

暖通译文集

二机部六院情报组

一九八〇年四月

前 言

最近，我们根据我院设计工作的需要，从一九七八年“采暖和空调”杂志上选译几篇文章进行了试译，其中有些是新技术，有些是基本原理的论述，有些是技术的改进。通过这个小集，也许会从事本专业的同志有所启示。由于我们水平有限，这次仅是初步尝试，在译校过程中一定会有不少缺点和错误，望读者批评指正。

六院情报室

一九八〇年二月

目 录

1. 热力膨胀阀(上)	1-10
2. 热力膨胀阀(下)	11-25
3. 对冷凝回—储液桶系统的理解	26-31
4. 蒸汽回水盒的有效使用	32-38
5. 致冷节能	39-48
6. 有效除湿	49-55
7. 可变风量(VAV)系统的设计和应用	56-65

热力膨胀阀(上)

本文是论述热力膨胀阀基本原理的两篇文章中的第一篇。根据作者的经历,在制冷维修工程师中对很多不利的控制因素明显地缺乏了解,因而对很多热力膨胀阀工作过程的“解释”呈现含混和不完整是可以理解的。我们希望这两篇文章将有助于认识这些主要控制过程的主要方面以利于热力膨胀阀的应用。

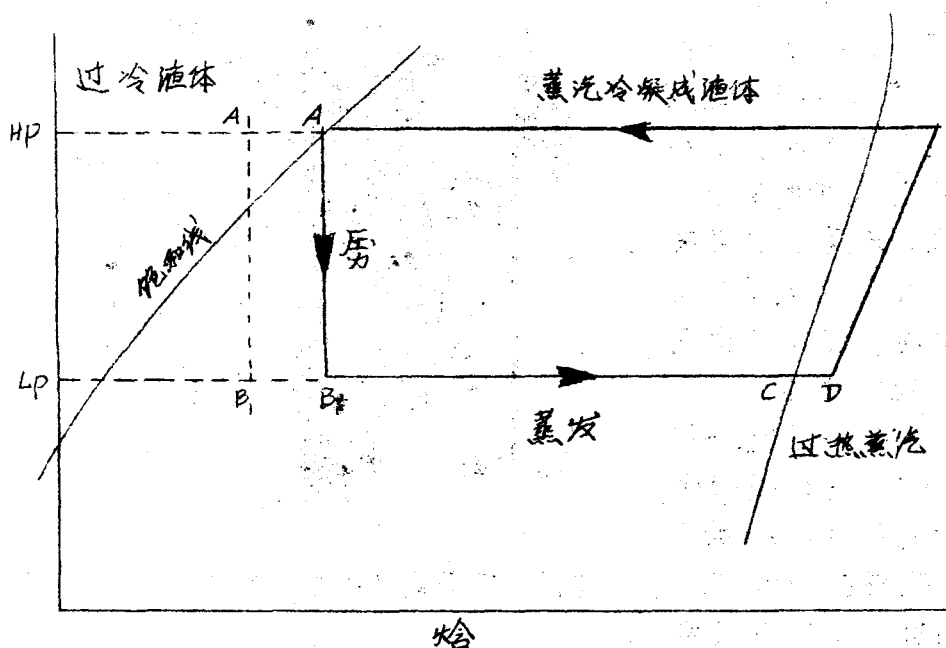


图1. 典型的制冷循环压焓图

热力膨胀阀(简称TEV)在制冷循环中可以完成三主要功能:节流、计量及控制。

节流:如同所有阀门一样TEV能造成压力降,这对压缩制冷系统的运行是十分重要的。TEV能在低压侧和高压侧之间(蒸发压力和冷凝压力)形成分界线。

计量:液体制冷剂事实上是不可压缩的,为了避免机械损伤,重要的是使往复式压缩机只压缩制冷剂的汽体。要求TEV对进

入蒸发口的液体制冷剂进行计量。以保证压缩机入口处的制冷剂处于气体状态。

控制：插图1、蒸发器运行时热负荷将随着工况的不同而有所变化，TEV 能控制进入蒸发器的制冷剂流量使其与热负荷成比例。

按照本刊中“冷冻基础”规程所绘制的饱和制冷循环图（图1）能简便地概括了TEV的功能。

TVP 处于A点，产生所需压力降。B点到C点代表制冷剂在蒸发器内吸收蒸发潜热进行蒸发。C到D点表示过热蒸汽，即表示该蒸汽的温度高于对应的蒸发压力的温度，并且不含有相接触的液体。

其他一些制冷控制部件，诸如调节阀、毛细管和自动膨胀阀等能完成类似於TEV的功能，但在满负荷条件下达不到相同的效率。在那些设备费用必须维持在最低限度而运行，无关紧要的地方可以采用这种性能稍差的部件。

阀的结构

图2显示了典型的内平衡式TEV的详细结构，这种阀的特点是有可拆卸的阀针和装配式阀座，从而使阀的工作负荷范围较宽；某些阀门没有这样简单，构造上也有所不同，其特殊原因将在下一篇文章中给予解释。

主要部件的材料是：膜片——不同等级的不锈钢或铍铜；阀针和阀座——不锈钢或玛瑙和不锈钢，也可用合成塑料和不锈钢（

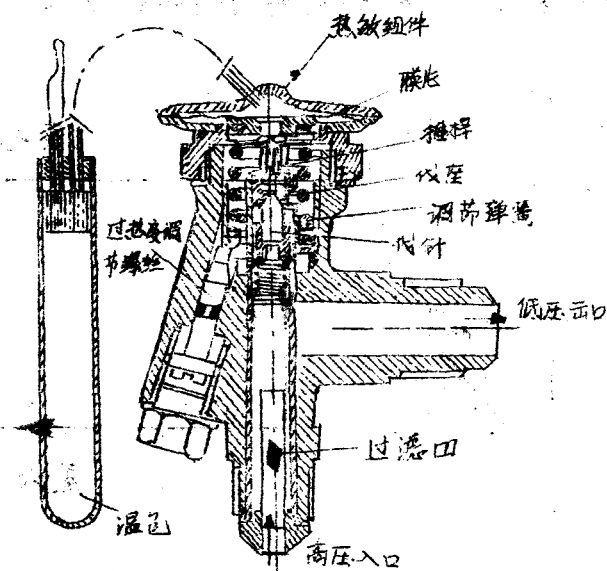


图2. 内平衡热力膨胀阀

较大型的TEV伐针及伐座可由铝和黄铜复合)；伐体—黄铜件冲压；温包—薄铜片或传热性好的黄铜。

采用膜片结构而不采用不锈钢波纹管是因为要使总尺寸较小，和安装在系统上的伐免除系统做高压耐压试验对它产生的影响。

伐的操作

从图3看出，伐的操作取决于三个主要力的平衡。

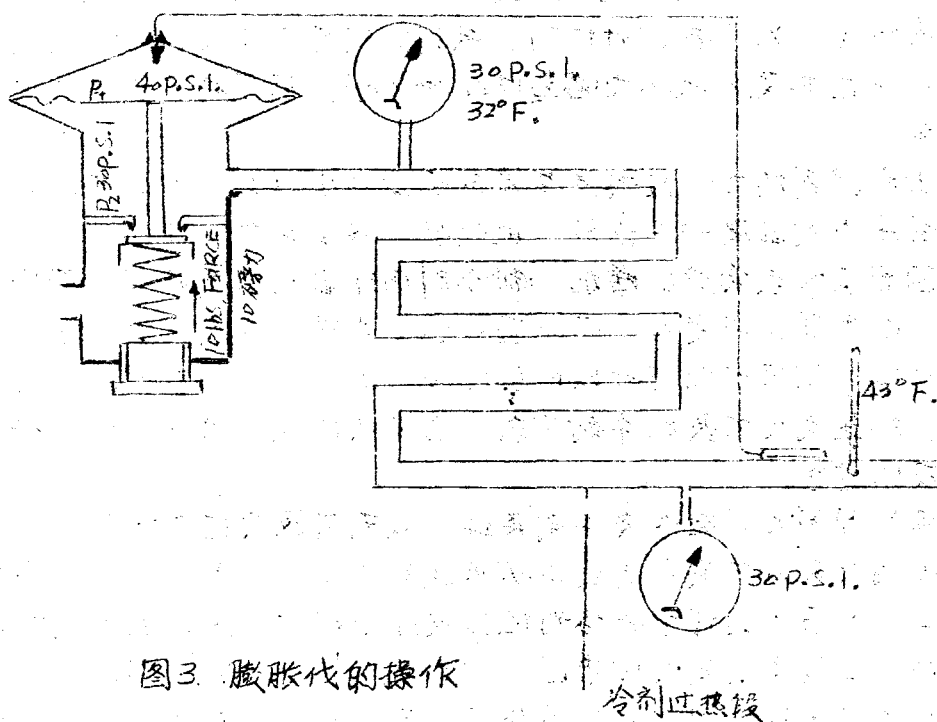


图3 膨胀伐的操作

冷剂过热段

P_1 —热系统压力，由相应的温度反映出热系统组件内灌注剂产生的压力，该压力作用于膜片，使伐针向离开伐座的方向移动。本例中的灌注剂与所采用的制冷剂(R-12)相同。

P_2 —制冷剂蒸发压力，作用在膜片使伐针向伐座方向移动。

F 为调节弹簧提供的力作用于膜片协助蒸发压力使伐针向伐座方向移动。

当伐平衡时 $P_1 = P_2 + F$ 。

假设R-12在30磅/时² (P_2)的压力下蒸发，即相当于温度为

• 30 •

32°F 时的压力，而调节弹簧提供的力 F 为 10 磅，则总的关闭力为 $P_2 + F = 40$ 磅，这里膜片面积为 1 吋²。

为保持平衡，热系统压力必须达到 40 磅/吋²。感温包受到相当于蒸发压力下的温度。同时，热系统内产生 30 磅/吋² 的压力，该压力不足以打开阀，故阀呈关闭状态。这就导致蒸发器中液体制冷剂在感温包位置前的某段长度内蒸发完，其蒸汽就成为过热蒸汽。感温包受过热蒸汽的温度，蒸发器中蒸发完的那段长度的蒸汽温度为 43°F，也就是热系统要达到平衡压力 40 磅/吋² 所要求的温度。

实际上，为了要打开阀门，使制冷剂进入蒸发器，必须稍为增加一点过热度，以使压力略超过 40 磅/吋²。后面将作出更为充分的解释。

上面提到的工作过热度是感温包受温度 43°F 与对应于制冷剂蒸发压力的温度 32°F 之差，也就是过热度等于 11°F。

随着蒸发热负荷的增加，制冷剂将在感温包前更长的范围内蒸发完，过热区变得更长，因此感温包受更高的温度。这就造成阀内不平衡，致使阀门打开以增加制冷剂的流量一直到过热区缩短为止。于是阀又恢复到平衡状态。当蒸发器热负荷减少时，将发生相反的过程。

调节弹簧力 F 能改变平衡条件，从而可改变过热的程度。典型膨胀阀关闭过热度的范围可从满流至 +20°F，满流条件示现在蒸发器及至感温包的整个管路为饱和液体制冷剂时，这时过热度为 0°。

对于高效率的蒸发器来说，制冷剂与被冷介质之间温差大时，高的过热度是适宜的，例如用于空气调节时。相反用于低温条件时温差小，就要求低的过热度。

必须强调 TEV 的作用不是控制有限范围的蒸发或控制冷却空间的温度，而是在封闭区域内对制冷剂蒸发温度与蒸发器出口处过热蒸汽之间的温差进行控制，以保证获得最佳的蒸发效率。制冷空间温度的实际控制，必须由合适的恒温阀和压力控制阀独立地完成。

外平衡式热力膨胀阀

前面讨论的代称为“内平衡式”是因为蒸发器入口处或代称的出口处压力直接作用於膜片上，制冷剂流经蒸发器时沿程将产生压力降，当压力降超过某一值时就将使 TEV 的工作处于临界状态。

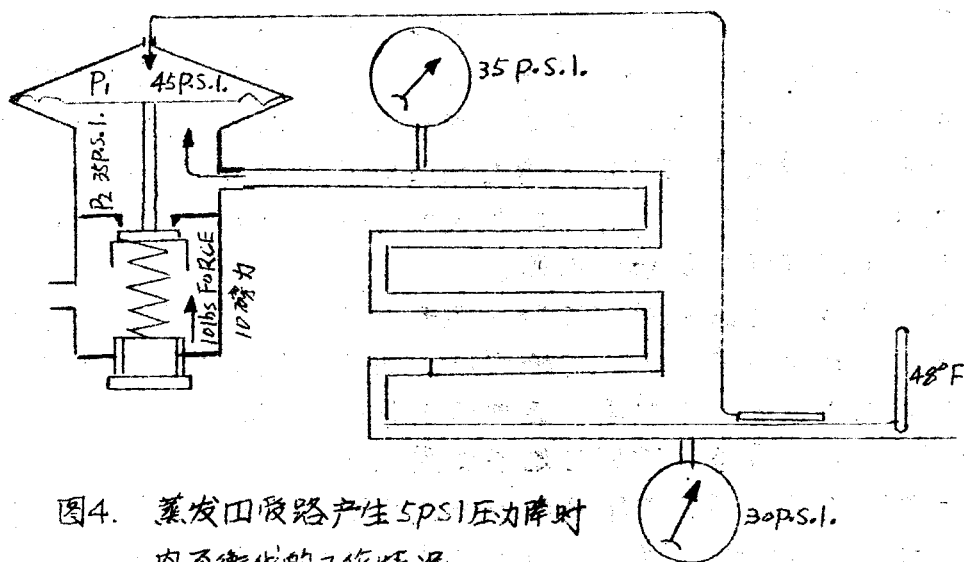


图4. 蒸发器管路产生5PSI压力降时
内平衡式的工作情况

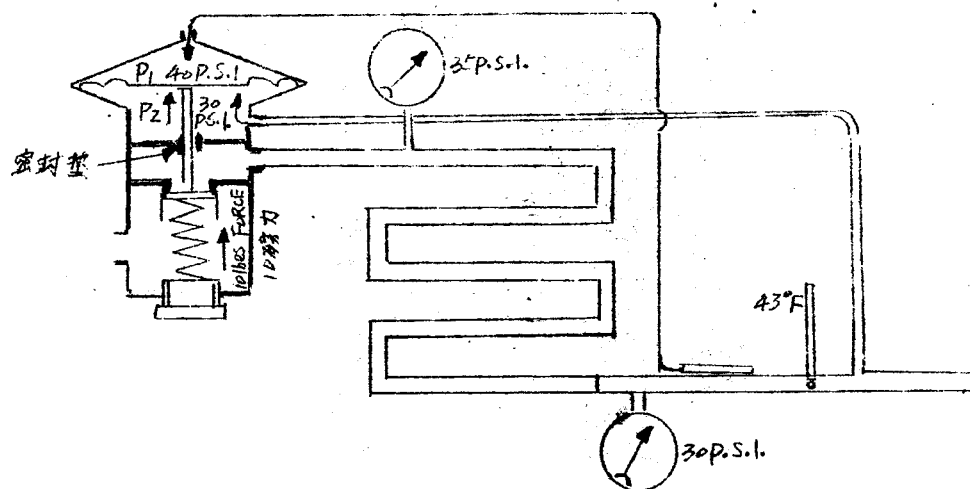


图5

现在研究一个采用R-12作制冷剂，其热系统的灌注剂同时用于也为R-12的TEV装置（见图4）。我们假设蒸发口沿其长度有5磅/吋²的压力降，而蒸发口入口处有35磅/吋²压力作用于膜片，调节弹簧有10磅力施加于膜片，由此总的关闭力为45磅。由于有5磅/吋²压力降，在温包处的蒸发压力被减到30磅/吋²。温包感受30磅/吋²压力作用于膜片上，而只有当制冷剂蒸汽过热而伸长到温包温度提高到适应于45磅的平衡力时才能达到平衡条件。在采用R-12为灌注剂时与该平衡力相当的温度为48°F。因此系统的过热度提高到48°F-32°F，即16°F。过热度增大大会减少蒸发口的有效面积，因此也就降低了设备的效率。

为了克服上述缺点采用了外平衡式的膨胀阀，温包位置上的蒸发压力借助连接管直接传送给膜片。靠阀杆周围的密封垫使膜片与蒸发口入口压力相隔离。这样布置膜片受到的恰好是温包后面的蒸发压力，设备运行的起始过热度为11°F。

所采用的密封装置为圆环型合成橡胶圈，无波紋软管和低摩擦的聚四氟乙烯填料，详见外平衡式膨胀阀的详图在。

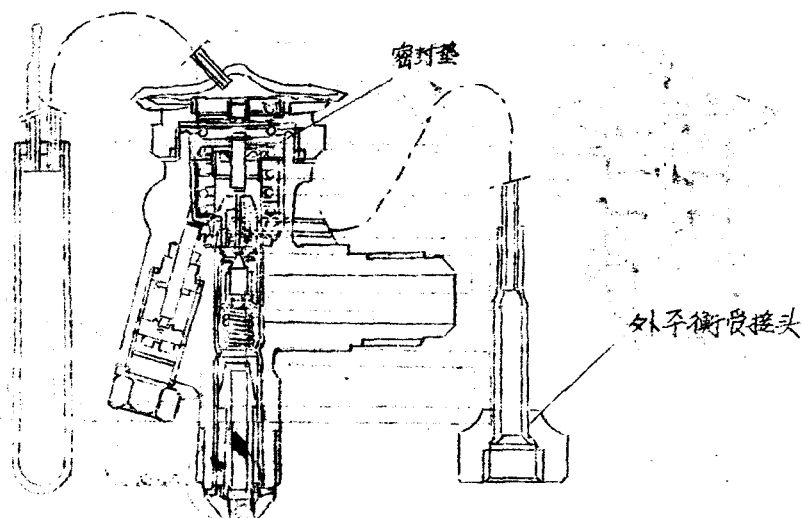


图6. 外平衡膨胀阀

当蒸发器受线的压力降低至图7所列的数值时，应采用外平衡式热力膨胀阀。

制冷剂	蒸发温度 °F				
	40	20	0	-20	-40
	压降 磅/吋 ²				
502	3.0	2.5	1.75	1.25	1.0
22	3.0	2.0	1.5	1.0	0.75
12	2.0	1.5	1.0	0.75	0.5

图7. 当压降超过表列数值时，采用外平衡式膨胀阀

自力式热力膨胀阀

这类 TEV 的结构取消了平衡接受（见图8），为使从蒸发器流出的制冷剂通过阀体本身和热敏波纹管，波纹管应放置在常规 TEV 的膜片位置上，波纹管外表面受到蒸发器出口压力的作用，从以上讨论知道，此压力作用于波纹管，可实现膨胀阀的理想控制。

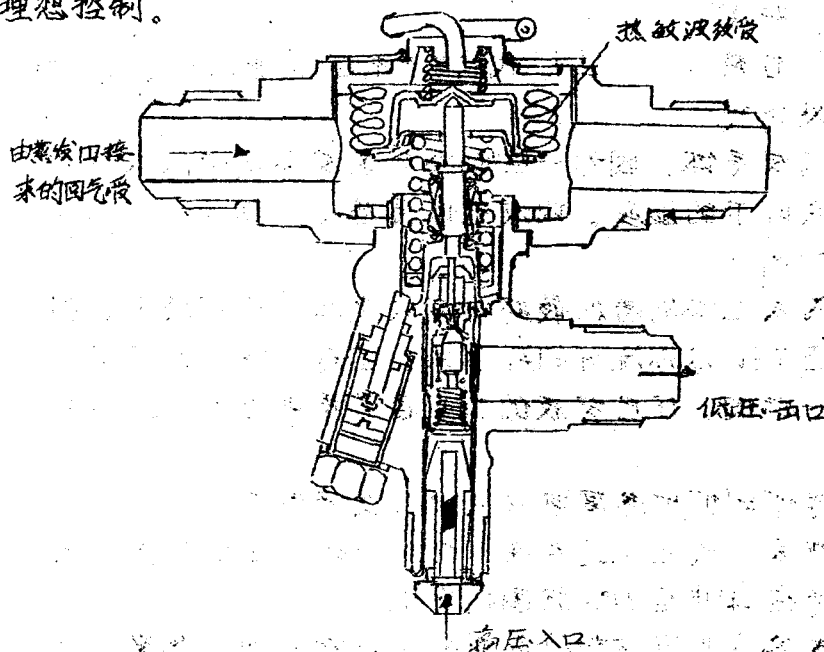


图8. 自力式热力膨胀阀

在要求控制关闭过热度的低温场合，选用这类代型最为理想。此外，该代还具有其它一些优点，我们将在下期进行讨论。

影响热力膨胀代容量和额定值的因素

在上述关闭过热度或开启过热度的同时在特定的蒸发温度和冷凝温度条件下标定TEV的公称容量。通常认为进入膨胀代的制冷剂是没有再冷却的饱和液体。

上述条件考虑了影响质流率和通过代门的制冷能力的全部主要因素。

现将各因素依次叙述如下：

蒸发温度及冷凝温度
蒸发温度及冷凝温度首先决定通过代针和代座的压力降，由此确定质流率。压降越大，制冷剂的流率越大。将代门调正到某一点，在整

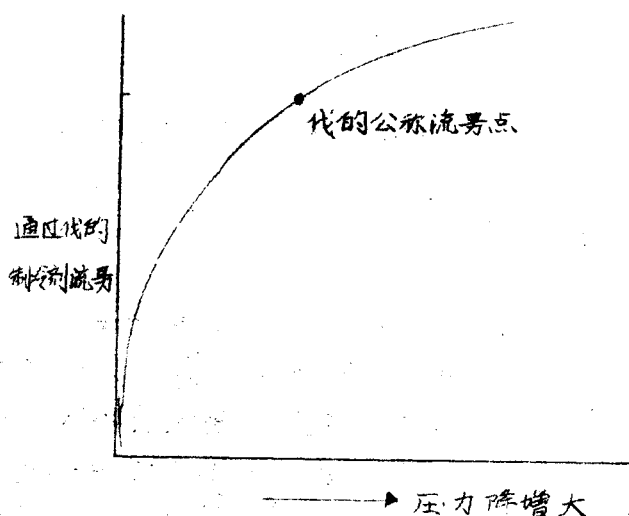


图9. 代的容量随压力降增大而增大的变化曲线

个压力降下代孔处将形成一定百分数的内发气体，因为一些制冷剂蒸发会使液体本身降低到对应于低压条件下的温度。内发气体量随压力降的增加而增加。总的效果示于图9。

可以看出，内发气体的增加最终将减缓流体流率的增大。图上标出了用于标定TEV公称流率的那个点。随着制冷剂的不同，曲线形状也是不一样的，在已发表的TEV容量表里给出了这些曲线。

实际上代门操作时的过热度可以从三个方面来考虑。

(1) 关闭过热度——代在此过热度下处于平衡，正好呈关闭状态。关闭过热度可在 4°F 至 11°F 范围内变化。

(2) 开启过热度——是灌注剂所要求的额外增加的过热度。在

此过热度下，热系统内灌注剂产生的压力推动伐针离开伐座并通过公称容量的制冷剂流号。这涉及到伐的梯度，开启过热度可以在 4°F 至 7°F 范围内变动。

(3) 工作过热度—是关闭过热度和开启过热度的总和，在该过热度下一个规格合适的膨胀伐可使设备在公称负荷下运行。

图10示出了选择过热度对TEV容量的影响。

一个好的TEV应具有一定的储备容量，以适应高的工作过热度对容量产生的影响。这是一个在启动运行和其它大负荷情况下能增大容量的重要特点。同样当伐的选择和设备负荷计算不如予计的那样正确时仍然能得到满意的性能。

饱和液体—对于增加伐的容量来说，希望液体里不出现蒸汽。正如前面已讨论过的，在伐的供液系统中存在任何闪发气体将会减少质号流号。在液体制冷剂到达TEV之前使液体进行再冷却即图1中

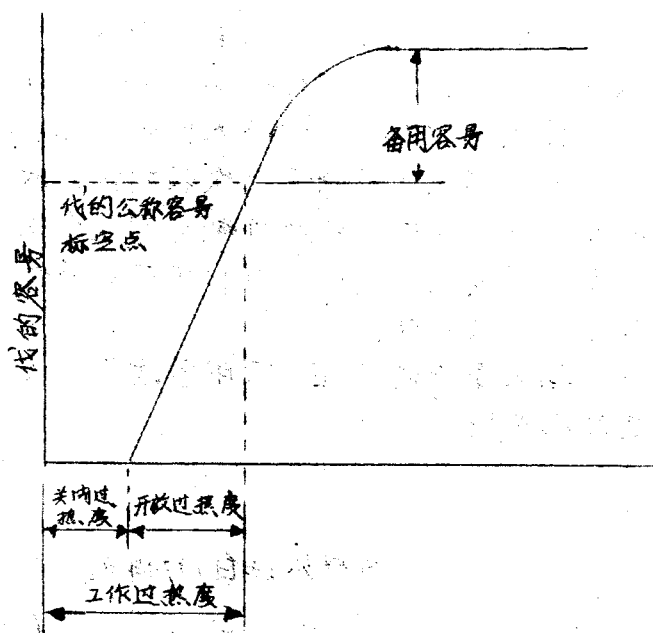


图10

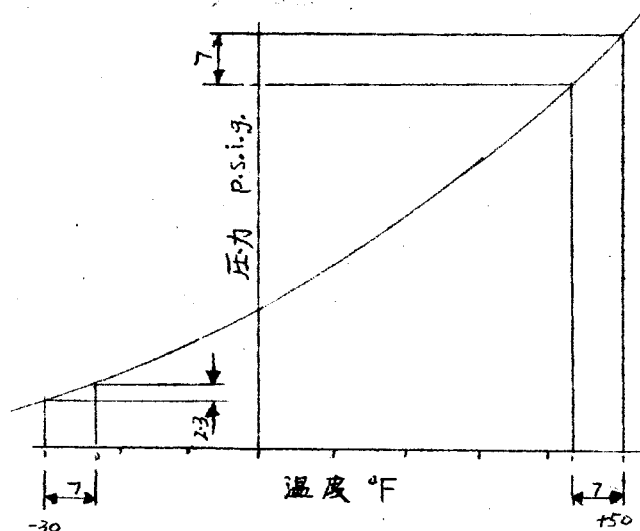


图11. F^{12} 饱和蒸汽压力曲线

所示的A到A₁点可进一步增大阀的容量，此时在给定的压力降下阀孔处祇形成少量闪发气体，从而增大质量流量。

同样流进蒸发器的制冷剂的单位质量制冷能力也有所增加，试比较图1中B点至C点及B₁点至C₁点。

蒸发温度——这是确定蒸发器正常工作的温度。蒸发器中制冷剂的压力—温度曲线的斜率一般随温度增加而增加（见图11）。在恒定的开启过热度条件下TEV达到公称容量，在高的蒸发温度下阀的开启度也大，这是因为在相同的温度变化下，制冷剂产生更高的压力。造成TEV额定容量增大的同时相应地阀的行程也有了增加。这一事实也已反映在已发表的容量表中。

制冷效率即单位质量液体制冷剂完全汽化所吸收的热量，它随着蒸发温度变化而变化。在设计不同蒸发温度下的TEV容量时要考虑这一可变因素。

下一篇文章将讨论TEV所用制冷剂的类型，过热特性以及它们的选择和应用。

马瑞琴译自1979年元月

"Refrigeration and Air Conditioning"

陵定函校

热力膨胀伐 (下)

本文是根据基本原理论述热力膨胀伐的两篇文章中的第二篇。文章中叙述热力膨胀伐所使用的不同类型的灌注剂，也谈到热力膨胀伐的选择和应用。

热力膨胀伐的总应组件内充有温度/压力敏感介质(灌注剂)以提供开启伐门所必需的力，来满足在固定条件下通过伐门的制冷剂流量和过热度的要求。从前，不考虑这样一个事实，即在一个很宽的蒸发温度/压力范围内要求同样的过热条件。

热力膨胀伐灌注剂具有所要求的过热度的能力取决于它的温度/压力关系。通常蒸发度在 -40°F 到 $+50^{\circ}\text{F}$ 之间过热度的变化值称为一个膨胀伐的过热特性。

确定过热特性时所涉及的主要因素

图1示出了 R_{12} 的饱和蒸汽压力曲线 (R_{12} 既作为设备的制冷剂

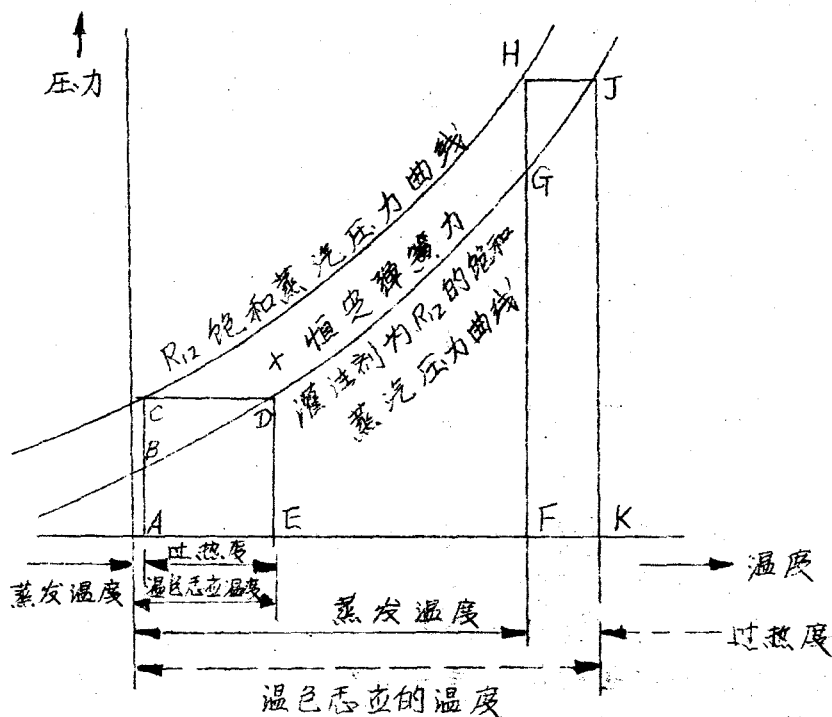


图1. 确定直接灌注制冷剂的膨胀伐过热特性的主要因素

又作为热力系统的灌注剂)和增加一个恒定弹簧力 F 的 R12 饱和蒸汽压力曲线。

由于阀门平衡时 $P_2 + F = P_1$ (见上期的文章)

即, 在较低的蒸发温度时, $AB + BC = DE$, 得到过热度 CD ; 而在较高的蒸发温度下时, $GF + GH = JK$, 得到过热度 HJ 。从这个例子可以看出, 过热度随着蒸发温度的降低而增加。

如果画出对于蒸发温度的过热度曲线, 就能得到直接灌注制冷剂 R12 的热力膨胀阀的过热特性曲线 (图 2)。

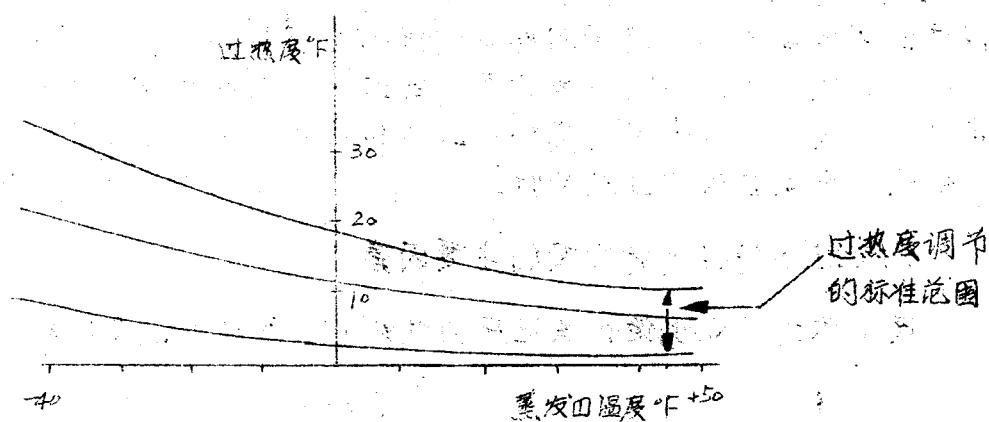


图2. 直接灌注 R12 的热力膨胀阀的过热特性曲线

可以看出, 设备制冷剂的饱和蒸汽压力加上恒定的弹簧力和灌注剂饱和蒸汽压力曲线之间的关系可以确定热力膨胀阀的全部过热特性。基于设备制冷剂的饱和蒸汽压力曲线来改变灌注剂压力曲线的图形, 可以得到各种过热特性曲线。

直接灌注制冷剂的[热力膨胀阀]

优点:

在某些灌有液体[制冷剂]的组件里存在下述危险, 即假设膨胀阀膜片头部遇到比温度冷的条件时, 灌注剂就冷凝进入膜片头里, 此时温度的感应将是膜片头, 而不是感温包。当这种情况发生时, 我们就说热力膨胀阀是转向。有一种避免转向的方法是保证所使用的液体灌注剂的体积大于膜片头和毛细管的体积, 也就保证了

在各种条件下液体与蒸汽的分界面保持在温色里(图3a和3b)。这样,不受那个部位更冷些,总是可以将直接灌注制冷剂的热力膨胀阀安装成由温色里进行控制。

缺点:

(1)使用工厂生产的 0°F 时标准关闭过热度为 9°F 下的热力膨胀阀,蒸发器将在低蒸发温度下以高过热度运行。这在临界温度时会降低设备的能量和效率。

(2)设备刚开始运转时,蒸发器压力(P_2)下降,而温色里保持很高温度,因而灌注剂的压力(P_1)也很高,造成热力膨胀阀全开。

如果系统里没有其他限定吸入压力的控制口,由于开始吸入压力高,结果压缩机的电机可能超载。

直接灌注制冷剂热力膨胀阀在现代制冷设备中很采用。

吸附灌注剂

吸附灌注剂是把活性炭之类的固体吸附剂装在温色里,把惰性气体装进配套的动力组件里。通过吸附过程气体压力随温度发生变化。在吸附过程中吸附剂(活性炭)吸收惰性气体,吸收的气体量随着温度下降而增加。因此在低温下热力系统中的自由气体量减少,而产生更低的压力。

图4—为灌注吸附剂的热力膨胀阀的过热特性曲线的典型例子。注意,通过选择所使用的惰性气体和吸附剂的体积,可以在某种程度上改变过热特性。由于蒸发温度范围很宽,要获得令人满意的过热特性有困难,所以提供的某些装有吸附剂的热力膨胀阀只适合于有限的蒸发温度范围,对蒸发温度高的和蒸发温度低的分别提供不同的热力膨胀阀。

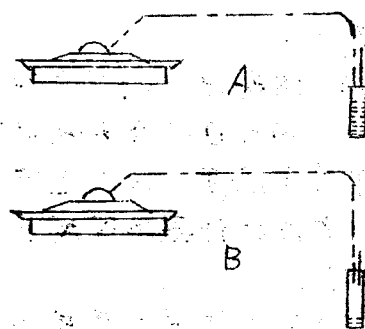


图3. 相对的灌注液量和最大工作压力膨胀阀。

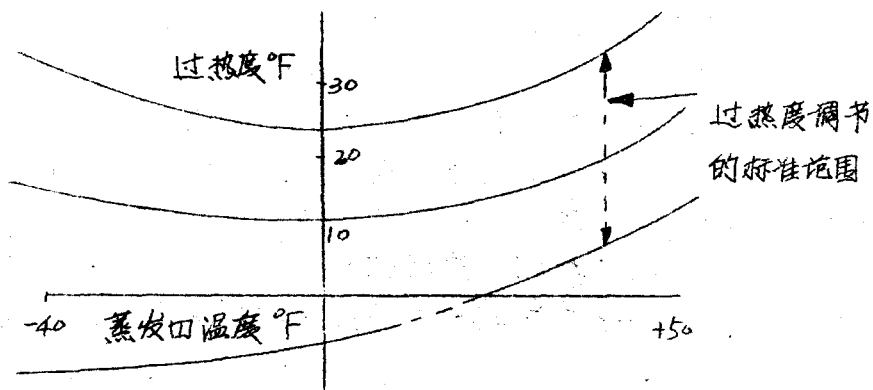


图4. 吸附灌注剂热力膨胀的标准过热特性(设备制冷剂为 R_{12})

优点:

- (1) 这种灌注剂不会转向。
- (2) 由于在较高蒸发温度下过热度增大, 所以蒸发口的压力局限于某个范围, 这个范围可保证在开始降压时, 压缩机电机不超载; 灌注剂在某种程度上可作为电机保护来对待。

缺点:

- (1) 因为在不同蒸发温度范围内过热度变化很大, 所以热力膨胀阀需要调节, 以达到在很窄的蒸发温度范围内获得最佳工作过热度。

- (2) 根据吸附原理工作的热力膨胀阀的灌注剂对温度变化的反应是比较缓慢的, 但是, 这种阻尼对于阀的波动不一些是个缺点, 这一点将在以后再叙述。

- (3) 由于起始过热度很高, 使蒸发口的能量减小, 因而可能不适当地延长拉低蒸发压力的时间。

异种液体灌注剂

所以叫这个名称是因为灌注剂是制冷剂, 但与设备里所使用的制冷剂不同。

有时为了改进过热特性, 把惰性气体加到灌注液里。

优点: