

热管与相变材料相结合的锂电池热管理研究

江智元¹, 王琼¹

¹西安交通大学

Abstract

引言

采用相变材料的汽车电池热管理技术已经被广泛研究，利用相变材料的相变潜热对电池进行温控，能有效降低电池高倍率工作条件下的电池温升，提高温度均匀性[1,2]。热管作为一种高导热，紧凑型，形式灵活的换热器件，也被用于电池热管理之中[3,4]。本文针对相变材料与热管相结合的换热结构，对该结构的换热特点，以及对影响该结构换热效果的相关参数进行了数值模拟研究。

COMSOL MULTIPHYSICS® 的使用

利用COMSOL Multiphysics中的电化学模块和传热模块，建立了二维的电池-热管-相变材料"三明治"结构(图1)。电池部分采用了热-电化学耦合的电池产热模型，热管采用了三层结构的烧结热管模型。

结果

对于耦合换热模块而言，热管冷端的散热情况和相变材料的厚度对模块的换热效果影响较大。如图2所示，电池的温度随着热管冷端换热系数的提高而下降，温度下降并非线性，在换热系数较小的区域，温度下降更快。与此同时，由图3，相变材料区域的温度随换热系数的增加变化较小，但相变材料的固液相变比率随着换热系数的提高迅速下降。

结论

对于热管与相变材料相结合的散热结构，热管冷端的散热情况对模块的换热效果影响最大，当热管冷端散热受阻时，相变材料的储热作用将明显提高。

Reference

1. Agyenim F, et. al. A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010;14:615-28.
2. Sabbah R, et. al. Active (air-cooled) vs. passive (phase change material) thermal management of high power lithium-ion packs: Limitation of temperature rise and uniformity of temperature distribution. *Journal of Power Sources*. 2008;182:630-8.
3. Wu M-S, et. al. Heat dissipation design for lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*. 2002;109:160-6.
4. Rao Z, et. al. Experimental investigation on thermal management of electric vehicle battery with heat pipe. *Energy Conversion and Management*. 2013;65:92-7.

Figures used in the abstract

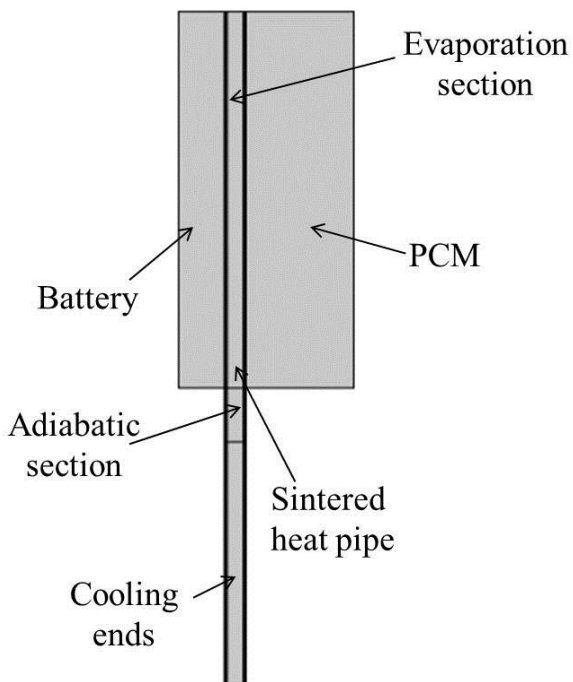


Figure 1: 热管与相变材料相结合的散热模块示意图

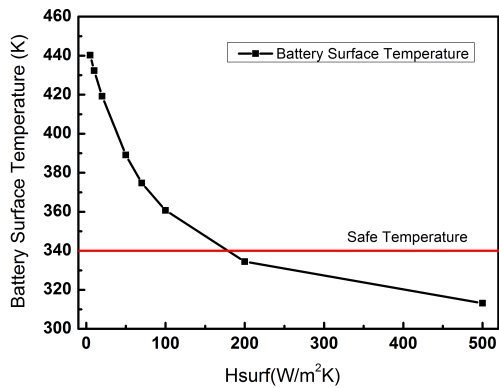


Figure 2: 电池表面温度随热管冷端换热系数的变化

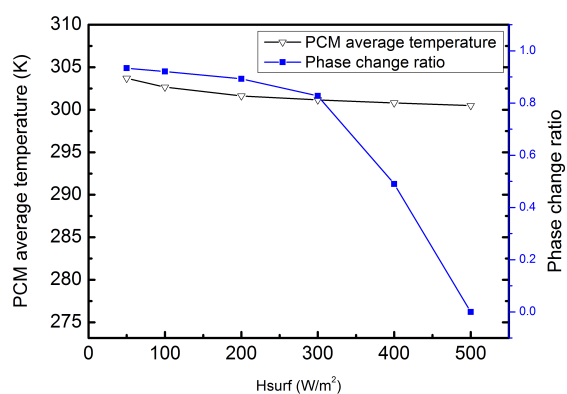


Figure 3: 相变材料温度以及相变率随热管冷端换热系数的变化