

工程热物理所微型压缩空气储能系统释能过程分析取得进展

储能技术可以实现对能量/电力在不同时间段的存储与释放，改善可再生能源发电间歇性和不稳定性的缺点，是当前电力和能源领域的研发热点。其中，压缩空气储能技术（CAES）具有功率范围广、寿命长、存储时间不受限制、对环境危害小等优点，日渐成为当前储能技术的重要研究方向。

压缩空气储能系统可以分为储能和释能两个子系统。作为释能子系统的关键部件，多级膨胀机的工作特性决定着储能系统出功及效率的高低。按照能量转换方式的不同，多级膨胀机可以分为容积式和透平式两种结构形式。

在容积式膨胀机中，单阀活塞膨胀机具有结构简单、压比高、易于调节控制等优点，尤其适用于微型/离网压缩空气储能系统。因此，中国科学院工程热物理研究所储能研发中心科研人员将单阀活塞膨胀机作为微型CAES系统的释能单元，通过理论分析，研究了释能过程中三种运行模式下膨胀机工作特性变化规律，分析小型压缩空气储能系统的基本运行状况，此研究将为关键部件的设计以及系统运行方案提供指导和依据。

释能过程中，储气罐内的压力不断减小，为保证膨胀机在额定压力下运行，通常在膨胀机入口前加装节流阀，将储气罐内的高压气体节流至额定压力，再送入膨胀机做功。释能过程变工况运行方式示意图如图1所示。

科研人员研究了三种不同的运行方案：（1）方案一——始终将入口气体节流至膨胀机额定压力，当入口气压低于该级额定压力时，则将其节流至下一级膨胀机的额定压力并送入下一级膨胀做功；（2）方案二——直接将入口气体送入首级膨胀机做功，直至该级指示功小于额定功率时直接送入下一级膨胀做功；（3）方案三——当入口气压高于额定压力时，将其节流至该级额定压力，当入口气压低于额定压力时，则不节流直接送至该级膨胀做功，直至该级指示功小于额定功率时将入口气体送入下一级膨胀机做同样的处理。

科研人员利用Matlab软件对上述三种工作方案分别进行了模拟研究，并对其工作特性进行了讨论。不同释能方案的整体性能参数如表1所示。

	方案一	方案二	方案三
总输出功W/MJ	330.00	376.32	376.33
放气质量 m_g /kg	1245	1251	1251
放气时间 t_g /min	298.8	332.4	431.3
储气室火用E/MJ	540	540	540
热力学第一定律效率/%	50.90	54.05	54.06
热力学第二定律效率%	60.58	68.44	68.44
储能效率/%	61.11	69.69	69.69

表1 不同释能方案的整体性能参数

从表1中可以看出：方案二、三的总输出功、热力学第一定律效率、热力学第二定律效率以及储能效率均明显高于方案一，说明方案一在能量利用效率方面不占优势。后两种方案中，方案二与方案三的总输出功及各效率指标基本相同。但方案三避免了方案二中低效率的运行工况以及瞬时功率波动对膨胀机和电网造成的不利影响，同时避免了方案一中不必要的节流损失，延长了释能时间，因而是以上三种方案中最合理的运行方案。三种运行方案下第三级气缸等熵效率、储气室压力、第三级气缸功率分别随时间的变化规律如图2、图3、图4所示。

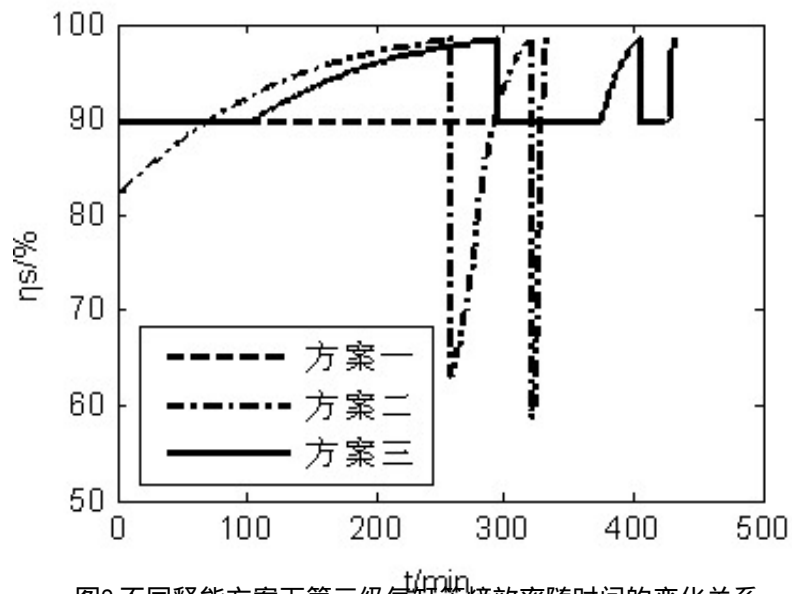


图2 不同释能方案下第三级气缸等熵效率随时间的变化关系

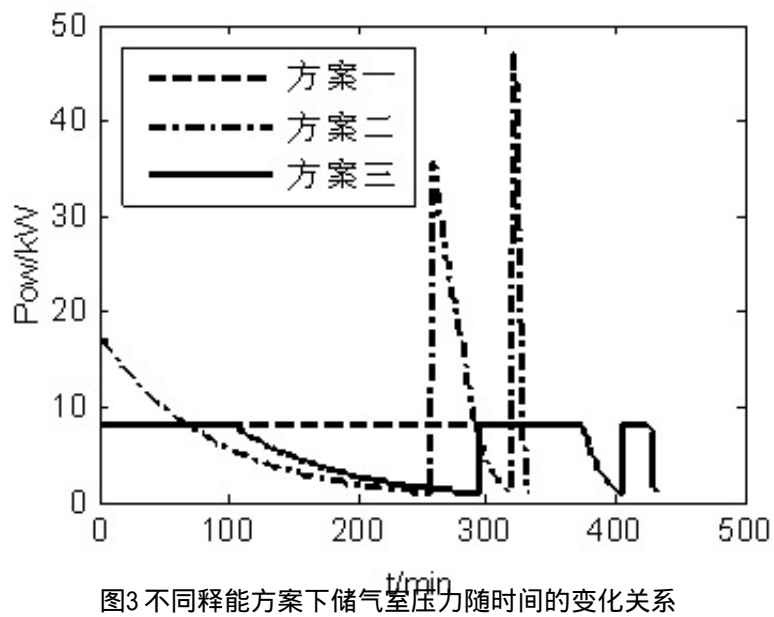


图3 不同释能方案下储气室压力随时间的变化关系

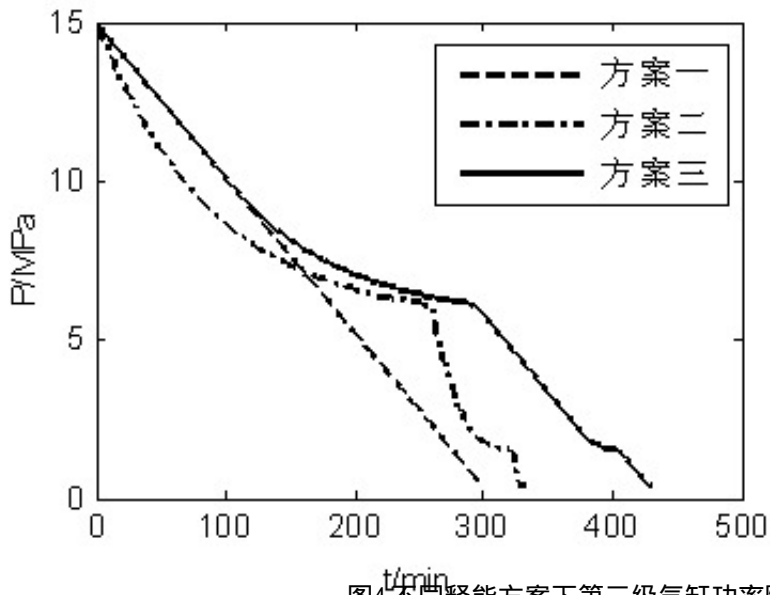


图4不同释能方案下第三级气缸功率随时间的变化关系

该研究得到国家自然科学基金（No.51306173）和北京市自然科学基金（No.3122033）的大力支持。目前，相关研究成果已整理成文章，并被《工程热物理学报》录用。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/67000.html>