

文章编号: J001-7445(2009)增-0243-03

# 电子膨胀阀在制冷技术上的应用

姚 敏

(广西南宁商贸技工学校, 广西 南宁 530004)

**摘要:**电子膨胀阀作为一种新型的控制元件,已成为制冷系统智能化的重要环节,也是制冷系统优化得以真正实现的重要手段和保证,被应用在越来越多的领域中。电子膨胀阀的应用必将随着技术的进步和发展而日趋成熟。

**关键词:**电子膨胀阀;制冷;控制

**中图分类号:**TP211      **文献标识码:**A

电子膨胀阀是新一代的制冷节流装置,具有流量调节范围大、控制精度高和适于智能控制等特点。特别是在与制冷系统中的微处理器控制结合在一起,微处理器根据给定温度值与室温差值进行比例和积分运算,以控制阀的开度,直接改变蒸发器中制冷剂的流量,从而改变其状态。压缩机的转数与膨胀阀的开度相适应,使压缩机输送量与通过阀的供液量相适应,而使蒸发器能力得以最大限度发挥,实现高效制冷系统的最佳控制,使过去难以实施的空调制冷系统有可能得以实现。因而,在智能变频空调、多路系统空调等系统中,得到日益广泛的应用。

## 1 电子膨胀阀的工作原理与结构

### 1.1 电子膨胀阀的工作原理

电子膨胀阀节流技术的变频空调可以根据设在膨胀阀进口、压缩机吸气管等处的温度传感器收集的信息来控制阀门的开启程度,随时改变制冷剂的流量,主动配合变频压缩机能力的变化(合频率的变化),使变频压缩机始终有最佳的能效比,其优异性能可以得到充分的发挥。

电子膨胀阀的工作原理可见图1。由控制器(微电脑)测出蒸发器前、后制冷剂的过热度( $S_2 - S_1$ )值,将此值与储存在控制器内的过热度设定值进行比较运算。如果测量值大于设定值,控制器指令膨胀阀加大开启度,增加制冷剂流量,反之亦然。

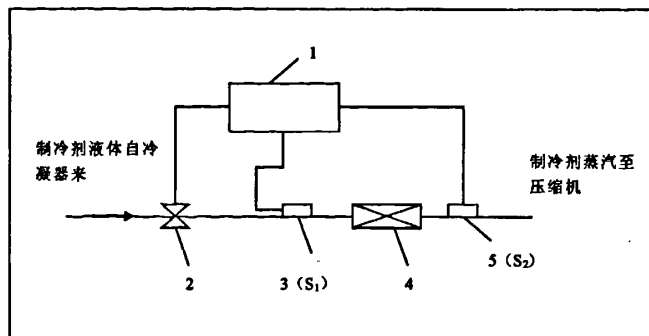


图1 电子膨胀阀的工作原理图

收稿日期:2009-06-13

通讯联系人:姚敏(1970-),男,广西龙州人,广西南宁商贸技工学校助理讲师;E-mail:nnym@tom.com.

## 2 电子膨胀阀的结构

电子膨胀阀由检测、控制和执行三部分构成。按驱动方式分,有电磁式和电动式两类,目前使用最多的是四相步进电机驱动的电动式电子膨胀阀,而电动式又分为直动型和减速型,步进电机直接带动阀针的是直动型,步进电机通过齿轮组减速器带动阀针的是减速型。

电动式电子膨胀阀采用电机直接驱动轴,以改变阀的开度。该阀接受由微型计算机传来的运转信号进行动作,根据运转信号,驱动部的转子回转,以螺旋将其回转运动转换为轴的直线运动,以轴端头的阀针调整节流孔的开口度。直动型膨胀阀电机转子的转动,主要是依靠电磁线圈间产生的磁力进行的,转矩由导向螺旋转换成阀针直线移动,从而改变阀口的流通面积。转子的旋转角度及阀针的位移量与输入脉冲数成正比。

电动式膨胀阀的另一种形式是减速型。减速型膨胀阀的工作原理是:电机通电后,高速旋转的转子通过齿轮组减速,再带动阀针作直线移动。由于齿轮的减速作用大大增加了输出转矩,使得较小的电磁力可以获得足够大的输出力矩,所以减速型膨胀阀的容量范围大。减速型膨胀阀的另一特点是电机组合部分与阀体部分可以分离,这样,只要更换不同口径的阀体,就可以改变阀的容量。

四相步进电机驱动的电动式电子膨胀阀的控制原理如下: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。脉冲电机由微电脑控制,微电脑发出控制指令,在电机定子绕组上施加脉冲电压,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。

## 3 电子膨胀阀在制冷机器中的作用

传统的制冷系统中使用的膨胀阀为热力膨胀阀,热力膨胀阀存在控制范围小、响应慢、滞后时间长以及误差大等缺点,为了实现系统快速稳定运行并且实现节能目标,迫切需要将新的节流控制组件引入到制冷系统中。

电子膨胀阀在空凋制冷系统中一般应用如下:微处理器输入的信号有蒸发器的出口处温度和出口压力及压缩机的排气压力,蒸发器出口温度、压力决定了蒸发器的过热度,该过热度送入控制器中,与设定值相比,经PID调节后输出信号使电机正转或反转,从而实现对制冷系统中工质流量的精密控制,排气压力信号用于控制电子膨胀阀开度以防止高压超过规定范围,并能保持机组连续运转。此外,在小型中央空调系统中,电子膨胀阀用于控制流经各个室内机的制冷剂流量,同时控制着系统总制冷剂流量起着至关重要的作用,控制思路与分体空调类似空调器同时使用变频压缩机及电子膨胀阀时,因变频压缩机的运转受到主计算机指令的控制,电子膨胀阀的开度也随之受该指令的控制。一般而言,阀开度与变频的频率成一定的比例,但由于制冷系统的蒸发器和冷凝器的传热面积已定,这就使阀的开度不应完全与频率成固定的比例,试验表明,在不同的频率下存在一个能效比最佳的流量,因而在膨胀阀开度的控制指令中,应包含压缩机频率和蒸发温度诸因素。

电子式膨胀阀反应快,能适应大范围流量调节要求,而且流向可逆,使得它在变频式空调器的工作过程中具有较大的作用。

(1) 电子膨胀阀与压缩机变频调速相互配合,可以实现不间断供热快速除霜。除霜时,四通阀不换向,电子膨胀阀开启到最大,压缩机高速运转,制冷剂大流量循环,利用压缩机排气热量进行除霜,这样使得除霜时间短,降低除霜的附加能耗,也不影响制热效率。

(2) 控制压缩机的排气温度。排气温度过高时,将电子膨胀阀开启度加大,制冷剂流量增加,冷却进气,从而降低排气温度。

(3) 在压缩机启、停控制中减少启停过程的能量损失。电子膨胀阀在压缩机停机时,可以使阀处于全关闭状态,阻止制冷剂从冷凝器向蒸发器流动;压缩机启动时,先控制电子膨胀阀开启,使吸气、排气压力迅速达到平衡,再控制压缩机启动,这样既减少了热损失,又使压缩机易于启动。

## 4 电子膨胀阀的发展预测

基于热力膨胀阀的诸多缺点,研究人员开始研制电子膨胀阀,到八十年代初期,电子膨胀阀的研制有了突破性的进展。在变频驱动的变容量空调系统中,为了提高制冷系统的流量控制特性和增大流量控制范围,1983年开发出了采用微电脑控制、脉冲电机驱动的电子膨胀阀。电子膨胀阀的主要优点是能够根据不同的冷量需求,可以快速精确地控制流进蒸发器的制冷剂量。电子膨胀阀的作用原理为调节流进蒸发器的制冷剂量,保证向蒸发器供给最合适的制冷剂,充分利用蒸发器的换热面积,并且保证制冷系统安全稳定运行。电子膨胀阀的驱动形式有:步进电机驱动、电磁阀驱动等<sup>[1]</sup>。

电子膨胀阀以其优越的流量调节和过热度控制稳定性,在空调制冷及低温冷冻装置中得到广泛应用;目前,国内外各空调厂商制造的风冷热泵冷热水机组中已广泛采用电子膨胀阀作为节流机构,机组应用的工况范围因此得到拓宽,有些机组可在 $-10^{\circ}\text{C}\sim-20^{\circ}\text{C}$ 环境温度下实现制热运行,而目前的热力膨胀阀很难在此制热低环境温度下做到稳定地控制过热度和供液量;有些机组可实现制冷、制热无级能量调节,电子膨胀阀的快速反应和控制性能使机组水温迅速稳定在设定的控制温度下,而通常使用热力膨胀阀和无级能量调节的系统,由于热力膨胀阀的工作范围和反应滞后性的原因,在大压差、小的制冷剂流量以及小压差、大的制冷剂流量下,系统的水温控制变得振荡难以稳定。

在冷冻应用领域,例如在零售业所需的陈列柜制冷装置,采用电子膨胀阀的系统性能明显得到改善;目前变频压缩机开始应用于陈列柜,因而采用电子膨胀阀的节能效果变得显著。电子膨胀阀能使蒸发器各个回路的制冷剂更加均匀的分配,因而蒸发器各个回路出口盘管的温差较小。

总而言之,电子膨胀阀对提高变频压缩机的能量效率、实现温度的快速调节、提高系统的季节能效比等有十分重要的意义。对于较大功率的变频空调,必须采用电子膨胀阀作为节流元件,否则将达不到变频运行的目的。此外,电子膨胀阀还可以实现不间断供热的快速除霜、冷凝器过热度、压缩机的排温控制等一系列新功能<sup>[2]</sup>。

目前,电子膨胀阀已广泛应用于小型、中型以及大型制冷装置中,充分发挥着它的节流控制优势。不论是空调工况还是制冷工况,都有电子膨胀阀成功应用的案例,如:中央空调、家用热泵、超市冷柜、汽车空调等。

变频空调是空调发展的方向与必然,在日本,2002年变频空调(包括毛细管节流)已占空调总量的96%,中国已成为世界性的空调生产基地。中国作为空调生产大国,特别是加入WTO以后,其价廉物美的优势更会体现,将赢得世界广大客户的信赖,其产量将达到世界总产量的40%以上。据中国制冷空调行业协会预测,预计到2009年,中国空调总产量将达到3300万台,电子膨胀阀的年用量将达310万套。据中国制冷空调行业协会预测,2009年国际市场上的空调总量约在3500万台,电子膨胀阀的年用量将达到1120万套。变频空调在中国起步较晚,发展至今不过3~5年的时间,但发展迅猛,目前除中外合资企业外,青岛海尔、青岛海信、江苏春兰、珠海格力和广州华凌、美的等均批量推出变频空调。变频空调国内外市场预测见2.3节中的公司电子膨胀阀产品国内外市场的占有量表。

### 参考文献:

- [1] 王媛波.小型中央空调系统的建模研究[D].沈阳:沈阳工业大学硕士学位论文,2007.
- [2] 俞炳丰.主编制冷与空调应用新技术[M].化学工业出版社,2002.

(责任编辑 张晓云)

# 电子膨胀阀在制冷技术上的应用

作者: [姚敏](#)

作者单位: [广西南宁商贸技工学校, 广西, 南宁, 530004](#)

刊名: [广西大学学报\(自然科学版\)](#) **ISTIC PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF GUANGXI UNIVERSITY \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)

年, 卷(期): 2009, 34(21)

被引用次数: 0次

## 参考文献(2条)

1. 王媛波. 小型中央空调系统的建模研究[D]. 沈阳: 沈阳工业大学硕士学位论文, 2007.
2. 俞炳丰. 主编制冷与空调应用新技术[M]. 化学工业出版社, 2002.

## 相似文献(10条)

### 1. 会议论文 周浩. 张华 电子膨胀阀与其它节流机构的比较及其控制理论 2008

本文就三种节流装置——电子膨胀阀、热力膨胀阀和毛细管对制冷系统的影响进行了比较, 并且阐述了在变工况情况下, 电子膨胀阀优于其他两种节流装置的原因。最后本文还介绍了运用PLC技术和PID算法对于电子膨胀阀的控制理论。

### 2. 学位论文 罗建文 电子膨胀阀在制冷陈列柜中的应用研究 2007

电子膨胀阀是20世纪80年代发展起来的一种新型节流元件, 已在家用热泵、汽车空调、冷水机组等制冷装置中得到了成功应用。它是现代控制理论和数字控制方法为基础, 来实现对制冷剂流量的最佳调节, 因此它完全适应于制冷系统向机电一体化发展的要求。与热力膨胀阀相比, 电子膨胀阀具有非常显著的优越性: 调节精度高、调节范围大、对负荷、工况变化适应快; 尤为重要的是电子膨胀阀的调节振荡小, 能精确控制过热度, 并能使蒸发器在很宽的工况范围内都处于很小的过热度下, 使蒸发器的传热面积得到充分利用, 具有明显的节能效果。

从目前报道来看, 电子膨胀阀在制冷陈列柜中的应用仅有国外文献中有一些报道, 国内在这方面的研究报道甚少, 还没有厂家正式将电子膨胀阀应用于陈列柜中, 因此, 进行电子膨胀阀在制冷陈列柜中的应用研究是非常必要的。

本文是在对电子膨胀阀的理论研究和电子膨胀阀制冷系统的陈列柜实验台上进行的, 主要工作有: 1. 针对电子膨胀阀在制冷陈列柜中的应用做理论研究; 2. 对卧式低温陈列柜进行性能实验研究; 3. 搭建实验台测试电子膨胀阀陈列柜系统的特性; 4. 通过实验研究电子膨胀阀在制冷陈列柜中的应用特性。

通过对电子膨胀阀特性的理论研究, 在陈列柜中应用的可行性分析以及电子膨胀阀在制冷陈列柜中的实验研究, 得出以下几点结论:

1. 理论分析了电子膨胀阀陈列柜系统的组成和运行特性, 指出了通过实现弹性冷凝压力控制和并联机组运行等方法实现电子膨胀阀陈列柜系统的优化和节能运行的途径。

2. 建立了电子膨胀阀陈列柜制冷系统的实验台, 实现了电子膨胀阀控制陈列柜制冷系统的多工况运行, 实验对比研究了电子膨胀阀和热力膨胀阀陈列柜系统的运行特性。

3. 测试表明, 电子膨胀阀控制陈列柜制冷系统运行的稳定性明显优于热力膨胀阀, 在降温期间电子膨胀阀系统蒸发器降温运行平稳而热力膨胀阀系统蒸发器有明显波动, 波动随着蒸发器的沿程逐渐增大, 由蒸发器始端的2.3℃增大到了末端的8.1℃。在负荷稳定期间, 热力膨胀阀系统较电子膨胀阀系统蒸发器进口温度波动大1.5℃, 而节流前温度热力膨胀阀系统较电子膨胀阀系统大18.9℃

4. 测试表明, 电子膨胀阀系统可以方便的调节陈列柜的运行温度, 并随着柜运行工况的高低, 柜运行特性得到改变。随着柜温设定温度的上升, 制冷系统运行停机次数增加, 功耗减少, 柜温的波动性增大。当样柜设定温度从-20℃上升到-5℃时, 停机次数从4次增加到13次, 功耗由3.35kwh减少到2.36kwh。当样柜设定温度从-25℃上升到-15℃时, 柜温的波动值由2.8℃增大到4.7℃。

总的来说, 电子膨胀阀在本次实验中显示出了很好的稳定性, 使得陈列柜的性能在很大程度上得到了提高, 尤其是在陈列柜到达设定温度之前, 电子膨胀阀的稳定性要明显的优于热力膨胀阀。

我们相信, 随着对电子膨胀阀研究的进一步深入, 计算机技术和电子技术的进一步发展, 电子膨胀阀成本的降低, 具有诸多优点的电子膨胀阀必将在冷冻冷藏陈列柜行业中掀起新一轮革命。

### 3. 期刊论文 梁彩华. 张小松. 李舒宏 阻塞流对电子膨胀阀控制的影响研究 - 东南大学学报(自然科学版)

2005, 35(1)

深入分析液体在调节阀中的各种流动状态及其闪蒸和气蚀现象产生的条件后, 针对电子膨胀阀内制冷剂流动状况, 进行了制冷剂流态判定, 揭示了节流过程中电子膨胀阀内制冷剂流动特性和阻塞流影响。结合制冷系统的实际运行工况对电子膨胀阀流量特性进行了试验。试验结果表明, 在电子膨胀阀容量与制冷系统容量选型不完全匹配时, 电子膨胀阀具有非线性的流量特性。分析探讨了阻塞流对电子膨胀阀优化控制的影响, 并提出相应的控制改进措施。

### 4. 期刊论文 庄嵘. 叶竞春. 尹翔天 电子膨胀阀在变频一拖多空调系统中的应用 - 制冷2004, 23(3)

本文介绍了电子膨胀阀在变频一拖多空调(主要以变频一拖三空调为例)系统中的除霜控制、压缩机排气温度控制以及实现系统快速制冷、快速制热目标中的应用与所起的作用, 阐述了在变频一拖多空调系统中应用电子膨胀阀所具有的多项优点。

### 5. 学位论文 王鹏 电子膨胀阀在风冷冷水(热泵)机组中的应用研究 2007

当前, 越来越多的制冷装置采用电子膨胀阀节流, 其舒适性、节能性、满足特殊工作需要的灵活性充分显示出电子控制的特色。大型制冷装置要想在制冷循环层次上实现智能优化运行, 电子膨胀阀的应用也将必不可少。在远洋船舶中船舶空调系统和船舶冷藏箱的制冷系统, 由于其相对恶劣多变的工作条件及较高的工作要求, 以电子膨胀阀取代热力膨胀阀也有十分现实的意义。可以预见, 电子膨胀阀技术作为电子控制介入制冷循环的突破口之一, 有着广阔的前景。

电子膨胀阀是按照预设程序调节蒸发器供液量, 因属于电子式调节模式, 故称为电子膨胀阀。它适应了制冷机电一体化的发展要求, 具有热力膨胀阀无法比拟的优良特性, 为制冷系统的智能化控制提供了条件, 是一种很有发展前途的自控节能元件。电子膨胀阀与热力膨胀阀的基本用途相同, 结构上多种多样, 但在性能上, 两者却存在较大的差异。从控制实现的角度来看, 电子膨胀阀由控制器、执行器和传感器三部分构成, 通常所说的电子膨胀阀大多仅指执行器, 即可控驱动装置和阀体, 实际上仅有这一部分是无法完成控制功能的。电子膨胀阀的传感器通常采用热电偶或热电阻。电子膨胀阀作为一种新型的控制元件, 早已突破了节流机构的概念, 它是制冷系统智能化的重要环节, 也是制冷系统优化得以真正实现的重要手段和保证, 也是制冷系统机电一体的象征, 已经被应用在越来越多的领域中。由于电子膨胀阀的采用, 突破了以前在空调机组设计过程中存在的某种系统屈从热力膨胀阀的观念, 进入膨胀阀为系统优化服务的新境界, 对于制冷行业的发展起着重要的作用。

本文着重分析电子膨胀阀在定速水机系统中的应用方案, 特性分析, 及其与热力膨胀阀对比, 由此得出电子膨胀阀在此类系统中的基本使用方案设计, 特别是在性能方面可以有很大的提高, 电子膨胀阀应用于未来空调系统节流装置将成为大趋势。

6. 会议论文 [邵双全, 石文星, 李先庭, 彦启森](#) [VRV空调系统特性与控制策略研究\(一\)——电子膨胀阀-蒸发器联合调节特性与控制策略](#) 2001

通过对影响蒸发器换热量的诸因素——膨胀阀开度、空气温度、风量、蒸发温度、和冷凝温度等参数的分析, 得出了不同参数对系统的影响和调节特性, 提出了新的更适合于制冷空调系统的控制方法——风量控过热度、开度控室内温度的独立控制原理和方法, 这种控制方法更适合用于制冷空调系统。

7. 期刊论文 [陈儿同, 王艳, 左志强, Chen Ertong, Wang Yan, Zuo Zhiqiang](#) [电子膨胀阀与热力膨胀阀在低温装置中的比较研究 -制冷与空调](#)2009, 9(3)

利用已有的多功能低温实验台, 研究电子膨胀阀和热力膨胀阀在低温下的一些特性, 对热力膨胀阀和电子膨胀阀在控温范围、过热度控制及控制精度等方面进行对比研究。

8. 期刊论文 [招伟, ZHAO Wei](#) [PID和自适应联合控制电子膨胀阀对蒸发器供液量的影响 -制冷与空调](#)2004, 4(1)

本文根据室内温度的变化趋势, 提出电子膨胀阀对蒸发器供液量的控制分为两个过程, 即细化参数的PID控制和自适应控制。实验研究表明, 细化参数的PID控制能使室内快速降温; 自适应控制能满足室内的舒适控温。

9. 期刊论文 [陈曦, 李炜](#) [制冷空调系统的模糊控制实现 -电子技术应用](#)2000, 26(11)

在制冷空调系统中采用电子膨胀阀代替传统的热力膨胀阀, 将为各种调节控制技术的应用提供广阔的前景。介绍了模糊控制器的设计及其在制冷空调系统中的应用。

10. 学位论文 [梁彩华](#) [基于电子膨胀阀的热泵机组流量控制与系统优化研究](#) 2005

随着经济的发展和人民生活水平的提高, 对各种制冷空调装置提出了更高的节能和舒适性要求。采用新的控制元件来实现制冷系统的优化控制和高效节能优化运行将成为制冷空调领域节能研究的新热点之一。

本文对制冷系统流量控制元件——电子膨胀阀进行了较系统的研究, 建立了电子膨胀阀的数学模型并通过数值求解对其内部流动特性进行了分析, 将其成功应用于空气源热泵冷热水机组。研制出了基于电子膨胀阀的空气源热泵冷热水机组试验装置, 对其流量控制算法和系统优化进行了较深入的研究。

建立了空气源热泵冷热水机组制冷系统的动态模型, 对使用电子膨胀阀后其对制冷系统性能的影响进行了研究, 获得了制冷系统的流量控制特性。对蒸发器出口制冷剂过热度控制设计出了具有自学习功能的自适应模糊控制算法和电子控制系统, 提出了制冷系统启动过程的通用控制策略。

开发出了一种基于电子膨胀阀的流量可控制的显热除霜方式, 该除霜方式避免了现有逆向除霜方式所产生的诸多弊端, 同时提出了一种通用的除霜启停控制方法, 可实现制冷系统按需除霜。

提出一种冷水机组在部分负荷下的节能优化运行模式, 建立了冷水机组稳态模型, 研制出冷水机组的试验装置, 通过系统的模拟仿真与试验研究, 验证了该优化运行模式具有较大的节能潜力。

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_gdxxb2009z1073.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gdxxb2009z1073.aspx)

授权使用: 中南大学(zndx), 授权号: c7ba8bd2-8b96-4c57-9fe0-9e31014ef1e0

下载时间: 2010年11月17日