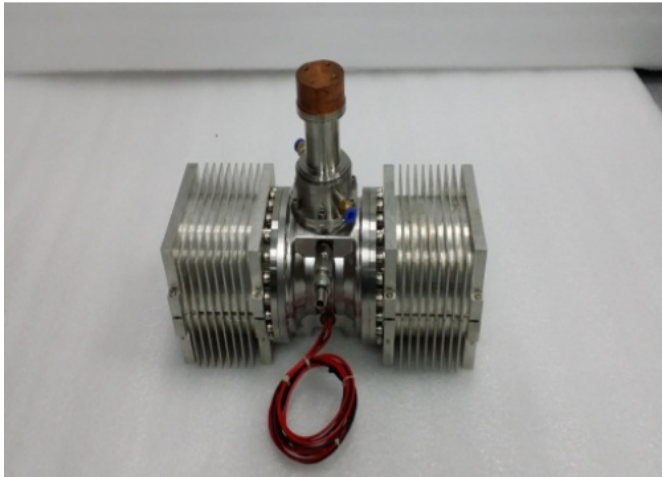
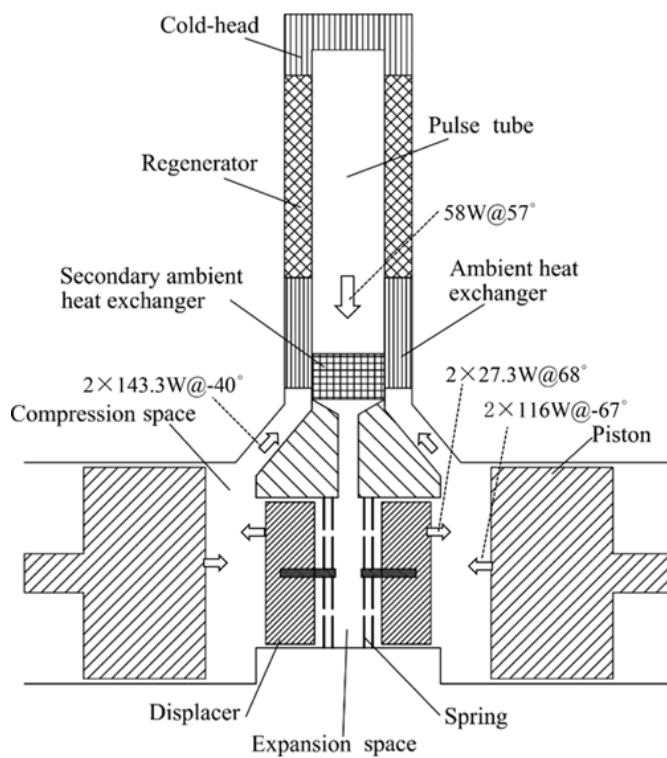


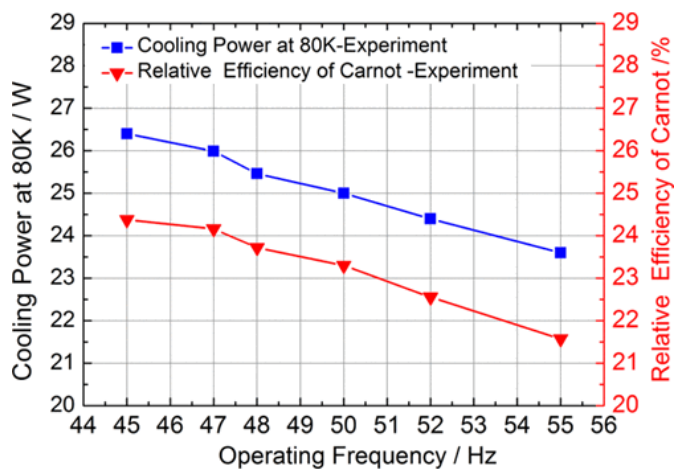
理化所等超高效新型低温热声制冷技术研究获进展



同轴型新型低温制冷实验样机



工作原理图



制冷性能曲线图

众多高新技术应用中的低温电子器件（超导滤波器、红外探测器、核辐射探测器等）冷却需要高效、紧凑和超低振动的微型低温制冷技术，采用直线压力波发生器驱动脉管制冷或者自由活塞斯特林制冷是目前国际上研究开发的热点。

近期，由中国科学院理化技术研究所和中科力函（深圳）热声技术有限公司联合研制出的一种新结构和新调相机理的液氮温区微型低温制冷技术在制冷效率上取得突破。该技术采用对置压缩机驱动脉冲管制冷，但脉冲管的调相机构采用一种对置的室温排出器调相机构，而不是传统惯性管加气库的调相结构，其独特的优点是可以自由调节脉管热端的压力波和速度波相位，又能回收脉管热端的声功，同时结构更为紧凑（没有惯性管和气库）。

基于此原理，理化所罗二仓研究小组的王晓涛等人对该新结构的制冷系统进行了深入的机理分析和热力学优化，而与其合作的中科力函(深圳)热声技术有限责任公司的李海冰等工作人员则根据热力学优化进行了机械结构的巧妙设计，最终研制的同轴型新型低温制冷实验样机获得了38.5K的无负荷温度，在液氮温区（80K）下取得了26.4W的制冷功率，消耗的电功为290W，相对卡诺效率则达到了24.2%的超高效率。同时，由于直线电机和室温排出器的双对置结构，该系统的振动极小，保持了传统脉管低振动的优点。

此前，国际上众多著名研究机构和国际知名低温制冷机公司如美国的NIST、美国的Sunpower公司以及欧洲的Thales公司、Leybold公司、以色列的Ricor公司等所研制的同轴脉管型小功率制冷机的相对卡诺效率一般在15%左右，而美国的Sunpower公司自由活塞斯特林制冷机（也是一种同轴结构）效率也未超过20%。

罗二仓研究小组在2010年研制的同轴脉管曾获得18.5%的相对卡诺效率（J.Y.Hu, W.Dai, E.C.Luo, et al, Development of high efficiency Stirling-type pulse tube cryocoolers, Cryogenics (2010), 50(9): 603-607），是同轴型脉管研制中的最高效率。同轴结构微型低温制冷机非常方便制冷机与低温电子器件的耦合和实用化。因此，中科院理化所和中科力函公司在该领域取得的新成果进一步奠定了中国在微型低温制冷机研发领域的领先地位，必将进一步推动微型低温制冷技术的广泛应用。

相关成果发表在美国物理学会创办的期刊AIP Advances上（Xiaotao Wang(王晓涛), Yibing Zhang（张益炳）, Haibing Li（李海冰）, Wei Dai（戴巍）, Shuai Chen（陈帅）, Gang Lei（雷纲） and Ercang Luo（罗二仓）, A high efficiency hybrid Stirling-pulse tube cryocooler, AIP Advances 5, 037127 (2015), <http://dx.doi.org/10.1063/1.4915900>）。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/75560.html>