

## 氟利昂系统中几种辅助容器的选型方法

赵永有 张文涛

山西永有制冷科技有限公司, 山西 太原 030600

[摘要]随着近年来大型氟利昂工业冷冻系统在国内的使用案例不断增加, 氟利昂制冷系统中部分辅助容器的选型方法又与氨制冷系统有着较大区别, 因此文章对氟利昂制冷系统中几种辅助容器的选型方法进行明确。

[关键词] 氟利昂; 辅助容器; 选型

DOI: 10.33142/sca.v3i6.2484

中图分类号: TD52

文献标识码: A

### Selection Methods of Several Auxiliary Vessels in Freon System

ZHAO Yongyou, ZHANG Wentao

Shanxi Yongyou Refrigeration Technology Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030600, China

**Abstract:** With the increasing use cases of large-scale freon industrial refrigeration system in China in recent years, the selection method of some auxiliary containers in freon refrigeration system is quite different from that of ammonia refrigeration system. Therefore, this paper makes clear the selection methods of several auxiliary containers in freon refrigeration system.

**Keywords:** freon; auxiliary container; selection

#### 引言

制冷系统中的辅助容器选型直接影响到制冷系统的稳定性、可靠性及经济性。过大的选型会导致制冷系统制冷剂灌注量的增加以及初投资的增加。反之则会导致制冷系统的可靠性降低, 甚至威胁压缩机组, 制冷剂泵等设备的使用寿命。国内目前大量教材及规范中的选型公式都以氨系统为例构建模型, 因此本文对氟系统的辅助贮液器、贮液器及闪发式经济器的选型进行明确。

#### 1 辅助贮液器

辅助贮液器的主要作用是作为压缩机组油冷却器的缓冲容器。主要作用是在制冷剂离开压缩机组排气口至冷凝温度的液态制冷剂补充进入辅助贮液器的时间内, 保证压缩机油冷却器的供液充足。因此有效容积  $V$  可按式 (2-1) 进行计算。

$$V=60 \times Q_{\text{油}} t_x v / r \quad (2-1)$$

$V$ ——辅助贮液器的有效容积 ( $\text{m}^3$ );

$Q_{\text{油}}$ ——系统中总油冷负荷 ( $\text{kW}$ );

$t_x$ ——保证不间断供液时间, 根据经验通常为 180-300 (s);

$v$ ——冷凝温度下制冷剂的比容 ( $\text{m}^3/\text{kg}$ );

$r$ ——冷凝温度下制冷剂的汽化潜热 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )。

以制冷剂 R507 在冷凝温度  $35^\circ\text{C}$ , 不间断供液时间为 300s 为例, R507 液体在  $35^\circ\text{C}$  下的比容为  $v=0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$ , 汽化潜热为  $r=129.71 \text{ kJ}/\text{kg}$ , 计算得出 1kW 油冷负荷需要 2.3L 辅助贮液器的有效容积。若系统较为紧凑, 不间断供液时间可进一步缩短, 单位油冷负荷所需的辅助贮液器有效容积也可进一步缩小。

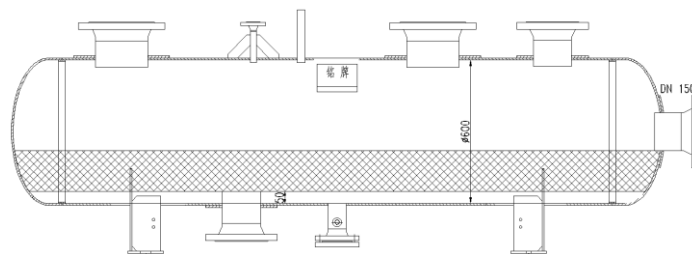


图1 辅助贮液器的有效容积示意

需要特殊说明的是，对于部分辅助储液器来说，有效容积并不是简单的储液器容积或储液器容积的 50%。如图 1 所示，图中的阴影区域为本设备的有效容积。

## 2 储液器

目前我国在氨制冷系统中采用的贮液器选型公式为：

$$V = \Sigma Gv \phi / \beta \quad (3-1)$$

$V$ ——贮液器容积 ( $m^3$ )；

$\Sigma G$ ——压缩机每小时制冷剂总循环量 (kg)；

$v$ ——冷凝温度下液态制冷剂的比容 ( $m^3/kg$ )；

$\phi$ ——贮液器容积系数；

$\beta$ ——贮液器的充满度，一般取 0.7。

该算法计算得出的贮液器容积较大，主要是考虑到氨的危险性，在制冷系统出现故障及维护保养时需要把系统中的制冷剂收回贮液器中。因此没有将循环时间缩短。

由于氟系统本身无毒、不易燃且不易爆炸，因此在考虑贮液器的容积时主要考虑  $V_1$  和  $V_2$  两部分容积。其中  $V_1$  为保证低压桶或蒸发器供液不间断的缓冲容积，其算法为：

$$V = \Sigma Gvt / 60 \quad (3-2)$$

$V$ ——贮液器容积 ( $m^3$ )；

$\Sigma G$ ——压缩机制冷剂总质量流量 (kg/h)；

$v$ ——冷凝温度下液态制冷剂的比容 ( $m^3/kg$ )；

$t$ ——不间断供液时间，一般取 3-5min；

$V_2$  为低压供液停止后蒸发式冷凝器内的冷凝制冷剂体积，本部分体积通过查寻蒸发式冷凝器样本获得。

因此，贮液器总容积为：

$$V_z = (V_1 + V_2) / \beta$$

$\beta$ ——贮液器的充满度，一般取 0.7-0.8。

同时，多数氨制冷系统的贮液器需要设置不少于两个，氟利昂贮液器可以只设置一个，甚至可以将贮液器与辅助储液器合并成一个容器。设备大样如图 2 所示。

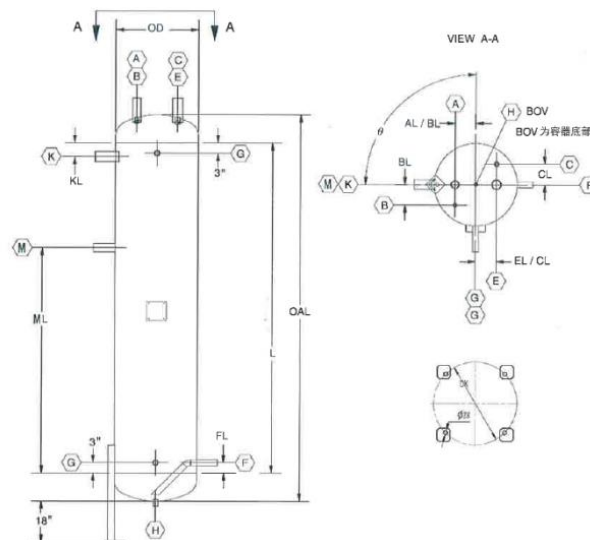


图 2 高压立式热虹吸贮液器

A-液体进口 B-压力表接口 C-安全阀接口 E-平衡管接口 F-高压供液出口 G-液位计接口 H-排污口 M-热虹吸供液口 K-热虹吸回气口

该容器分上下两部分，上部作用为热虹吸油冷供液，下部作用为高压贮液，两部分容需分别选型，分别校验。

### 3 闪发式经济器

氟利昂系统中使用闪发式经济器对系统的能效提升明显,当闪发式经济器不兼做其它容器使用时,压缩机组总旁路负荷可作为闪发式经济器的选型依据。计算方法如式 4-1 所示:

$$d = \frac{0.0188 \sqrt{\lambda V}}{\sqrt{\omega \xi n}} \quad (4-1)$$

- d——闪发式经济器的分离直径 (m);  
 $\lambda V$ ——压缩机旁路负荷的总体积流量 ( $m^3/h$ );  
 $\omega$ ——闪发式经济器内气体的流速;  
 $\xi$ ——卧式闪发式经济器取 0.3;  
n——闪发式经济器进气口的个数。

闪发式经济器的有效容积满足低压桶 3-5min 的供液量。闪发式经济器的充注系数可按照闪发式经济器总容积的 40% 考虑。

在大量冷库及加工车间项目中,通常同时存在多个蒸发温度系统,这时闪发式经济器会与某一蒸发温度系统合并,就是常说的有中温负荷的闪发式经济器。这种合并会让系统的灵活性和 COP 值都会有较大的提升。在中温负荷较低的情况下,可以只靠压缩机组补气口维持中温低压桶的压力。当中温低压桶满负荷运行时,中温系统的低压桶供液总质量流量如式 4-2 所示。

$$m_z = m_s + m_1 + m_2 \quad (4-2)$$

- $m_z$ ——中温低压桶供液总质量流量 (kg/h);  
 $m_s$ ——闪发气体的质量流量 (kg/h);  
 $m_1$ ——低温系统的供液质量流量 (kg/h);  
 $m_2$ ——中温系统的供液质量流量 (kg/h);

其中  $m_1$  可通过低温系统的总制冷量确定,  $m_2$  可通过中温系统的总制冷量确定,  $m_s$  可通过式 4-3 计算得出。

$$m_s / (m_s + m_1) = (h_L - h_1) / (h_s - h_1) \quad (4-3)$$

- $h_s$ ——闪发气体的焓值 (kJ/kg);  
 $h_L$ ——冷凝温度下液态制冷剂的焓值 (kJ/kg);  
 $h_1$ ——中温液态制冷剂的焓值 (kJ/kg);  
 $h_s$ ——闪发气体焓值 (kJ/kg)。

在计算得出  $m_z$  后可以计算出中温系统的总制冷量,根据中温系统的总制冷量对中温低压桶的分离直径进行计算:

$$d = \frac{0.0188 \sqrt{\lambda V}}{\sqrt{\omega \xi n}} \quad (4-4)$$

- d——低压桶的直径 (m);  
 $\lambda V$ ——中温系统压缩机吸气的总体积流量 ( $m^3/h$ );  
 $\omega$ ——低压桶内气体的流速,对于卧式氟系统采用 0.6 (m/s);  
 $\xi$ ——卧式低压桶取 0.3;  
n——低压桶进气口的个数。

这里需特殊强调以下三点:

(1) 参考文献[1]中对于卧式低压循环桶气体流速 0.8m/s 是当氨作为制冷剂时的气体流速,根据我公司实验及同行业间的技术交流,氟系统中低压桶内的制冷剂流速较氨系统略低,约为 0.6m/s。

(2) 低压桶进气口的个数不能只参考桶体上的进气口个数,部分低压桶在内部分为两路,需按 2 个进气口进行计算。

(3) 当低压循环桶设置两个进气口时,低压循环桶的进液口不宜设置在其中一侧的进气口上。由于氟系统的闪发

气体较多,通常在 $-8/35^{\circ}\text{C}$ 工况时,气体闪发量约为总供液量的 32.2%,当该部分闪发气体与蒸发器回气混合后,会加大单侧进口的气液分离量,导致气液分离效果不佳,造成吸气带液的现象。

低压桶容积依旧可参考文献[1]中的计算方法进行计算,但笔者认为循环时间可进一步缩短,蒸发器与低压桶距离较短的系统循环时间可按 4-5min 考虑,蒸发器与低压桶距离较远的系统循环时间可按 6-8min 考虑。具体时间可按制冷剂实际流速与管道实际距离进行测算。

## 4 其他辅助设备

### 4.1 集油器

氟利昂系统集油器的设置与氨系统不同,由于氟利昂密度大于润滑油,因此氟利昂的回油通常设置为三点回油。通过给油与制冷剂的混合物过热,达到将制冷剂和润滑油分离的目的。通常国内常用的过热方法有利用高压恒压热气过热,电加热过热以及高压供液过热三种方式。笔者认为通过高压供液过热的方式吸气压力最为稳定,吸气过热度最小,最为节能,系统的能效和稳定性最佳。

### 4.2 自动空气分离器

与氨系统不同,氟系统在 $-45^{\circ}\text{C}$ 的工况下,制冷系统的绝对压力系统仍然处于正压状态,因此氟系统混入空气的机会并不多。但是在系统的维护过程中(例如:电磁阀更换元件,过滤器更换滤芯等),如抽真空环节把控不好,会导致系统内混入空气,久而久之同样会造成冷凝压力升高等问题。因此在氟系统中加装自动空气分离器不是必须项,业主可根据自身项目定位考虑是否设置自动空气分离器。如系统中不设置自动空气分离器,在系统维护保养过程中需严格把控工程质量。防止空气混入系统中。

## 5 结论

制冷系统辅助容器的选型对于制冷系统的稳定运行和节省投资有着至关重要的作用。本文结合本公司多年的工程经验及技术积累明确了部分重要辅助设备的选型方法。希望能为同行及设计单位提供帮助与技术支持。

### [参考文献]

[1]商业部设计院.冷库制冷设计手册[M].北京:中国农业出版社,1991.

[2]吴炬民.氟利昂制冷系统的泄漏和检漏[J].制冷,1990(02):65-67.

作者简介:赵永有(1973.11-),职位:总经理,工程师。张文涛(1981.12-),职位:技术部经理,工程师。