



冰箱制冷剂的最佳充注量计算

武汉冶金建筑专科学校
制冷空调研究所 胡家泽

一、现有算法

我国拥有数以百万计的家用和厨房用冰箱，在产品设计和维修中都有一个给冰箱加注多少制冷剂的问题。众所周知，制冷剂加入量过多和过少，对于冰箱的运行都是不利的。但制冷剂注入量的精确计算，迄今还没有得到很好解决。目前，在各种专业书籍和杂志上介绍的计算方法，归纳起来有三种：

(1) 经验估算法：如按制冷机系统各容器容积乘以不同系数，再相加确定注入重量。

(2) 观察制冷效果法：即边充制冷剂，边查压，边观察制冷效果。

(3) 实验数据法：如：对于冰箱制冷机，广东《制冷》1986年1期36页上曾刊载译文，介绍两位苏联学者（В·И И МИТРВ В，В·Е ПИСАРЕНКО）用实验方法得出的计算式和计算图。这些方法各有所长，是从长期实践中总结出来的，发挥了很好的作用。正是由于这些方法都是实验和经验的产物，缺乏理论依据，因此，有很大的局限性。如苏联学者的计算公式和计算图，只是在特定的环境温度下，对特定结构的几种冰箱进行实验得出数据，进行数学处理后总结出来的。若是用在不同温度和不同结构的或不同制冷参数的冰箱就不一定正确（下面要说明）。经验法估算出来注入量误差通常都大，已经不能适应发展了的压缩机技术的要求，因为现在冰箱已经完全使用全封闭压缩机，它比开式压缩机对制冷剂注入量的准确性要求提高。

二、用标准工况计算法计算氟利昂制冷剂的注入量

笔者设想用制冷原理和工程热力学的理论和方法，能够比较精确的计算蒸汽压缩式制冷装置氟利昂工质的最佳注入量。我们依据制冷原理和热工学、流体力学的理论和方法已经成功的计算出制冷装置的质量流量、单位时间内制冷剂的循环节量。那么，氟利昂的注入量及制冷装置的氟利昂的保有量应该怎样计算呢。作者探索用标准工况法（或简称工况计算法）进行计算。根据制冷原理，制冷机组在运行中是组成一个封闭的完整系统，在运行时，整个系统都充满氟利昂。从运行工况看，由两部分组成：压缩机排气管→冷凝器→输液管→过滤器→膨胀阀进口为高压段。膨胀阀出口→蒸发器→回汽管→压缩机进汽口→压缩机汽缸为低压段。在高压段内，经压缩机排气阀至冷凝器的排气管内氟利昂呈高压高温蒸汽状态；在冷凝器内，上部是高温蒸汽，失去显热后开始降温液化，在冷凝器中部放出潜热，产生相变逐步液化，至下部完全液化。由冷凝器出口到膨胀阀进口的连接管、干燥过滤器内都是流动着的液态氟利昂。高压段内如忽略由阻力产生的压降，则压力是相等的。低压段内液态氟利昂经节流降压后，从膨胀阀出口喷射出的雾状氟利昂湿蒸汽，逐步在蒸发器内吸热汽化，最后成为干蒸汽，通过进汽管至压缩机。以上是氟利昂在整个系统内的状态，知道氟利昂的状态和压力，即可查出它的比重、比例，就能按运行时各容器的状态算出其重量，必能恰好满足制冷机的需要。

根据以上设想,其计算步骤是:

(1) 分别计算冷凝器、蒸发器、干燥过滤器、及管道内腔容积。

(2) 按标准工况参数查出 R-12 在该状态(汽态、液态)下的容重,根据标准工况参数作压焓图,如图 2 所示。在压焓图上查出蒸发器进口、出口干度 x_1 、 x_2 ,并求出蒸发器内蒸汽的平均干度 \bar{x} ,即 $\bar{x} = (x_1 + x_2) / 2$ 。

(3) 用(1)、(2)项数据,分别计算各部分所需重量并相加,即为该机 R12 的注入量。

三、计算例题及公式的推导

算例:现以 1986 年第 1 期广东《制冷》译文为例说明:该算例蒸发器容积 $V_H = 118 \text{cc} = 0.118 \text{dm}^3$

冷凝器容积 $V_K = 105 \text{cc} = 0.105 \text{dm}^3$

工质 R-12,标准工况(苏联注):

$t_0 = -15^\circ\text{C}$ $t_x = 55^\circ\text{C}$ t_0 (过冷温度) $= 50^\circ\text{C}$ 。查 R-12 压焓图及 R-12 热力学性质表:见图 1。

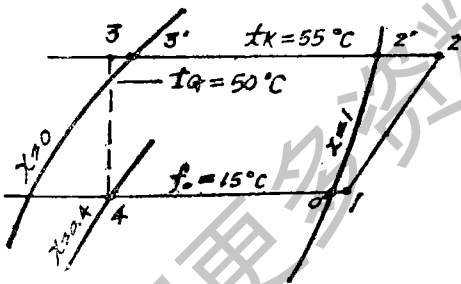


图 1

$t_0 = -15^\circ\text{C}$ 时 液体比重 $\gamma' = 1.44 \text{ kg/L}$

蒸汽比重 $\gamma'' = 0.01 \text{ kg/L}$

$t_x = 55^\circ\text{C}$ 、 $t_0 = 50^\circ\text{C}$ 时

液体比重 $\gamma' = 1.213 \text{ kg/L}$

蒸汽比重 $\gamma'' = 0.068 \text{ kg/L}$

蒸发器入口干度 $x_1 = 0.4$, 出口干度 $x_2 = 1.00$, 平均干度 $\bar{x} = 0.7$

因此,在蒸发器内湿蒸汽平均占容积的 30%,干蒸汽 70%。

冷凝器内液体按经验算取 15%,干蒸汽 85%。

根据以上数据计算:

蒸发器内湿蒸汽重:

$$G_1 = 0.3\gamma_H' \cdot V_H = 0.3 \times 1.44 \times 0.118 = 0.05 \text{kg} \quad \dots\dots (1)$$

干蒸汽重:

$$G_2 = 0.7 \cdot \gamma_H'' \cdot V_H = 0.7 \times 0.01 \times 0.118 = 0.0008 \quad \dots\dots (2)$$

冷凝器内:液体重:

$$G_3 = 0.15 \cdot \gamma' \cdot V_K = 0.15 \times 1.213 \times 0.105 = 0.019 \quad \dots\dots (3)$$

干蒸汽重:

$$G_4 = 0.85 \cdot \gamma'' \cdot V_K = 0.85 \times 0.068 \times 0.105 = 0.006 \quad \dots\dots (4)$$

总计: $G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4$

$$= 0.05 + 0.0008 + 0.019 + 0.006 = 0.0758 \text{kg} = 75.8 \text{g}$$

将(1)、(2)、(3)、(4)合并:

$$G = (0.3 \times 1.44 + 0.7 \times 0.01) V_H + (0.15 \times 1.23 + 0.85 \times 0.068) V_K$$

$$G = 0.37 V_H + 0.23 V_K \quad \dots\dots (5)$$

四、结论

1. 公式(5)是根据苏联冰箱标准中所列参数计算的氟利昂的注入量公式,与译文中介绍的实验公式: $G = 0.41V_H + 0.62V_K - 38 = 75.48 \text{g}$ 在数值上相差甚微,只有 4/1000 的误差,两式是非常吻合的。因此,我们可以得出一个结论,对苏联标准工况设计的冰箱,两种算法是等价的。这就间接证明了用工况计算法有较高的精确性,即如果说实验式是一个最佳注入量公式,那么,公式(5)也是一个最佳注入量公式。

2. 由以上计算,我们很清楚的看到实验式的局限性,它只适用于按苏联标准设计

的冰箱,用在按其他标准设计制造的冰箱上会产生较大误差。目前,各国的冰箱标准工况都不一样,虽已有国际标准,但有些国家并不采用,因此,不可能有通用的实验计算公式。我们看公式(5),氟利昂的注入量 G 是一个以蒸发器、冷凝器(还有输送管、干燥过滤器等)容积为变量的线性函数。可以写成:

$$G = aV_H + bV_K \quad \dots\dots (6)$$

式(6)就是一个通用公式。系数 a 和 b 可以根据不同的工况查R-12热力性质表和R

-12压焓图求出,因此,公式(6)可以用于按各种标准设计的冰箱注入量计算。

3. 系数 a 、 b 的计算精确与否是决定注入量精确性的关键,而 a 、 b 系数与标准温度参数有关外,还与冷凝器内汽、液百分数含量和蒸发器内干度百分数含量有关。蒸发器入口干度是由冷凝器过冷温度大小决定的,过冷温度低,即 t_K 与 t_G 差值大的冰箱 a 值增大,注入量也增加。

注:苏联冰箱标准查自苏联B·B雅柯勃松著《小型制冷机》中译本109页。

· 简讯 ·

低位余热氟利昂喷射式制冷机 通过部级鉴定

重庆建筑工程学院供热通风与空调教研室低位热能制冷科研项目根据国家建设部和重庆市科委下达的样机研制任务,在重庆冷冻机厂等单位的大力合作下,研制成功了我国第一台DYFPL82-11113/2.32型低位余热氟利昂喷射式制冷机,样机1989年7月安装在重庆西南制药一厂痢特灵车间,利用该车间可回收金非致内热水(75~85℃)进行制冷,供车间降温使用。经半年多的性能测试和运行效果测试,制冷机未发现任何故障,操作简便,运行可靠,性能良好,达到或超过了原设计要求。

样机由建设部和重庆市科委於今年2月28日联合组织了鉴定。鉴定认为:

该机设计合理,性能良好,蒸发器、发生器、冷凝器采用新型传热元件,效率高,整机技术先进,其主要性能指标高于国外同类实验装置,达到国际研究成果的先进水平。

该机是国内首创,国外没有查到有同类产品。该机结构简单,运行可靠,操作方便,同时是利用低位余热为热源,节能、节电效益显著,比常规压缩式冷水机组节电40~70%,具有广泛的推广应用价值。对提高能源利用率、改善环境,具有重要意义,并为太阳能、地热能等天然能源的开发利用开创了一个新的途径。

(重庆建筑工程学院 刘宪英)

· 简讯 ·

聚苯乙烯装配式冷库通过鉴定

广东省东莞市中兴保鲜设备有限公司从1987年5月投产的聚苯乙烯装配式冷库,于今年元月8日~9日通过了技术鉴定。参加鉴定会的有省制冷学会、华南农业大学、南海水产研究所、广州电科所等专家近30人。东莞市付市长李汉松及市经委、市机械工业局的领导等也出席了会议。

与会代表认为以聚苯乙烯(EPS)为库板的装配式冷库,具有保温性能好、重量轻、单块板面积大等优点,完全可以代替聚氨脂(PU)的库板,是非常适合我国国情的产品。其用途可扩展到组合房屋、大型厂房等。现在,广东省内已有不少大型厂房的天面板,就是采用该板。代表们还对该产品的质量给予了充分的肯定。

(中兴)

· 简讯 ·

广东省制冷学会于3月31日在省科学馆举办学术报告会。共有会员100多人参加。

会上由市能源工程研究所何绍礼高级工程师介绍世界空调会议动向;省建筑研究设计院周厚生高级工程师做冷水机组节能的专题报告。

广东省制冷学会本年度由3月开始,每月末均举办不同专题的学术报告会,希望会员注意预告,积极参加。

(粤学会办公室)