

热力膨胀阀

上海恒温控制器厂有限公司

目 录

概述.....	2
1、术语.....	2
2、膨胀阀基本原理.....	3
3、膨胀阀机械结构类型.....	6
4、膨胀阀选型.....	8
5、膨胀阀在制冷系统运行中的过热度调试.....	10
6、过热度的调试方法.....	11
7、膨胀阀温包和外平衡管的取压口安装位置.....	14
8、膨胀阀的一般故障和处理方法.....	15
结束语.....	15

热力膨胀阀

热力膨胀阀（简称膨胀阀）是制冷系统中的主要部件之一，热力膨胀阀又称为感温流量调节阀或自服流量调节阀。它是目前氟利昂制冷剂、氨制冷剂等冷媒制冷系统中广泛被使用的节流机构，热力膨胀阀能根据流出蒸发器的制冷剂温度和压力信号自动调节进入蒸发器中的制冷剂流量。因此热力膨胀阀是以信号收集器、发信器和调节器三位一体组成的流量自动调节机构。

1、术语

1.1 内平衡

通过阀的内部通道将膨胀阀的出口压力传递给阀的动力执行元件的一种压力平衡方式。

1.2 外平衡

通过阀的外接管道将蒸发器出口处的压力传递给阀的执行元件的一种压力平衡方式，用以补偿制冷剂流过分配器及蒸发器时的压力降影响。

1.3 膨胀阀过热度

内平衡膨胀阀的过热度指感温包温度与膨胀阀出口处制冷剂压力相对的饱和温度之差。外平衡膨胀阀过热度指感温包温度与外平衡管取压口处（蒸发器出口处）制冷剂相对的饱和温度之间的温差。

1.4 膨胀阀静止过热度

膨胀阀以关闭到刚开启时所谓的过热度。

1.5 膨胀阀过热度变化（动过热度或称开启过热度）

膨胀阀以开始开启到某一制冷量时所需的过热度。

1.6 压力限制型膨胀阀（一种具有适当结构设计特点的膨胀阀）

当蒸发压力达到预定最大值时，膨胀阀会自动关闭阀口使制冷剂停止流动。当蒸发器压力降到低于预定的蒸发压力最大值时，膨胀阀又能正常工作。

1.7 最大工作（平衡管）压力 MOP（Maximun Operation Pressure）

压力限制型膨胀阀工作所允许的最大平衡管压力（蒸发压力）

1.8 过冷（无闪化气体）液体

在某一给定压力下被冷却至饱和温度以下的制冷剂液体。

1.9 通过阀门的压力降

指阀的进口压力与蒸发器出口压力之差。

1.10 制冷量

在标准额定性能工况下进行试验为基础得出的制冷量值为标准额定制冷量（也称作为名义制冷量）。在额定性能工况下进行的试验为基础得出的制冷量值为额定制冷量。

1.11 标准额定性能工况（名义工况）

作性能特性比较基准的标准额定性能工况规定参数见表 1

表 1

a 制冷剂		R134a	R22	404A/R507	R410
b 冷凝温度	Tc	40℃			
C 进入膨胀阀液体温度	Tv	38℃			
d 蒸发温度	Te	4.4℃			
e 蒸发压力（绝对压力）	Pe Mpa	0.344	0.575		0.916
f 通过阀门压力降	ΔP Mpa	0.41	0.69		11.32
g 膨胀阀的静止过热度	SS	3.5K			
h 膨胀阀过热度变化	OS	4K			
i 总过热度	SH	SH=SS+OS			

2、膨胀阀基本原理

冷凝后的高压饱和和液态制冷剂进入膨胀阀，经过阀口的节流，从膨胀阀出口流出进入蒸发器时制冷剂呈喷射状态的汽液二相的制冷剂，并在低压蒸发器内扩散蒸发向四周吸热，制冷剂不断地进入蒸发器，蒸发器不断地向四周吸热，使温度下降冷却周围环境和被冷却的物体。膨胀阀作用是：1.节流使制冷剂膨胀扩散蒸发 2.根据过热度的变化进行流量调节。

2.1 热力膨胀阀平衡力分析。

a 内平衡膨胀阀阀内有一个通道把阀出口的蒸发压力 P_2 传递到膜片的下腔产生了一平衡力。 F_2 见图 (1) (2)

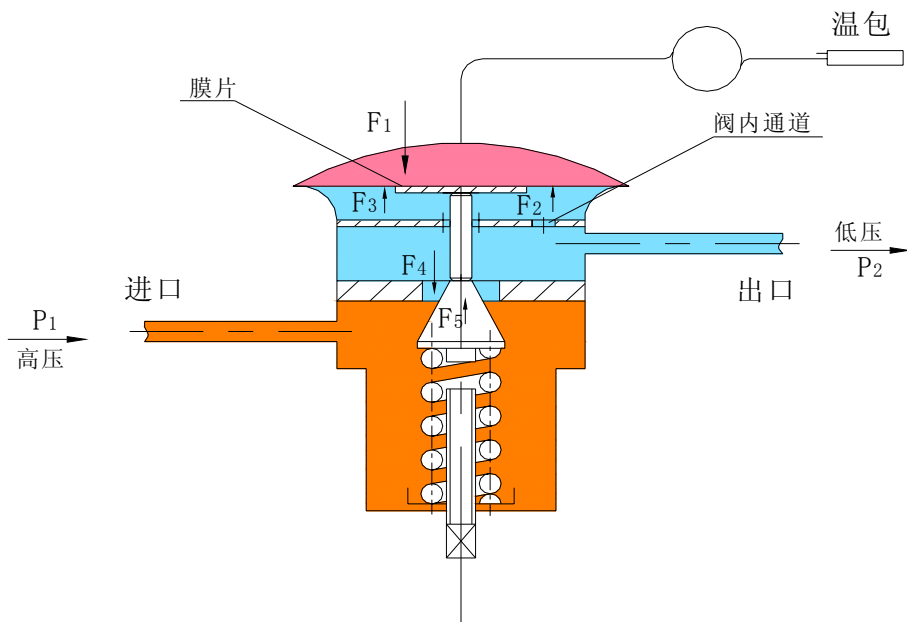


图 (1)

内平衡阀安装位置

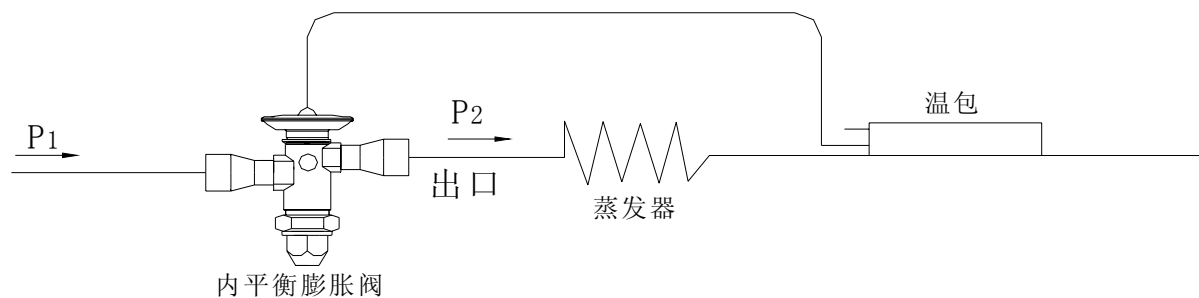


图 (2)

b 外平衡热力膨胀阀通外接平衡管把蒸发器出口处的蒸发压力 P_3 传递到动力头的膜下腔产生了一个平衡力 F_2 见图 (3) (4)

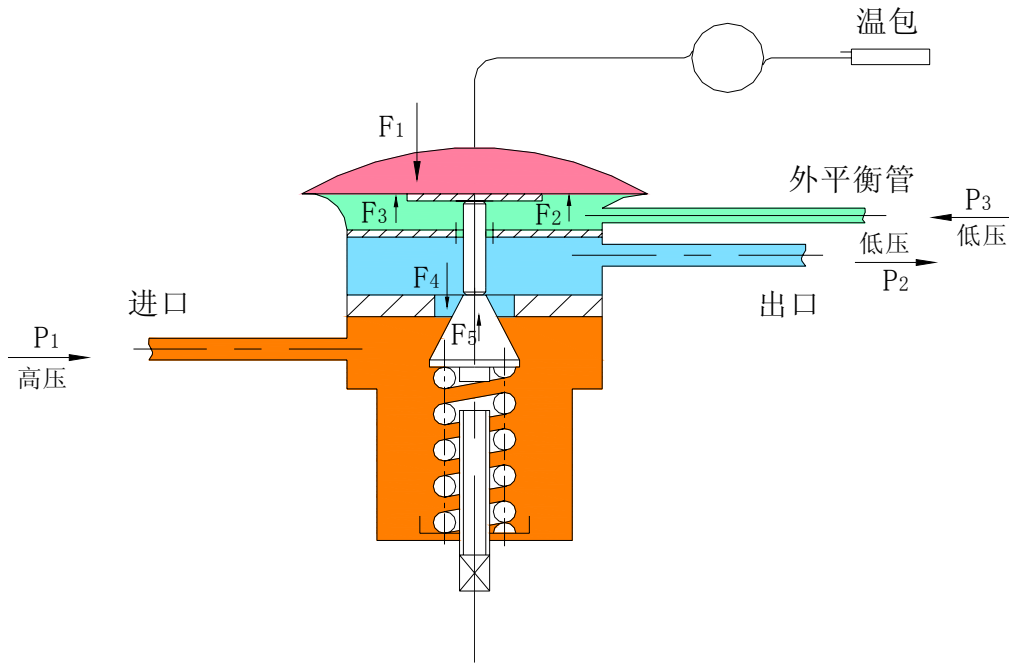


图 (3)

外平衡阀安装位置

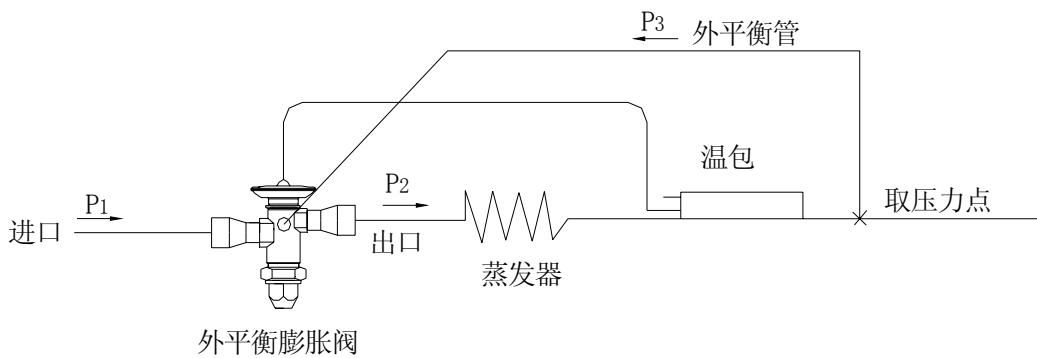


图 (4)

热力膨胀阀自动调节流量时阀针位移受力分析

推力平衡公式

$$F_1 = F_2 + F_3 - F_4 + F_5$$

当 $F_1 > F_2 + F_3 - F_4 + F_5$ 此时过热度增大，阀针向下移动，阀口开大流量增大

当 $F_1 < F_2 + F_3 - F_4 + F_5$ 此时过热度减小，阀针向上移动阀口关小流量减小。

内平衡膨胀阀阀内有通道把阀出口的蒸发压力 P_2 传递到膜片的下腔产生了一平衡力。

式中

F_1 —动力头中膜片上腔与温包内的介质温度的压力产生的推力。

F_2 —内平衡膨胀阀出口处的蒸发压力 P_2 在膜片下腔产生的推力。

—外平衡膨胀阀对平衡管把 P_3 蒸发器出口的蒸发压力传递至膜片下腔产生的力

F_3 —阀针下部调节弹簧的预紧力。

F_4 —蒸发压力 P_2 对阀针所产生的推力。

F_5 —进口压力 P_1 对阀针所产生的推力。

P_1 —制冷剂进入阀口时的压力（高压）

P_2 —阀出口处蒸发压力（低压）

P_3 —蒸发器出口的蒸发压力（外平衡管）（低压）

S —阀口截面积

$$F_4 = P_2 \cdot S$$

$$F_5 = P_1 \cdot S$$

F_4 F_5 这两个推力在制冷量比较小膨胀阀系统负荷变化比较小和比较平稳系统中可以忽略不计，但制冷量大的膨胀阀（阀口截面积比较大）负荷变化大运行不平稳的系统中 F_4 F_5 对阀的开启过热度有影响。

3、膨胀阀机械结构类型（上恒产品）

3.1 整体式膨胀阀

整体式膨胀阀是不可拆装的，适用工质、制冷量等性能参数每个阀都是相对应，阀芯不能互换，见图(5)。制冷量规格范围(以 R22 标准额定空调工况)1.76KW—42.24KW(1/4T-12T)。产品有内平衡型、外平衡型、MOP 保护型出厂静过热度调定 3.5K，静过热度可调节范围 2K-8K。标准工况制冷量的开启过热度为 4K，阀的最大开启过热度为 8K。



图 (5)

3.2 可换阀芯膨胀阀

可换阀芯膨胀阀阀体为通用组件，阀芯组件有若干不同制冷量规格阀芯配件，通过调换阀芯组件就可改变膨胀阀的制冷量见图 (6)

其制冷量规格范围 (以 R22 标准额定空调工况) 1.13KW—17.25KW/13/T—5T

阀芯规格有 “0#—6#” 7 种。

可换阀芯膨胀阀有内平衡型、外平衡型、MOP 保护型，出厂静过热度调定为 3.5K 静过热度可调范围 2K—8K。标准工况制冷量的开启过热度为 4K，阀的最大开启过热度为 8K。

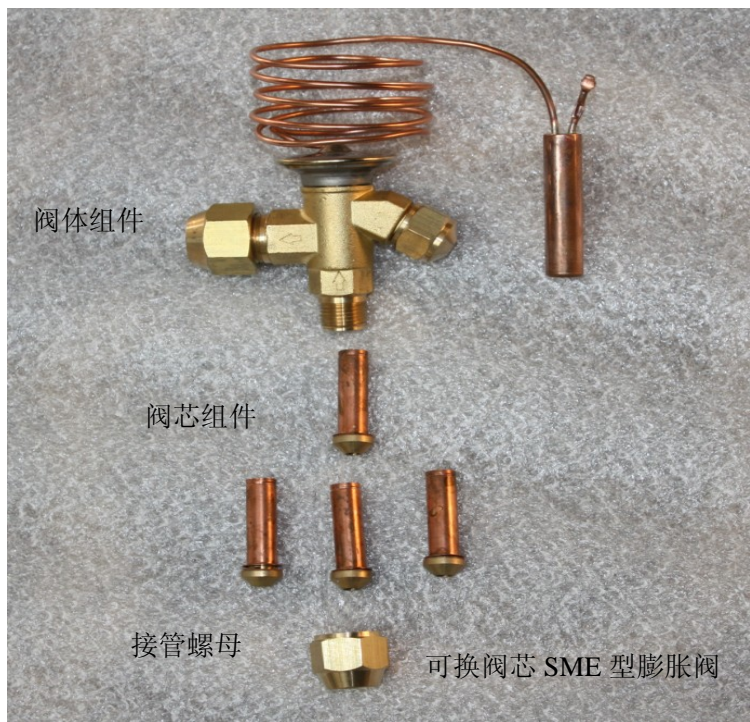


图 (6)

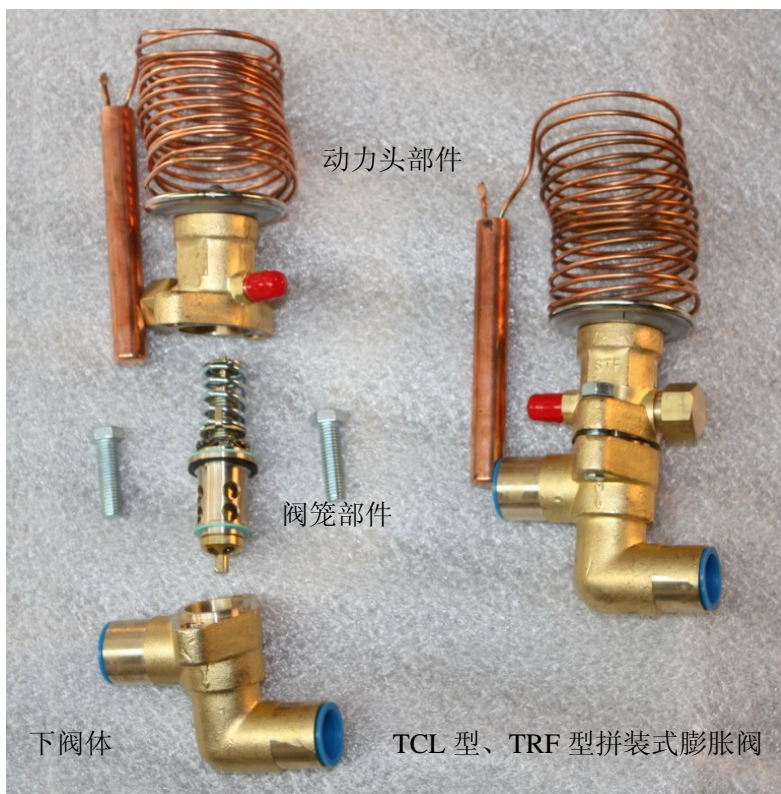
3.3 拼装式膨胀阀

拼装式膨胀阀主要有动力头部件、阀笼部件、下阀体三大部件拼装而成见图（7）其特点是主要是适用同一种制冷剂调换不同规格的阀笼就能获得不同制冷量膨胀阀。

TCL 型膨胀阀制冷量规格范围(以 R22 空调工况)1.76KW—42.24KW(1/2T—12T)

TRF 型膨胀阀制冷量规格范围(以 R22 空调工况)49.28KW—352KW(14T—100T)

TCL 型、TRF 型膨胀阀只有外平衡型 MOP 保护型，出厂静过热调定为 3.5K，静过热可调范围 2K—8K。标准工况制冷量的开启过热度为 4K，阀的最大开启过热度为 8K。



图（7）

4、膨胀阀的选型（上恒产品）

在样本上提供的名义容量也就标准额定工况容量，其工况条件为：1.冷凝温度 40℃ 2.蒸发温度 4.4℃ 3.进入膨胀阀过冷饱和液体为 38℃ 4.过冷度为 2K 5.出厂调定静过热度为 3.5K 6.额定制冷量变化过热度 4K。

如果所选用的膨胀阀是现用在非标准额定工况的系统上，应按其它实际要求的工况条件。参照我公司样本上的扩展容量表来选用，选用时应有以下几个重要参数：

1.使用工质 2.制冷量 3.冷凝温度 4.蒸发温度 5.内平衡/外平衡 6.是否需要 MOP 操作压力保护 7.静过热度。

举例：选用 TRT(E)膨胀阀

工质 R22 制冷量 80KW

a 冷凝温度 32℃ 对应压力 p_c 1.2511 Mpa（绝对压力）

b 蒸发温度 -29℃ 对应压力 p_e 0.17 Mpa（绝对压力）

c MOP 保护压力 100PSi

d 静过热度 5K

E 外平衡

a 计算制冷剂通过膨胀阀的压力差：

从储液器至膨胀阀进口之间的管路沿程压力损失，为 0.15Mpa（一般为 0.1 Mpa—0.2 Mpa）

则通过膨胀阀的压力差 $\Delta P = p_c - p_e - \Delta P$

$$= 1.251 - 1.171 - 1.5$$

$$= 0.93 \text{Mpa}$$

b 查扩展容量表（见附表）

根据蒸发温度 -29℃ 通过阀门的压力差 $\Delta P = 0.93 \text{ Mpa}$ 制冷量为 80KW 按 TRF(E)膨胀阀扩展容量表查得，膨胀阀型号规格为 TRF(E)35HC 外平衡膨胀阀或 TRF(E)35HW100 带 MOP 保护功能膨胀阀。

如过冷液体制冷剂过冷度比较大可按表（2）作制冷量的修正，但要注意过冷度 K 过大则会在液管中产生闪气而降低制冷效果。

表（2）

阀进口温度修正					
进入阀口的制冷剂温度℃	修正系数 cf				
	R134a	R22	R407C	R410A	R400A/R507
16℃	1.214	1.221	1.22	1.169	1.151
21℃	1.167	1.166	1.161	1.129	1.115
27℃	1.109	1.111	1.110	1.082	1.072
32℃	1.060	1.056	1.046	1.044	1.038
43℃	0.949	0.944	0.934	0.964	0.968
49℃	0.886	0.886	0.876	0.926	0.934
55℃	0.823	0.828	0.822	0.876	0.889
65℃	0.767	0.768	0.756	0.797	0.844

表中系数乘以扩展容量表查得制冷量为本阀的实际制冷量

5、膨胀阀在制冷系统运行中的过热度调试（阀的开大和阀的关小）

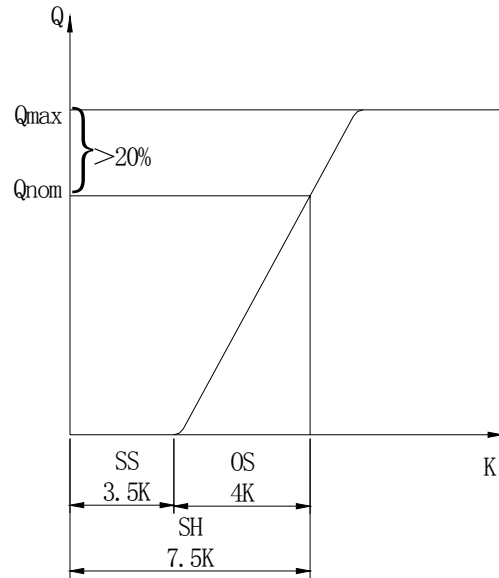
5.1 膨胀阀的静过热度可以调节，调节范围 2K—8K，出厂调定为 3.5K（上恒产品）

5.2 膨胀阀的过热度变化（动过热度，开启过热度）4K 为额定值是不可调的。

5.3 膨胀阀制冷量与过热度变化见表（3）

a 标准工况时过热度见表3

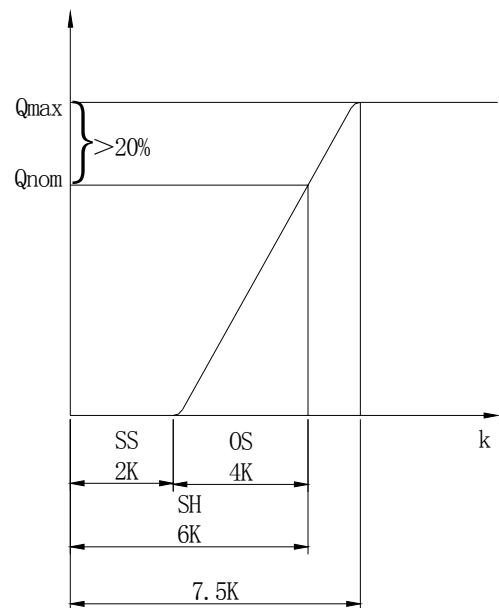
SS=3.5K 静过热度，可调范围2K-8K
 可以通过调节杆调
 OS=4K 变化过热度（开启过热度）不可调
 SH=SS+OS SH=7.5K 当总的过热为7.5K
 时阀制冷量达到额定容量。



表(3)

b 在系统上调小静过热度（阀开大）见表4

SS=2K 静过热度调小1.5K
 OS=4K 变化过热度（开启过热度）不可调
 SH=2K+4K
 当总的过热SH=6K时阀制冷量达到额定容量
 要比标准工况小1.5K，当总过热度达到7.5K
 时阀的制冷量将是120%以上额定容量。



表(4)

C 在系统上膨胀阀调大过热度（阀关小）见表5

SS=5k 静过热度调大1.5K
 OS=4K 变化过热度（开启过热度）不可调
 总过热度 SH=5K+4K
 当SH=9K时膨胀阀的制冷量才达到
 额定容量要比标准工况高出1.5K.
 而当SH=7.5K，阀的制冷量约为
 标准工况制冷量的60%左右

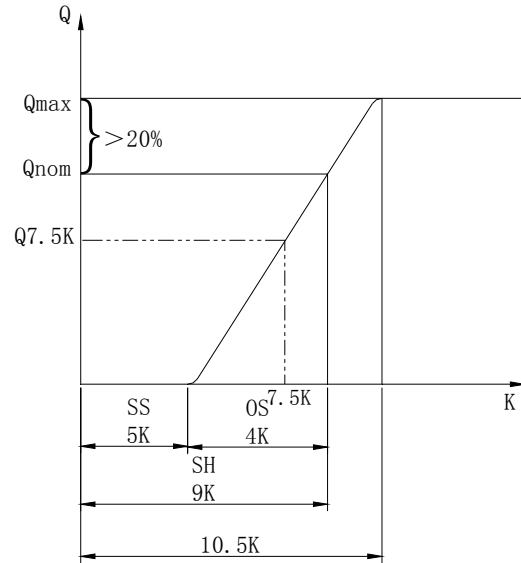


表 (5)

6、过热度的调试方法

6.1 整体式膨胀阀（上恒产品 NRF 型、RT(E)T 型）

产品出厂调定静过热度为 3.5K 静过热度可调范围 2K—8K，
 过热度变化（开启过热度）4K。

a 过热调大（阀关小）调节杆
 顺时针旋转每旋转1圈过热度就
 增加1.5K，当弹簧调到拼圈，阀
 基本为关闭状态
 注意此时在顺时针旋转就可能出
 现调节杆机构受破坏阀失效。

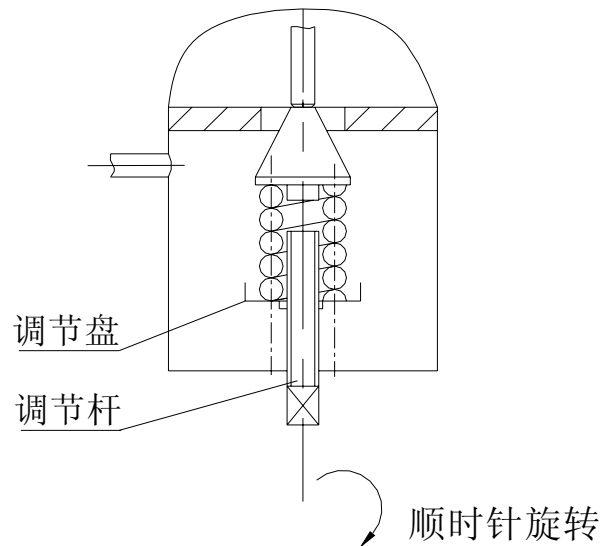
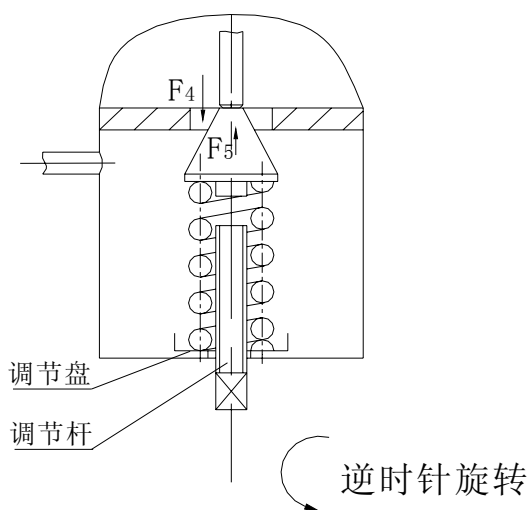


图 (8)

b 过热度调小（阀开大）调节杆逆时针旋转每旋转1圈过热度减少1.5K当调节盘调到底时，阀应是开到最大状态，见图（9）
注意：此时如再逆时针旋转就可能出现调节杆机构受破使阀失效。



图（9）

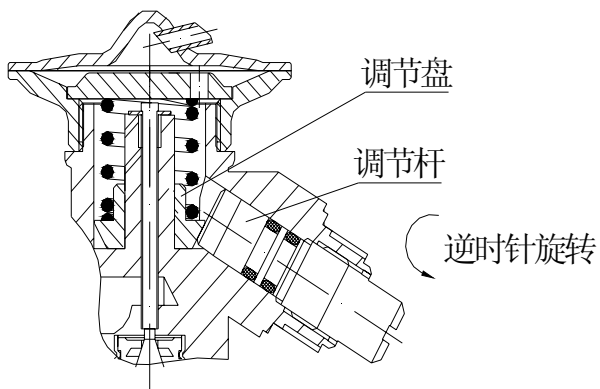
6.2 可换阀芯膨胀阀 SM 型、ST 型

出厂静过热调定值 3.5K

调节杆每旋转一圈过热度变化为 4K

SM 型 ST 型膨胀阀过热调节比较灵敏

a 调小静过热度（阀开大）图（10）
调节杆逆时针旋转过热度调小每旋转一圈过热度减小4K



图（10）

b 静过热度调大（阀关小）图11
调节杆逆时针旋转过热度调大每旋转一圈过热度增加4K。

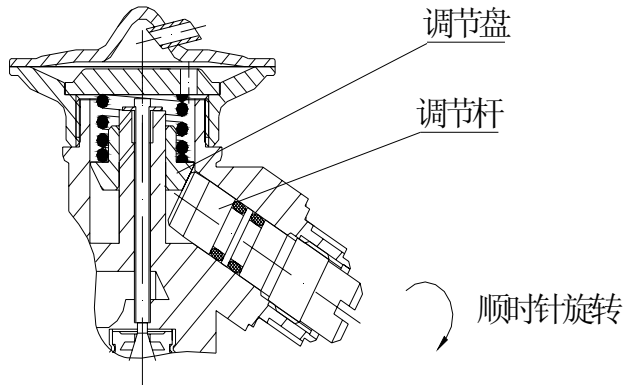


图 (11)

6.3 拼装式膨胀阀过热度调试方法 TCL 型、TRF 型

出厂静过热度调定值 3.5K 静过热度可调范围 2K—8K

额定过热度（开启过热度）4K

a 静过热度调小（阀开大）图 (12)
调节杆你是旋转，每旋转一圈过热度减少0.3K。当调节盘被旋到底时，弹簧完全放松，阀的静过热度为最小值。
注意：此时如调节杆继续强行你是旋转会造成调节盘与齿片拼死造成调节机破坏失效（阀关不小）

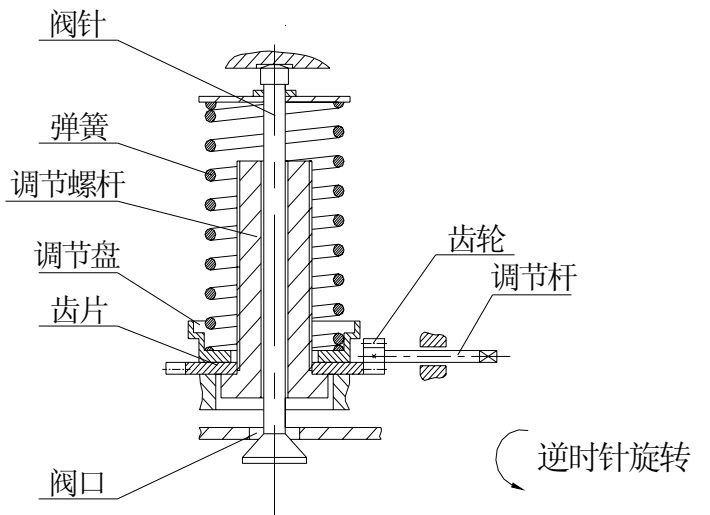
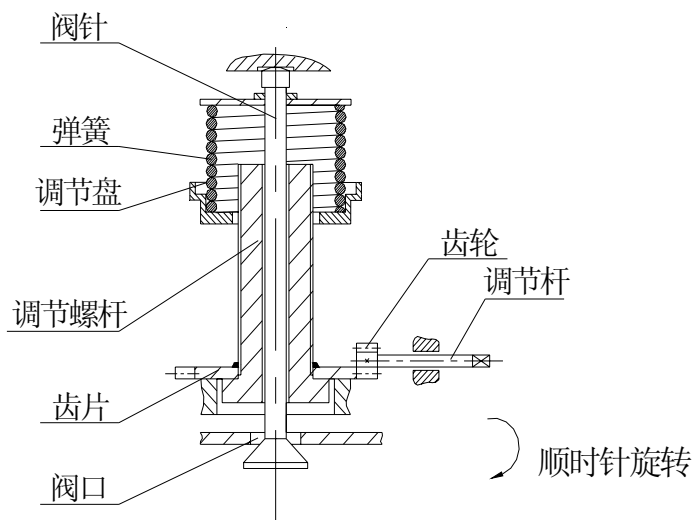


图 (12)

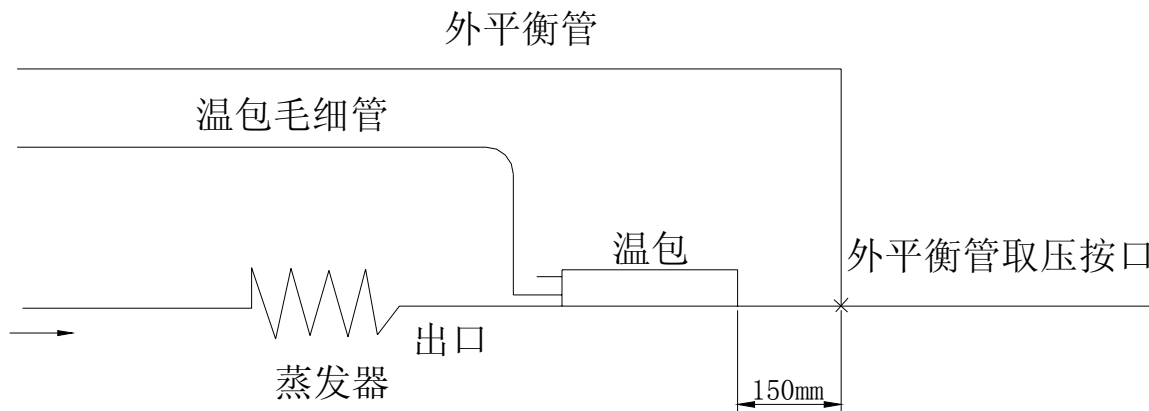
b 静过热度调大（阀关小）图（13）
 调节杆顺时针旋转，每旋转一圈过
 热度增加0.3K，当调节盘上升至弹
 簧拼圈状态，此时阀静过热度为最大。
 注意：此时如调节杆继续强行顺时
 针旋转会造成齿片或齿轮破坏使调
 节机构失效（阀开不大）。



图（13）

7、膨胀阀温包和外平衡管的取压口安装位置

温包应被安装在蒸发器的出口的水平直管上，温包应紧贴蒸发管，用保温材料把温包
 与蒸发器包好，扎紧外平衡管的取压口应在温包后面 150mm 左右处见图（14）



图（14）

8、膨胀阀的一般故障和处理方法

故障和不正常现象		处理方法
1.压缩启动后低压很低甚至跳停低后保护	膨胀阀没有制冷剂流过 1.动力头泄漏 2.阀的进口或过滤网堵塞	1.更换膨胀阀 2.清洗
2.压缩机启动工作后，冷凝压力升高，低压很低膨胀阀出现结霜现象，如对膨胀阀加热现象消除能工作一段时间。	系统内有水份，水份在膨胀阀节流结冰导致阀口堵塞	更换干燥过滤器和干燥系统
3.膨胀阀工作时发出丝丝流速声	1.系统内制冷剂不足 1.液管沿程阻尼太大制冷液过冷太大有闪气	1.系统补充制冷剂 2.尽量减少液管沿程阻尼制冷液过冷不要过份大
4.系统工作不正常振动大	1.选用的膨胀阀的制冷量过大 2.膨胀阀的过热度调的太小 3.温包安装位置和方式不恰当	1.选用制冷量与系统匹配膨胀阀 2.调整阀的工作过热度 3.重新安装温包
5.膨胀阀在运行中关不小（过热度调不大）蒸发压力不下来	1.膨胀阀调节机构有故障 2.温包安装不正确	1.更换膨胀阀或拼装式膨胀阀可拆开重装 2.重新安装温包
6.膨胀阀在运行中开不大（过热度调不小）蒸发压力上不来	1.动力头泄漏 2.选用的膨胀阀制冷量过小 3.手动调节杆机构失灵	1.更换膨胀阀 2.调节机构失灵如果拼装式膨胀阀可拆开重装
7.新 TCL、TRF 型膨胀阀过热度无法调节，调节杆打滑。	阀笼放入动力头部件时，阀笼上的齿盘与动力头部件的齿轮没啮合好（没有装到位）	把膨胀阀拆开重装

结束语

热力膨胀阀是制冷空调设备系统中重要的不可缺少的自动控制元件，由于系统的工况性能要求不同，选用的膨胀阀种类也不同，除上述几种型号的膨胀阀外，还有双向节流膨胀阀、平衡流口式膨胀阀、定压式膨胀阀及电子膨胀阀等。制冷剂通过膨胀阀的节流后膨胀扩散蒸发进行自动流量调节的基本特性是一致的。

注：容量表见附页

2010年12月13日