缺点,并且使相变材料的应用效果向着研究需要的方向发展。这种材料在物理性质分类中应该属于固-液型相变材料,在发生相变前后均能保持自身的形态,能直接接触热媒,在很大程度上提高换热效率,应用前景十分广阔。

参考文献

- [1] 孙心心,邹志荣,王宏丽,等.新型复合相变墙日光温室性能实测分析[J].农机化研究,2010(3):168-170.
- [2] 王宇欣,崔秋娜,苏星,等.相变储能材料在设施园艺中的应用前景探讨[J].农业工程技术,2006(3):18-19.
- [3] 王宏丽,邹志荣,陈红武.温室中应用相变储热技术研究进展[J].农业工程学报,2008,24(6):304-307.
- [4] 陈爱英,汪学英,曹学增.相变储能材料的研究进展与应用[J].材料导报,2003,17(5):42-72.
- [5] Kurklu A. Energy storage applications in greenhouse by means of phase change materials: a review [J]. Renewable Energy, 1998, 13(1): 89-103.

Prospect Analysis on Application of Phase Change Wall Materials in Solar Greenhouse

LI Nan-nan

(Horticulture Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150069)

Abstract: Because of the depletion of resources and deteriorating environment, energy efficiency and renewable energy become a global research. Facilities horticulture occupies an important position in the process of agricultural development in China. It will be widely used in the future. Meanwhile, it stands for the level of the national agricultural development. By discussing the direction of the greenhouse wall's reform, this paper described the prospects for the application of phase change materials and directions for its further research.

Key words: facilities horticulture; phase change material; prospect