工程热物理所压缩空气储能研究取得进展

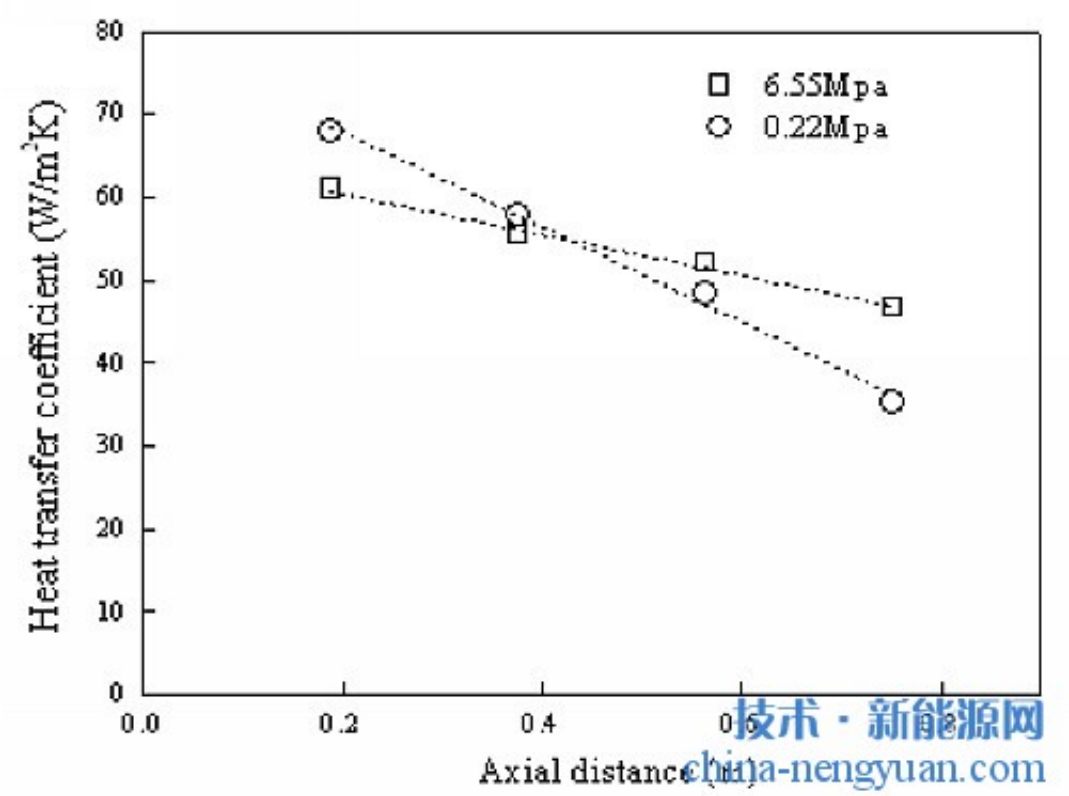

图1 不同压力下的入口距离对空气-填充床相间传热系数的影响

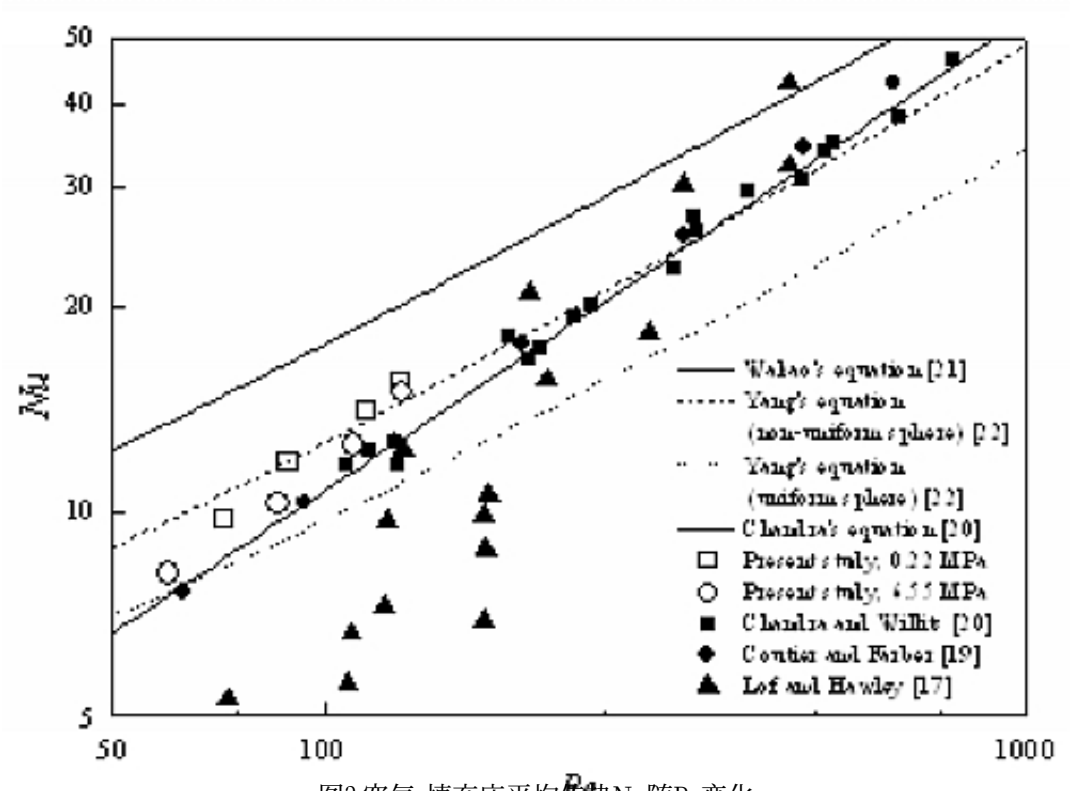

图2 空气-填充床平均传热Nu随Re变化

中国科学院工程热物理研究所提出并拥有完全自主知识产权的超临界压缩空气储能技术，具有效率高、储能密度大等优点，解决了传统压缩空气储能系统受地理条件限制和需要消耗化石燃料等问题。不同于传统压缩空气储能系统，超临界压缩空气储能系统关键特征之一在于，系统采用高压蓄冷蓄热装置实现压缩热和低温冷能的回收与再利用，从而明显提高了系统效率。

储能时，超临界态空气吸收蓄冷介质的低温冷能后转变为高压液态空气，随后降至常压进行存储；释能时，高压液态空气经过蓄冷介质气化后转变为超临界态空气，驱动膨胀机做功发电。因此，在填充床蓄冷蓄热装置中的颗粒堆积狭小孔隙内部存在大量超临界压力下的流动传热以及“拟沸腾”、“拟冷凝”等复杂过程与现象。

作为储热过程与储热性能的关键参数，传热流体与储热介质之间的相间传热系数无疑成为整个蓄冷蓄热装置设计研发过程的重点。由于空气在超临界状态下性质较为特殊，使得其具有与常压条件下显著不同的传热规律。但是，目前尚未见此方面的研究报道，需要科研人员进行自主探索。

近日，工程热物理所储能研发中心科研人员依托中关村超临界空气储能基础试验平台对超临界压力下空气与填充床之间的相间传热系数及影响因素开展了实验研究，获得了工作压力、质量流量和入口距离等因素对相间传热系数的影响规律，分析了由压力流速变化引起的孔隙内部流动传热机理。

研究结果表明，随着压力的升高，填充床内部空气自然对流与换热显著增强，使得储热过程中填充床内部径向温度梯度趋于平缓，并且使传热过程的入口效应减弱；在低Re数条件下，常压与超临界压力下的平均Nu数与Chandra and Willits（1981），Yang（2012）等人实验关联式较为吻合，对超临界条件下压缩空气储能系统的研究具有指导意义。

上述工作得到了国家自然科学基金项目、国家高技术研究发展计划（“863”计划）的支持。相关研究成果已在国际期刊International Journal of Heat and Mass Transfer上发表（2014,77:883－890）。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/68678.html