

## 电子膨胀阀维修指引

### 1 范围

本指引规定了空调用电子膨胀阀及组件故障的分析判定方法，并能正确地进行维修等。  
本标准适用于美的中央空调用事业部。

### 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 2.1

##### 电子膨胀阀

一种可按预设的程序，调节进入制冷装置中制冷剂流量的控制元件，因电子式调节并具膨胀阀功能故称电子膨胀阀。包括电动式电子膨胀阀、电磁式电子膨胀阀。

#### 2.2

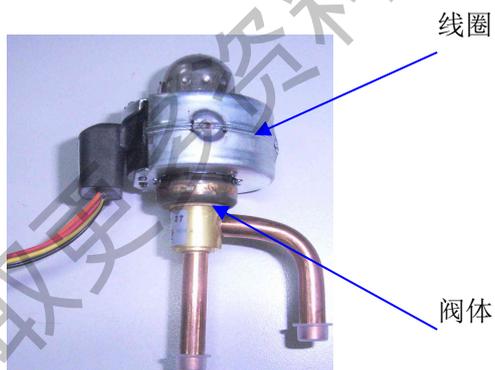
##### 电子节流部件

制冷系统中承担节流降压的部件，由接头、铜管、过滤器、电子膨胀阀、外壳组成。

### 3 结构及原理

#### 3.1 一般构造

3.1.1 电子膨胀阀：主要有两部分构成，线圈部分和阀体部分。



##### 3.1.1.1 线圈部分：

线圈由导线一圈靠一圈地绕在绝缘管上，导线彼此互相绝缘；线圈部的绕线为双股线。

励磁方式是1-2相励磁，驱动方式为单级驱动。

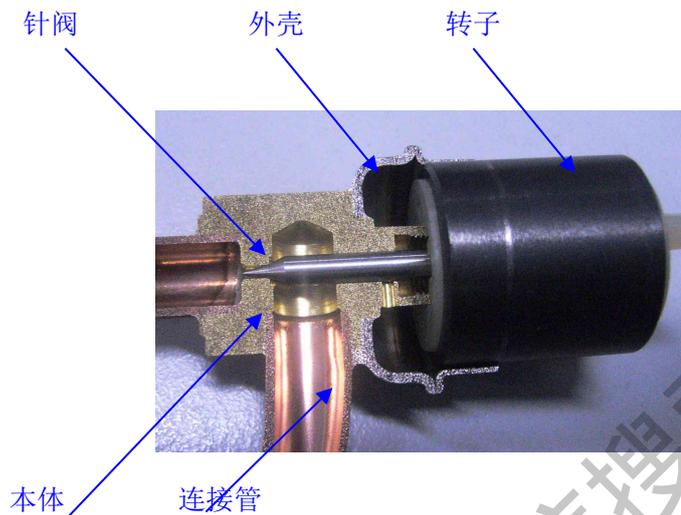


## 线圈剖面图

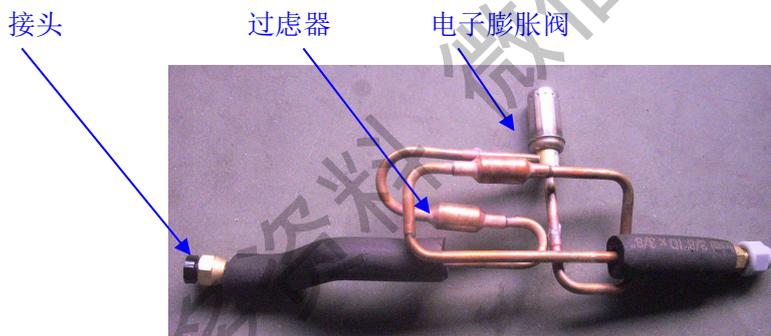
## 3.1.1.2 阀体部分:

阀体主要由不锈钢外壳、磁体转子、螺母、螺轴、针阀、本体及连接管组成。

结构图如下:



## 3.1.2 电子节流部件: 为节流组件, 由接头、铜管、过滤器、电子膨胀阀焊接后增加外壳固定制成。



## 3.2 工作原理

电子膨胀阀的控制原理如下图 2 所示, 电机转子采用永久磁铁, 由转子感应的磁极与定子绕组感应的磁极之间产生磁力的吸引或排斥作用, 使转子旋转。

线圈(脉冲电机)由线控主板控制, 主板发出控制指令, 在电机定子绕组上施加脉冲电压(商用空调所使用的电子膨胀阀电压都是 12V), 驱动转子动作, 指令信号序列反向时, 电机转动反向, 所以脉冲信号可以控制电机正、反转, 使调节阀杆上、下移动, 改变阀针开度, 实现流量调节。

阀体最大开度及最小开度由相应限位机构控制。

## 4 故障类型

引起空调系统中节流不畅主要原因在于电子膨胀阀失效, 主要有以下几点:

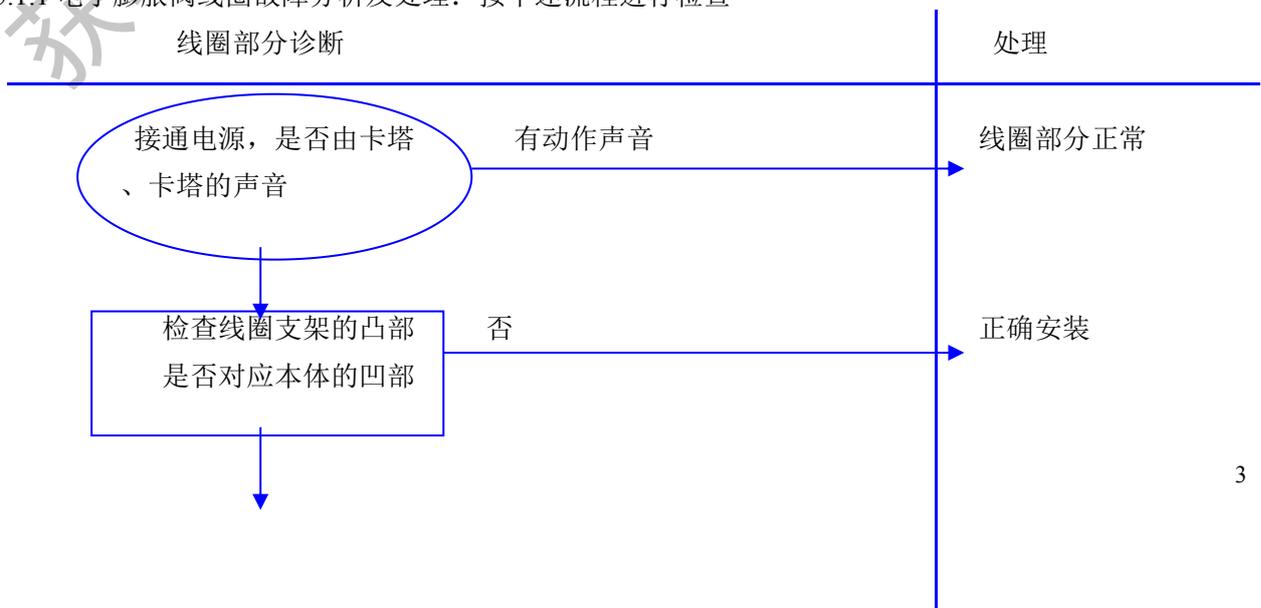
- 1) 电子膨胀阀线圈引线断或者接插件松脱。
- 2) 电子膨胀阀线圈未卡到位。

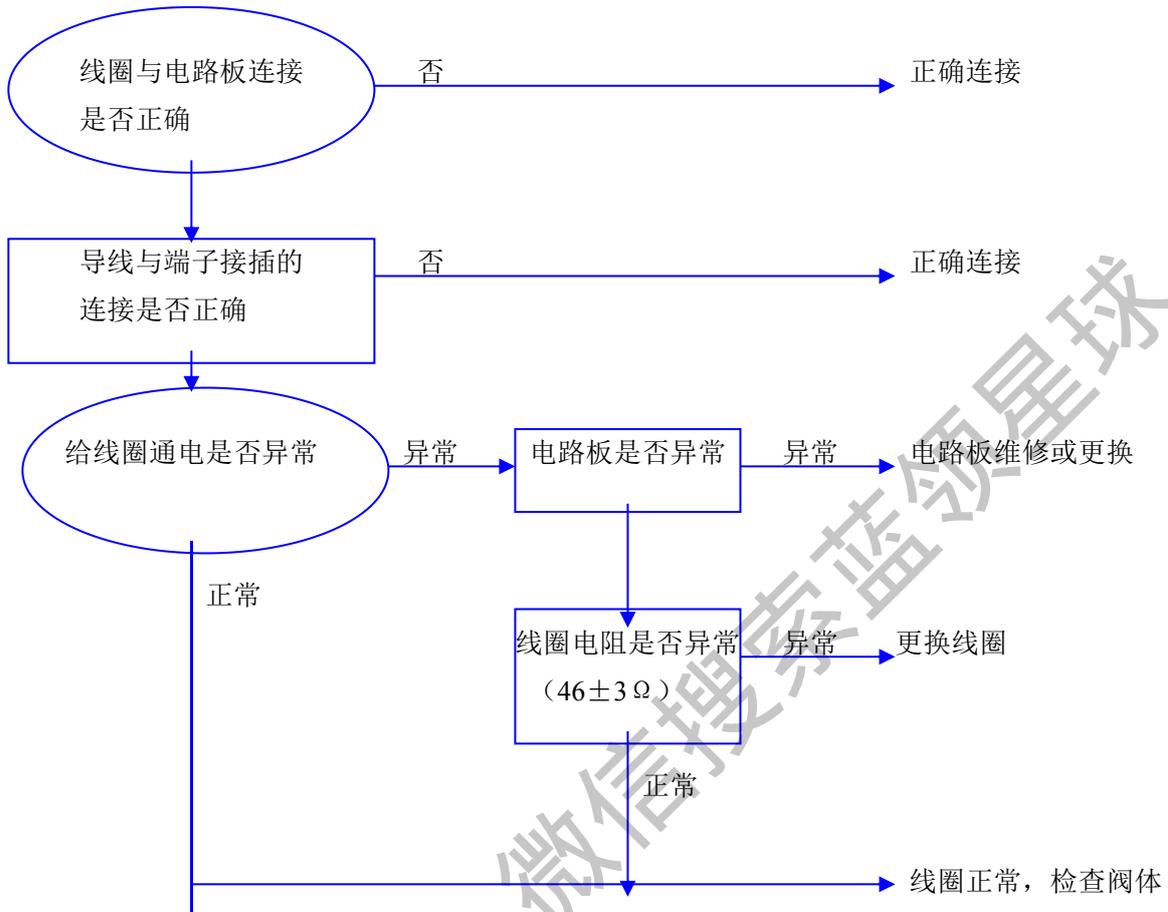
- 3) 电子膨胀阀线圈部分损坏, 电阻异常, 导致调节失效。
- 4) 空调系统主板故障, 输出有误。
- 5) 电子膨胀阀阀体被杂质卡滞, 不能正常转动。
- 6) 电子膨胀阀管路或本体泄漏。
- 7) 电子膨胀阀阀体部分碰撞, 转子部分被卡住。

## 5 故障分析及处理

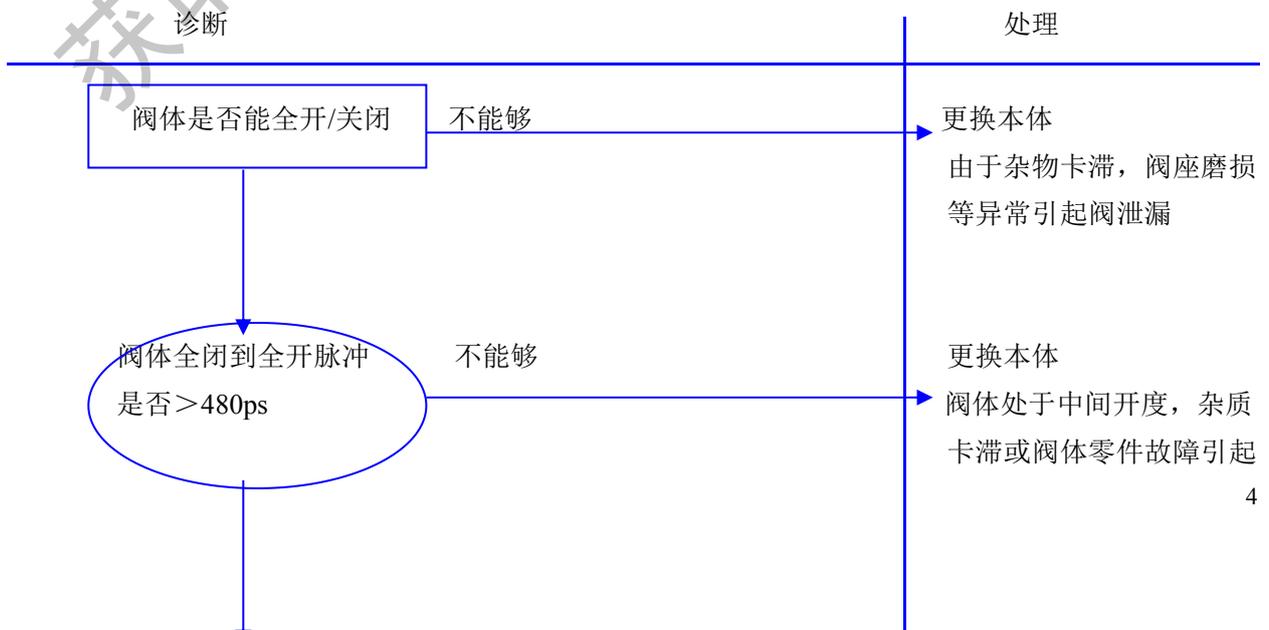
### 5.1 电子膨胀阀故障分析及处理。

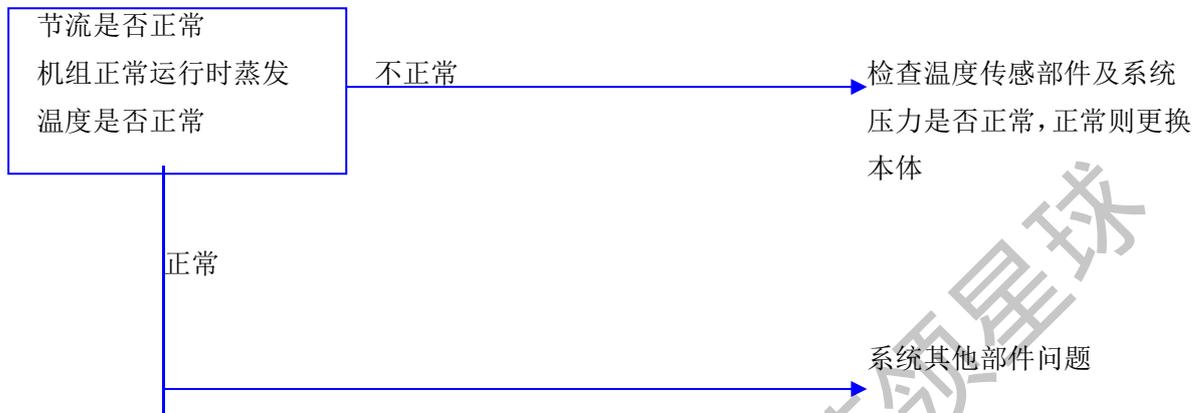
#### 5.1.1 电子膨胀阀线圈故障分析及处理：按下述流程进行检查





5.1.2 电子膨胀阀阀体故障分析及处理：  
确定线圈部分正常后，按下述流程进行检查。





## 5.2 电子节流部件故障分析及处理。

5.2.1 打开电子节流部件外壳，机组通电，用手握住电子膨胀阀线圈，是否有动作，有说明线圈可以工作，无动作按照下述步骤检查：

- 1) 检查电子膨胀阀线圈线体是否断裂，有，重新接线。
- 2) 检查电子膨胀阀线圈与主板接插件连接是否有松动，有，重新插好。
- 3) 检查主板是否有故障报警，排除其他因素故障。
- 4) 检查主板输出电压是否正常（DC 12V）。
- 5) 测量电子膨胀阀线圈电阻是否正常（ $46 \pm 3 \Omega$ ），不正常则更换线圈。

### 5.2.2 接管部分检查：

- 1) 用肥皂水涂抹在管路上各焊接部位及螺母连接部位，看是否有气泡产生；如果有泄漏，重新进行焊接或调整。
- 2) 管路重新焊接前，一定要按使用要求做好对阀体的防护和系统的清洁。

5.2.3 阀体部分检查：确定线圈部分电阻及接插件正常后，通电让机组运行，用手握住阀体部分，感觉阀体是否有动作，阀体从全开到全关时间大约是 6 秒，全开或全关位置时，如果继续施加电压，阀体会发出较大的卡塔卡塔声，动作时间过短或不动作，则阀体限位机构或阀针可能被卡滞，做如下处理：

- 1) 拆下线圈检查阀体不锈钢外壳是否有碰撞痕迹，如果有，则更换阀体。
- 2) 阀体不动作，轻轻敲击阀体本体部分，如果还不动作，转向下一步。
- 3) 反复开机关机，如果是冷暖型设备，反复制冷/制热转换 3 次，上电后如果阀体动作，则说明系统内有杂质卡滞，如果仍不动作，拆下电子节流部件组件。
- 4) 对拆下的电子节流部件组件分别正、反向用洁净氮气进行吹洗，然后对单体给与脉冲信号，看阀体是否动作，如果无动作则返回工厂进行再分析。
- 5) 经上述步骤后，单体正常可重新装机使用。装机前必须对制冷系统进行清洁，防止杂质再次卡滞。

## 6 电子膨胀阀使用注意事项

- 6.1 不同品牌电子膨胀阀阀体和线圈不能混用，否则会引起调节失效。
- 6.2 中央空调事业部所使用的电子膨胀阀都是 DC 12V，输入电压必须保持一致，否则会引起线圈烧毁（冒烟、着火）、动作不良等现象
- 6.3 不要手提线圈的导线部分，可能会导致断线。
- 6.4 不要对本体部分的不锈钢外壳和焊接部位施加外部压力（碰撞），否则会引起限位机构卡死或泄漏，保持轻拿轻放。
- 6.5 钎焊时，必须将线圈拆卸，并用湿毛巾包裹本体或放入水中，保持阀体在 120 度以下，要防止水进入阀体的内部，由于冰冻或生锈会引起动作不良。另外火焰不要直对本体。
- 6.6 焊接前将阀体全开，焊接时向阀体内部充入非活性气体（氮气、二氧化碳等），防止内部产生氧化物。
- 6.7 阀体动作过程中线圈会发热，所以不要为线圈保温或在线圈周围放置易燃物，否则可能引起燃烧。
- 6.8 焊接完成后，必须将管内杂物清除。使用时，必须在入口和出口侧安装 100 目以上的过滤网。
- 6.9 安装线圈时，要垂直插入本体的外壳，线圈托架的凸部必须完全进入本体外壳的凹部。

本标准由中央空调事业部品质部提出。

本标准由中央空调事业部研发中心归口

本标准由品质部进货检验负责起草。

本标准主要起草人：王明雷。

- (1) 蒸发器侧的温度变化曲线。图 3.1 为压缩机运行频率 58Hz，制冷剂充注量 1000g 时电子膨胀阀开度与蒸发温度、吸气温度和吸气有效过热度的特性曲线。蒸发温度随膨胀阀开度增大而逐渐升高，且上升幅度逐渐趋于水平，吸气温度随膨胀阀开度增大先迅速降低，随后逐渐趋于水平。过热度随膨胀阀开度增大迅速降低趋于水平（1℃~2℃之间）。在膨胀阀逐渐开大的过程中，起初蒸发器出口制冷剂过热，蒸发温度低、吸气温度相对高、吸气有效过热度大；随着膨胀阀开度逐渐增大，蒸发器出口制冷剂饱和，蒸发温度升高、吸气温度降低、吸气有效过热度减小。这是由于随膨胀阀开度逐渐增大，膨胀阀的前后压差减小，冷凝压力受影响程度小，因此蒸发压力升高，从而蒸发温度升高；同时，制冷剂流量增加，吸气温度降低，当蒸发器出口的制冷剂由过热状态进入饱和湿蒸气状态后，吸气有效过热度趋近于 0℃。不同充注量工况下，系统均有相同的温度特性曲线趋势。

#### 冷凝器侧的温度变化曲线

图 3.2 是相同工况下排气温度与过热度的关系曲线，图标左侧 Y 轴为冷凝温度和排气温度，右侧是排气过热度和阀前过冷度，压缩机的排气温度随着膨胀阀的开打而逐步降低，逐步趋近于一定值，即冷凝温度。膨胀阀的开大也以为着蒸发器侧的吸气有效过热度在减小，当压缩机吸入的是湿蒸气时，排气温度迅速降低，当压缩机吸气口的湿蒸气逐渐增加时，排气温度趋近于冷凝温度。膨胀阀开度的改变对于冷凝温度的影响较小，随着开度的增加而略微地减小，因此，在排气温度急剧下降的同时，排气过热度也随之减少。

阀前的过冷度随着膨胀阀的开打而降低，因为在电子膨胀阀增加的过程中，节流阻力在减小，通过膨胀

阀的制冷剂流量增加,积存在冷凝器中的过冷的制冷剂减少,因此冷凝器的传热系数增加,换热效果更好。如果冷凝器侧的过冷度太高,制冷循环不稳定而形成恶性的液封振荡循环,带照顾系统的平均制冷量减少,能效比降低,但是如果过冷度太小或者通过膨胀阀的是气液两相流的制冷剂,会使阀前无法形成良好的液封而导致了高低压振荡,系统不稳定。

有图 3.4 可知,在一定的压缩机运行频率下和相同的电子膨胀阀开度下,随着充灌量的增加,制冷量逐渐增大,在达到峰值以后,然后又逐渐的减少。当充灌量较少时,制冷系统的蒸发温度较低,制冷剂流量很小,蒸发器出口过热度很大,导致蒸发器的换热面积没有充分得到利用,因此制冷量很小。当充灌量逐渐增大时,系统的质量流量增大,蒸发温度升高,蒸发器的有效换热面积增大,从而系统的制冷量增大。

尽管蒸发温度升高会使蒸发器与环境传热温差减少,但在达到峰值以前,增大质量流量仍在传热中占主导地位,所以制冷量会逐渐增大。但是随着充灌量的进一步增加,蒸发温度的上升会使传热温差减少,这时传热温差占主导地位,制冷量反而会下降,抑制了制冷量的进一步上升,这就是制冷量出现峰值的原因,在峰值过后,传热温差占优势,制冷量又开始下降。

由图 3.5 可知,随着充灌量的增加,空调器输入功率上升。由于空调器的输入功率是由压缩机和风扇电机两部分构成的,其中风扇电机功率很小基本维持不变,而压缩机随系统运行情况变化很大。压缩机功率与制冷剂的质量流量成正比,随着充灌量的增加,压缩机的质量流量增加,引起压缩机的耗电增大从而引起空调系统的输入功率逐渐增大。

由图 3.6 可知,随着充灌量的增加,在能效比 EER 呈先增大后减小的趋势。当充灌量较少时,制冷量增加速度较快,而输入功率增加得相对较慢,所以  $EER = Q / N$  呈现增大的趋势,随着充灌量的继续增大,输入功率的增加速度大于制冷量的增加速度,因而 EER 开始减小。