

工程热物理所热泵储电技术研究取得新进展

热泵储电是一种新型的大规模物理储电技术，具有成本低、储能密度高和不受地理条件限制等优点，具有广阔的研究价值和应用前景。热泵储电系统通常由压缩机、膨胀机、储热器和储冷器组成，如图1所示。其工作原理为，在储能时通过逆向布雷顿循环（热泵循环）将热能从储冷器内部“抽出”至储热器，并存储冷能与热能；当需要电能的时候，通过正向布雷顿循环（动力循环）将存储的热能和冷能转化为电能。

近年来该技术受到欧美的重点关注和支持，被欧洲储能协会（EASE）和美国储能协会（ESA）列为重要储能技术之一。中国科学院工程热物理研究所储能研发中心自2015年起开始对基于正/逆布雷顿循环的热泵储电技术进行研究与探索，通过热力学建模方法全面分析了循环工质物性和系统压比等参数对热泵储电系统性能的影响，相关成果已发表在《中国电机工程学报》等期刊上。

近期，工程热物理所储能研发中心在热泵储电技术研究方面取得了新进展。首先，研究揭示了热泵储电系统中的填充床储热储冷设备的质量流不平衡的现象，通过理论分析提出了斜温层推移和质量平衡数学模型，并通过了实验验证，进而提出了质量流量不平衡度修正的系统效率表达式。提出了基于二元直径混合填充床的质量流量自平衡型热泵储电系统。结果表明，通过提高储热材料的热容和降低孔隙率，可以有效解决质量流量的不平衡，从而获得更高的充放效率和储能密度。研究结果发表在能源领域期刊Energy Conversion and Management上（Wang Liang et al. Energy Conversion and Management, 2019, 185: 593-602）。另一方面，通过耦合求解动力学、热力学和传储热过程，开展了基于有限热力学方法的热泵储电系统连续循环非稳态分析。研究了10MW/40MWh热泵储电系统的连续循环过程非稳态特性，全面分析了系统压比、压缩/膨胀机效率、储能介质尺度、储能装备结构以及运行控制等因素对热泵储电系统的影响，并揭示其内在关联影响机制。研究结果发表在能源领域期刊Renewable and Sustainable Energy Reviews上（Wang Liang et al. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019, 111: 523-534）。

相关成果已申请中国发明专利5项和实用新型专利5项，受到中科院青促会项目和所长基金（基金评优奖励）项目等的支持。

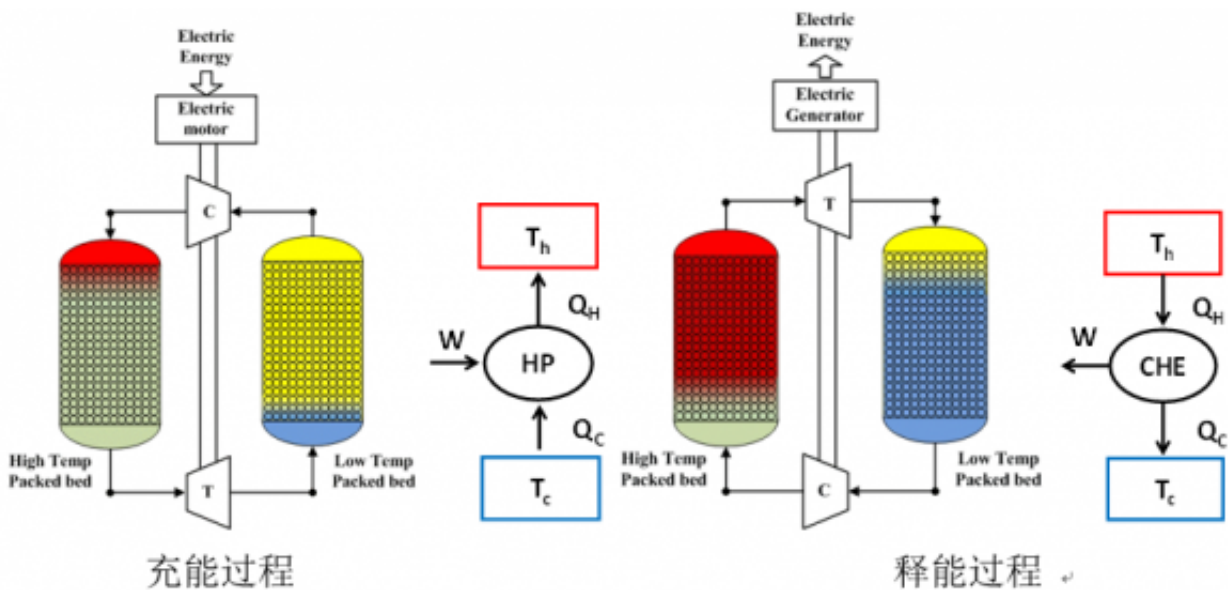


图1 热泵储电系统原理图。

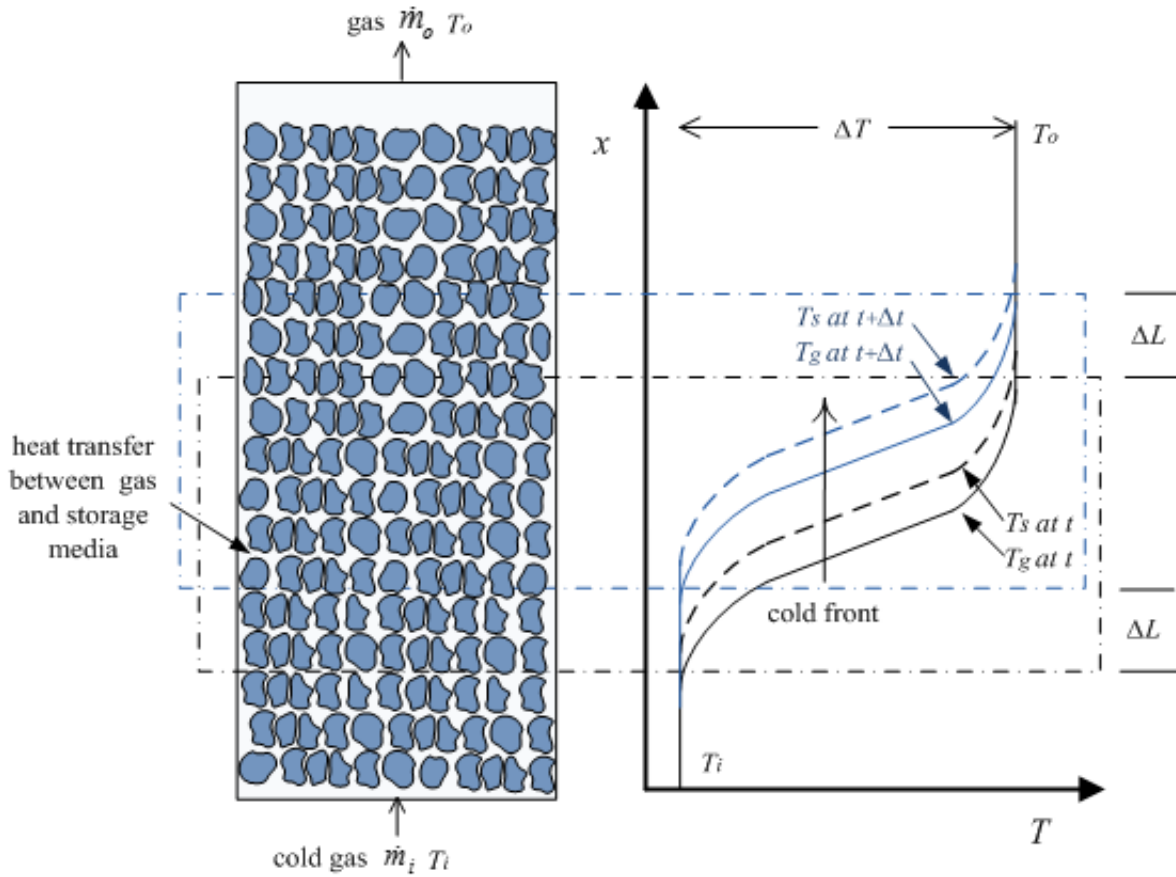


图 2 填充床斜温层推移示意图

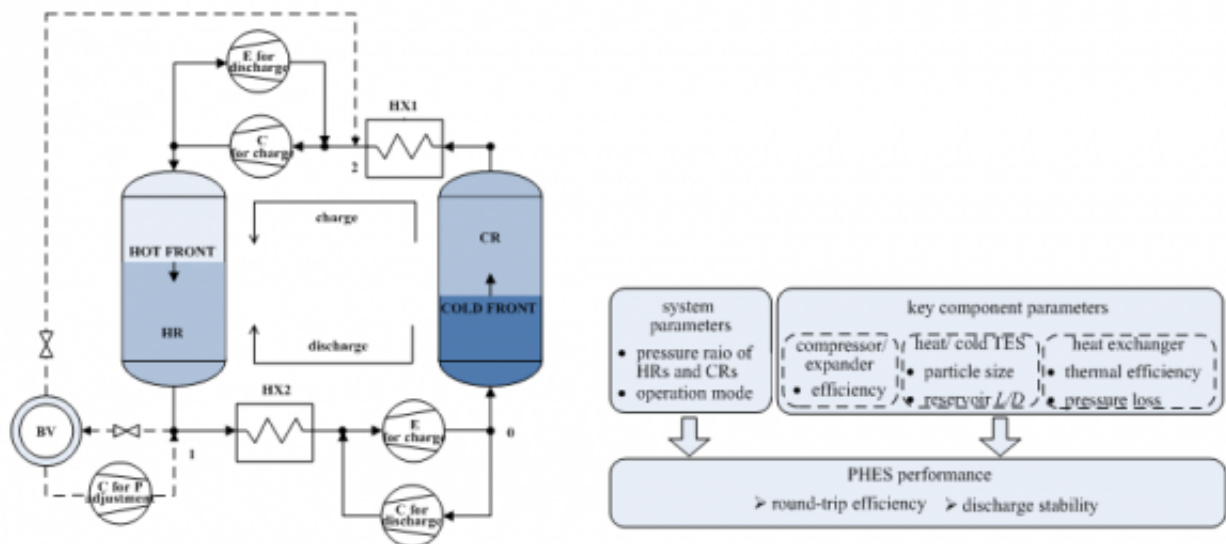


图 3 热泵储电系统与主要影响因素

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/144066.html>