

## 新颖热压缩气体回热式微型制冷机

谢晋康 纪国林 许妙根 朱爱华

(中国科学院上海技术物理研究所)

热压缩气体回热式制冷机亦称 VM 制冷机, 系按维勒米尔(Vuilleumier)循环, 即将斯特林(Stirling)热动力循环与斯特林制冷循环结合起来的闭循环低温制冷机。VM 制冷机一般有高、中、低三个温度区域, 在热端输入热能, 使工质高温压缩, 而在低温膨胀制冷, 同时在中温区排出全部热量。不同于通常工质容积变化的机械式压缩, VM 制冷机采用气体热胀冷缩原理进行压缩, 这就消除了位移器(活塞)两端的高压差, 机件运动负荷小, 仅数瓦的功率即可克服摩擦, 驱动机器运转。输入的热能可来自各种形式的热源, 如核能、太阳能、燃料化学能、余热、电能等。综上所述, VM 制冷机具备不消耗工质、振动小、噪声低、磨损少、寿命长、效率高、结构紧凑、重量轻等优点<sup>[1]</sup>。

我们研制成一种新颖的风冷式、磁力直线往复传动、无油污染的热压缩气体回热式微型制冷机。在该机结构和热力设计中, 我们参照了本所研究和制造斯特林微型制冷机的经验<sup>[2]</sup>, 采用了新颖的将曲柄连杆机构安置在工作腔外的结构。

在工作腔中考虑基本损失的等温过程, 由此经过简化和数学处理, 我们建立起 VM 制冷机工作的数学模型。按照数学模型, 我们编制了可计算确定制冷量、输入热功率、冷热缸工作容积、位移器行程和固有的热力及传热损失的计算机程序。根据计算结果, 设计制造了上述制冷机, 其结构参数为: 热缸工作容积  $V_{h0}=8.37\text{ cm}^3$ ; 冷缸工作容积  $V_{c0}=1.95\text{ cm}^3$ ; 余隙容积  $V_v=15.47\text{ cm}^3$ ;  $V_h$  与  $V_c$  的相位差为  $90^\circ$ 。

该机主要由热压缩器、低温膨胀制冷器和驱动部件等组成。热压缩器与低温膨胀制冷器系夹角为  $90^\circ$  的 V 型结构, 两者以毛细管连接, 构成容纳工质的密闭工作腔。工作腔的冷、热缸中分别安置有位移器, 两个位移器均装纯铁传动件, 冷位移器内置冷回热器, 热缸中用外置式回热器。位移器的密封环和导向环均用填有固体润滑剂的耐磨材料制作, 高温端选用耐高温的抗磨材料。曲轴箱内设有润滑的曲轴和曲柄连杆机构, 连杆上接套在气缸外面的磁性十字头。工作时, 随着连杆拖动磁性十字头, 通过磁力作用, 相应气缸中的纯铁传动件就带着位移器作往复运动。由于工作腔与曲轴箱分处于两个相互隔绝的空间, 工质不流经曲轴箱, 工作腔中无油润滑, 即使曲轴箱中有油润滑, 工质也无污染之患, 改善了轴承和电机的工作条件。为了便于测量输入热功率, 用电加热器向热端供热, 压缩热在散热器中由风吹走。图 1 是该样机的照片。经测试, 该机主要技术参数如下:

最低制冷温度: 69 K

加热温度: 890 K

本文 1983 年 2 月 28 日收到。

加热功率: 75 W  
散热方法: 风冷  
充气压力: 30 kg/cm<sup>2</sup> (工质: 氦气)  
冷下时间: 1.5 h  
驱动电机: 24 V 直流电机, 输入功率 < 10 W, 转速 ~ 350 rpm  
整机重量: 10 kg (包括电机)

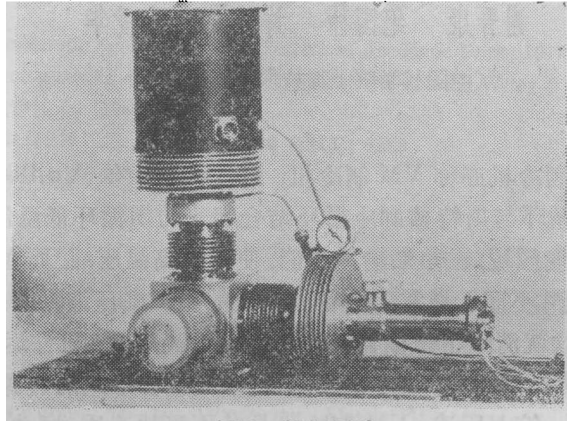


图1 样机照片

致谢——本工作得到张海根同志和兰州化物所二室及西安微电机所产品室的大力支持, 在此谨表感谢。

#### 参 考 文 献

- [1] Ronald White, AD-AO27055 (1975).
- [2] 纪国林、许妙根等, 低温与超导, (1982), 1: 10.
- [3] Russo, S. C. NASA-CR-145078 (1977).
- [4] Miller, W. S. Potter, V. L. N78-77777 (1978).

## A NEW VUILLEUMIER MINICYOREFRIGERATOR

XIE JINKANG, JI GUOLIN XU MIAOGEN, ZHU AIHUA  
(Shanghai Institute of Technical Physics, Academia Sinica)

#### ABSTRACT

A new Vuilleumier minicyorefrigerator which has been designed and built recently is introduced. The refrigerator consists of two sealed cylindrical vessels with displacers mounted therein respectively and magnetic linkage between the two displacers for driving them. When the displacers are driven through the magnetic linkage, the working substance is not contaminated. And a capillary tube is used as a path connecting with the two cylindrical vessels. The structure of the refrigerator belongs to an intermediate type of the split and the integrative one.