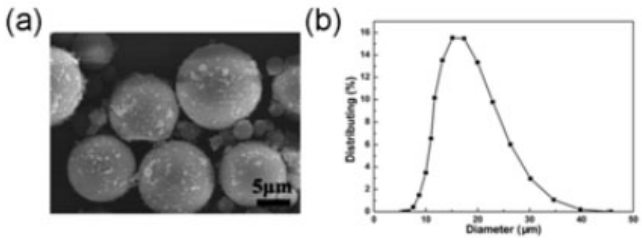
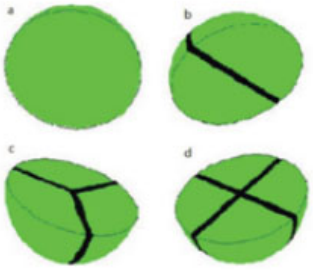
工程热物理所微尺度相变材料传蓄热机理研究获进展



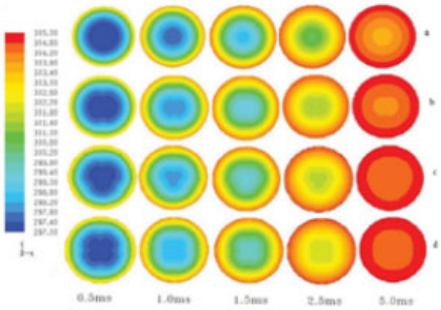
(a)SEM 图和(b)尺度分布统计

图1 相变微胶囊（Phase Change Microcapsules, PCMs）



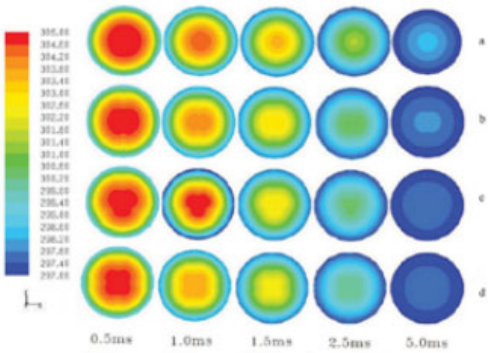
（a）单腔结构（b）两腔结构（c）三腔结构（d）四腔结构

图2 多腔相变微胶囊的数值模拟结构示意图



（a）单腔结构（b）两腔结构（c）三腔结构（d）四腔结构

图3 多腔相变微胶囊储热过程的温度分布数值模拟结果



（a）单腔结构（b）两腔结构（c）三腔结构（d）四腔结构

图4 多腔相变微胶囊释热过程的温度分布数值模拟结果

相变储能材料及相关技术被认为是新兴的涉及材料和能源科学的交叉学科领域，其发展旨在解决能源在时、空尺度上不匹配的问题及提升能源使用效率。近日，中国科学院工程热物理研究所传热传质研究中心科研人员成功研制出一种新型微尺度储能单元——相变微胶囊（Phase Change Microcapsules, PCMs）。该类新材料利用可控隔膜生长技术将微尺度球形壳材分隔成数个独立腔室（图1），各腔室可填充不同类型和含量的相变材料。这种微尺度调控手段极大地扩展了相变温度范围并可以有效解决固-液转化时液相流动及泄露等问题。PCMs的热物性直接决定了其传蓄热性能，然而，这类新材料的传蓄热参数数据尚不完备，相应的传、蓄热机理亦没有形成。因此，开发适用这类新材料的热物性表征方法和热输运机理成为迫切需要。

目前，科研人员针对这一新材料类别进行了较深入研究。科研人员开发了针对PCMs的实验表征技术和数值模拟方法，分别通过频域3ω技术及量热技术测量了不同密度PCMs相变温度区间温度下有效热导率、吸热系数和比热。同时基于显热容法（图2）模拟了PCMs的储热和放热过程。实验测量结果表明，PCMs的有效热导率和吸热系数在相变核材的相变温度处达到峰值。另外，由于固相和气相传热的耦合作用，PCMs的有效热导率和吸热系数随着密度的增加而显著增加。数值模拟结果表明，增加腔室数和提高腔壁材料的热导率等两种操控手段都能有效加快PCMs的传、蓄热过程，同时提升储、释热过程的温度均匀性。这类工作的研究结果为PCMs结构优化设计奠定了基础。

上述工作得到了国家自然科学基金重点项目（51336009）及“973计划”子课题（2012CB933200）的支持。研究成果已经出版英文专著1章及在相变领域国际期刊Phase Transitions: A Multinational Journal，2015，88（7）：704-715上发表。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/86496.html