

# 溴化锂吸收式制冷机与电制冷空调 机组的比较

对溴化锂吸收式制冷机与其它制冷机进行比较研究，认为：在一些特定场合（如高温环境）大型集中式中央空调设计中，选用溴化锂吸收式机组是利大于弊的；而在现有的条件下：电力取消电力增容费、螺杆式压缩机 CNC 加工技术的提高、螺杆机能量调节技术的成熟及配备先进的自动化控制技术，其螺杆式机组的优越性显现出来，其螺杆式机组逐步在取代溴化锂吸收式制冷机，从一些溴化锂吸收式制冷机生产厂家逐步在开发、推广螺杆式机组的实际情况可以得到说明。下面将从如下方面加以说明：

## 一、冷水机组的能耗分析

### 1、冷水机组的选择

从循环效率来看：在压缩式冷水机组中，当以螺杆式和离心式机组为高，它们的单位制冷量能耗一般都在 0.2Kw~0.22Kw。它们的节能型机组的单位制冷。溴化锂吸收式制冷机组的实际循环效率 COP 值为 1.0~1.2 左右。（工作条件一致：冷水进出口温度为 2 / 12 冷却水进出口温度为 30/35℃）

目前国际上公开的不同制冷机的投资估算价格，依照国际价格，单机容量在 1400KW 以内的制冷系统，可选用螺杆机组；而单机容量在 2000KW 的制冷系统，采用离心式机组较为经济；吸收式制冷机组的价格平均为离心式机组的 2 倍左右。国内的情况有所不同，在单机容量相同的情况下，溴化锂吸收式制冷机组的价格略为离心式机组的 1.5 倍左右。压缩式机组如采用新型替代工质（如 R134a 或 R123 等），其价格将有所提高。

### 2、各机组能耗及一次能源消耗分析。

在冷水机组中，人们惯于选用的机组是离心式、螺杆式及溴化锂吸收式三类机组。

表 1 中列举了在相近制冷量下的三类国产机组的型号、制冷量及它们的能耗。

表 1 各类制冷系统的部分参数

机型	型号	制冷量 (KW)	电机输出功率 (KW)	蒸汽耗量 (kg/h)	辅助设备耗量 (KW)	生产厂家
溴化锂吸收式制冷机组	1150	1160	---	1550	5.5	开利
螺杆式制冷机	MWF200L-W	1160	250	---	---	开利

注：冷却水进口温度 32℃，冷冻水出口温度 7℃

为了能够准确的评价制冷机组的节能效果，我们采用单位制冷量所需消耗一次能源（标煤）来作为标准、由于我国电能绝大部分是火力发电厂生产的，所以无论是吸收式制冷机所耗的蒸汽量，还是压缩式机组所耗的电量，均可以折算成标煤耗量。

在一般情况下，我国平均用电煤耗为  $0.47\text{Kg} / \text{KWh}$  (考虑了  $10\%$  的输电损失)，将供所折合成煤耗为：每公斤蒸汽耗煤为  $0.12\text{kg/kg}$ ，这样，可以计算出上述三类制机的单位制冷量煤耗

如表 2 中所列。

表 2 各类制冷机的单位制冷量煤耗

机 型	溴化锂吸收式制冷机	螺杆式制冷机	
用电煤耗 (kg/kw/h)	$2.23 \times 10^{-3}$	$1.07 \times 10^{-1}$	
用汽煤耗 (kg/kw/h)	$1.06 \times 10^{-1}$	---	
合计	$1.62 \times 10^{-1}$	$1.07 \times 10^{-1}$	

以上的吸收式制机如用单独的锅炉来提供蒸汽，认为锅炉效率为  $80\%$ 。

从上表中可以看出：吸收式制冷机的单位制冷量煤耗是螺杆式制冷机的  $1.5$  倍，因此，从一次能源消耗来看，吸收式制冷机不是利用余热制冷，而是采用和单独的锅炉来提供蒸汽的话，这类制冷机是完全不节能的。

## 二、各类制冷机的经济性分析

对于各类制冷机的经济性分析，主要是只在相同的条件下，对其初投资及其运行费用进行技术济比较，我们仍以上述的三个制冷机为例进行比较，由于所列三个制冷机的制冷量不完全相同，所以为了能够正确的对它们进行评价，我们采用单位制冷量的费用作为衡量标准，在计算中考虑到电力增容费（单路供电以  $450$  元/KW 计算，双路供电加倍），则各个制冷机单位制冷量的初投资见表 3

表 3 各类制冷机的单位制冷量初投资

机型	制冷系统费用 (元/KW)	电力增容费用 (元/KW)		合计 (元/KW)	
		单路供电	双路供电	单路供电	双路供电
吸收式制冷机	1944	5	10	1949	1954
螺杆式制冷机	1512	103	206	1615	1718

注：各路系统所用于供热设备的投资暂不计。

由表 3 可以看出：在不计算吸收式制冷机的供热系统投资的情况下，由于吸收式制冷机的金属耗量大，结构复杂，所以其单位制冷量的初投资必然比较大，大约是离心式的  $1.3$  倍（针对单路供电而言）。在计算运行费用时，主要是考虑各机组的用电费用和供热费用，其它的一些费用（如：维护费和折旧费等）暂且忽略。由于各地的电和煤的价格不同，现暂定电价为  $0.5$  元 / KWh，标煤的价格为  $350$  元/t，油的价格为  $2$  元 / L，设燃料费用占总供热费用的  $75\%$ 。经计算所得的各个机组的单位制冷量运行费用如下表：

表 4 各类制冷机的单位制冷量运行费用

机型	吸收式制冷机		螺杆式制冷机
	燃煤	燃油	

用电费用, 元 /KW.Y	5.93		283.83	
供热费用, 元 /KW.Y	187.06	449.70	---	
合计	192.99	455.63	283.83	

注：各机组的全年运行时间为 2500h.

由上表可得：采用燃煤的溴化锂吸收式制冷机组的单位制冷量的年运行费用较其它机组便宜，但是，由于多数地区环保的限制，[溴化锂制冷机](#)组多采用燃油锅炉加热，这样其单位制冷量的年运行费用就大大地提高了，约为离心式机组的 1.9 倍，约为螺杆式机组的 1.6 倍，当然，各地的煤、油和电的价格不尽相同，但是其基本情况应类似。

### 三、结论

由上述对各类制冷机的典型例子的单位制冷量运行费用和初投资的分析，可以看出：运用单独设立油供热系统的溴化锂吸收式制冷机组相对于其它机组来说并不经济。

溴化锂吸收式制冷机与电制冷[空调机组](#)的比较（二）

-----摘自《制冷与空调工程设计手册》及《供热通风设计手册》

类别	压缩式	吸收式	
	半封闭螺杆式	蒸汽式或热水式	直燃式
动力来源	以电能为动力		以热能为动力
<a href="#">制冷剂</a>	R22		溴化锂
工作原理	螺杆式制冷压缩机是一种工作容积作回转运动的容积型制冷压缩机。		溴化锂吸收式制冷机是以溴化锂为吸收剂，以水为制冷剂，通过水在低压下蒸发吸热而进行制冷的。
特点	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 螺杆制冷压缩机结构紧凑，体积小、重量轻、没有气阀等易损件。因而运转可靠性高，维护管理简单。</li> <li>* 一般螺杆制冷压缩机均向工作腔喷油，因而使排气回气温度低，单级压缩比大，容积效率高。</li> <li>* 它有滑阀调节装置，可进行空载启动，启动电流小，对供电电网的冲击小。机组能实现无级能量调节。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>* 制冷剂为水，而水是在高真空的情况下蒸发，其真空度是靠溴化银溶液不断吸收蒸发的水份而保持的。</li> <li>* 发生器通过加热溴化锂稀溶液，使该溶液得到浓缩后又回到吸收器使用，故溴化锂吸收式制冷必须具备热源。一般宜用在有廉价的燃料。热源和废热的场合。</li> <li>* 冷却水用量比压缩式制冷机大。</li> <li>* 设备体积大，耗用金属多，故设备价格偏高。</li> <li>* <a href="#">溴化锂溶液</a>对于金属，特别是黑色金属，在接触空气的情况下具有强烈的腐蚀性，</li> <li>* 故一定要保证设备的良好密封性能，并对腐蚀问题给予特别的重视，一般在溴化锂溶液中，添加格酸银和</li> </ul>

		氢氧化铝作为缓蚀剂。	
主要优点	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 与活塞式相比，结构简单，运动部件少，无往复运动的惯性力，转速高，运转平稳，振动小。机组重量轻。</li> <li>* 单机制冷量较大，由于缸内无余隙容积和吸、排气阀片，因此具有较高的容积效率。单级活塞式压缩比通常不大于<b>10</b>，且容积效率随压缩比的增加急剧下降，而螺杆式容积效率高，压缩比可达<b>10</b>，且容积效率的变化不大。<b>COP</b>值高；</li> <li>* 螺杆式易损件少，零部件仅为活塞式的十分之一，运行可靠，易于维修；</li> <li>* 对湿压缩不敏感，无液击危险，制冷量可通过滑阀进行无级调节；</li> <li>* 制冷剂 <b>R22</b> 的制冷机产品，危害臭氧层的程度低，温室效应小。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 加工简单、操作方便，制冷量调节范围大，可实现无级调节</li> <li>* 运动部件少，噪声低、振动小。溴化锂溶液无毒，对臭氧层无破坏作用</li> <li>* 热水式蒸汽式对能源要求不高，可利用余热、废热及其他低品位热能。</li> </ul>	
主要缺点	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 单机容量比离心式小；</li> <li>* 要求加工精度和装配精度高。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 使用寿命比压缩式（即螺杆式、活塞式）短。</li> <li>* 耗汽量大，热效率低。热力系数单效为<b>0.6</b>左右、双效。</li> <li>* 如果专门修建锅炉、或扩害以回供制冷机的低位能蒸汽（降压使用）有时一次投资虽然比较合算，但是按热力学有效能理论，从能源的利用角度出发是不合理的，因为肥料回烧产生的是高温位能量。把高温位的蒸汽热能先经过燃烧机进行热电转换，变成高品位热能，把剩余的低温位热回再提供吸收式制冷机利用，即按质供应较为合理。</li> <li>* 在有空气的情况下，溴化锂溶液对普通碳钢具有强烈的腐蚀性。这不仅影响机组的寿命，而且影响机组的性能和正常运转。</li> <li>* 机组在真空下运行。空气容易漏入。即使漏入微量的空气，也会严重地损害机组的性能。为此，制冷机要</li> </ul>	

		<p>求严格密封，这就给机器的制造和使用增添了困难。</p> <p>* 机组的排热负荷较大，因为冷剂蒸汽的冷凝和吸收过程均为排热过程。此外，对冷却水的水质要求也比较高，在水质差的地方，使用时应进行专门的水质处理，否则将影响机组性能的正常发挥。</p>	
使用范围	<p>* 单机容量<math>\leq 2400\text{kW}</math></p> <p>* 有电源</p>	有余热或废热利用的场合	

## 溴化锂吸收式制冷机

### 溴化锂吸收式制冷机的特点

溴化锂吸收式制冷机以热能为动力，以水为制冷剂，溴化锂溶液为吸收剂，制取  $0^{\circ}\text{C}$  以上的冷媒水，可用作空调或生产工艺过程的冷源。与其他类型的制冷机相比，具有下述特点：

#### 一、优点

(一) 以热能为动力，电能耗用较少，且对热源要求不高。能利用各种低势热能和废汽、废热，如高于  $20\text{kPa}$  ( $0.2\text{kgf/cm}^2$ ) 表压饱和蒸汽、高于  $75^{\circ}\text{C}$  的热水以及地热、太阳能等，有利于热源的综合利用。具有很好的节电、节能效果，经济性好。

(二) 整个机组除功率很小的屏蔽泵外，没有其他运动部件，振动小、噪声低、运行比较安静。

(三) 以溴化锂溶液为工质，机器在真空状态下运转，无臭、无毒、无爆炸危险、安全可靠、无公害、有利于满足环境保护的要求。

(四) 冷量调节范围宽。随着外界负荷变化，机组可在  $10\% \sim 100\%$  的范围内进行冷量的无级调节。即使低负荷运行，热效率几乎不下降，性能稳定，能很好适应负荷变化的要求。

(五) 对外界条件变化的适应性强。如标准外界条件为：蒸汽压力  $5.88 \times 10^5\text{Pa}$  ( $6\text{kgf/cm}^2$ ) 表压，冷却水进口温度  $32^{\circ}\text{C}$ ，冷媒水出口温度  $10^{\circ}\text{C}$  的蒸汽双效机，实际运行表明，能在蒸汽压力  $(1.96 \sim 7.84) \times 10^5\text{Pa}$  ( $2.0 \sim 8.0\text{kgf/cm}^2$ ) 表压，冷却水进口温度  $25 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，冷媒水出口温度  $5 \sim 15^{\circ}\text{C}$  的宽阔范围内稳定运转。

(六) 安装简便，对安装基础要求低。机器运转时振动小，无需特殊基础，只考虑静负荷即可。可安装在室内、室外、底层、楼层或屋顶。安装时只需作一般校平，按要求连接汽、水、电即可。

(七) 制造简单，操作、维修保养方便。机组中除屏蔽泵、真空泵和真空间等附属设备外，几乎都是换热设备，制造比较容易。由于机组性能稳定，对外界条件变化适应性强，因而操作比较简单。机组的维修保养工作，主要在于保持其气密性。

#### 二、缺点

(一) 在有空气的情况下，溴化锂溶液对普通碳钢具有强烈的腐蚀性。这不仅影响机组的寿命，而且影响机组的性能和正常运转。

(二) 机组在真空下运行，空气容易漏入。即使漏入微量的空气，也会严重地损害机组的性能。为此，制冷机要求严格密封，这就给机器的制造和使用增添了困难。

(三) 机组的排热负荷较大，因为冷剂蒸汽的冷凝和吸收过程均为排热过程。此外，对冷却水的水质要求也比较高，在水质差的地方，使用时应进行专门的水质处理，否则将影响机组性能的正常发挥。

无锡新天马制冷有限公司

二手制冷设备回收网

中国空调制冷设备论坛